

## ダイヤカット 吉村パターンによる縦方向の縮小比率について

Memo by Y. Nishiyama, 7<sup>th</sup> July 2015

“ミウラ折り”に類似するものとして“ダイヤカット 吉村パターン”があり、アルミ缶（KIRINの氷結）などに応用されている。吉村パターンがミウラ折りと同様に畳み込まれるのだろうかという疑問を持ち、少し調べてみると、ほとんど畳み込まれず、ミウラ折りとは別物であることがわかった。

周方向に  $n$  個のダイヤ（ひし形）が並んでいるとする。真上から見ると、下図のように、正  $n$  角形の配置となる。鉛直方向に正  $n$  角形は半分ずつずれていることになる。この2つの多角形の関係から縮小比を計算してみよう。

外接円の半径を  $r$ 、多角形の1辺の長さを  $a$ 、垂線の長さを  $h$ 、回転角を  $\theta$  とする。

$$\theta = \frac{2\pi}{n} \times \frac{1}{2} = \frac{\pi}{n}$$

$$a = 2 \times r \sin\theta = 2r \sin\theta$$

$$r = \frac{a}{2\sin\theta}$$

$$h = r \cos\theta = \frac{a \cos\theta}{2 \sin\theta}$$

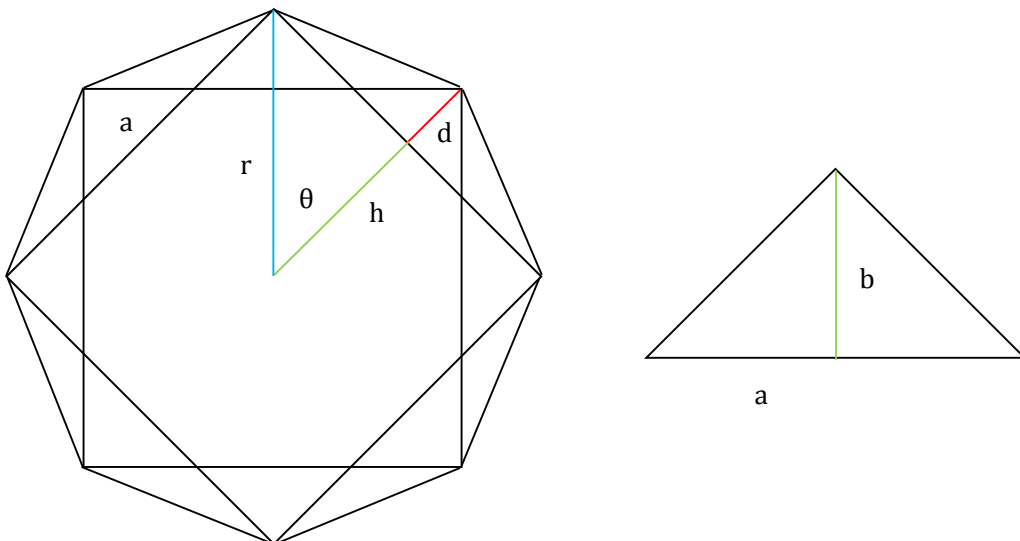
$$d = r - h = \frac{a}{2 \sin\theta} (1 - \cos\theta)$$

$$b = \frac{a}{2}$$

$$e = \sqrt{b^2 - d^2} = \frac{a}{2} \sqrt{1 - \frac{1}{\sin^2\theta} (1 - \cos\theta)^2} = \frac{a}{2\sin\theta} \sqrt{\sin^2\theta - (1 - \cos\theta)^2}$$

$$= \frac{a}{2\sin\theta} \sqrt{2\cos\theta - 2\cos^2\theta}$$

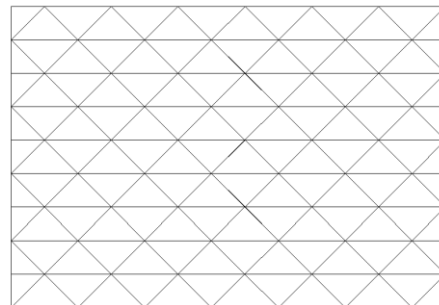
$$\frac{e}{b} = \frac{\sqrt{2\cos\theta - 2\cos^2\theta}}{\sin\theta} \quad \leftarrow \text{縮小比率}$$



pi	3.14159									
a	4									
n	th	sinth	costh	r	h	d	b	e	e/b	
3	1.047	0.866	0.500	2.309	1.155	1.155	2	1.633	0.816	
4	0.785	0.707	0.707	2.828	2.000	0.828	2	1.820	0.910	
5	0.628	0.588	0.809	3.403	2.753	0.650	2	1.891	0.946	
6	0.524	0.500	0.866	4.000	3.464	0.536	2	1.927	0.963	
7	0.449	0.434	0.901	4.610	4.153	0.456	2	1.947	0.974	
8	0.393	0.383	0.924	5.226	4.828	0.398	2	1.960	0.980	
9	0.349	0.342	0.940	5.848	5.495	0.353	2	1.969	0.984	
10	0.314	0.309	0.951	6.472	6.155	0.317	2	1.975	0.987	
11	0.286	0.282	0.959	7.099	6.811	0.288	2	1.979	0.990	
12	0.262	0.259	0.966	7.727	7.464	0.263	2	1.983	0.991	
13	0.242	0.239	0.971	8.357	8.114	0.243	2	1.985	0.993	
14	0.224	0.223	0.975	8.988	8.763	0.225	2	1.987	0.994	
15	0.209	0.208	0.978	9.619	9.409	0.210	2	1.989	0.994	

上の表はエクセルによる計算例である。縮小比率は、正3角形モデルで81.6%、正6角形モデルで96.3%とわずかなものである。KIRINの氷結は周方向に13個のダイヤパターンが配置されているので、正13角形モデルとなり、この場合の縮小比率は99.3%となる。ダイヤは鉛直方向に4個あり、長さが約60ミリであるので、0.5mm程度の縮みとなる。計算値と実測はあっていた。

吉村パターンは、ミウラ折りのように完全に畳み込まれると思っていたのは私の勘違いで、むしろ、このような座屈モデルを作ることによって、アルミ缶の強度を保とうとしたのではなかろうか。



参考文献：

考証：チューハイ缶と宇宙研の関係 三浦公亮 ISAS ニュース 2002.9 No.258

<http://www.isas.ac.jp/ISASnews/No.258/shochu.html>

三谷純 講座 図学と折り紙 (1)

[http://www.graphicscience.jp/feature/files/1\\_file.pdf](http://www.graphicscience.jp/feature/files/1_file.pdf)