

龍安寺石庭における視覚的不協和について

望月茂徳† 蔡東生†† 浅井信吉‡ 王雲†† 福本麻子‡‡

†立命館大学映像学部 ††筑波大学大学院システム情報工学研究科

‡会津大学コンピュータ理工学部 ‡‡慶応義塾大学 SFC 研究所

†mochiz@im.ritsumei.ac.jp ††cai@cs.tsukuba.ac.jp, wy@aoi3.cs.tsukuba.ac.jp

‡nasai@u-aizu.ac.jp ‡‡fukuasako@gmail.com

Visual Dissonance of Ryoanji Zen Stone Garden

Shigenori Mochizuki† Dongsheng Cai†† Nobuyoshi Asai‡

Yun Wang†† Asako Fukumoto‡‡

†Ritsumeikan University College of Image Arts and Sciences

††Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

‡The University of Aizu ‡‡Keio Research Institute at SFC

概要

UNESCO 世界遺産にも登録されている龍安寺石庭は、15 個の石が無名の設計者により一見してランダムに配置されているが、石もしくは石群の配置は基本的に手前からみて奥が鈍角をなす不等辺三角形をなし、基本的に、三石もしくは三石群がそれより大きい一石群をなし、不等辺鈍角三角形が 3 回再帰的に繰り返される構造になっている。本論文ではまず、それぞれの石もしくは石群のサイズは $1/f$ 揺らぎもしくは Zipf の法則に従っていることを算出した。さらに、より詳細な配置分析としてアイ・トラッキング実験を行い、石（もしくは石群）から石（もしくは石群）への視線の遷移をリンクとして計測した。計測したデータよりホットスポット（視線注視分布）図の作成および視線の "PageRank" の算出によって、視線軌跡ではわかりづらかった、石庭鑑賞上の視線の乱れが起こる例外的石配置ルール出現箇所において、視覚的不協和が使われている可能性が高いことを示した。

Abstract

One of the most famous Japanese landscape of dry stone gardens in Ryoanji temple, a UNESCO World Heritage Site, has the empty rectangle where white sand was laid in between, in the abstract, placements of 15 rocks with mosses that seem to be scattered in seemingly haphazard. The stone placements designed by the ancient anonymous designer look random at a glance, however, the stones are placed recursively in obtuse inequilateral triangle in different three level scales. If we plot the size and the rank of the three level obtuse inequilateral triangles in log scale, we obtain the perfect Zipf's law. The eye tracking experiments are performed and the "PageRank" of eye movement are measured assuming the eye movement from one vertex to another is a forward link. For more precise analysis, The eye tracking experiments are performed and the Hotspot map and "PageRank" of eye movement are measured assuming the eye movement from one vertex to another is a forward link. The "PageRank" of eye movements analysis showed the possibility of existence of "visual dissonance effect" in the Ryoanji dry stone garden.

1 はじめに

龍安寺石庭は1450年、室町幕府の官領であった細川勝元によって創建された。龍安寺石庭はわずか75坪の空間に大小15個の石を配している。一見するとランダムに石が配置されているようだが、周囲の空間と調和し、無駄を排除した静謐で抽象的な落ち着いた空間を作り出している。作者は不詳であり、作者がどのような意図でこの庭を設計したかは、未だによく分かっていない。一般的に、「虎の子渡しの庭」「七五三の庭」と呼ばれており、大海や雲海に浮かぶ島々、あるいは高峰を配したもの、中国の五岳や禅の五山の象徴とも呼ばれているがよくわかっていない。しかし、自然の景観を最も簡略化して表現している庭園の1つとして知られている。

日本庭園は中国や朝鮮などの大陸からの文化・思想に多大なる影響を受けながら独自に発展してきた。一般的に日本庭園には、作意であるテーマがあり、作者の心象世界が『庭』という空間をキャンパスに立体的に描かれる。そこには仏教が解く宇宙感や蓬萊・神仙世界、自然美が凝縮され、物語や説話、詩歌の情景までもが題材となりうる。その際には、庭の形状そのものよりも「侘び寂び」や「幽玄」といった空気感や雰囲気などをどう形作るのかが重要とされる。

しかしながら、全ての庭園設計が何の設計基準もなしに個々の庭師による全くの自由、創作によって行われているわけではもちろんない。むしろ日本庭園の設計において、実は完全な自由創作は少なく、慣習的な設計ルールに基づいて設計されているために慣習的縛りが強く、独創性を出せる部分は多くない。日本庭園の慣習的設計ルールの詳細については、実在の庭園設計書 [1, 2, 3] にリストアップされている。日本庭園のデザイン上の特徴としては、一般的に西洋の庭園がシンメトリー(左右対称)にデザインされるのに対し、日本庭園では平面および立面的位置関係において、華道における花の配置に見られるような鈍角不等辺三角形を基本に構成する。さらに、華道・生け花の構成理論で使われる「真・副・体」「主・副・対」「天・地・人」などの考え方と同様に、鈍角不等辺三角形各々を、差をつけて「真・副・対」などとよばれる主従関係を持たせるように石を配置する。これにより、大きいものはより大きく、小さいものはより小さく見せるというように、それぞれの個性を強調したり、変化をつけたり、欠点を補ったりする。あるいは、手前に背の低い物体や奥に背の高い物体を配置することにより、遠近感や奥行感の演出を行うこともある。

優れた庭師の感性には、それぞれ独自の特徴を持ちながらも、なんらかの普遍性と作意があり、庭師の設計には一見何の変哲もないランダムな配置に隠された意図がある。本論文では、形状解析とアイ・トラッキング実験を行うことで石庭の形状特性を科学的な見地から分析する。分析結果と一般的な作庭の石配置ルールおよび文化的背景を考慮しながら、龍安寺石庭についての考察を行う [4]。

2 石庭の慣習的ルール

日本庭園の最大の特徴は「自然」のままを保つということである。石庭の場合は、自然の石をそのまま利用することになる。日本庭園の配置原理は生け花同様「真・副・対」さらに「控・前置・見越」が加わることがあるが、配置原理は平面図的にも、立体図的にも「鈍角不等辺三角形」が基本となっている。真の石の氣勢がどちらかの方向にかけている場合、これを埋め合わせるためにより小ぶりの石を副として加える。この、真・副を引き立てるのが対になる。ユニットの前景を引き締めるのが、「前置」で、ユニット全体の奥行き感を出すのが「見越」になる。不等辺三角形はそれ自体完結しないので、次々繰り返して三角形を構成していき、群として、不等辺三角形を構成していく。しかし、その繰り返し方は具体的によく分かっていない [2, 5, 6]。

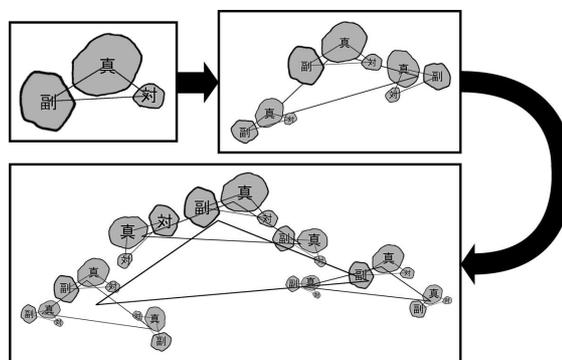


図 1: 再帰的な鈍角不等辺三角形の配置

大きき形の異なる3個の石を組み合わせる場合も、主の役割をもつ石(真)と従の役割をもつ石(副)、その二石をさらに調和させ均衡を保つために添える石(対)、以上の三石をもって組むのが三石組の基本である。また、立体的に見て各石の頂点が、平面的に見て各石の中心点が、それぞれ鈍角不等辺三角形のように組まれる。五石、七石…と多数の石を組む場合でも、一石、二石組、三石組を基本単位(群)として、組み合わせることによってまとめられる。庭を構成するこうした石群要素の氣勢¹が強ければダイナミックな庭になり、おとなしく均一的な氣勢をもっていれば、安定感のある落ち着いた庭になる。また、石の数が多くなった場合、同じように、奇数単位で、基本的に鈍角不等辺三角形の構成で群を作り、「真」の群を中心に設定して全体のバランスを考えながら、三角形の群を構成していき、最後に、各群の構成を同じように再帰的な三角形構成で考えていく(図1)。

ここで言うバランスは、各視点から「真」もしくは重点方向あるいは Tonder ら [7] のいう中心軸方向を見たとき、石同士が重なって一部あるいは半ばを隠す

¹ 氣勢とは石の形や大きさ、石理などから生まれる勢いの印象である。石を見たときに感じる力の方向性が、目に見えない線となって空中に出ているようなものである [2, 3, 5, 6]。石を組む際にはこの氣勢を無視してはならない。

ことにより、その景色を想像させ、奥行きを感じさせるバランスである。この手法を「暗示」と呼んでいる [6]。即ち日本庭園では、見える部分より、見えない部分の方が重要であり、これは、水墨画に見られる手法である。また、「アイストップ」という効果があり、これは、園路の突き当たりのような、目につきやすいところに、灯笼や水鉢のような見応えのある添景物を置いて鑑賞する方法である。暗示による手法とアイストップの関係は相対する表現で、暗示による手法を9割以上使用し、アイストップ表現はわずかにすることにより、静謐な庭園となる。



図 3: 最適鑑賞位置から見た「暗示」効果の現出例

3 枯山水庭園の分析

3.1 龍安寺石庭の基本構造

一般に龍安寺石庭は、「七五三の庭」として知られており、「七五三の庭」とは庭園が7, 5, 3個の石の構成要素からなる対・真・副の群として表現されている庭のことである [8]。この群の分け方に基づき、図2のように慣習的設計ルールの一つである「鈍角不等辺三角形形状の配置」に注目し、龍安寺石庭において最大3段階に再帰的に構成される鈍角不等辺三角形形状を表示した。2石構成になっている部分が存在するがこれは鈍角不等辺三角形の変形・例外とも考えられ、左から $5 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3$ の構成になっている。2石構成の石組みは2カ所あり、後述する視覚的不協和とも考えられ、この2カ所の例外はもっとも壁に近く、氣勢を大きく変えており、アイストップ効果を醸し出しているとも言える。図2を見ると、鈍角不等辺三角形が様々なスケールで、かつ、様々に変形されて表現されていることが分かる。この鈍角不等辺三角形形状の変化のある繰り返しのため、庭園に統合性や多様性、全体性が生まれることになる。また、各視点から「真」もしくは重点方向を見たとき、その一部あるいは半ばが必ず隠されており、その景色を想像させ奥行きを感じさせる手法で「暗示」「アイストップ」が効果的に効いていることが図3のように分かる。

揺らぎをなすことを意味する [9] つまり、鈍角不等辺三角形がフラクタル的に一定のスケールで繰り返し使われていることを示す。さらに、サイズの変化に $1/f$ ノイズ的な揺らぎが存在している。自然界は、秩序とランダム性の混じり合ったフラクタル的な美しさを持っている。そのため、Zipfの法則は、自然界で大変多く見られる法則である。このZipfの法則が成り立つことは、庭園がより自然の景観を表現していることを示す指標の一つとして考えられる。

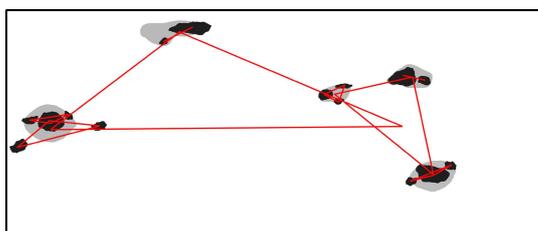


図 2: 龍安寺石庭の再帰的な鈍角不等辺三角形

次に再び3段階の再帰的に構成される鈍角不等辺三角形(図2)に注目し、すべての石と群のサイズをHausdorff距離で測定し、そのサイズを降順にlog-logプロットで表示すると、図4のように傾きが-1のほぼ直線になるZipfの法則 [9] の成立が確認された。Zipfの法則は、この配置がフラクタル的であると同時に $1/f$

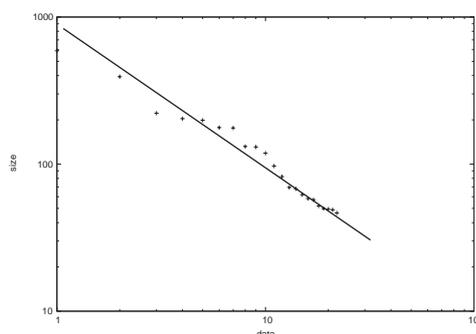


図 4: 龍安寺石庭のサイズデータ両対数グラフ 傾き: 約-1.04

3.2 中心軸変換

Tonder [7] らは中心軸変換を用いた龍安寺の空間構造の解析を行っている。しかし、中心軸変換は本来生体のような対称性を持つ形状に対して用いられるものであり、龍安寺石庭のような空間にまばらな点のように石を配置する場合、対象そのものが数少ない点なので、変換にどの程度意味があるか疑問である。

また、「中心軸が最適鑑賞位置に向かっていること」は、第2節で説明した慣習的設計ルールの一つである、鈍角不等辺三角形を用い、石を再帰的に配置している

ことと同等である。すなわち、三角形の各頂点に物体を配置して中心軸変換をとると、各辺の垂直二等分線からなる Y の字になる。龍安寺の石庭は鈍角三角形が再帰的に 3 段階繰り返されており、最も小さい石群は小さすぎるために中心軸変換図には現れず、特徴的な Y の字が 2 回ツリー構造で出現している。最大の三角形の各辺の垂直二等分線と、対にある石群の鈍角の対角にある垂直二等分線が混じり合い、最適鑑賞位置に向かっていると Tonder らは述べているが、三角形の鈍角が慣習的ルールに従い廊下、仏間側に開いていることによると考えられる。

4 アイ・トラッキング実験と視覚的ページランク

4.1 アイ・トラッキング実験について

図 5 のように、龍安寺の石庭は大きく分けると三つの大きい石群である第 1 石群（副）、第 2 石群（真）、第 3 石群（対）により構成されているとする。それぞれの石群をさらに細かく分けた小石群もしくは石（ここでは全て小石群とする）に対し、以下のような番号付けを行う。第 1 石群は 1-1（副の副）、1-2（副の真）、1-3（副の対）の 3 つの小石群で構成されている。第 2 石群は 2-1（真の副）、2-2（真の真）の 2 つ小石群で構成されている。第 3 石群は 3-1（対の副）、3-2（対の真）、3-3（対の対）の 3 つの小石群で構成されている。また、鑑賞・注視場所を 5 つに分けて、position1, position2, position3, position4, position5 とする。

今回、日本庭園について全く知識のない 10 人に対して、アイ・トラッキング実験を行った。10 名の被験者に持ち運び可能なアイ・トラッカーを装着してもらい、石庭を鑑賞できる廊下を 2 分間鑑賞しながら自由に動いてもらい、最終的に自分の好きな場所を探してもらった。本実験における鑑賞位置に関しては、山田 [10] が指摘するようにかつて庭園に降りて鑑賞することも許され、必ずしも廊下側からのみ鑑賞するものではないと考えている。しかしながら、現在では廊下側からのみの実験しか許されず、また一般的な鑑賞としてもほとんど廊下側からのみ行われるため、上記の実験を行った。

視覚運動は、鑑賞者が興味を持った場所に視点を固定する固定視と、次に興味を抱いた場所に視点を移動するときの瞬間的な視点の動きであるサッケード（瞬間的視点移動）に分けられる。今回の実験では、被験者が自由に動き回れるため、注視時間は、その石、もしくは石群を見ている間とした。実験では、被験者は試験時間中 80 % 以上の時間、石もしくは石群の鑑賞に費やしていた。

4.2 眼球の運動と軌道について

最初に、代表的な被験者の視線の軌跡を図 6 に示す。被験者の鑑賞位置と視線の動きを 5 段階に色分けして表示している。被験者の視線は廊下で対角方向を中心に、メインの石群 1, 3 とその中にあるサブの石群の三

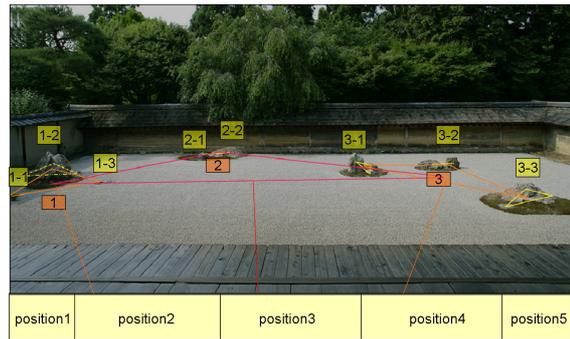


図 5: 各石群, 中心軸と鑑賞場所

角形をなぞりながら、廊下を右から左、左から最終的に被験者の選んだ”最適鑑賞ポイント”へ、というように視線は対角の石をなぞりながら、端から端へ移動する。移動中には 1, 2, 3 の順に繰り返し石をなぞっていく様子が見られる。サブの石群も同じように再帰的に、1, 2, 3 もしくは 3, 2, 1 の順になぞっていく。また必要に応じて石の形も視線で追っている。

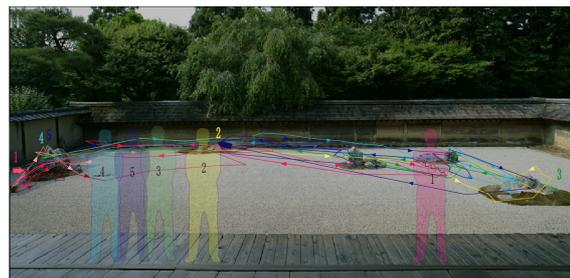


図 6: 平均的な被験者の 22 秒間の視線軌跡

このことから、被験者は無意識のうちに真、副、対の三角形を、メインの石群と、サブの石群で再帰的に忠実になぞっている。すなわち、庭園を設計した庭師の造形意図を無意識のうちに認識していることが分かる。また、廊下で各石群に対して庭を見渡したときサブの石群 1, 3 の鈍角の対角になる位置、すなわち、各鈍角の対辺の垂直二等分線方向（中心軸に近い線）から 1, 3 の石群を見ている。この方角では真、副、対の石の構成で石が互いに部分的に隠れ、特に「暗示」効果が顕著になる。これは、鈍角不等辺三角形の再帰的繰り返しとともに、図 3 のように見せたい石を一部もしくは半ば隠すことにより、その光景を想像させ、興行きを感じさせる手法である「暗示」を被験者も意識していることが分かる。同時に、石の重なりが顕著であることから、設計者がこの方向各から石群が見られることも意識していることが分かる。この被験者が図の 3, 4, 5 の”最適鑑賞位置”に近いところで主に、1, 3 の石群をみており、これは 1, 3 の石群の中心線方向に向いており、それぞれのサブ石群に”暗示”効果を一番感じやすいところになっている。

しかし、ここで特筆すべき点は、1, 2, 3, 3-1, 3-2, 3-3 へと三角形をなぞっていく上で、意図的に設計ルールにおける、例外、不規則性が埋め込まれていることである。すなわち、2, 3-2 は故意に 3 石ではなく、2 石構造になり、2, 特に 3-2 で見られるようにこの不規則性に視線が乱れていることである。これは、石の重なりによる「暗示」を強く意識させ、故意にこの不規則性により、注意や興味が引きつけているとも考えられる。また、被験者が他の場所でも三角形を忠実になぞっている一方で、この 2 石に対しての視線の乱れを起こしていることから、この場所において無意識に違和感を感じている可能性を示唆している。この違和感、認知心理学における、「認知的不協和」、「視覚的不協和」[11]とも考えられる。

4.3 ホットスポット

次に、被験者がどの石群に対して強く注視していたか（ホットスポット）を分析する。図 7 にそれぞれの石群 1, 2, 3 の被験者 10 人の平均注視時間を赤の円で、そのサブの石群 1-1, 1-2, 1-3, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 3-3 の被験者 10 人の平均注視時間を黄色で表示する。ここで、1, 2, 3 の石群の平均注視時間はそれぞれのサブの石群の注視時間の総和である。ここで興味深いのは、それぞれサブの石群では、必ず、真の石もしくは石群、すなわち、1-2, 2-2, 3-2 の平均注視時間が最大になっている。これは、先の図 2 の説明で述べた、鈍角の対角方向で見ることを強く意識していることが分かる。さらに、このサブの真の石を中心にサブの対、副を真より少ない時間、副、対ほぼ同じぐらいの時間で見ていたことが分かる。第一段階メインの石群でみたとき、3 すなわち、対の石群にもっとも大きな注視時間が注がれ、次に 2 である真、その次に 1 である副の石群の順に注視時間が注がれていることが分かる。これは、3 の対の石群がサブのサブまで再帰的に鈍角三角形の構成が繰り返され、もっとも複雑な構成をしているため、注視時間がより長くなったと考えられる。

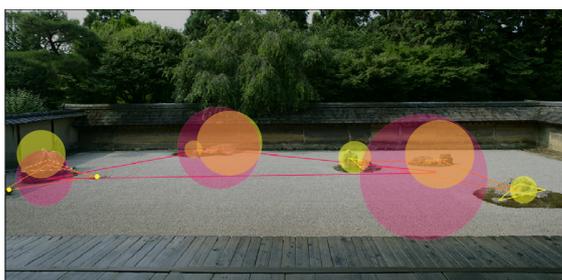


図 7: 10 人の被験者による平均注視時間の結果

4.4 鑑賞ポイント

下記表 1 は鑑賞位置を五つに分けて、10 人被験者が最終的に選んだ最適だと感じる鑑賞ポイントの結果で

ある。全体の石群の鈍角三角形、石群 2, 3 のサブの三角形の中心方向、ここでは、鈍角の対角の辺の垂直二等分線方向に視線が向くことができる位置 Position 2 を選ぶことが多いことが分かる。次に多い Position 4 を選んだ被験者は庭に対角に石群 1 をよく見ていることが分かる。ここで、Position 2 は仏間であり、Position 4 は上間である。

Position 番号	1	2	3	4	5
選択人数	1	6	0	3	0

表 1: Position ごとの最適鑑賞ポイント選択数の結果

4.5 視覚的ページランク

近年、ウェブページのランキング、解析に PageRank (ページランク) がよく注目されている [12]。PageRank は「多くの良質なページからリンクされているページは、やはり良質なページである」という再帰的な関係をもとに、全てのページの重要度を判定したものであり、ウェブの持つ膨大なリンク構造という特性を生かしている。ページ A からページ B へのリンクをページ A によるページ B への支持投票とみなし、Google はこの投票数によりそのページの重要性を判断する。しかし Google は単に票数、つまりリンク数を見るだけではなく、票を投じたページについても分析する。「重要度」の高いページによって投じられた票はより高く評価されて、それを受け取ったページを「重要なもの」にしていくのである。こうした高評価を得た重要なページには高い PageRank (ページ順位) が与えられ、検索結果内の順位も高くなる。PageRank は Google におけるページの重要度を示す総合的な指標であり、各検索に影響されるものではない。

まず、リンク関係を隣接行列の形で表す。あるページ i から別のページ j へリンク数を行列 (i, j) 成分に割り当てる。一回リンクする時 (i, j) を 1 にし、2 回このリンクが発生したら、 (i, j) を 2 にする。リンクのない時 (i, j) を 0 にする。ページ数を 8 とするとこの行列は 8×8 の 8 次正方行列になる。次に、隣接行列を転置し、それぞれの列ベクトルの総和が 1 (全確率) になるようにそれぞれのリンク数で割る。作られた行列は「推移確率行列」と呼ばれ、確率変数を持ち、各行ベクトルは状態間の推移確率を表す。さらに、推移確率行列の最大固有値に属する固有ベクトルを求め、確率ベクトルに正規化すると PageRank が得られる。

PageRank のリンクと同じ考えで、ある石もしくは、石群から注視する視線は次にどの石、もしくは石群に動かかをリンクとして考え、隣接行列を作成し、視線運動における PageRank、すなわち、Visual PageRank を求める。先に述べたとおり、同じ石を見ている間は、同じ石に注視していると考えているので、同じ石の別の部分を注視した場合、一つの注視と考えている。従って、ここでは自己リンクは考えていない。

10 人の被験者に対して、レベル 1 とレベル 2 の石、石群に対しての隣接行列と PageRank を求めた後、10 人のリンク数の総和によってすべてのリンク関係の隣

接行列と PageRank を求め, 表 2, 3 に示す. さらに, 10 人被験者のリンク総和の隣接行列と PageRank を用いた石群相互のリンク関係に関する推移図を図 8, 9 に表す. 図中では推移確率 0.02 以上のみ表示した. なお, リンクだけではなく, リンクに注視時間の重み付けを行った PageRank 解析でも同様の結果が得られる.

	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	3-1	3-2	3-3
1-1	0	41	0	3	1	0	0	0
1-2	39	0	43	46	62	1	4	0
1-3	1	38	0	8	18	0	0	0
2-1	1	40	6	0	156	0	3	0
2-2	3	65	15	143	0	55	65	4
3-1	0	1	0	7	76	0	101	10
3-2	1	7	0	0	40	132	0	4
3-3	0	0	0	0	2	6	121	0

1-1	0.03036
1-2	0.1298
1-3	0.043005
2-1	0.14069
2-2	0.23999
3-1	0.13152
3-2	0.1985
3-3	0.086456

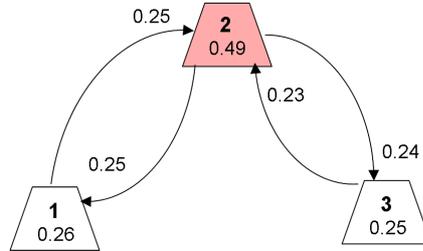


図 8: レベル 1 石群の推移図 (推定確率 0.02 以上のみを表示)

表 2: レベル 2 における 10 人の被験者のリンク総和の隣接行列 (上) と PageRank の結果 (下)

	1	2	3		
1	0	138	5	1	0.26313
2	130	0	127	2	0.48701
3	9	125	0	3	0.24986

表 3: レベル 1 における 10 人の被験者のリンク総和の隣接行列 (左) と PageRank の結果 (右)

レベル 1 のメインの石群の PageRank をみても, 2 の石群の PageRank が最大となる. これは, 設計者の造形意図が真を中心にこの構造を作成したこと”視覚的不協和”[11] がここに置かれていることに関連している. また, この結果は鑑賞者の意識と設計者の作為が一致していることを意味している可能性がある. すなわち, 鑑賞者はほとんどと言っていいほど, 1 の副, 3 の対を見る場合必ず, 2 の真を介して見ており, 石の造形を真, 副, 対の鈍角三角形としてみることが分かり, 同時に, 2 の真の”不協和”を強く意識し, この 2 の真の石群を中心に見ていることが分かる. サブの石群で見ても同様で, 必ず, 真の石もしくは石群を介して, 副, 対の石群をみており, 真の真の石の PageRank が最大になっている. また, 各サブの石群でも, それぞれの, 真の石もしくは石群の PageRank が最大になっており, メインと同じ構造が, サブの石群でも再帰的, フラクタル的に繰り返されている. ま

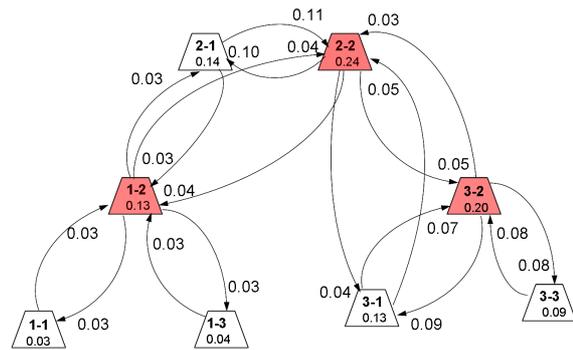


図 9: レベル 2 石群の推移図 (推定確率 0.02 以上のみを表示)

た、真の中でも、どの石との組み合わせでも三角形のルールをはずしている”不協和”を持つ、2と3-2のPageRankが飛び抜けて大きくなっている。これは、設計者が真を中心に副、対と配置していった造形意図を、この視覚的”不協和”を中心に何度も見ていることを示す。また、三角形ルールがここで突然破れており、被験者が無意識に引っかかり、とまどい、何度も見直していることが分かる。すなわち、鑑賞者の意識を集中させたい意図と一致しているとも言える。この石庭では、設計者の造形意図と鑑賞者の無意識の理解がほぼ一致していると思われる。

また、このルールが破られている、”例外”，”視覚的不協和”の2石群(2, 3-2)の真は、同時に、氣勢が突然柔らかい、伏せがちの石に替わっている。これは、この2, 3-2の石群が壁に最も近く、伏せがちに、遠近効果を強めるために「アイストップ」として配置されていると考えられる。この石群は、鑑賞者からもっとも遠く、氣勢を変えることで、奥行き感を出す効果も併せ持っている。

5 結論

5.1 設計者による隠された意図

龍安寺の石庭の石の配置は非常に抽象性に富み、特異な造形をもつ枯山水庭園として知られてきた。石の配置は非常に奇妙であり、一見無造作にいたようにしか見えないのであるが、周囲の情景と抽象的に非常によく調和しており、反面、わずかでも配置を変えると、調和が壊れてしまう危ういバランスを保ちながら設計されている。設計者の作為、造形意図は全く謎であった。歴史的に、「虎の子の渡し」「心の字」、「扇形」「七五三の石」と諸説が提案されたがどれも確定的でなかった[8]。また、設計者として、相阿弥説や細川勝元説、金森宗和説、義天玄承説、子建西堂説など多数挙げられてきたが、確定できる証拠はない[10]。

むしろ、多くの日本庭園作庭書を見れば分かるように、石庭は鈍角不等辺三角形を中心に再帰的に、Zipfの法則もしくは $1/f$ 揺らぎを満たした繰り返し構造となっている。石の配置の基本構成である鈍角不等辺三角形がフラクタル的・再帰的に構成されており、非常に微妙なバランスと調和を保ちながら配置されている。この鈍角三角形が一定の割合で繰り返されるのが全体として、統合感、一体性を与えている。また、どの方角から見ても必ずどの石も重なって見えるような配置になっており、鈍角の対角方向から中心軸を見ることにより、一部を遮らせる「暗示」効果を与え、土塀の手前に異なる氣勢の伏せがちな”視覚的不協和”をもつ石を配置する「アイストップ」効果を加えることで、奥行き感をより効果的に示し、高い抽象性と緻密さと広がり感を与えている。

実際に龍安寺の石庭において被験者10人が、鈍角側・中心方向に三角形をなぞる形で、再帰的に2段階のレベルで、真-副-対、もしくは、対-副-真の順番で鈍角不等辺三角形を意識しつつ庭園を鑑賞する過程の視線解析実験を行った。その結果、多くの被験者が選ぶ鑑賞点はそれぞれの石群の鈍角の対辺から鈍角三角形の中心方向を見やすい方向であることを確認した。

石もしくは、石群から石群へ追視する視線の動きをリンクと見なし、視覚的なPageRank解析を行った。それぞれの最大石群で、真の石のPageRankが最大になり、それぞれのPageRank値は、真が最大で、真を中心に副-対で対象になる構成が2段階繰り返されており、これは、設計者の造形意図もしくは構成方法を、鑑賞者が無意識のうちに理解していることを意味している。また、真-副-対の基本構成により、石の重なり、即ち「暗示」による奥行き感が鈍角三角形の真を中心に構成されることによる、バランス、調和、統合効果が、視覚的にも無意識のうちに鑑賞者に理解されると推測される。さらに、2, 3-2部分の”視覚的不協和”のページランクが最大になり、多くの鑑賞者がこの不協和を中心に繰り返し見ていることが分かる。

このように、龍安寺の石庭は一見してランダムに、無造作に配置されており、その造形意図は謎もしくは難解に思われていたが、鑑賞者は無意識にその作為を理解している可能性が高い。このように、優れた芸術は抽象的に見え、難解に思われがちであるが、周到かつ緻密な構成により、設計者の意図が無意識のうちに理解され、その設計作為と効果が鑑賞者の視線行動、鑑賞行動に無意識のうちに現れ、設計者の庭園に込めた視覚効果が最大限に引き出されていると考えられる。この設計者の隠された作為と、視覚効果が鑑賞者に「理解され」、効果的にアピールされていることが、龍安寺石庭が過去500年近くにわたり、豊臣秀吉、近年では、エリザベス女王、井上靖、池田満寿夫など多くの鑑賞者を引きつけ、日本の代表的枯山水庭園であり続けた最大の原因ではないかと考えられる。

5.2 視覚的不協和の可能性

視覚的不協和は、自分が見ると期待したものと、実際に見えているものとの間に不一致を経験する時に生じる心理的緊張状態を指す。これは、認知的不協和と呼ばれる社会心理学でよく知られている現象と本質的に同じである。認知的不協和は自分の態度、考えと行動の間の不一致を知覚するとき生じる。人は、本人の性格と認知構造・知識体系に基づいて、期待を持って美術作品を見る。これらの期待が裏切られると鑑賞者は緊張を解消するか、その作品を見るのを辞めて他の作品に移るか選択を行う。人は一般的に心理的緊張状態を避けたがるからである。人の動機付けの重要な部分は、この認知的な不協和の低減にある。

予期しない視覚的形態を生み出す技法は、現代美術の芸術家がよく用いる技法である。彼らは、私たちの注意を喚起し、期待するものと見えるものを調和させるための知的な努力を強いる。「理解できない」といってその場を立ち去り、この葛藤を解消する人もいる。こうした感覚的印象の拒否は一番安易な解決方法である。しかし、多くの鑑賞者は認知的な方法によって不協和を解消しようとする。

視覚的不協和を低減させる方法は、基本的に三つの方法が提案されている。(1)不協和の要素の一方の重要度を低減する。(2)一方の要素、あるいは、両方の要素を解釈し直す。(3)不協和の要素の一方を変える、の三つの方法である。例えばルネ・マグリットの絵画『複製禁止(エドワード・ジェームズの肖像)』(1937年79x65.5cm ロッテルダム美術館蔵 1898~1967)を例

に挙げてみる。マグリットは、20世紀美術のもっとも重要な運動の一つであるシュルレアリスムを代表する画家であり、彼の作品において表現されているのは、空中に浮かぶ岩、鳥の形に切り抜かれた空、指の生えた靴といった不可思議なイメージであり、それらの絵に付けられた不可思議な題名ともども、絵の前に立つ者を戸惑わせ、考え込ませずにはおかないことで知られている。『複製禁止(エドワード・ジェームズの肖像)』では、鏡に映る男性の顔を描いているが、映っている男性の顔は顔ではなく後ろ姿の頭になっており、見る人に一種異様な感じを抱かせる。一般的に、この絵を鑑賞する人は、不協和を低減させるため、(1) この絵は重要でないとして立ち去る。(2) この絵には描かれている以上のことを意味があると解釈し直す。(3) この絵は正しく描かれていないと断定する。実際、近代美術作品の多くは見る者の中に、解消が必要な創造的緊張を作り出すよう意図されている。見る者を刺激して、美術作品の中により深いメッセージを発見させようという意図されている場合が多い。認知的不協和による美術形式は、心地よくはないが現実の構成に能動的な参加を要求するのである [11]。

しかし、龍安寺の石庭を見てみると、静謐で“心地よい”。鑑賞者は鈍角不等辺三角形を明白に意識して見ているわけではないが、石の形状配置を見ていくリズムとして、自然と $1/f$ というフラクタルリズムを選択する。全ての方向から重なって見える石の配置、効果的な遠近法、アイストップ効果により、奥行き感、緻密な構成を感じる。そこに、そのリズムを崩す、不協和に無意識に引っかかりを感じる。そのため鑑賞者は、なれていない文章を読んだときに読み方が引っかかるような、視覚的な引っかかりを無意識に感じる。しかし、暗示、アイストップ、フラクタル性、遠近法効果などにより、繰り返し見直していくうちに、自然と想像力を働かせて無理なく視線を移せるようになる。現代の芸術家が、鑑賞者に強いる創造的緊張感とは全く異なった非常に巧妙な手法により、圧倒的な調和の中にほんのわずかの不調和の美を作り出し、見るものに心地よい静寂さを伝えている。

5.3 偶然の可能性

この仕組みは偶然にできたものであろうか? という疑問には肯定しがたい。なぜなら、この石庭は、信じられないほど緻密に設計されている。その一つは、庭全体、一見水平に見えるが左奥に向かって低くすることで、排水を考慮した仕掛けがなされている。また、西側にある塀は手前から奥に向かって低くなるように作られている。鑑賞者の錯覚を利用し、視覚的に奥行きを感じさせるため、土塀の高さを計算し、遠近法を用いた高度な設計法を用いている。このように細部にわたり、緻密に土木的にも芸術的にも設計されており、石の配置一つとっても、15個の石は庭をどちらから眺めても必ず1個は他の石に隠れて見えないうように緻密に配置されている。また、不協和になっている石は最も土塀に近く配置し、ふせがちな柔らかい氣勢の石を配置し、アイストップ効果により遠近感を最大限に引き出している。これら、細部にわたる周到な設計から、2カ所の“不協和”配置は偶然とは考えられず、緻密な

計算に基づいた配置と考えられ、その結果、PageRankが最大になったと考える方が自然である。

謝辞

視線解析装置 EMR-8 は、株式会社ナックイメージテクノロジーから提供を受け、同社高田健司さんからご指導頂きました。実験に関しては、龍安寺岩田晃治さん、立命館大学映像学部細井浩一教授、京都府商工労働観光部長 山下晃正さんにご協力頂きました。論文中の龍安寺石庭写真は写真家 水野克比古さんにご提供頂きました。実験被験者として立命館大学映像学部諸君のご協力を頂きました。また、本研究は文部科学省平成20年度大学院教育改革支援プログラムとして採択された ITC ソリューションアーキテクトプログラムのシステム開発プロジェクトとして行われました。

参考文献

- [1] Jiro Takei, Marc Peter Keane, "Sakuteiki, visions of the Japanese garden: a modern translation of Japan's gardening classic", Tuttle Publishing, 2001
- [2] 秋本通明, "作庭帖", 誠分堂新光社, 2000
- [3] 著者不明, "作庭記"
- [4] 望月茂徳, 蔡東生, 浅井信吉, 王雲, 福本麻子, "造形の禅問答: 龍安寺庭園設計者の謎かけー見えない石を見せる設計者の隠された作為", 第25回 NICOGRAPH 論文コンテスト, CD-ROM, 2009
- [5] 伊坂晃太郎, "和庭の美と景", ニューハウス出版, 2000
- [6] 進士五十八, "日本の庭園", 中央公論新社, 2005
- [7] Gert J. Van Tonder, et. al., "Perception psychology: Visual structure of a Japanese Zen garden", Nature 419, 359-360, 2002
- [8] 西川孟, "日本庭園の美 龍安寺 枯山水の海", 集英社, 1989
- [9] Gabaix, X., "Zipf's Law for Cities: An Explanation", Quarterly Journal of Economics, 114 (3), 739-767, 1999
- [10] 山田奨治, "禅という名の日本丸", 弘文堂, 2005
- [11] Solso, R., "Cognition and the Visual Arts", MIT Press, 1996
- [12] Page, L., et. al., "The Pagerank Citation Ranking: Bringing Order to the Web", 1998

望月 茂徳



1996年 筑波大学第三学群基礎工学類卒. 2007年 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻単位取得, 博士(工学). 2007年 立命館大学映像学部専任講師. 2010年より立命館大学映像学部准教授. 独立行政法人情報処理推進機構 2004年度第2回未踏ソフトウェア創造事業「デジタル万華鏡-ビジュアルエンターテインメントソフトウェア-」にて「天才プログラマー/スーパクリエイタ」認定. 芸術科学会, 情報処理学会, 他会員.

蔡 東生



1983年 東京大学工学部卒.
1984年 MS, Aero/Astronautical Sciences, Stanford University. 1989年 東京大学工学博士, 1990年 PhD, AA&EE, Stanford University. 1989-93年 神戸大学工学部助手. 1993年 筑波大学電子情報工学系助手. 1995年より, 筑波大学システム情報工学系コンピュータサイエンス専攻准教授. 1994-1996年 米国 UCLA 訪問研究員. 2001年 仏 CNRS 訪問研究員. 可視化, 並列大規模計算. American Geophysical Union, Society for Industrial and Applied Mathematics, 情報処理学会, 日本応用数理学会各会員

浅井 信吉



1991年 筑波大学第三学群情報学類卒. 1996年 筑波大学大学院工学研究科 博士(工学). 1996年-1997年 筑波大学 講師(ベンチャー・ビジネス・ラボラトリ研究員). 1997年-2000年 (株)ウェーブフロント. 2000年 会津大学 講師. 2009年より会津大学 上級准教授. 日本応用数理学会, 情報処理学会, 日本イーラーニングコンソシアム各会員

王 雲



2004年 中国天津科学技術大学卒. 2007, 2008年 日本文部省大学院教育改革支援プログラムとして採択された ITC ソリューションアーキテクト育成プログラムを入選. 2009年 筑波大学システム情報工学系コンピュータサイエンス専攻修了. 修士(工学). 2009年より東芝三菱電機産業システム株式会社正社員.

福本 麻子



2006年 慶応義塾大学政策・情報学部博士課程修了. 博士(政策・メディア) 千葉商科大学非常勤講師, 工学院大学非常勤講師, 東京大学医学系研究科客員研究員, 日本色彩学会会員.