

## 代謝マップを見てみよう

代謝マップ ロシュ社 検索機能のあるデジタル版はこちらにあります  
 (Roche Biochemical Pathways Gherhard Michal 博士による)  
<http://biochemical-pathways.com/#/map/1>



◇代謝マップで異化の経路をたどり、マーカーを入れよう。

できたらチェック！



- ① TCA回路を見つけよう。ぐるっとひとつながりにマーカーを入れる。
- 物質名を確認見てどっち周りかを確認し、回る向きにマーカーで矢印を入れる。
- ② アセチルCoA ピルビン酸 を見つけてマーカーで囲む。TCA回路とマーカーで結ぶ。
- ③ 解糖系を逆にたどってグルコースを見つけよう。グルコースをマーカーで囲む。
- 解糖系にマーカーを入れる。
- ④ ピルビン酸からたどって乳酸を見つけよう。乳酸を囲む。
- 乳酸発酵の経路にマーカーを入れる。
- ⑤ ピルビン酸からたどって、アセトアルデヒド、エタノールを見つけ、マーカーで囲む。
- アルコール発酵の経路にマーカーを入れる。
- ⑥ アセチルCoAから逆にたどって脂肪酸のβ酸化の経路を見つけよう。①～⑥とは違う色でマーカーを入れる。
- 分解経路であるβ酸化に対し、脂肪酸の合成の経路もを見つけよう。違う色でマーカーを入れる。

物質名などの英語表記は以下のとおり

アセチルCoA	ACETYL-CoA
クエン酸	CITRATE
オキサロ酢酸	OXALOACETATE
ピルビン酸	PYRUVATE
グルコース6リン酸	$\alpha$ -D-GLUCOSE 6-P
グルコース	D-GLUCOSE
乳酸	L-LACTATE
アセトアルデヒド	ACETALDEHYDE
エタノール	ETHANOL
脂肪酸	FATTY ACID
解糖	Glycolysis
糖新生	Gluconeogenesis
脂肪酸の酸化	Fatty acid oxidation
脂肪酸の合成	Fatty acid synthesis

矢印について

破線：主に異化

実線：主に同化

ただし実線両矢印は双方向で  
同化と異化を示す

黒：生物全般

青：動物

緑：高等植物

赤：単細胞生物または菌類

矢印横の青字は酵素

赤字は補酵素

マーカー入れができれば、全体を見渡してみよう。太い黒の実線・破線をたどってみよう。

緑の太線を見つけよう。青、緑、赤、の線がどんな物質をつないでいるかたどってみよう。

特徴的な構造を持つ物質の中に名称を知っている物質があるか、見つけてみよう。

見かけが気になる反応経路や物質が何なのか探ってみよう。

全ての代謝経路が載っているわけではありません。あれ？これ載ってないの？もあげてみよう。

## Roche社の「Metabolic Pathways」を活用する

KOBE らぼ♪ Polka 薄井 芳奈

◇ポスターはこちらからダウンロード

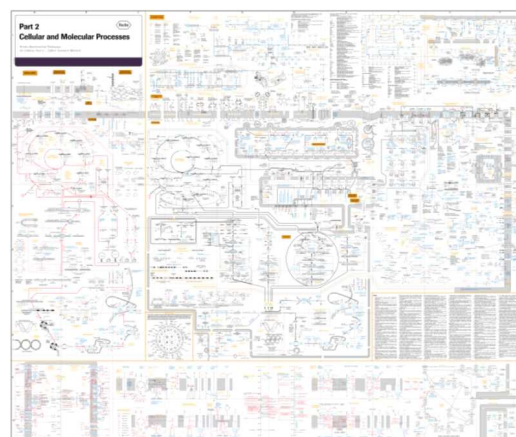
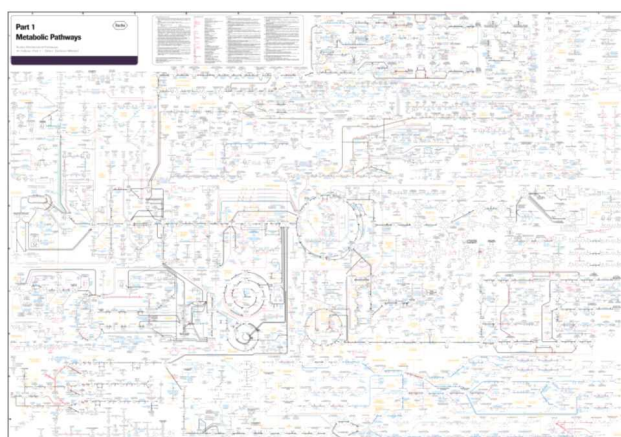
[https://www.roche.com/sustainability/philanthropy/science\\_education/pathways/pathways-ordering.htm](https://www.roche.com/sustainability/philanthropy/science_education/pathways/pathways-ordering.htm)

A3が出力できるプリンタがあれば、9分割のポスター印刷でA3用紙9枚にプリントし、貼り合わせると、数人で囲むのにちょうどよい大きさになる。

◇デジタル版はこちら <http://biochemical-pathways.com/#/map/1>

左：今回使用したmap1  
炭水化物・脂質・アミノ酸の代謝が中心

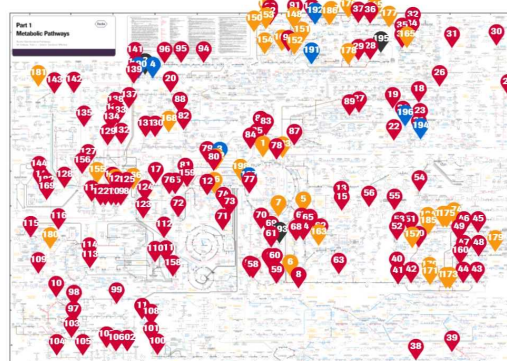
右：細胞の活動に着目したmap2  
転写・翻訳や免疫、膜タンパク質の働きなど



デジタル版は左側にサイドメニューがある。特定の物質を入力して検索するとマップ全体に色分けしたピンが落ちるようになっており、ピンには番号がふつてある。

左には各番号に対応して物質名とその説明が出るようになっている。

クエン酸回路や解糖など、特定の経路をフォーカスする機能や、「高等植物」「酵素」などのフィルターをかける機能もある。



←「ATP」を検索してみた場合

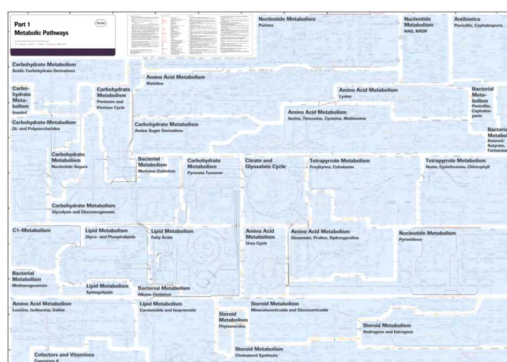
ピンを出したまま部分を拡大表示して詳しく見ることもできる。



↑カテゴリ表示ボタン

右下に表示を調節するコントローラーがあり、マップ全体にカテゴリ表示をかぶせることも、はずすこともできる。

PC画面でマップ全体を縮小表示すると自動的にカテゴリ表示が出る。



## 代謝マップ探検隊 ATPミッション

## ATPとその合成ルートを発見せよ！

ATPがADPになったり、ADPからATPができたり、エネルギーのやりとりがあるたびにATPは登場します。だから、マップの中はATPだらけ！

でも、そもそも、ATPって、何から、どうやって、作られる??

代謝経路によって合成されたATPの構造式はマップに1つだけ載っている！見つけよう！ATPの構成成分を考え、それが組み合わされてATPが合成されるルートもマークしよう。

## 代謝マップ探検隊 アミノ酸ミッション

## 必須アミノ酸はなぜ必須？

代謝マップの広いエリアがアミノ酸の代謝で占められています。

20種類のアミノ酸のうち、ヒトの必須アミノ酸を探してみよう。

必須アミノ酸とは、食べ物から摂取しなければならないアミノ酸です。

なぜ、必須なんだろう？矢印の太さや色に着目して考えよう。

## 代謝マップ探検隊 炭水化物ミッション

## 糖を徹底探検せよ！

糖はエネルギー源として重要で、代謝マップの大きな位置を占めています。

単糖類にはグルコースのような六炭糖（炭素6個を含む糖）、リボースのような五炭糖（炭素5個から成る糖）があります。

二糖類や多糖類にも名称をよく知っているお馴染みのものが多いはず。

マップの左上あたりを探索して、知っている糖をたくさんチェックしよう。

代謝のつながりや矢印の色にも着目しよう。 ※構造式が出ていない糖もあります

## 代謝マップ探検隊 塩基 ミッション

## 塩基を探索せよ！

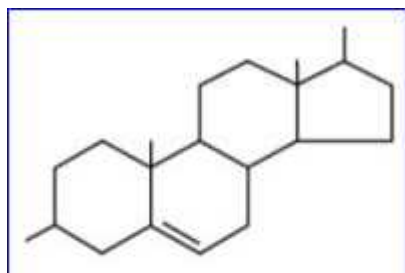
DNAやRNAのヌクレオチド、ATPなどに欠かせない成分が塩基です。

塩基はその構造から「プリン塩基」と「ピリミジン塩基」に分けられます。

マップの中でも別の場所に載っています。 A・T・G・C そして U 。見つけましょう。

## 代謝マップ探検隊 ステロイドミッション

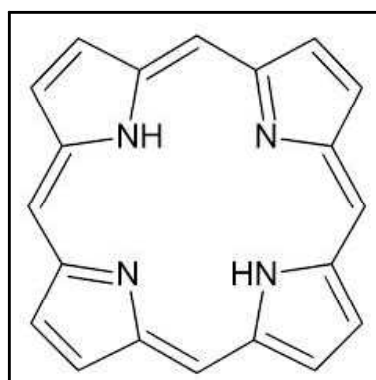
## ステロイドを探れ！



マップの下の方に、左のような骨格を持った物質がたくさんあります。  
 この一群はステロイドという脂質の仲間です。  
 ステロイドホルモンということばは知っているのでは？  
 重要な物質がたくさん含まれているグループです。  
 知っている物質を見つけてチェックしていこう。  
 合成ルートのつながりや向きにも着目しよう。

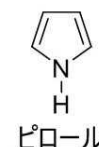
## 代謝マップ探検隊 テトラピロール ミッション

## テトラピロールを探れ！



porphyrin(ポルフィリン)

マップの右の方に、左のような骨格を持った物質がたくさんあります。  
 この一群は4つのピロール環が組み合わさってできているのでテトラピロールと呼んでいます。  
 物質によっていろいろな金属イオンが真ん中に入るのが特徴です。  
 重要な物質がたくさん含まれているグループです。  
 知っている物質を見つけてチェックしていこう。  
 どんな金属イオンが入るかにも着目しよう。



ピロール

## 代謝マップ探検隊 回路系 ミッション

## クエン酸回路の他にも回路！

代謝マップでは丸く円形に描かれているので回路はとても目立ちます。  
 クエン酸回路の他にも、ありますね。何だろう。  
 その正体をあばき、主な構成物質や出入りする物質をチェックしよう。  
 また、回路と強く結びついたアミノ酸を見つけよう。

※取り組みの一例です。糖と脂肪の異化の過程をたどったあと、このようなミッションカードに、その探索に必要ないくつかの物質について「英語－日本語」の対訳を付けたものを配布して、班ごとに取り組んでもらいました。生徒は電子辞書も使いながら探索しました。探索のあと、気づきを発表して共有する時間を持ちました。



## 生徒の感想より

◇学校で習ったものが代謝全体のほんの一部でしかないのだと改めて思いました。自分たちがいつも簡単な図や式で見ているものにも、実際にはもっと多くの過程があるのだと思うと、とても楽しかったです。少しずつ理解していけるようにこれからも頑張っていきたいです。

◇最初見たときは、マップは大きいのに文字は小さくて驚いたけど、中まで見てみると、全て違う反応、物質名で、私たちが別々に習った反応がどこかでつながっていたり、数え切れない反応があっても、それがひとつとして一生物を支えているんだな、と、客観的に見ることができてよかったです。聞きなじみのない物質名でも、私たちの体を支えていると知ると、もっと様々なことを学びたいと思いました。

◇代謝マップを初めて見たとき、教科書に書いてある図より情報量が多くて、まず特定の物質を見つけるのが難しかったし、その上、どういう風にかかれているのか理解するまでに時間がかかってしまい、大変ではあったけど、通常の授業とは違った経験ができてよかったです。

◇マップを使って学習することで、今まで学習した代謝の流れがパズルのようにつながり、頭の中を整理しながら学ぶことができました。また、知らない単語がたくさんあったのですが、ひとつわかるとどんどん意欲的に、積極的にアクティブラーニングができたと思います。班の人と話し合いながら、ミッションを行うのがとても楽しかったです。パート2も見てみたいと思いました。

◇まず、代謝マップの大きさが想像以上で驚いた。さらに、教科書に書いてあることが割と一致していたことにも驚いた。しかし、いくら一致しているといっても、ほんの一部分であったため、教科書ぐらいなら覚えられそうだと、という自信もわいてきた。

◇自分は代謝の分野が苦手で、なかなか覚えられなかったけど、呼吸と発酵を分けて考えるのではなく、全体を見て考えるとすごく分かりやすかったです。この50分で前より少し理解できた気がしました。

◇呼吸の反応は複雑で難しいと今まで思っていたけど、代謝マップを見て、私たちが勉強していたのはたくさんある反応のうちの一部であることに驚きました。体の中ではもっと複雑に反応と反応が重なって成り立っていることを感じ、改めて生物の体の仕組みはすごいなと思いました。駅のマップみたいで、わかりやすく、とても難しい内容の勉強をしていると思うけど、混乱せずに学習でき、楽しかったです。

◇最初代謝マップを見たときはぐちゃぐちゃで何を書いているかわからなくて困惑したけれど、順番にたどっていくと、知っている回路や物質名がたくさん出てきて、自分が習ってきた知識で地図を読み解いていくことができたので、それが分かってからはとても楽しく授業を受けることができました。

◇まだまだ知らないことだらけだと思いました。今まで授業で、それぞれの反応を場ごとに、または、呼吸、発酵などの反応ごとに、学習しましたが、代謝マップで見ると、「〇〇に必要な△△を□□で作る」のような関係性が見えてきて面白かったです。