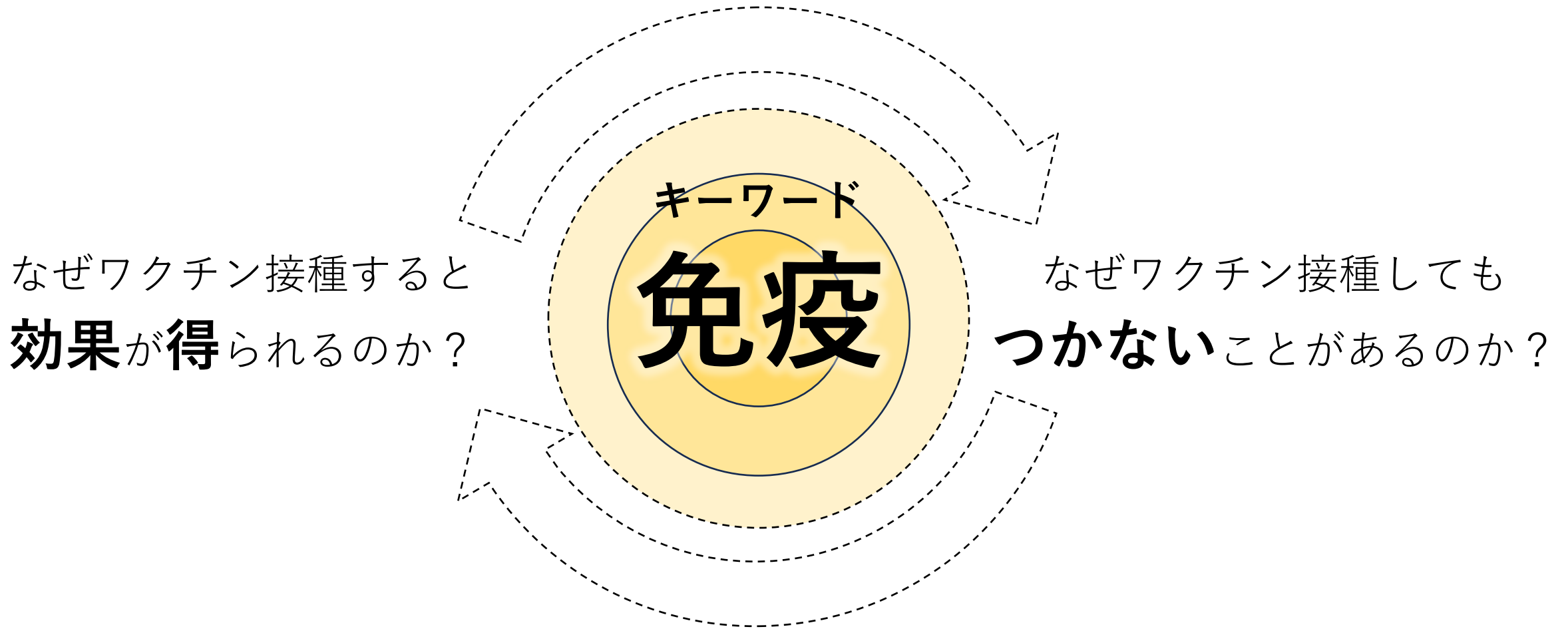


免疫のシステムと ワクチンの働き

あいち小児保健医療総合センター
総合診療科／ICT 小川 英輝

この講義の学習目標



免疫

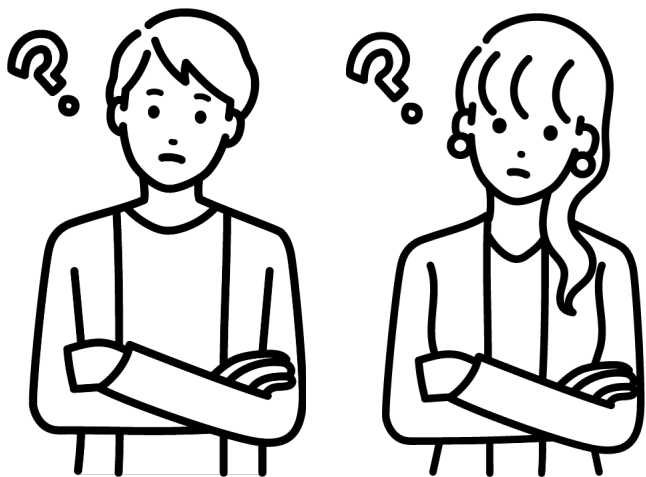
「自己」と「非自己」を見極めて

「非自己」を排除する機構



風邪に罹ると

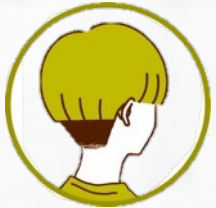
どのように**免疫**が働くか



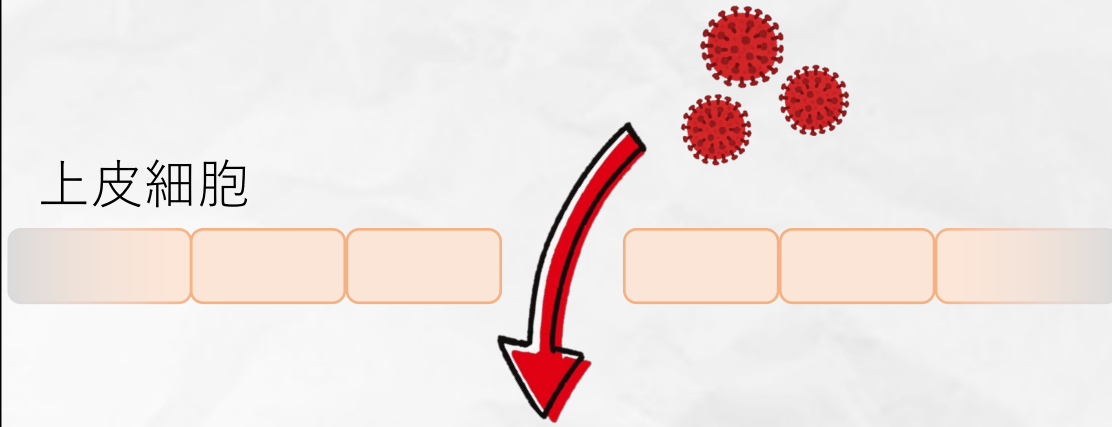
- 自然免疫
- 獲得免疫
 - 液性免疫と細胞性免疫

自然免疫

ちゃん

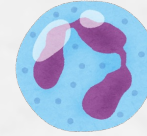


上皮細胞

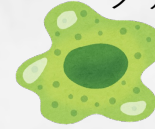


① 微生物（異物）が侵入する

好中球



マクロファージ

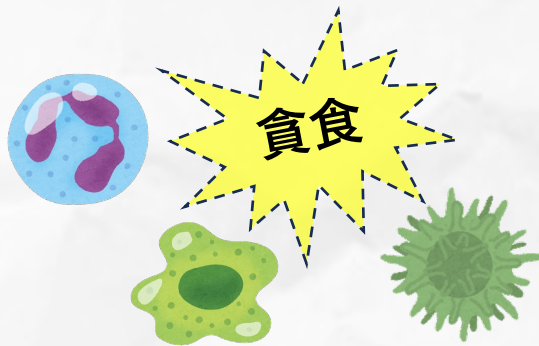


樹状細胞



② 好中球、マクロファージ、樹状細胞が遊走

③ 微生物を貪食する



④ 抗原提示できるようになる…



マクロファージ



樹状細胞

こんな侵入者
だったよ～

次回 「獲得免疫」編

自然免疫

特徴

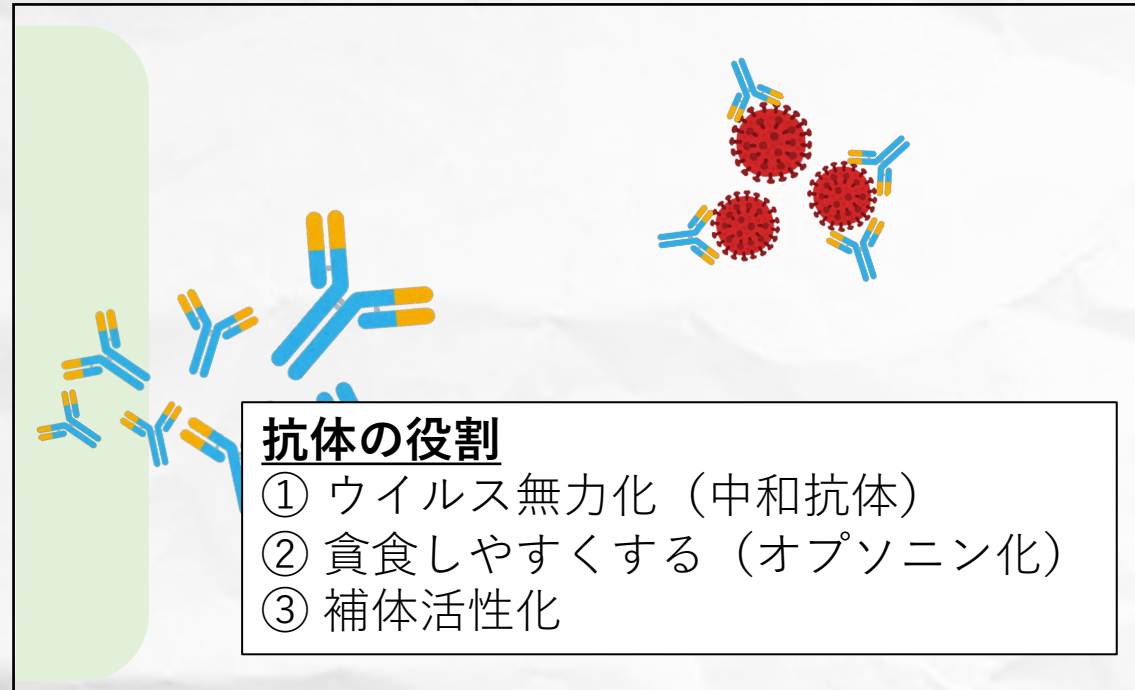
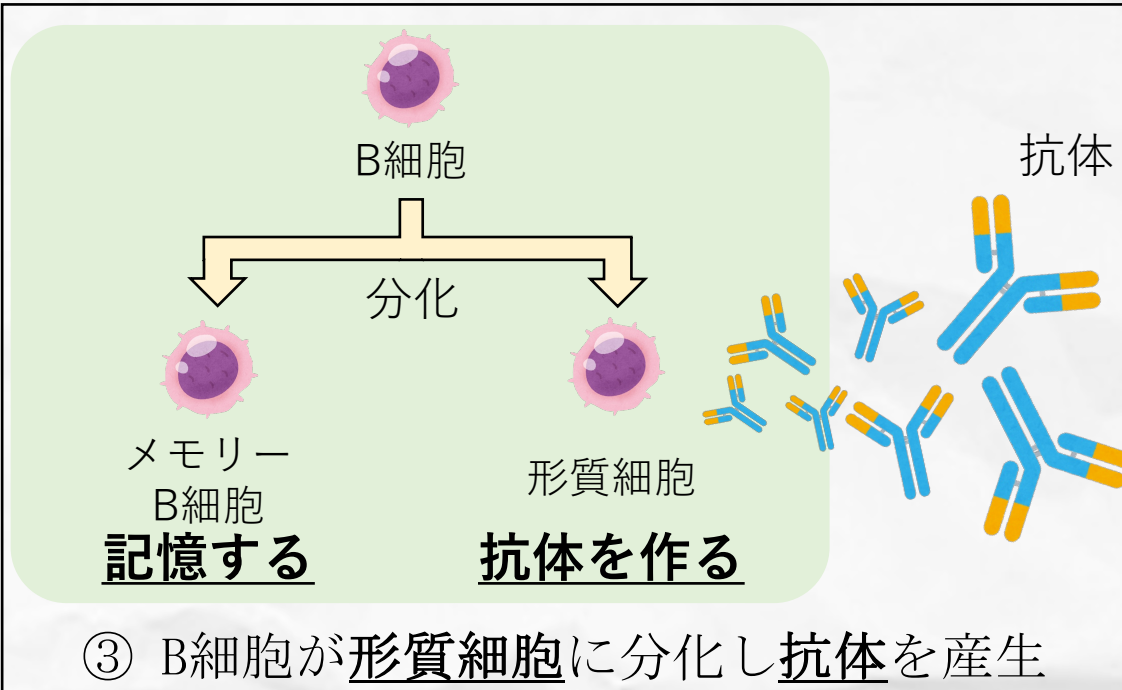
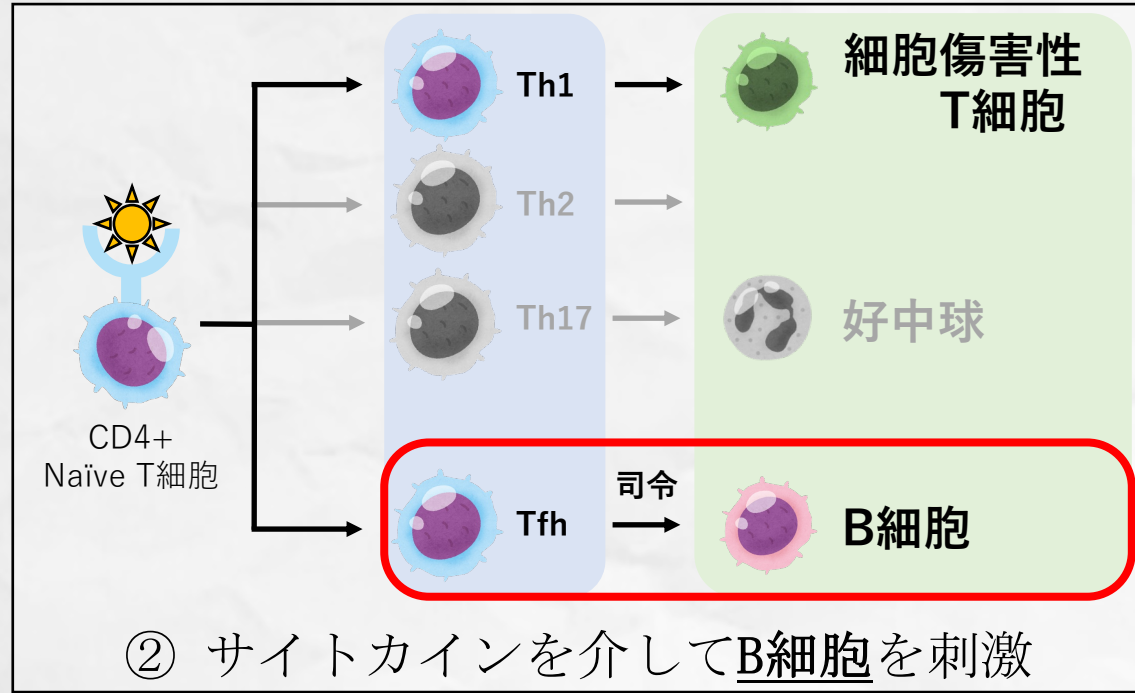
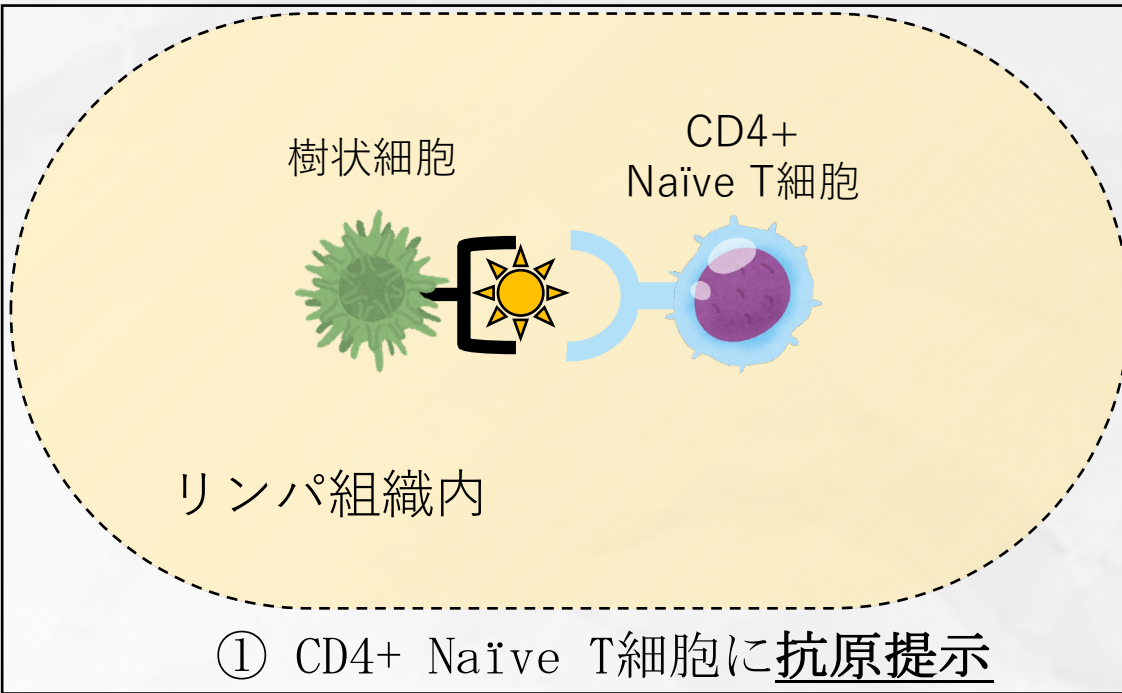
- 感染への最初の防御機構
- 反応までの**時間が早い**（20-30分）
- **すべての病原体**に作用（非特異的な反応）
- 病原体を食べ尽くすことはできない
- 感染を繰り返しても強くならない

ちゃん



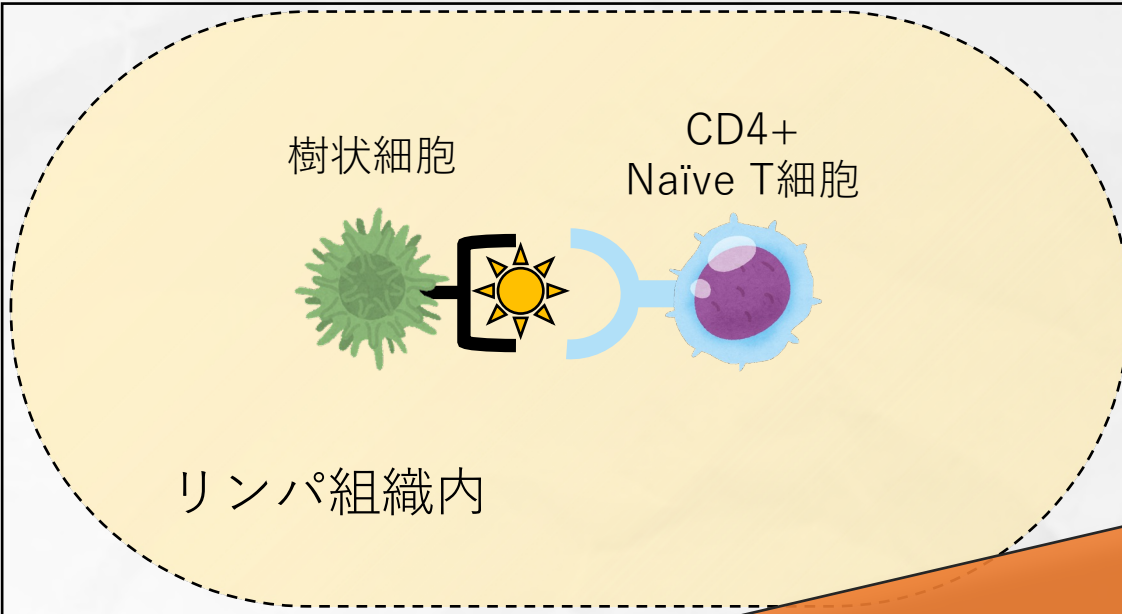
獲得免疫

さん

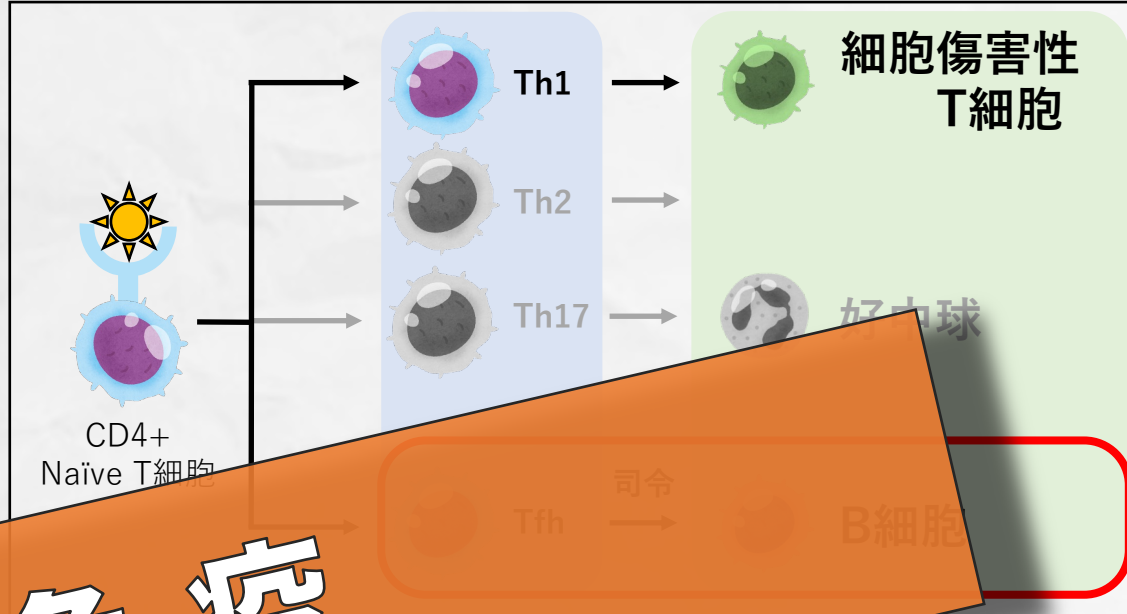


獲得免疫

さん

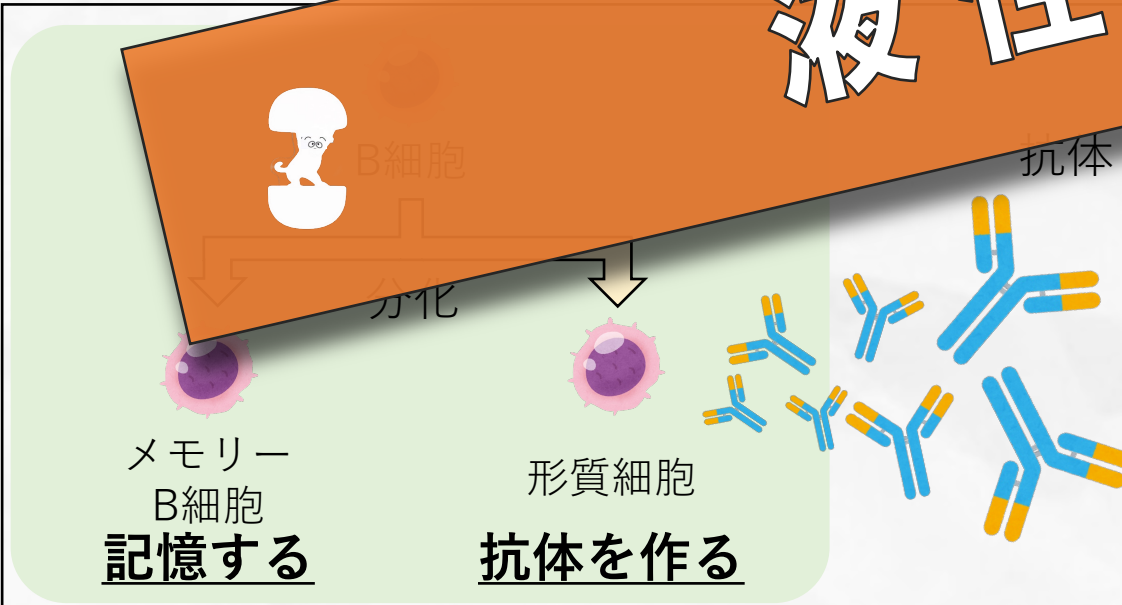


① CD4+ Naive T細胞に抗原提示

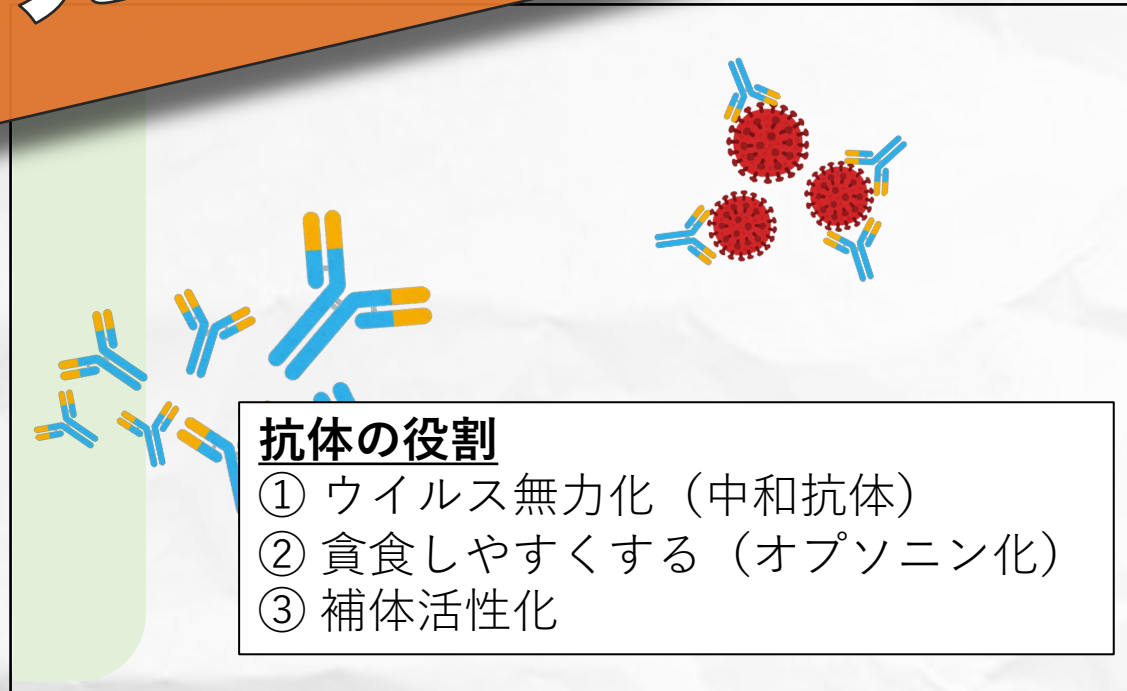


司令 Tfh → 刺激 B細胞

液性免疫



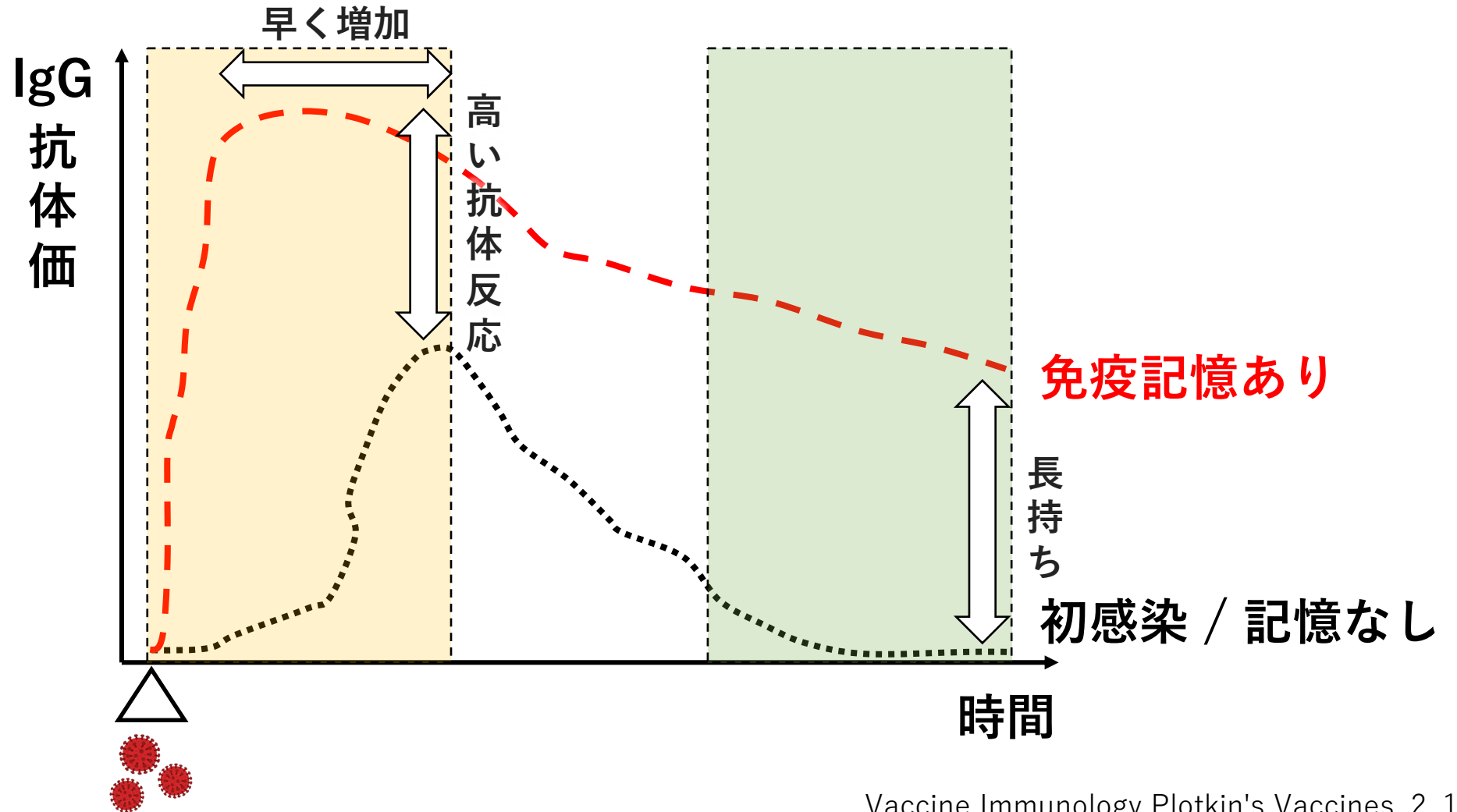
③ B細胞が形質細胞に分化し抗体を産生



- ### 抗体の役割
- ① ウイルス無力化 (中和抗体)
 - ② 貪食しやすくする (オプソニン化)
 - ③ 補体活性化



免疫を記憶しておくことで...

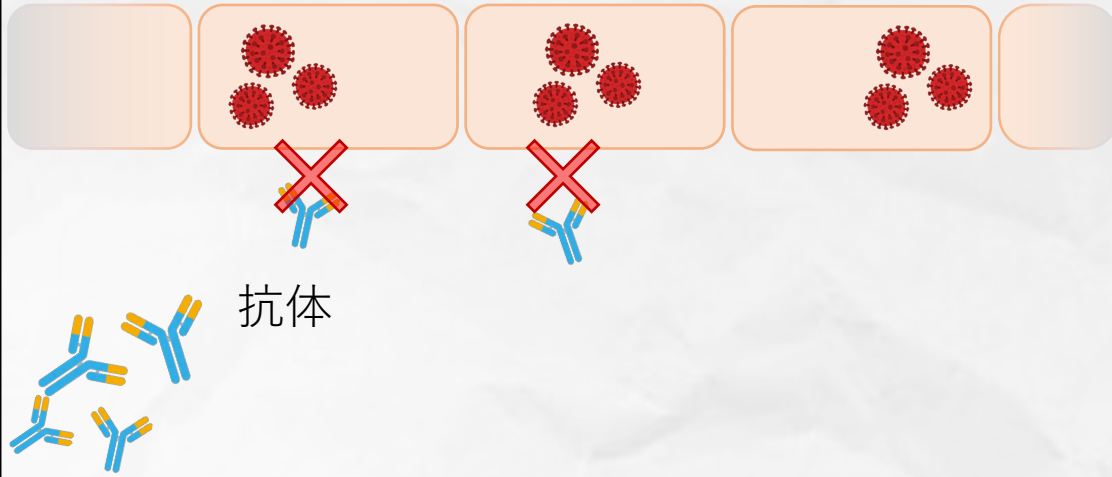


獲得免疫

さん

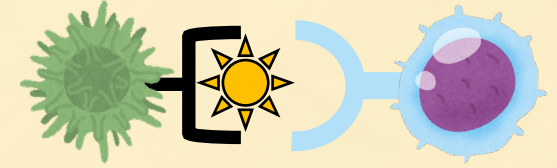


ウイルスに感染した細胞



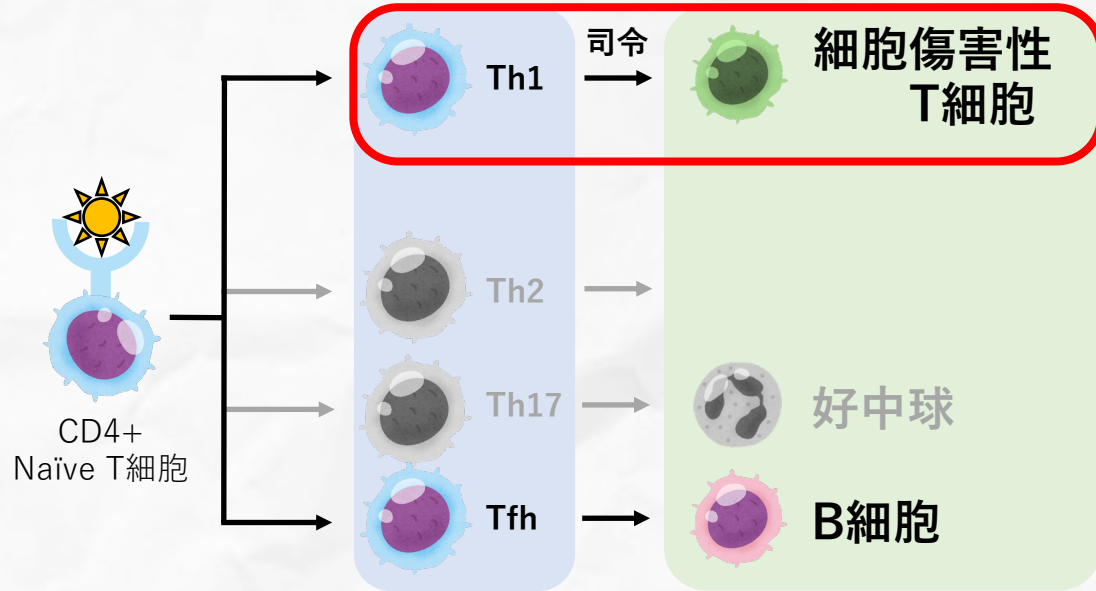
① 抗体は感染細胞を破壊できない！

樹状細胞 CD4+ Naïve T細胞



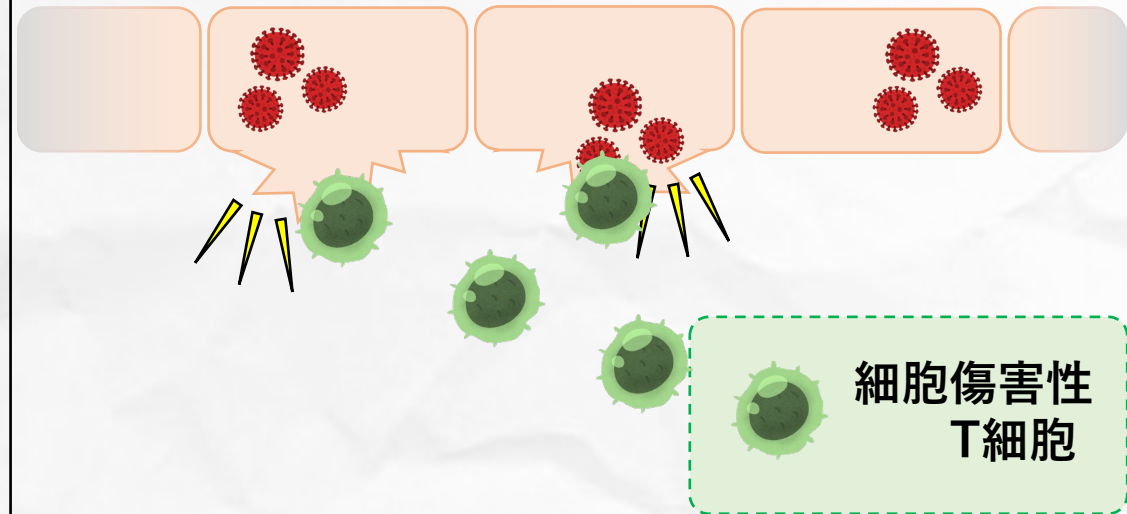
リンパ組織内

② CD4+ Naïve T細胞に抗原提示



③ サイトカインを介してT細胞を刺激

ウイルスに感染した細胞



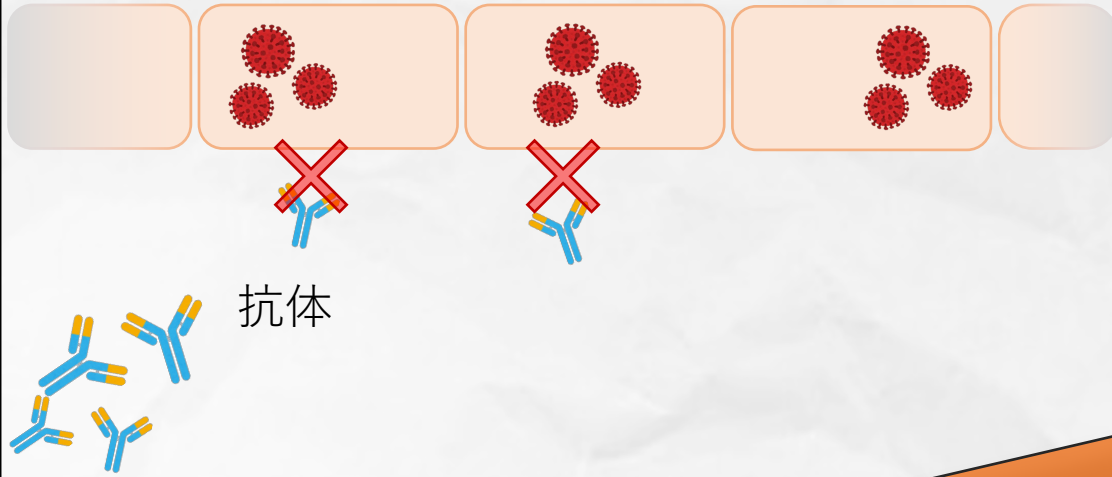
④ 細胞傷害性T細胞が、感染細胞を破壊！

獲得免疫

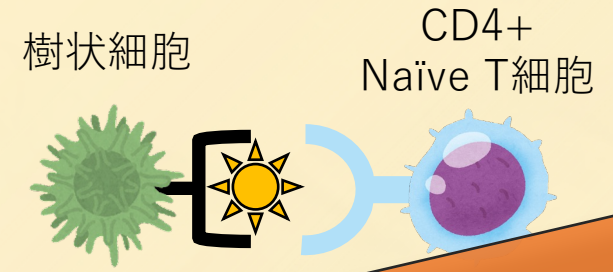
さん



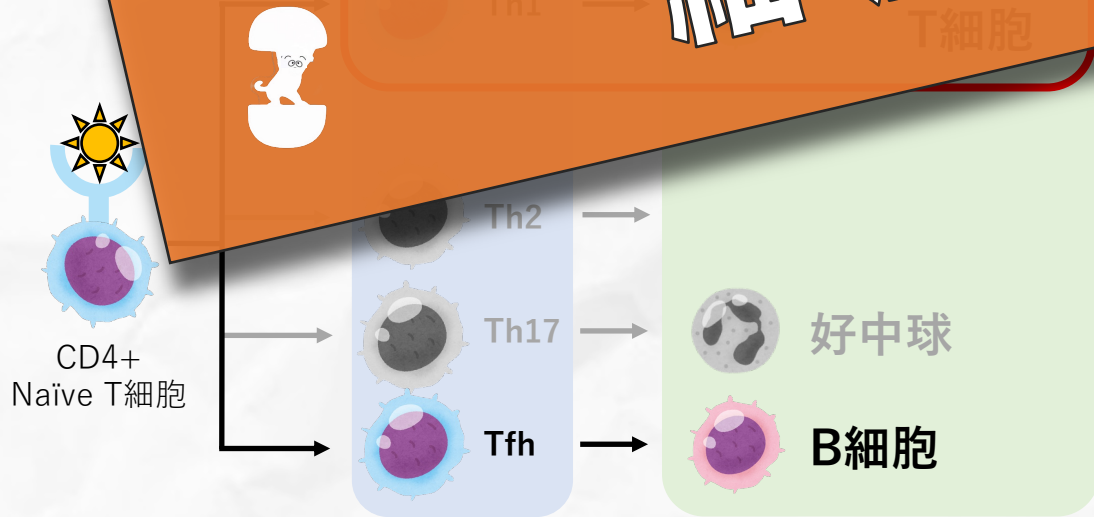
ウイルスに感染した細胞



① 抗体は感染細胞を破壊できないが、リンパ組織内Naïve T細胞に抗原提示

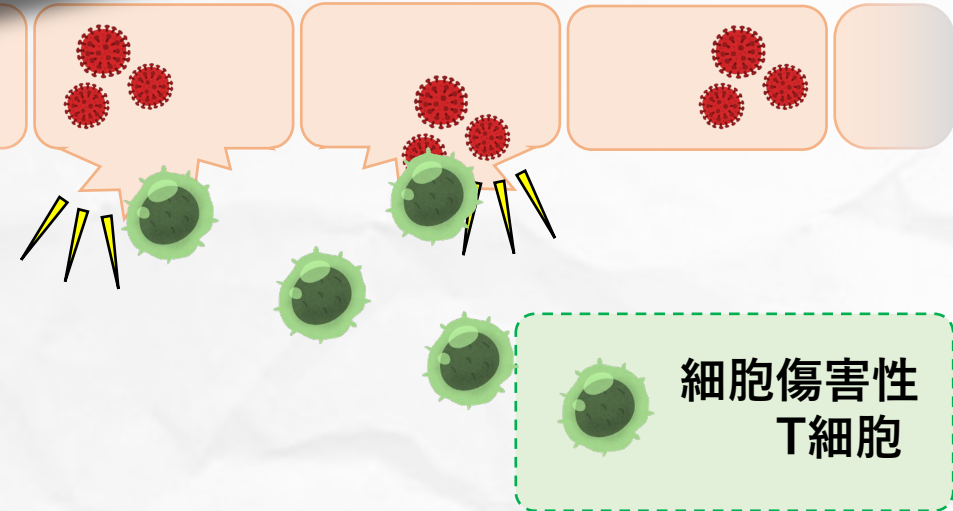


細胞性免疫



③ サイトカインを介してT細胞を刺激

ウイルスに感染した細胞

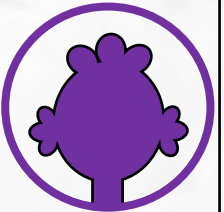


④ 細胞傷害性T細胞が、感染細胞を破壊！

特徴

獲得免疫

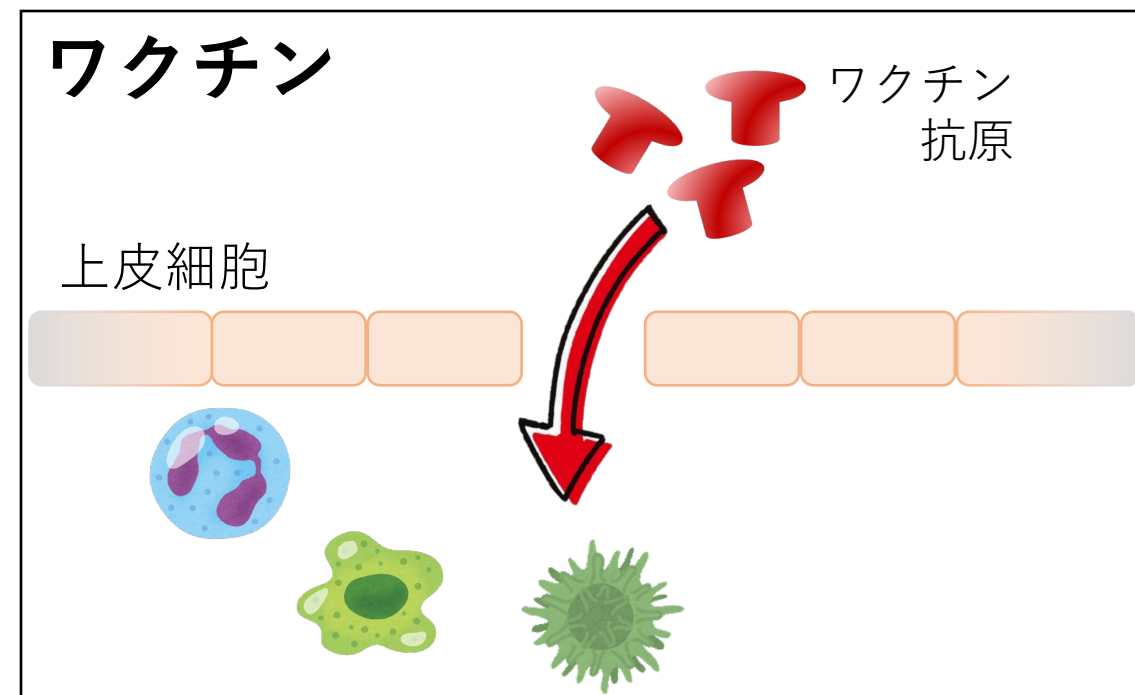
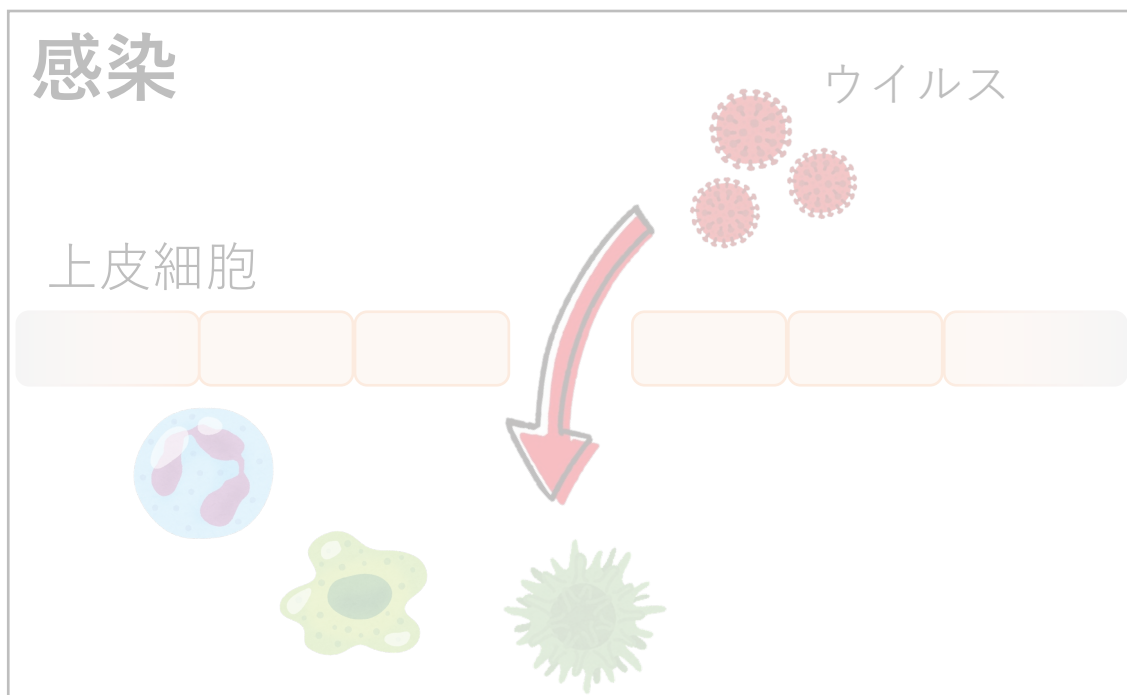
さん



- 液性免疫と細胞性免疫がある
- 各病原体に対して**特異的**に反応
- 多数の病原体を相手にできる（1対1ではない）
- 免疫の**記憶が残る**
- 獲得するまでに時間がかかる

では、ワクチンではどうか？

→ 基本的には今のと同じ反応 (自然免疫+獲得免疫) が起きる



※ **生ワクチン**と**不活化ワクチン**では、獲得免疫の面で少し異なる

生ワクチン



弱毒化した (生きている)

ウイルスや菌



体内で**増殖する**
(感染細胞が出来る)



液性免疫も細胞性免疫も
誘導される



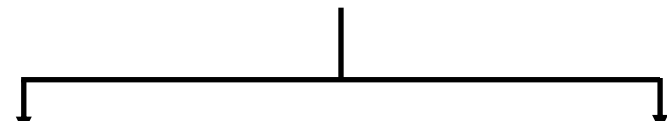
少ない接種回数で
より強固な免疫を得ることができる

不活化ワクチン



不活化した (死んでいる)

ウイルスや菌、毒素



体内で**増殖しない**
(感染細胞はできない)

炎症が
起こりにくい



液性免疫が弱く誘導される
(細胞性免疫は誘導されない)



自然免疫が
活性化されにくい



複数回接種することで
免疫が維持できる



アジュバントが
必要

番外編

①

もっと細かいことを言うと・・・

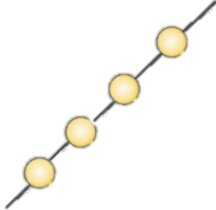
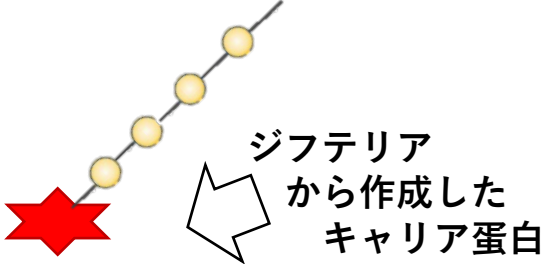
同じ不活化の肺炎球菌ワクチンでも・・・

PPSV23（多糖体ワクチン）と**PCV13**（結合型ワクチン）は

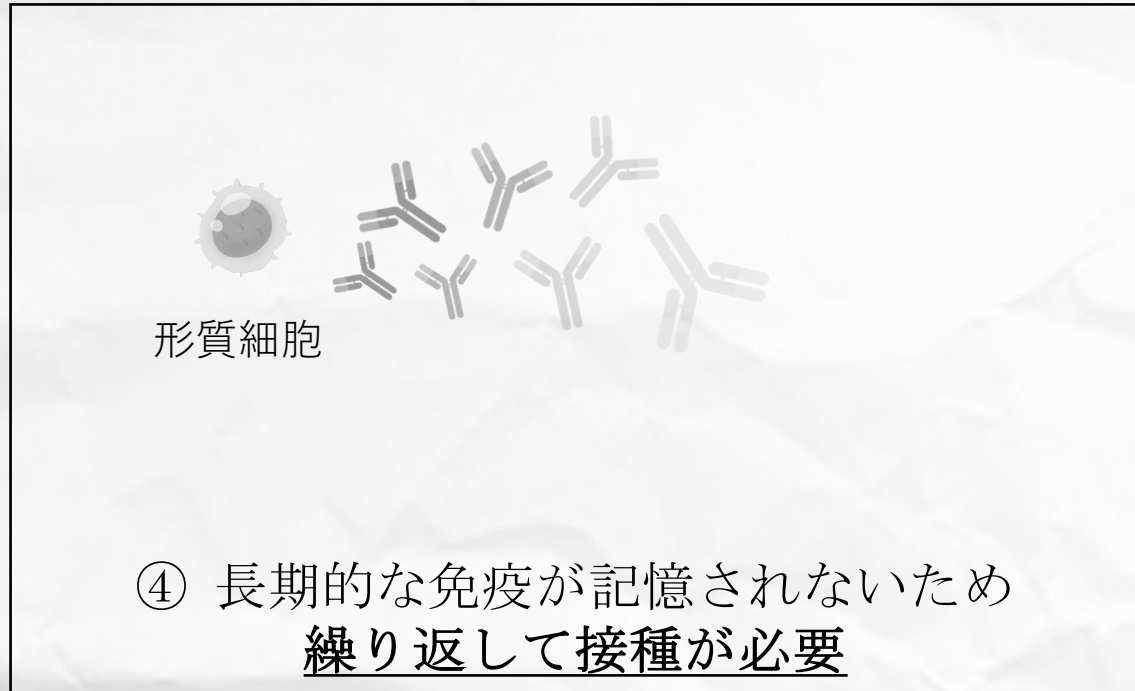
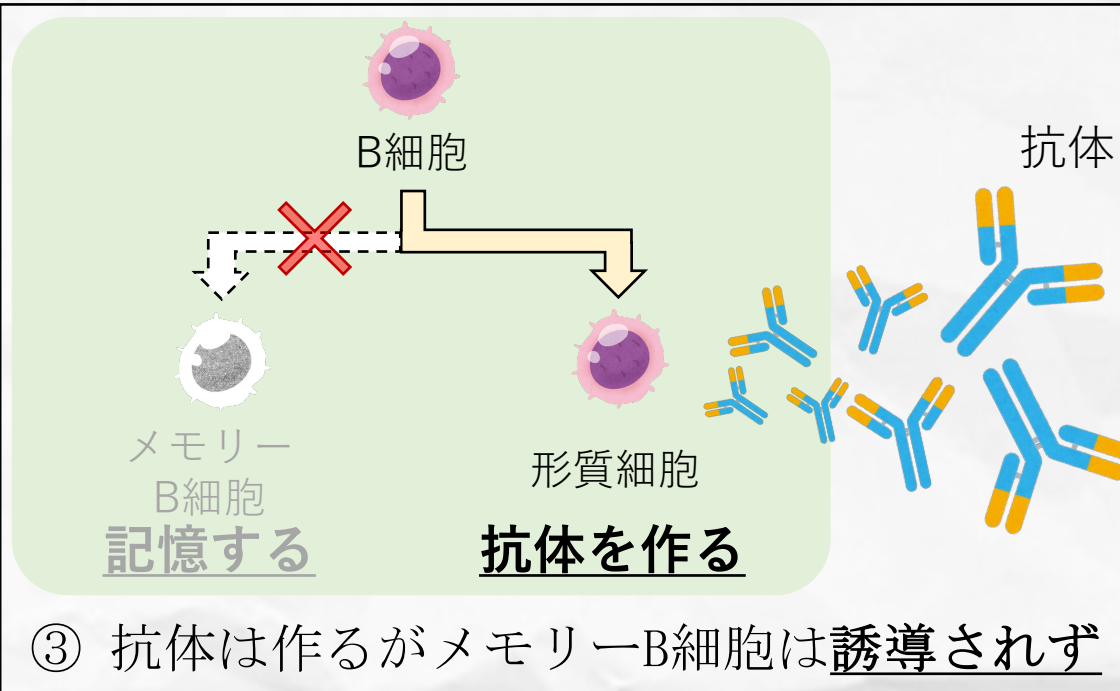
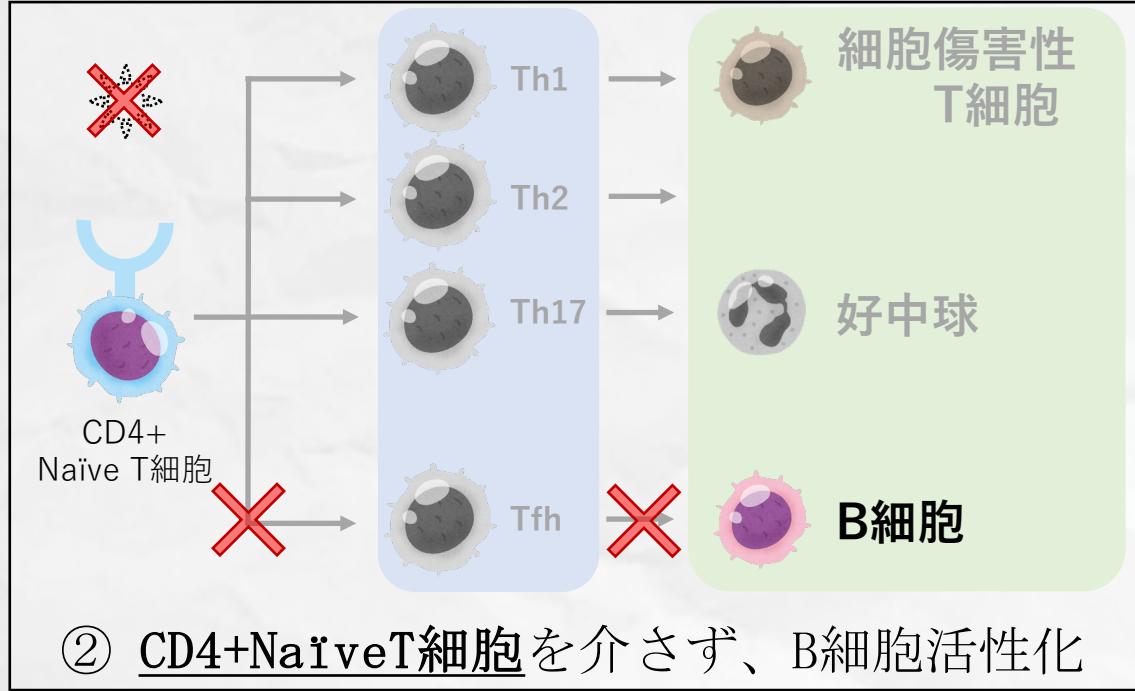
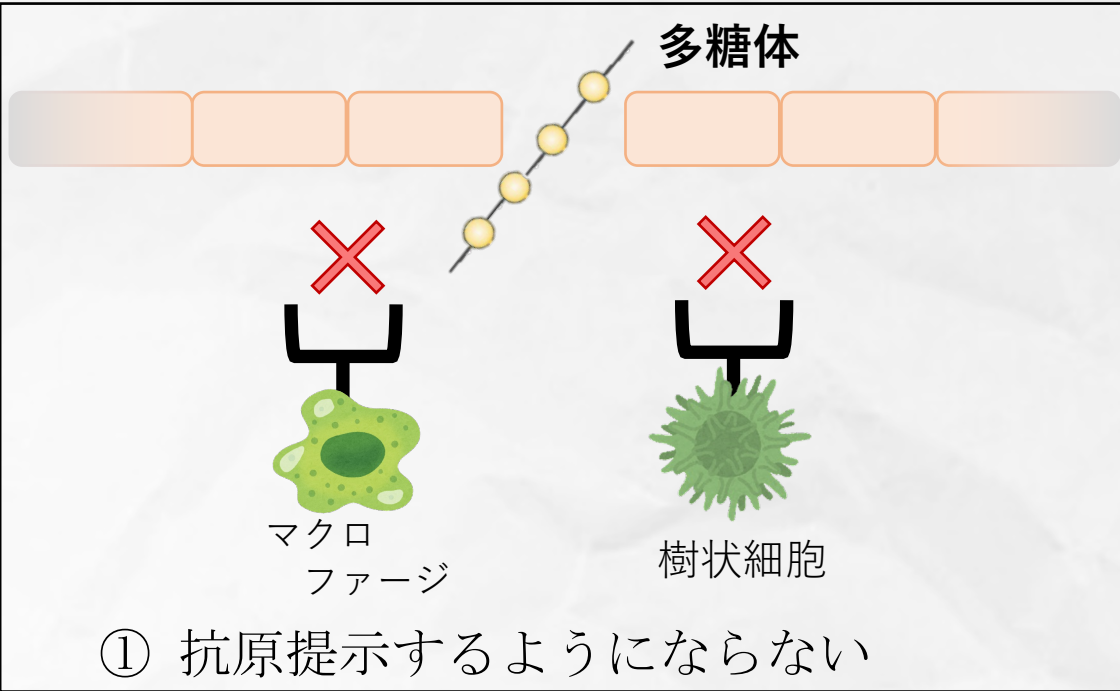
微妙に免疫誘導が違う・・・

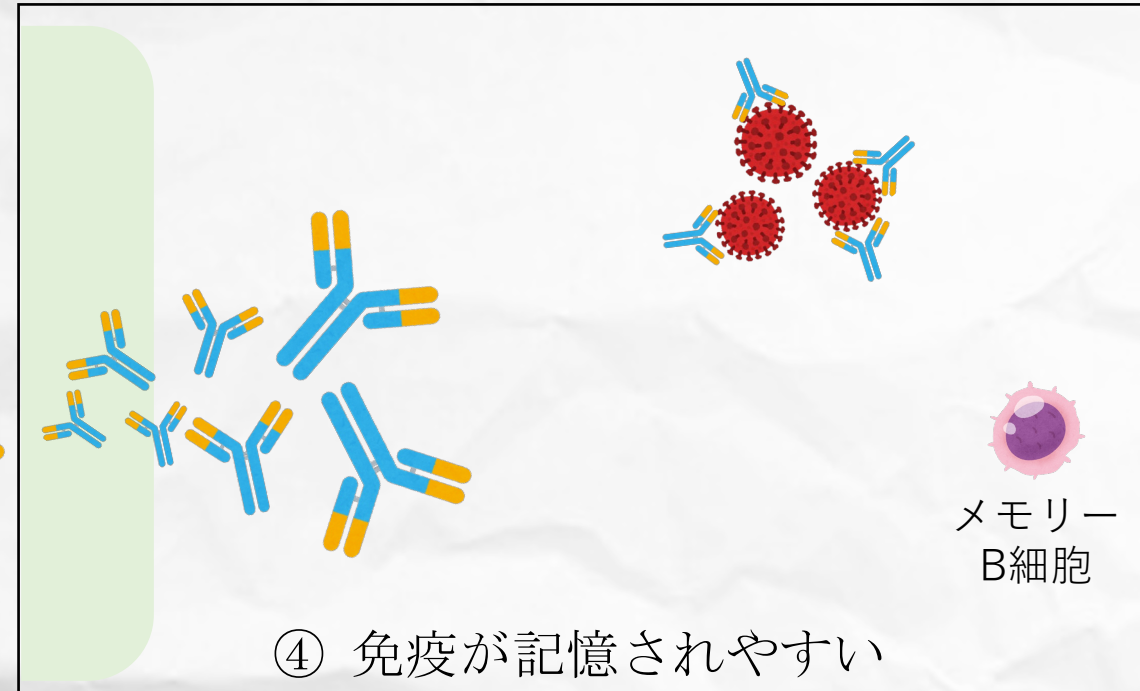
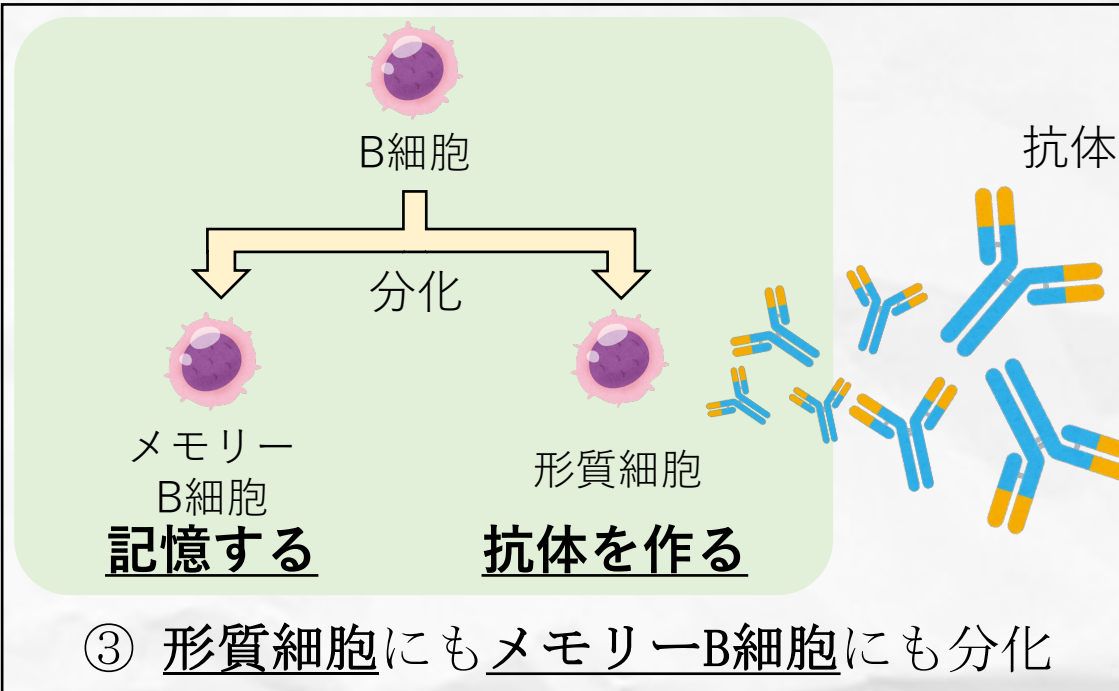
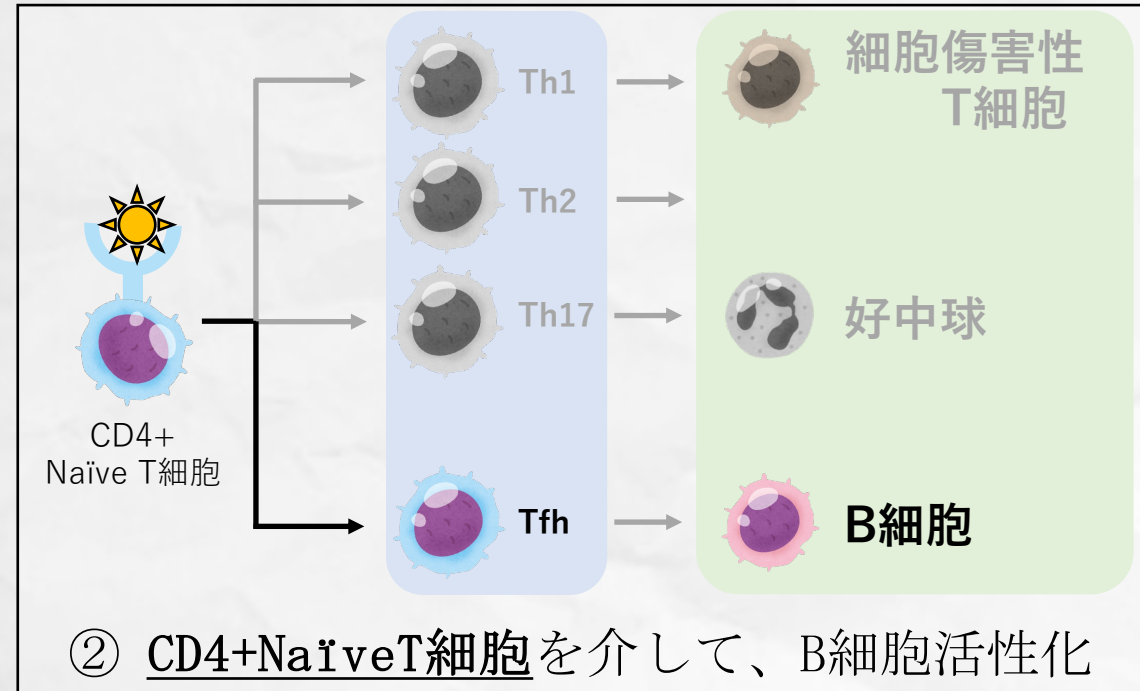
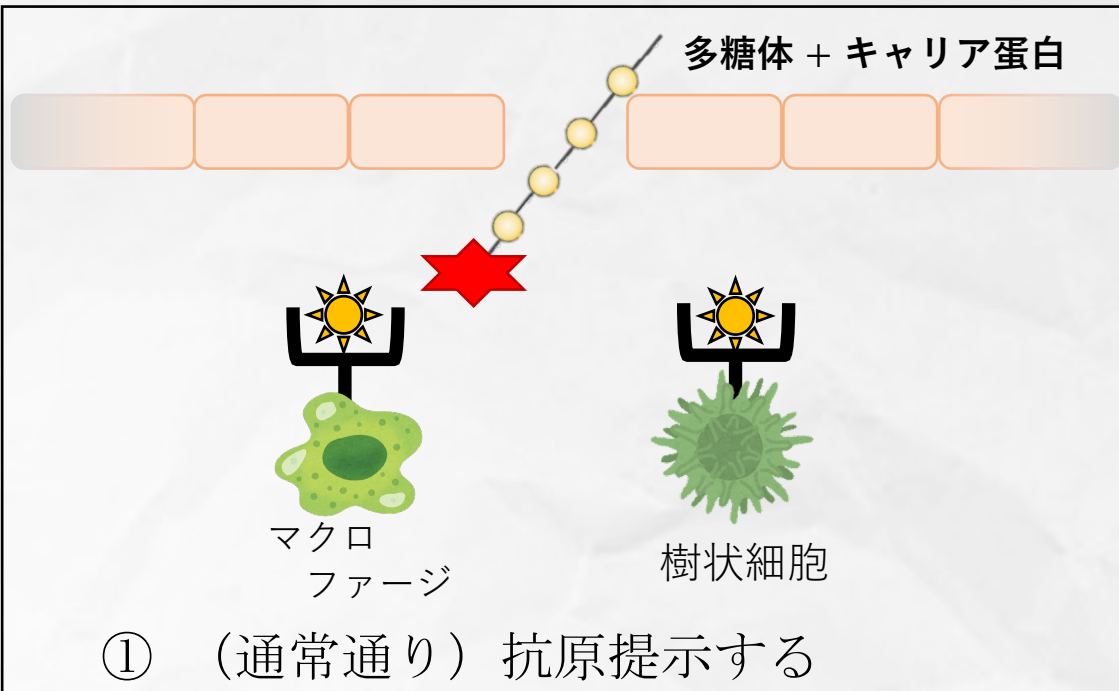


PPSV23 と PCV13

名称	構造	B細胞系の 活性化	T細胞系の 活性化	小児での 免疫反応	接種 回数
PPSV23 ニューモバックスNP®	多糖体 	○	× 特に2歳未満	弱い	5年毎 に複数回
PCV13 プレベナー13®	タンパク結合型 	○	○	十分	3+1回

PPSV23





さらに細かいことを言うと…

mRNAワクチン（新型コロナワクチン）は
いままでと全く異なるアプローチをしている！
＝ 抗原を投与するのではなく、作らせる…？



mRNA (メッセンジャー-RNA) とは・・・

DNA (遺伝情報) を
タンパク質合成の場へ伝えるRNA

リボソーム

mRNA

タンパク質

消滅

DNA
(遺伝情報)

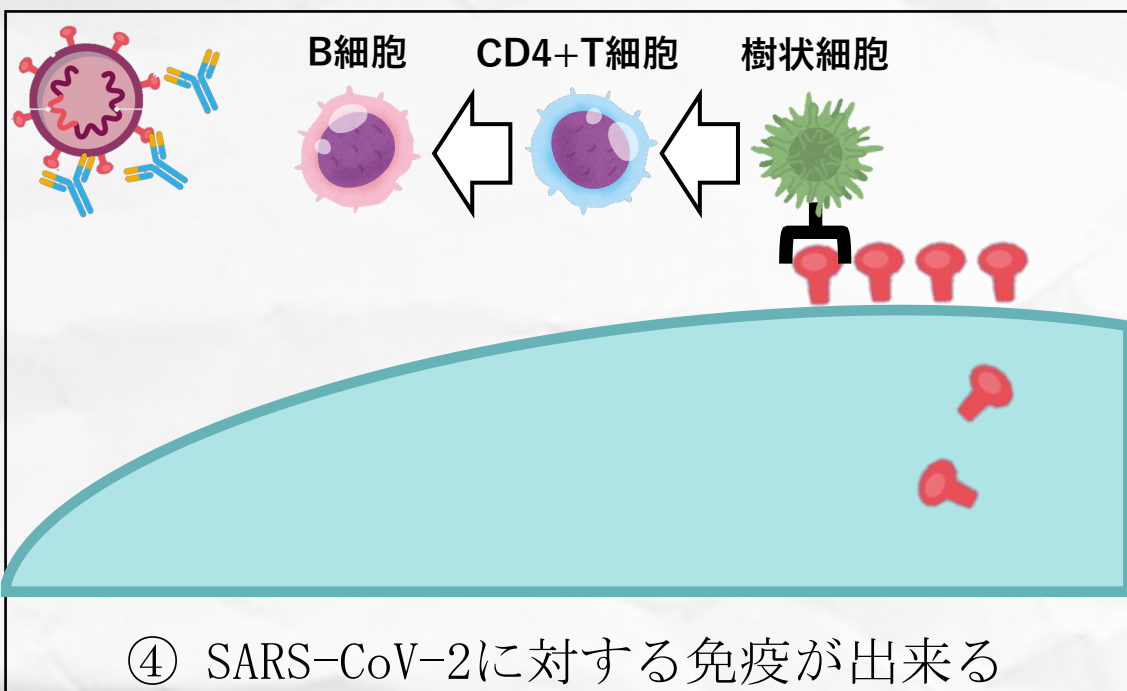
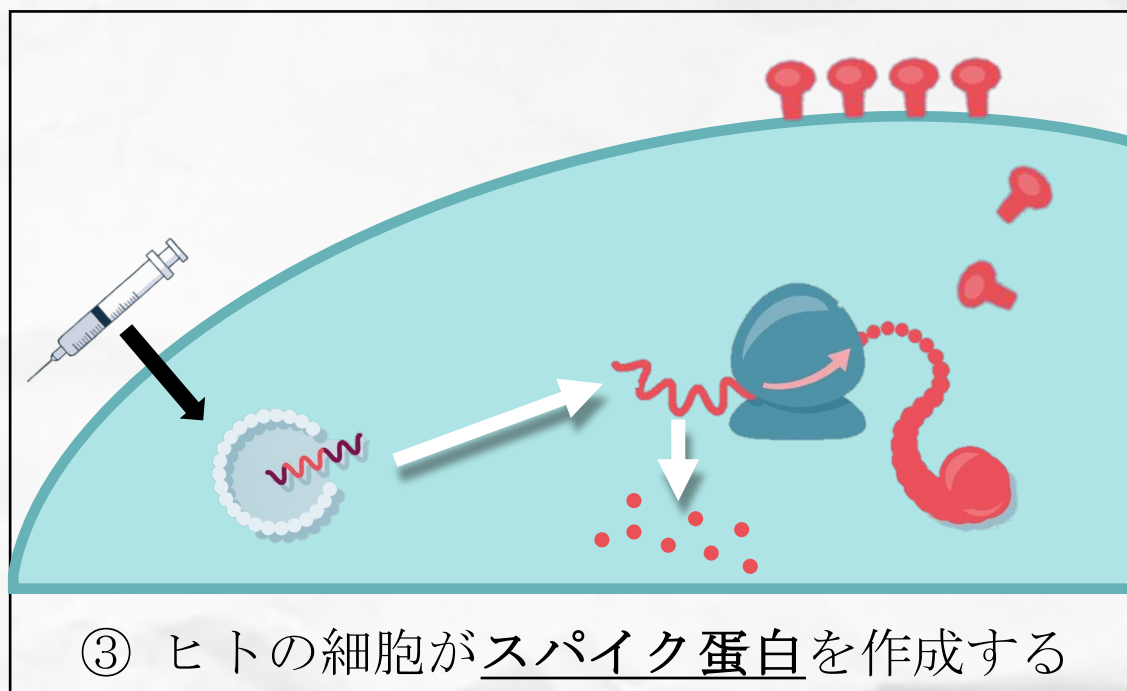
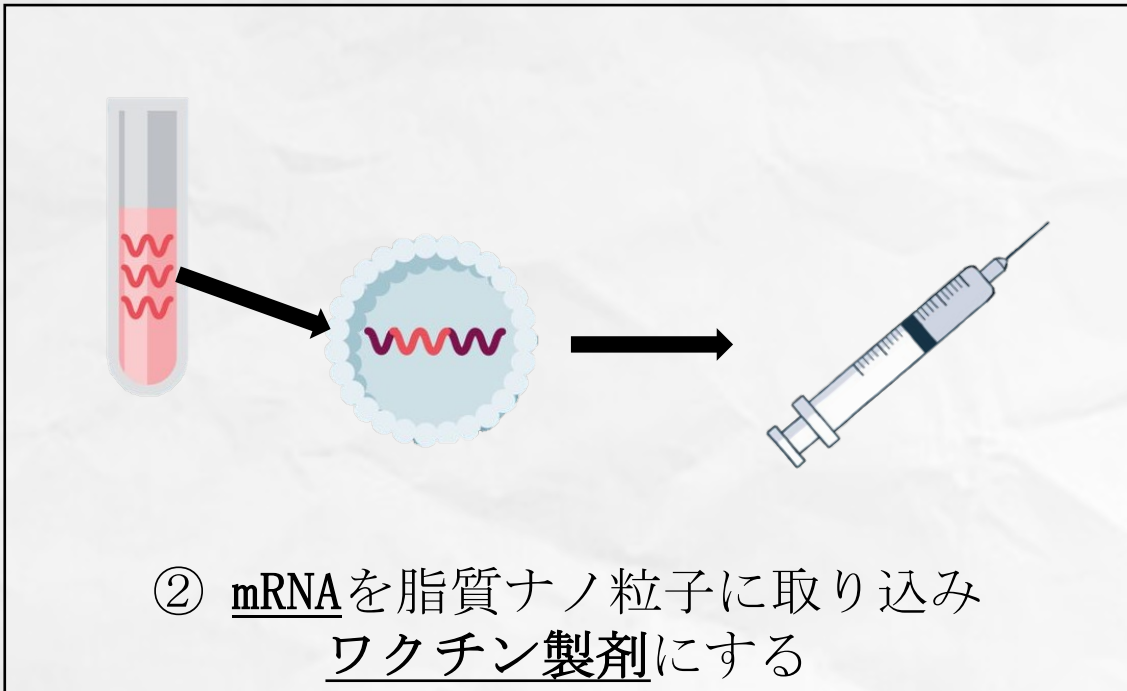
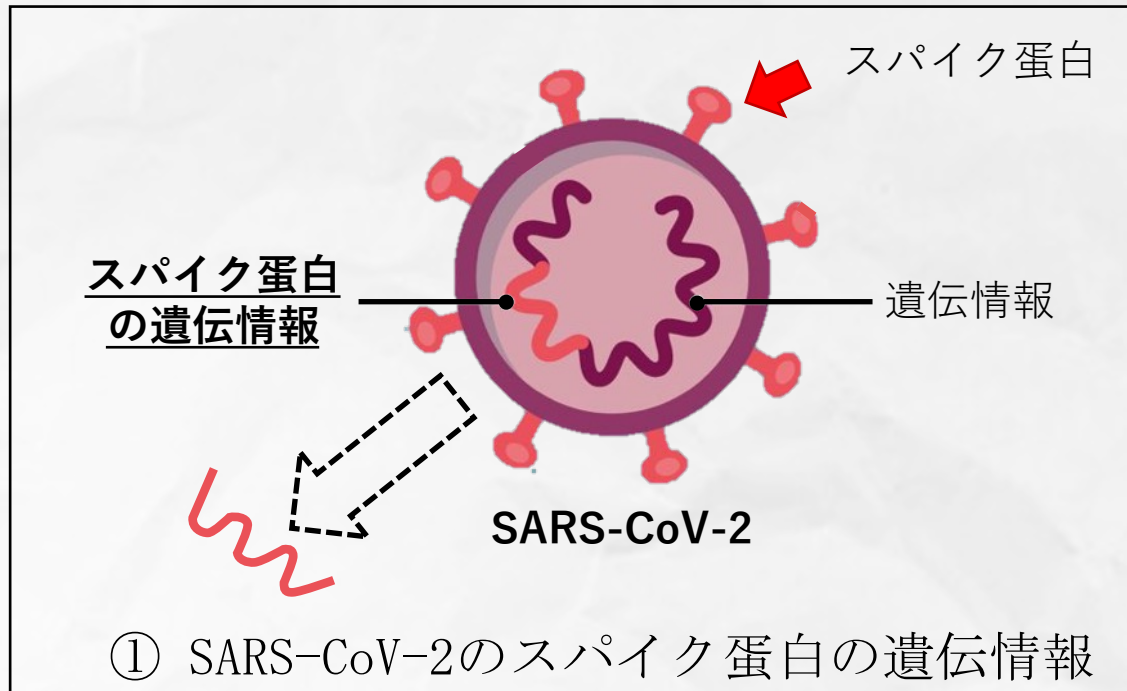
転写

mRNA

核

細胞内

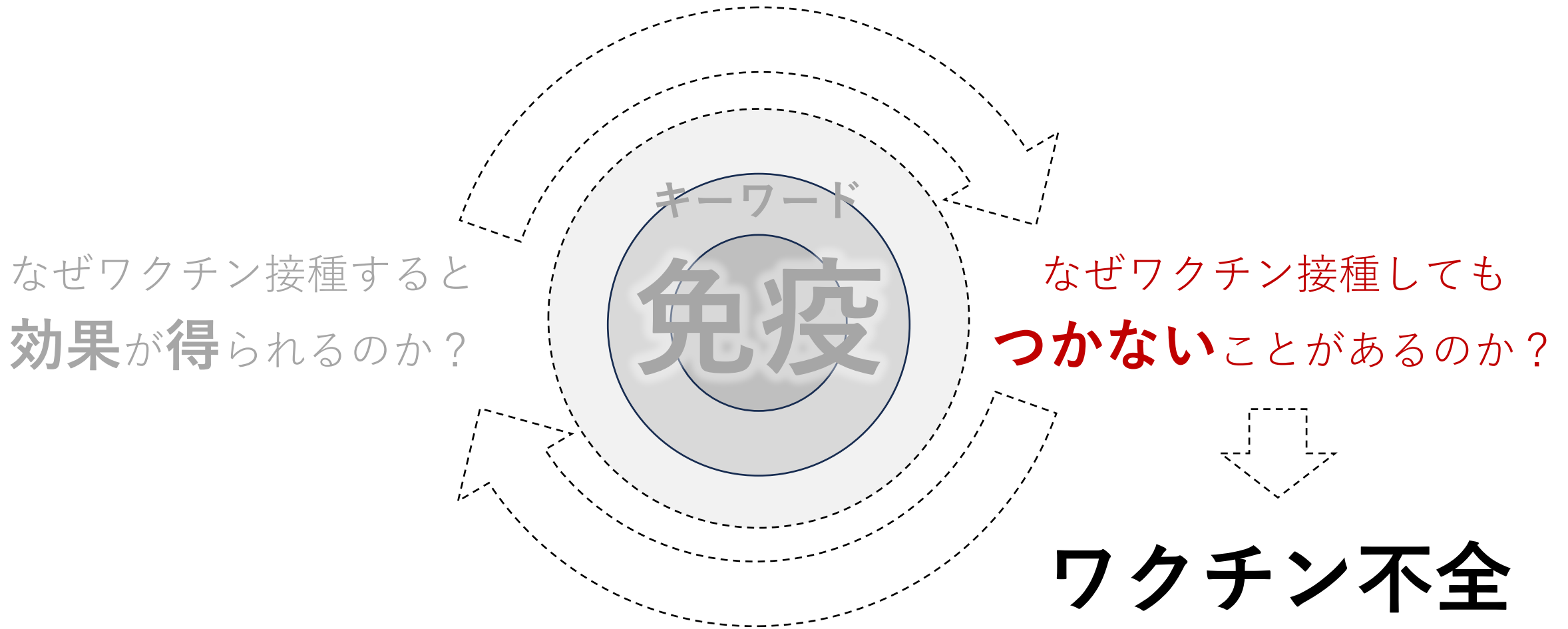
mRNA ワクチン



mRNAワクチン と 他のワクチン 比較

	mRNAワクチン	伝統的なワクチン
安全性	感染性なし (変異挿入の可能性なし)	(理論上) 感染性ありうる
有効性	高い	高い
製造	迅速な開発と製造が可能 汎用的 な製造プロセス	時間を要する 個別性 の製造プロセス

この講義の学習目標



ワクチン不全

一次ワクチン不全 (Primary vaccine failure)

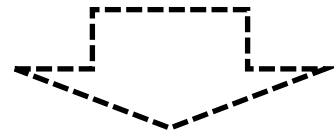
→ ワクチン接種後に有効な免疫誘導が得られない

二次ワクチン不全 (Secondly vaccine failure)

→ ワクチン接種後の免疫の減衰

一次ワクチン不全 (Primary vaccine failure)

→ ワクチン接種後に有効な免疫誘導が得られない



自然免疫 + 獲得免疫のプロセスが
何らかの要因でうまく機能しない

ワクチン・投与方法の問題

投与間違い (投与経路、投与量)

接種シリーズが未完了

不適切に保管されていた

使用期限切れ

宿主の問題

免疫不全

年齢

基礎疾患

栄養状態

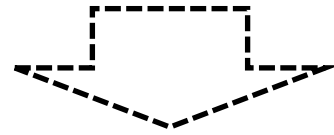
他の感染症による干渉

免疫学的干渉 (移行抗体、免疫グロブリン)

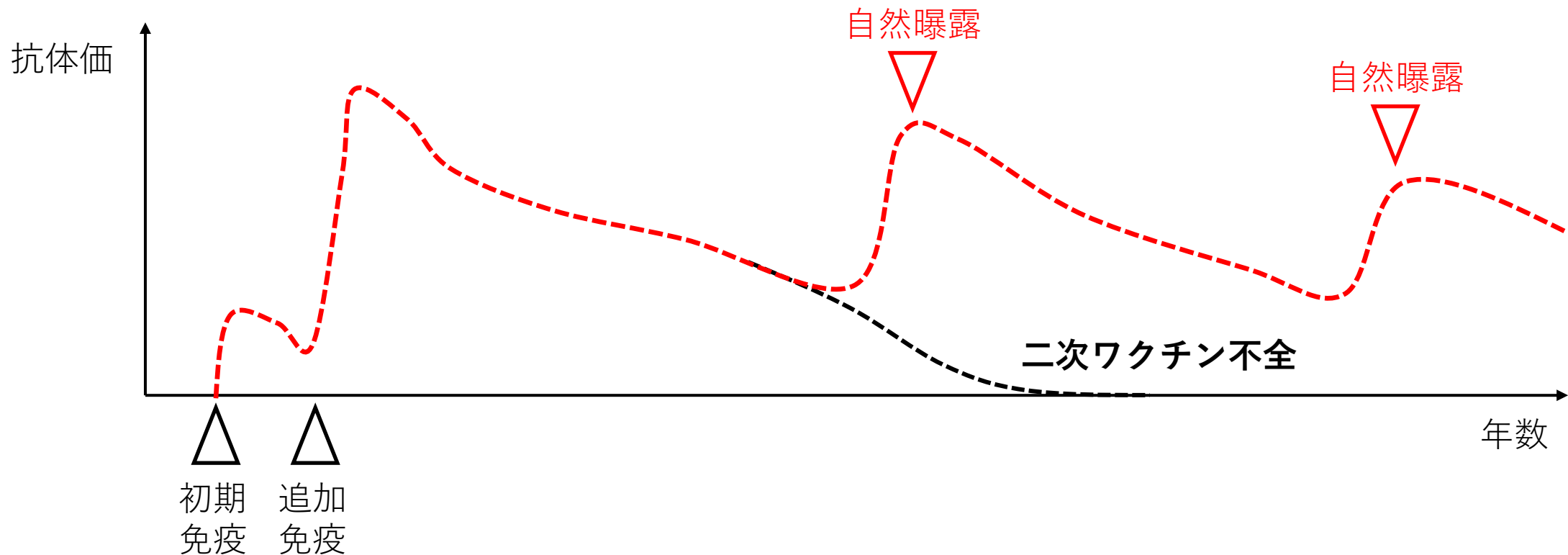
潜伏期間中に接種した など

二次ワクチン不全 (Secondly vaccine failure)

→ ワクチン接種後の免疫の減衰



基本的にはどのワクチンであっても起こりうる事象



決められた回数を接種した後も
繰り返し接種が推奨されている **ワクチン**

病原体名	推奨されている方法
破傷風	創部のリスクに合わせて5～10年毎
百日咳	3種混合ワクチンとして⑤回目; 5～7歳未満、⑥回目; 11-12歳
B型肝炎	HBs抗原陽性者からの針刺し事故で、曝露者のHBs抗体価が低い場合
日本脳炎	流行地域に渡航する際に5～10年毎
ポリオ	不活化ポリオワクチンで⑤回目; 5～7歳未満、流行地渡航前に10年毎
狂犬病	リスクのある地域に渡航する前、前回の接種回数によって2～5年毎
A型肝炎	リスクのある地域に渡航する前、前回の接種回数によって5年毎
おたふく (米国†)	学童期にMMRワクチンとして3回目の接種

この講義の学習目標

なぜワクチン接種すると
効果が**得**られるのか？

- 自然免疫・獲得免疫の流れ
- 生ワクチンと不活化ワクチンの免疫誘導の違い
- PPSV23とPCV13の免疫誘導
- mRNAワクチンの免疫誘導

なぜワクチン接種しても
つかないことがあるのか？

- 一次ワクチン不全
- 二次ワクチン不全
- 状況別に繰り返し接種が必要なワクチンについて