

黄金分割を設計で利用しやすくするための中間値と表示方法の提案

○ 株式会社 AEN 正員 橋本和夫
株式会社 協和コンサルタンツ 富岡 昇
有限会社 ISS コンサルタント 染谷義孝

1. はじめに

黄金分割を使ったル・コルビュジェの提案している数列「モデュール」¹⁾は、良く知られているが、実際の設計に広く利用されているとはいえない。利用されない理由は、メリットが明確ではなく、使いにくいからである。ここでは、黄金分割を利用することのメリット、使いにくい原因と、その対策案を提案するものである。

2. 黄金分割を利用することのメリット

黄金分割を利用すると、均整の取れた形状を設計出来ることは当然として、高い互換性があることは報告されていなかった。黄金分割の数列を利用して CAD を用いて精度よく図化してみると、組み合わせにおいて、高い互換性を有することが確認された。図 1 は一定の高さの組み合わせが、黄金分割を用いた色んな組み合わせで、置き換わることの例である。図 2 は形状の異なる多くの黄金分割を用いたパーツで組み合わせた例である。黄金分割を利用すると、道路の計画なら、橋の長さや橋脚から歩道の縁石、タイルの大きさ、タイルの目地の幅まで互換性を持って組み合わせることが可能である。全体と部分の調和が図られるわけである。

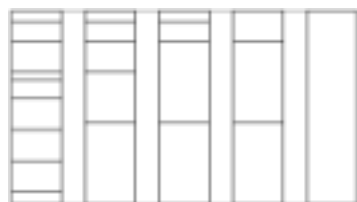


図.1

一定高さの組み合わせ例

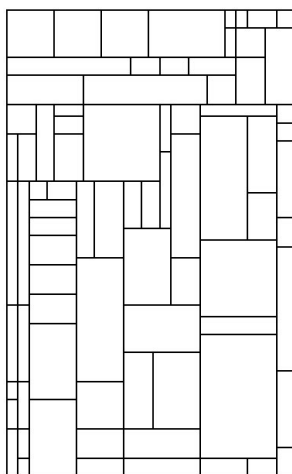


図.2 形状の異なる多くの黄金分割を用いたパーツで組み合わせた例

3. 使いにくい原因

3.1 中間値がない

コルビュジェの提案している数列は 1.618... 倍の数列であるから数列の間隔が広く、欲しい寸法が採用できない問題がある。この対策として中間値の算出方法が必要である。

3.2 黄金分割を表現する適切な表示方法ない

互換性からは、精度が高くないといけない。しかし、黄金分割の数列の数字は無理数であるから、5000、200、80 のようなゼロが並ぶ数字にはならない。メートル法では切りのいい数字にならないのである。互換性からは、小さい数字であっても、mm の単位での四捨五入は好ましいことではない。この対策として黄金分割を表現する適切な表示方法が必要である。

4 黄金分割を表現する表示方法の提案

4.1 黄金分割比

黄金分割比は単に黄金比と呼ばれたりしており、英語では golden section、フランス語では section d'or、ドイツ語では goldene schnitt と呼ばれている。

黄金分割比 (φ): 一般的に φ が使われている。

$$\phi : 1 + (\sqrt{5}) / 2 = 1.618 \dots$$

4.2 基本寸法

黄金分割の数列を導く原点となる寸法を、基本寸法と呼ぶことにする。基本寸法の異なる数列間では互換性がない。基本寸法を (BL) と呼ぶことにする。

4.3 基本数列の呼び名の提案

基本数列は基本寸法 (BL) に、黄金比 (φ) を、任意の回数掛けることにより、基本寸法より大きい数字を算出する。基本寸法より小さい数字は、任意の回数割ることにより算出する。

基本数列の呼び名は基本寸法からの順序で表示することが分かりやすい。

基本寸法 (BL) から大きい方は BL * φ、BL * φ * φ、BL * φ * φ * φ、となるから、ここでは乗数と golden section の GS を組み合わせる呼び名を決めることを提案する。

BL * φ は 1GS

BL * φ * φ は 2GS

BL * φ * φ * φ は 3GS と呼ぶことにする。

BL は 0GS とする。

小さい方は

BL / φ は -1GS

BL / φ / φ は -2GS

BL / φ / φ / φ は -3GS と呼ぶことにする。

キーワード：黄金分割 景観 黄金比 中間値

住所：郵便番号 167-0021 東京都杉並区井草 3-21-18 TEL 03-3397-6098 FAX 03-3397-6081

4.4 一次中間値の算出と呼び名の提案

一次中間値とは基本数列の中間にある値のことである。互換性を確保して一次中間値を設けることが必要なので、基本数列を組み合わせで一次中間値を算出する。一次中間値を9個設定した例を表.1に示す。この表は2000を基本寸法とする基本数列の、0GSと1GSとの一次中間値を算出したものである。

計算方法を説明するために、一次中間値を求める小さい方の基本数列を0dsと名前をつける。この場合には0GSが0dsとなる。-5GSと-4GSとの一次中間値を算出する場合は、-5GSが0dsとなる。

0dsから小さい方の基本数列を-1ds、-2ds.....と呼ぶ。大きい方を1ds,2ds...と呼ぶ。一次中間値は0dsと1dsの間の値を求めるわけで、0dsから増加した組み合わせと1dsから減少させた組み合わせがある。0ds+(-2ds) 0ds+(-3ds) 0ds+(-4ds) 0ds+(-5ds).....と続く数列は0dsから増加する数列である。一方、1ds-(-2ds) 1ds-(-3ds) 1ds-(-4ds) 1ds-(-5ds).....と続く数列は1dsから減少する数列である。この数列で1dsから減少する数列の小さい方の2つと0dsから増加する数列の大きい方の2つが同じ数字となる。重なった2つの数字の部分を中心にして9個の配列を選び、おのおのを小さい方から1p、2p、3p.....9pと名前をつける。一次中間値の個々の値は、表の縦と横の呼び名を組み合わせで0GS, 7P (=2944.27)と呼ぶ。このようにして、一次中間値と呼び名を決める。

4.5 n 次中間値の算出と呼び名の提案

4.3と同様にして2次中間値の算出と呼び名を決めた例を表.2に示す。同様にして、n 次の中間値も求めることが可能である。

5 使用例

1000cm³の立方体を設計する場合に、2000mmを基本寸法とする基本数列だけだと

$$180.34 \times 68.88 \times 68.88 = 855\text{cm}^3$$

$$(-5\text{GS}) \quad (-7\text{GS}) \quad (-7\text{GS})$$

$$180.34 \times 68.88 \times 111.46 = 1384\text{cm}^3$$

$$(-6\text{GS})$$

となって、目的の値になりません。

中間値を採用することにより、目的の値の寸法を採用出来ます。

$$180.34 \times 68.88 \times 80.40 = 999\text{cm}^3$$

$$(-5\text{GS}) \quad (-7\text{GS}) \quad (-7\text{GS}, 4.4\text{p})$$

図面の表示でもメートル表示の代わりに、呼び名で表示することにより、無理数を有効数字を気にすることなく、単純に表示可能になる。(図.3)

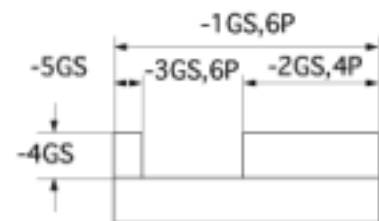


図3 寸法と呼び名表示

6 おわりに

黄金分割を利用して設計すると手間はかかるが、とてもバランスが良い感じがするから不思議である。黄金分割とは、DNAに書き込まれた最適設計法ではないか、と思えてならない。

互換性の確保には基本寸法の統一が重要である。ここでは分かりやすくするために2000としたが、ル・コルビュジェに敬意を示して1829mmとすることを提案する。

参考文献

- 1) 柳 亮 著：黄金分割、美術出版社、1965 初版

表.1 一次中間値の算出例

中間値の名称	9P	8P	7P	6P	5P	4P	3P	2P	1P	基本数列 DS	部分数列名	基本数列名
計算式	1ds-(-6ds)	1ds-(-5ds)	1ds-(-4ds)	1ds-(-3ds)	1ds-(-2ds)	0ds+(-2ds)	0ds+(-3ds)	0ds+(-4ds)	0ds+(-5ds)	0ds+(-6ds)	0ds+(-7ds)	
0GSと1GSの中間値	3124.61	3055.73	2944.27	2763.93	2472.14	2291.80	2180.34	2111.46	2068.88	2000.00	1 ds	1 GS
										1236.07	0 ds	0 GS
										763.93	-1 ds	-1 GS
										472.14	-2 ds	-2 GS
										291.80	-3 ds	-3 GS
										180.34	-4 ds	-4 GS
										111.46	-5 ds	-5 GS
										68.88	-6 ds	-6 GS
										42.57	-7 ds	-7 GS
											-8 ds	-8 GS

表.2 2次中間値の算出例

表 2-2 大十間値の算出例														
5P	4.9P	4.8P	4.7P	4.6P	4.5P	4.4P	4.3P	4.2P	4.1P	4P	基本数列 DS	部分数列名	基本数列名	
1ds- (-2ds)	5p- (-10ds)	5p- (-9ds)	5p- (-8ds)	5p- (-7ds)	5p- (-6ds)	4P+ (-8ds)	4P+ (-9ds)	4P+ (-10ds)	4P+ (-11ds)	0ds+ (-4ds)				
0ds+ (-3ds)				4P+ (-6ds)	4P+ (-7ds)									
											3236.07	1 ds	1 GS	
2472.14		2455.87	2445.82	2429.56	2403.25	2360.68	2334.37	2318.11	2308.06	2301.85	2291.80	2000.00	0 ds	0 GS
												1236.07	-1 ds	-1 GS
												763.93	-2 ds	-2 GS
												472.14	-3 ds	-3 GS
												291.80	-4 ds	-4 GS
												180.34	-5 ds	-5 GS
												111.46	-6 ds	-6 GS
												68.88	-7 ds	-7 GS
												42.57	-8 ds	-8 GS
												26.31	-9 ds	-9 GS
												16.26	-10 ds	-10 GS
												10.05	-11 ds	-11 GS