家畜栄養学 (第3回:栄養素の化学Ⅱ：炭水化物)

今日のまとめ Take-home message

- ☑ 炭水化物はほとんどの場合炭素（C）、水素（H）、酸素（O）で構成
- ☑ 炭水化物は単糖類を基本単位として、植物体内では主に多糖類の形で保持
- ☑ 動物体内では、炭水化物は主にグルコースなどの単糖類の形で、エネルギー源として利用
- ☑ セルロースは通常動物により分解されないが、微生物による分解を経てエネルギー源として利用可能

次回 (5/2) の小テスト

必須単語を使って、炭水化物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2つ以上用いること）

必須単語：エネルギー、単糖、酵素
選択単語：吸収、ATP、結合、構造、溶解、グリコーゲン、繊維

食品・飼料中の炭水化物

【飼料の場合】

炭水化物 ┬

【食品の場合】

炭水化物 ┬

炭水化物の化学構造 (教科書 p12)

主として炭素（C），水素（H）、酸素（O）

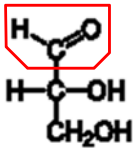
の三元素からなり、一般式　　で表わされる。

炭水化物は糖、および加水分解によって糖を生じる化合物の総称である。

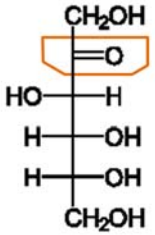
ポリヒドロキシル化された、カルボニル基をもつ化合物

アルデヒド基をもつ糖: アルドース

ケトン基をもつ糖： ケトース



D−グリセルアルデヒド



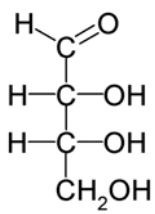
D−フルクトース

炭水化物の構成成分 - 単糖 - (教科書 p13)

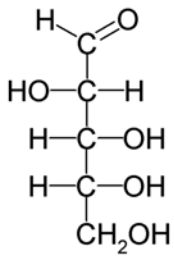
単糖: それ以上簡単な化合物に分解できない糖類
アルデヒド基、ケトン基を持つため、[　　]

- 単糖類は構成する炭素数により分類される。
- 天然に存在する単糖類は主に五単糖および六単糖である。

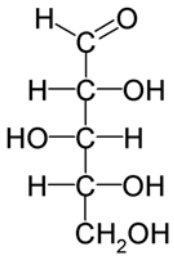
四単糖　　五単糖



D-Erythrose



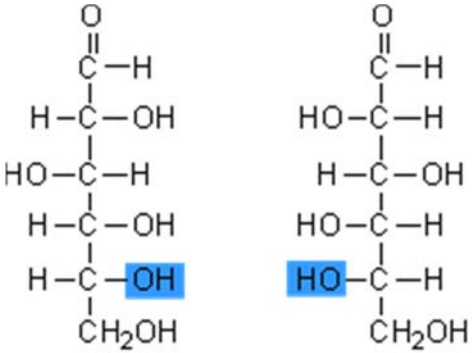
D-Arabinose



D-Xylose

炭水化物の化学構造

アミノ酸と同様、糖にも結合相対が異なる不斉炭素があるため、
立体異性体を有する。

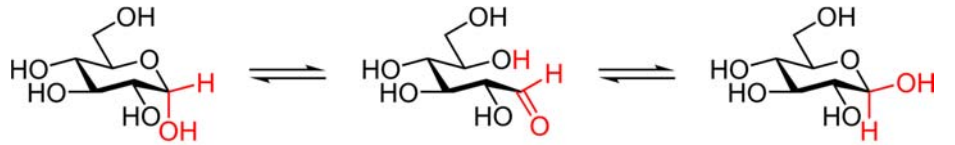


D−グルコース　　L−グルコース

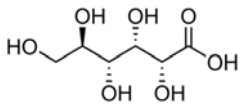
アルデヒド基（またはケトン基）を上に書いたときに
最も遠い不斉炭素に結合する水酸基(-OH)が**右側ならD体**、**左側ならL体**

もっとも重要な六単糖 - グルコース -

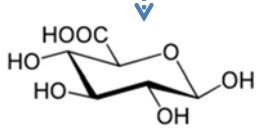
環状体が一定の割合で平衡して存在している



α-D-Glucose (38%)　　β-D-Glucose (62%)

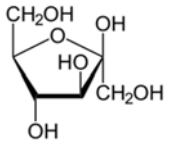


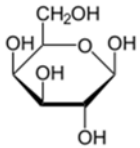
(Gluconic acid)



(β-Glucuronic acid)

代表的な六単糖と二糖類



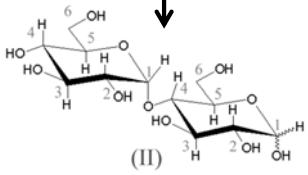


α-D-Glucose　　β-D-Fructose　　β-D-Galactose

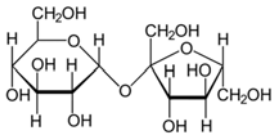
＋　　＋　　＋

α-D-Glucose　　α-D-Glucose　　β-D-Glucose

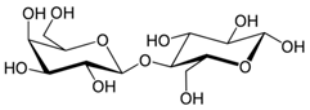
↓　　↓　　↓



Maltose (α-1,4-bond)



Sucrose (α-1,2-bond)

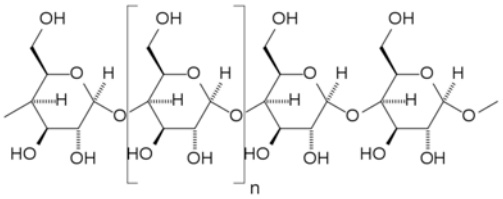


Lactose (β-1,4-bond)

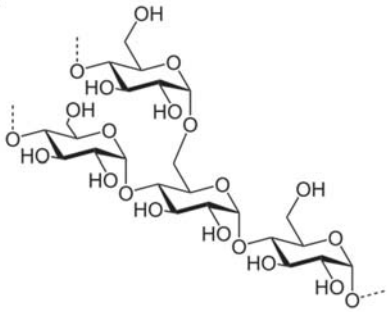
多糖類

多糖類: 単糖類がグリコシド結合により多数結合したもの
植物体成分の大部分を占め栄養学的に重要な化合物

デンプン: α-グルコースが多数結合したものであり穀類に多く含まれる。
エネルギー貯蔵物質の代表的存在



アミロース
(＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿結合)

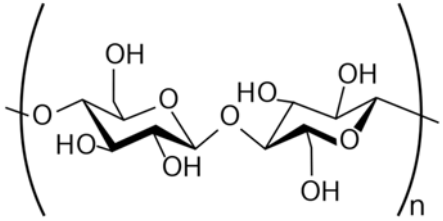


(α-1,4-結合, α-1,6-結合)

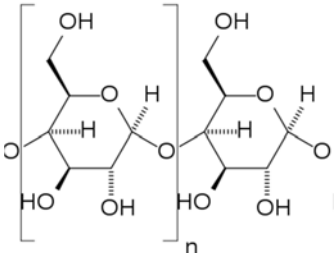
アミロースとアミロペクチンの存在比率は植物種によって異なる

多糖類

セルロース：植物細胞壁の主成分で、すべての植物体に含有する。
構造性多糖の代表的存在



セルロース (β-1,4-結合)



アミロース (α-1,4-結合)

高等動物はβ-1,4-結合を解離可能なグルコシダーゼ（セルラーゼ）を持たず
セルロースを消化することはできない。

特定種類の微生物はセルラーゼを有しており、
セルロースをグルコースまで分解することができる。

草食動物の消化管内ではこうした微生物が棲息しているために、
セルロースを栄養素として利用できる

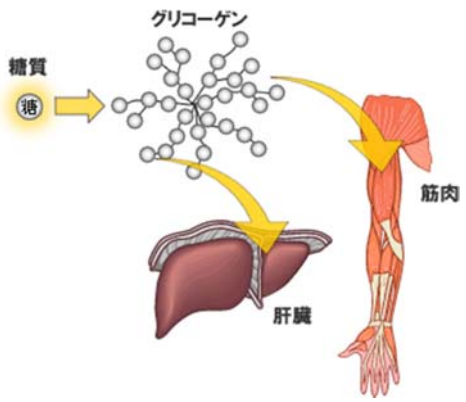
炭水化物の機能 (教科書 p15-16)

①情報伝達	糖脂質 核酸
②物理的構成要素	ヒアルロン酸 コンドロイチン アセチルグルコサミン
③エネルギー	グルコース グリコーゲン
④エネルギー担体	ATP GTP

動物における炭水化物の最大の機能 - エネルギー源 -

食品・飼料の主体である植物体は、その大部分（固形分の約７０％）が
炭水化物で構成されている。

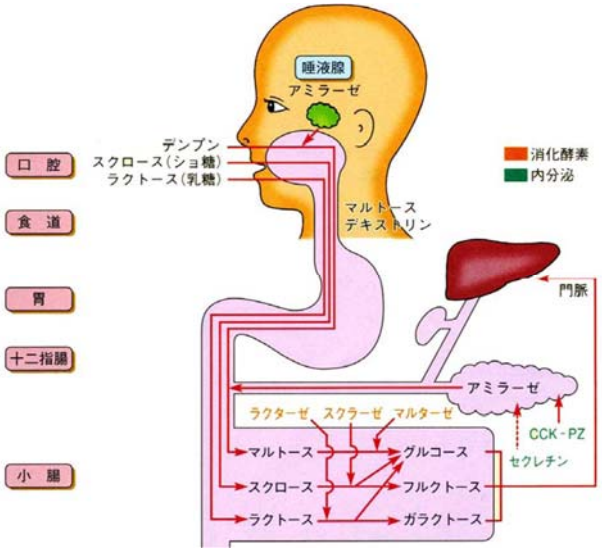
体内で炭水化物は、主にグルコースなど単糖類の形で
エネルギー源として利用される



すぐに消費されないブドウ糖は、グリコーゲンとして肝臓、筋肉に蓄えられる

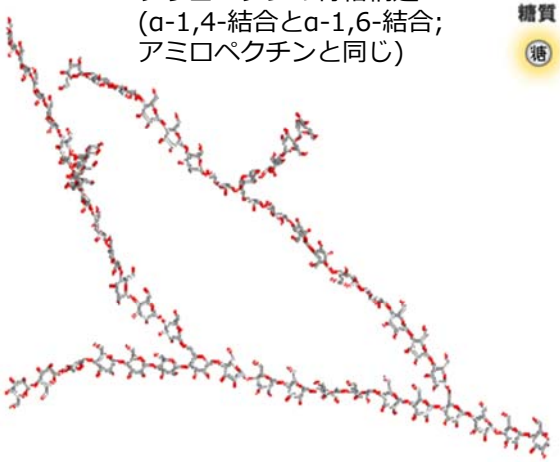
動物における炭水化物の最大の機能 - エネルギー源 -

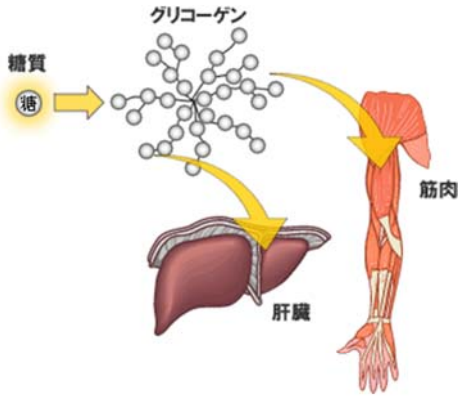
食品・飼料の主体である植物体は、その大部分（固形分の約７０％）が
炭水化物で構成されている。
動物では血糖やグリコーゲンとして蓄積されているが、ごく少量である



エネルギーの一時蓄積 -グリコーゲン-

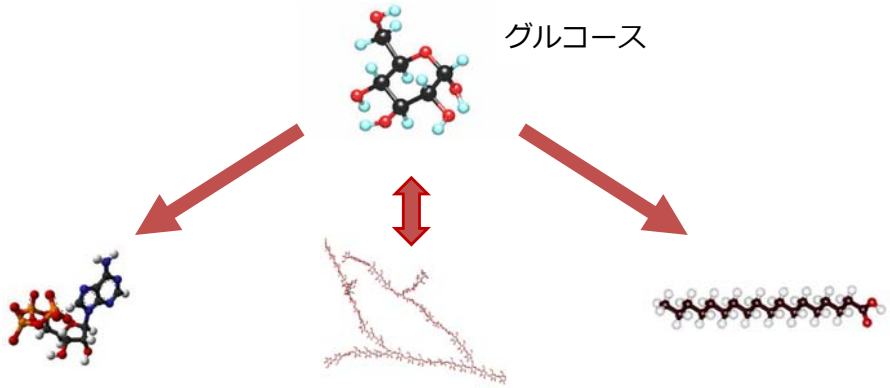
グリコーゲンの骨格構造
(α-1,4-結合とα-1,6-結合;
アミロペクチンと同じ)





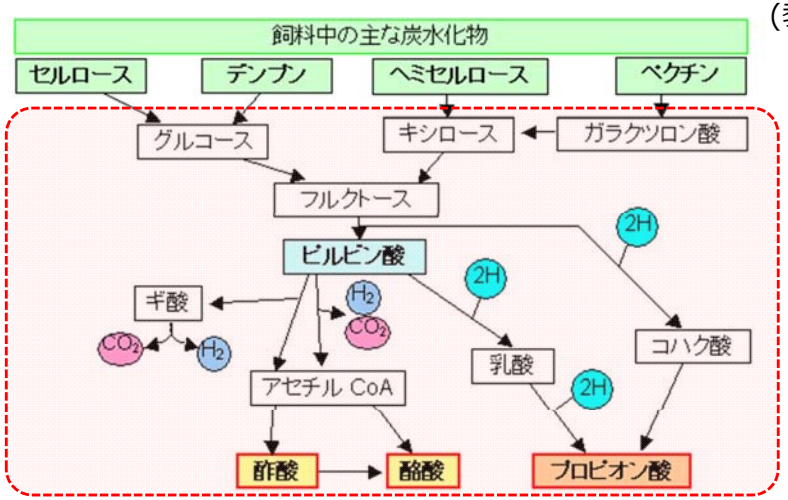
すぐに消費されないブドウ糖は、グリコーゲンとして肝臓、筋肉に蓄えられる

動物体内での エネルギー(源)の保持時間を比べてみると



反芻動物における炭水化物消化 - 微生物による分解 -

(教科書 p210)



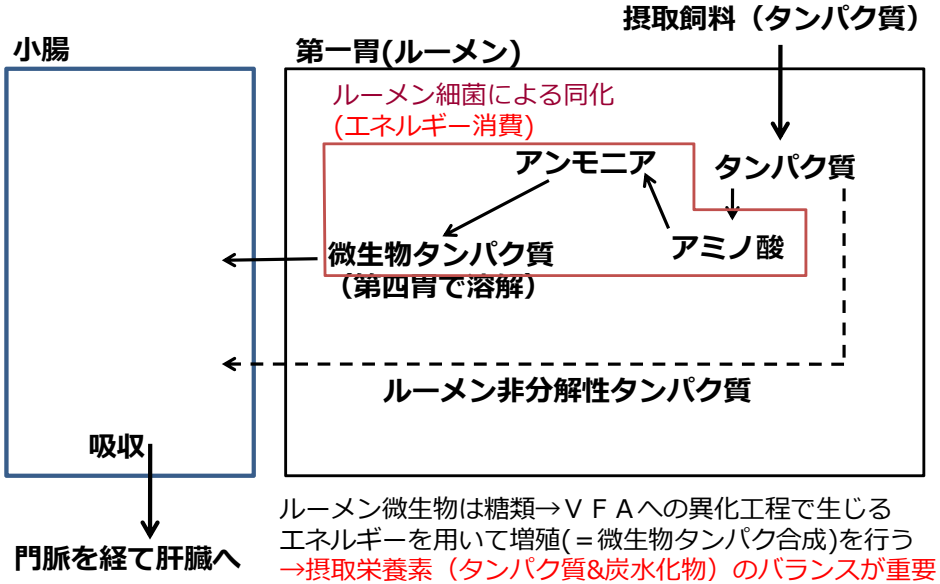
反芻動物自身の主要なエネルギー源は糖類ではなく、微生物の代謝による

（酢酸、酪酸、プロピオン酸）

を吸収して利用している

反芻動物におけるタンパク質の消化 - 微生物による、エネルギーを利用した再構成 -

(教科書 p212)



ルーメン微生物は糖類→ＶＦＡへの異化工程で生じるエネルギーを用いて増殖(＝微生物タンパク合成)を行う

→摂取栄養素（タンパク質&炭水化物）のバランスが重要