

# 砂糖とその分類

札幌たの授サークル用レポート

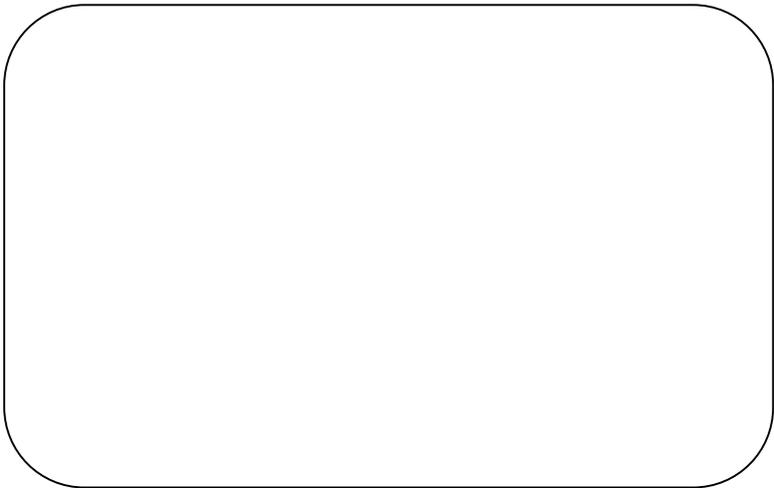
2002.6.20 , 6.25

仮説実験授業研究会・北海道

丸山 秀一

[ 質問 ]

あなたは、どんな種類の砂糖が売っているか知っていますか。  
知っている砂糖の名前を出し合いましょう。



[ 質問 ]

つぎのものから砂糖を選びましょう。知らないものは、これから実物を見せてもらいましょう。

物質	予想	結果	物質	予想	結果
上白糖			黒砂糖		
グラニュー糖			氷砂糖		
コーヒーシュガー			金平糖		
ブドウ糖			シヨ糖		
麦芽糖			甜菜糖		
角砂糖			乳糖		
果糖			ザラメ糖		
花林糖			三温糖		
甘蔗糖			楓糖		
無糖			粉糖		
椰子糖			オリゴ糖		
ガムシロップ			和三盆		
血糖			御目出糖		

答えはこれから少しずつ教えてもらうことにして、次に進みましょう。

## 砂糖でないもの その1



無糖とは「糖分を含まない」という意味です。また、花林糖、金平糖、御目出糖は、砂糖で作られた菓子の名前です。

和三盆は和菓子に使う独特の砂糖です。

## 砂糖の原料

砂糖のことを「シヨ糖」ともいいます。シヨ糖 = 蔗糖は、「甘蔗（サトウキビ）から取れる砂糖」という意味で、甘蔗糖ともいいます。砂糖は、サトウキビ（左写真）の他にテンサイ（= 甜菜、右写真）からも取れます。テンサイから取った砂糖を「甜菜糖」ということがあります。



## [ 質問 ]

サトウキビから取った砂糖とテンサイから取った砂糖は違うものなのでしょうか。

## 予想

- ア 同じもの
- イ 違うもの
- ウ そのほか

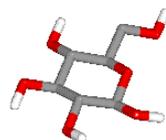
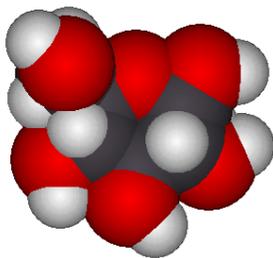
## 砂糖の正体

砂糖は、ブドウ糖分子と果糖分子が結合したものです。

三次元分子模型

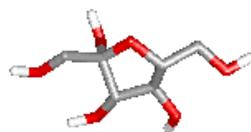
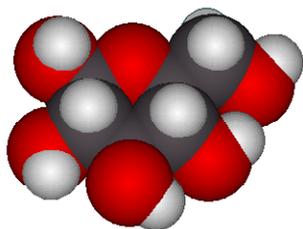
二次元モデル

ブ  
ド  
ウ  
糖  
分  
子

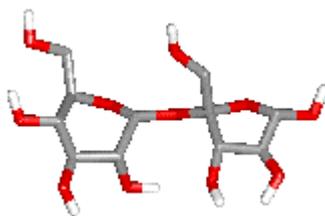
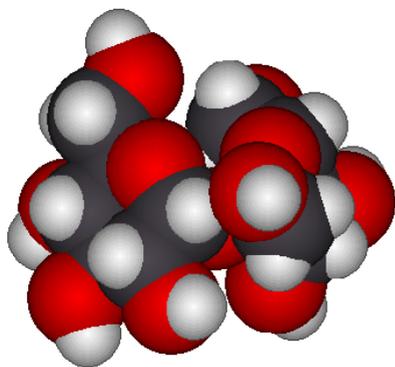


+

果  
糖  
分  
子



砂  
糖  
分  
子



砂糖は砂糖分子からなる純粋な物質です。だから、原料に関係なく、サトウキビから作る砂糖も、テンサイから作る砂糖も全く同じものです。そこで、「ショ糖」という言葉は、いまや原料にかかわらず、「砂糖の主成分」の意味で使われています。

砂糖工場では、サトウキビやテンサイに含まれている砂糖を取り出して製品にしています。

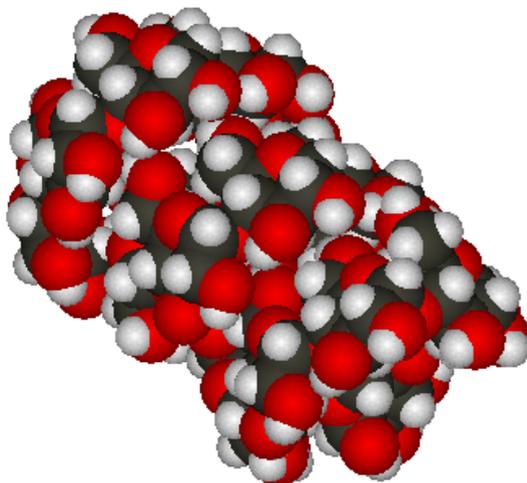
[ 質問 ]

砂糖はサトウキビやテンサイからしか取れないのでしょうか。そのほかの植物には含まれていないのでしょうか。

予想

- ア サトウキビとテンサイにしか含まれていない
- イ サトウキビ、テンサイと一部の植物にだけ含まれている
- ウ 多くの植物に含まれている

## 炭水化物



多くの植物は砂糖を作っています。植物は葉緑体で日光をエネルギーにして、二酸化炭素と水から炭水化物を作ります。炭水化物とは、炭素と酸素と水素からなる化合物で、水分子のように酸素と水素が

1 : 2 の割合で含まれていて、あたかも「炭素と水でできている」ように見えるので「炭水化物」というのです。代表的な炭水化物のデンプン（図はアミロースの一部）はブドウ糖が何万個もつながったものです。そして砂糖も炭水化物です。

光合成で出来たデンプンは、夜間にショ糖の形に分解されて根や種子などの貯蔵場所に運ばれて、そこでまたデンプンになります。だから光合成をする植物は、砂糖もつくっているのです。

しかし、工業的に利用できるほど多量に砂糖を作る植物は、サトウキビやテンサイなど限られたものでしかありません。サトウキビで 20%、テンサイで 15%のショ糖を含んでいます。

またサトウカエデからは楓糖（メープル・シロップ）、椰子からは椰子糖が取れますが、その量は多くはありません。



[ 質問 ]

ふつうのスーパーなどで売っている上白糖やグラニュー糖，角砂糖，粉糖，顆粒状糖は，すべてショ糖が主成分です。

では，蜂蜜や水飴，「カロリーゼロ」を宣伝文句にする「シュガーカット」や「パルスweet」なども砂糖なのでしょうか。「虫歯にならない」と宣伝されている，「キシリトール」などはどうでしょう。

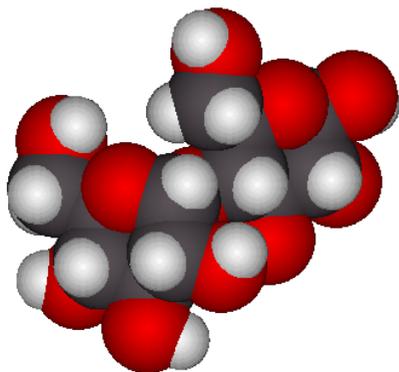
	予想	結果
はちみつ		
みずあめ		
シュガーカット		
パルスweet		
キシリトール		



## 砂糖ではない甘味料

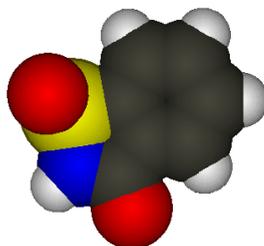
砂糖はブドウ糖と果糖の化合物で、ブドウ糖と果糖に分解することができます。ブドウ糖や果糖のように、「糖の仲間でそれ以上分解できないもの」を単糖といいます。ブドウ糖や果糖も甘い味がするので甘味料として使われます。

蜂蜜は蜂が花から蜜を集めたものです。花の蜜は植物が作るものですから、ショ糖が主成分です。では、蜂蜜も主成分はショ糖なのでしょうか。実は、花の蜜は蜂の唾液に含まれている酵素でブドウ糖と果糖に分解されて、さらに濃縮したものが蜂蜜なのです。ですから、蜂蜜は砂糖ではありません。



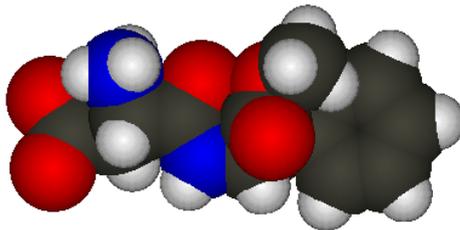
水飴はデンプンをブドウ糖2分子からなる麦芽糖(左図)に分解したもので、これも砂糖ではありません。砂糖を水に溶かしたり液体にして放置すると結晶になることがありますが、蜂蜜や水飴はそのままです。

食品をより安価に製造するために、砂糖の代用として石油などから作られたのが人工甘味料です。人工甘味料は砂糖の 00 倍の甘さがありますから、使用量もわずかで済むわけです。その代表が、サッカリン(右図)で、「シュガーカット」などに使われています。サッカリンは炭水化物ではないため砂糖のように体内で分解されてエネルギーになることはあ

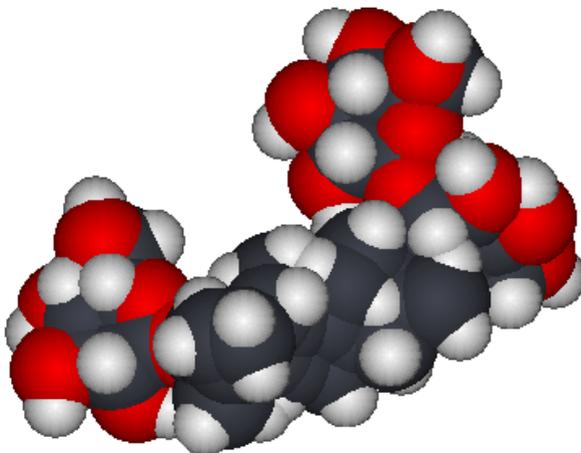


りません。そこで「カロリーのない甘味料」として見直されてきています。また、不思議なことに、サッカリンを甘いと感じるのは、人間と類人猿だけのようです。

「パルスweet」という人工甘味料にはアスパルテーム（右図）が使われています。これはタンパク質の一種です。

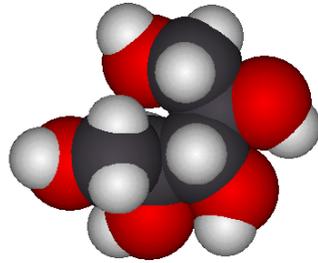


サッカリンとアスパルテームは、科学者の不注意によって発見されました。試薬の付いた手を洗わなかった科学者が、その手で食事をして、手が甘いことに気がついたのです。



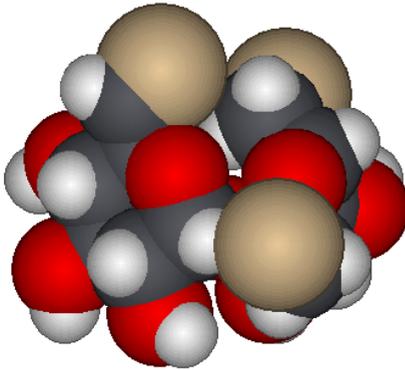
しかし、このような人工甘味料には、「発ガン性」などの疑いがあります。そこで「天然のものでカロリーがない甘味料」が探され、ステビアという植物から抽出されたのがステビオサイド（上図）です。人間は、ステビオサイド分子を分解する酵素を持っていないので、消化吸収が出来ないのです。

虫歯は、虫歯菌が糖を分解して酸を作ることによってできます。糖をアルコール発酵させたキシリトール（右図）は、虫歯菌が分解することができないので、虫歯の原因にならない甘味料として使われています。



これらステビオサイドやキシリトールも砂糖ではありません。

これらの人工甘味料には「味が砂糖と異なり、おいしくない」という欠点がありました。実際、サッカリンやステビオサイドは、そのままではおいしくないので変化させて使っています。



「シュガーカット顆粒 カロリーゼロ」には、砂糖分子のいくつかの原子を塩素に置換した「スクラロース」(左図)が使われています。これは砂糖と同じような味がするそうです。



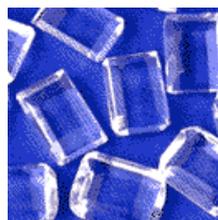
[ 質問 ]

糖と名前が付いても、ブドウ糖や果糖は単糖であり、砂糖ではありません。では、次のものは、砂糖なのでしょうか？

予想

ア 砂糖

イ 砂糖ではない



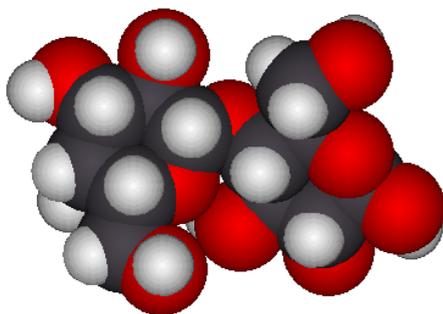
氷砂糖

	予想	結果
血糖		
黒砂糖		
氷砂糖		
乳糖		
ザラメ糖		
オリゴ糖		
三温糖		

## 砂糖の分類 その1

血糖とは血液中のブドウ糖のことで、砂糖ではありません。

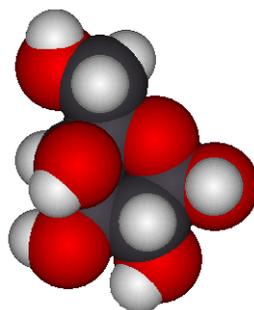
サトウキビから砂糖を取るときには、汁を煮詰めて不純物を取り去ります。そのときにミネラル分を全部取り去って純粋なショ糖の結晶にしたものが、グラニュー糖のような砂糖で、ザラメ糖や氷砂糖は、大きな結晶になったものです。また、不純物を濾過しただけで、ミネラル分が残っているものが黒砂糖です。三温糖は、3~4回目の結晶化で取り出された砂糖で、名前は「三回温めなおした」という意味なのでしょう。

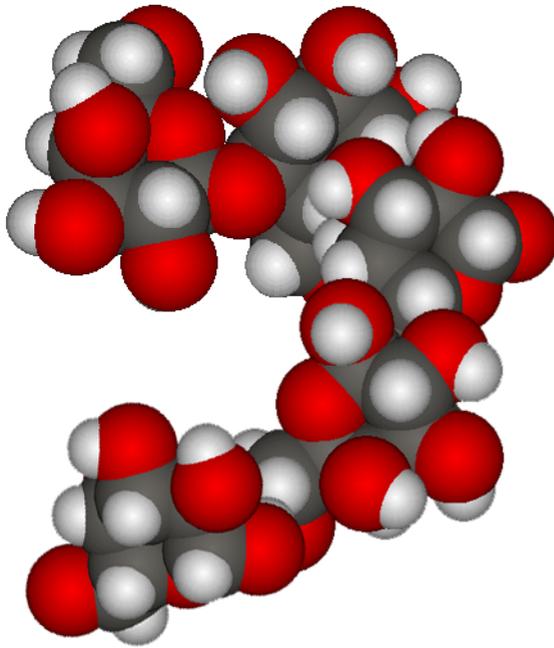


乳糖（左図）とは、ガラクトース（下図）とブドウ糖が化合したもので、ほ乳類のオッパイの中にある糖で、砂糖ではありません。ガラクトースは、脳の形成

になくなくてはならないもので、だから赤ちゃんにたくさん与えるのです。大人になると、乳糖を分解する酵素を失う人が多く、そんな人は牛乳を飲むとお腹がゴロゴロすることになります。

オリゴ糖との「オリゴ」とは、「少ない」という意味で、科学者は「単糖が2~10個結合した糖」のことをオリゴ糖といい、それにはショ糖や麦芽糖も含まれます。しかし「おなかにやさしい」と宣伝されているオリゴ糖は、オリゴ糖の中でも「人間が消化吸収できないもの」を





意味しているよう  
です。つまり、  
こうした「オリゴ  
糖」は、乳酸菌な  
どの腸内細菌の  
栄養となってお  
なかの調子を整  
えるといったわ  
けです。オリゴ糖  
の分子には、砂糖  
分子に果糖分子  
を3つつなげた  
フラクトオリゴ  
糖や乳糖分子に

ガラクトース分子を3つつなげたガラクトオリゴ糖（図）などがあります。こうした「消化吸収できない」オリゴ糖を一度にたくさん摂取すると下痢などを起こすことがあります。

[ 質問 ]

砂糖の中で一番純度が高いのは、白双糖（下左）で99.95%がショ糖です。では、砂糖の中で一番純度が低い黒砂糖（下右）には、どれぐらいのショ糖が含まれているでしょうか。

予想

- ア 90%ぐらい
- イ 80%ぐらい
- ウ 60%以下



砂糖はショ糖

黒砂糖には 75～88%ぐらいのショ糖が含まれています。黒砂糖以外は、ほとんどショ糖だけでできています。それでもこれだけの種類があるのですから、わずかな成分の違いが大きいということになります。

ショ糖はイオンではありませんが、黒砂糖には、ミネラルなどたくさんのイオンが含まれています。

	ショ糖の割合 (%)
白双糖	99.95
グラニュー糖	99.95
氷砂糖	99.80
上白糖	97.80
黒砂糖	75～88

[ 質問 ]

それでは黒砂糖を水に溶かしたものを「イオンテスター」で調べると、イオンテスターの電球がつくでしょうか。

予想

ア つく

イ つかない

イオンテスターのことを知らない人は、教えてもらいましょう。水道水、食塩水、砂糖水でもやってみましょう。

黒砂糖には、ミネラルなどのイオンが豊富ですから、イオンテスターの電球はつきます。

[ 質問 ]



三温糖(左)や中双糖(右)は、  
どうして白くないのでしょうか。  
これらの砂糖にもイオンが含ま  
れているのでしょうか。



予想

- ア 漂白していないだけでイオンはない
- イ 黒砂糖ほどではないがイオンがたくさん残っている
- ウ 着色してあるだけでイオンはない

[ 質問 ]



「さとうきび一番糖」や「てんさい糖」をイオンテスターで調べてみたらどうでしょう？イオンは含まれているのでしょうか。

予想

- ア 電球はつく
- イ つかない

ブラウンシュガー（赤砂糖）は身体によい？！

中双糖や三温糖のように色の付いた砂糖を「ブラウン・シュガー」ということがあります。ではなぜ色が付いているのでしょうか。

ふつうの砂糖が、原料からショ糖の結晶として取り出されるのに対して、「てんさい糖」は原料を濾過して作った砂糖です。イオンは小さくて濾過できませんから、「てんさい糖」には、黒砂糖ほどではないのですが、イオンが残っているはずなのですが、電球がつくほどのイオンはないようです。

では、中双糖や三温糖にもイオンが残っているのでしょうか。中双糖は、白双糖と同様に純度の高い砂糖ですから、イオンが残っていることは考えられません。実は白双糖を取り出したときに、「鍋の縁で焦げてしまったもの」が中双糖なのです。

三温糖は、白双糖やグラニュー糖を取り出した後の糖液から取り出したもので、何度も熱を受けているため黒くなったというわけです。だから三温糖にもイオンは入っていません。

中双糖や三温糖は、このようにして色が付くのですが、そのままだと色にばらつきがあるため、売っているものは、すべて均一な色になるようにカラメルで着色しています。そして、カラメルにより、独特の風味があります。

一時期「白砂糖は漂白されているので体に悪い。自然な三温糖がよい」というデマが流れたときがありましたが、そんなことはないのです。同様に「黒砂糖からミネラルを摂る」という考えも、「黒砂糖に含まれているミネラルは2%以下」ですから、正しいとは言えません。わずかなミネラルを摂るために、多量のショ糖を摂ることになってしまうからです。

[ 質問 ]



グラニュー糖（上）と上白糖（下）の違いはなんだと思いますか。

味の違いはありますか？どちらか甘いですか？



予想

- ア 粒（結晶）の大きさが違うだけ
- イ 上白糖は精製度が低く不純物が入っている
- ウ 上白糖には添加物が入っている
- エ そのほか

また角砂糖 , 粉砂糖や顆粒状糖はどうやって作るのでしょうか。



## グラニュー糖とほかの砂糖

上白糖はとても小さな種結晶を使って結晶化させるので、大変小さな粒です。グラニュー糖では、大きめの種結晶を使うので、大きな結晶となるのです。「グラニュー」とは英語で「粒状の」という意味です。

またグラニュー糖はサラサラしていますが、上白糖はしっとりとしています。それは、上白糖にはブドウ糖と果糖の液糖を振りかけてあるからなのです。三温糖も同様にして作るのです、しっとりとしています。

お汁粉を甘くするためには砂糖だけでなく、少量の塩も入れる必要があります。不純物があるとより甘みを強く感じる事が出来るからなのです。このことは砂糖の甘さにも当てはまります。人間は、純粋なグラニュー糖などよりも、上白糖や三温糖の方に強い甘みを感じます。黒砂糖にも強い甘みがあります。

	ショ糖の割合 (%)
白双糖	99.95
グラニュー糖	99.95
角砂糖, 氷砂糖, 顆粒状糖	99.80
中双糖	99.70
上白糖	97.80
三温糖	95.40
てんさい糖	85
黒砂糖	75 ~ 86

角砂糖は、グラニュー糖を固めたものですが、固めるときに水を使うため、ほんのわずか純度が落ちます。顆粒状糖は、グラニュー糖を水に溶けやすいようにしたものです。ヨーグルトなどについている顆粒状糖には、「オリゴ糖」が混ぜられていることがあります。粉砂糖もグラニュー糖を粉砕して粉にただけですが、そのままでは固まってしまうので、市販のものはコーンスターチを入れています。

[ 質問 ]



「コーヒー・シュガー」という黒っぽい砂糖がスーパーなどで売っています。この色は、イオンの色なのでしょうか。イオンテスターで調べてみると、どうなると思いますか。

予想

- ア 電球がつく
- イ つかない

アイスコーヒーを飲むときに使う「ガムシロップ」とは砂糖でしょうか。

「コーヒーシュガー」

「コーヒーシュガー」にはイオンはありません。その色は、カラメルによる着色なのです。

また、アイスコーヒーを飲むときの甘味料として「ガムシロップ」というものを使いますが、あれは砂糖なのでしょうか。実は、ガムシロップとは、水にグラニュー糖を溶かしたものです。

[ 質問 ]

いままで出てきた砂糖で和三盆は和菓子に使われる独特のもので日本だけのものですが、次の日本で一般的な砂糖にも、日本独特のものがふたつあります。それはなんだと思いますか。

- ( ) グラニュー糖
- ( ) 上白糖
- ( ) 中双糖
- ( ) 角砂糖
- ( ) 氷砂糖
- ( ) 黒砂糖



和三盆

## 日本人の好きな砂糖

日本の砂糖で一番使われているのが上白糖です。これは欧米にはない砂糖で、東南アジアの一部の国（日本の占領、植民地と関係？）で使われているだけです。また黒砂糖も日本独特の砂糖です。

### [質問]

「べっこう飴」を作るときに、あなたはどんな砂糖を使いますか。「べっこう飴」に向いている砂糖はあるのでしょうか。

### 予想

- ア どの砂糖も同じ
- イ 純度の高いものが向いている
- ウ 純度の低いものが向いている
- エ そのほか

また「べっこう飴を作るときに、レモン汁を垂らすとうまくできる」といわれているのはなぜでしょうか。

いろんな砂糖でべっこう飴を作ってみましょう。



## 砂糖と熱

砂糖を 160～165 度まで加熱し、冷やして固めるとべっこう飴ができます。これよりも低い温度（120 度ぐらい）だと、やわらかいキャラメルなどの生地になります。逆に、もっと加熱する（190 度以上）と、味と色が付いてキャラメルになります。

透明なべっこう飴を作るには、純粋な砂糖である白双糖やグラニュー糖が適しています。しかし、「あめになりやすさ」を考えると、純粋な砂糖は、焦げやすく結晶化しやすいので向いていません。

べっこう飴を作るときに、レモン汁を入れたりするのは、酸でショ糖をブドウ糖と果糖に分解して、再結晶化を防ぐためです。水よりも混ざりものが入ったジュースの方が凝固点は低くなります。同様に、砂糖も混ざりものがあると結晶になりにくくなるのです。レモン液の代わりに、結晶にならない水飴を入れてもうまくなります。ですから、混ざりものある三温糖や黒砂糖の方が、透明にはなりませんが、飴にはしやすいかも知れませんね。

黒砂糖やてんさい糖からべっこう飴を作るときは、泡が出やすいので、少量のバターを加えると、泡が消えてうまくなります。



[ 質問 ]

市販のジュース（清涼飲料水）には、どれくらい砂糖が入っていると思いますか。重量比で予想してみてください。

予想

ア 半分ぐらい

イ 20～30%

ウ 10%ぐらい

エ 1%以下



## 清涼飲料水と砂糖

前ページに載せたような清涼飲料水には、砂糖は使われていません。「だって甘いよ」と思われるかも知れませんが、成分には「砂糖」とはありません。それではその甘さはなんの甘さなのでしょう。それは原材料表を見るとわかります。

	原材料（成分の多いもの順）
Qoo オレンジ	オレンジ, 果糖ぶどう糖液糖, ゲンチオオリゴ糖, 香料, 酸味料, グルコン酸 Ca, ビタミン C, 乳酸 Ca, カロチン色素
スプライト	果糖ぶどう糖液糖, 香料, 酸味料, 保存料（安息香酸 Na）
なっちゃん！りんご	リンゴ, 果糖, 香料, 酸味料, ビタミン C, カラメル色素
ファンタオレンジ	果糖ぶどう糖液糖, 香料, 酸味料, ビタミン C, カロチン色素
アクエリアス	糖類（高果糖液糖, 果糖）, はちみつ, 昆布エキス, クエン酸, 香料, クエン酸 Na, 塩化 K, アルギニン, 塩化 Na, 乳酸 Ca, 酸化防止剤（ビタミン C）, ナイアシン, イソロイシン, バリン, パントテン酸 Ca, ビタミン B6, 葉酸, ビタミン B12
はちみつレモン	果糖ぶどう糖液糖, レモン, はちみつ, 香料, ビタミン C, 酸味料, マリーゴールド色素

こういった清涼飲料水には、砂糖の代わりに、果糖ぶどう糖液糖（果糖とブドウ糖を水に溶かしたもの）が入れられているのです。

[ 質問 ]

では、どうして清涼飲料水には、砂糖ではなくブドウ糖や果糖が使われているのでしょうか。

予想

- ア 砂糖は体に悪いから
- イ 砂糖だと分解してしまうから
- ウ 砂糖の方が値段が高いから
- エ すっきりとした味にするため
- オ そのほか

缶コーヒーなどにも砂糖は使われていないのでしょうか。



## 清涼飲料水と砂糖・ブドウ糖

清涼飲料水に砂糖が使われないのは、ブドウ糖や果糖よりも値段が高い（倍ぐらいの価格）こともあります。一番大きな理由は、酸性の強い飲み物の中では、砂糖はそのうちブドウ糖と果糖に分解してしまうからです。また果糖は砂糖よりも甘みが強く、使用量を減らすことができます。でも果糖は熱に弱く、温めることのある飲み物には向いていないので、コーヒー飲料などには砂糖が使われています。

病気などで栄養が不足しているときにブドウ糖液の点滴を受けることがあります。すべての動植物のエネルギーの元がこのブドウ糖です。なぜなら、生物の最小構成単位である細胞が栄養にできるのは、このブドウ糖だけだからです。

ふつう私たちは、ブドウ糖を直接食べたりすることはありません。私たちは、ふつうのご飯やパンを食べて、それらの炭水化物を体内で分解してブドウ糖として使っているのです。

砂糖も、体内でまずブドウ糖と果糖に分解され、果糖もブドウ糖に変えられて利用されます。

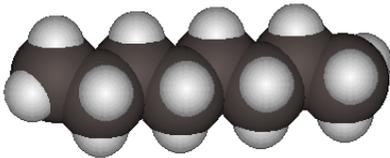
[ 質問 ]

石油ストーブや自動車などは、灯油やガソリンなどの炭素と水素の化合物である炭化水素を燃料とします。炭化水素はすでに酸素が化合している炭水化物などと比べて、より多くのエネルギーを取り出すことが出来るからです。実際、人間もエネルギーを蓄えるときには、油の形にして蓄えています。

それでは、どうして生物は、炭化水素ではなく、エネルギーの低い炭水化物を使うようになったのでしょうか。

予想

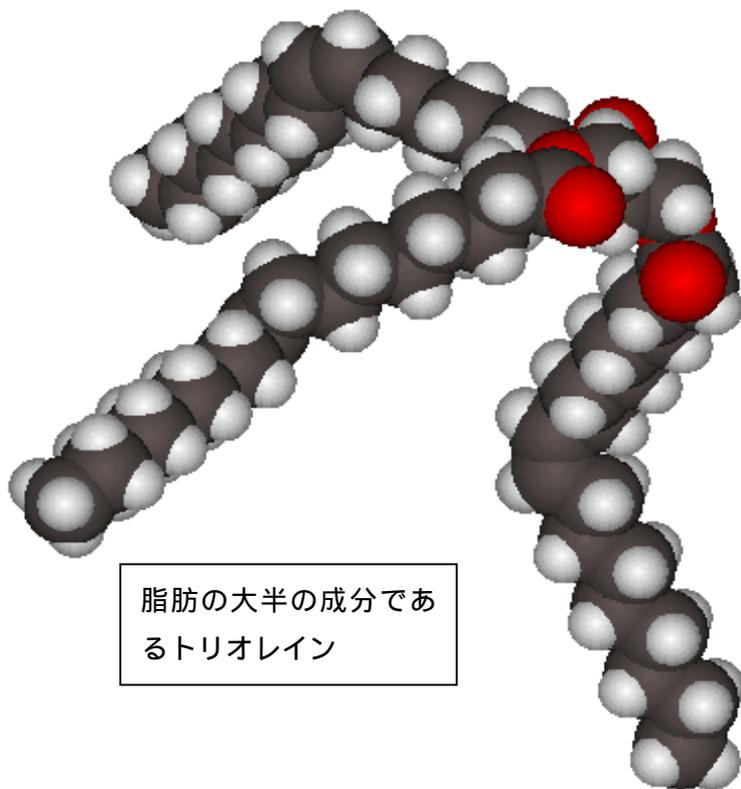
- ア 炭化水素は自然には無かったものだから
- イ 炭化水素には毒性があったから
- ウ 炭化水素は水に溶けないから
- エ そのほか



オクタン分子  
(ガソリンの主成分)

## 生物と水

「生命は海で誕生した」と考えられています。そのためか生物はほとんど水からできています。ヒトの 60 兆個の細胞へ血液を通して栄養が届けられます。つまり、水に溶けるものでないと血液で運べないのです。そこでブドウ糖が選ばれたのでしょうか。しかし、水に溶ける栄養は、貯蔵しておくのがこんどは逆に難しいことになります。そこで植物は、水に溶けないデンプンの形で栄養を貯蔵するのです。ヒトも栄養の長期保存には水に溶けない脂質の形で栄養を蓄えています。



[ 質問 ]

先に調べたように、清涼飲料水の甘味料は、今や砂糖ではなくブドウ糖や果糖が使われています。さらに缶詰や、調味料、菓子などの甘味料も砂糖ではなくブドウ糖や果糖が使われるようになってきています。これは、砂糖よりも値段が安いからなのですが、どうして砂糖は、ブドウ糖や果糖よりも値段が高いのでしょうか。

それは、砂糖を作るためには、サトウキビやテンサイを育て、収穫し、加工しなければならず、手間がかかるからなのです。それでは、安い原料から作ったブドウ糖と果糖をもとに砂糖を作ることはできないのでしょうか。

予想

- ア 砂糖は人工合成できない
- イ 合成砂糖は余計に経費がかかる
- ウ 合成砂糖には毒性がある
- エ これから合成砂糖が増える

砂糖は植物がつくる

砂糖をブドウ糖と果糖に分解するのは簡単です。また、ブドウ糖などを使って、様々な人工甘味料も作り出されています。しかし、人間にはまだブドウ糖と果糖を化合させて人工的に砂糖を作ることは出来ないのです。

人間はまだ、植物が当たり前に行っている「二酸化炭素と水から炭水化物をつくる」といったこともできません。

砂糖を作り出すことができるのは、現在植物だけなのです。

「砂糖の標本」をつくりましょう。

Free Wheel

ROM

[ C ] Maruyama Shuichi 2002  
Email : [kasetsu.maruyama@nifty.com](mailto:kasetsu.maruyama@nifty.com)

## 文献

### 書籍

- ・ 高橋悌蔵 『砂糖及甘味料』産業図書会社 1947.8  
古い本だけあって、大変わかりやすく書かれている。
- ・ 足立己幸編 『砂糖』女子栄養大学出版部 1980.1  
ほとんど参考にならなかった。
- ・ 平沢正夫 『砂糖』平凡社カラー新書 1980.11  
著者は砂糖の本をいくつか書いている。
- ・ 伊藤美奈子ほか 『砂糖を調べる 砂糖づけ商品は赤信号!』たのしい手づくり教室 17 民衆社 1986.6  
授業書風に進んでいく。
- ・ 安藤孝久 『砂糖の知識』口腔保健協会 1988.1  
砂糖について、このレポートに一番近い内容が満載である。
- ・ 小竹千香子ほか 『砂糖のひみつ』さえら書房 1989.4  
なかなか良い。おすすめ。
- ・ P.W.アトキンス 『分子と人間』東京化学同人 1990.4  
とてもおもしろい本。分子について学んだ。
- ・ 西尾弘二 『砂糖屋さんが書いた砂糖の本』三水社 1990.8  
なかなかおもしろい。
- ・ 川北稔 『砂糖の世界史』岩波ジュニア新書 1996.7  
これは板倉さんの研究。読んでいない。
- ・ 本間善夫ほか 『パソコンで見る 動く分子事典』講談社ブルーバックス 1999.9
- ・ 『至宝の調味料4 砂糖』アспект 2000.2  
カラー写真が豊富で内外で売られている砂糖に詳しい。
- ・ 『NHK やってみようなんでも実験 2 おかしな砂糖でおかしに

挑戦』 理論社 2000.10

原理的なことが何もなく，つまらない。

- 高田明和『「砂糖は太る」の誤解』講談社ブルーバックス 2001.5  
これも砂糖自体については何も書かれていない。

#### CD-ROM

- 『スーパー・ニッポニカ』小学館
- 『世界大百科事典』平凡社
- 『Britannica2002』Britannica

#### 分子モデル関連

- 「分子の形と性質」学習帳  
[http://www2d.biglobe.ne.jp/~chem\\_env/chem2/mol\\_db00.html](http://www2d.biglobe.ne.jp/~chem_env/chem2/mol_db00.html)
- MathMol Library  
<http://www.nyu.edu/pages/mathmol/library/>
- Chemistry Molecular Models  
<http://www.uwsp.edu/chemistry/pdbs/>
- Alphabetical Listing of Molecules  
<http://www.wellesley.edu/Chemistry/Flick/molecules/newlist.html>
- Molecular Models  
<http://people.ouc.bc.ca/woodcock/molecule/molecule.html>
- Free Wheel  
<http://www.bekkoame.ne.jp/~tk-butch/>

## 砂糖関連サイト

- 血糖調整システムとその障害による糖尿病の発生と予防  
<http://isweb22.infoseek.co.jp/family/takhorio/biochemistry01.files/biochemistry01.html>
- サッポロ生活科学：NO.126  
[http://www.sapporobeer.jp/soudansitu/life\\_science/126.html](http://www.sapporobeer.jp/soudansitu/life_science/126.html)
- スクラロース  
[http://www4.famille.ne.jp/~eucrasia/alternate\\_sweet.files/suclarose.files/suclarose.html](http://www4.famille.ne.jp/~eucrasia/alternate_sweet.files/suclarose.files/suclarose.html)
- オリゴ糖  
[http://www4.famille.ne.jp/~eucrasia/alternate\\_sweet.files/oligosaccharide.files/oligosaccharide.html](http://www4.famille.ne.jp/~eucrasia/alternate_sweet.files/oligosaccharide.files/oligosaccharide.html)
- 糖の話  
<http://www1.accsnet.ne.jp/~kentaro/yuuki/sugar/sugar1.html>  
分子の二次元モデルはこのページから引用。
- 御目出糖  
<http://www.omedeto.co.jp/me.htm>
- The Sugar Association  
<http://www.sugar.org/>
- Science@sugar  
<http://www.sugar.or.jp/>
- お砂糖豆知識  
[http://sugar.lin.go.jp/tisiki/ti\\_0001.htm](http://sugar.lin.go.jp/tisiki/ti_0001.htm)
- 新三井製糖：お砂糖大百科  
[http://www.mitsui-sugar.co.jp/matereal/ma\\_main.html](http://www.mitsui-sugar.co.jp/matereal/ma_main.html)