

The new Audi Q3 Decode Challenge: 解答と解説

上田 完*

概要

“The new Audi Q3 Decode Challenge”の問題を解き、解答を作成した。この問題に対するコメントを添え、Lua^AT_EX を用いて PDF ドキュメントとして作成・公開する。

1 問題及びヒント

本問題では、以下に示す図 1 と「暗号を解読せよ」という指示文が提示された。

また、本問題と共にいくつかのヒントが提示されている。まず、筆者が本問題の存在を知った時点（2012 年 5 月 5 日）では、以下に示す図 2 がヒントとして提示されていた。

このヒントは本文書の執筆時点（2012 年 5 月 6 日）においてはもう一つ公開されており、5 月 9 日には更にもう一つ公開される予定であるが、筆者が問題解答において参考にしたヒントのみをここに転載するものとする。

また、筆者がこの問題に関して facebook のタイムライン上にコメントした際、図 3 に示した追加ヒントを得た。これも以下に転載しておく。

2 解答

以下に解答を示す。尚、解答を導出した過程をほぼそのまま書いているので、その点に関してはご容赦いただきたい。

2.1 仮定

まず、本問題とヒントを一通り見渡してから、解答に際して以下のような仮定を置くこととした。

* Tamotsu Thomas UEDA, *e-mail* thomas@fugenji.org

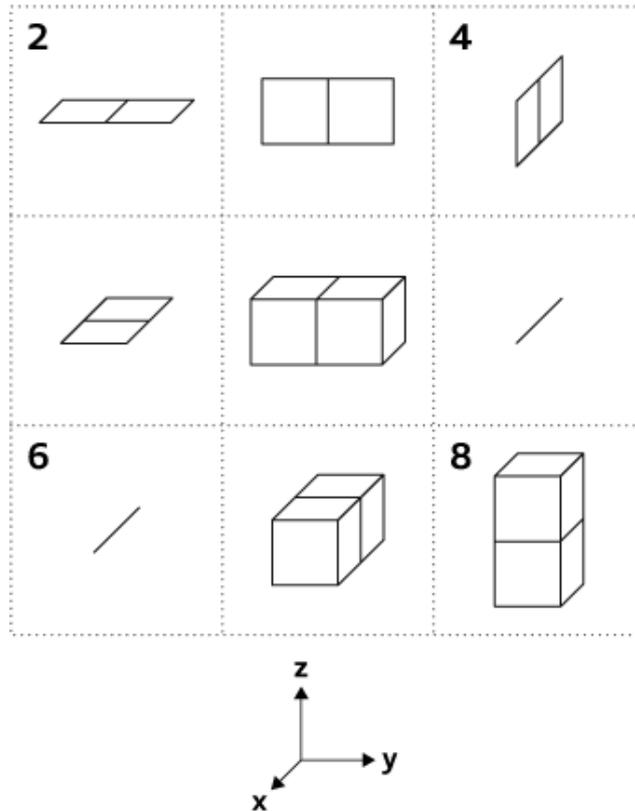


図1 問題図

- 仮定1 (問題文より) 図1を読み解いた結果は、何かしら意味のある文字列(数字を含む)である。
- 仮定2 (図3より) 個々の図形は加算可能な要素を表している。
- 仮定3 (図2より) 図形を要素へと変換した後、各要素をある規則で割り振られた順番で読み取ることによって文字列が形成される。

2.2 図から加算可能な要素への変換

図3において、二つの図形の和がある図形と対応している。この対応関係を満たす要素^{*1}を規定できれば、図から要素への変換法則を定めることができることになる。

図1の9図形を見ると、全てがある単位長さの線分で構成される線分・面・立体である。また、右手系三次元空間を想起させる(x, y, z)の記述があることから、各々の図形の三次元的要素を考えればよさそうだと推測される。

^{*1} この場合の数としては、まずスカラー数とベクトルをあたることとする。

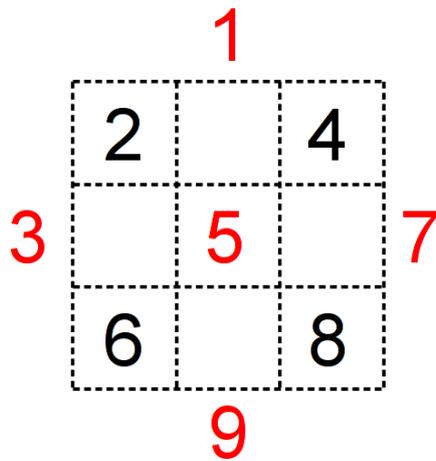


図2 ヒントその1

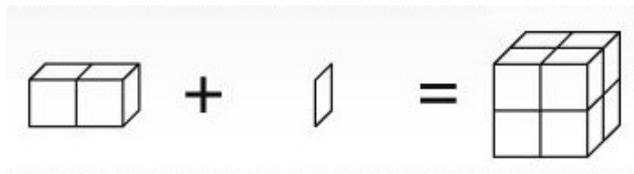


図3 ヒントその2

いま、これらの図形が、

$$\vec{a} = (1, 0, 0), \vec{b} = (0, 1, 0), \vec{c} = (0, 0, 1) \quad (1)$$

なる3基本ベクトルを基とした線分・面・直方体であるを考える。このとき、左下奥側の頂点（線分の場合は端点）を原点とし、原点と重心を通る対角線 \vec{r} を考える。図3を例とすると、 \vec{r} は下図4の赤矢印のように表される。



図4 各図形と \vec{r}

これらを左から順に $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3$ とすると、

$$\vec{r}_1 = \vec{a} + 2\vec{b} + \vec{c} \quad (2)$$

$$\vec{r}_2 = \vec{a} + \vec{c} \quad (3)$$

$$\vec{r}_3 = 2\vec{a} + 2\vec{b} + 2\vec{c} \quad (4)$$

よって、

$$\vec{r}_1 + \vec{r}_2 = 2\vec{a} + 2\vec{b} + 2\vec{c} = \vec{r}_3 \quad (5)$$

となり、これは図3の記述を満たす。

以下、記述を簡便にするために、 $\vec{r} = i\vec{a} + j\vec{b} + k\vec{c}$ を有する図形 n を $n(ijk)$ と表示することにする。このとき、各図形は3成分からなる数の組 (ijk) に変換されたとみなすことができる。

図3と以上の考察より、図形を加算可能な要素に変換する規則1を以下のように定める。

規則 1:

各図形の左下奥の稜（もしくは点）を原点としたとき、各図形は、原点と重心を通る対角線ベクトル $\vec{r} = i\vec{a} + j\vec{b} + k\vec{c}$ の各成分の係数を用いて、3成分からなる (ijk) に変換される。ただし、 \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} は x , y , z の各方向の単位ベクトルである。

2.3 本問題の9図形を変換する

本問題の9図形について、上変換規則に則って対角線を引いたものを以下に示す。

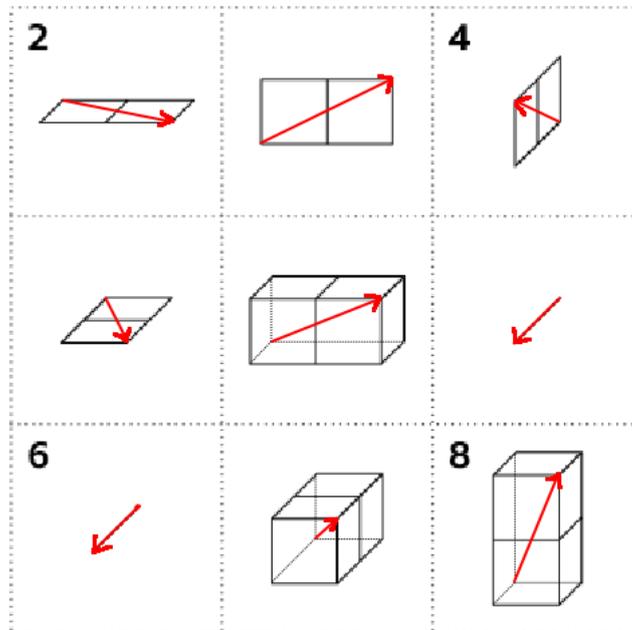


図5 9図形の対角線

上図5より、各図形は以下の表1に示すとおり (ijk) の形式に変換される。

表 1 9 図形の変換結果

2 1 2 0	0 2 1	4 2 0 1
2 1 0	1 2 1	2 0 0
2 0 0 6	2 1 1	1 1 2 8

2.4 各要素の意味

表 1 の各要素は、以下のような特徴を持つ。

1. 要素は 3 つの数字で構成されている。
2. 要素を構成する数字は 0, 1, 2 のいずれかである。

各要素をある規則で並べたものが文字列を規定するならば、ひとつ、あるいはいくつかの要素を組にしたものがある文字と対応していることになる。まず、1 要素が 1 文字と対応していると仮定して推論を進めることとする。

2.4.1 要素の意味に関する仮説

0, 1, 2 のいずれかの数字 3 つで要素が構成されていることから、これを 3 桁の数字と見ることができる。たとえば (0 1 2) という要素は $012 = 12$ と読むことができる。取り得る数字から、これを 3 桁の三進数と見ることができそうなので、以下、そのように読み取ることとする。

規則 2:

各要素の対角線ベクトルの成分は、3 桁の三進数として読み取る。

位取りには何通りか考えられるが、現時点では表記通りに読むこととする。

2.4.2 三進数から10進数への変換

3桁の三進数 $n(3) = ijk$ ($i, j, k = 0$ or 1 or 2) を10進数 $n(10)$ に変換すると、

$$n(10) = 3^2i + 3j + k = 9i + 3j + k \quad (i, j, k = 0 \text{ or } 1 \text{ or } 2) \quad (6)$$

と書くことができる。上の表1の各要素を10進数に変換したものを以下表2に示す。

表2 9要素を10進数に変換した結果

2 15	7	4 19
21	16	18
18 6	22	14 8

2.4.3 10進数から文字への変換

上表2に示した各々の要素の取り得る範囲を考える。

まず取り得る最小値だが、これは $n(3) = n(10) = 0$ である。最大値は $n(3) = 222$ で、これを10進数に変換すると $n(10) = 3^2 \times 2 + 3 \times 2 + 2 = 26$ となる。よって、

$$0 \leq n(10) \leq 26 \quad (7)$$

である。つまり、各要素は、0も含めると合計27種類、0を含めないなら26種類の文字と対応し得ることになる。この27あるいは26という数は、アルファベットのAからZまでの文字数26と等しいか、より大きい。これらから、各要素はアルファベットに対応していると推測される。

数字をアルファベットと1対1対応させる場合、単純に対応させる場合でも、昇順と降順の2通りが考えられる。もし各要素に何らかの換字法的処理がなされている場合、考えられる組み合わせの数は約 4.033×10^{26} という莫大な数になる。総当たりでチェックを行うにはコンピュータと辞書が必要になるが、ここではまず第一段

階として、

$$\begin{aligned} A &= 1 \\ B &= 2 \\ C &= 3 \\ &\dots \\ X &= 24 \\ Y &= 25 \\ Z &= 26 \end{aligned} \tag{8}$$

のように単純に対応させることとする。

規則 3:

各要素を変換した数は、アルファベットの各文字と単純に 1 対 1 対応している。

この場合の、各要素を文字に変換した結果を以下表 3 に示す。

表 3 9 要素をアルファベットに変換した結果

2 O	G	4 S
U	P	R
R 6	V	N 8

2.5 文字の配列

以上のように、図形の集合を文字の集合に変換することができた。これらから文字列を得るためには、どのような順番で個々の文字を上表 3 から拾い上げて 1 列に並べるか、を規定する必要がある。

本問題の図中、四隅に相当するマスにはそれぞれ 2, 4, 6, 8 の数字が記されている。これが文字を拾い上げる順番に対応しているとする、残りの 5 マスに対応する数字を規定する必要がある。

1 から 9 までの数字を 3×3 のマスに配置する特徴的な方法として、魔方陣が挙げられる。魔方陣は、縦・横・斜めのどの方向に数を足し合わせても同じ和となるように数を正方のマスに並べたものだが、1 から 9 までの数を表 4 のように並べると魔方陣を形成することが知られている。

表 4 1 から 9 の数が形成する魔方陣

2	9	4
7	5	3
6	1	8

この魔方陣は図 2 から連想されるものである。図 2 の赤い数字 (1, 3, 5, 7, 9) を、5 はそのまま中央に、残りの数字は上と下、右と左を入れ替えてから配置すると、この魔方陣と同じ配列になる。

本問題の図中でも、マスに記されていない数字 (1, 3, 5, 7, 9) がこのように配置されていると仮定すると、表 3 は以下のように書くことができる。

表 5 各要素に番号を付与した結果

2 O	9 G	4 S
7 U	5 P	3 R
6 R	1 V	8 N

規則 4:

文字を拾う順番は、問題に書かれていた番号を基に規定される 3 次魔方陣の数で規定する。

2.6 文字の配列

以上のように、本問題の図における各図形を文字に置き換え、各々の文字に対応する番号を付与した。あとはこの番号順に各々の文字を拾い上げ、配列すればよい。結果は以下の通り。

V O R S P R U N G

これは Audi のメインスローガン “Vorsprung durch Technik” から採ったものであろう。ということで、解答は “VORSPRUNG” である。

3 本問題は愚問か良問か？

かくして暗号は解読された……という程のものなのだろうか。ここでは、本問題の「知的命題としての」出来がいかほどなのか、解答までのプロセスを振り返りながら検討していく。

3.1 設定された関門

本問題の問題文と図を出発点として解答文字列を導出するまでの一連のプロセスで、いくつかの関門が設定されている。ここまで書いてきた解答のプロセスから、この関門を拾い上げてみると、どうなるだろうか。

3.1.1 図形→数という手順

まず第一段階として、図形が数に対応していることに気付かなければならない。この対応関係がどのように認識されるのかを考えるに、僕のように「対角線ベクトルの大きさ」という概念を持ち込んでくるのはむしろ少数派だろう。僕自身も最初は「図形の上下、左右、前後への広がり」の程度が数値化される」というような認識をしていたのだけど、数学という道具でこの関係を記述するのにベクトルが便利だから、あのようを書いていただけのことである。

この「図形の上下、左右、前後への広がり」を数で表現するためには、3次元直行座標系に慣れている必要があるだろう。理系で、尚かつコンピュータ等で座標系を日常的に触っている手合いであれば、こんなものは一瞥すれば思いつくだろう*2、ではこれに思い至らないからといって、その人の知性が低く評価されるべきものなのだろうか。僕としては「それは慣れの問題でしょう」としか言いようがないと思うのだが。

3.1.2 数→文字という手順

そして、次の段階として、数を文字に読み替えるという作業がある。ここにはいくつかの関門があって、

*2 他ならぬ僕もその一人である。

1. (x, y, z) の 3 つの数字の組を 3 桁の数に読み替える。
2. (x, y, z) が 0, 1, 2 から成ることに注目し、この 3 桁の数が三進数であると解釈して、10 進数に読み替える。
3. 読み替えた 10 進数をアルファベットと対応させる。

の 3 つがクリアできてはじめて、各図形を文字に置き換えるところまで到達できる。

三進数は、実用に供されることがほとんどない記数法であるが、二進法を知っていれば、思いつくことはそう難しいことではないだろう。3 桁の三進数が十進数の 0 から 26 までを表現できることと、アルファベットの A から Z までが 26 文字であることの連関に気付くことも、そう難しいことではないと思われる。

数字を文字に変換するプロセスに関しては、コンピュータのプログラミング^{*3} 等での文字コードの概念を知っていれば思いつくであろう。考慮させたい文字数（アルファベット 26 文字）に近い範囲として、3 桁の 3 進数（10 進数で 0 から 26 まで、計 27 種類をコード化できる）を持ってくるところにだけは、若干のセンスを感じるけれど、他は、この問題ならでは、というような知的なアイデアがあるわけではない。

3.1.3 文字を読む順序を決定する

これに関して、3 次の魔方陣で順序を決定させているわけだが、あーはいはい、クイズ解いてその気になってるのねあなたは……とでも言いたくなるようなアイデアであって、これに気付くのはパズルやクイズに答える程度の「小賢しさ」で十分な話である。

僕の場合は、最初は魔方陣であることに気付かず、文字数が 9 という制約があることを前提として、

文字列を構成する文字の中に n と g が含まれる → -ing、もしくはそれに類する文字列が含まれるであろう

文字列に i が含まれない → “ing” は含まれない

文字列に u, v が含まれる → (アウディ主) ドイツ語の単語ではないか

のように推論を進め、これから推測される文字順序から逆に、読む順序が魔方陣で示されることを知った。

ここまでの文字の読み取りと魔方陣とは、何の連関もない。唯一、魔方陣につながりそうなのは、文字が 3×3 のマスに入っていることと、4 つの角に 2, 4, 6, 8 が割り振られていることだけである。だから、ここまできて、文字順序が魔方陣で定められることが分かった「あー、結局パズルやクイズの類なのね」と思わざるを得ないのである。

^{*3} 別に高度なプログラミングの技能が要求されるのではなく、文字をコードの下で扱った経験があれば十分だろう。

3.2 解いた後の印象

この手の問題は、やはり解答に達した後どのような印象が残るか、でその価値が定められるものだと思うのだが、僕としては、やはり最後の「魔方陣」で、それまでの関門が全てぶち壊しになるような印象を持ってしまった。

これだったら、むしろランダムに配置して、僕が行ったように、頻出の文字列をあてはめながら語順を定める、等の、暗号解読においてはむしろ正統的な手順に拠った方が良かったのではないか。今日日、コンピュータを持っていない人の方が圧倒的少数派だし、Microsoft Excel や LibreOffice などを用いれば、スプレッドシート上でこのような解析を行うことが誰でも可能なのだから。おそらくそれをしなかったのは、問題の難易度を高め過ぎてしまうから、ということなのだろうけれど、包み紙を解いたらチャチな玩具が出てきたような味気なさを、僕は感じてしまったのだけど。