前半に論文そのものの解説を述べる．
その後，全体に関する考察をする．

1 Introduction and Crystal Basis Model

2 PART 1: A Minimum Principle in Codon-Anticodon Interaction

DNA からタンパク質への翻訳，遷移は複雑なプロセスを経ている．そのキーとなる箇所が mRNA のヌクレオチドからアミノ酸に変換されるとこである．

余談，疑問． ヌクレオチド同士の物理的な構造はどうなっている*?mRNA* は完全に *(*二重らせんの*)* 直線だと思っていいのか*?*

コドンからアンチコドンへ変換され，アンチコドンからアミノ酸に変換される．コドンは 60 種類あり，Watoson-Crick の原理を考えると，アンチコドンは 60 種類あるべきだが，どうやら 60 種類より少ないことがわかってきた．これは 1960 年台にはわかっており，それを解消する説として，クリックが wobble hypothesis を唱えた．これは，コドンの 3 番目の値があまり意味をもたず？一つ目と二つ目だけで対応するアンチコドンが決定されるというものであった．これは比較的うまくいったが，「何個のアンチドンが必要か」という疑問が生まれた．これを明らかにするため，以下の仮説が提唱されている．

1. The conventional wobble versatility hypothesis assumes that the the first position of anticodon should have G (U) to read for codon with Y (respectively R) in third position.
2. The codon adaptation hypothesis states that the first position of anticodon should pair the most abondant codon in the family of synonymous codons

ミトコンドリアで調べてみた結果，正しくタンパク質に変換するためには，最低 22 個のアンチコドンが必要なことがわかった．

余談，疑問． その後ろ翻訳できねぇ

3 The“minimum” principle

Given a codon XYZ (X, Y, Z ∈ {C, A, G, U}) we conjecture that an anticodon $X_aY_aZ_a$, where Y_aZ_a = Y_cX_c, denoting the nucleotide complementary to the nucleotide N according to the Watson-Crick pairing rule3 , pairs to the codon XYZ, i.e. it is most used to“read”the codon XY Z if it minimizes the operator T , explicitly written in eq.(2) and computed between the“states”, which can be read from Table 1, describing the codon and anticodon in the “crystal basis model”. We write both codons (c) and anticodons (a) in 5” → 3” direction. As an anticodon is antiparallel to codon, the 1st nucleotide (respectively the 3rd nucleotide) of the anticodon is paired to the 3rd (respectively the 1st) nucleotide of the codon, see Figure 1

第 **I** 部

数学についての補足

今回使う数学について説明する．具体的には以下を説明する．

- 有限群とその表現
- リー群とその表現
- リー環とその表現
- 具体的なリー群とリー環の例
- 量子群
- crystal basis

4 リー群とリー環

リー群とリー環について説明する．リー群とリー環については説明を一番詳しい教科書である [1] を参考にしている．そのため，リー群の定義も多様体であって群であるとするのではなく，局所的に $\mathrm{GL}(n,\mathbb{C})$ の部分群になっていることで定義した．(両者は一致する)

Definition 4.1 (線形 Lie 群)**.** $\mathrm{GL}(n,\mathbb{C})$ の閉部分群を線形 *Lie* 群という．

Definition 4.2 (局所同型)**.** 位相群 G, H が局所同型とは，G, H の単位元の近傍 V, U が存在し，同相写像 $\iota : V \to U$ であって，$x, y \in V$ に対し，

$$\begin{aligned} xy \in V &\Leftrightarrow \iota(x)\iota(y) \in U \\ xy \in V &\Rightarrow \iota(x)\iota(y) = \iota(xy) \end{aligned}$$

References

[1] 小林俊行, 大島利雄 リー群と表現 岩波書店 (2005/4/6)

[2] ……