



# 三大栄養素の代謝

日本大学短期大学部 食物栄養学科

篠原 啓子



# contents



## CHAPTER 1

三大栄養素の特徴

## CHAPTER 3

三大栄養素の代謝の前に抑えておくポイント

## CHAPTER 2

三大栄養素の代謝  
(概要)

## CHAPTER 4

解糖系とTCA回路

## CHAPTER 1

# 三大栄養素の特徴

- You are What you eat.
- 栄養学の視点から食べ物や人体の構成をみると
- 三大栄養素の特徴



私たちの体は食べ物からできている

You are What you eat.



【食事の組成】



【からだの組成】

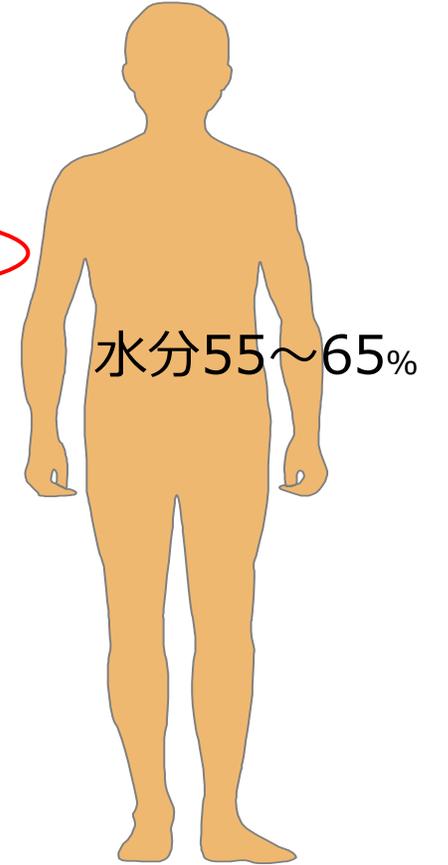
タンパク質 14~19%

糖 質 1%以下

脂 肪 10~25%

ミネラル 5~6%

ビタミン 0.002%

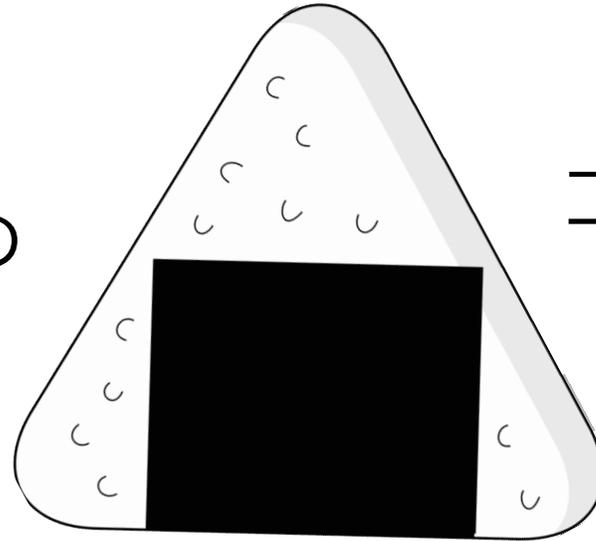


栄養素は共通言語. けれど構成割合は違う

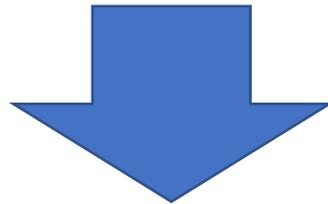


# What is this ?

栄養学を  
知らない人の  
視点



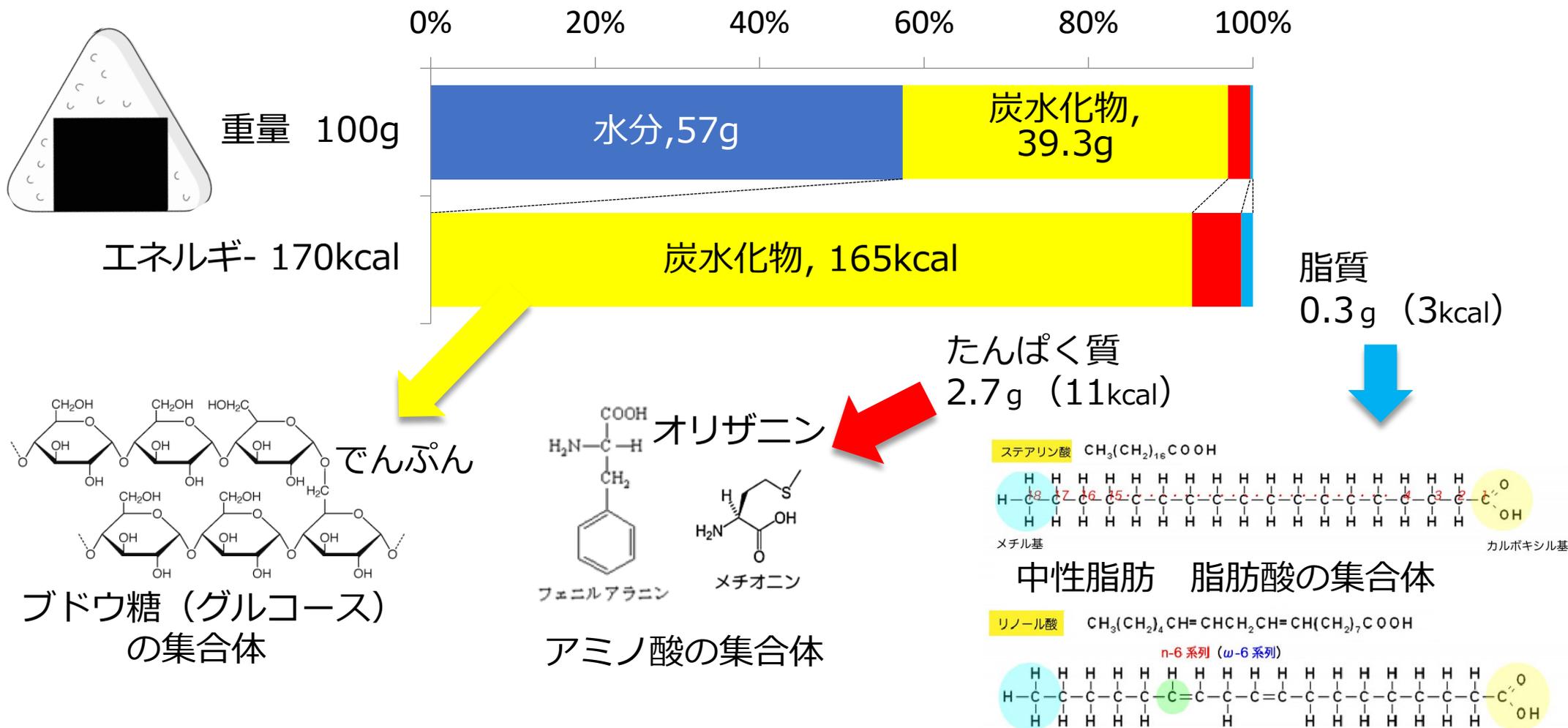
コンビニおにぎり  
100 g



栄養学がわかると・・・  
実はこういうものでできています

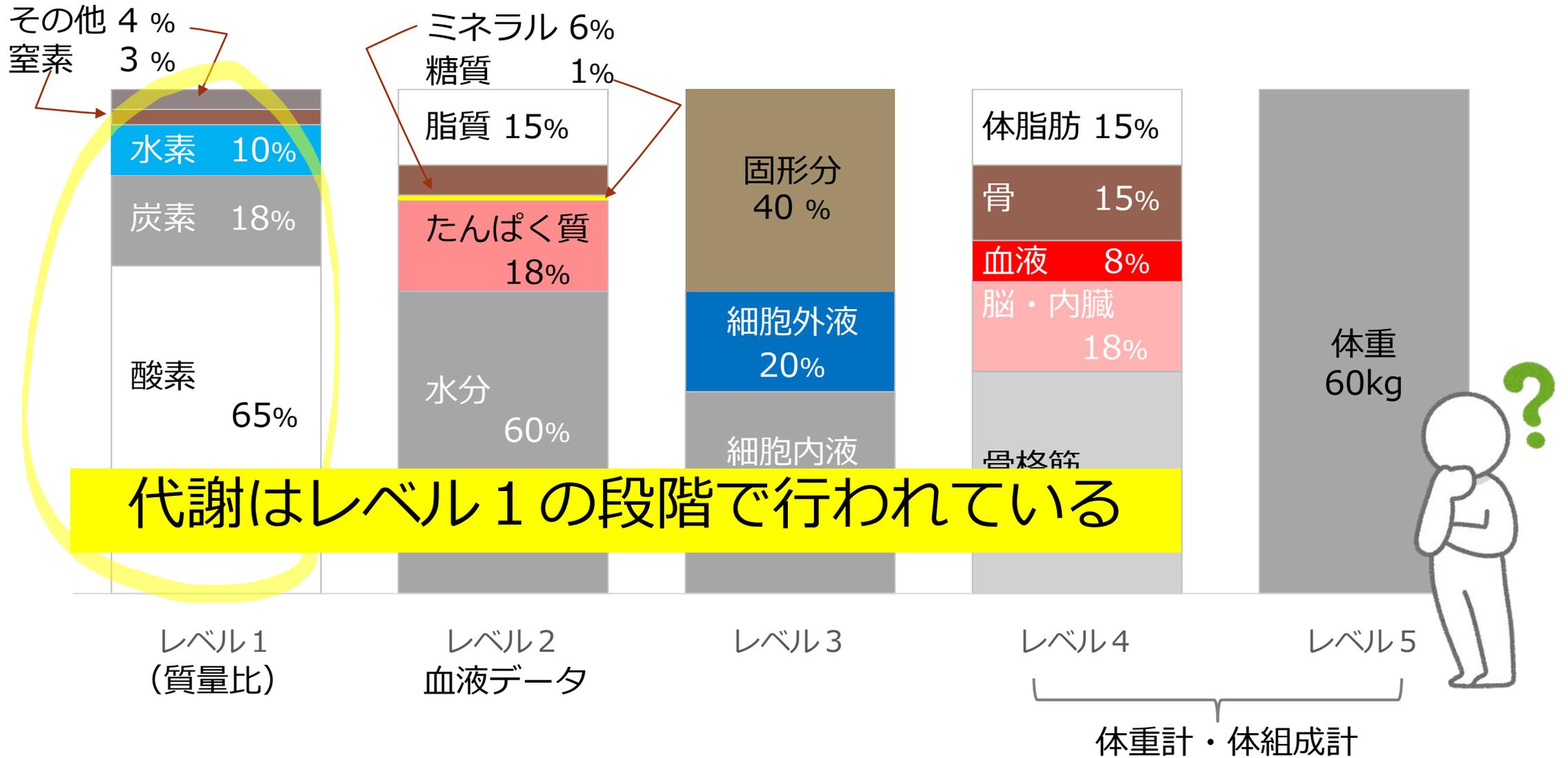


# 栄養学の視点で見ると

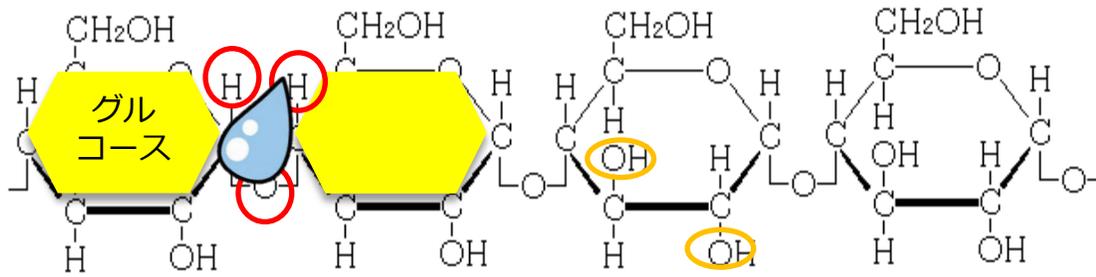


# ヒトの体組成を観察する5つの視点

(60kg 体脂肪率15%とした場合)

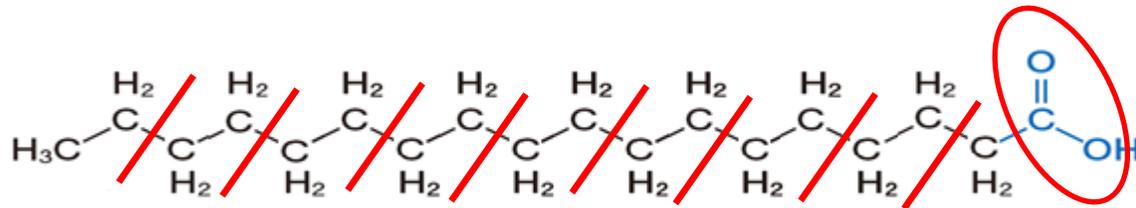


# 三大栄養素を構成する元素の構造



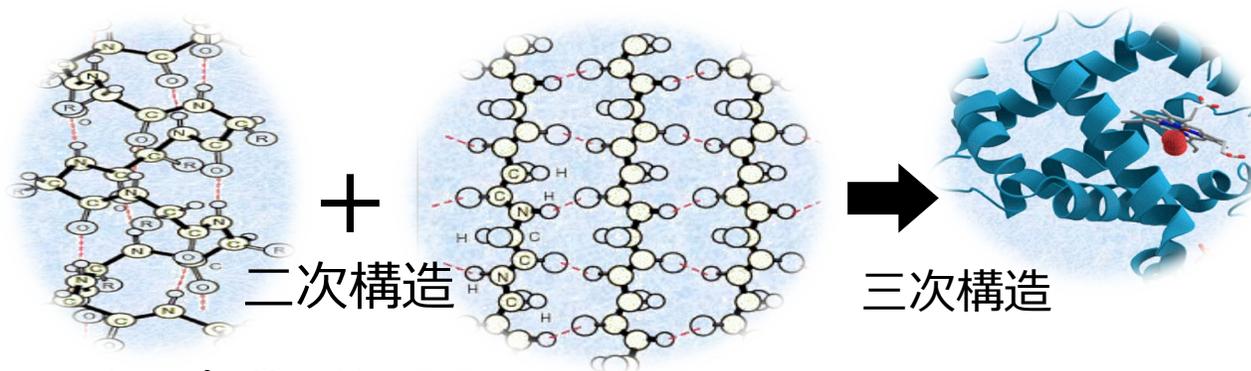
でんぷん (グルコースの重合体)

- ・グルコースは構造上-OH (水酸基) が多く水になじみやすい。➡代謝されやすい
- ・水が多いため、グリコーゲンとしての貯蔵には限界がある。 ➡筋肉に水が多い理由。  
減量の初期は水が抜けただけ！



ステアリン酸

- ・“C”と“H”ががっちり結合している  
➡脂肪は簡単に水に溶けにくい



たんぱく質 構造模型例

- ・非常に複雑な構造  
➡このため、DNAにはタンパク質の設計図しか組み込まれていない

# 三大栄養素を構成する元素の組成 1

熱量素

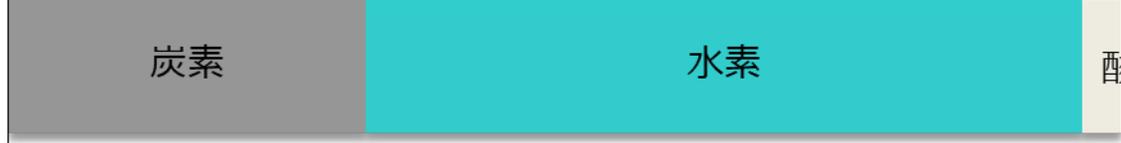
炭水化物  
1g = 4 kcal  
グリコーゲン  
(肝臓・筋肉)

ブドウ糖 (分子量180) × 3分子



脂肪  
1g = 9 kcal  
中性脂肪

ステアリン酸 (分子量284) × 1分子



たんぱく質  
1g = 4 kcal  
筋肉

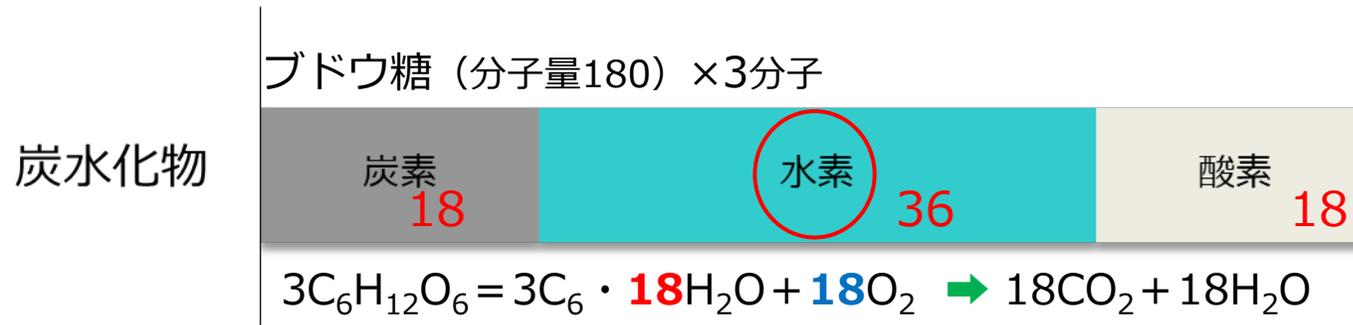


分子量が非常に大きく、複雑なので組成式で表せない。  
Nを含むので体内で完全燃焼できない (直接エネルギー源にはならない)

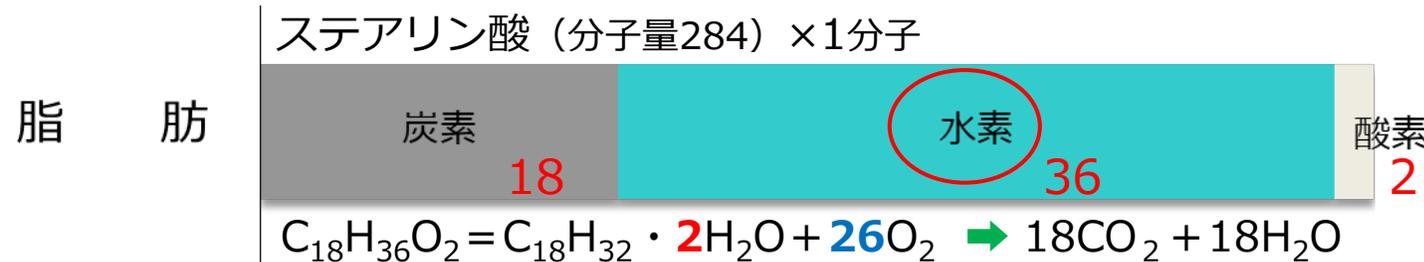


# 三大栄養素を構成する元素の組成 2

炭水化物と脂肪は、同じ構成素でできている。



炭素と酸素の割合が同じ  
→ 燃焼しやすく、  
すぐエネルギーになる



水素分子が多いので  
エネルギーがたくさん作れる  
→ 余剰エネルギーは中性脂肪へ

**脂肪が燃焼するには酸素がたくさん必要！ → ダイエットには運動が不可欠**

- ・ グルコースの分子量は1モルで180 g に対し、燃料に相当する水素の割合は  $12/180 \times 100 = 6.7\%$  に対し、ステアリン酸  $36/284 = 12.7\%$  で2倍
- ・ 同じエネルギー量を得るには、 $284 \div (3 \text{分子} \times 180) = 0.53 \text{倍}$  1/2 と軽い
- ・ ステアリン酸 1 に対し、燃焼により9倍の水が得られる



# Chapter 1のまとめ

- 炭水化物と脂肪は同じ構成素でできている
- 糖質は単純な構造であるグルコースが1個1個はずれることで、最も迅速にエネルギーに変わることができる栄養素
- 水分が多いという性質上、グリコーゲンの貯蔵には限界がある
- 動物は炭水化物を脂肪に変えることで、効率的にエネルギーを蓄えることができる
- 脂肪酸を $\beta$ 酸化するには酸素が必要
- たんぱく質は直接的なエネルギーにはならない

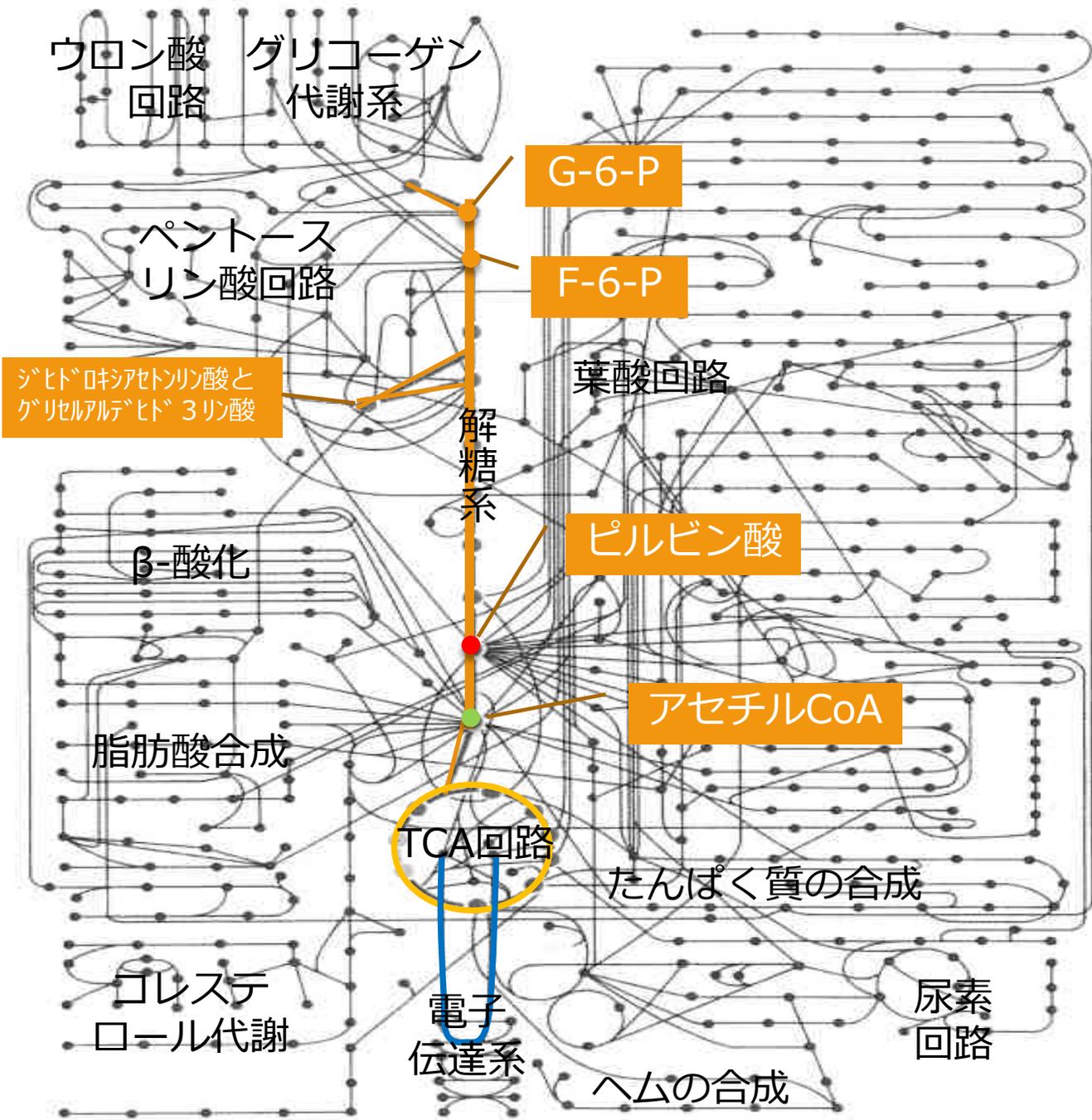




## CHAPTER 2

# 三大栄養素の代謝(概要)

- 代謝マップ
- ATPのおさらい
- 栄養素の代謝をお金にたとえてみると



典型的な動物細胞における代謝経路

「ブラウン生化学」化学同人 P9 図1.7 2019

※ 図内の代謝系は推測です



グルコース

解糖系

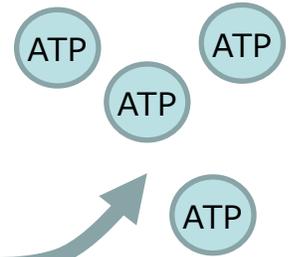
ピルビン酸

TCA回路  
(クエン酸回路)

電子伝達系

エネルギー源

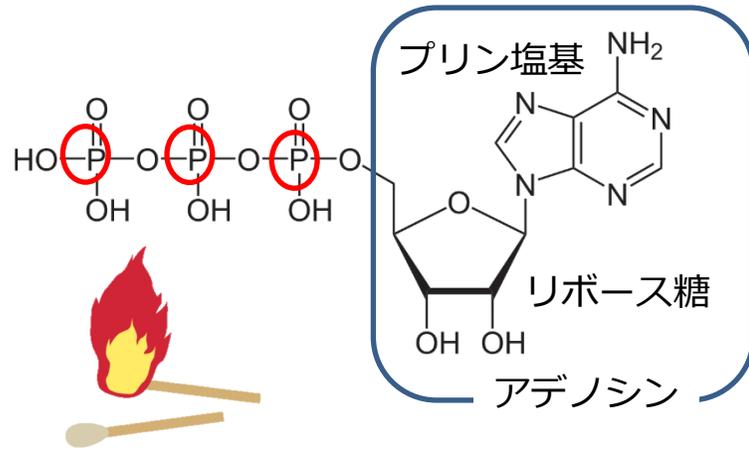
- ・糖質を体内で利用しやすい形（ピルビン酸）に分解して、エネルギーを得る過程
- ・脂質合成に必要なNADPHや核酸合成に必要な5炭糖の生成にも関係する側鎖を有す
- ・電子伝達系を動かすためのHイオン（プロトン）を還元力（NADH・FADH<sub>2</sub>）によって取り出す。
- ・アミノ酸代謝、尿素回路、糖新生、脂質代謝など、他の経路を仲立ちする三大栄養素の代謝の分岐点
- ・解糖系やTCA回路で生じた水素を酸素と化合させてたくさんのATPを産生する



# 三大栄養素がつくりだすエネルギーの正体は？

アデノシン 3リン酸

Adenosine Tri-Phosphate

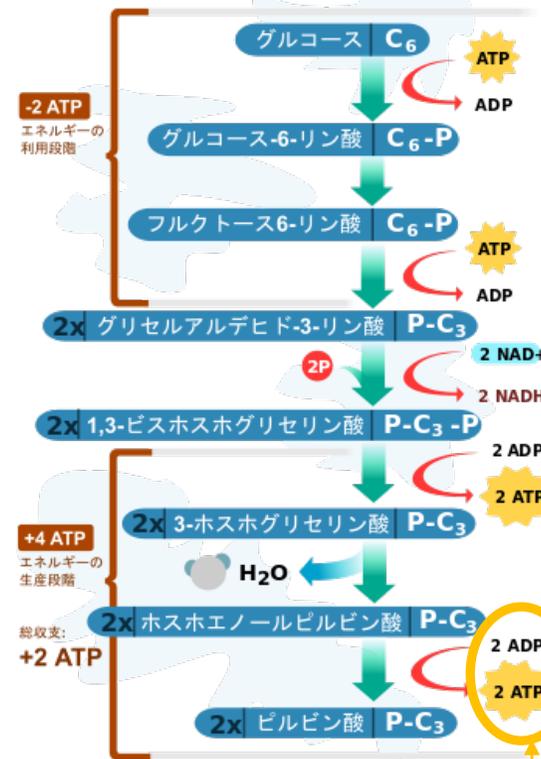


生物が生きていくために必要なエネルギーは、ATPの化学エネルギーに変換されてから、いろいろな生命活動のエネルギーとして利用される。

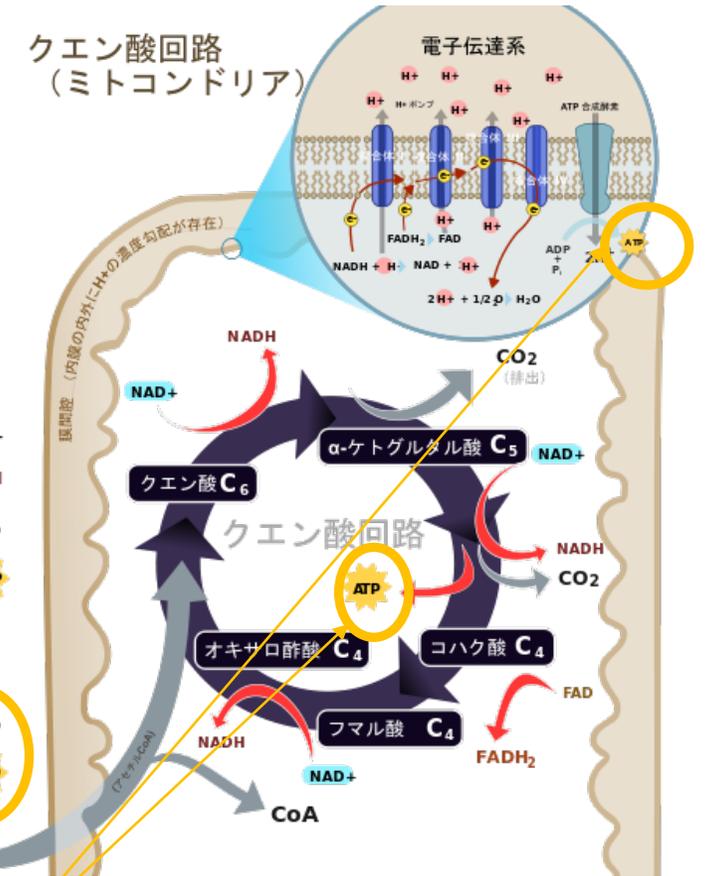
ATPの働き

- 筋収縮、体温維持 神経活動
- 核酸 (DNA、RNA)、タンパク質、脂質の合成
- 細胞内のイオンバランスを維持するポンプ機能 (能動輸送、膜消化)

解糖系 (細胞質基質)



クエン酸回路 (ミトコンドリア)



図：好気呼吸の概略図 wikipedia

ATPを使って物質のやり取りをしているゆえにATPは「**生体のエネルギー通貨**」とも言われる。

# ATP1gの通貨価値は？



1日に2,000Kcalの場合  
14万2,857枚必要

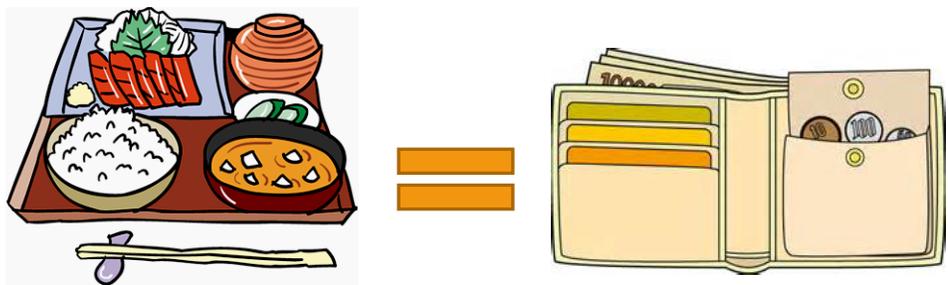
ATP 1 g を燃やしてできるエネルギーは0.014kcalと小さい。

ゆえにATPの形でからだに貯蔵しておくことはできない。

そのためグリコーゲンや脂肪として効率よく蓄えるシステムになっている。



# 栄養素の代謝をお金にたとえてみると



炭水化物 (糖質)

グルコース      グリコーゲン

脂質

脂肪酸

タンパク質

骨格筋

ATP

普通預金通帳

BANK

体脂肪 (中性脂肪)

エネルギー

38ATP

電子伝達系

ミトコンドリア

TCA回路

クエン酸

アセチルCoA

オキサロ酢酸

α-ケト酸

アミノ酸

乳酸

グルコース6-リン酸

グリセロール

脂肪酸合成

β-酸化

BA

尿素

NH<sub>3</sub>

グリコーゲン

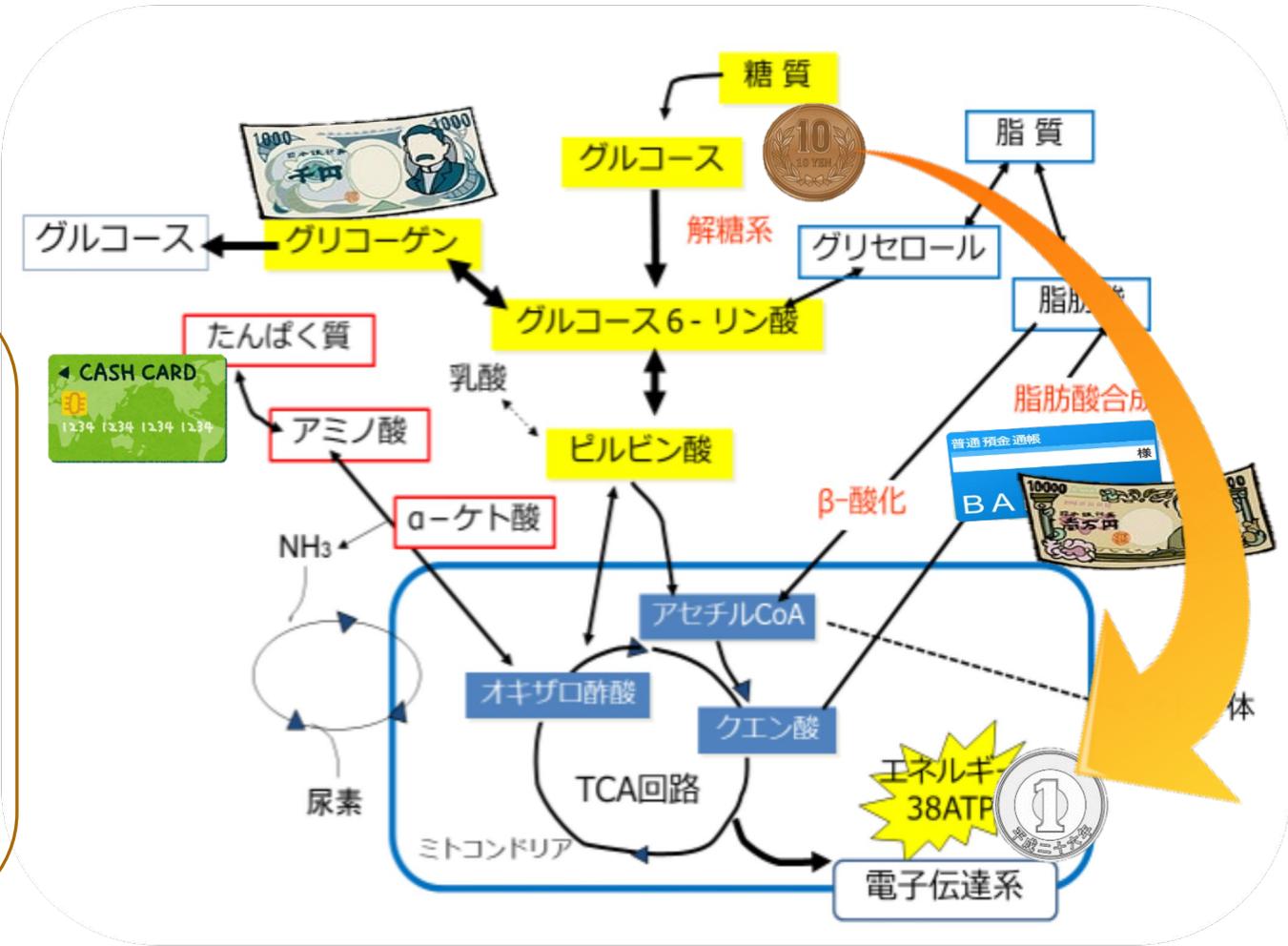
グルコース

糖質

脂質

脂肪酸

体





# 体にある3つの貯蔵エネルギー

私たちの体は食べ物からできている  
You are What you eat.

【からだの組成】

- タンパク質 14~19 %
- 糖 質 1 % 以下
- 脂 肪 10~25 %
- ミネラル 5~6 %
- ビタミン 0.002%

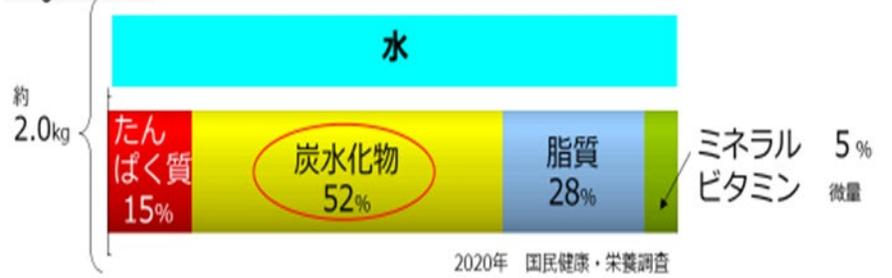
**骨格筋  
(28 kg)**  
実質量7kgとして  
28,000 kcal

糖質 (肝・筋肉グリコーゲン)  
(345g) 1,380 kcal  
約15時間

**体脂肪 (10.5 kg)**  
75,600 kcal  
約34日



【食事の組成】



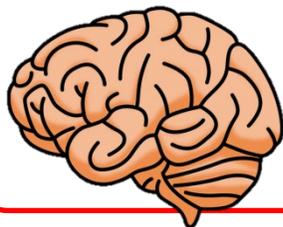
栄養素は共通言語. けれど構成割合は違う

体重70kgの男性 (体脂肪率15%)  
2,200Kcal/日として計算

# 組織の主なエネルギー源



重量は体重の2%だが、エネルギー消費は20%



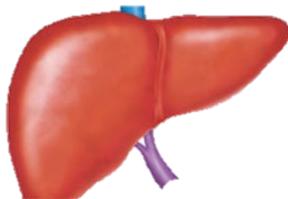
**グルコース**  
(絶食時はケトン体が代替エネルギー源になる)

臓器によって使いやすい栄養素が決まっている

▶ 共通して使えるのが

**グルコース**

(特に脳、赤血球はグルコースに依存)



**グリコーゲン (グルコース)**、アミノ酸  
脂肪酸 (ケトン体は使えない)

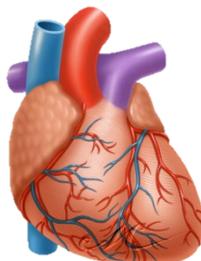


**グリコーゲン (グルコース)**  
脂肪酸、アミノ酸 (BCAAなど)

最大の糖の  
取り込み組織

ゆえに、炭水化物は  
食事摂取基準でも  
必要量が多い!!

**遊離脂肪酸、  
(グルコース)**



脂肪  
組織

脂肪酸、  
アミノ酸  
**グルコース**

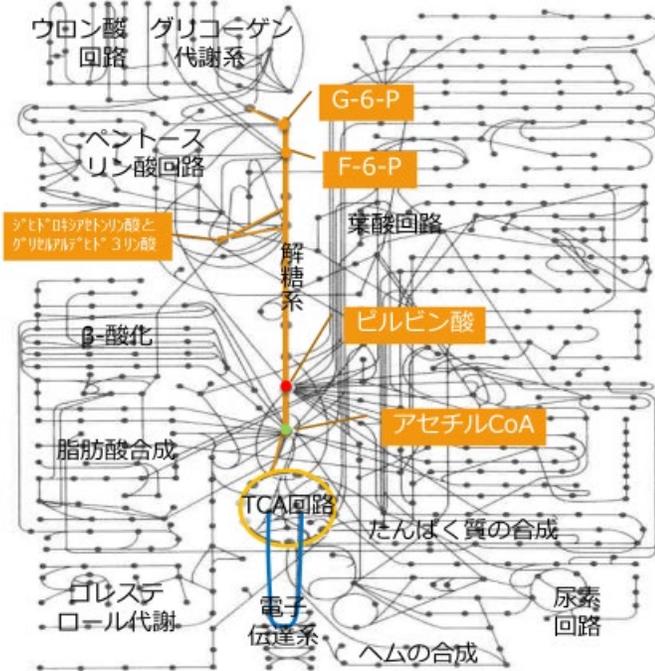
赤血球



**グルコース**

最も多い細胞  
解糖系まで  
しかない

# Chapter 2 のまとめ



- 三大栄養素の代謝 = ATPをつくること  
(エネルギーの素)
- 三大栄養素の特徴により燃え方やその速さ (両替の過程 = 消化吸収) に違いがある。また、効率の良い貯蔵 (貯金) のしかたがある。
- 炭水化物 (糖) は最も効率よくエネルギーに使える



## CHAPTER 3

# 三大栄養素の代謝の前に抑えておくポイント

- 血糖値を維持するシステム
- インスリンとグルカゴンの関係
- 同化と異化のおさらい

生命維持にとって  
異化反応は大事です



# 脳はエネルギーを 貯蔵するシステムを持たない

脳の働きを維持するために  
最低必要な糖質量 120g/日

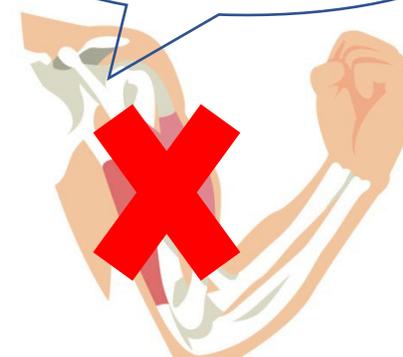


脳への  
エネルギー供給

血液中のグルコースは  
 $5g \div 120g \times 1440分$   
= 約1時間分しかない

血糖 (100mg/dl)  
として約 5g

筋肉収縮の  
エネルギー源



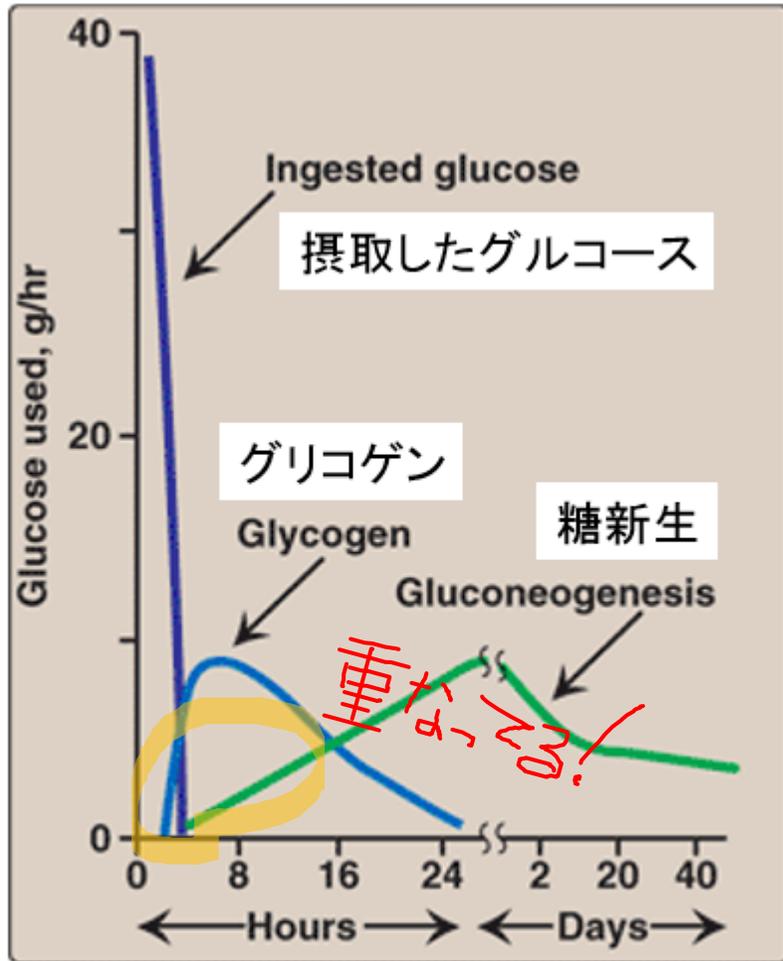
筋肉のグリコーゲン  
280g

血糖値の維持

肝臓のグリコーゲン  
50~60g

糖新生：糖以外のもの（ピルビン酸、アミノ酸（アラニン、アスパラギン酸）、乳酸、グリセロール）から  
グルコースをつくること

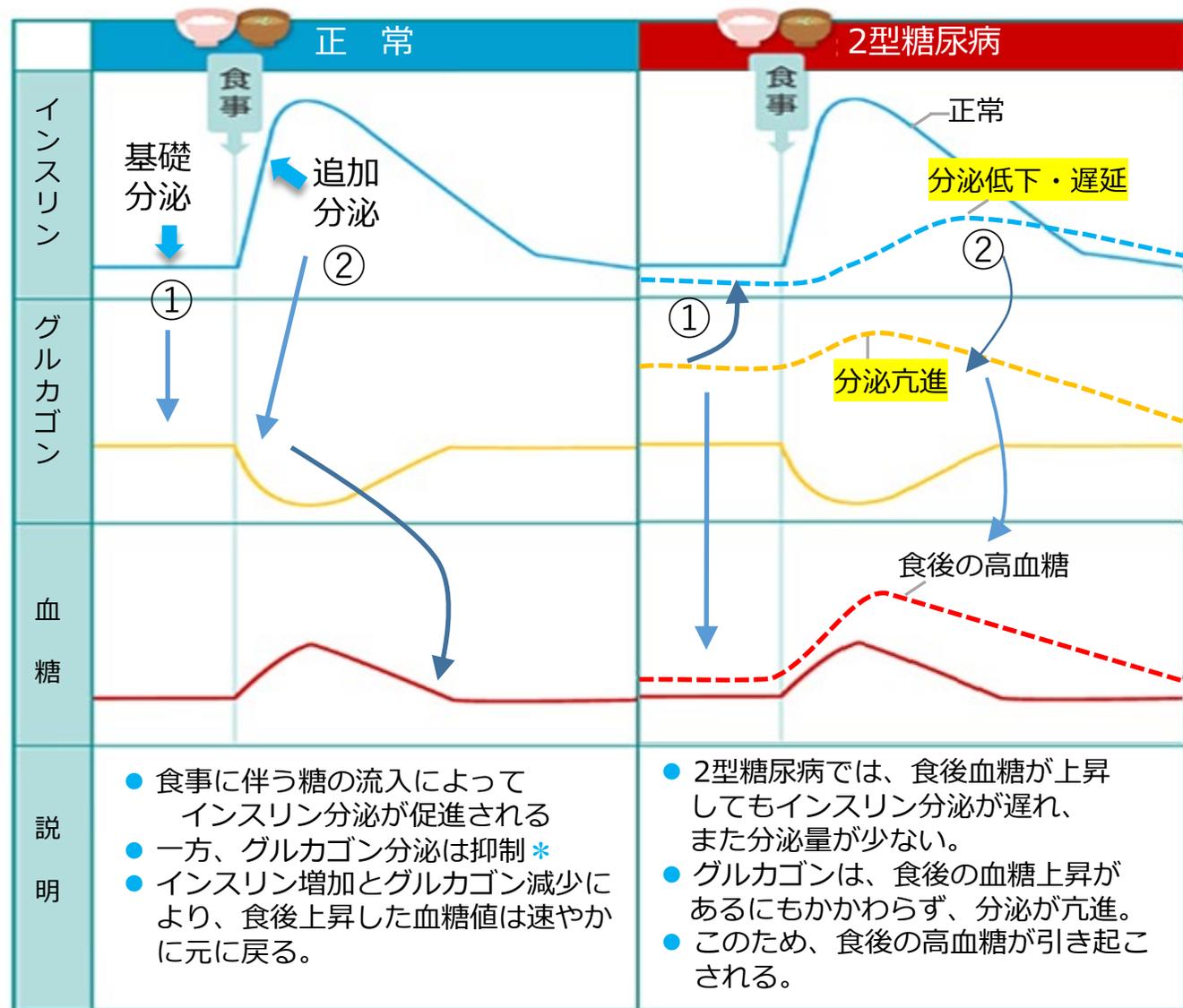
100gのグルコースを摂取した後、  
血糖がどこから来たかを調べた結果



- 摂取したグルコースは肝臓と筋肉に速やかに取り込まれている  
健康な人の比率は70%と30%
- 肝の糖産生（グリコーゲンの放出と糖新生）は食後3時間から始まっている
- 糖尿病ではグリコーゲンの貯蔵が少ないため糖新生の割合が高くなる  
（特に、早朝空腹時の血糖値が高めは注意）



## インスリンとグルカゴンの分泌パターンの図



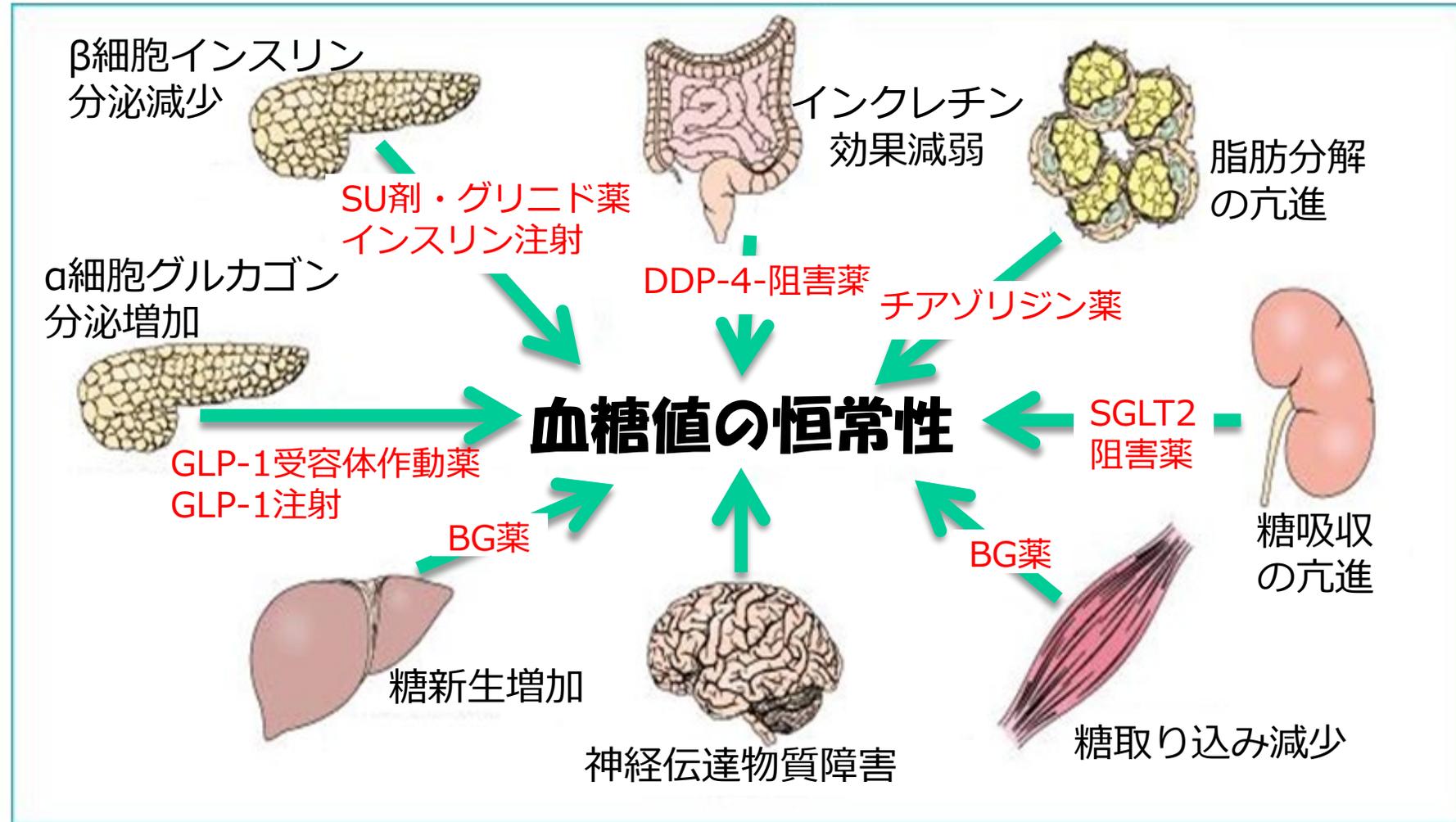
\* 健常者では食後のグルカゴン分泌は食事の組成によって反応性に差があるが抑制される傾向にある。

血糖値を一定内に保つメカニズム

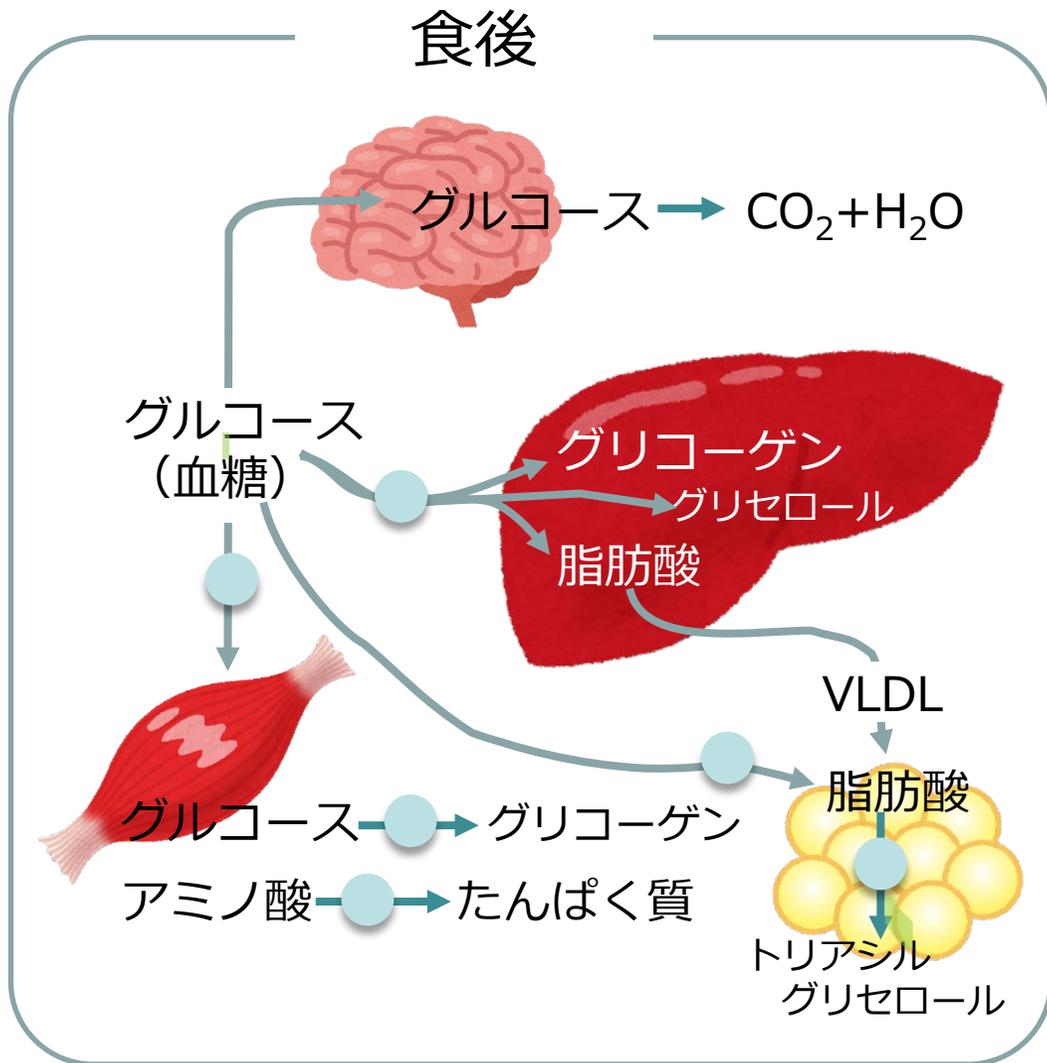




# 血糖値を維持するシステム



インスリン分泌と血糖値という「結果」から食事指導を考えることには限界がある

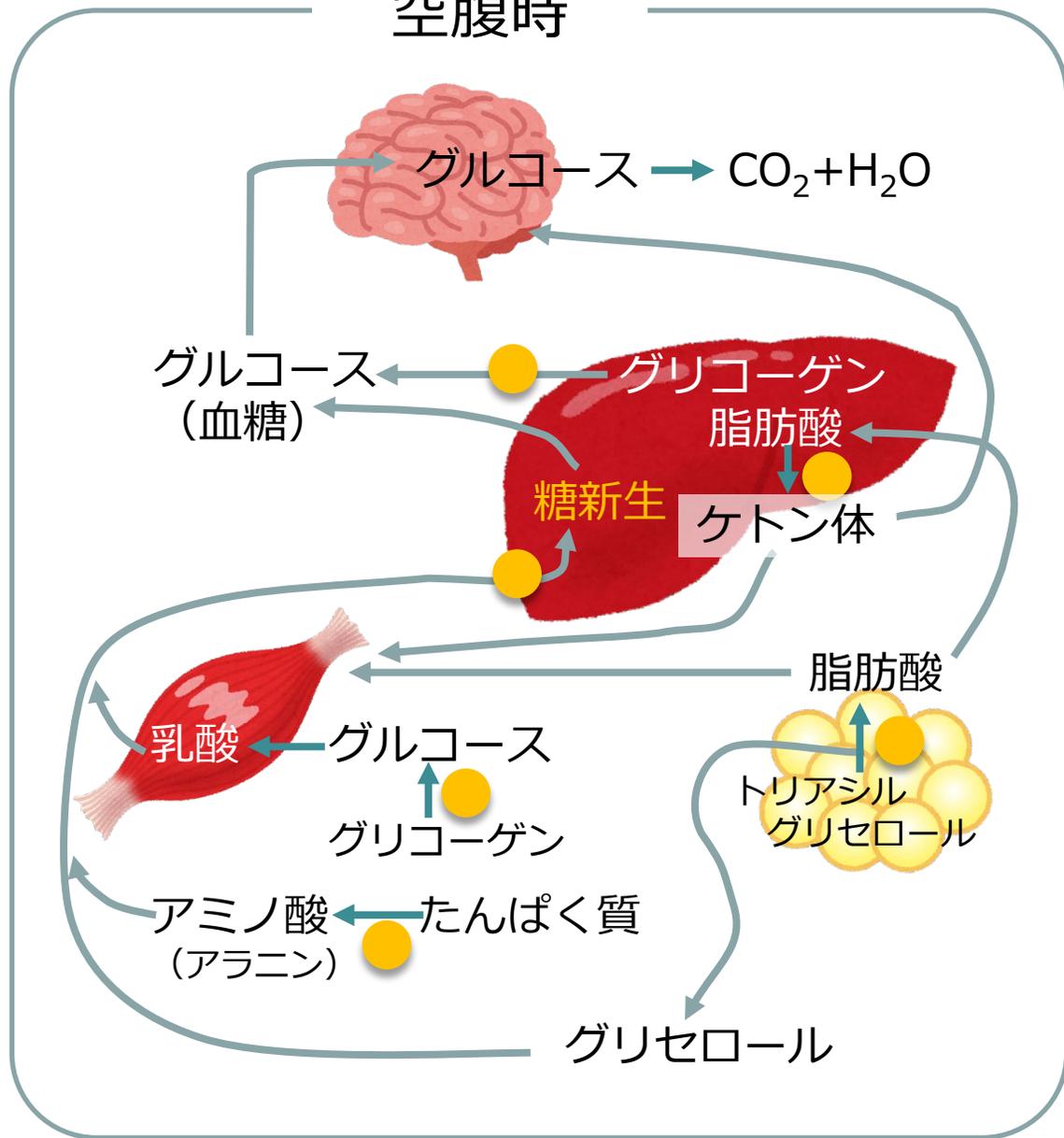


● インスリン刺激によって促進

- (1) 約40%は、そのまま肝臓から放出されて脳や筋肉に供給される。このとき血糖値が上昇し、膵臓からのインスリン分泌が促進される。
- (2) 肝臓のエネルギー源として利用されるとともに、食間期の血糖値を維持するためにエネルギー源としてグリコーゲンに変換されて貯蔵される。
- (3) 核酸 (DNAの構成成分) の構成材料であるリボースなどに変換される。(ペントースリン酸回路)

- 食後に各臓器に運ばれエネルギー源として利用されなかったグルコースは、グリコーゲンに合成されて貯蔵される。
- 肝臓では余剰のグルコースから脂肪酸とともに中性脂肪の合成に必要なグリセロールもグルコースから合成され、肝臓で合成された中性脂肪 (VLDL) として血液中に放出される
- インスリンは、脂肪組織のリポたんぱく質リパーゼを活性化させ、血中のキロミクロンやVLDLの中性脂肪が分解されて脂肪組織に取り込まれ蓄積する。

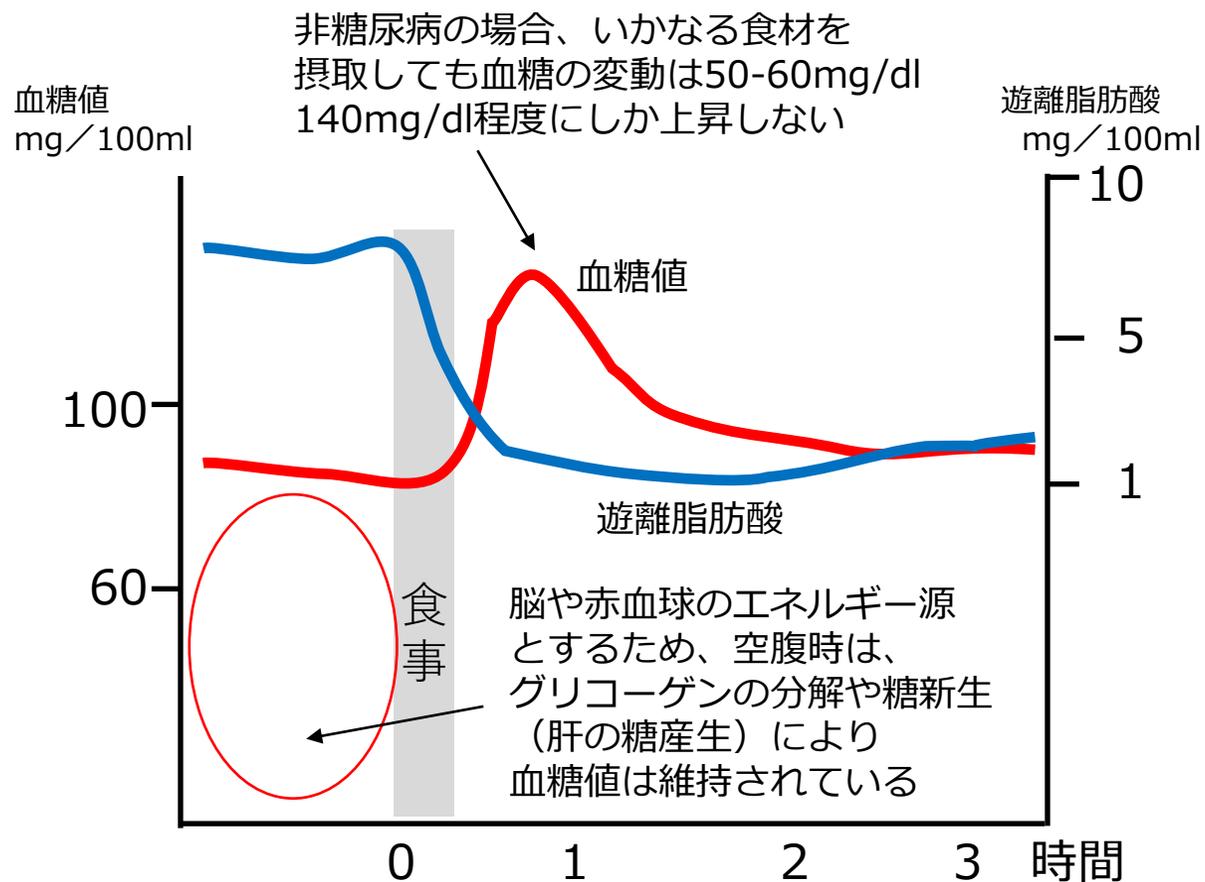
# 空腹時



● グルカゴンの刺激によって促進

- グルカゴンは、脂肪組織のホルモン感受性リパーゼを活性化し、脂肪組織から脂肪酸が血中へ放出され、エネルギー源として肝臓や筋肉などへ供給される。脂肪酸の分解で生じたグリセロールは糖新生の材料になる。
- グルカゴンは肝臓でのグリコーゲン分解と糖新生を促進し、グルコースを血中に動員して血糖値の低下を防ぐ。
- 肝臓では脂肪酸が分解される過程で生ずるアセチルCoAの余剰分がケトン体になる。
- 運動時にはアドレナリンが筋肉グリコーゲンの分解を刺激し、筋肉内でのエネルギー源となる。筋肉たんぱく質の分解で生じたアラニン、無酸素下で生じた乳酸は糖新生の材料になる。
- 絶食時間が長くなるとグルココルチコイドがホルモン感受性リパーゼを活性化し、血中に放出された脂肪酸がエネルギー源として利用される。

# Chapter 3のまとめ



- 基礎代謝を維持するエネルギーは、糖と脂肪の燃焼によって調節されている。
- 空腹時血糖は70~100mg/dlになるようインスリンとグルカゴンによって調節されている
- 通常、一晩絶食時の肝糖産生は約70% がグリコーゲンの分解に、残りの30%が糖新生に依存するとされる
- 血糖値や中性脂肪の値は、内因性と外因性が入り混じっている

## CHAPTER 3

# 三大栄養素の代謝の前に抑えておくポイント

- 血糖値を維持するシステム
- インスリンとグルカゴンの関係
- 同化と異化のおさらい

生命維持にとって  
異化反応は大事です



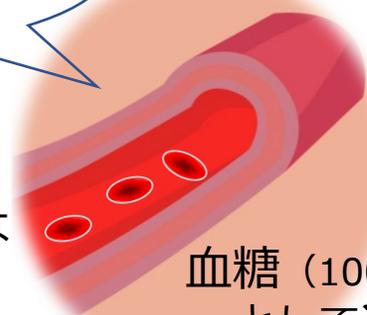
# 脳はエネルギーを 貯蔵するシステムを持たない

脳の働きを維持するために  
最低必要な糖質量 120g/日



脳への  
エネルギー供給

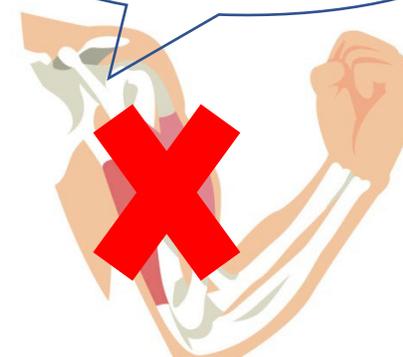
血液中のグルコースは  
 $5g \div 120g \times 1440分$   
= 約1時間分しかない



血糖 (100mg/dl)  
として約 5g

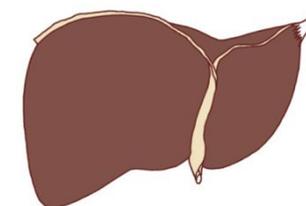


筋肉収縮の  
エネルギー源



筋肉のグリコーゲン  
280g

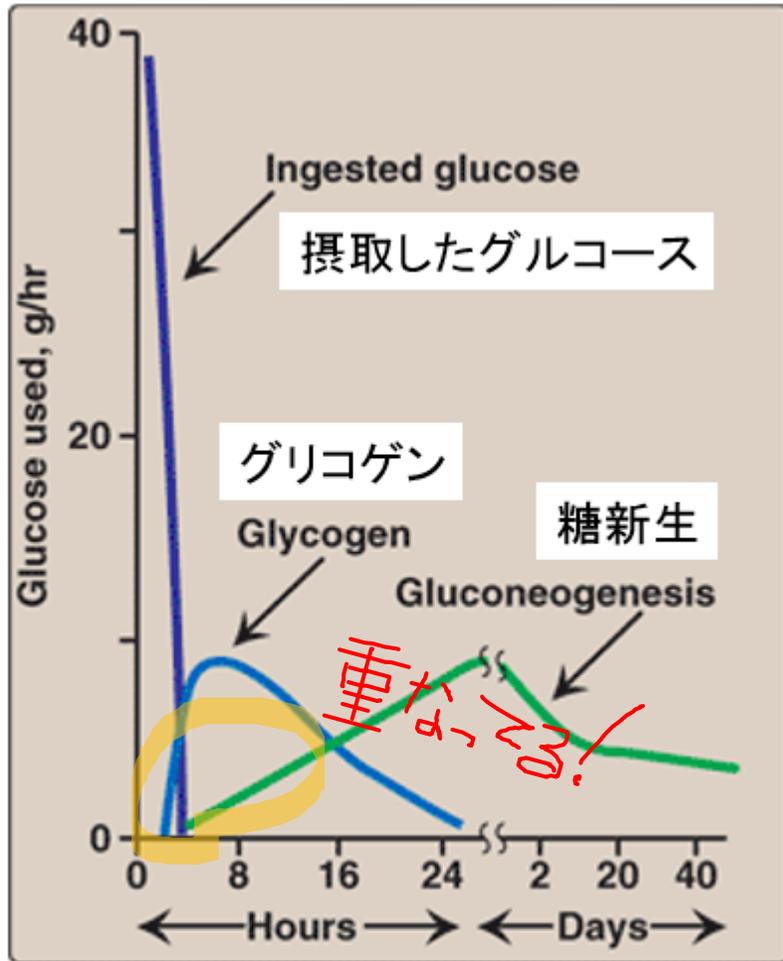
血糖値の維持



肝臓のグリコーゲン  
50~60g

糖新生：糖以外のもの（ピルビン酸、アミノ酸（アラニン、アスパラギン酸）、乳酸、グリセロール）から  
グルコースをつくること

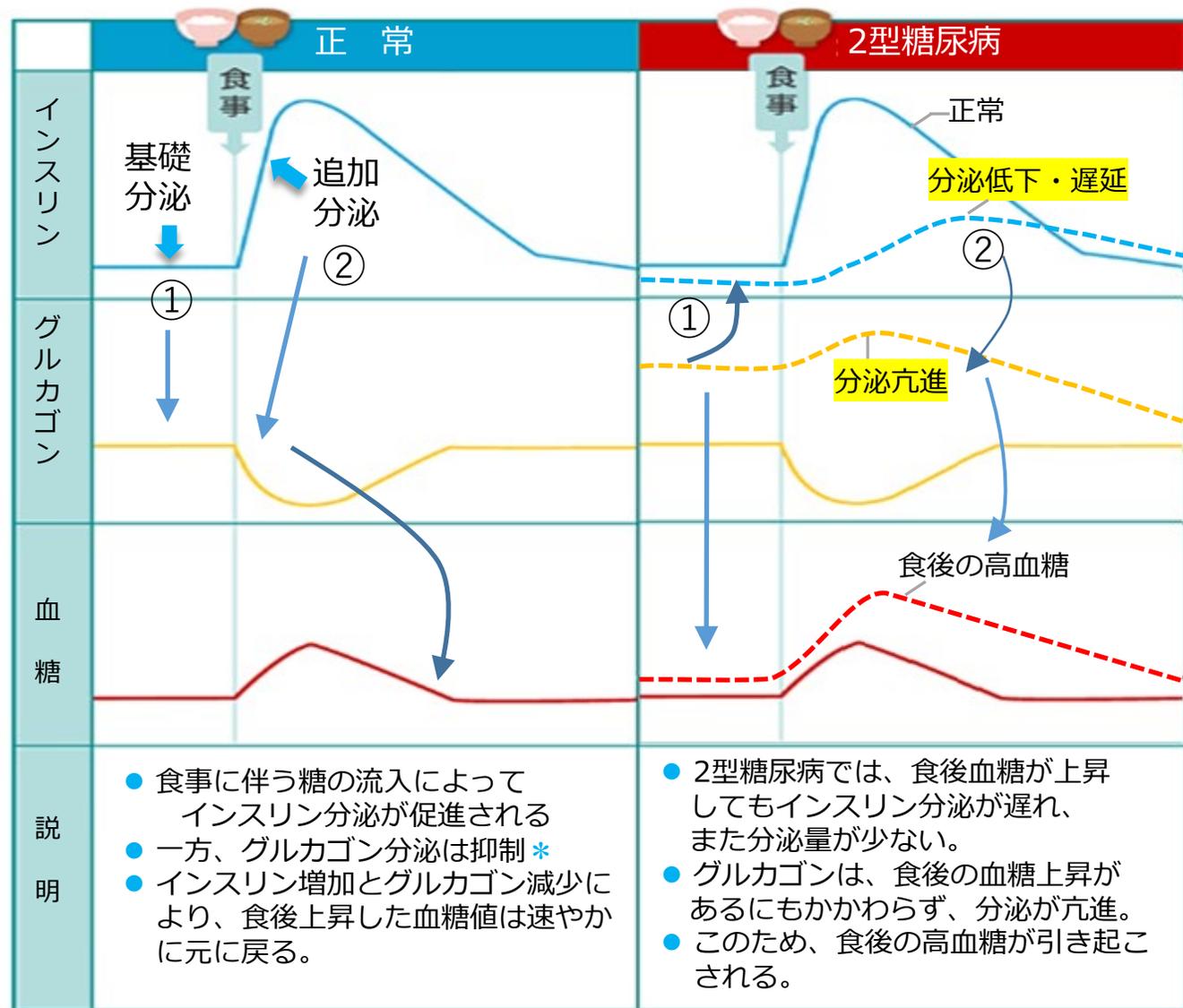
100gのグルコースを摂取した後、  
血糖がどこから来たかを調べた結果



- 摂取したグルコースは肝臓と筋肉に速やかに取り込まれている  
健康な人の比率は70%と30%
- 肝の糖産生（グリコーゲンの放出と糖新生）は食後3時間から始まっている
- 糖尿病ではグリコーゲンの貯蔵が少ないため糖新生の割合が高くなる  
（特に、早朝空腹時の血糖値が高めは注意）



## インスリンとグルカゴンの分泌パターンの図



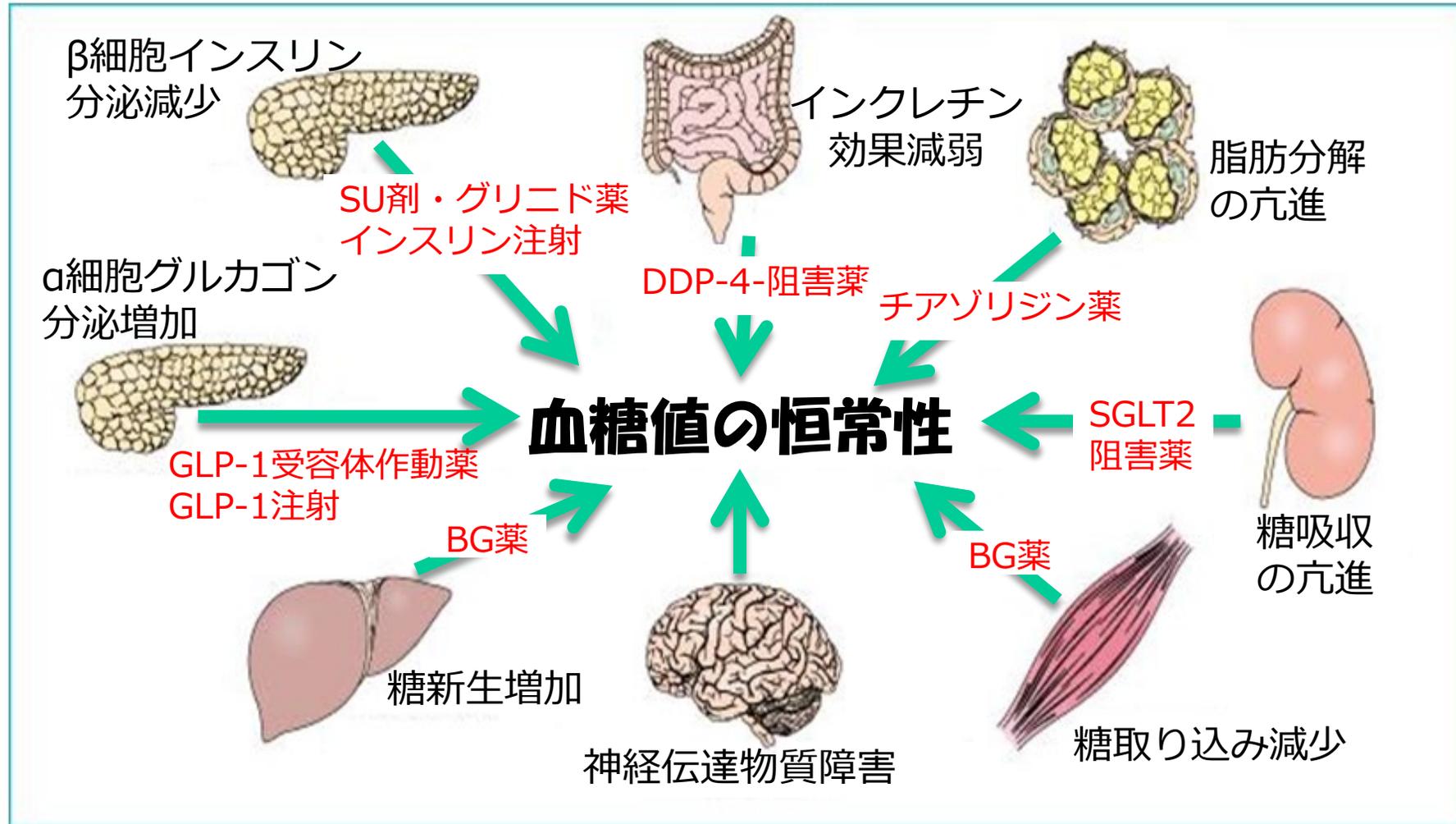
血糖値を一定内に保つメカニズム

\* 健常者では食後のグルカゴン分泌は食事の組成によって反応性に差があるが抑制される傾向にある。

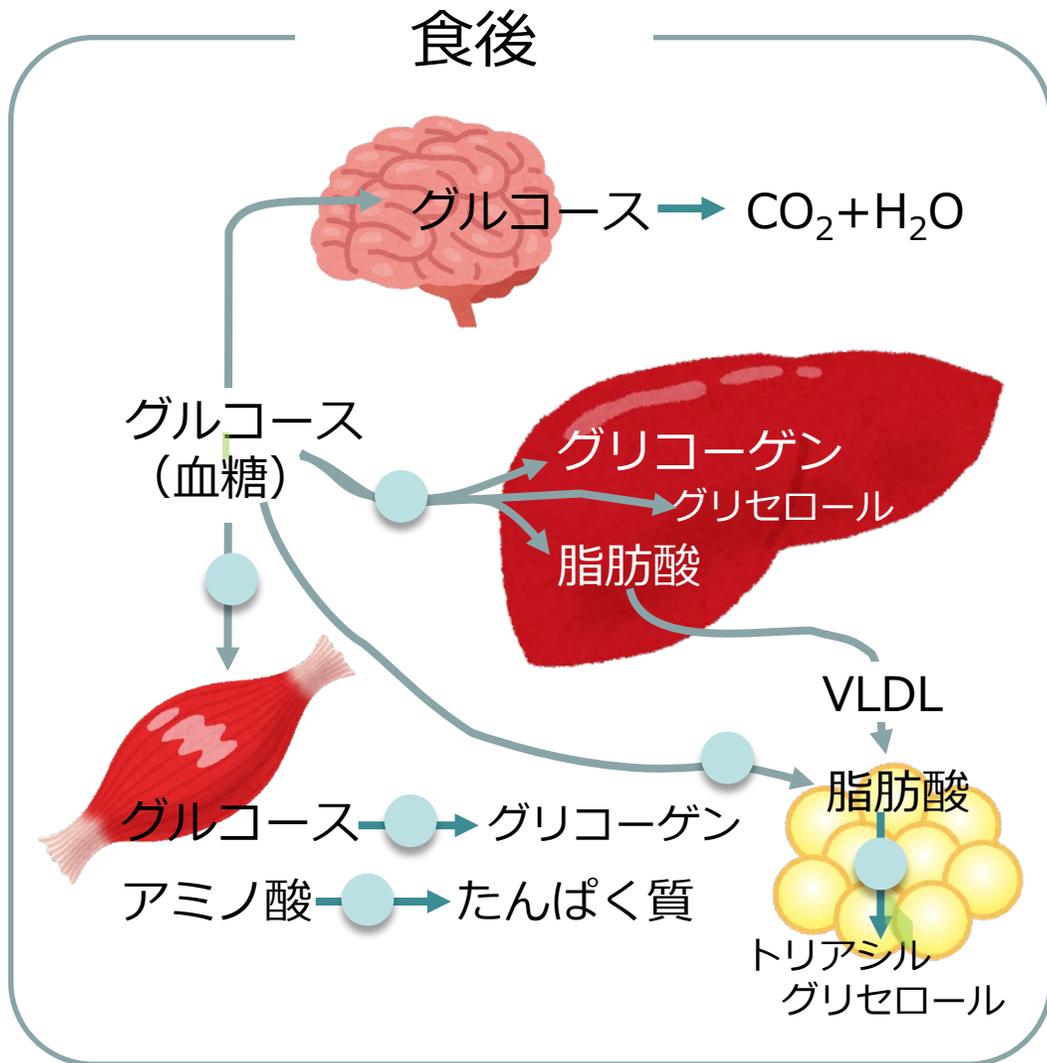




# 血糖値を維持するシステム



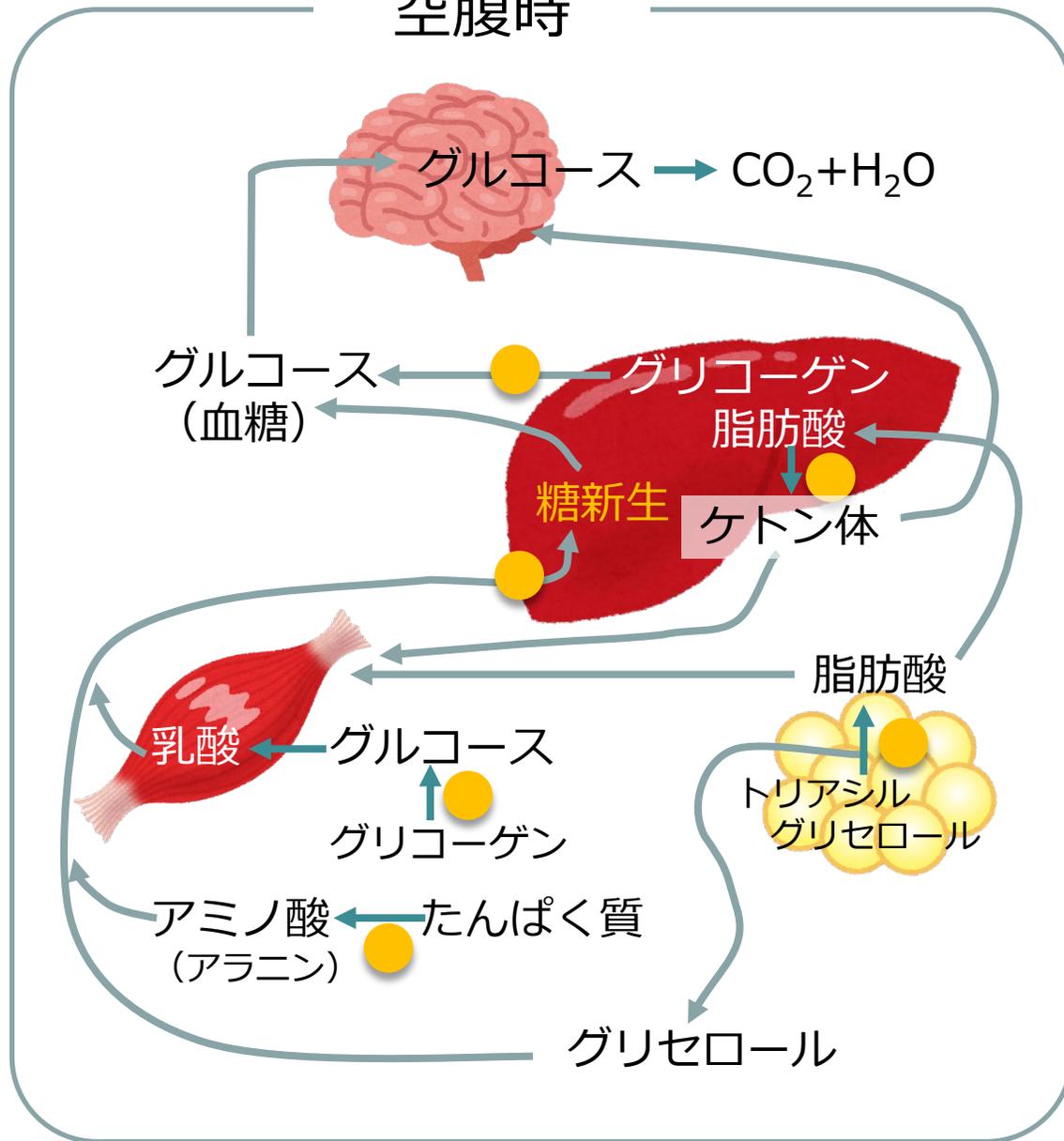
インスリン分泌と血糖値という「結果」から食事指導を考えることには限界がある



- (1)約40%は、そのまま肝臓から放出されて脳や筋肉に供給される。このとき血糖値が上昇し、膵臓からのインスリン分泌が促進される。
- (2)肝臓のエネルギー源として利用されるとともに、食間期の血糖値を維持するためにエネルギー源としてグリコーゲンに変換されて貯蔵される。
- (3)核酸 (DNAの構成成分) の構成材料であるリボースなどに変換される。(ペントースリン酸回路)

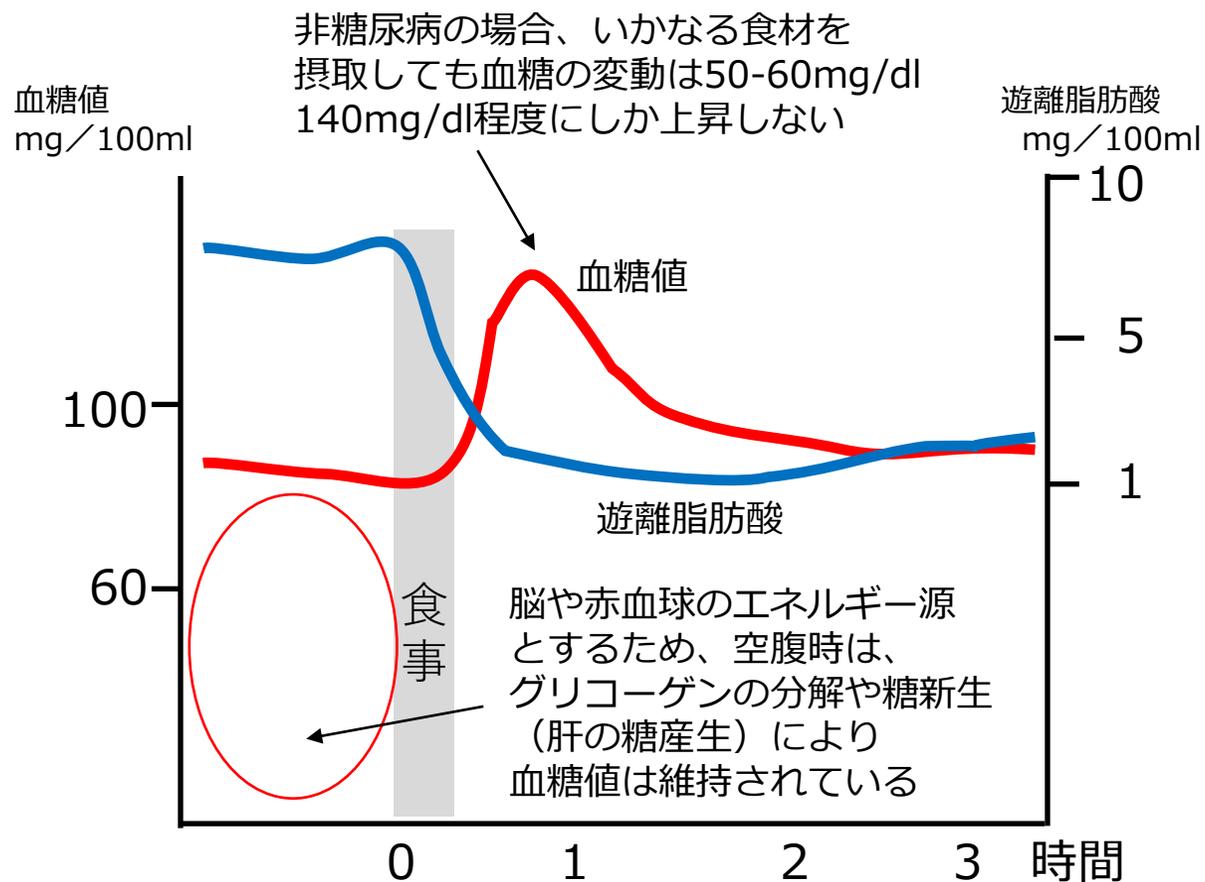
- 食後に各臓器に運ばれエネルギー源として利用されなかったグルコースは、グリコーゲンに合成されて貯蔵される。
- 肝臓では余剰のグルコースから脂肪酸とともに中性脂肪の合成に必要なグリセロールもグルコースから合成され、肝臓で合成された中性脂肪 (VLDL) として血液中に放出される
- インスリンは、脂肪組織のリポたんぱく質リパーゼを活性化させ、血中のキロミクロンやVLDLの中性脂肪が分解されて脂肪組織に取り込まれ蓄積する。

# 空腹時



- グルカゴンは、脂肪組織のホルモン感受性リパーゼを活性化し、脂肪組織から脂肪酸が血中へ放出され、エネルギー源として肝臓や筋肉などへ供給される。脂肪酸の分解で生じたグリセロールは糖新生の材料になる。
- グルカゴンは肝臓でのグリコーゲン分解と糖新生を促進し、グルコースを血中に動員して血糖値の低下を防ぐ。
- 肝臓では脂肪酸が分解される過程で生ずるアセチルCoAの余剰分がケトン体になる。
- 運動時にはアドレナリンが筋肉グリコーゲンの分解を刺激し、筋肉内でのエネルギー源となる。筋肉たんぱく質の分解で生じたアラニン、無酸素下で生じた乳酸は糖新生の材料になる。
- 絶食時間が長くなるとグルココルチコイドがホルモン感受性リパーゼを活性化し、血中に放出された脂肪酸がエネルギー源として利用される。

# Chapter 3のまとめ



- 基礎代謝を維持するエネルギーは、糖と脂肪の燃焼によって調節されている。
- 空腹時血糖は70~100mg/dlになるようインスリンとグルカゴンによって調節されている
- 通常、一晩絶食時の肝糖産生は約70% がグリコーゲンの分解に、残りの30%が糖新生に依存するとされる
- 血糖値や中性脂肪の値は、内因性と外因性が入り混じっている

## CHAPTER 4

# 解糖系とTCA回路

● 解糖系について

● 解糖系のおまけ →

- ・果物や砂糖をたくさん食べると太るわけ
- ・クレアチニンは高くない、お酒も飲まないのに尿酸値が高い
- ・グリセロールの合成

● たんぱく質の分解

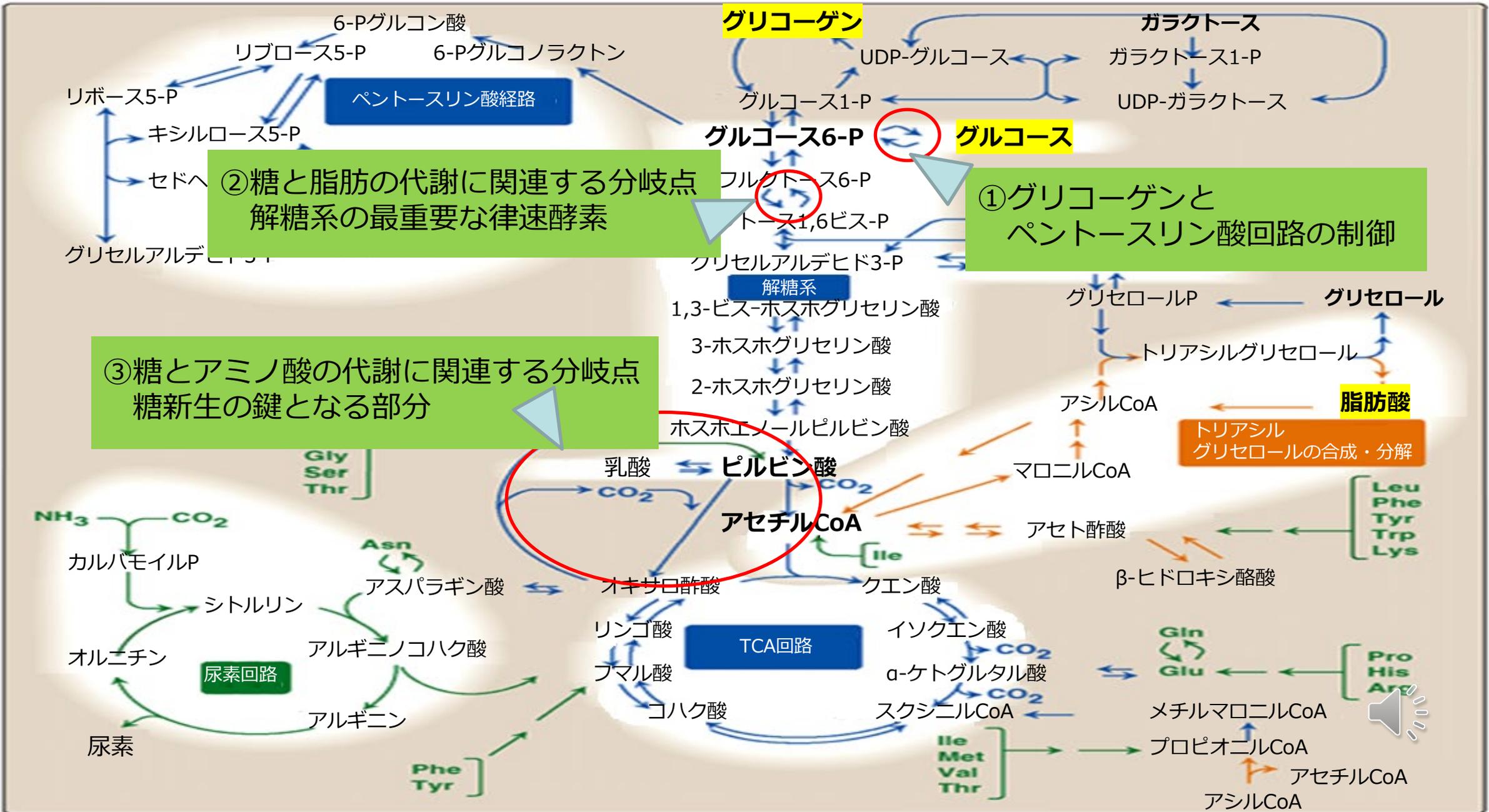
(アミノ基転移反応 + 酸化的脱アミノ反応)

● TCA回路について

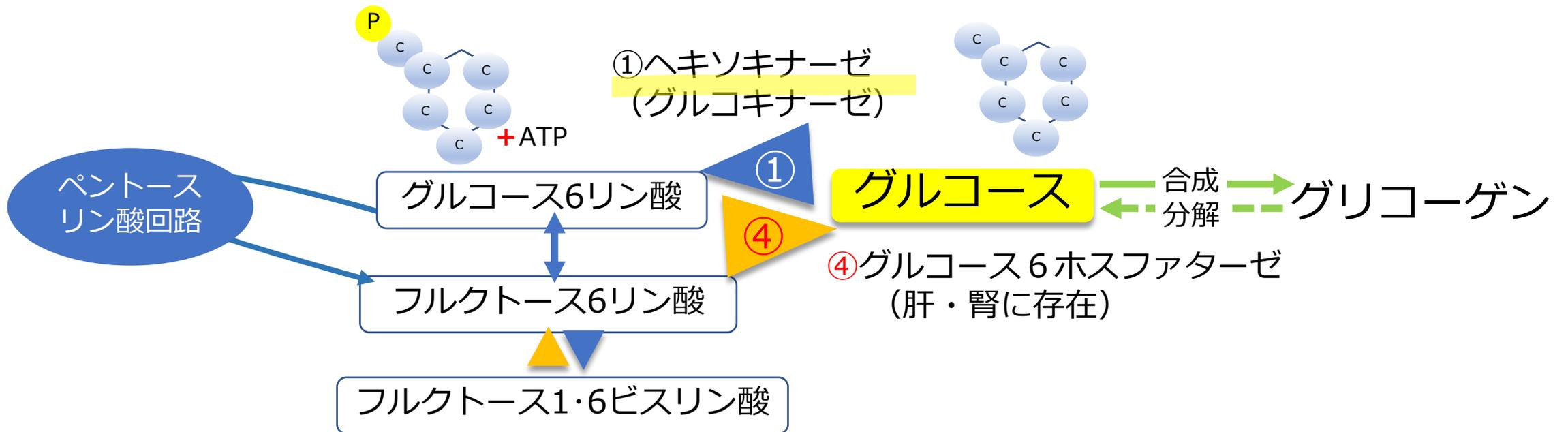
● TCA回路のおまけ

(体たんぱく質の評価)





「イラストレイテッド生化学」 p.112 図8.2,2008,丸善

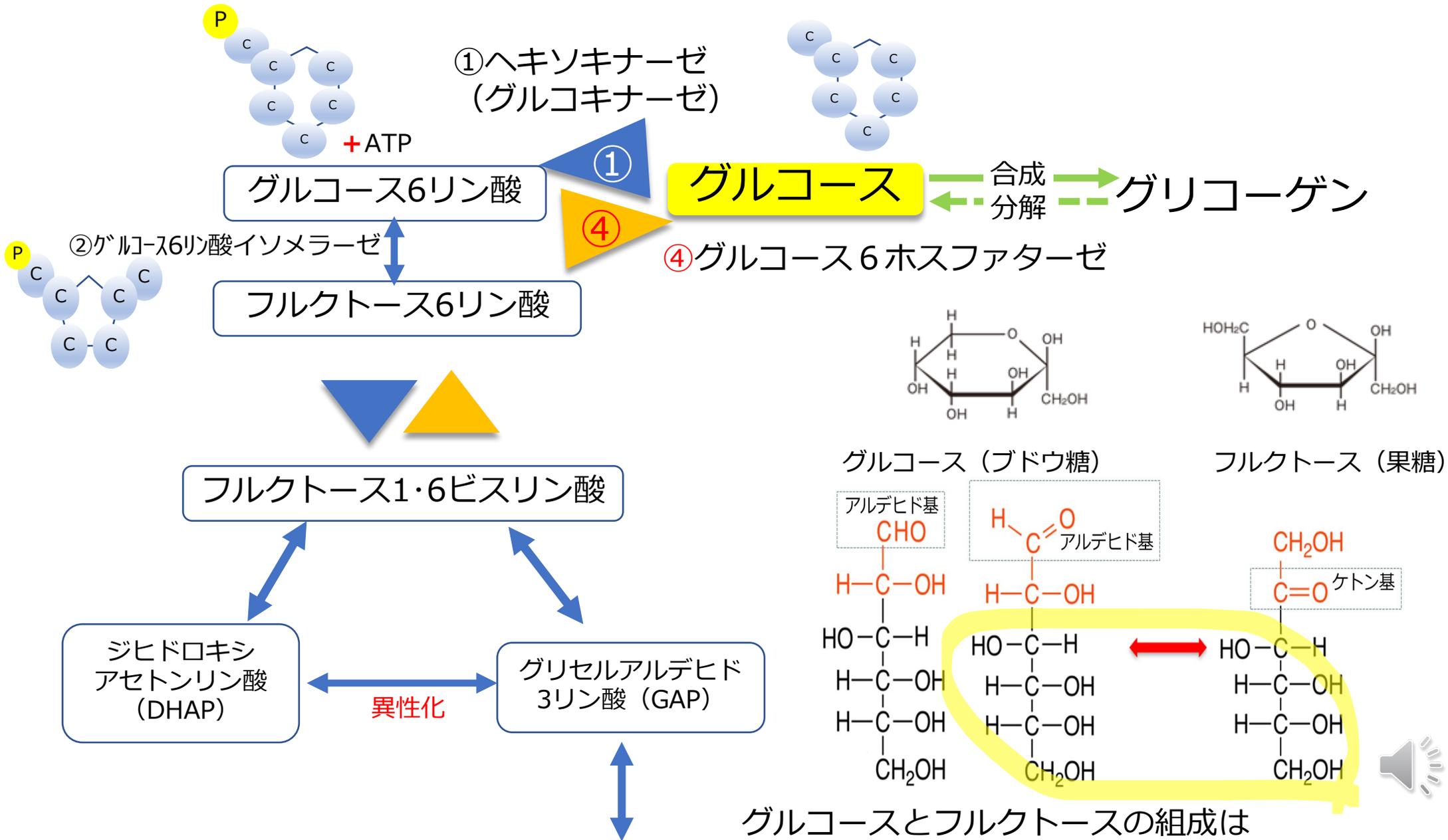


ヘキソキナーゼ：6炭糖は全部、グルコース-6-リン酸（G-6-P）にする酵素  
すべての細胞内にある

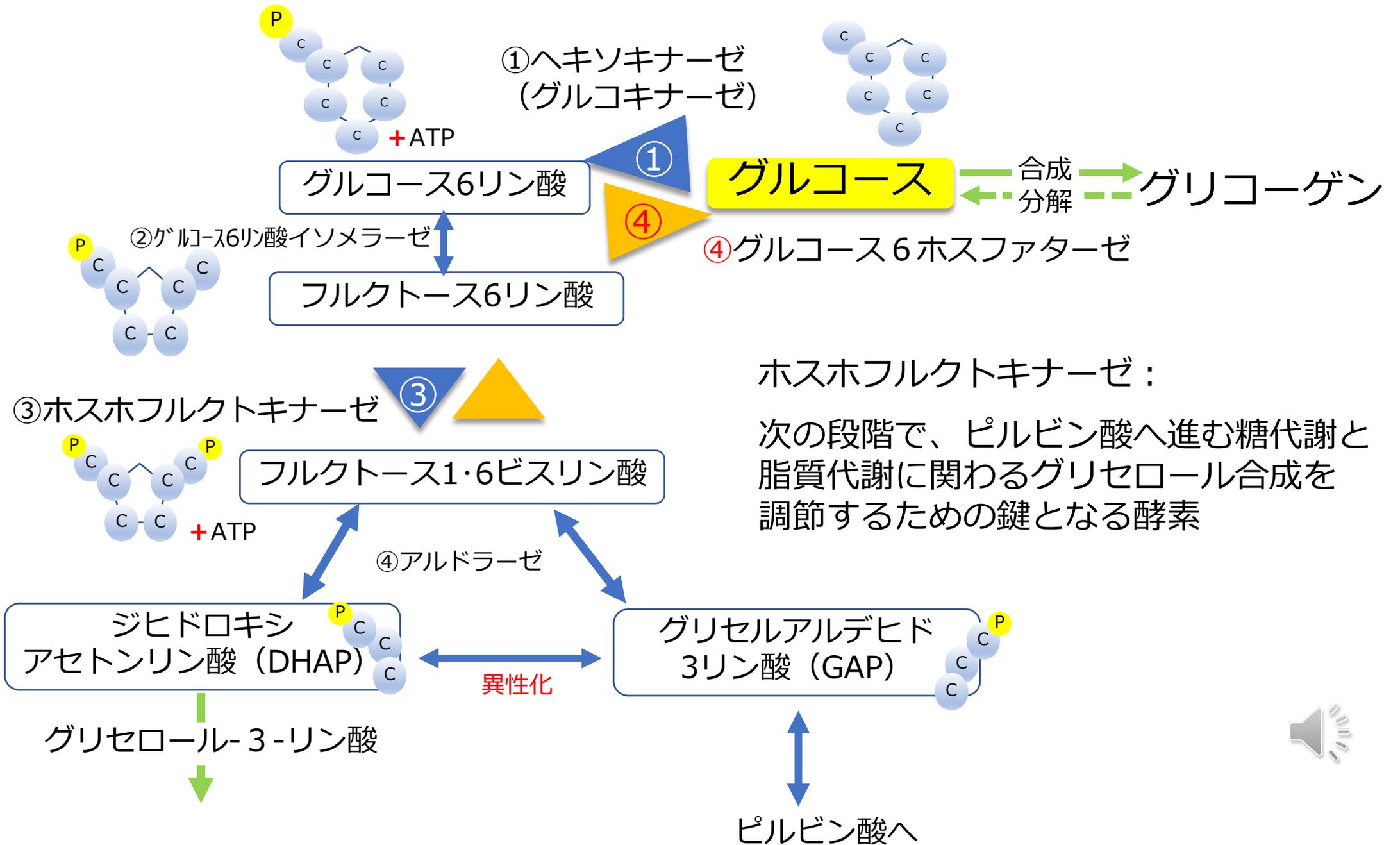
グルコキナーゼ：グルコースのみをG-6-Pにする酵素（肝臓・膵臓に存在）  
活性が低く、血糖が高い時だけ反応  
糖尿病の人はこの酵素の働きが弱い⇒グリコーゲンの貯蔵↘

グルコース6ホスファターゼ：G-6-Pからリン酸をはずし、グルコースに戻す酵素  
筋肉細胞には存在しないので筋グリコーゲンは  
血糖維持には関わらない



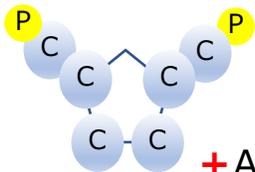


グルコースとフルクトースの組成は  $C_6H_{12}O_6$  で同じだが、配列が異なる『異性体』の関係



フルクトース6リン酸

③ホスホフルクト  
キナーゼ

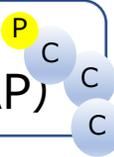


フルクトース1・6ビスリン酸

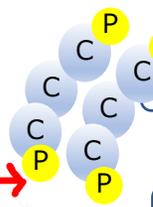
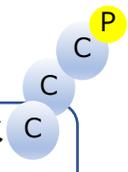
+ATP

④アルドラーゼ

ジヒドロキシ  
アセトンリン酸 (DHAP)

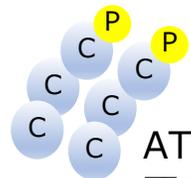


グリセルアルデヒド  
3リン酸 (GAP)



1・3ビスホスホグリセリン酸

3-ホスホグリセリン酸



ATPが2個  
できる

ホスホエノールピルビン酸

ATPが2個できる

⑩ピルビン酸キナーゼ



ピルビン酸

アセチルCoA

ピルビン酸  
デヒドロゲナーゼ複合体  
(ビタミンB1が必要)

クエン酸

オキサロ酢酸

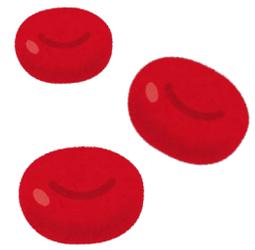
激しい運動では酸素供給が  
追い付かなくなり乳酸が生じる。  
乳酸は肝臓でグルコースに  
変換される (コリ回路)

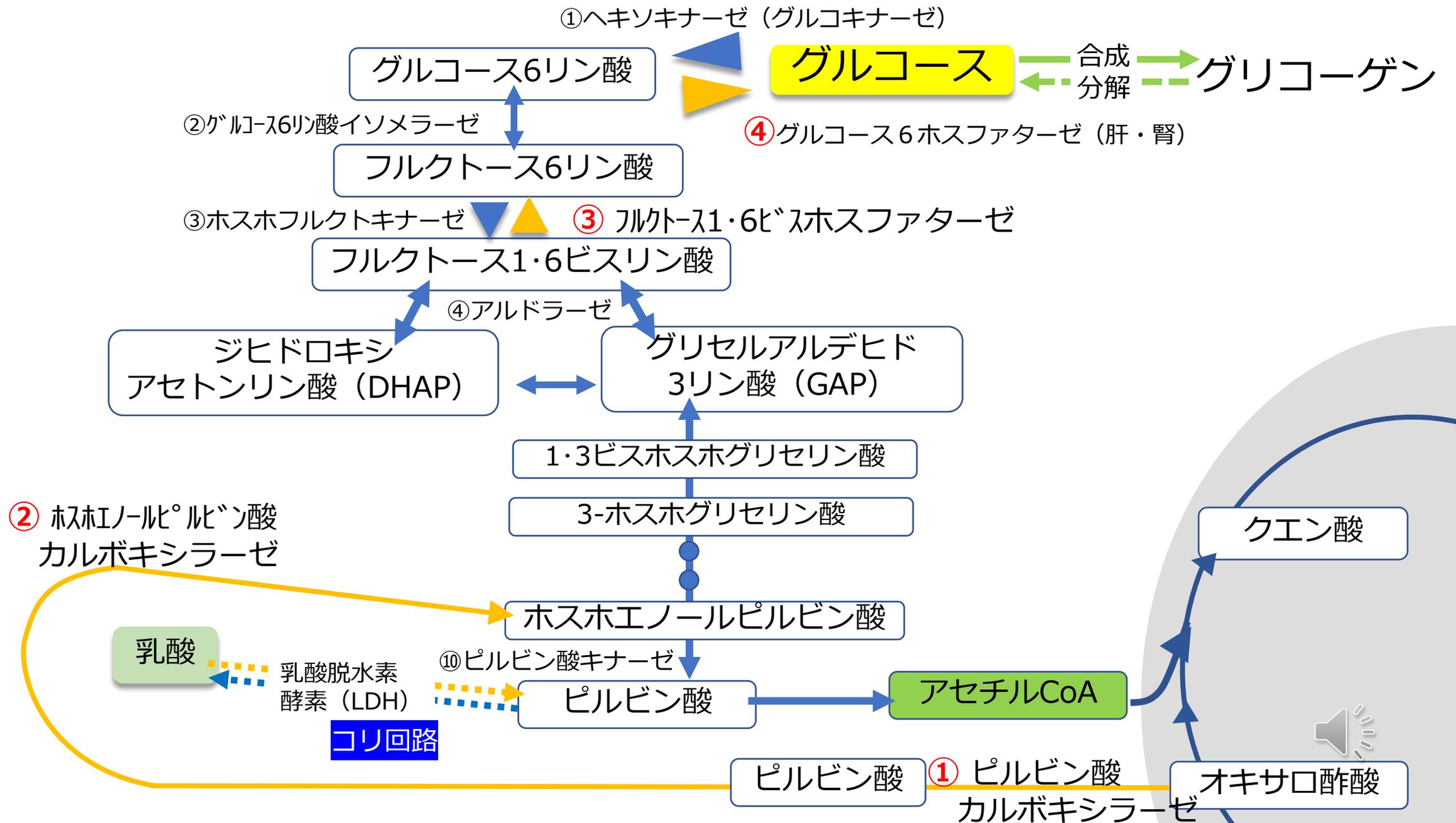


乳酸

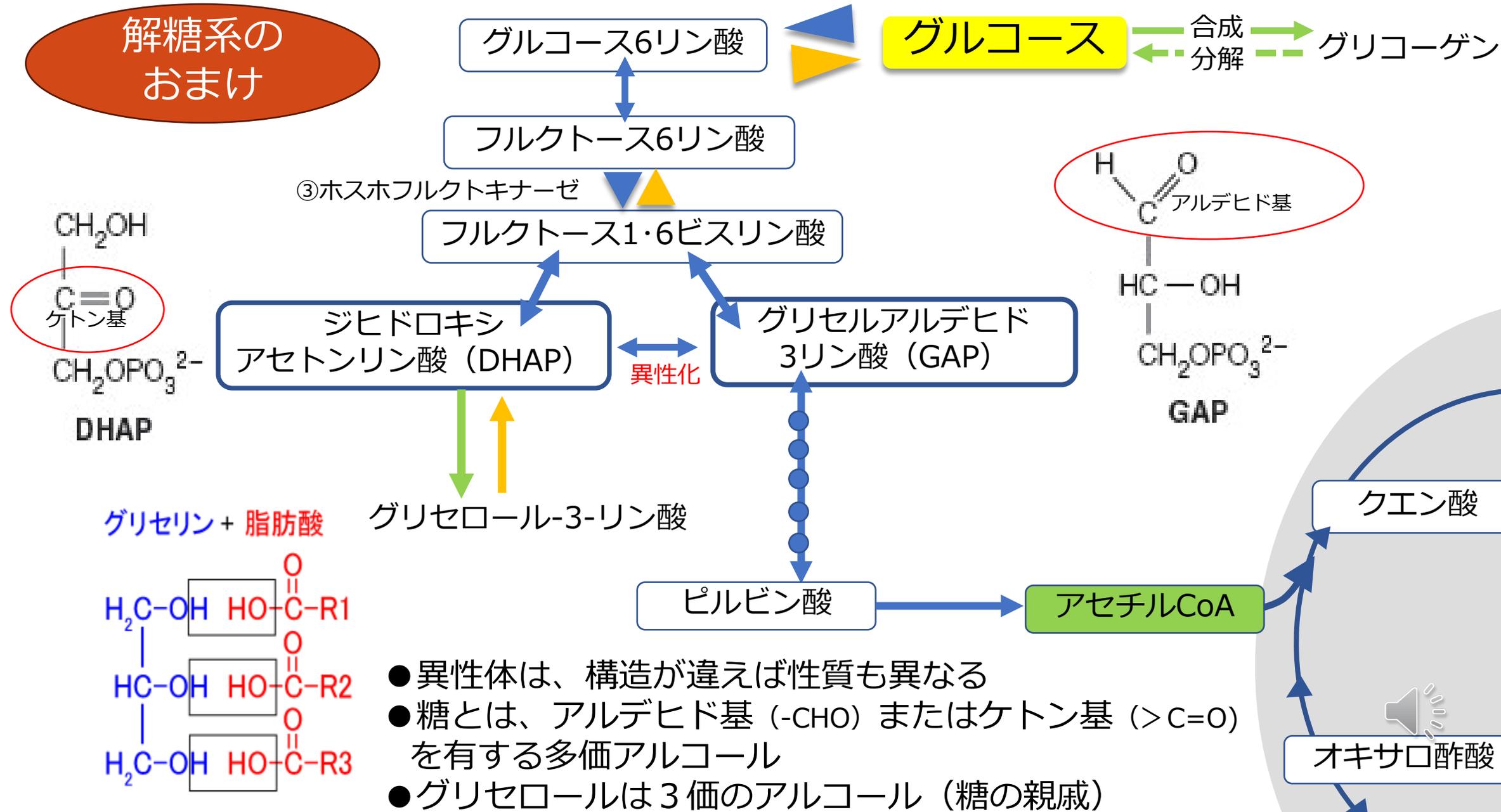
乳酸脱水素  
酵素 (LDH)

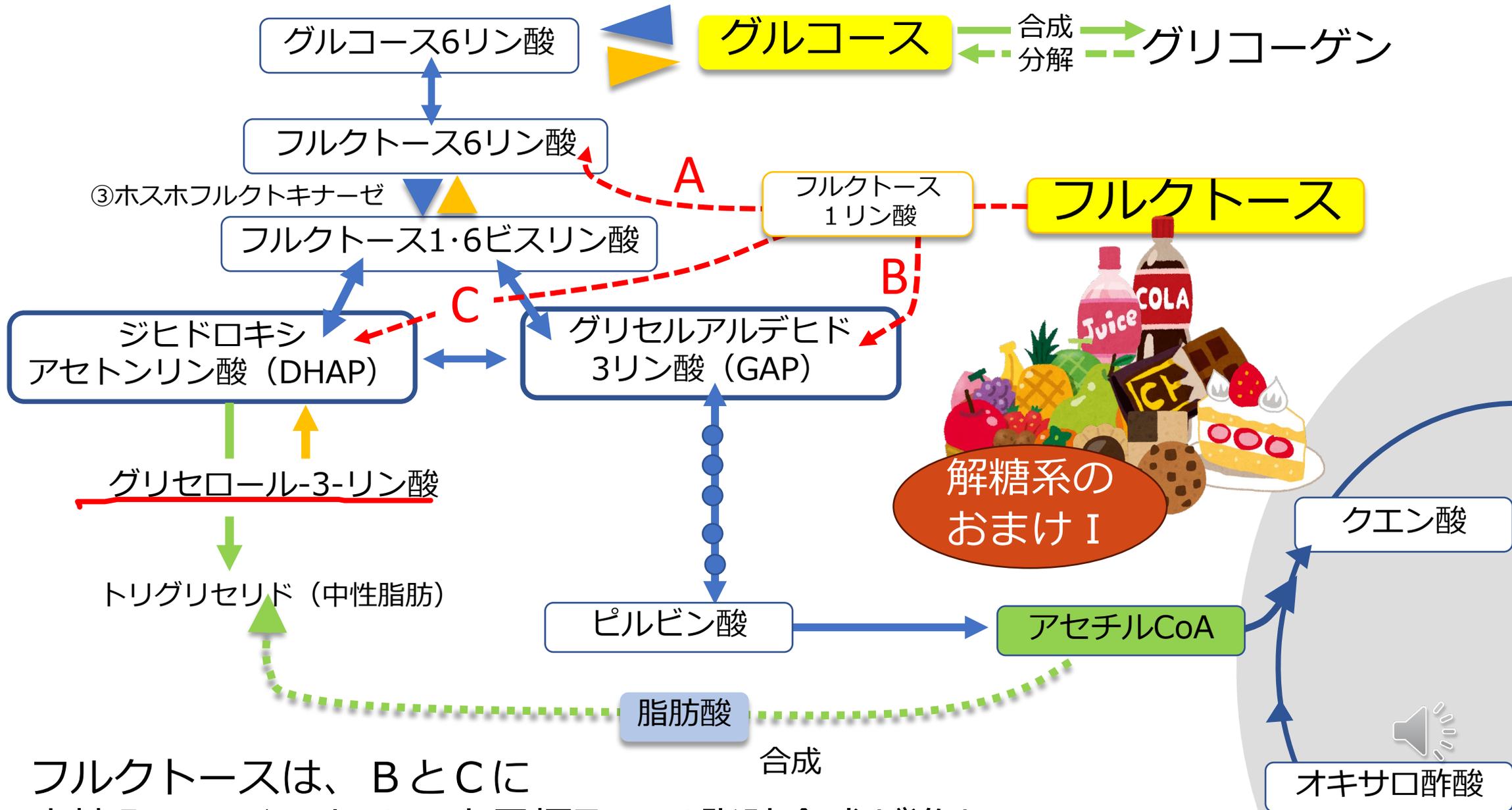
嫌気性解糖



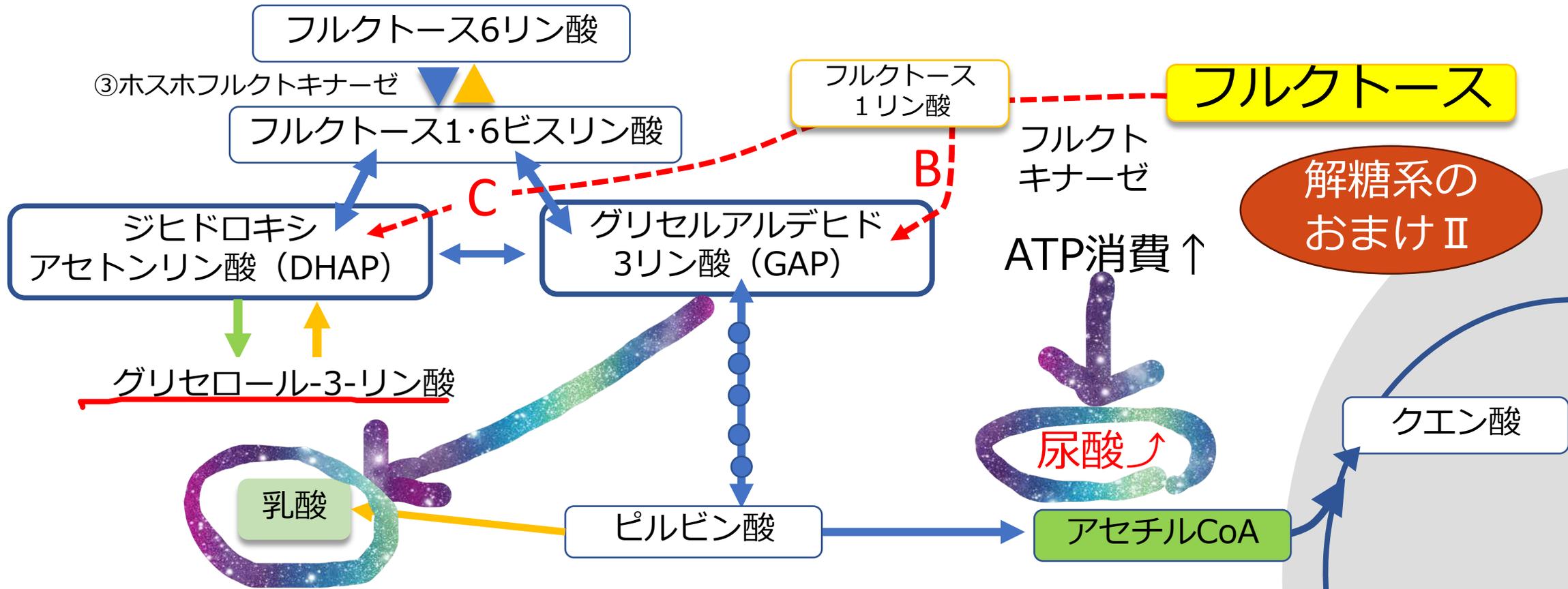


# 解糖系のおまけ





フルクトースは、BとCに直接入ってくるため、大量摂取では脂肪合成が進む

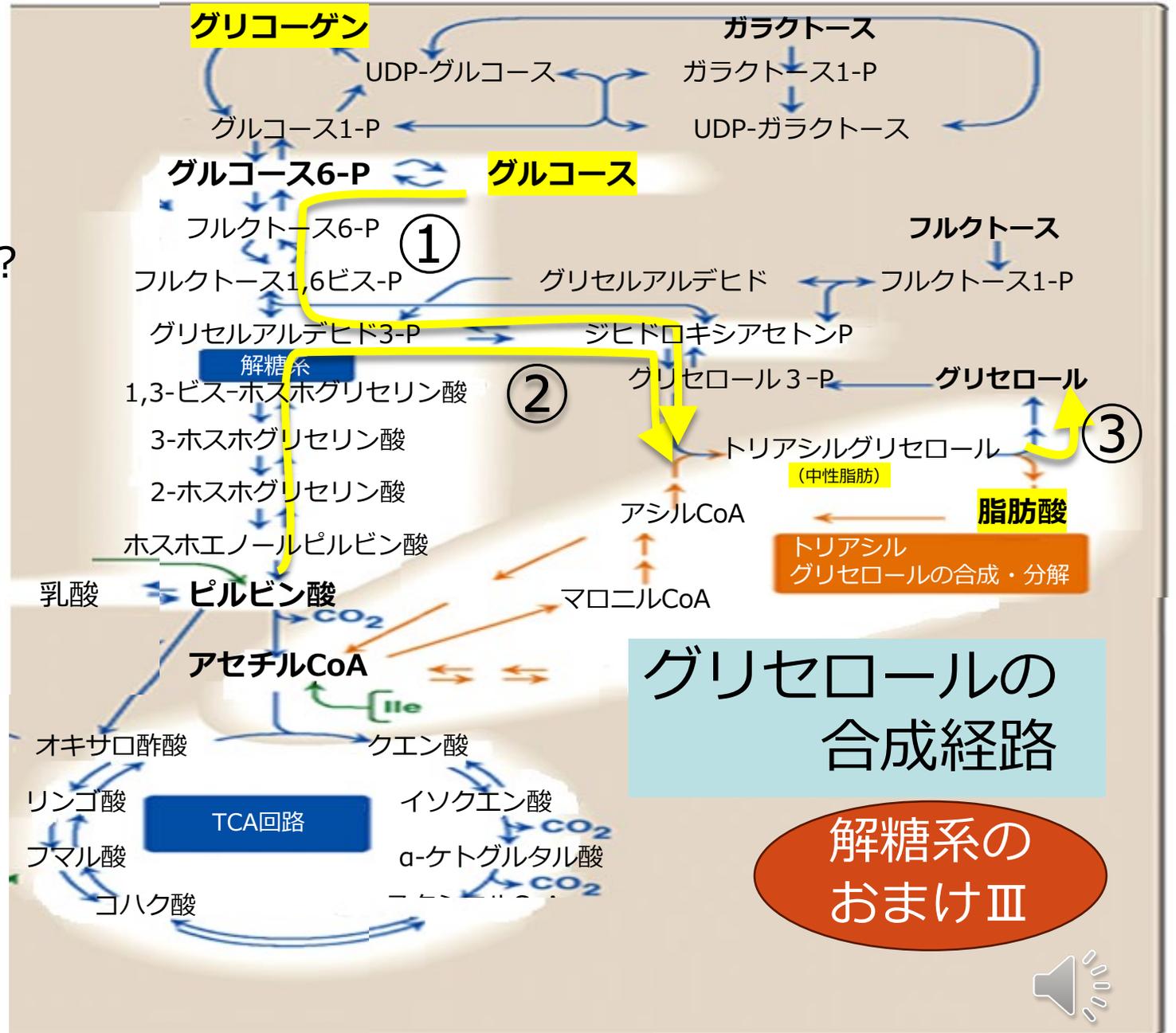


- ①フルクトースは肝臓ではグリコーゲンにならない  
→ピルビン酸から乳酸亢進
  - ②フルクトキナーゼによるリン酸の大量消費→尿酸産生亢進
  - ③乳酸は尿酸の排泄を阻害する
- ① + ③により尿酸↑

① 解糖系からのオーバーフロー  
 解糖系の最終産物である  
 ピルビン酸が余っている状態  
 ➡ 血糖値もTGも共に高いパターン？

② 乳酸、ピルビン酸、アラニン、  
 TCA 回路の中間体など糖新生の  
 経路からグリセロールをつくる。  
 ➡ 血糖値は高いがTGは正常域の  
 パターン？

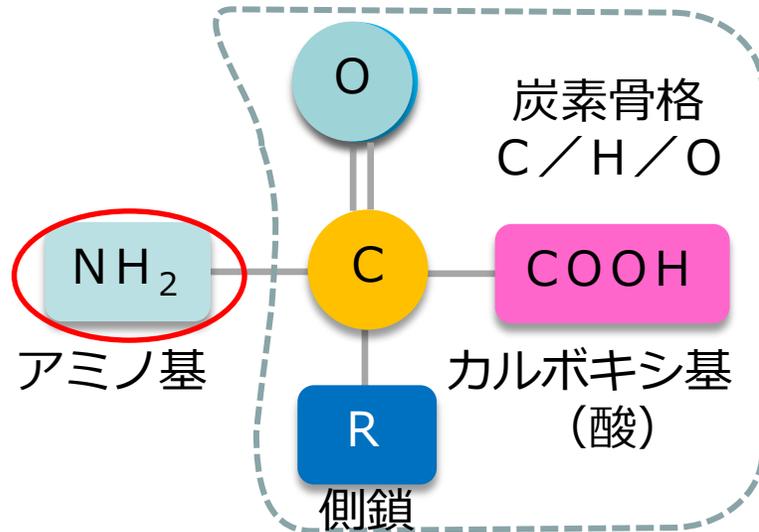
③ 脂肪分解の経路  
 ➡ ストレス下や絶食時の反応です



# たんぱく質の代謝

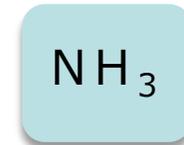
邪魔な  
とりあえずアミノ基を外してみるとどうなる？

アミノ酸の基本構造



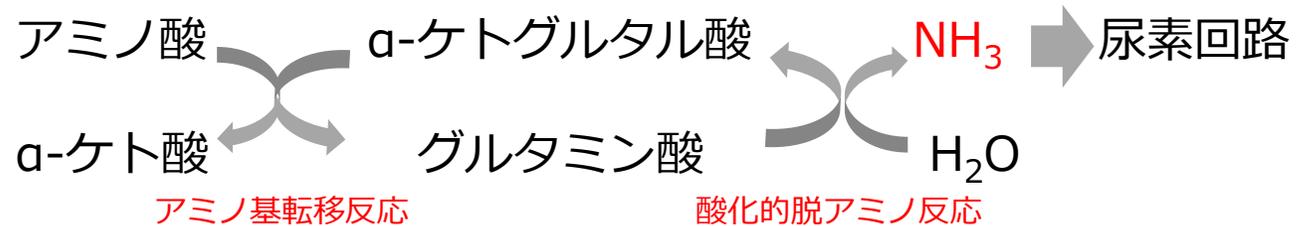
## α-ケト酸

(ケトン基とカルボキシル基をもつ)

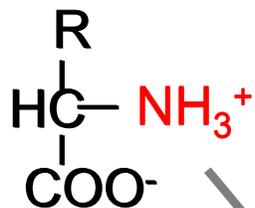


## アンモニア

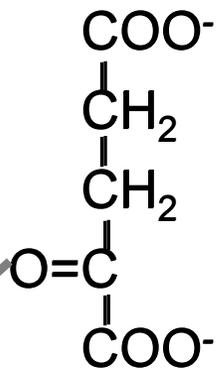
神経毒なので尿素回路で処理



α-アミノ酸



α-ケト  
グルタル酸



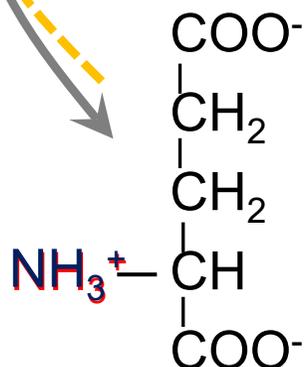
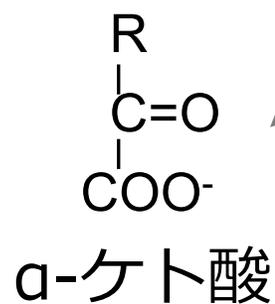
NADH

アミノ基転移

アミノトランスフェラーゼ

酸化脱アミノ

グルタミン酸デヒドロゲナーゼ

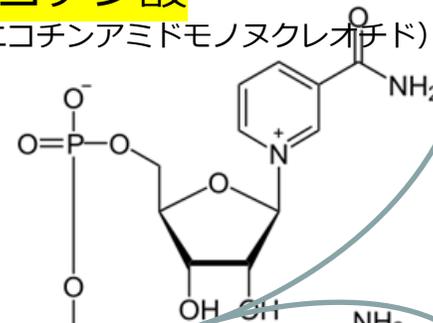


グルタミン酸

NAD<sup>+</sup>

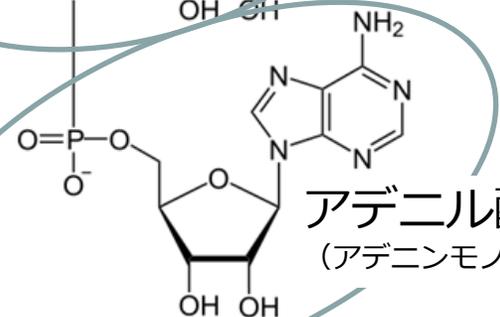
ニコチン酸

(ニコチンアミドモノヌクレオチド)



アデニル酸

(アデニンモノヌクレオチド)

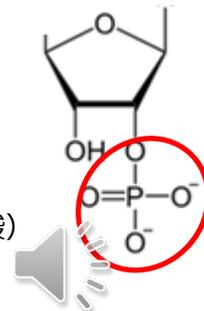


NADH (ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド)  
エネルギー代謝に働く

NADPH

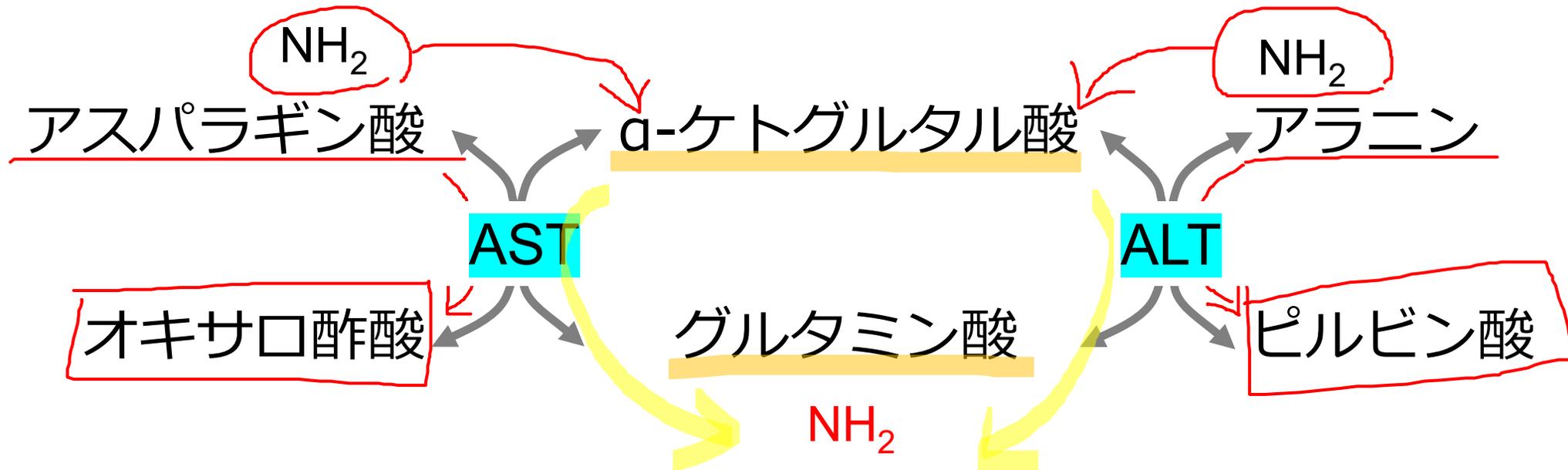
(ニコチンアミド  
アデニンジヌクレオチドリニン酸)

脂質代謝に働く



# アミノ基転移反応の目的① 窒素を集める

アミノ基転移酵素（アミノトランスフェラーゼ）には  
ビタミンB<sub>6</sub>（ピリドキサルリン酸）が補酵素として必要



アミノ基転移反応によって窒素はグルタミン酸に集められ、  
グルタミン酸は酸化的脱アミノ反応に移る



# 可欠アミノ酸の生成

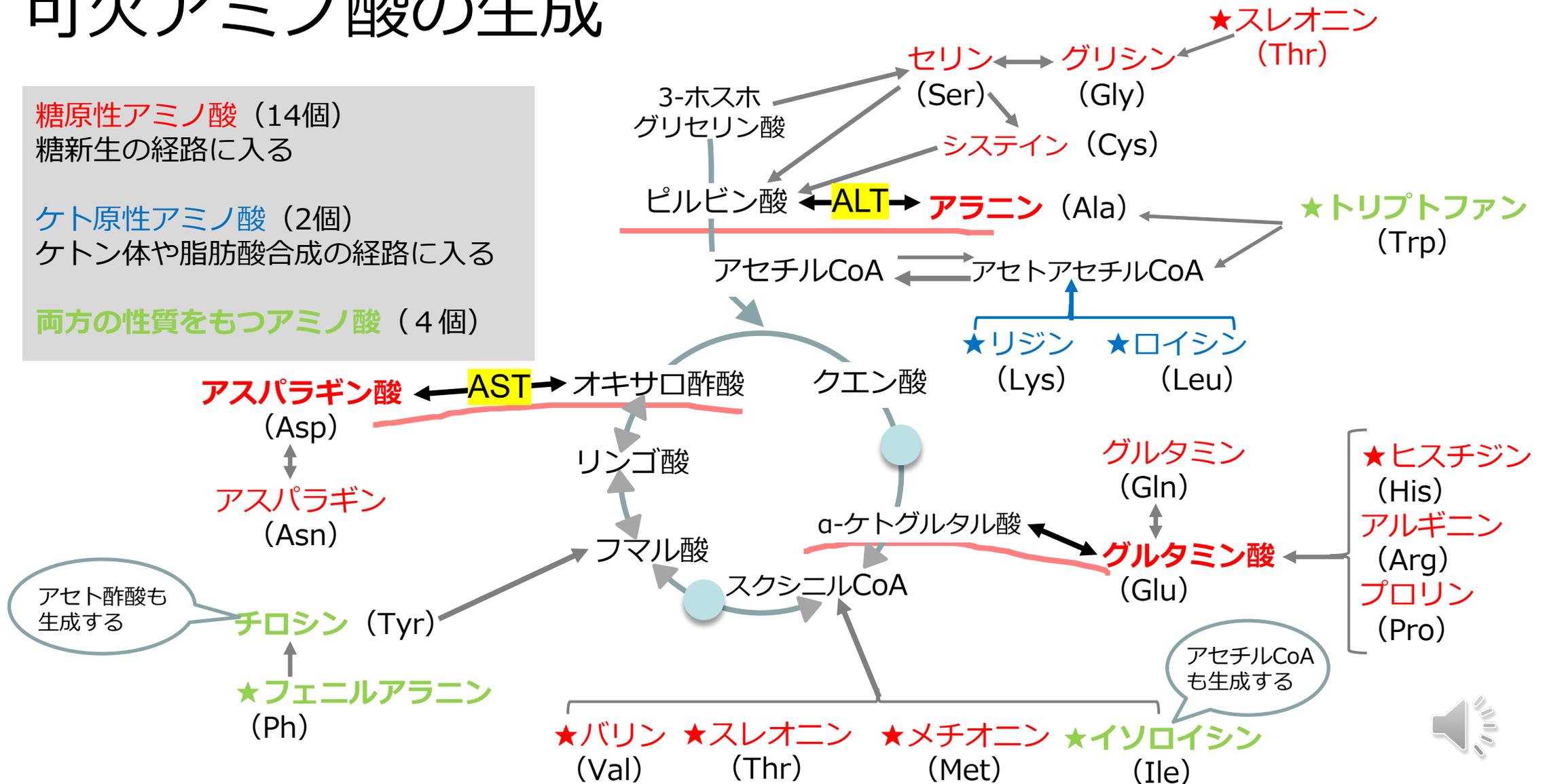
糖原性アミノ酸 (14個)

糖新生の経路に入る

ケト原性アミノ酸 (2個)

ケトン体や脂肪酸合成の経路に入る

両方の性質をもつアミノ酸 (4個)

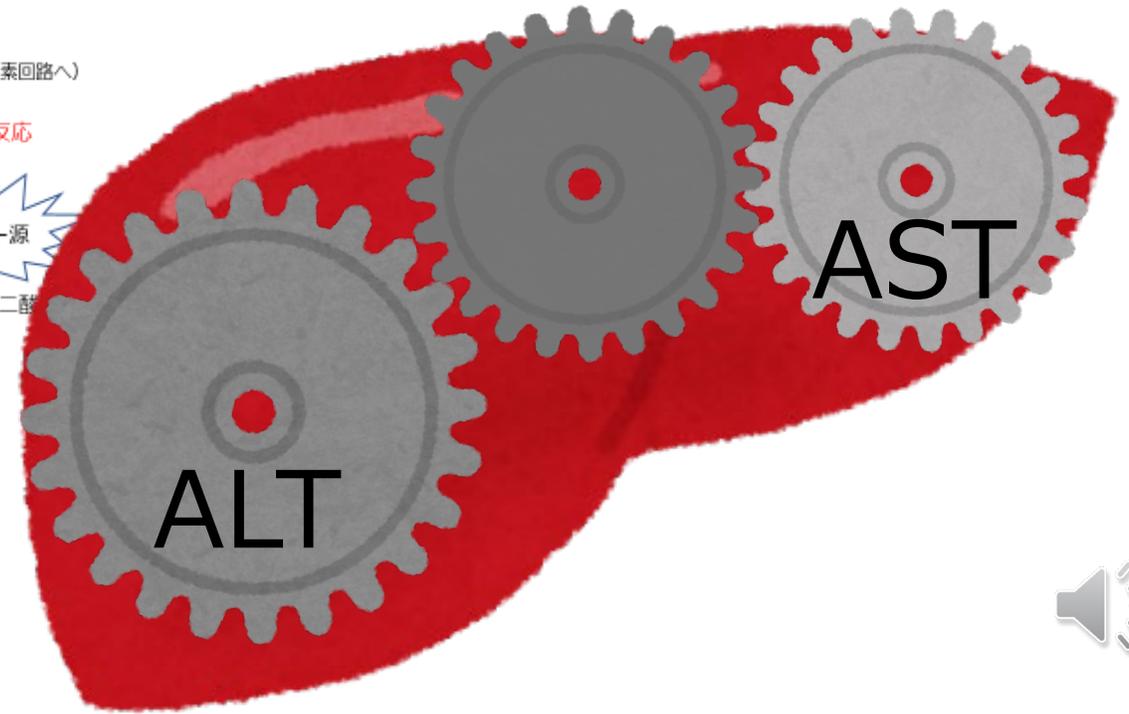
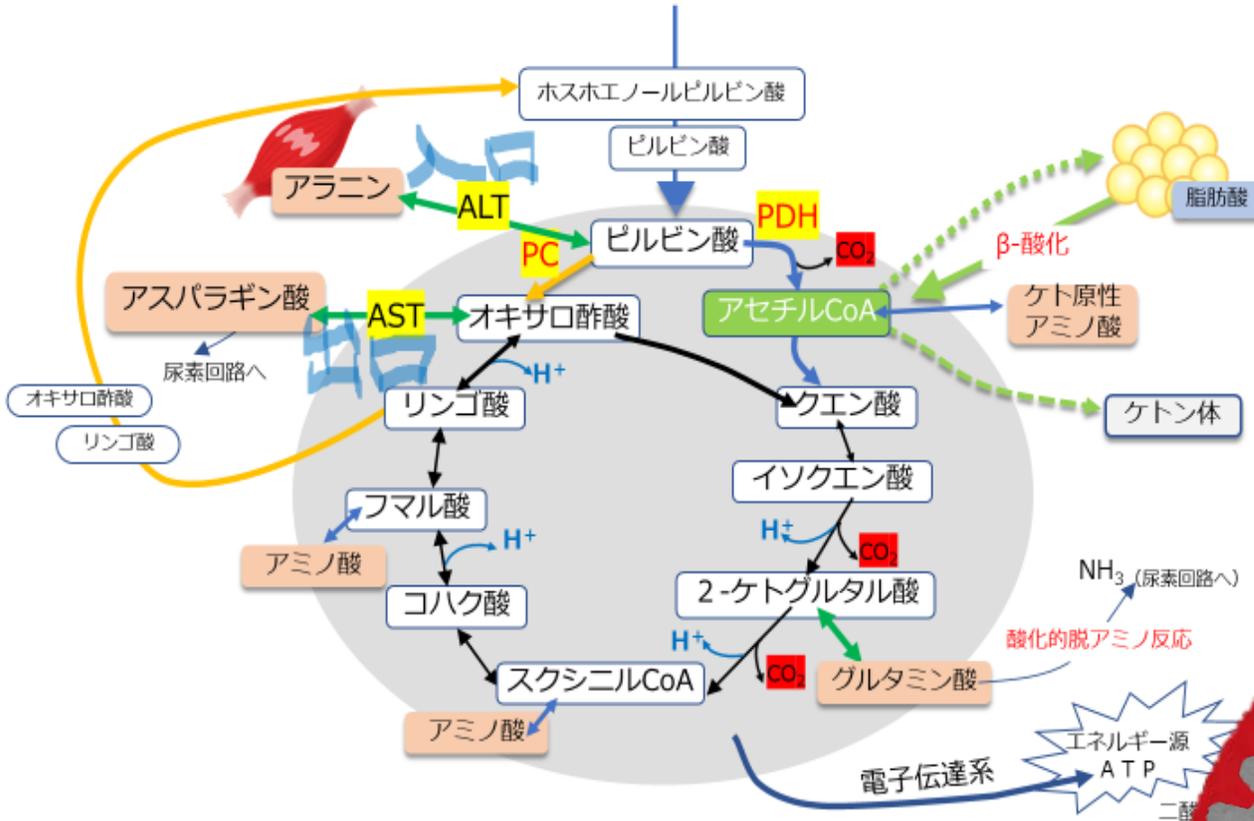


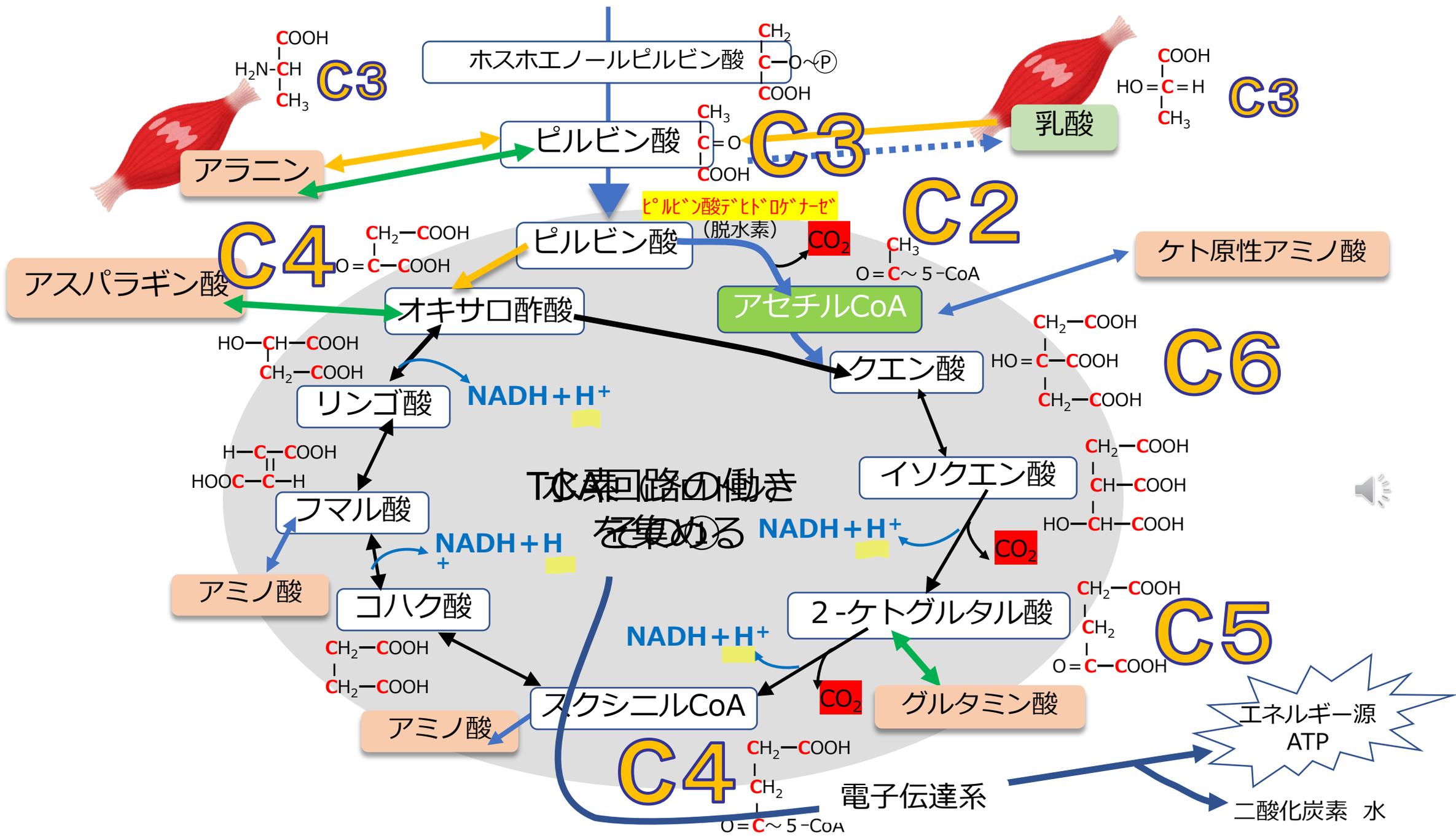
★不可 (必須) 欠アミノ酸



# TCA回路の働き

- ①電子伝達系でATPをつくるための水素（プロトン）を集める
- ②TCA回路は三大栄養素の分岐点



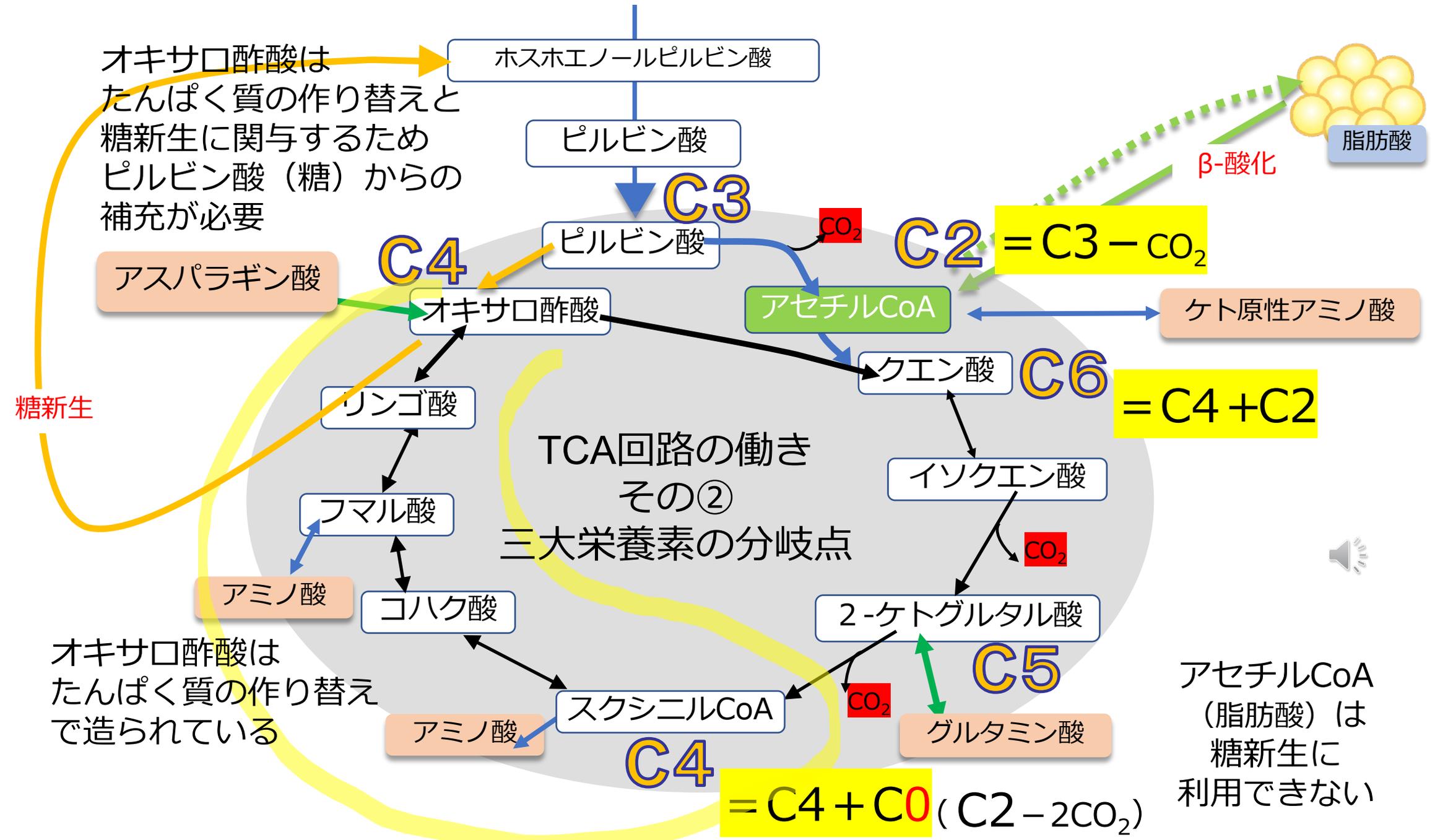


TCA回路の働き  
を集める

電子伝達系

エネルギー源  
ATP

二酸化炭素 水



オキサロ酢酸はたんぱく質の作り替えと糖新生に関与するためピルビン酸 (糖) からの補充が必要

アスパラギン酸

糖新生

TCA回路の働き  
その②  
三大栄養素の分岐点

オキサロ酢酸はたんぱく質の作り替えで造られている

アミノ酸

アセチルCoA (脂肪酸) は糖新生に利用できない



脂肪酸

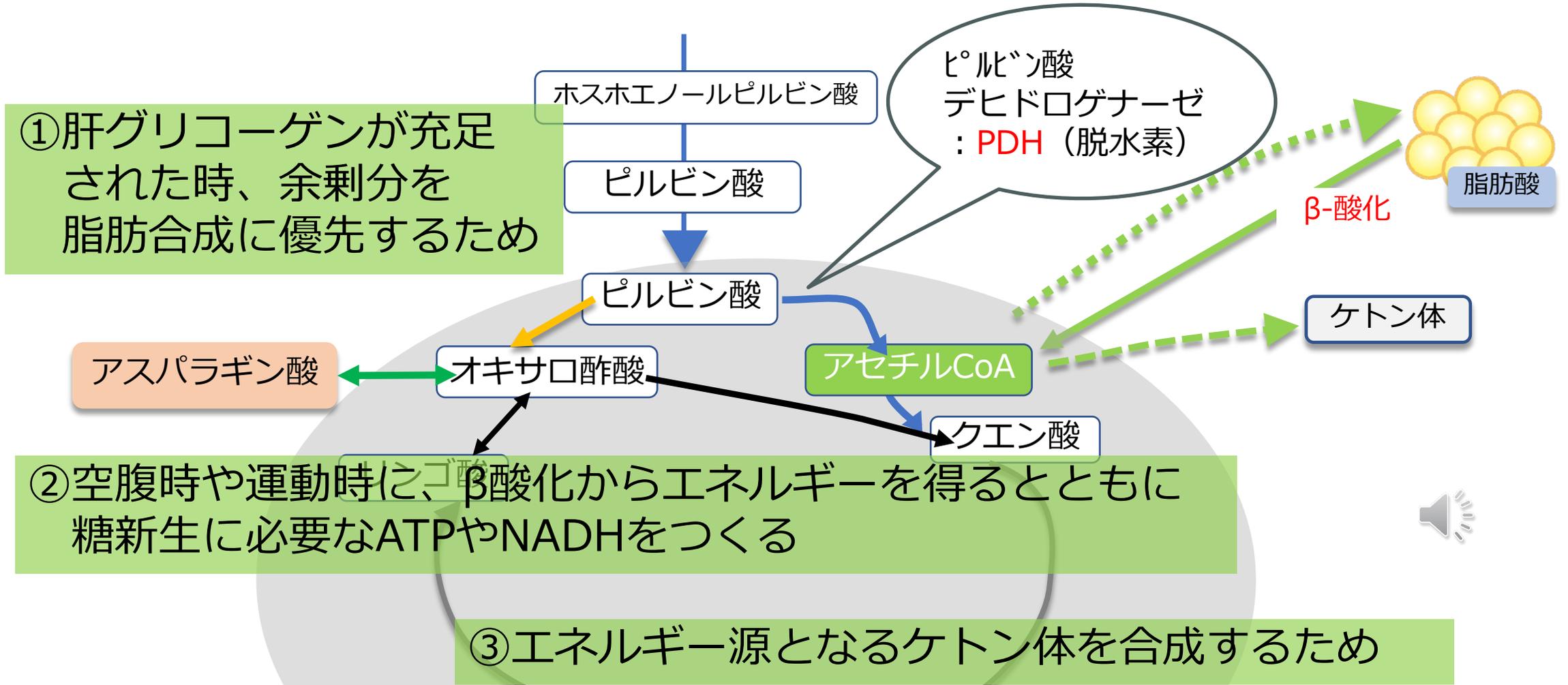
$\beta$ -酸化

$C2 = C3 - CO_2$

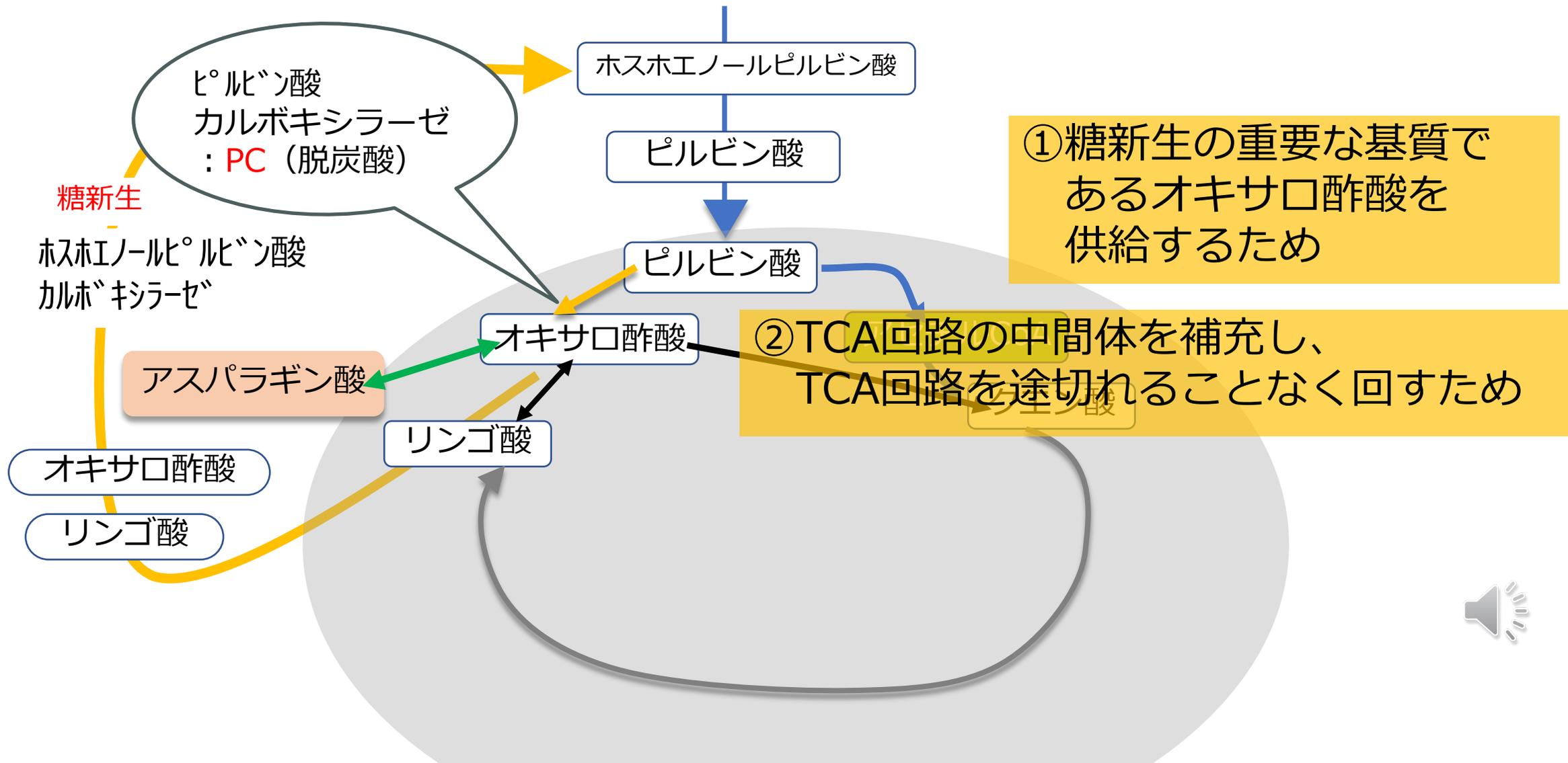
$C6 = C4 + C2$

$C4 = C4 + C0 (C2 - 2CO_2)$

# ピルビン酸デヒドロゲナーゼの3つの働き



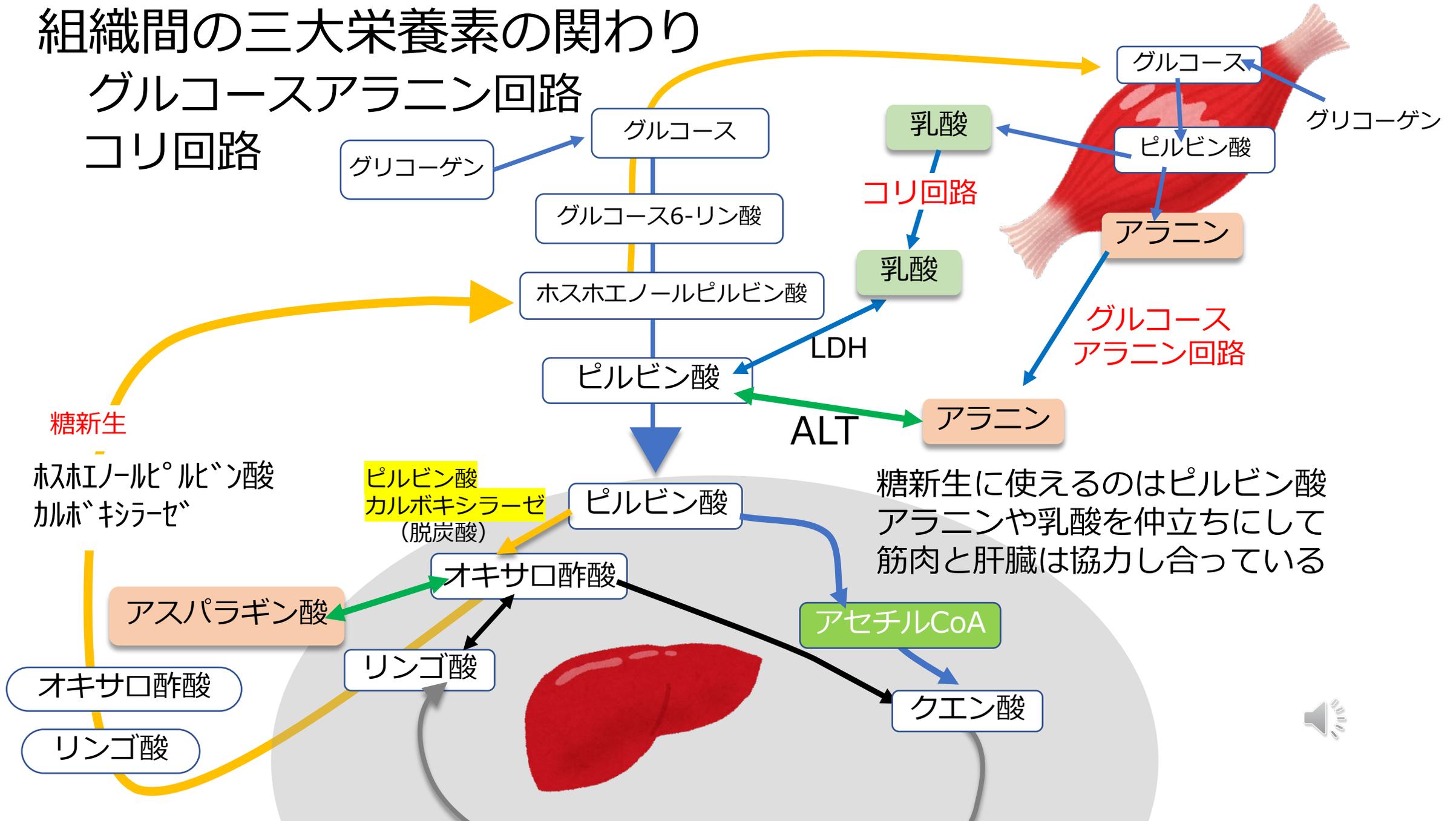
# ピルビン酸カルボキシラーゼの2つの働き



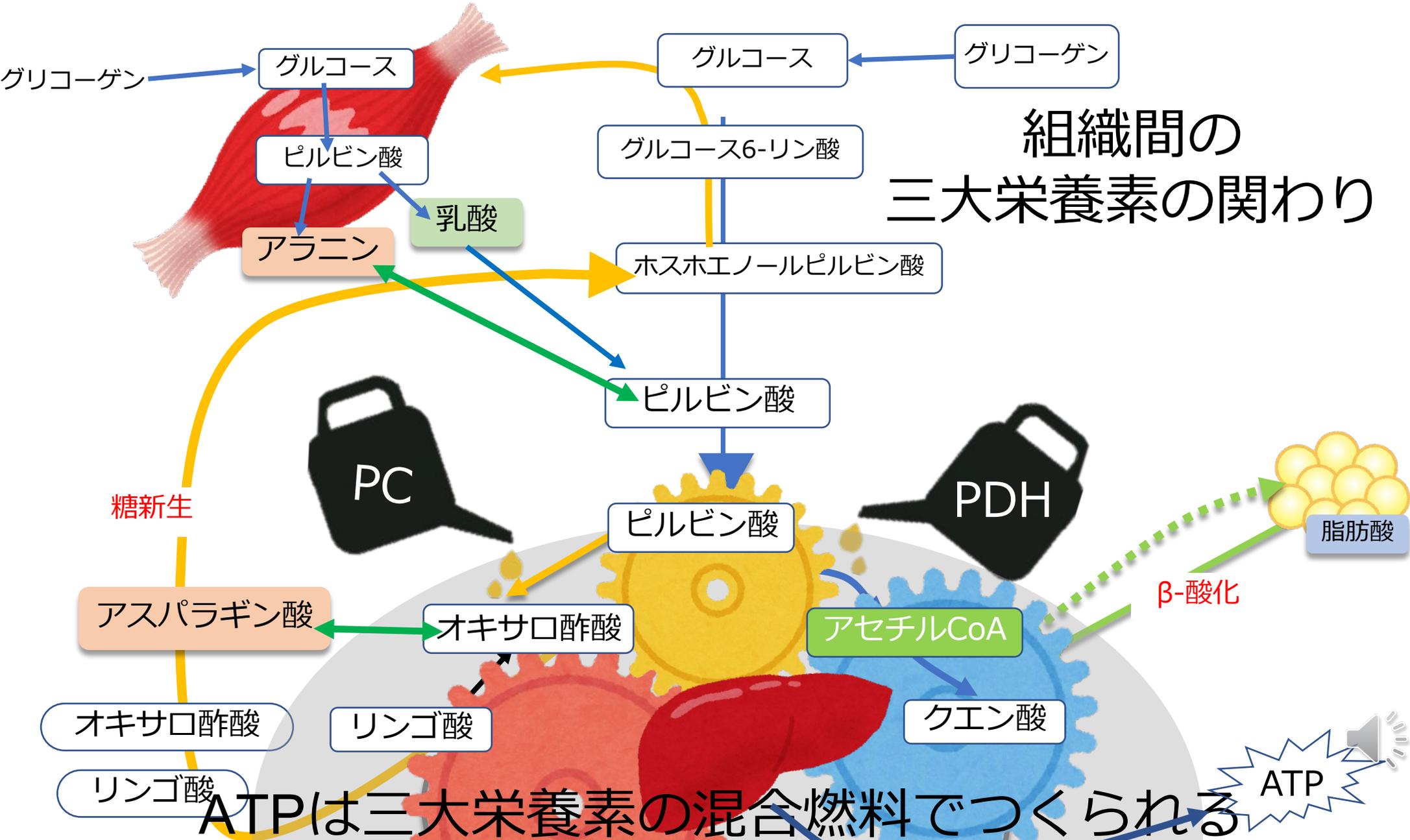
# 組織間の三大栄養素の関わり

## グルコースアラニン回路

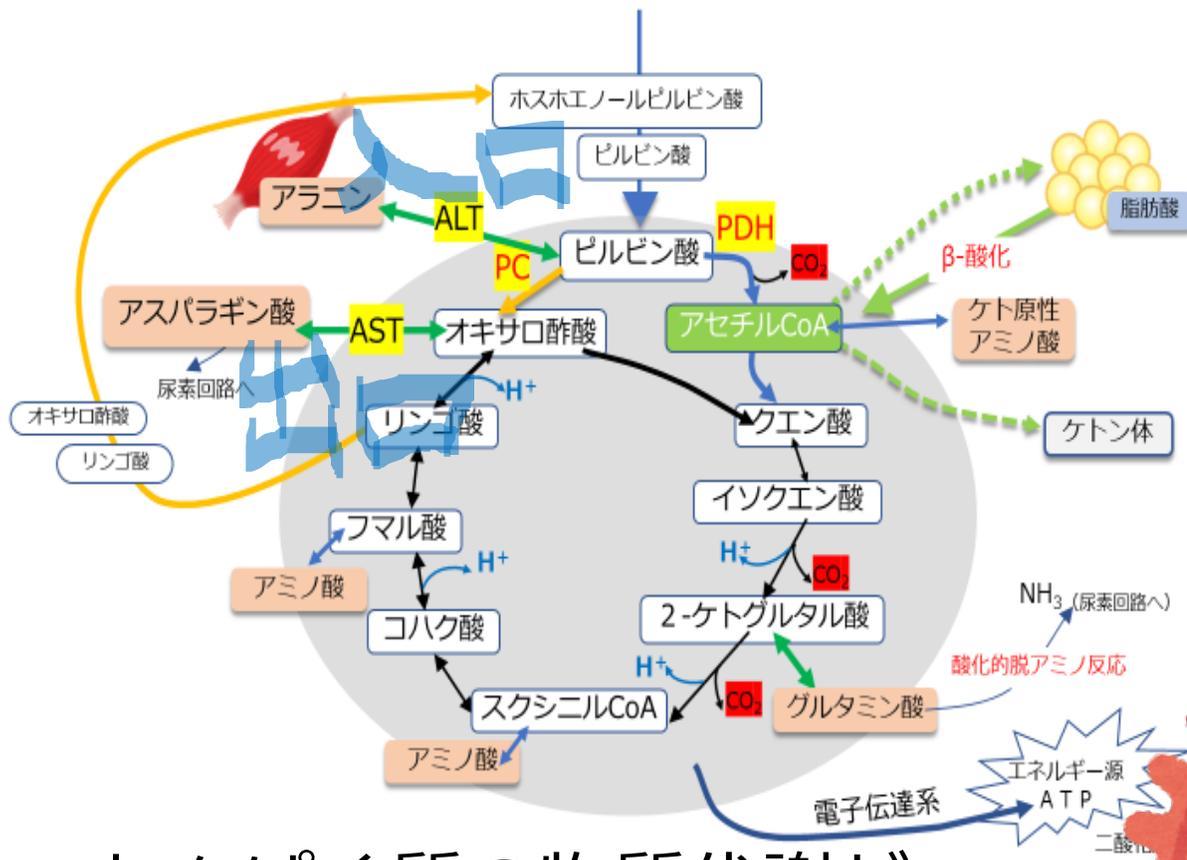
## コリ回路



# 組織間の 三大栄養素の関わり



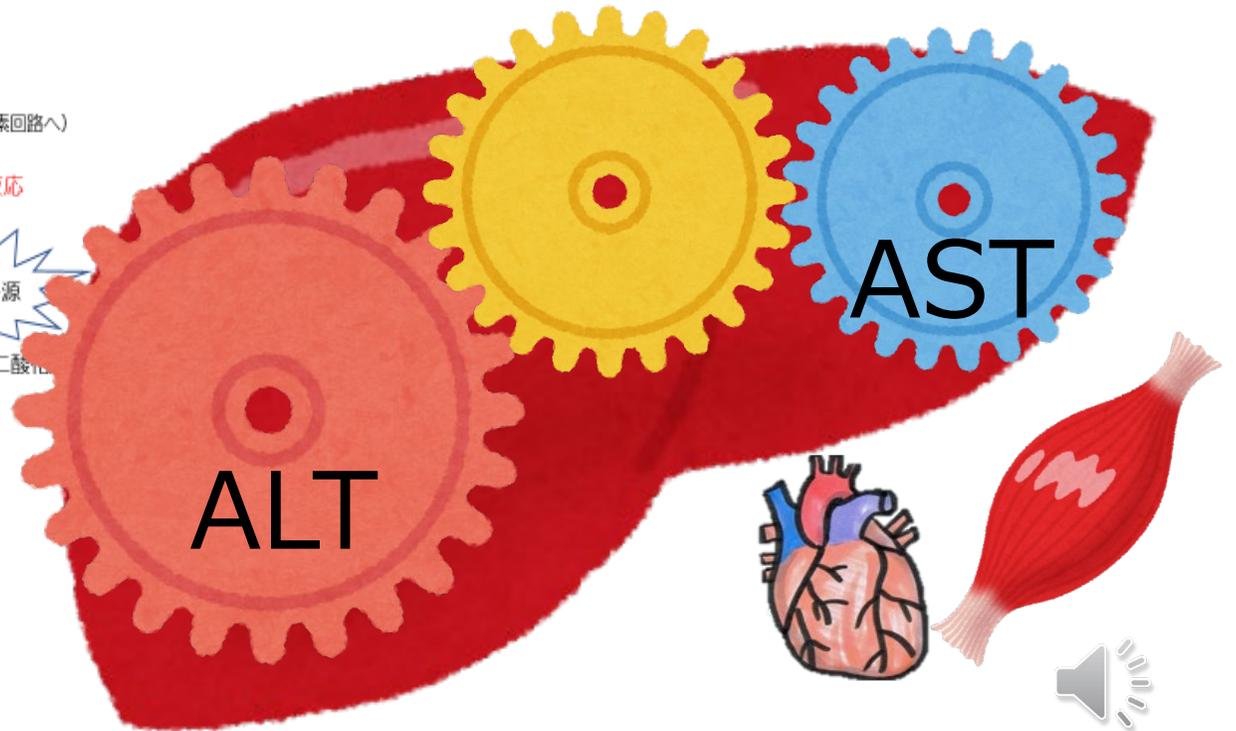
ATPは三大栄養素の混合燃料でつくられる



肝臓の働きを示すASTとALTは、  
 両方とも同じ数値（20～25）  
 が望ましい

## たんぱく質の物質代謝が エネルギー代謝の下支え

- ピルビン酸は糖の最終産物
- アセチルCoAは脂質代謝の出入り口
- オキサロ酢酸は糖新生の出発点



ASTは心臓や筋肉にもあるが、ALTは肝臓のみに存在

# 体たんぱく質の評価

積極的に病気を治すために必要な代謝がたもたれているか？  
代謝の中心である肝臓のタンパク合成能は？  
注) 腎臓や肝臓に障害がある人には適合しません

おまけ

## ■量の評価 TP、Alb、Hb、TC、ChE

脱水がないかBUNと合わせて必ず確認。  
TPが7.5以上は脱水傾向

- TP = (アルブミン+グロブリン)
- Alb : TPの約67%を占めるたんぱく質 (肝臓で合成)  
3.7g/dl以下 肝機能低下  
4g/dl以上は欲しい

食事の摂取量はOKでも低い場合は、  
消化ができているかどうか考える

- TC : コレステロールはリポたんぱくの  
形で輸送されるため、高齢者では  
全身の栄養状態の指標



# 体たんぱく質の評価



## ■質の評価 ALT、AST、LDH 生体に必要なアミノ酸への作り変え

- ①  $AST \div ALT$  (20~25ぐらいで、差が2以下が理想的)
- ②  $AST > ALT$  (差が3以上) ビタミンB群代謝不足
- ③  $AST < ALT$  脂肪肝、ウイルス肝炎 ②+③の状態があると一見①に見えることがある(マスク状態)
- ④  $AST > 40$  心不全、筋肉障害
- ⑤  $AST \uparrow$   $ALT \downarrow$  ビタミンB群消費↑

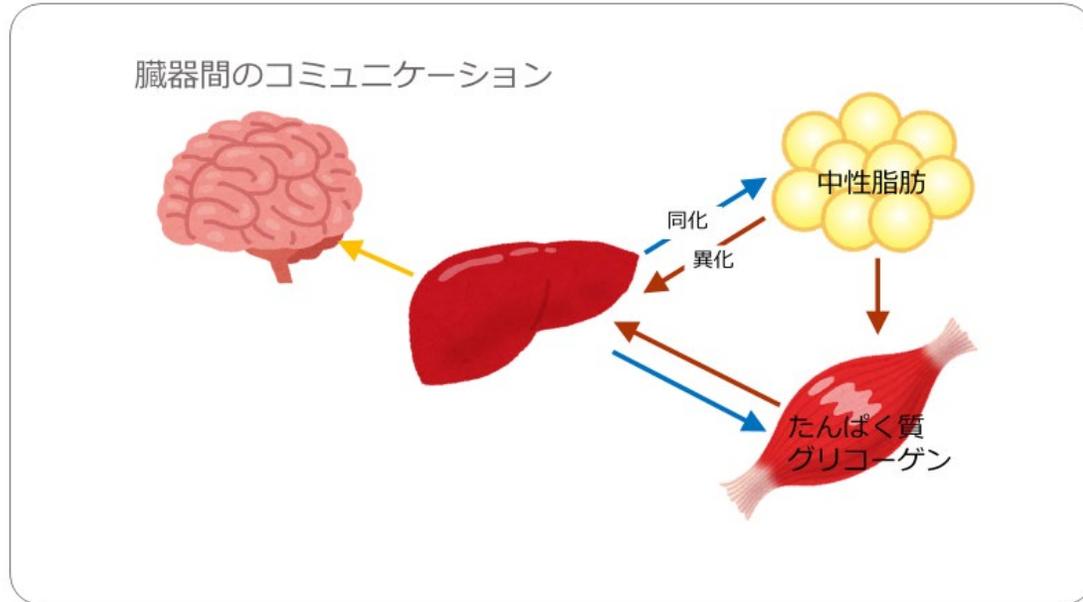
AST、ALTは高くても、低くても(特にALTが一桁は絶対不足) 補給を考える

## ■バランス BUN、Cr、A/G比 利用されたアミノ酸の排泄



- BUNは脱水や便秘の確認。ひと桁というのは明らかなたんぱく不足
- Crは筋肉量の指標 筋肉量が低いとタンパク質はうまく廻らない

# 終わりに



この調節にホルモン・神経系が  
関与している

- 細胞（たんぱく質）は毎日作り替えられている  
➡同化と異化は同時並行
- 人間は体を動かすことを前提に作られている  
メイン器官：筋肉組織  
バックアップ器官：脂肪組織
- 最も使いやすい栄養素は糖（グルコース）  
外部補給：食べ物  
内部補給：糖新生
- エネルギー代謝の調節  
機能維持：疾病回復、運動時  
機能破綻：糖尿病、脂質異常症



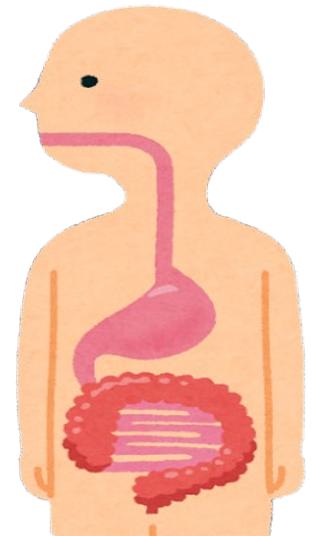
# 終わりに



この調節にホルモン・神経系が  
関与している

- 細胞（たんぱく質）は毎日作り替えられている  
➡同化と異化は同時並行
- 人間は体を動かすことを前提に作られている  
メイン器官：筋肉組織  
バックアップ器官：脂肪組織
- 最も使いやすい栄養素は糖（グルコース）  
外部補給：食べ物  
内部補給：糖新生
- エネルギー代謝の調節  
機能維持：疾病回復、運動時  
機能破綻：糖尿病、脂質異常症

マクロの視点も大事  
(消化吸収・腸内細菌叢)



# 参考資料

- リコピンコットシリーズ イラストレイテッド生化学 [原書 4 版] , 石崎泰樹/丸山敬監訳,丸善株式会社,2008
- ブラウン生化学,新井洋由監訳,化学同人,2019
- 一目でわかる医科生化学,西澤和久訳,メディカル・サイエンス・インターナショナル,2007
- ポケットアトラス栄養学,北原健/阿部博幸監修,ガイアブックス,2014
- 忙しい人のための代謝学,田中文彦著,羊土社,2020
- 糖尿病はグルカゴンの反乱だった,植田太郎著,星和書店,2019