

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23730695

研究課題名（和文） 日本庭園の全体的な空間構成が感性評価に与える影響

研究課題名（英文） Relationship between Surrounding Spatial Layout and Observers' Aesthetic Evaluation in Japanese Zen Gardens

研究代表者

稲上 誠 (Inagami Makoto)

東京工業大学・精密工学研究所・特任助教

研究者番号：40597803

研究成果の概要（和文）：本研究では、枯山水庭園の魅力を経験的に解明するため、全体的な空間構成と鑑賞者の印象評価との関係を調べた。始めに、京都にある 18 の庭園を対象として、3D レーザースキャナーによる実測調査を行った。続いて、バーチャルリアリティ装置を用いて、それらの庭園の評価実験を行った。その結果、周囲の環境による包囲が、鑑賞者が感じる印象を向上させることが明らかになった。この結果は、庭自体のデザインだけでなく、庭園全体のデザインも、その空間の魅力に寄与していることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：This study, as an attempt to explore the attractiveness of Japanese Zen gardens, investigated the relationship between their surrounding spatial layout and observers' aesthetic evaluation. We used a 3D laser scanner to measure the spatial layout of 18 traditional gardens in Kyoto. In addition, we conducted a psychological experiment by using a virtual reality setup. Participants observed the gardens' environments and evaluated them with respect to beauty, interest, and calm. An analysis showed that the aesthetic evaluation of Japanese Zen gardens increases with their environmental enclosure, suggesting that it also contributes to their unique attractiveness.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：感覚・知覚・感性

### 1. 研究開始当初の背景

近年、日本人だけでなく海外の人々からも、伝統的な日本庭園が注目されている。例えば、京都の龍安寺では、白砂に 15 個の石を配置したシンプルな庭が、訪れる観光客を魅了し続けている（図 1）。この石庭の美しさは、日本文化の象徴としてだけでなく、感性に関する科学研究の対象としても興味深い。バン・トンドーらは、石の配置にフラクタル構造が潜んでいることを発見し（van Tonder, Lyons,

& Ejima, 2002）、さらに三浦らは、その配置が庭の印象に影響することを示している（Miura, Sukemiya, & Yamaguchi, 2011）。このように巧みに配置された石が、庭の美しさの一因であることは間違いない。

しかし、日本庭園の不思議な魅力は、石の配置のような局所的なデザインだけで説明できるのだろうか？イテルソンは“物体”と“環境”の知覚を明確に区別している（Ittelson, 1976）。両者の決定的な違いは、

環境が知覚者の周囲を取り囲んでいる点にある。我々は、ある物体を眺めると同時に、その周囲の環境も意識している。同様に、庭園を鑑賞している時には、その庭自体だけでなく、周囲の環境からも雰囲気を感じ取っている。したがって、日本庭園の魅力を解明するには、“環境”としての全体的な構成を考慮する必要がある。



図 1. 龍安寺石庭のパノラマ画像

## 2. 研究の目的

本研究では、枯山水様式の庭園を対象とし、全体的な空間構成と鑑賞者が感じる印象との関係について調べた。特に、アップルトンによって提案された prospect-refuge 理論（眺望-隠れ場 理論）の妥当性を検討した。この理論によると、人間は「隠れながら (refuge) 見渡すことができる (prospect)」という環境に魅力を感じる (Appleton, 1975)。図 2 に示すように、この理論を庭園の空間構成に適用し、次の 2 つの仮説を立てた。

仮説 1: 周囲の環境による包囲が、印象を向上させる (refuge の効果)。

仮説 2: 特定の方向への空間の広がり、印象を向上させる (prospect の効果)。

これらの仮説を検証するため、庭園の現地調査およびバーチャルリアリティ装置を用いた心理実験を行った。

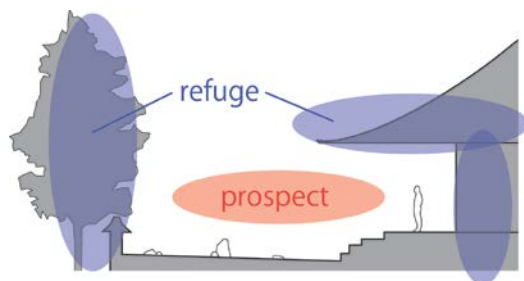


図 2. 枯山水庭園の空間構成

## 3. 研究の方法

(1) 京都市内にある名高い枯山水庭園から、18 のサンプルを選定し (表 1)、以下の現地調査を行った。始めに、3D レーザースキャナ

ー (Leica Geosystems, ScanStation C10) を用いて、鑑賞場所の周囲の空間構成を計測した。庭に面した縁側の中心を鑑賞場所として、床から 150cm の高さに装置を設置した。計測範囲は、下方向を除く周囲全方向 (水平  $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 、垂直  $-45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ) である。この計測によって、各庭園の周囲の空間構成が、膨大な量の点群データとして記録された (図 3)。次に、同じ観察場所において、魚眼レンズと特殊な雲台 (Nodal Ninja 4) を装着したカメラを用いて、周囲の環境を撮影した。撮影された写真は、市販のソフトウェア (PTGui Pro 9.1.6) を使用して、全方向のパノラマ画像に加工した (図 1)。これらの画像は、後の心理実験の呈示刺激として用いた。

表 1. 調査対象の庭園のリスト

寺院名	庭園名	作庭時期
龍安寺	石庭	室町時代
芬陀院	鶴亀の庭	室町時代
大仙院	方丈前庭(南庭)	室町時代
	方丈東上の石庭	室町時代
	方丈東下の石庭	室町時代
圓徳院	北庭(北書院の前庭)	安土桃山時代
	南庭(方丈の前庭)	昭和時代
金地院	鶴亀の庭	江戸時代
正伝寺	獅子の子渡し庭園	江戸時代
妙蓮寺	十六羅漢石庭	江戸時代
龍源院	一枝坦(方丈南庭)	昭和時代
	東滴壺(方丈東庭)	昭和時代
	滄沱底(書院南庭)	昭和時代
瑞峯院	独坐庭(方丈前庭)	昭和時代
	閑眠庭(方丈裏庭)	昭和時代
大光明寺	心字の庭(本堂前庭)	昭和時代
	峨眉山の庭(庫裡前庭)	昭和時代
高台寺	波心庭(方丈前庭)	平成時代



図 3. 空間計測の結果の例

(2) 心理実験では、ヘッドマウントディスプレイ (SONY HMZ-T2) を用いて、庭園の画像を呈示した。さらに、市販ソフト (Pano2VR 3.1.4) により画像ファイルを変換し、Flash

パノラマ VR という技術を用いた。この技術によって、手元のテンキーの操作により、周囲全方向の(仮想)環境を自由に見回すことが出来る。また、投影法による歪みが無い状態で、画像を呈示することが出来る。実験の様子を図4に示す。それぞれの庭園について、最初の1分間は自由に鑑賞してもらい、その後印象の評価を行った。庭だけでなく、周囲の環境全体から感じる雰囲気の評価するように教示を与えた。評価項目は「美しさ」「面白さ」「落ち着き」「開放感」「包囲感」「複雑さ」「自然さ」で、それぞれを1から10の10段階で(口頭で)答えてもらった。各庭園を呈示する順序は、被験者ごとにランダムにした。被験者は、大学院生30名(男性22名、女性8名)に依頼した。なお、今回の報告では、「美しさ」「面白さ」「落ち着き」を平均し、「総合評価」として分析を行った。



図4. 心理実験の様子

(3) 空間構成を定量的に表現するために、ベネディクトにより考案されたアイソビスト (Benedikt, 1979) という手法を用いた。この手法では、周囲の見渡せる空間の形状について、様々な変量を算出して分析する(図4)。しかし、一般的なアイソビストでは空間の平面的形状の分析するのに対し、本研究では三次元的形状を分析した。仮説を検証するための変量としては、周囲の環境までの距離について、平均値と分布の歪度(skewness)を算出した。平均値は、環境による包囲の(逆向きの)指標として、仮説1の検証に用いた。歪度は、分布の非対称性を示す変数であり、特定の方向に空間が広がっている場合に大きな値をとる。そのため「隠れながら見渡すことができる」という状況の指標となると言われている(Benedikt, 1979; Stamps, 2005)ので、仮説2を検証するために用いた。

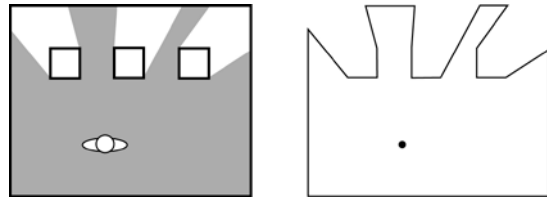


図5. アイソビストによる空間形状の分析

#### 4. 研究成果

(1) 仮説1を検証するため、全被験者の総合評価を平均し、周囲の環境までの距離の平均値との相関関係を調べた。その結果、図6に示すように、統計的に有意な負の相関がみられた( $R = -0.48, N = 18, p < 0.05$ )。距離の平均値が大きいということは、環境による包囲が弱いということを示している。したがって、この相関関係は「環境による包囲の度合いが大きくなるほど、評価が高くなる。」という関係を示している。つまり、仮説1(refugeの効果)を支持する結果である。

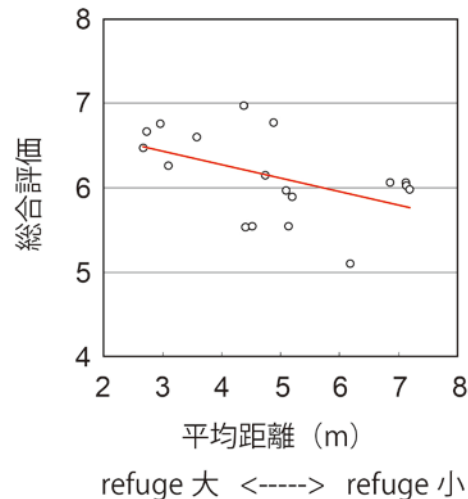


図6. 仮説1についての分析結果

(2) 次に、仮説2を検証するため、総合評価の平均値と、周囲までの距離分布の歪度との相関を調べた。その結果、図7に示すように、統計的に有意な負の相関がみられた( $R = -0.52, N = 18, p < 0.05$ )。距離分布の歪度が大きいということは、特定の方向(庭の方向)に空間が広がっていることを示している。したがって、この相関関係は「特定の方向に空間が広がると、評価が低くなる。」という関係を示している。つまり、仮説2(prospectの効果)を支持しない、むしろ正反対の結果であると言える。

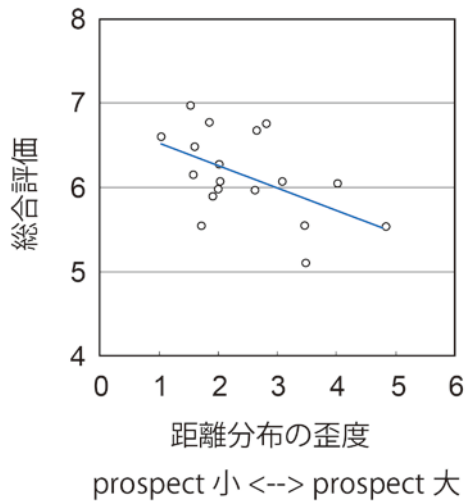


図7. 仮説2についての分析結果

(3) 以上の分析結果をまとめると、本研究の結論は下記の通りである。

- ・ 周囲の環境による包囲が、庭園の印象の向上に寄与している。
- ・ 特定の方向への空間の広がり、庭園の印象の向上には寄与していない。

つまり、prospect-refuge 理論における refuge の効果を示す結果は得られたが、prospect の効果を示す結果は得られなかった。この理論では、prospect と refuge を両立するような環境が好まれるとされている。しかし、両者は相補的な関係にあり、refuge を重視して環境の包囲の度合いを大きくすると、庭方向への空間の広がりが小さくなってしまふ。枯山水庭園では、特有のデザイン様式によって、この問題が解決されていると推察される。庭の砂や石による造形の多くは、海や山などの風景を抽象的に表現していると言われている。そのため、物理的な空間に限られていても、鑑賞者は広大な風景をイメージし、十分な prospect を感じることができるとも知れない。

(4) 今後の課題としては、それぞれの評価項目（美しさ、面白さ、落ち着き）について、より詳細な分析を行うことが挙げられる。さらに、被験者による個人差についても調べ、考察をより深める予定である。また、本研究に関連する基礎的研究として、人間の空間知覚（距離や傾きの視知覚）の諸特性についても、並行して調べて来た。この成果を融合させることにより、庭園の環境が知覚され評価に至るまでの過程を明らかにしたいと考えている。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

- ① Makoto Inagami, Aesthetics and environmental enclosure in Japanese Zen gardens, *Studies in Perception and Action* XII, 2013（査読有、掲載決定）
- ② Makoto Inagami & Hirohiko Kaneko, Layout of the ground surface in daily environments: An ecological approach to natural scene statistics, *Studies in Perception and Action* XI, 2011, pp. 208-212（査読有）

〔学会発表〕（計7件）

- ① Makoto Inagami, Aesthetics and environmental enclosure in Japanese Zen gardens, 17th International Conference on Perception and Action, July 8-11, 2013, Lisbon, Portugal（発表決定）
- ② Makoto Inagami & Hirohiko Kaneko, Adaptation to the environment in slant perception: An ecological approach to natural scene statistics, 17th International Conference on Perception and Action, July 8-11, 2013, Lisbon, Portugal（発表決定）
- ③ 稲上 誠、枯山水庭園における全体的な空間構成と印象評価の関係、人間・環境学会第20回大会、2013年5月18日、東京
- ④ Makoto Inagami & Hirohiko Kaneko, Upper-lower asymmetry in slant perception and natural scene statistics, 8th Asia-Pacific Conference on Vision, July 13-15, 2012, Incheon, Korea
- ⑤ Makoto Inagami & Hirohiko Kaneko, Adaptation of the visual system to the distribution of environmental slants, Workshop on Natural Environments, Tasks, and Intelligence, April 20-22, 2012, Austin, Texas
- ⑥ Makoto Inagami & Hirohiko Kaneko, Relationship between anisotropic slant perception and the probability distribution of environmental slants, 7th Asia-Pacific Conference on Vision, July 15-18, 2011, Hong Kong
- ⑦ Makoto Inagami & Hirohiko Kaneko, Layout of the ground surface in daily environments: An ecological approach to natural scene statistics, 16th International Conference on Perception and Action, July 6-10, 2011, Ouro Preto, Brazil

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲上 誠 (Inagami Makoto)

東京工業大学・精密工学研究所・特任助教

研究者番号：40597803