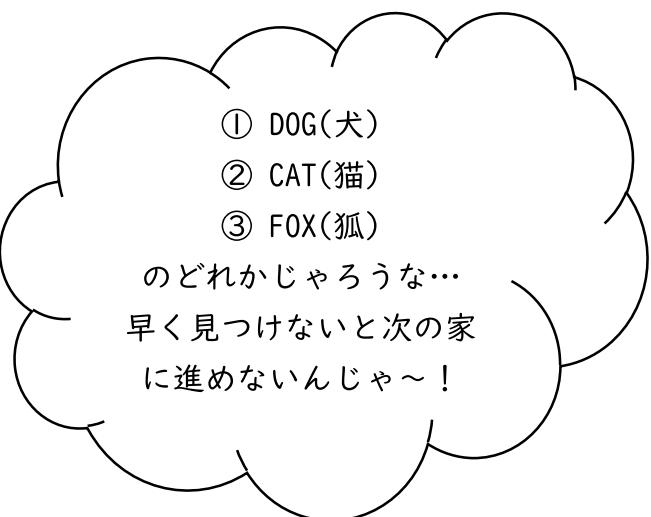
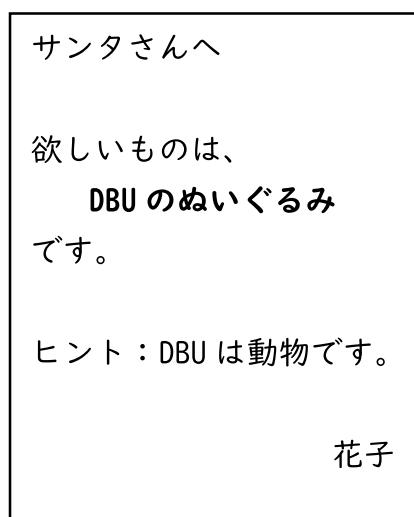


<冬休み前 レクリエーション(シーザー暗号)>

考えてみよう！①

クリスマスの夜、サンタクロースは子供たちにプレゼントを配っていました。プレゼントを配るために、花子さんの寝室にサンタが侵入したところ、枕もとの欲しい物メモには、以下のようなメッセージが書かれており、何の動物のぬいぐるみが欲しいか暗号化されています。サンタはメモから、欲しいぬいぐるみの動物を3つまで絞れたようです。花子さんが欲しいプレゼントを考えてみましょう。



※ イラストは Gemini 3 Pro を使用。

花子さんが欲しい物： ()



○ シーザー暗号

先ほどの花子さんの暗号のように、決まった文字数分のアルファベットをシフトさせて、行う暗号を、シーザー暗号とよぶ。

シーザー暗号は、古代ローマの軍人・政治家であった、ガイウス・ユリウス・カエサルが使用したことから、この名前になった。カエサル(Caesar)の英語読みがシーザーだからである。ちなみに、カエサルは「賽は投げられた」や「ブルータス、お前もか」など、色々な名言を残していることでも有名である。

やってみよう！①

アルファベットの表を埋めながら、以下の問題に答えよう。

(1) 「IBM」をいくつ右にずらすと、「HAL」になるか。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

答え： ()

(2) 「JOLLY(楽しい)」を7文字右にずらすとどのような単語になるか。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

答え： ()

○ シーザー暗号と数学

シーザー暗号は、最もシンプルで広く知られた暗号である。暗号は、数学の一分野として考えることができる。ここからは、シーザー暗号を式として表してみよう。

考えてみよう！②

以下のように、アルファベットを数字に変換します。暗号化する文字の数字を x 、暗号化された文字の数字を y としたとき、 q 文字右にずらすシーザー暗号は、どのような式で表せるのでしょうか？

ヒント：「SLEEP(眠る)」と「BUNNY(ウサギ)」を例として、変換を考えてみよう。

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

※ 0からスタートしていることに注意！

(答え、工夫点、上手くいかない理由など)

シーザー暗号の式を単なる足し算で表現すると、番号が 25 を超えてしまい、上手く変換できない。

実は、シーザー暗号は割り算のあまりの考え方を使うと、数式として表現できる。

割り算のあまりを求める計算として、 mod がある。 mod の計算では、整数 m を自然数 n で割ったあまりを r としたときに、 $m \text{ mod } n = r$ となる。

例) $5 \text{ mod } 10 = 5$ 、 $12 \text{ mod } 10 = 2$ とか。 $(m < n \text{ のとき}, m = r)$

※ mod は一応、数学 A で扱う。しかし、必須ではなくなったので、ここで説明

この考え方を使うと、9 文字右にずらすシーザー暗号は、以下のようになる。

()

やってみよう！②

mod の式で変換の式を表現し、以下の表を利用して暗号を解読してみよう。

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

(1) 「TERRA(地球)」を 13 文字右にずらすとどのような単語になるか。

答え： ()

(2) 「COLD(寒い)」を 3 文字右にずらすとどのような単語になるか。

答え： ()

○ 複雑なシーザー暗号



シーザー暗号では、暗号を解く際に、何文字ずらすかという数字が重要になる。暗号ではこのような数字を鍵という。また、この鍵がばれてしまうと、だれでも暗号を解けるようになってしまう。暗号は解くべき人以外には解かれたくないので、鍵がばれるのは非常に困る。

シーザー暗号は、暗号化する鍵と、暗号を解く鍵が一緒であるため、共通鍵暗号方式と呼ばれる。

シーザー暗号の鍵は、0～25の26通りであるため簡単に解かれてしまう。そのため、キーワードを使って、アルファベットの表の並び方を変える方法も存在する。

例えば、「JUNSHIN」をキーワードとする。次に複数現れるnを削除して、「JUNSHI」とする。この文字列を表の最初に置き、それ以降は残りのアルファベットを順に表に追加する。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
J	U	N	S	H	I	A	B	C	D	E	F	G	K	L	M	O	P	Q	R	T	V	W	X	Y	Z

そして、この表を使って暗号化と暗号を解く。この表を使って、「CAT」を一字右にずらすと、「NJR」に変換できる。

この場合、鍵はIと「JUNSHIN」であり、普通のシーザー暗号よりは鍵を知らない人に解かれづらくなる。

やってみよう！③

好きな言葉と好きな数字をキーワードにして、暗号を作ってみよう。また、近くの人と暗号を交換し、解いてもらおう。

キーワード：() 右にずらす単語数：()

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

暗号：()

答え：()

○ 暗号とこれから

暗号は、メールでの情報交換、クレジットカードでの買い物など日常生活を安全に送るために必要不可欠な技術である。また、シーザー暗号のような置き換えの暗号は、第二次世界大戦でドイツ軍が使い、イギリスを翻弄した。この暗号機をエニグマという。このように、軍事の面でも活躍する技術である。(コンピュータやインターネットも軍事から生まれた。)

今回紹介した、シーザー暗号はとても簡単だったが、今の社会で使われている暗号はもっと複雑で、難しい数学の考え方が多く使われている。公開鍵暗号方式(暗号化する鍵と暗号を解く鍵が一緒)では、RSA暗号や、楕円曲線暗号が有名である。共通鍵暗号方式では、AESが最もよく使われている。

暗号は、コンピュータの性能との勝負である。今ある暗号も、計算がとても速いコンピュータができれば、解かれてしまう。実際に、RSA暗号は現状のコンピュータでも解かれてしまう可能性があり、徐々に使われなくなっている。

今のコンピュータよりも、計算がとても速くできるコンピュータとして、量子コンピュータがある。量子コンピュータはまだ研究段階であり、完成していない。

量子コンピュータは計算が速いため、色々な分野での活躍が期待されるが、暗号にとっては恐ろしい敵である。そのため、今は量子コンピュータが実用化されても、解かれない暗号が研究されてたりする。

暗号の進化と未来への挑戦

日常生活と現代暗号

現代の暗号 (Modern Cryptography)
生活を守る不可欠な技術

シーザー暗号
簡単だけど基本
シーザー暗号

メール
ネットショッピング (クレジットカード)

暗号の仕組みと種類

共通鍵暗号方式 (Symmetric Key)
同じ鍵で開け閉め (AESなど)

公開鍵暗号方式 (Public Key)
公開鍵 (Public Key)
秘密鍵 (Private Key)
鍵が別々！複雑な数学 (RSA, 楕円曲線暗号など)

量子コンピュータの脅威と未来

量子コンピュータ
計算が超高速！今の暗号の強敵
RSA暗号 (現状の暗号)
耐量子計算機暗号 (Post-Quantum Cryptography) (研究中!)
未来の安全を守るために研究

スーパー計算機

※ イラストは Gemini 3 Pro を使用。