

# 動物栄養学 (2017\_第11回)

## 栄養素の代謝II：エネルギー代謝 (教科書 p95-119など)

- ✓ 動物細胞内に取り込まれた栄養素は、細胞呼吸による段階的な化学反応を経て酸化されることで、ATPが合成される。
- ✓ 高エネルギーリン酸化合物(ATP, GTP)は物質輸送、タンパク質合成、運動などで消費されるほか、余剰エネルギーはグリコーゲン、脂肪酸、グルコースなどの再合成に利用される。
- ✓ 動物が食品・飼料を通じて摂取したエネルギーの多くは、熱や排泄物のような体内で利用できない形態として処理される。

7/12 の小テスト

必須単語を使って、**エネルギー代謝に関する要約文章**を作成しなさい  
(150-250字程度；選択単語を3つ以上用いること；図表を含めて可)

選択単語：維持要求量、エネルギー換算係数、グリコーゲン、酸素、代謝体重、ミトコンドリアマトリックス、リン酸 (またはリン酸化) アセチルCoA、熱エネルギー

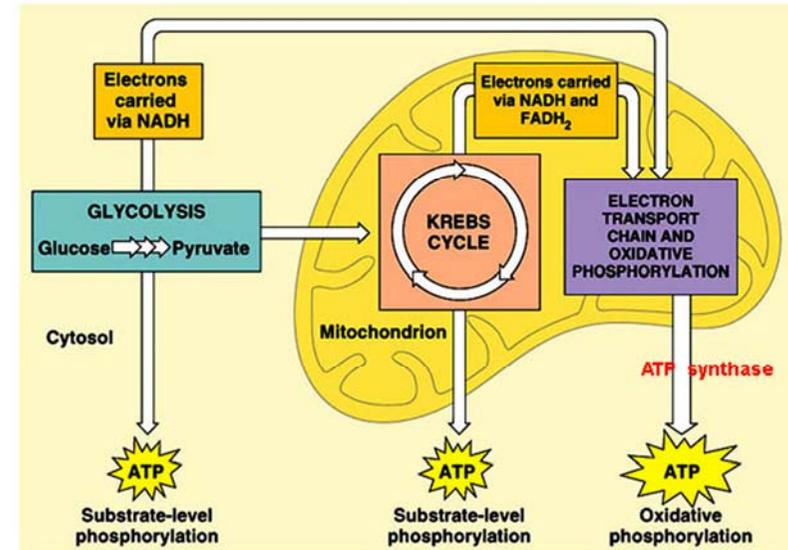
\*選択単語以外に、作成した文章の中からキーワードを2つ指定してください。

I

# エネルギーの産生と利用

(教科書 p96)

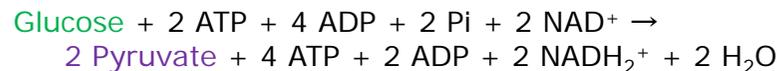
## 栄養素からのエネルギー獲得



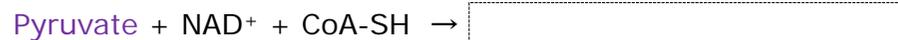
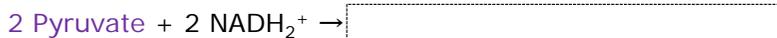
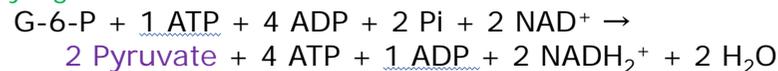
2

## エネルギーの生成 - 基質からのATP合成

### [I] 解糖系



### Glycogen →

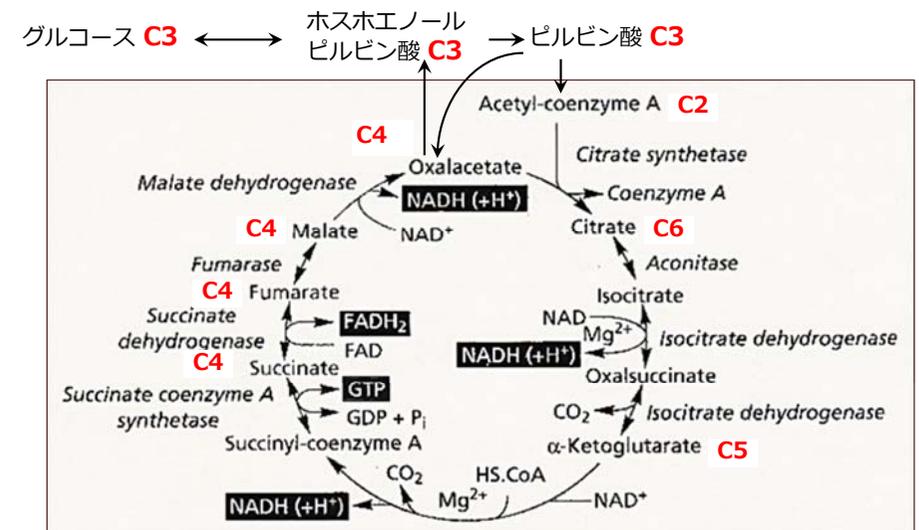


### [II] クエン酸回路



### [III] 電子伝達系

3



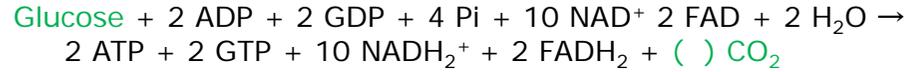
TCA回路の目的と存在意義…

- 1.
- 2.
- 3.

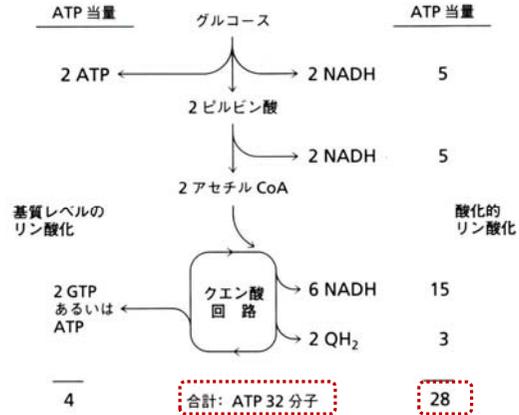
4

# エネルギーの生成 - 基質からのATP合成

## 【I】 解糖系 + 【II】 クエン酸回路



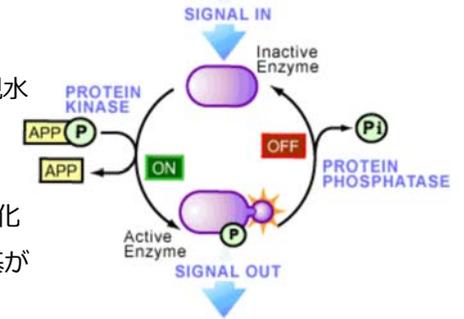
## 【III】 電子伝達系



# エネルギーの使いみち - "消費" (教科書 p104-107)

- ① タンパク質合成 (ペプチド結合の形成)
- ② 能動輸送・神経伝達
- ③ 筋収縮
- ④ タンパク質のリン酸化 (活性化)

- ( ) によるリン酸付加
- > タンパク質内の疎水性の部分に親水性に反転
- > 三次構造が変化
- > ( ) より脱リン酸化
- セリン、トレオニン、チロシンの残基が主な標的



- ⑤ タンパク質の分解

<http://www.scq.ubc.ca/protein-phosphorylation-a-global-regulator-of-cellular-activity/>

# エネルギーの使いみち - "再貯蓄"

- ① グリコーゲン合成 (肝臓・筋肉)

- グルコース1分子につき 1ATP

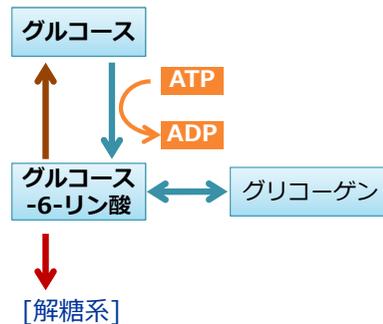
## グリコーゲンの用途

肝臓... ( )

筋肉... ( )

肝臓では ( ) が多く存在し、グルコースが産生されやすい。

筋肉では ( ) が少ない (活性が低い) ため、産生されたグルコース-6-リン酸は解糖系に入る



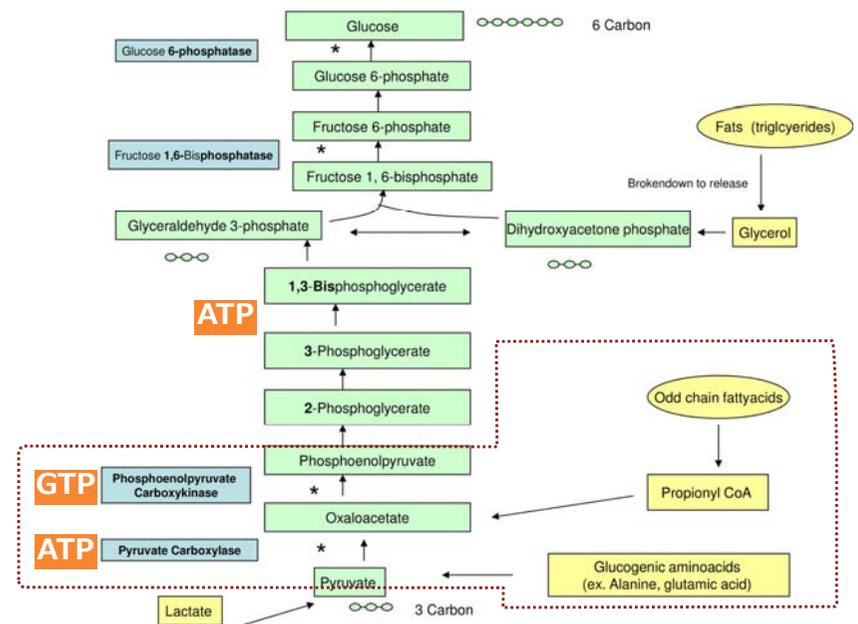
- ② 脂肪酸合成 (肝臓・筋肉)

- パルミチン酸1分子合成のために 8 アセチルCoA + 7ATP + 14 NADPH<sub>2</sub><sup>+</sup>

- ③ 糖新生 (おもに )

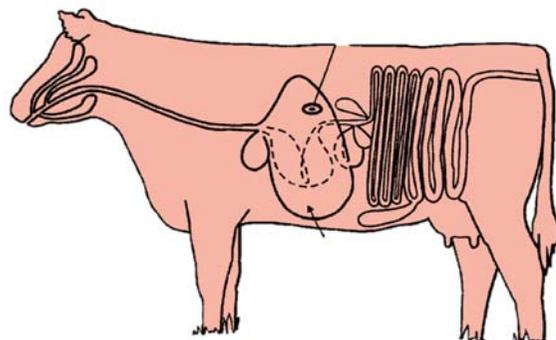
- 乳酸/プロピオン酸 → グルコース1分子につき 6ATP

# エネルギーの使いみち - "再貯蓄"



## 動物の栄養分配

熱、炭酸ガス、メタン



Input:  
飼料 35kg  
[20kg]

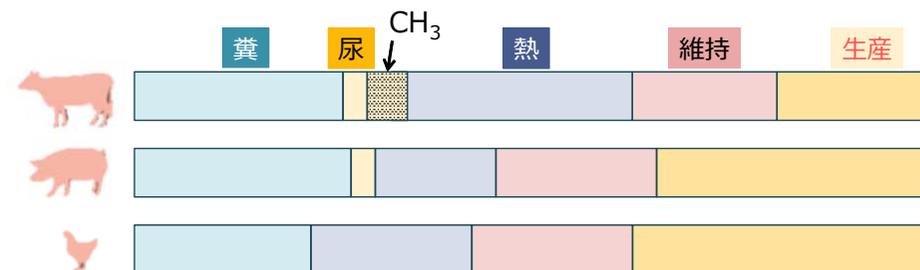
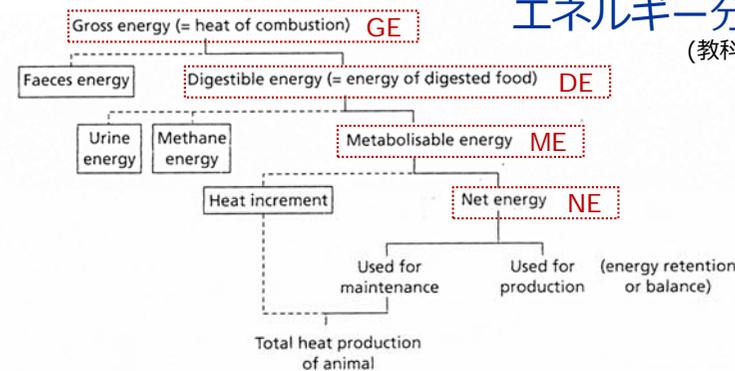
Output(A):  
乳 ( )kg [ kg]  
体内蓄積 <1 kg

Output(B):  
糞 ( )kg [ kg]  
尿 ( )L [ kg]

\*[]内は乾物としての重量

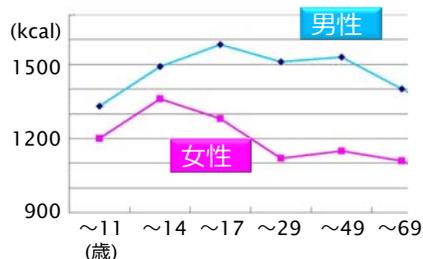
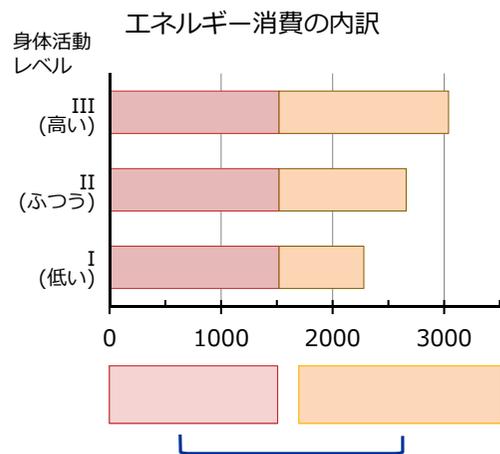
## エネルギー分配

(教科書 p108-109)



II

## ヒトの活動とエネルギー配分



摂取エネルギー量がこの和を…  
下回れば体成分（最初に体脂肪、次に筋肉）が動員される  
上回れば体蓄積（体脂肪として）が起きる

## エネルギー代謝

Atwater のエネルギー換算係数

栄養素	物理的 燃焼熱 (kcal/g)	消化 吸収率 (%)	排泄熱量 (kcal/g)	換算係数 (kcal/g)
タンパク質	5.7	92	1.25	4
脂質	9.4	95		9
炭水化物	4.1	97		4

ヒトのエネルギー摂取水準の計算では、栄養素ごとに消化吸収率と排泄熱量について、あらかじめ加味して算出された換算係数が用いられる

## 基礎代謝と維持要求

基礎代謝量とは、覚醒状態で必要な最小源のエネルギーであり、早朝空腹時に快適な室内（室温など）において安静仰臥位・覚醒状態で測定される。

畜種 (体重, 生産量[乳量、 増体重])	NE要求量 (MJ)		維持に必要な NE量 (MJ/kg体重)
	維持	生産	
乳牛 (600kg, 30kg)	42	93	70
肉牛 (300kg, 1kg)	23	16	77
肉豚 (50kg, 0.75kg)	7	10	140
肉用鶏 (1kg, 0.035kg)	0.50	0.32	500

NE要求量…Net energy requirement  
維持…Maintenance 生産…Production

14

維持に必要なエネルギー量は

正味体重の0.75乗( )に比例する

Animal	Liveweight (kg)	Fasting metabolism (MJ/day)			
		Per animal (1)	Per kg liveweight (W) (2)	Per m <sup>2</sup> surface area (3)	Per kg W <sup>0.75</sup> (4)
Cow	500 (105.7)	34.1	0.068	7.0	0.32
Pig	70 (24.2)	7.5	0.107	5.1	0.31
Human	70 (24.2)	7.1	0.101	3.9	0.29
Sheep	50 (18.8)	4.3	0.086	3.6	0.23
Fowl	2 (1.7)	0.60	0.300	-	0.36
Rat	0.3 (0.4)	0.12	0.400	3.6	0.30

15

## 基礎代謝とエネルギー利用効率

畜種 (体重, 生産量[乳量、 増体重])	NE要求量 (MJ)		維持に必要な NE量 (MJ/kg体重)	増体1kgに必要な NE量 (MJ)
	維持	生産		
乳牛 (600kg, 30kg)	42	93	70	-
肉牛 (300kg, 1kg)	23	16	77	16.0
肉豚 (50kg, 0.75kg)	7	10	140	13.3
肉用鶏 (1kg, 0.035kg)	0.50	0.32	500	9.1

16



## 成長に伴う飼料給与量の増加

月 齢	1日あたりの飼料給与量			体格	
	濃厚飼料 (kg)	牧草 (kg)	合計 (kg)	体重 (kg)	体高 (cm)
3	2.5	1.5	4.0	105	95
4	2.5	2.0	4.5	130	100
6	2.5	3.0	5.5	180	108
8	2.5	4.0	6.5	230	116
10	2.5	5.5	8.0	280	122
12	3.0	6.0	9.0	332	126
14	3.0	7.0	10.0	384	130
16	3.0	8.0	11.0	434	133
18	3.5	8.0	11.5	482	135
20	3.5	8.5	12.0	522	140

成長に合わせ、生命活動の維持に必要なエネルギー量(基礎代謝量)も増加するので、同程度の体重増加に必要なエサの量は増える