

## 問題 2 2 翻訳の世界へようこそ

(訳者注：この問題を解くにはコドン表が必要です。コドン表を丸暗記している翻訳の達人以外は「コドン表」とググるか教科書を参照してください。)

タンパク質の生合成は「翻訳」として知られている。翻訳はリボソームと呼ばれる、リボソーム RNA とタンパク質から成る多成分超分子複合体で行われる。翻訳の第一段階は「開始」と呼ばれ、リボソームの大サブユニットと小サブユニットがメッセンジャー RNA(mRNA)と結合する。翻訳の模式図を図 1 に示す。

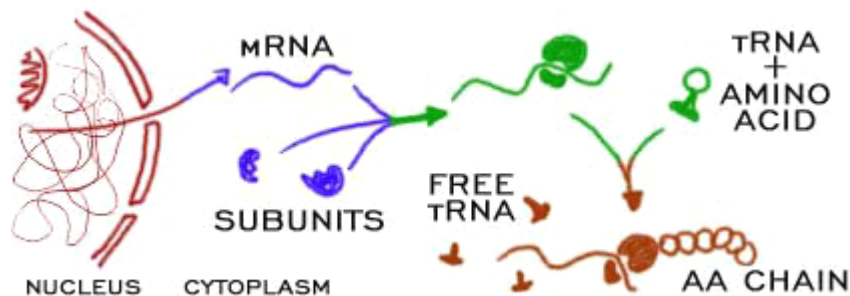


図 1 細胞内でのタンパク質翻訳の模式図

([http://www.biology4kids.com/files/cell\\_ribos.html](http://www.biology4kids.com/files/cell_ribos.html))

1. mRNA の塩基配列は連続する 3 塩基を 1 グループとするコドンとして読み取られ、特定の amino acid を表すようになっている。4 種類の主要リボヌクレオチドのみを考慮したとき、存在するコドンの数を答えなさい。すべてのコドンが特定の amino acid を示すのに用いられているか。
2. 任意の amino acid 配列を持つタンパク質に対応するリボヌクレオチド配列をただ 1 つ決定することは可能か。

amino acid はトランスファー RNA(tRNA)と呼ばれる小さな RNA によって、翻訳が行われるリボソームへ運ばれる。tRNA はそれぞれ 1 つのコドンに対応する。

3. ロイシン(Leu)とメチオニン(Met)はそれぞれ何種類の tRNA によってリボソームへと運ばれるか (コドン表を見ながら答えること)。

アミノ酸がリボソームへと運ばれるには、対応する tRNA と共有結合により結合する必要がある。この反応にはエネルギーが必要であり、ATP の加水分解によって反応が進行する。この反応では、アミノアシル tRNA 合成酵素(aaRS)という、特定のアミノ酸に対して特異的に振る舞う酵素が触媒として作用する。tRNA とアミノ酸の結合には、アミノ酸側鎖は使われない。

4. aaRS が触媒として働くアミノ酸と tRNA の結合反応の化学反応式を答えなさい。反応式は複数に分けてもよい。結合形成に使われる tRNA とアミノ酸の部位に印をつけよ。

5. コドン表を使って、以下のオリゴペプチドが表すアミノ酸配列を答えなさい。

a) 下記の mRNA

b) 下記の mRNA の最初と最後の C を U に置き換えたもの

c) 下記の mRNA の最初の G を C に置き換えたもの

d) 下記の mRNA の最後から 2 番目の G を U に置き換えたもの

**5'AUGGAUCACGCCAUCAAUGUUGUCGGUUGGAGUGUGGAUACGUUGG  
AUGAUGGAACUGAAGCU3'.**

6. ペプチド **Met-Asp-Val-Asn-His-Pro-Glu-Tyr-Gly-Lys** に対応する mRNA のヌクレオチド配列を答えなさい。ただし、1 種類のヌクレオチドしか考えられない場合は **A, U, G, C** のいずれかを書き、2 種類のヌクレオチド **N1** と **N2** が考えられる場合は、スラッシュ(/)を用いて **N1/N2** と書き、4 種類のヌクレオチドが考えられる場合は **N** と書きなさい。

7. ある大腸菌のタンパク質の分子量は約 51kDa である。これに対応する mRNA の長さは何 nm であるか。アミノ酸の平均分子量を 110 g/mol、塩基 1 つの長さの平均を 0.34nm とし、四捨五入して整数で求めよ。リボソームが 1 秒間に 20 塩基を翻訳するとしたら、このタンパク質を合成するには何秒かかるか。

ある研究グループは、無細胞タンパク質合成系 (*in vitro*) を確立した。すべての必要な成分、例えばリボソーム、tRNA、ATP、GTP、塩、アミノ酸、aaRS、翻訳因子などを系に加えた。A と C のみを 1:5 の割合で含む、ランダムな配列のポリリボヌクレオチドを合成し、mRNA として用いた。

8. この系で合成されると考えられるタンパク質のアミノ酸は何かすべて答えなさい。また、それぞれのアミノ酸の比率を答えなさい。

tRNA の 3 次元構造が図 2 に示されている。tRNA には 2 つの重要な領域があり、末端の CCA3' 配列はアミノ酸と結合し、アンチコドン は mRNA のコドンと厳密に適合する。

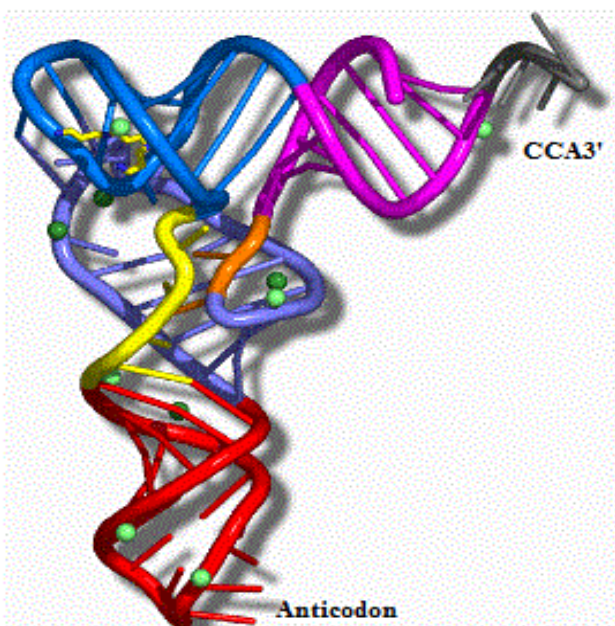


図 2 tRNA の 3 次元構造

9. ある変異体 tRNA<sup>Tyr</sup> を小問 8 の無細胞タンパク質合成系に加えた。この変異 tRNA のアンチコドンは、Tyr のコドンの代わりに Ser のコドンに対応する。合成されると考えられるタンパク質は何か答えよ。

タンパク質化学を専門とする生化学者が、分子遺伝学者に Glu が His になったタンパク質の変異体を新規に発見したことを説明した。分子遺伝学者はとても驚き、実験を再確認すべきだと生化学者に言った。

10. 分子遺伝学者が、上記の変異は考えにくいと思った理由を答えよ。より可能性が高い変異としてどのようなものが考えられるか。