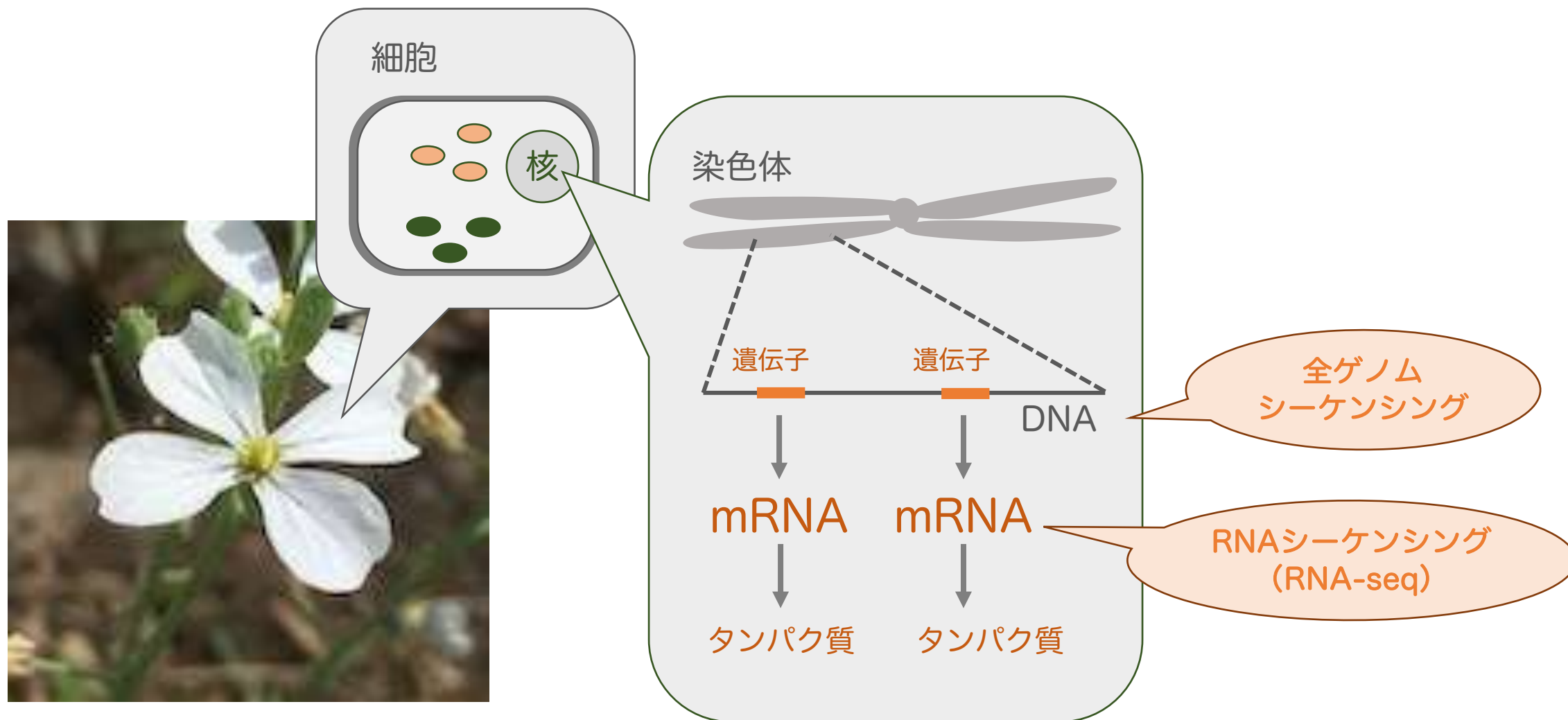


ILASセミナー 2022年6月

RNAシーケンシング (RNA-seq) 基礎

# ゲノム情報はDNAに書き込まれている



# ゲノム上に遺伝子は多数ある



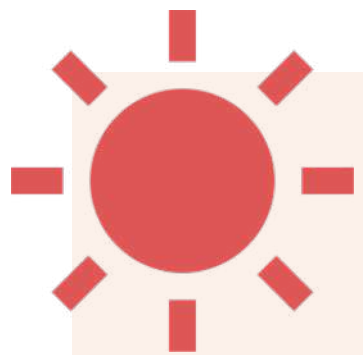
生物種	遺伝子数
ヒト	26,000 遺伝子
シロイヌナズナ	27,000 遺伝子
イネ	37,000 遺伝子
コムギ	120,000 遺伝子

# 遺伝子発現量は個体ごとに異なる

---



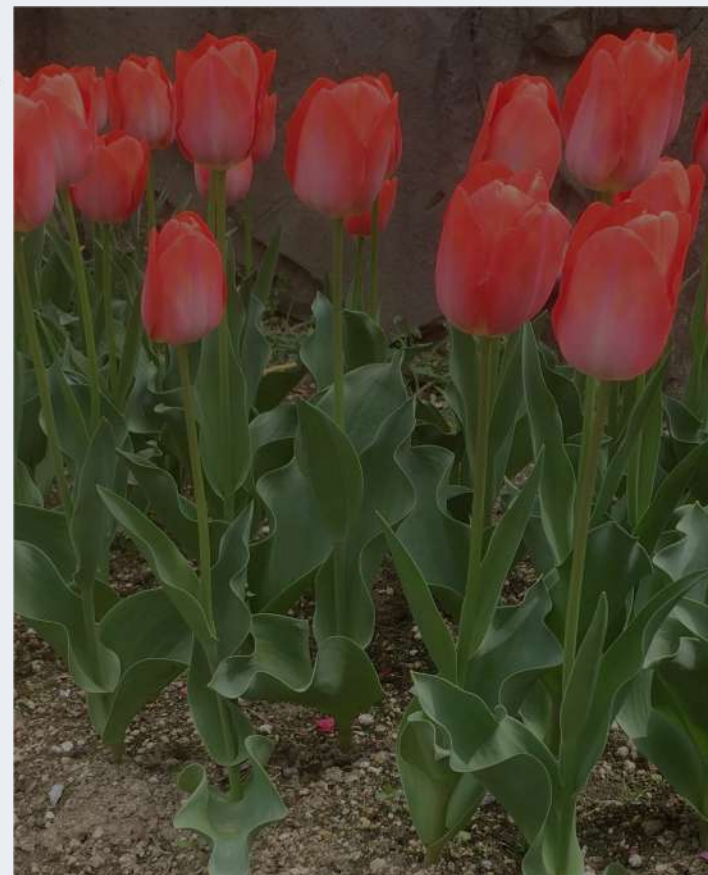
# 部位、時間でも発現量は異なる



花

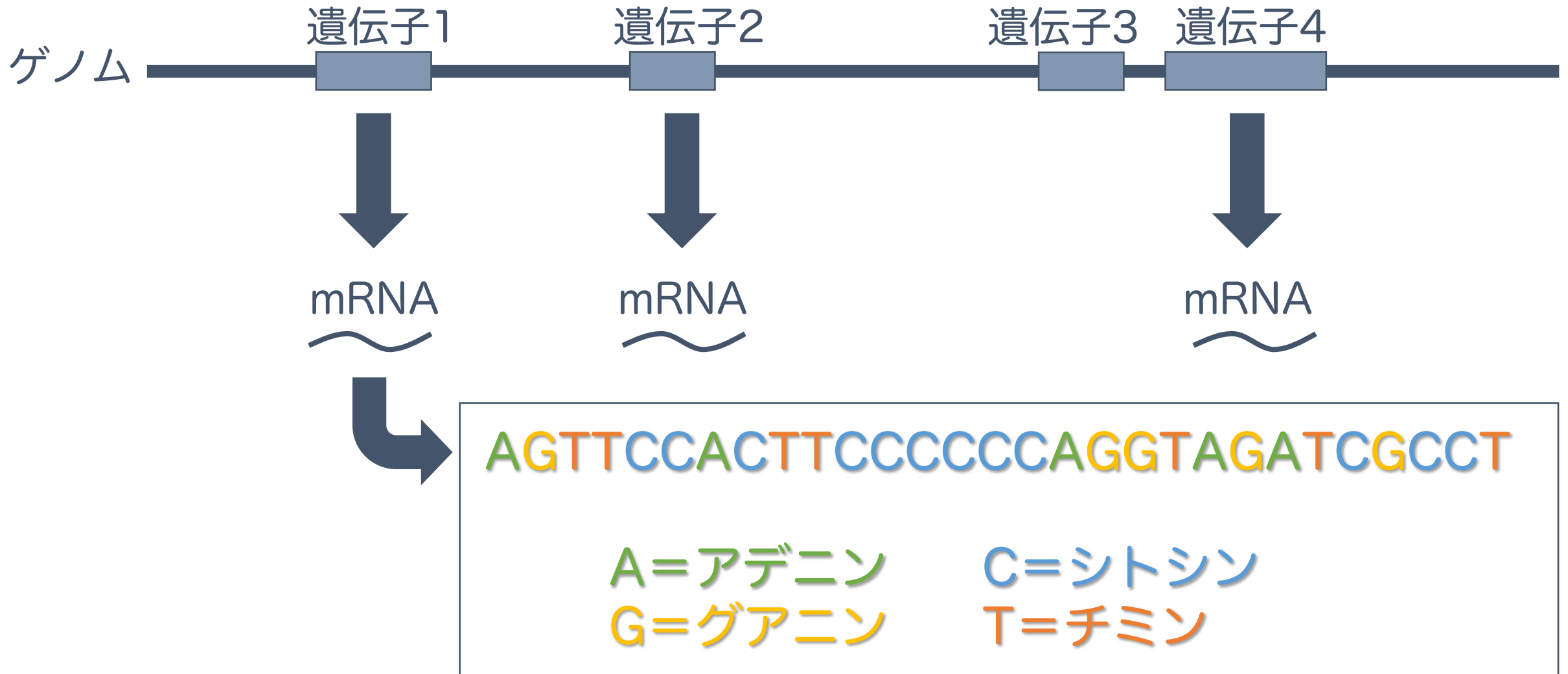


葉



# RNA-seqは発現遺伝子の配列を得る方法

---



# RNA-seqをすると何がうれしいのか？（１）

---

遺伝子配列情報から、  
塩基の違いを見つけられる

## 遺伝子1の塩基配列

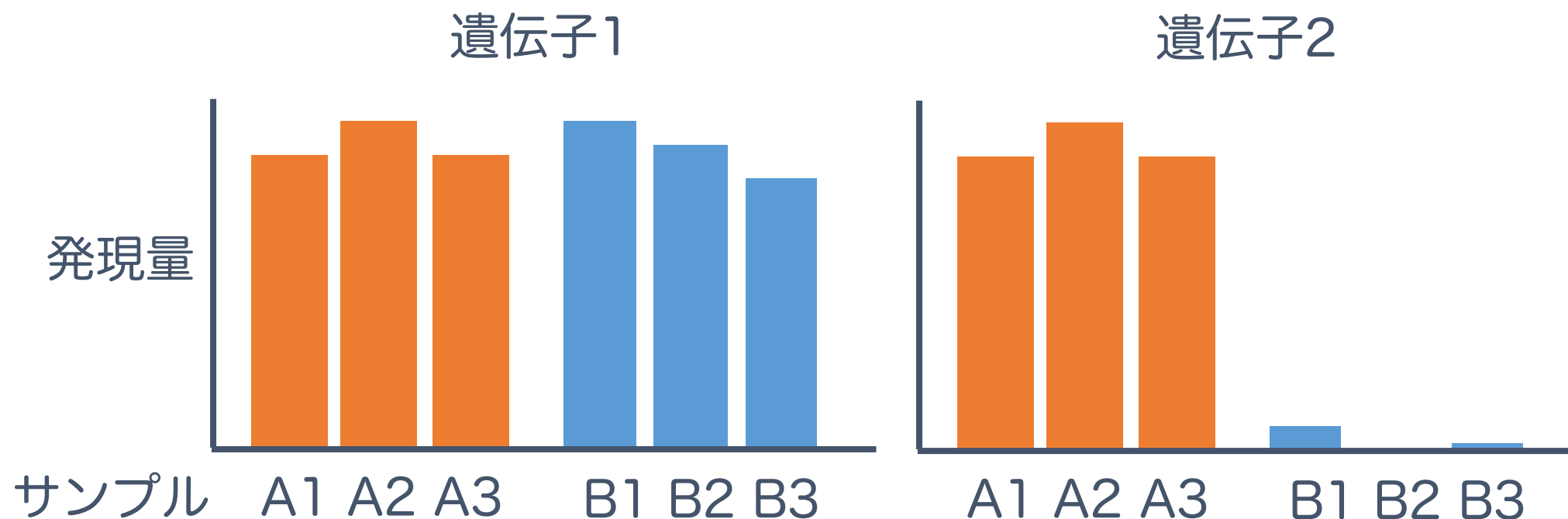
サンプルA	AGTTCCACTTCCC
サンプルB	AGTTC <sup>A</sup> ACTTCCC
サンプルC	AGTTCCACTT <sup>G</sup> CC



# RNA-seqをすると何がうれしいのか？（2）

---

## 遺伝子発現量の違いを調べられる





# RNA-seqで調べてみよう

---

ヤブガラシ

ねじれ部位 - ねじれなし部位

カイヅカイブキ

ネズ葉 - ヒノキ葉

水草

水上葉 - 水中葉

コムギ近縁野生種

芒あり穂 - 芒なし穂

どんな遺伝子に違いがあるのか？

形質の違いを決めている遺伝子は何か？

# RNA-seqまで手順

---

サンプリング



RNA抽出

RNA-seq前処理

RNA-seq



AGTTCCACTT  
CTAGCTGGC  
GGTACAAAT

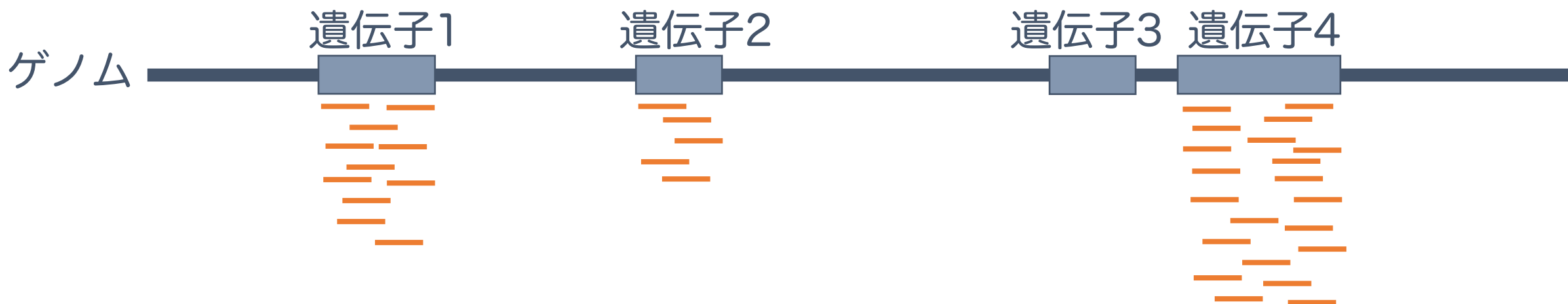


**Illumina NextSeq 550**

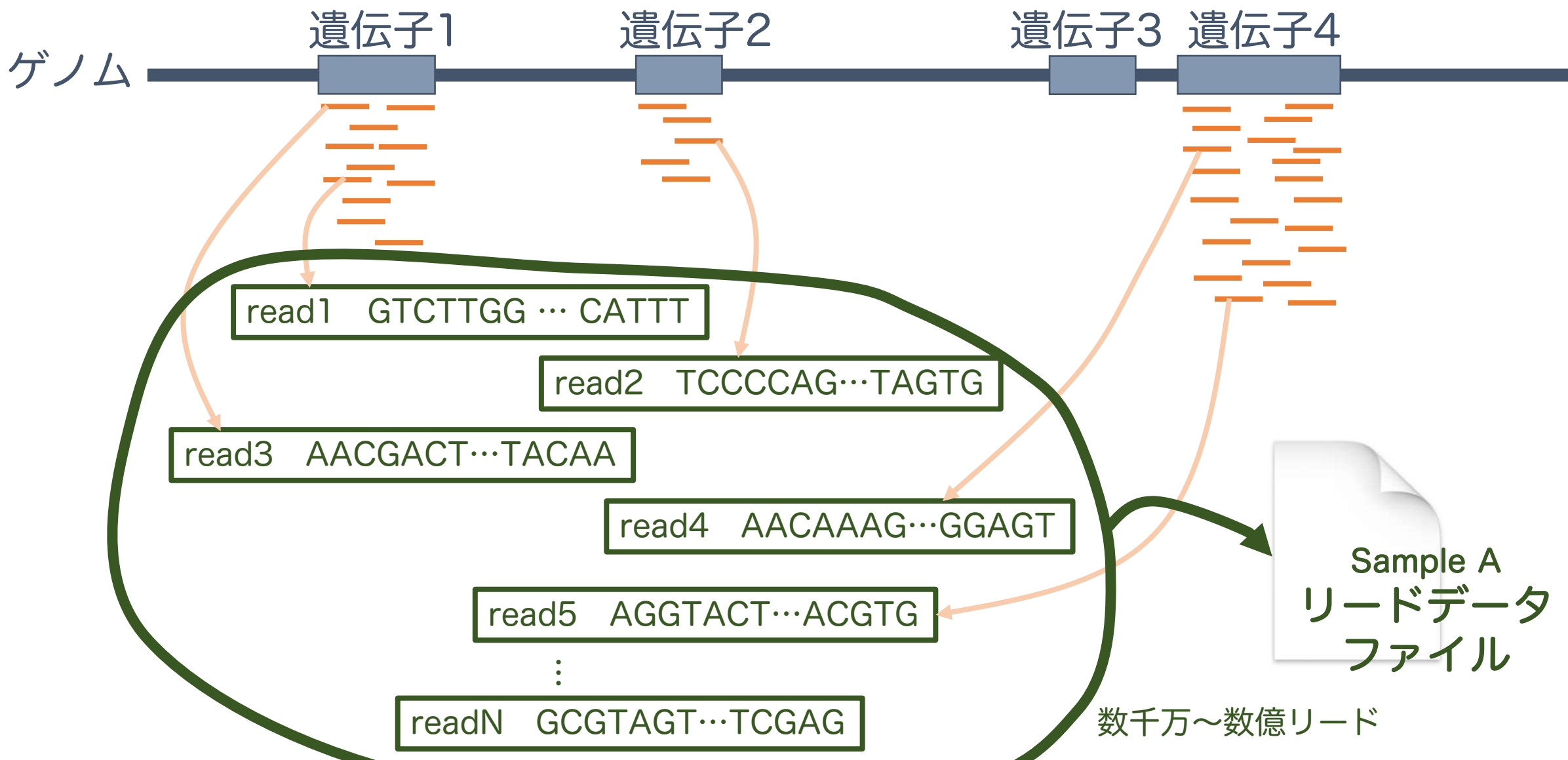
<https://www.illumina.com/>

# 発現遺伝子上の多数の短い塩基配列データが得られる

---




# 発現遺伝子上の多数の短い塩基配列データが得られる



## RNA-seqデータ解析①

# リードを参照配列にアライメント

---



リードデータ  
ファイル

CTACCTAGCTCA  
CTACCTAGCTCA  
AGCTAGCTACCT  
CTCCCAGCTAGC  
CCGCCTCCCAGC  
CCTCCCGCCTCC  
TCCTCCTCCCGC  
TCCTCCTCCCGCCTTCCAGCTAGCTACCTAGCTCA

TATTAATTCCGT  
ACTCGTATTAA  
AACTCGTATTAA  
CCACACCAACTC  
AGCCACACCAA  
AGCCACACCAACTCGTATTGATTCCGT

参照配列 (リファレンス)

# 参照配列が利用できない場合は？

---

リードデータ  
ファイル

CTACCTAGCTCA  
CTACCTAGCTCA  
AGCTAGCTACCT  
CTCCCAGCTAGC  
CCGCCTCCCAGC  
CCTCCCGCCTCC  
TCCTCCTCCCGC  
TCCTCCTCCCGCCTTCCAGCTAGCTACCTAGCTCA

TATTAAATTCCGT  
ACTCGTATTAAAT  
AACTCGTATTAA  
CCACACCAACTC  
AGCCACACCAA  
AGCCACACCAACTCGTATTGATTCCGT

## RNA-seqデータ解析①

# リードから参照配列をつくる

---

リードデータ  
ファイル

CTACCTAGCTCA  
CTACCTAGCTCA  
AGCTAGCTACCT  
CTCCCAGCTAGC  
CCGCCTCCCAGC  
CCTCCCGCCTCC  
TCCTCCTCCCGC



TCCTCCTCCCGCCTCCCAGCTAGCTACCTAGCTCA

TATTAATTCCGT  
ACTCGTATTAAT  
AACTCGTATTAA  
CCACACCAACTC  
AGCCCACACCAA



AGCCCACACCAACTCGTATTAATTCCGT

リードから作った参照配列



# RNA-seqデータ解析のファーストステップ

---

## ① 参照配列をつくる

CTACCTAGCTCA  
CTACCTAGCTCA  
AGCTAGCTACCT  
CTCCCAGCTAGC  
CCGCCTCCCAGC  
CCTCCCGCCTCC  
TCCTCCTCCCGC



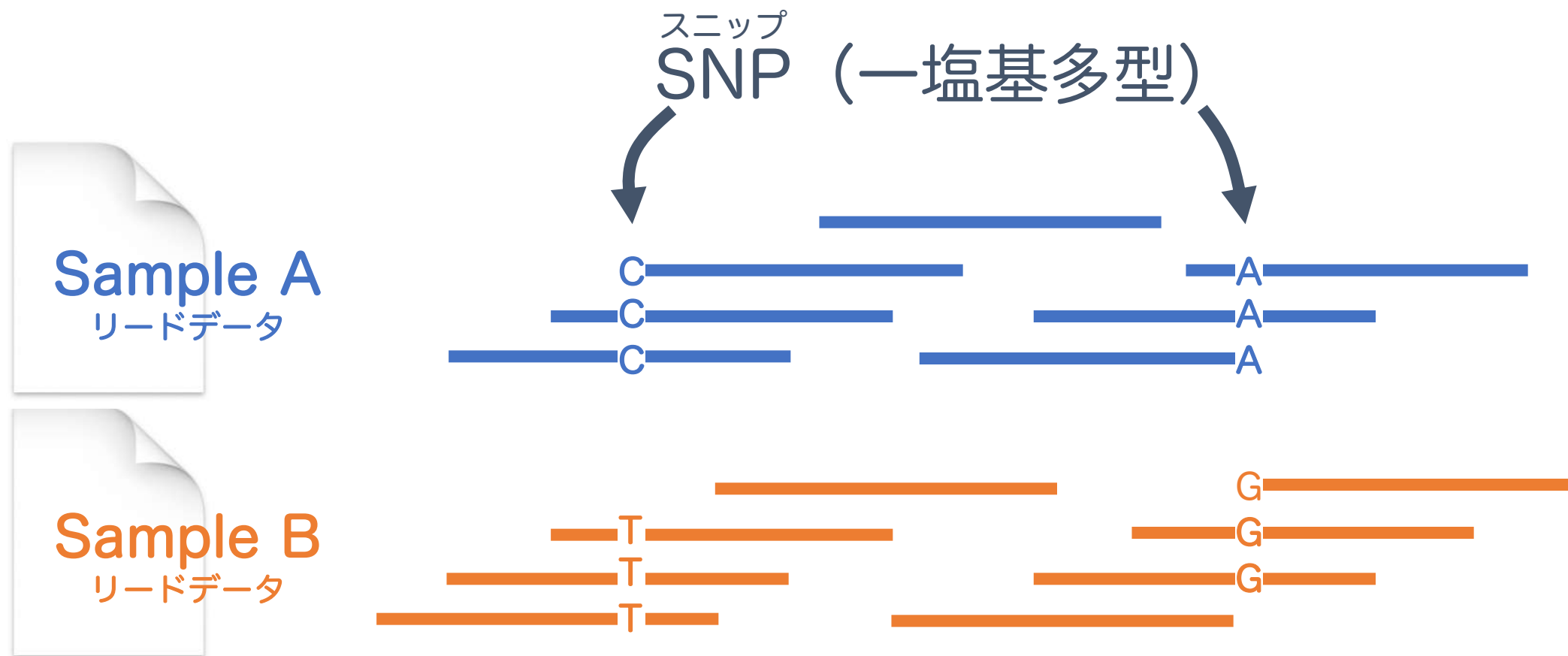
TCCTCCTCCCGCCTCCCAGCTAGCTACCTAGCTCA

## ② アライメント

CTACCTAGCTCA  
CTACCTAGCTCA  
AGCTAGCTACCT  
CTCCCAGCTAGC  
CCGCCTCCCAGC  
CCTCCCGCCTCC  
TCCTCCTCCCGC

TCCTCCTCCCGCCTCCCAGCTAGCTACCTAGCTCA

# 解析 1) 塩基配列を比べる→SNPを見つける



遺伝子1

TCCTCCTCCCGCCTCCCAGCTAGCTACCTAGCTCA

## 解析 2) リード数を数える→発現量を得る

---

遺伝子



発現量が多い



発現量が少ない

mRNA



mRNAが少ない

リード

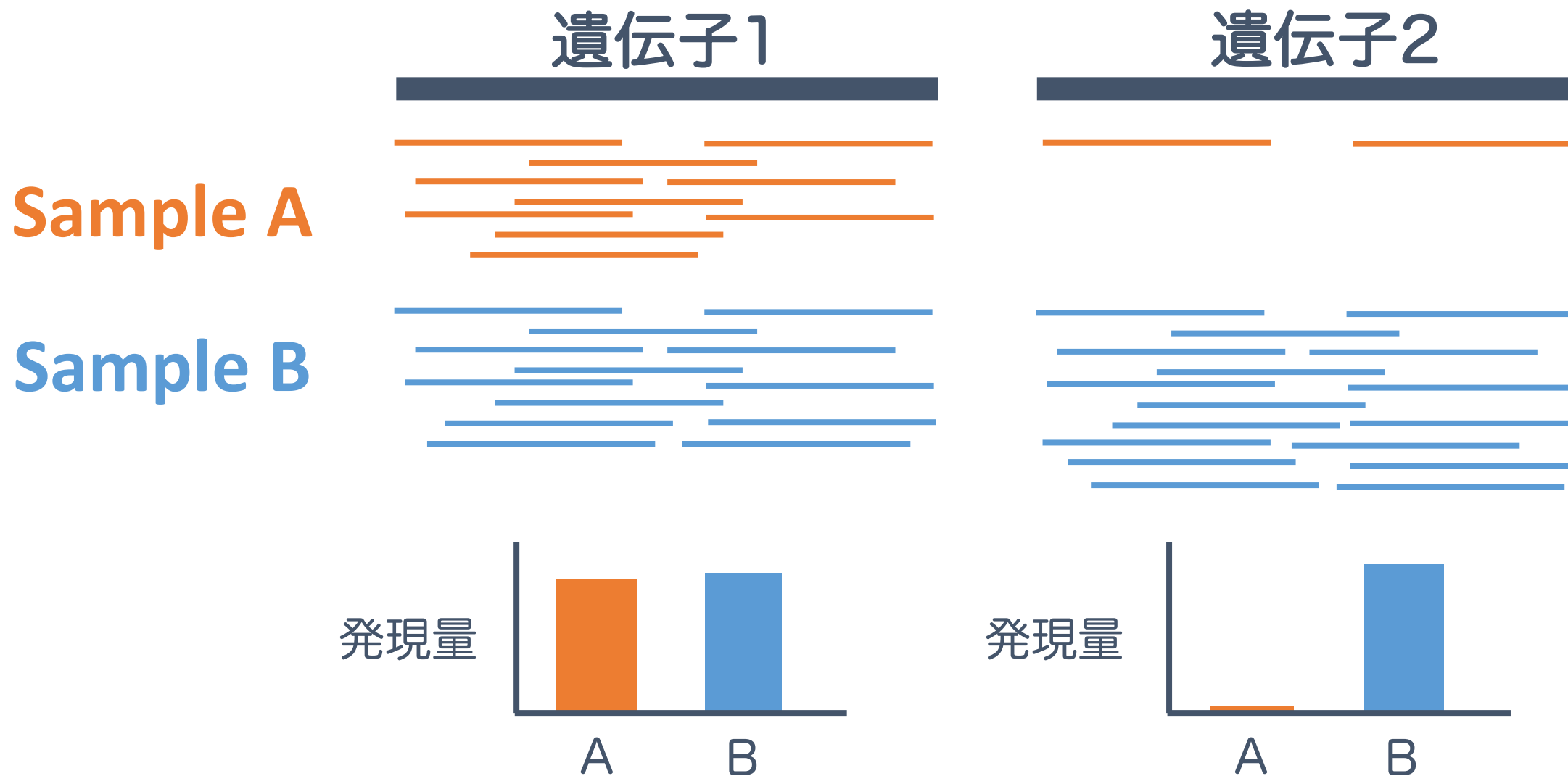


得られるリードが多い

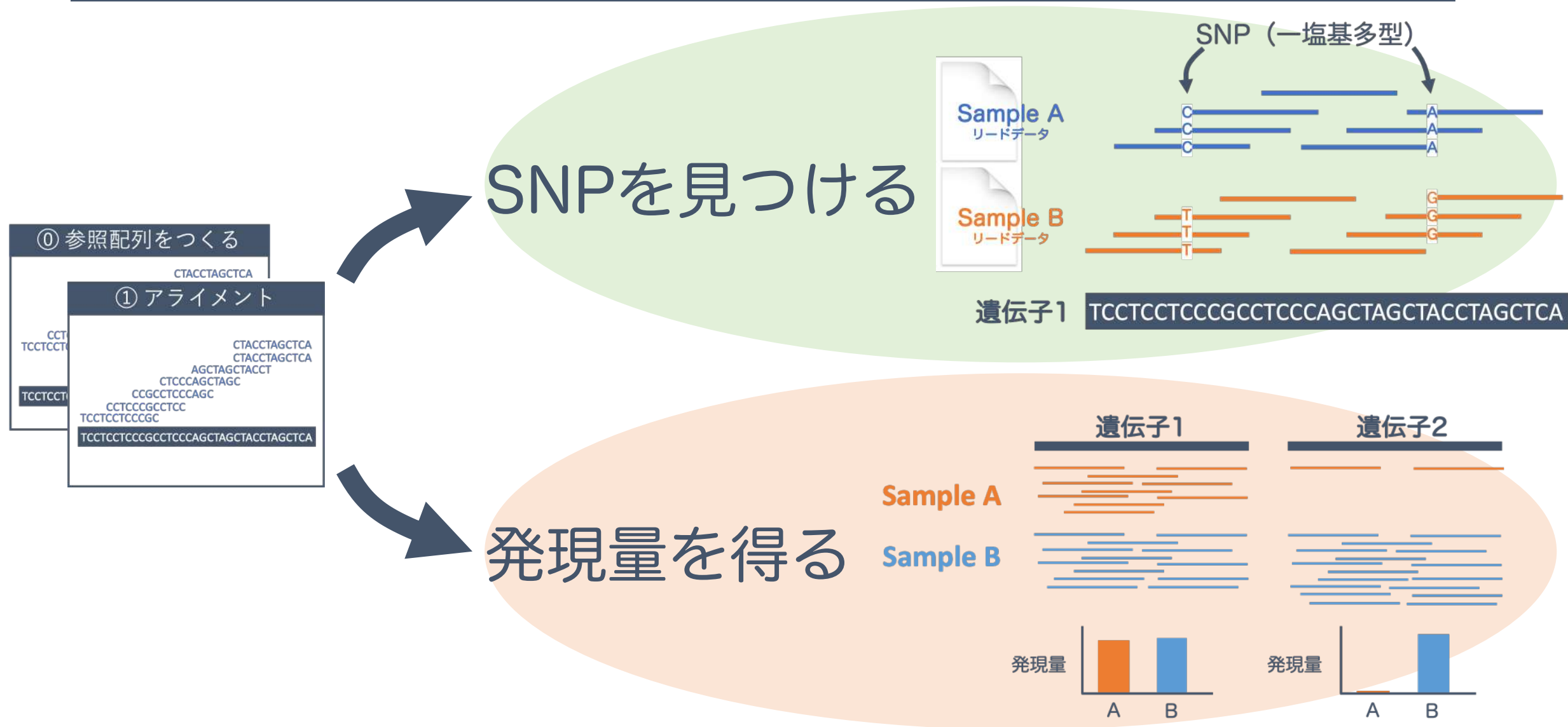


リードが少ない

## 解析 2) リード数を数える→発現量を得る

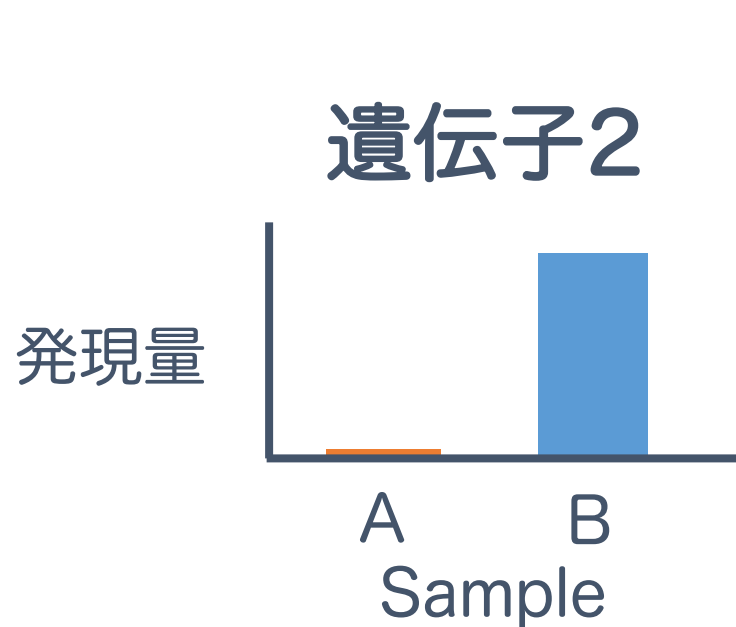


# RNA-seq解析で出来ること



# 差がある遺伝子を発見した後、出来ることは？

---



データベース検索



類似遺伝子を見つける



どのような機能をもった  
遺伝子か調べる

# 実習 1) データベースから類似遺伝子を探してみよう

## 相同性検索 (BLAST検索)

```
>gene1
TTCATCAGAGcagtgaaacacatgaacatactccctcgttccgaattactgtcgaggatcaagatgtattttaattc
tagatacatccattttacgacgagtaatttgaacgaaggagtagacaagcTTACAAGTACAGATCAAGAACAGA
ACTGAACAAAGCTCAGCTCAGTTTTGGACGTGCCTTGGCTACAAAATTCATTTTCATTCTCATTG
GAGCTGCTAACAAAGTCCGGCCCGCGCTTATTTTGATATGAGCGATTGGAGGAATTACACATA
GCAATAATAGACATTTAacatagtagtagtagtagtaataaggcCTTGGGAGTTTTACGGGTGATC
ATGGAGGCGGTGGAGAACTGGGGACGAAGAAGGGATTACATTACTACATGCCGGTGGTCCGG
CCGGCTCGGAGTTCGTCGTCCATCTCTTACGCCGACGGACGGAACCCCGTGACCCGATC
GATCGTAGCCGGTCGCTGCAATTCAGCGCTCACTGACATGACATttagcttcttcttcaagtGGGT
GCGTGCGTGCGCCGGAGAGCCGGGGCGGCCGGGGTGTGTCTCTCCATGCTCAGCAT
GTGTACTTACAGCGTTCAAACTCGCGCATCACGGCGCGGCCAGGCGCCACGCCGAGGTGG
CGATCAGCGGGCGCGTGTGCCATCCAGCGTCAGGCAGCCTTCTTCTCTCGACCTTGATCC
CGTCGCCCGCGCGGAAGAGCGCCAGCAGCGTGTCTGCCTGCTTGAGGCATTGGACCCAGG
TGGACGGTCTCGAACC CGCGTTGCCAGGCGGTTCCGCCACTGCCCGAGGGTCTCGTGCGG
CTCTGTGCGCTCCGCTCCCTCGCAGGCCACCACGTTGCAGATCTGCCGGCCGAGGTACACCTC
GGACATGACTGTGCTGCCGCGCGCGCAGGAGCGGCGGCCCGCCGATGAGACTTCG
GATGGGCCCGCCGCGAGCTGCCGCCCTCCAGAGAATCGAATCGGTGGAGTAGTAGTGCA
GGGACTCGGTGAAGCGGTCCAGGAATGTCCGGAGTTGTGGTTGGCCTCTGCTCCACCACG
GTGACGATCCTCGGCCGACGGCGCGCACGGTGCCAGGACCTTCTCCAGG
```

遺伝子配列



BLAST® » blastx

blastn blastp **blastx** tblastn tblastx Transl:

BLASTX search protein database

Enter Query Sequence

Enter accession number(s), gi(s), or FASTA sequence(s) ? Clear Query subrange ?

>gene1  
TTCATCAGAGcagtgaaacacatgaacatactccctcgttccgaattactgtcgaggatcaagatgtattttaattc  
tagatacatccattttacgacgagtaatttgaacgaaggagtagacaagcTTACAAGTACAGATCAAGAACAGA  
ACTGAACAAAGCTCAGCTCAGTTTTGGACGTGCCTTGGCTACAAAATTCATTTTCATTCTCATTG  
GAGCTGCTAACAAAGTCCGGCCCGCGCTTATTTTGATATGAGCGATTGGAGGAATTACACATA  
GCAATAATAGACATTTAacatagtagtagtagtagtaataaggcCTTGGGAGTTTTACGGGTGATC  
ATGGAGGCGGTGGAGAACTGGGGACGAAGAAGGGATTACATTACTACATGCCGGTGGTCCGG  
CCGGCTCGGAGTTCGTCGTCCATCTCTTACGCCGACGGACGGAACCCCGTGACCCGATC  
GATCGTAGCCGGTCGCTGCAATTCAGCGCTCACTGACATGACATttagcttcttcttcaagtGGGT  
GCGTGCGTGCGCCGGAGAGCCGGGGCGGCCGGGGTGTGTCTCTCCATGCTCAGCAT  
GTGTACTTACAGCGTTCAAACTCGCGCATCACGGCGCGGCCAGGCGCCACGCCGAGGTGG  
CGATCAGCGGGCGCGTGTGCCATCCAGCGTCAGGCAGCCTTCTTCTCTCGACCTTGATCC  
CGTCGCCCGCGCGGAAGAGCGCCAGCAGCGTGTCTGCCTGCTTGAGGCATTGGACCCAGG  
TGGACGGTCTCGAACC CGCGTTGCCAGGCGGTTCCGCCACTGCCCGAGGGTCTCGTGCGG  
CTCTGTGCGCTCCGCTCCCTCGCAGGCCACCACGTTGCAGATCTGCCGGCCGAGGTACACCTC  
GGACATGACTGTGCTGCCGCGCGCGCAGGAGCGGCGGCCCGCCGATGAGACTTCG  
GATGGGCCCGCCGCGAGCTGCCGCCCTCCAGAGAATCGAATCGGTGGAGTAGTAGTGCA  
GGGACTCGGTGAAGCGGTCCAGGAATGTCCGGAGTTGTGGTTGGCCTCTGCTCCACCACG  
GTGACGATCCTCGGCCGACGGCGCGCACGGTGCCAGGACCTTCTCCAGG

Or, upload file ファイルを選択 | 選択されていません ?

Genetic code Standard (1)

Job Title gene1  
Enter a descriptive title for your BLAST search ?

☐ Align two or more sequences ?

Choose Search Set

Database Non-redundant protein sequences (nr) ?

Organism Optional Enter organism name or id—completions will be suggested ☐ exclude  
Enter organism common name, binomial, or tax id. Only 20 top taxa will be shown. ?

Exclude Optional ☐ Models (XM/XP) ☐ Non-redundant RefSeq proteins (WP) ☐ Uncultured/er

**BLAST** Search database nr using Blastx (search protein databases using a translation) ☐ Show results in a new window

+ Algorithm parameters

NCBIのタンパク質  
データベース



# 実習2) どういう遺伝子かより詳しくを調べてみよう

---

関連論文を検索してみよう

Google Scholar

キーワード（遺伝子名や生物名など）を入力



☐ すべての言語 ☒ 英語 と 日本語のページを検索

巨人の肩の上に立つ

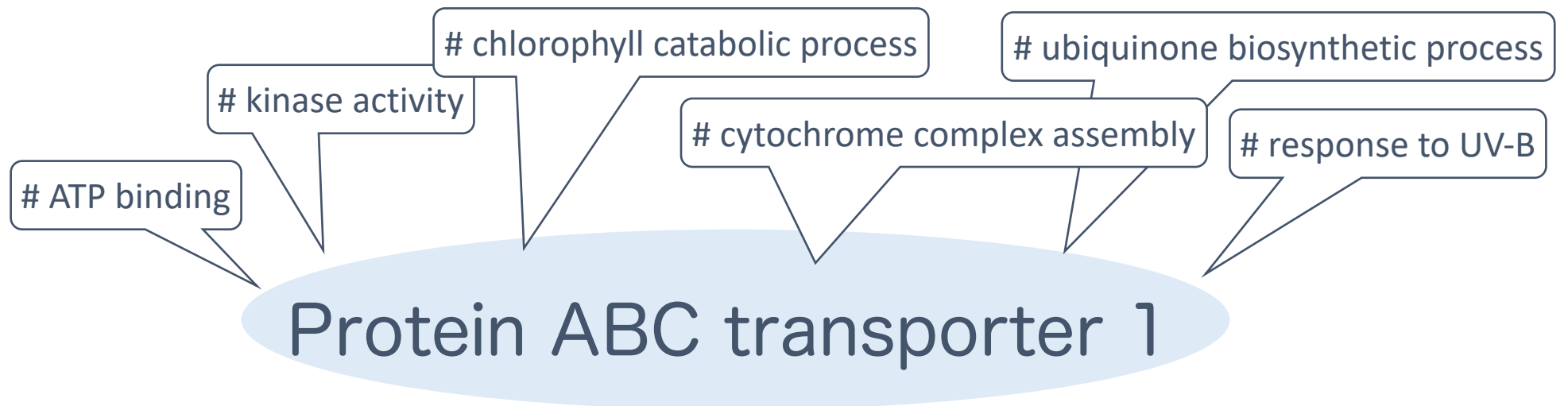
# 実習 3) 遺伝子機能の情報も集めてみよう

---

データベース上の~~遺伝子~~

タンパク質には **GOterm** が付いている

**Gene Ontology term**  
(遺伝子の機能に関するタグ)



# 実習 3) 遺伝子機能の情報も集めてみよう




The mission of UniProt is to provide the scientific community with a comprehensive, high-quality and freely accessible resource of protein sequence and functional information.

UniProtKB

UniProt  
Knowledgebase

Swiss-Prot  
(567,483)

 Manually  
annotated and  
reviewed.

UniRef

Sequence clusters



UniParc

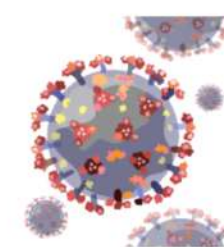
Sequence archive



Proteomes

Proteome sets





New UniProt portal for the latest SARS-CoV-2 coronavirus protein entries and receptors, updated independent of the general UniProt release cycle.

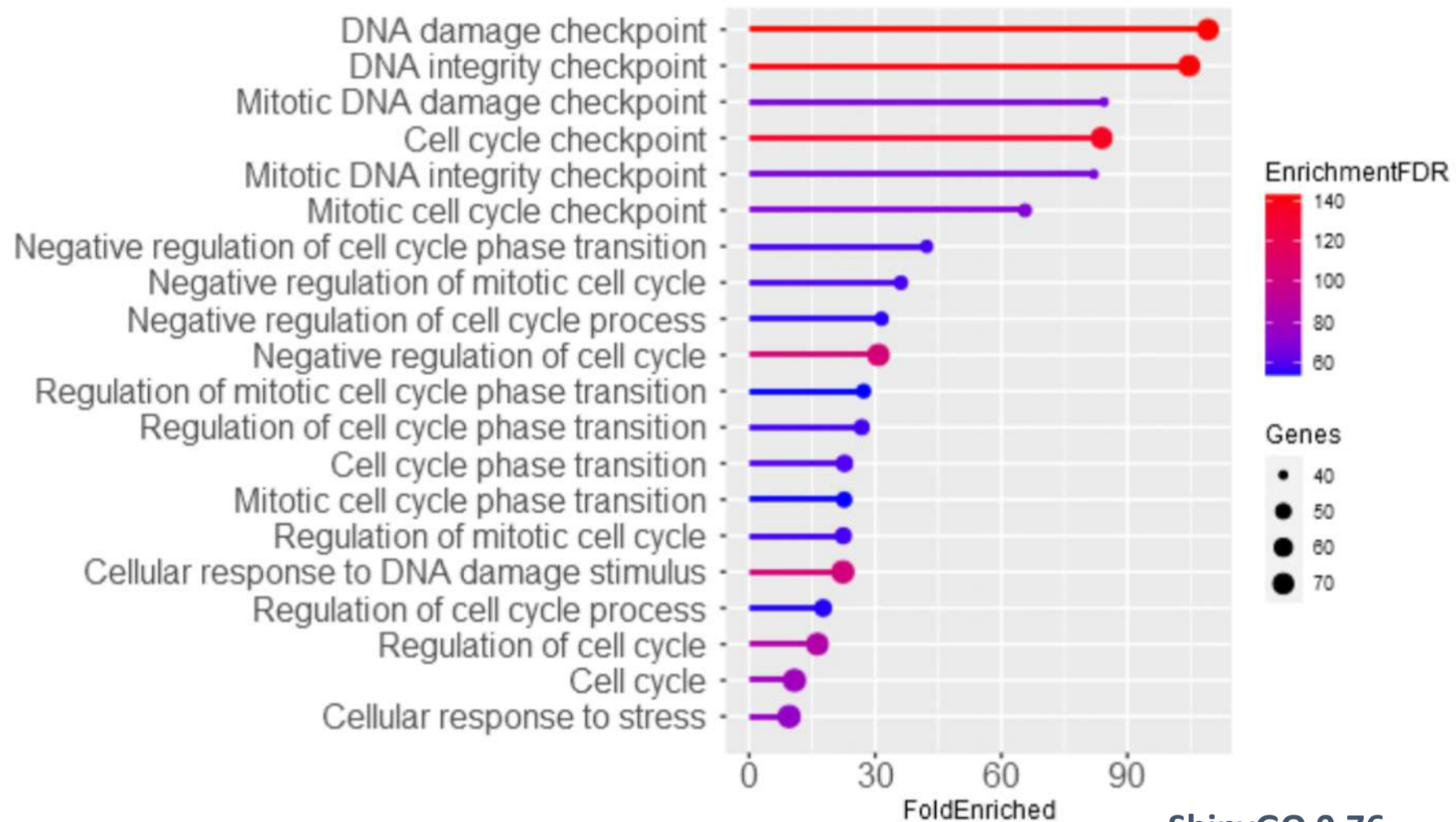
**View SARS-CoV-2  
Proteins and Receptors**

News



Forthcoming changes

# GOtermを調べると、頻出termがわかる



ShinyGO 0.76

<http://bioinformatics.sdstate.edu/go/>

## 実習 4) 100 遺伝子のBLAST検索 & GOterm検索

---

100遺伝子に対して、  
実習 1 と 3 の作業をおこなってください。

## 実習 4) 100 遺伝子のBLAST検索 & GOterm検索

---

100遺伝子に対して、  
実習 1 と 3 の作業をおこなってください。

単純な繰り返し作業は  
コンピュータにやらせよう！