

# くらしの化学 6月16日

## 生命を支える物質

8章 簡単な有機化合物

9章 脂質

10章 糖質

11章 アミノ酸とタンパク質

12章 核酸とATP

担当: 前田史郎

工学部生物応用化学科物理化学グループ

URL <http://acbio2.acbio.fukui-u.ac.jp/phychem/maeda>

# 10章 糖質

10.1 糖類

10.2 単糖類

10.3 二糖類

10.4 デンプンとセルロース

10.5 デンプンの味

10.6 糖タンパク質と血液型

## 10 糖類

デンプンとセルロースの構造は、どこがどのように違うのか。

デンプンを加水分解する酵素の名称を書け。また、デンプンは酵素による加水分解により何に変わるのか。

# 11章 アミノ酸とタンパク質

11.1 アミノ酸

11.2 アミノ酸とうま味物質

11.3 タンパク質の一次構造

11.4 タンパク質の高次構造

11.5 タンパク質の変性

11.6 酵素

11.7 タンパク質とポリペプチドのさまざまな働き

11.8 窒素の排泄

## 11 アミノ酸とタンパク質

ポリペプチドとは、どのような物質か。また、ポリペプチドの例を1つあげよ。

タンパク質は一般に負の電荷を帯びている。なぜか。また、負の電荷を帯びていることはどのような現象から推定できるか。

タンパク質の変性と構造との関係について述べよ。

酵素はどのような仕組みで反応を速くするのか。

酵素の活性と温度との関係について述べよ。

## 12章 核酸とATP

12.1 核酸の性質と機能

12.2 タンパク質の生合成と遺伝子工学

12.3 エネルギーの通貨 - ATP

## 12 核酸とATP

DNAがもつ情報はタンパク質合成についてである。しかし糖や脂肪などタンパク質以外の物質の合成の遺伝情報もDNAによって伝えられる。そのしくみについて述べよ。

酸素呼吸の利点を述べよ。

ATPの働きは大きく四つに分けられる。どのような働きか。

# 10章 糖類

## 炭水化物

糖質ともいう。多くは一般式 $C_nH_{2m}O_m$ を持ち、その成分元素としては炭素以外に水素と酸素とを水 $H_2O$ と同じ割合で含むのでこの名がある。一般に多価アルコールのアルデヒドまたはケトン(単糖)と、これらが脱水縮合したオリゴ糖や多糖がある。広く動植物界に存在し、緑色植物によって二酸化炭素と水から光合成される。脂肪、タンパク質とともに動物の3大栄養素の一つ。

光エネルギー、葉緑素

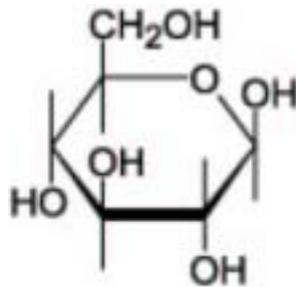


ブドウ糖

(グルコース)

## 糖類

糖類は、**単糖**、**オリゴ糖**、**多糖**に分類される。オリゴ糖は単糖が2～10個エーテル結合したものであり、ショ糖などの二糖類が重要である。多糖は単糖が10個以上エーテル結合したものであり、セルロース、デンプンなどがある。



ブドウ糖(グルコース)

表 1 0 . 1 糖類の分類

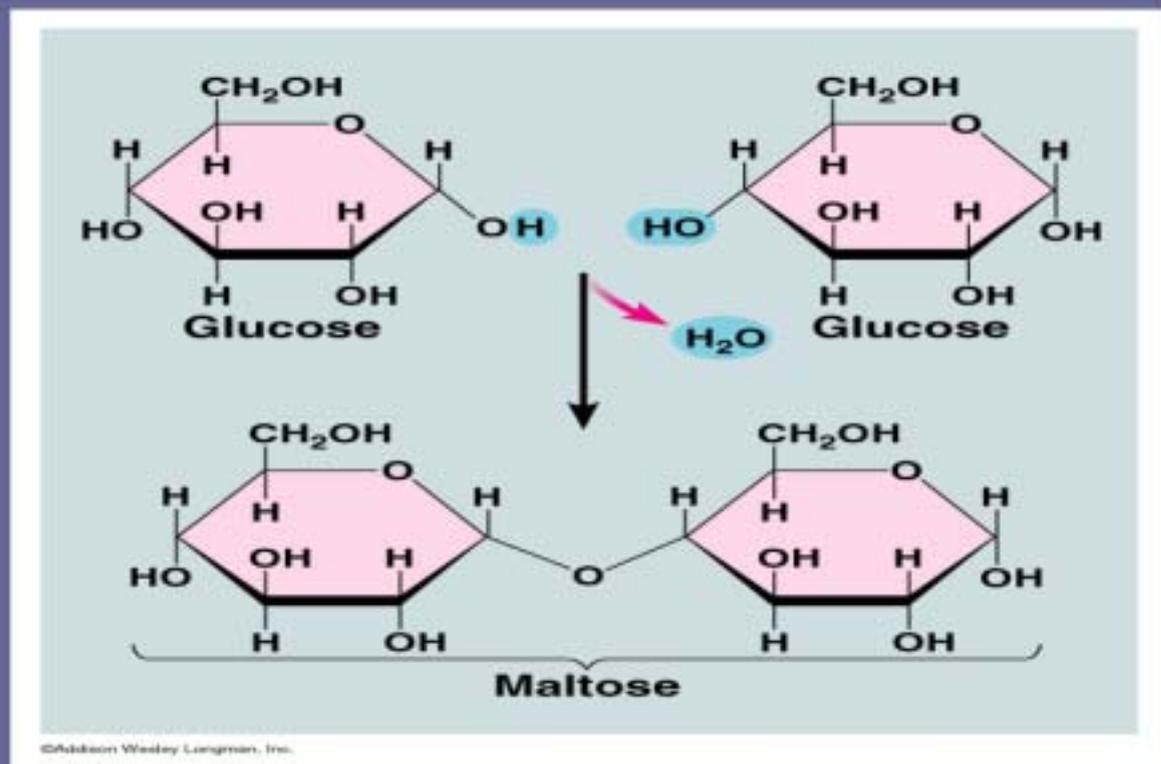
分類	例	構成成分	所在
単糖類	ブドウ糖(グルコース)		果実, 蜜
	果糖(フラクトース)		果実, 蜜
	ガラクトース		乳汁
二糖類	ショ糖(スクロース)	ブドウ糖と果糖	サトウキビ
	麦芽糖(マルトース)	ブドウ糖	水あめ
	乳糖(ラクトース)	ガラクトースとブドウ糖	乳汁
多糖類	デンプン	- ブドウ糖	穀物, 芋類
	セルロース	- ブドウ糖	植物体
	グリコーゲン	- ブドウ糖	肝臓, 筋肉

# 炭水化物(多糖)構造

単糖

+

単糖



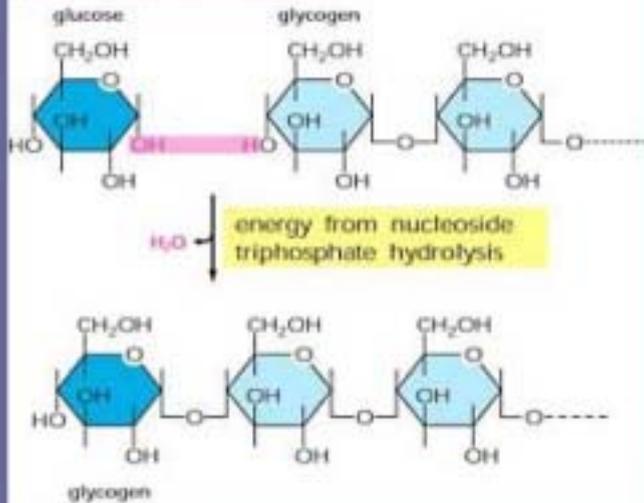
+  $H_2O$

二糖の加水分解

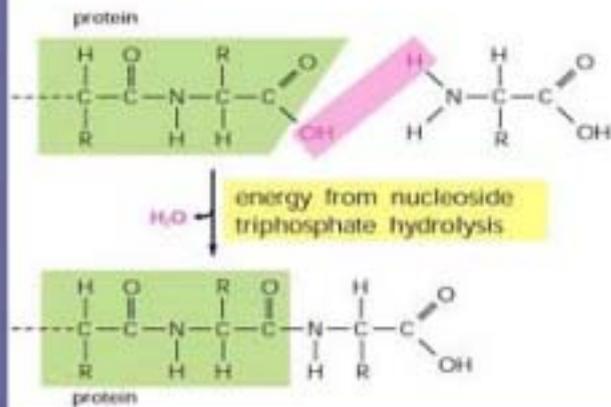
二糖の生成

# 生体高分子

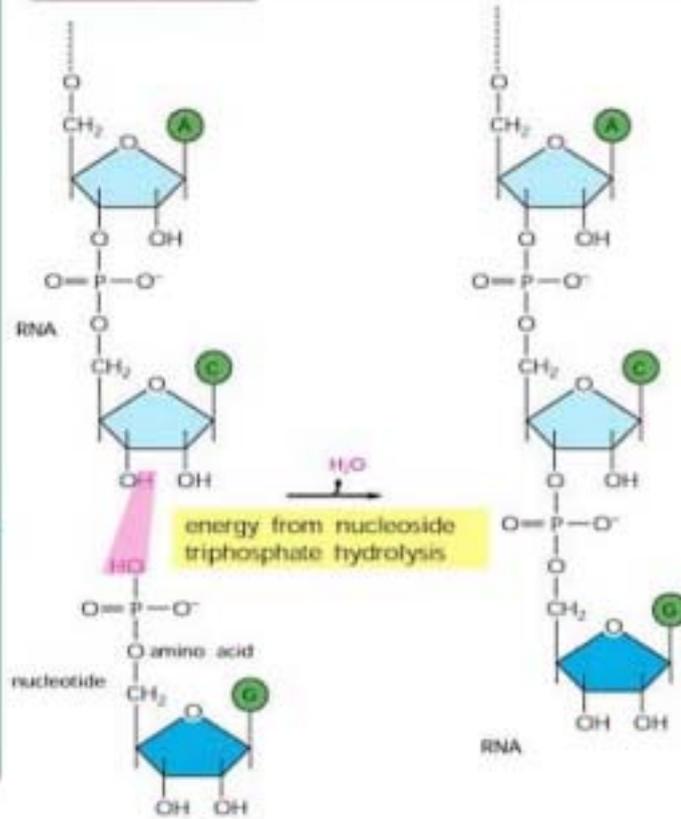
## POLYSACCHARIDES



## PROTEINS

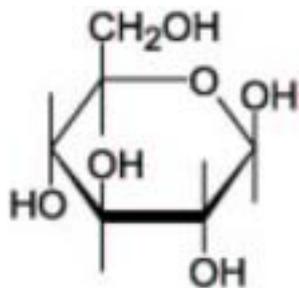


## NUCLEIC ACIDS



# 単糖

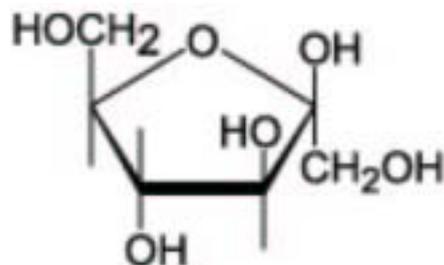
一般式 $C_nH_{2n}O_n$ を持ち、これより簡単な分子に加水分解されないものをいう。天然に存在するものには $n=5$ の**ペントース**と $n=6$ の**ヘキソース**が多い。一般に鎖式多価アルコールのアルデヒドまたはケトンに相当するもので、前者を**アルドース**、後者を**ケトース**という。



ブドウ糖

(グルコース)

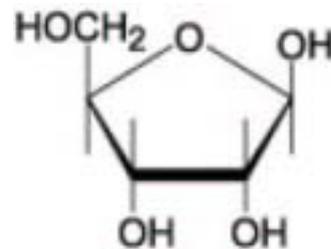
ヘキソース



果糖

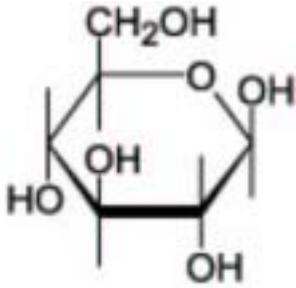
(フルクトース)

ペントース

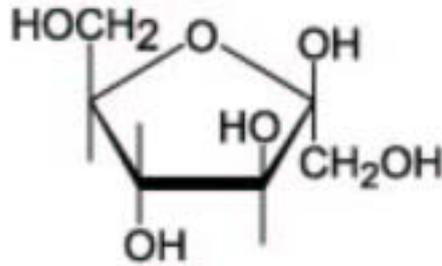


リボース

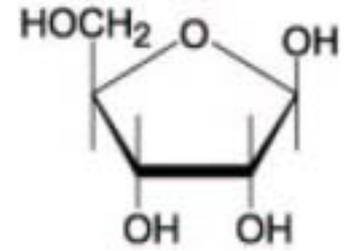
ペントース



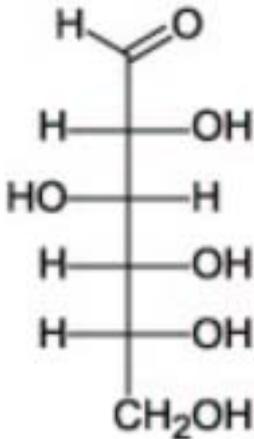
ブドウ糖  
(グルコース)



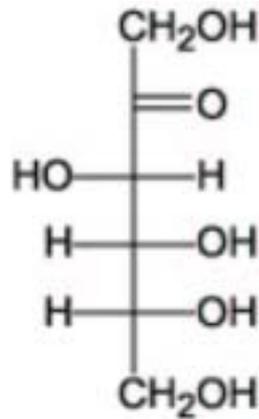
果糖  
(フルクトース)



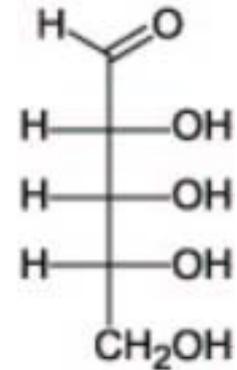
リボース



アルドース

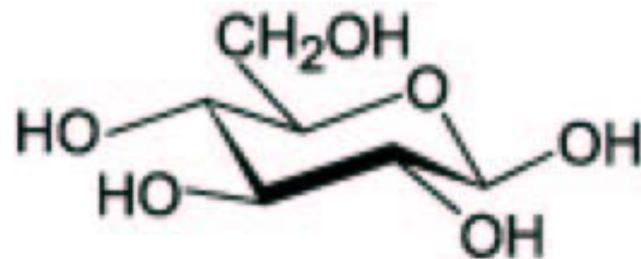
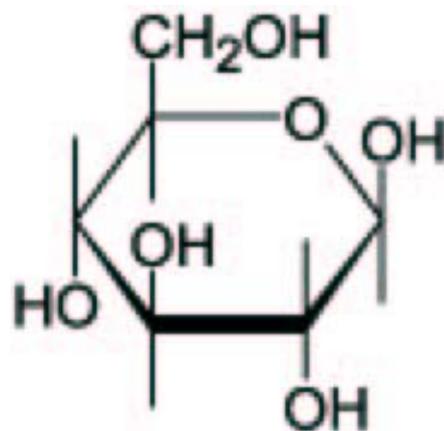
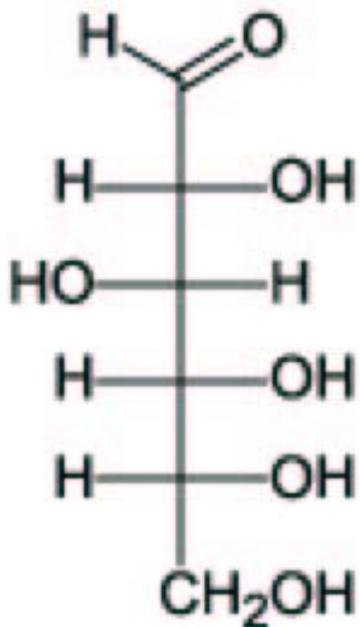


ケトース



アルドース

# 糖の表わし方

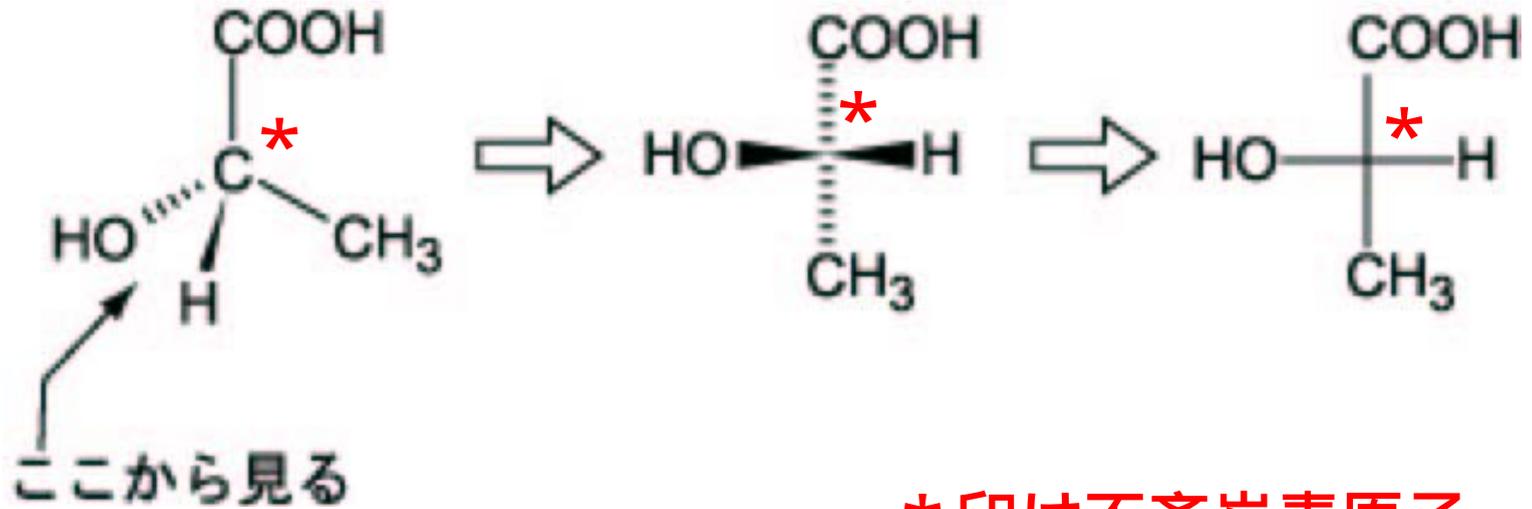


フィッシャー投影式  
(Fischer)

ハース投影式  
(Haworth)

立体配座式

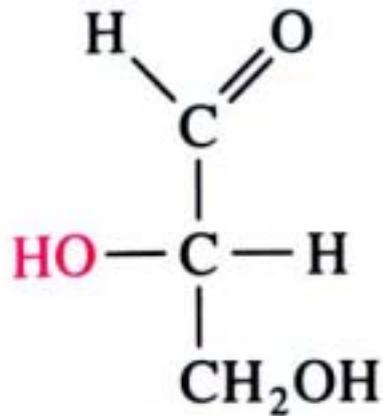
# Fischer投影式の描き方



\* 印は不斉炭素原子

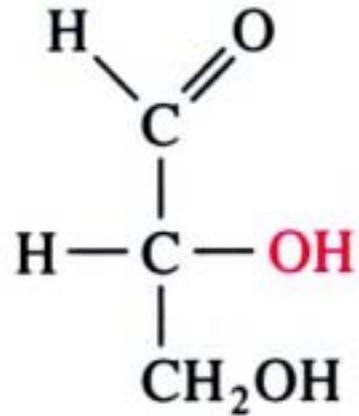
L-乳酸

(a)

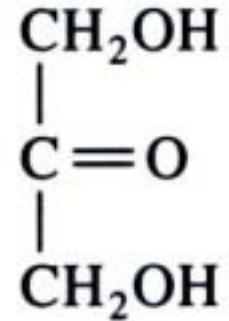


L-グリセル  
アルデヒド

(b)



D-グリセル  
アルデヒド



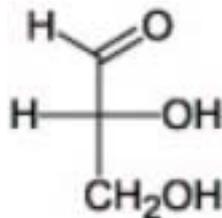
ジヒドロキシ  
アセトン

図 8・1 (a) グリセルアルデヒドと (b) ジヒドロキシアセトンのフィッシャー投影式. グリセルアルデヒドの L (左図) と D (右図) は, キラル炭素 (C-2) のヒドロキシル基の立体配置を表す. ジヒドロキシアセトンはキラルではない.

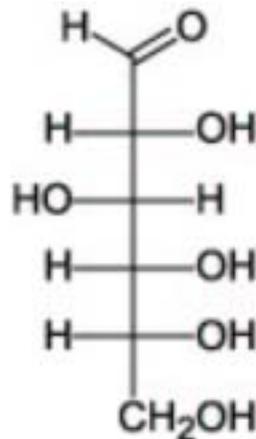
19世紀の後半に, グリセルアルデヒドの異性体のうちで, **偏光面を右に回転させるものがD形, 左に回転させるものがL形**と呼ばれることになった. 20世紀の中頃になってX線結晶解析によって, 最初に適当に当てはめておいた構造が正しかったことがわかった.

## D-形, L-形の決め方

糖をFischer投影図で描いたときに,カルボニル炭素から最も遠い不斉炭素の立体配置が, D-グリセルアルデヒドと同じであったら,つまりFischer投影図でこの炭素の右側に - OH基が描かれるものが, D-形の立体配置と決められている. 自然界にはD形の糖が圧倒的に多い.



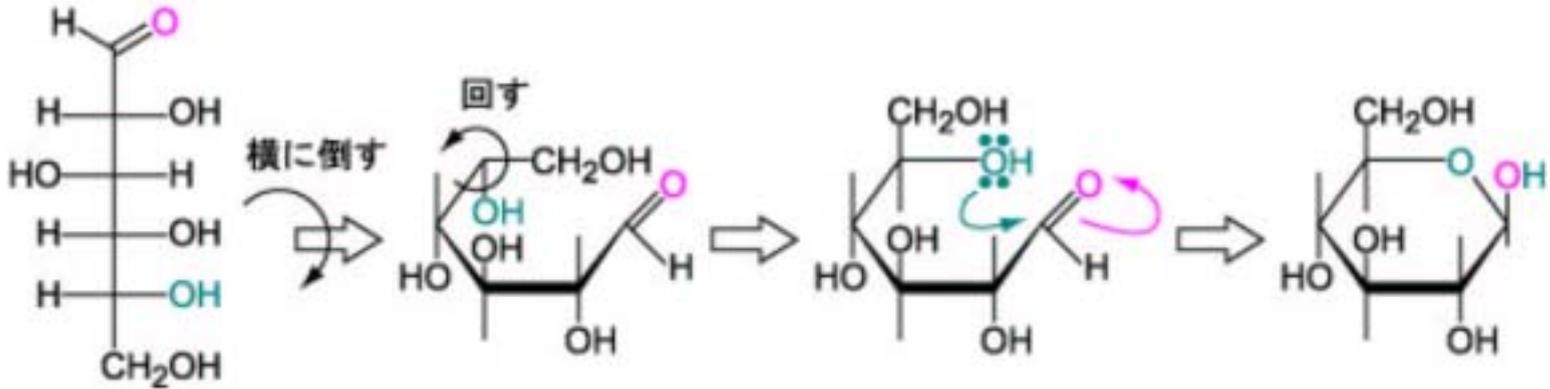
D-グリセルアルデヒド



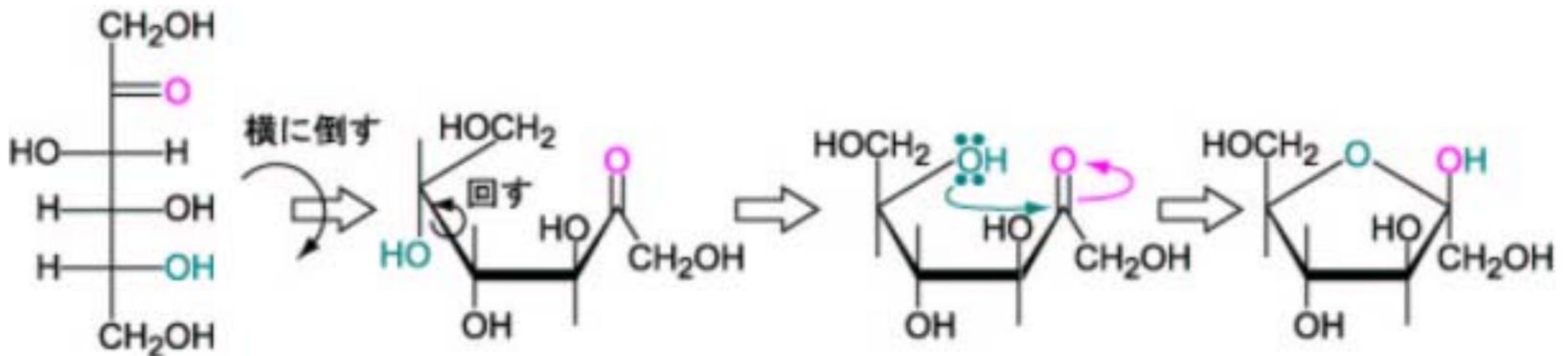
D-グルコース

# Fischer投影式からHaworth式へ

D-グルコース ( -D-グルコピラノース)



D-フルクトース ( -D-フルクトフラノース)



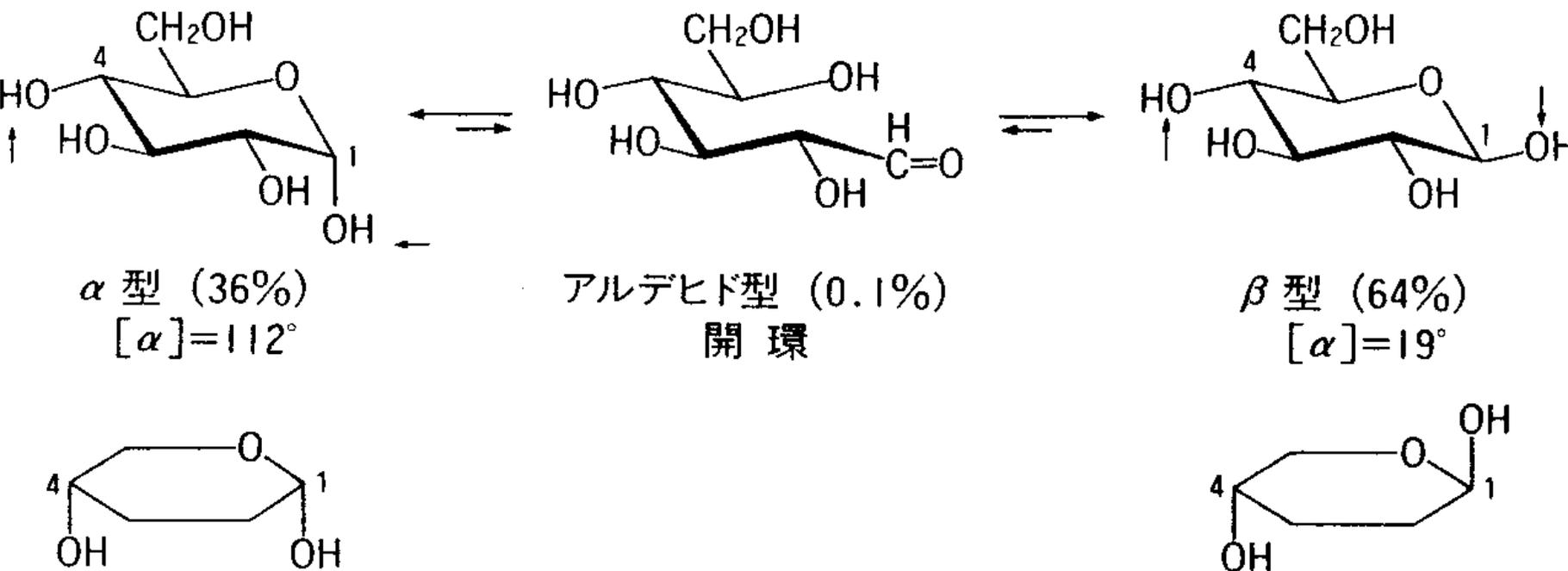


図 10.1 ブドウ糖の異性体

グルコースには  $\alpha$  型と  $\beta$  型があり、アルデヒド型を経て互いに変わりうる。 $\alpha$  型と  $\beta$  型は、1 番の炭素原子の立体構造が異なり互いに光学異性体である。

## 二糖類

代表的な二糖にショ糖，麦芽糖，乳糖などがある．

### ショ糖(スクロース)

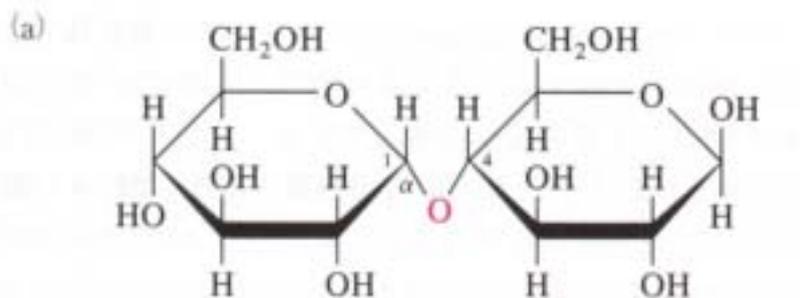
ブドウ糖と果糖の脱水縮合により生成する．ショ糖は甘味料，また防腐剤として広く使われており，サトウキビやテンサイからつくられる．

### 麦芽糖(マルトース)

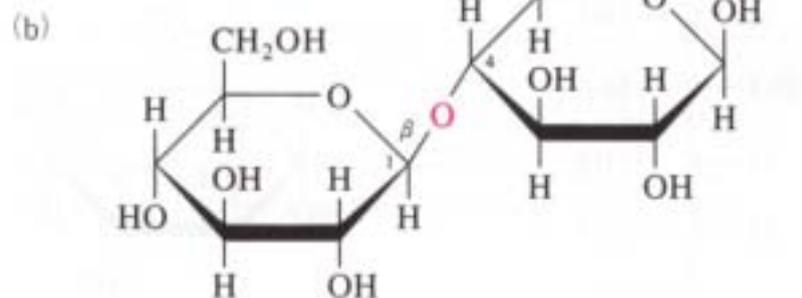
- グルコースが2分子縮合した二糖類であり，デンプンを
- アミラーゼで加水分解すると得られる．

### 乳糖(ラクトース)

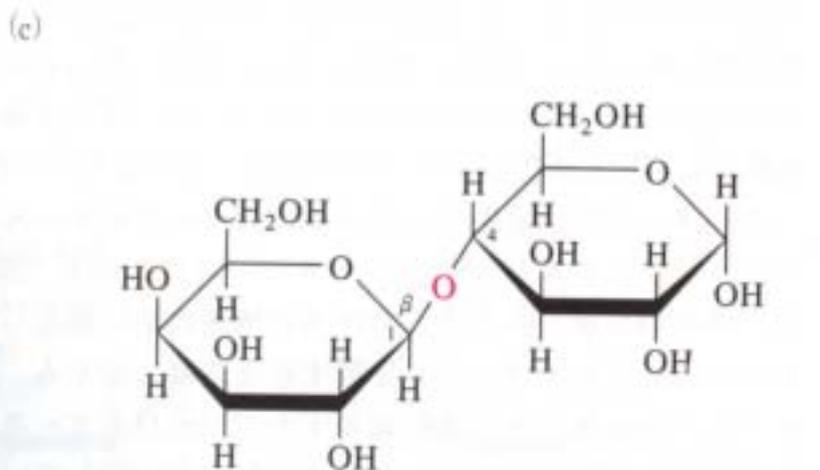
哺乳動物の乳に含まれている糖である．



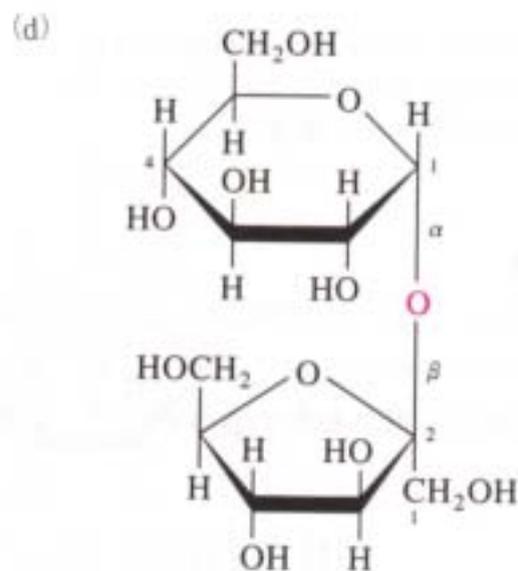
マルトースの $\beta$ -アノマー  
 ( $\alpha$ -D-グルコピラノシル-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-グルコピラノース)



セロビオースの $\beta$ -アノマー  
 ( $\beta$ -D-グルコピラノシル-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-グルコピラノース)



ラクトースの $\alpha$ -アノマー  
 ( $\beta$ -D-ガラクトピラノシル-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -D-グルコピラノース)



スクロース  
 ( $\alpha$ -D-グルコピラノシル-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-フルクトフラノシド)

図 8・20 (a)マルトース, (b)セロビオース, (c)ラクトース, (d)スクロースの構造. グリコシド結合の酸素原子を赤で描いてある.

## 多糖類

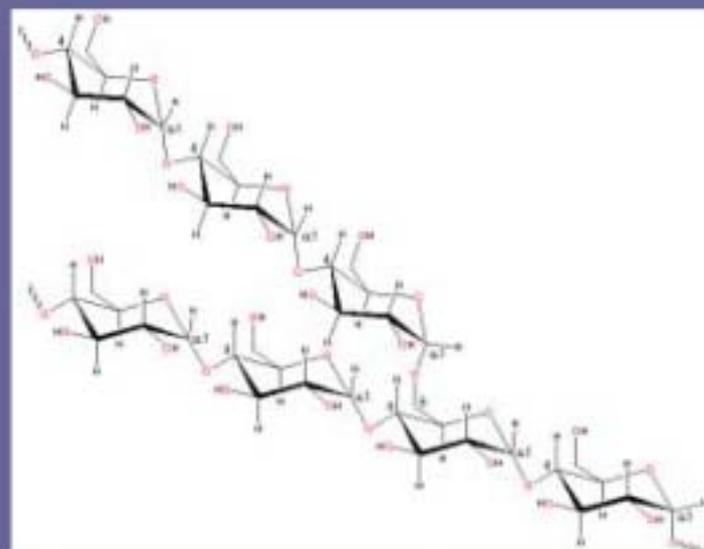
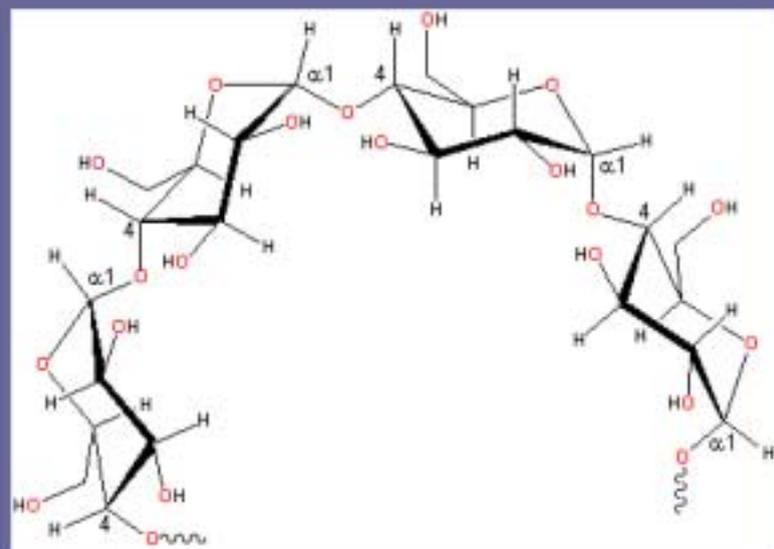
多糖類は、10個以上の単糖類が脱水縮合して生成する。

多糖類は、生体内にエネルギー源として蓄えられているデンプンやグリコーゲンなどの貯蔵多糖類と、生体の構造を維持しているセルロースなどの構造多糖類に分類される。

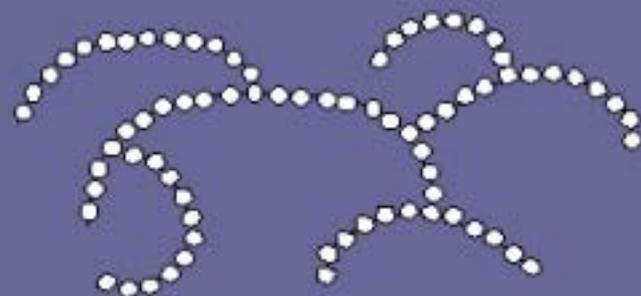
デンプンには枝分かれのないアミロースと、枝分かれの多いアミロペクチンとがある。デンプンはデンプン加水分解酵素(アミラーゼ)によってデキストリンに加水分解され、続いて麦芽糖(マルトース)にまで加水分解される。

動物がつくるブドウ糖の縮合体は、グリコーゲンと呼ばれ、エネルギー源として肝臓と筋肉に蓄えられている。

# でんぷんの分子構造(3)



アミロース

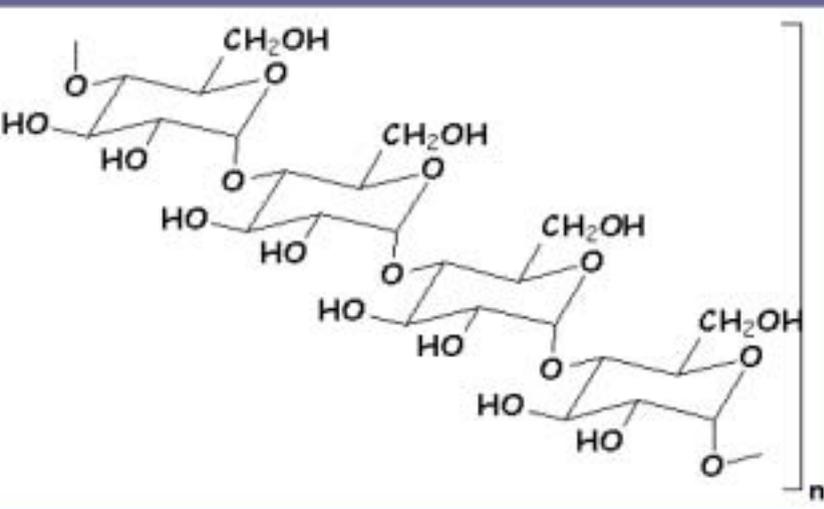


アミロペクチン

# でんぷんの消化

<http://www.ultranet.com/~jkimball/BiologyPages/C/Carbohydrates.html#starch>

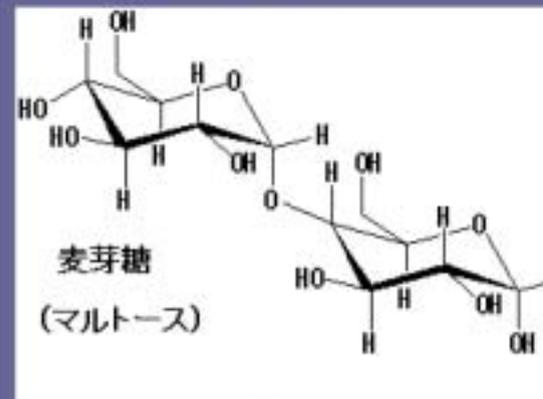
<http://www.wantashi.com/aroma/refre/page12.html>



でんぷん

消化

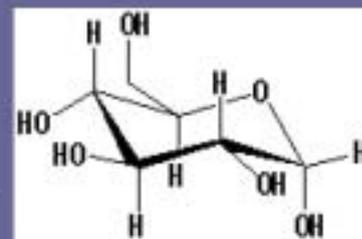
唾液アミラーゼ  
膵液アミラーゼ



麦芽糖  
(マルトース)

消化

膵液と腸液のマ  
ターゼ



ブドウ糖  
(α-D-グルコース)

代謝

← 各種の酵素

二酸化炭素  
水

ATP (エネルギー)通貨

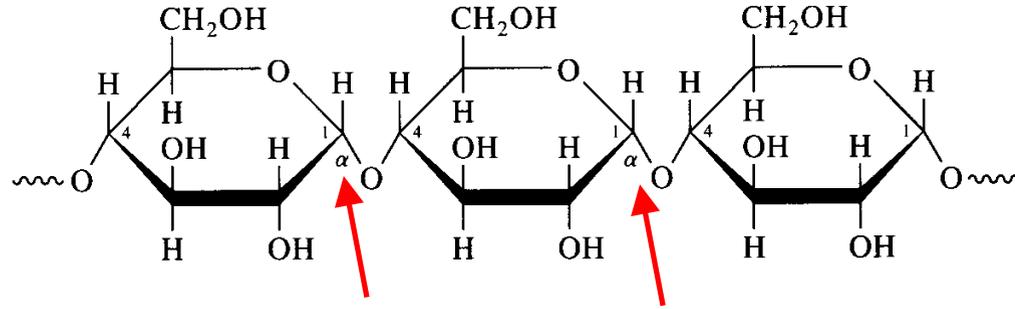
## デンプンとセルロース

デンプンは、 $\alpha$ -グルコースが、1,4-位の水酸基で脱水縮合してエーテル結合をつくり、250 ~ 1,000個つながったものである。つながり方はシス形であり、鎖はらせん状に丸まっている。

一方、セルロースは、 $\beta$ -グルコースが、1,4-位の水酸基で脱水縮合してエーテル結合をつくり、3,000個程度つながったものである。つながり方はトランス形であり、鎖は直鎖状に伸びている。そのために、セルロースは繊維になりやすい。

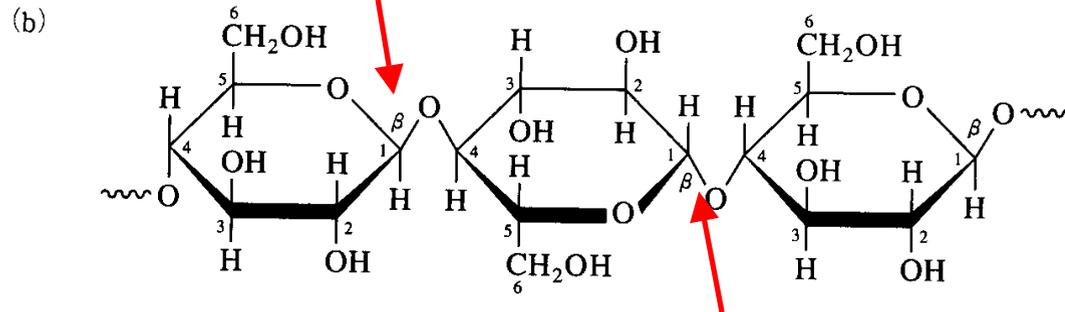
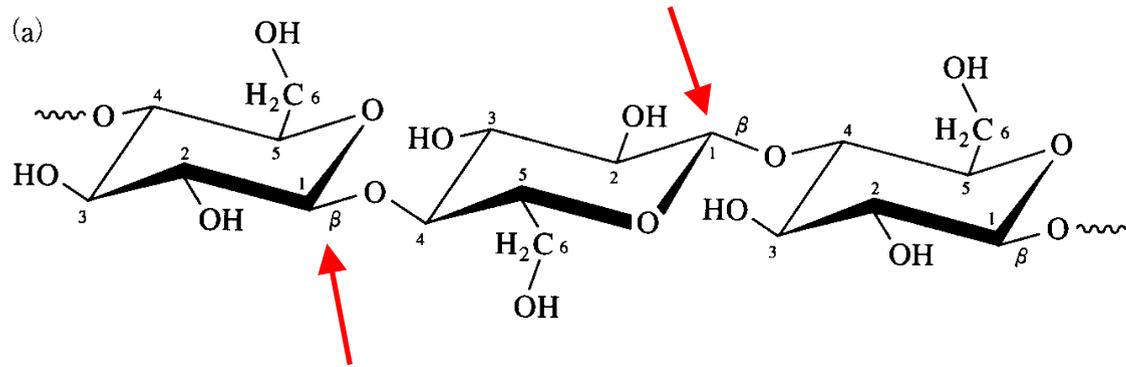
# アミロース

1,4- 結合



# セルロース

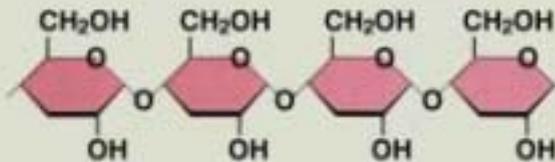
1,4- 結合



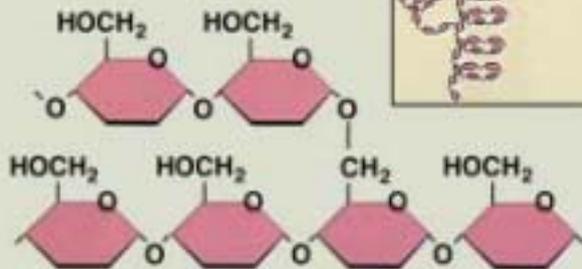
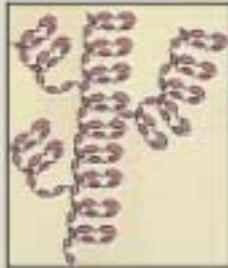
# でんぷんとセルロース

## (1) でんぷんの構造

アミロース  
(でんぷん)

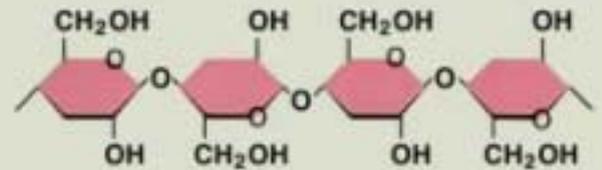
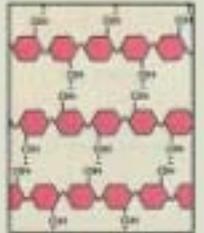


アミロペクチン  
(でんぷん)



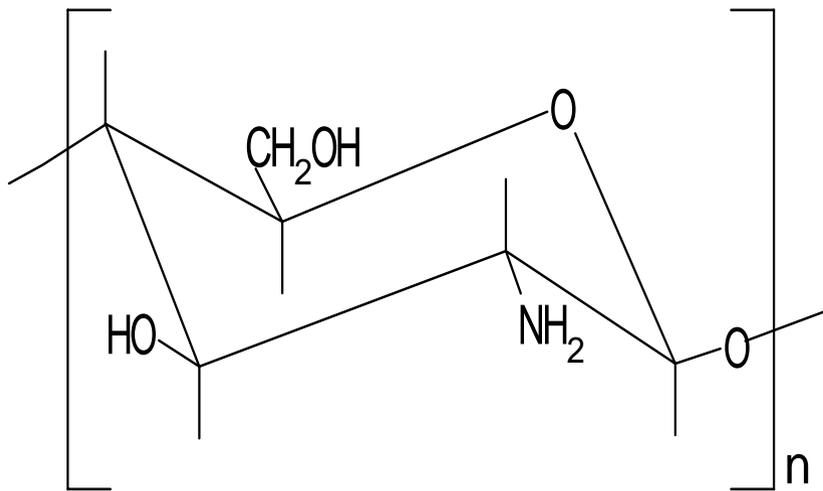
## (2) セルロースの構造

セルロース

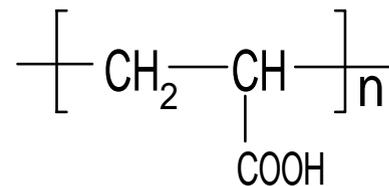


# キトサンおよびキトサン-高分子複合体の 固体高分解能NMRによる分子構造解析

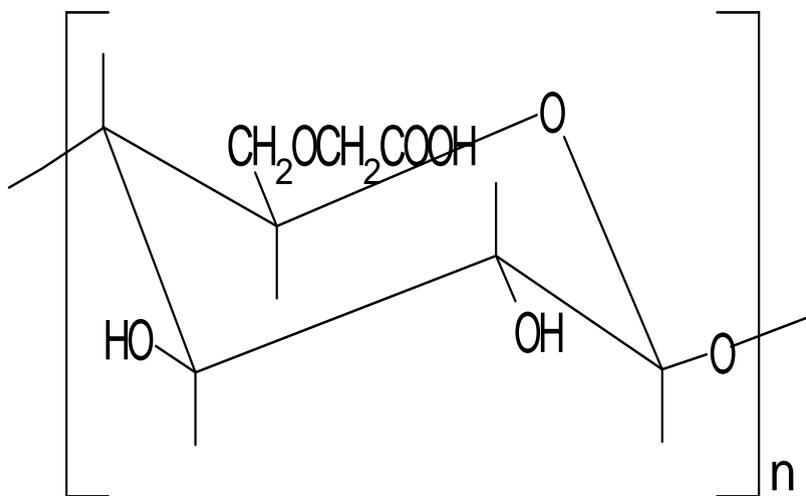
(福井大工) 前田史郎、 山下伸一郎、 武藤勝紀、 櫻井謙資



chitosan



Poly(acrylic acid)



Carboxymethyl Cellulose

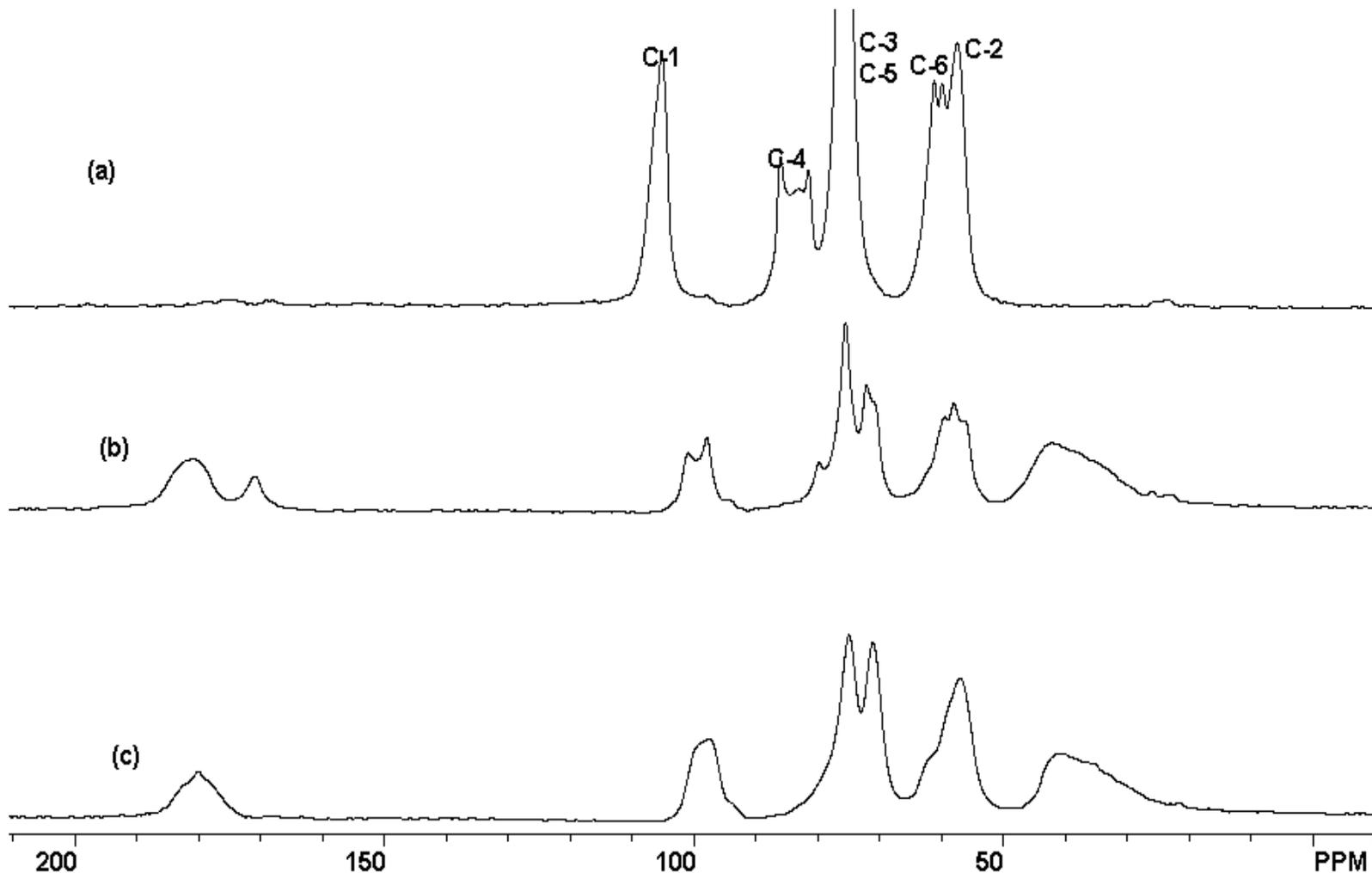


Fig.2  $^{13}\text{C}$  CPMAS NMR spectra of (a)chitosan, (b)CS/PAA cast film from 20% formic acid aqueous solution, (c)CS/PAA cast film from 1% hydrochloric acid aqueous solution.

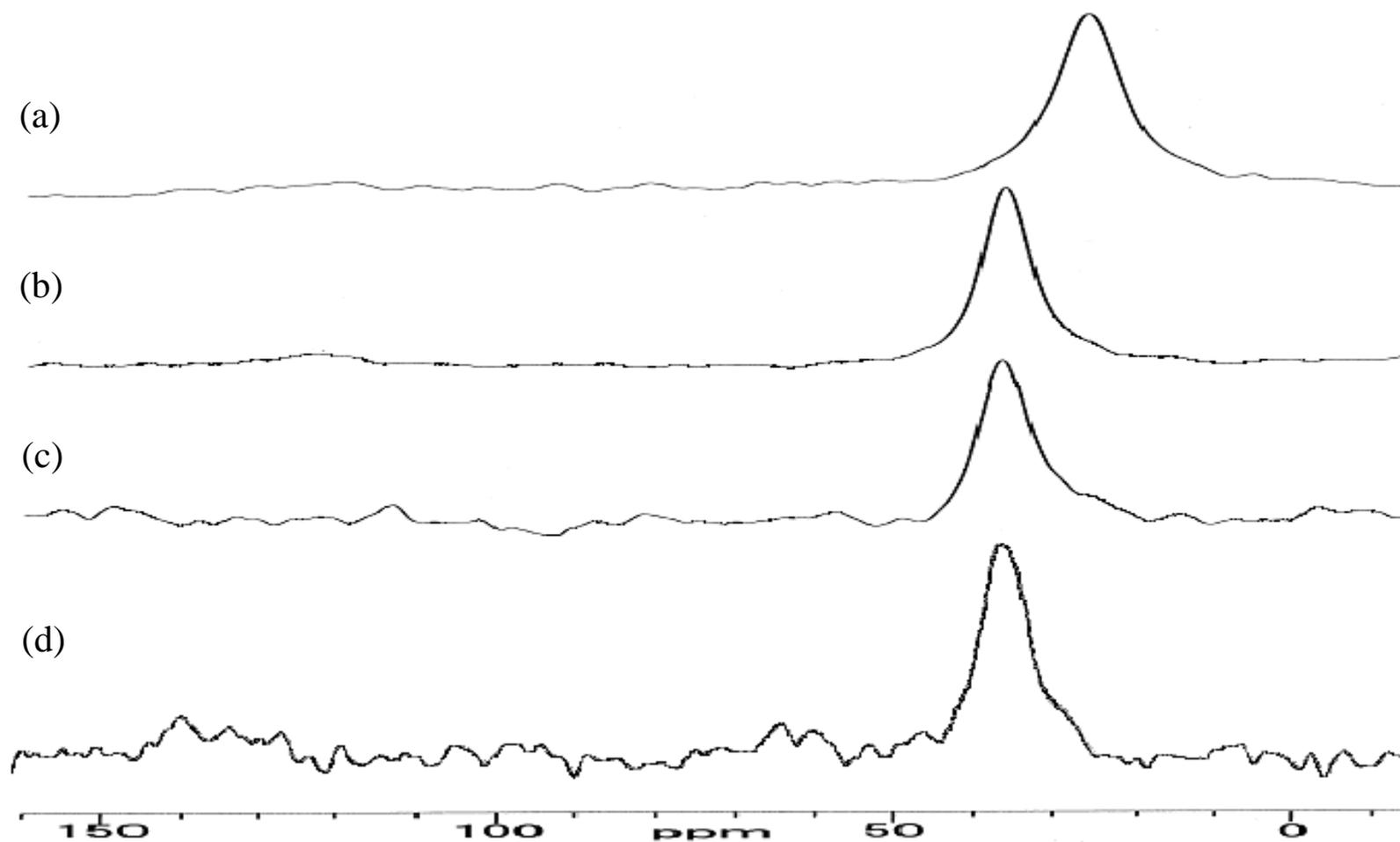
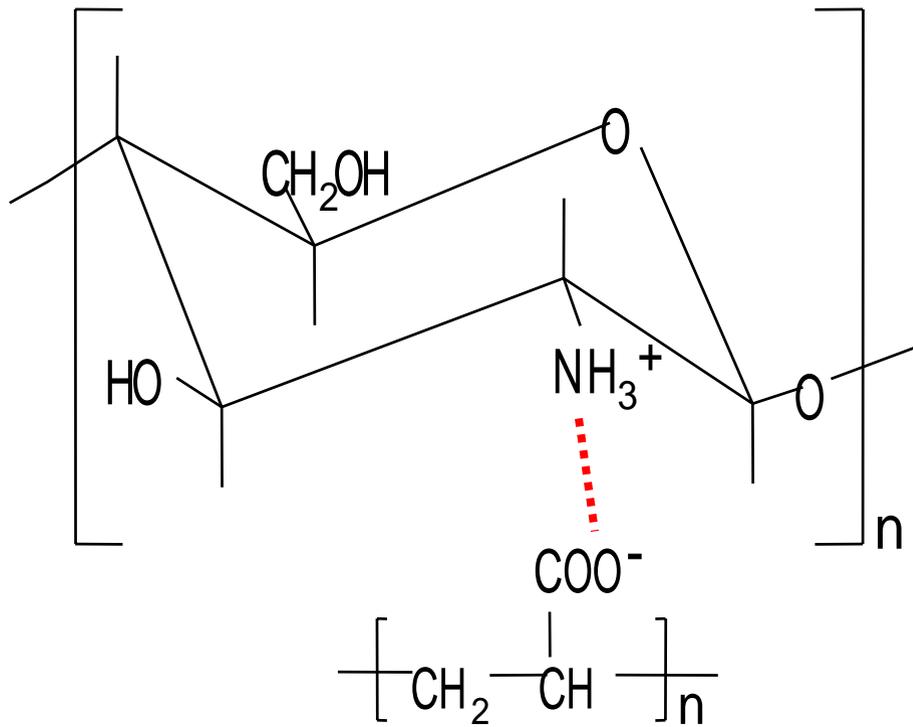


Fig.3  $^{15}\text{N}$  CPMAS NMR spectra of (a)chitosan; (b)chitosan cast film from 2% formic acid aqueous solution; (c) CS/PAA cast film from 20% formic acid aqueous solution; (d)CS/CMC cast film from 20% formic acid aqueous solution.



キトサン-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>····-OOC-CMC静電相互作用で  
 高分子コンプレックスを形成している。