

感性工学・統計解析手法を活用した製品開発研究 (カルティヴェイション研究) (第1報)

製品化支援技術グループ デザインチーム 竹浪 祐介
材料技術グループ 繊維系材料チーム 廣澤 覚

要 旨

伝統的工芸品の感性的な美的価値基準を、科学的な手法から理解を深めようとするのが本研究のねらいである。「伝統的工芸品に精通した専門家の鑑賞行動(コツ)」を明らかにすることで、将来的にはその評価手法の体系の確立を目指す。本年度は黒楽茶碗を対象に眼球運動計測装置を用いて、初心者・中級者・熟練者の視線を計測し、観察および比較を行った。結果、熟練者からは初心者・中級者には無い特徴的な観察方略が見られ、黒楽茶碗の鑑賞における眼球移動距離や視覚の認知について今後の新たな研究の方針を立てることができた。

1. はじめに

一般的な工業製品の評価基準は「均質性」が重視されることが多い。しかし伝統的工芸品については、必ずしもその基準はあてはまらない。非対称で不均質なことに美的価値を見出す指向もあり、それを理解するためには経験に裏付けられた専門的な見識が必要と認識されている。そのため「奥が深い」と魅力を感じる一方「敷居が高い」と感じる人も少なくなく、工芸文化の普及を阻んでいる一因とも言える。

また、その「良さ」は明文化しづらい場合もあり、専門的な経験を積んだ熟練者でも「どこがどう良いのか」を言語や文章で説明することが難しい場合もある。

そこで、伝統的工芸品の感性的な美的価値基準を科学的な手法を用いて考察し、「伝統的工芸品に精通した専門家の鑑賞のコツ」を明らかにすることで、将来的にはその評価手法の体系の確立を目指す。

このような、伝統的工芸品の感性評価に対して科学的な切り口で臨むことは、新しい評価軸を発見できる可能性があり、鑑賞の「新たな気づき」は作り手(市内伝統産業界)にさらなる技能向上をもたらす。また、「良さ」のポイントが判りやすくなり、伝統的工芸品普及の一助となる可能性がある。

2. 実験方法

本研究では、伝統的工芸品への鑑賞行動の仮説として非言語情報の中でも「視覚」に着目し、鑑賞に専門的熟練を要する対象物に対して熟練者には初心者や中級者とは異なる注視パターンがある¹⁾ことを検証すべ

く、後述の「眼球運動計測装置」を導入し、観察者本人にも自覚しえなかった視点の動きを分析し、新たな知見の獲得を試みた。

2. 1 実験環境

2. 1. 1 被験者

抹茶碗や茶道関連に全くまたはほとんど経験の無い30代の男女4名(初心者)、茶会や茶事で抹茶を飲んだ経験が複数回あり茶道へも親しみのある30代の男女4名(中級者)、茶道具を商材として取り扱っている専門家の50代男性1名(熟練者)の、計9名で行った。被験者群の分別は、実験に先立って記入したプロフィールデータを参照し抹茶碗鑑賞の熟達度合について上記のとおり3段階に分けた。

2. 1. 2 実験対象物

研究初回の実験対象物として、視界において異質な要素は注目されやすいため²⁾できるだけ排除すること、言語的な記述や説明が容易でないと思われること、楽茶碗の基本形のひとつとされていることから³⁾、楽家初代長次郎作の「大黒」のフォルムをひな型とした2種類の対象物を新規に作成した。なお、大黒同様に「茶溜り・茶巾摺り」部も成形していない。

対象物A：プロ茶陶家の製作したもの

対象物B：陶歴2年のアマチュアが製作したもの

対象物ABとも、粘土・釉薬・焼成条件は全て同じで、

異なる要素は製作者のみである。また、口径・高さ・高台系の寸法公差は3%以内に収めた。図1に形状の概略および後述の注視箇所を名称を記す。

また、フォルム以外の特徴的な要素の少ない“黒樂茶碗”を用いたため、視点の停留は個々の箇所ではなく「口縁・胴・腰」などといった「ゾーン」で区別した。

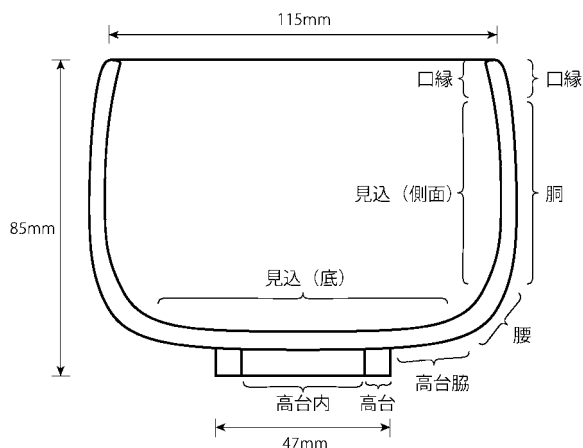


図1 実験対象物（黒樂茶碗（大黒写））概略

2. 1. 3 装置

ArringtonTechnology社製アイトラッカー「MS007」を用いた。これはゴーグル型の装着部に眼球運動追跡部とSceneCameraを搭載した角膜反射方式の眼球運動計測装置で、被験者が注視した部分や眼球の動きを検出できる。水平および垂直視野角はそれぞれ $\pm 45^\circ$ と $\pm 20^\circ$ で、空間分解能は 0.15° 、検出レートは60Hzである。本実験では片眼（右目）検出ユニットのみを用いた。キャリブレーションは視野空間12点への注視を繰り返す方法で、システムに付属の方法である。ゴーグルの装着ズレなどで実験中に誤差が生じる可能性があるため、キャリブレーションは実験イの事前、実験ロの事前、実験ロの中間の計3回行った。

2. 2 実験内容

実験は実験イおよびロの2種を連続して行った。実験イは被験者が自由に観察した際の眼球運動計測を行うため個別無言観察とした。また、実験ロは質問をした際にどのような注視行動を行うかを観察するために比較観察実験とし、質問に対して評定尺度法による回答を得た。以下に実験イと実験ロの手順を示す。

2. 2. 1 実験イ：個別無言観察

【観察姿勢】

上腕から肘までを体側に沿わせて、肘から先を床面に対し並行にした姿勢で、掌にて対象物を把持できる状態(図2)。できるだけ自然な観察環境にするため頭部や対象物は治具での固定をしなかったが、頭部や対象物との距離はなるべく動かさないように教示し、手の中で対象物を動かして観察させた。



図2 実験風景

【準備】

被験者をアイトラッカーの装着状態に慣れさせるため、ダミーサンプル（プラスチック製の椀）を用いて観察姿勢を教示し、1分間ほど演習を行った。

【手順】

キャリブレーションの後、合図があるまで目を閉じているよう指示する。

テーブル上に、被験者に正対する位置に観察基準用紙を1枚置く。用紙手前端から被験者までの距離は30cmで、自然な所作で上記の観察姿勢になる。

用紙の中央に対象物（A）1個を置く。

「これから行うことは、抹茶を飲むための茶碗を見ていただく実験です」と教示する。

「目を開けて観察をはじめてください」と合図する。

（被験者はこの時点で初めて対象物Aを見る）

被験者に対象物（A）を手に取りさせ、なるべく頭を動かさずに、手の中で対象を任意に動かしながら60秒間

無言で対象物を観察させる。

終了合図で対象物 (A) を置き目を閉じさせ、その間に対象物 (A) を対象物 (B) に交換する。

「次に、今と同じ要領で違う茶碗を観察していただきます」と教示し、「目を開けて観察をはじめてください」と合図する (被験者はこの時点で初めて対象物Bを見る)。

被験者に対象物 (B) を手に取らせ、なるべく頭を動かさずに、手の中で対象を任意に動かしながら60秒間無言で対象物を観察させる。

終了合図で対象物 (B) を置き目を閉じさせる。

2. 2. 2 実験口：比較観察

実験イに引き続き実験口を行った。本実験は対象物AB間の比較による評定尺度法である。観察姿勢は実験イと同じである。

本実験に用いた形容詞などは複数の文献から楽茶碗、特に第Iグループ³⁾に分類される「大黒・北野黒・無一物・太郎坊・一文字」に対する表現を抜粋し、頻度と抽象的・具体的のバランスを鑑み、「複雑さ・感性的・動き・あたたかみ・趣き・クセ・完成度・重厚さ・作作的・風格・好感度」の11点を採用した。

【手順】

合図があるまで目を閉じているよう指示する。

テーブル上に、被験者に正対する位置を中央として左右に隣りあわせて観察基準用紙を2枚置く。それぞれの用紙の中央に対象物AおよびBを1個ずつ置く。

被験者が目を閉じている間「次は、先ほど見た茶碗2つを見比べてもらう実験です。今から示す形容詞について、その度合を1～7までの7段階で表現してください。数字の大きい方がその度合が強いこととします」と教示する (要領を得るまで、質疑は実験中でも会話にて適宜行う)。

「目を開けてください」と合図し、形容詞をひとつずつ教示して回答を得る (例：「複雑さ」についてお答えください)。

被験者が対象物を観察する際は、1個ずつ実験イと同じ「観察姿勢」で行う。他方を観察する際は把持している対象物を観察基準用紙に一旦置き、もう一方を手にとって観察させる。質問に対し、口頭で7段階評定させる。(例：「Aが5で、Bが2」)

回答の理由をヒアリングする。実験中は自由に発話

させ、実験者は回答を誘導しない範囲で応答する。

2. 3 結果分析

2. 3. 1 実験イおよびロにおける注視点の抽出

実験イにおいて、全ての被験者で記録は60秒間行ったが、分析には実験開始の合図から30秒間の眼球運動データを用いた。実験状況の定性的な観察から、それ以降の時間では被験者自身が観察行為を冗長に感じて意識的な注視を計測しづらくなっていたためである。なお、停留とみなす持続的注視時間の下限は100msecとし、頭部運動の強制的な固定はしなかったためサッカード (数10msecの視点跳躍運動) は定性的観察に留めた。

また、注視箇所は資料⁴⁾と作陶専門の研究者のアドバイスのもと分類した (前掲図1)。なお眼球運動計測装置の精度と実験環境を鑑み、それぞれ「高台と高台内」「見込み (側面と底)」は同じとみなした。

対象物A (プロ茶陶家の製作した茶碗) について、被験者グループ別に注視点停留の割合を下に示す (図3)。この図から、熟練度が低い被験者ほど「口縁」を見る割合が高く、熟練者ほど「胴」と「腰」を注視する割合が高い傾向が見られる。このことは、熟練度が低いほど飲料用器としての機能的な特徴部分に集中した⁵⁾と解釈できる。

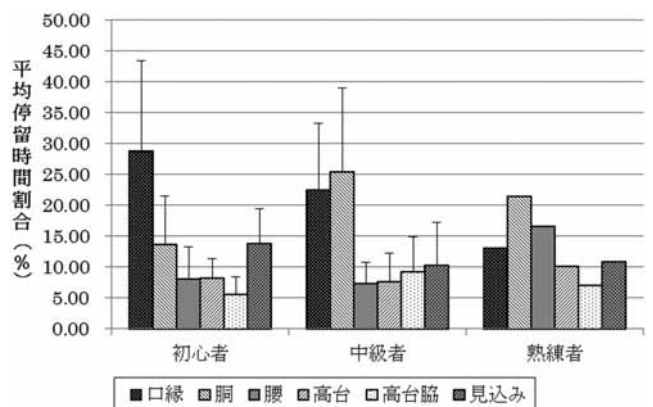


図3 実験イ：対象物Aにおける注視点停留割合 (%)

実験ロに関しては複数の被験者から、その直前に行った実験イにおいて対象物の評定に必要な情報を既に充分得たという発言があり、以降の観察を積極的に行わなかったため、実験ロの際の眼球運動が純粹に得られているとは言い難い状況となった。そのため、11点の形容詞に対する評定尺度のデータは得られたもの

の、眼球運動データは十分なものを得られなかった。上記の発言は概して熟練者と中級者に顕著だったため、対象物に対する熟練度と認知の過程に関係があると思われる。

2. 3. 2 実験口における因子分析

対象物 (A) について回答を求めた評定尺度を、全被験者のデータを集計して11点の形容詞を変数とした、一般的な統計処理で用いられる因子分析結果を行った結果、2つの因子に分けることができた。その結果を表1と図4に示す。第1因子を見ると「好み・趣き・風格・感性的」の負荷量が大きく、第2因子は「作為的・複雑さ・動き」の負荷量が大きいため、第1因子と第2因子をそれぞれ“感性的因子”“技巧的因子”と大別して捉えることができる。それぞれの因子が全変数の変動をどの程度表現できるかを表す寄与率は第1因子で0.36、第2因子で0.2であった。第1因子の寄与率のほうが高く、被験者全体を通じると、より感性的な観点から判断している傾向が見られる。

さらに、第1因子について「好み」を目的変数とし

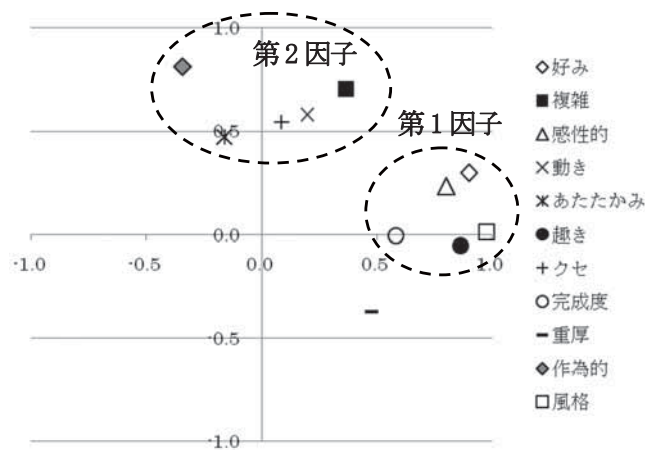


図4 因子負荷量の散布図 (対象物A)
(縦軸：第2因子 横軸：第1因子)

2. 4 実験中の定性的な情報および考察

本実験では実践的な鑑賞環境を再現すべく、頭部や対象物の位置は固定せずにデータを採取したため(前掲図2参照)視点移動距離自体は計測しなかったが、実験中の所見として「初心者は視野空間上で頻りに視点を移動させて対象の各部位を観察していたのに対し、熟練者は対象物は動かすが注視点自体は視野空間上の中心やや下に安定してあまり動かさない(サッカードや追従眼球運動距離などが短い)」という傾向があった。図5に、実験中の被験者の視野空間上での停留点および視線移動の軌跡を平易に示した。この特徴は、観察対象は異なるが自動車運転作業時の眼球運動⁶⁾においても熟練者に同様の現象が確認されている。

人間の視野は図6に示すとおり中心窩から視機能が優れている順に大別され、対象の詳細な情報を見分けられる範囲は中心窩から数度以内のごく狭い範囲(弁別視野)であり視野の外側に向かっていくに従って知覚が低下すること⁷⁾、図7のように視覚の情報処理過程は周辺から中心部に向かって変化するとされている⁸⁾。且つ観察の熟練度に伴い有効視野(認知課題が可能な視野範囲)は拡大し⁶⁾、一点への連続した注視ではなく中心窩よりやや周辺に偏移した網膜部位で捉える方が安定した注視を得られるのではないかという実証的研究例もある^{9,10)}。本実験の熟練被験者は茶碗の特定の箇所への注視に固執することが比較的少なくまんべんなく注視しており、観察中に「今どこを見えますか?」と注視箇所を適宜聞き取りしたところ「特定の“どこ”という箇所は見えていない。全体的に、ぼんやりと見ている」といった回答が複数回あり、上述

因子負荷量(バリマックス回転後)

	第1因子	第2因子
好み	0.90	0.30
複雑	0.37	0.70
感性的	0.80	0.23
動き	0.20	0.58
あたたかみ	-0.16	0.47
趣き	0.86	-0.05
クセ	0.09	0.54
完成度	0.58	-0.01
重厚	0.48	-0.37
作為的	-0.34	0.81
風格	0.98	0.01

表1：因子分析結果 (対象物A 全被験者)

て重回帰分析(ステップワイズ法)を行ったところ、「感性的」「完成度」が説明変数として予測に有効であった($p=0.00034 < 0.05$)。対象の黒樂茶碗について「好み」の評価は、感性的な尺度に重きを置かれていることが裏付けられた。

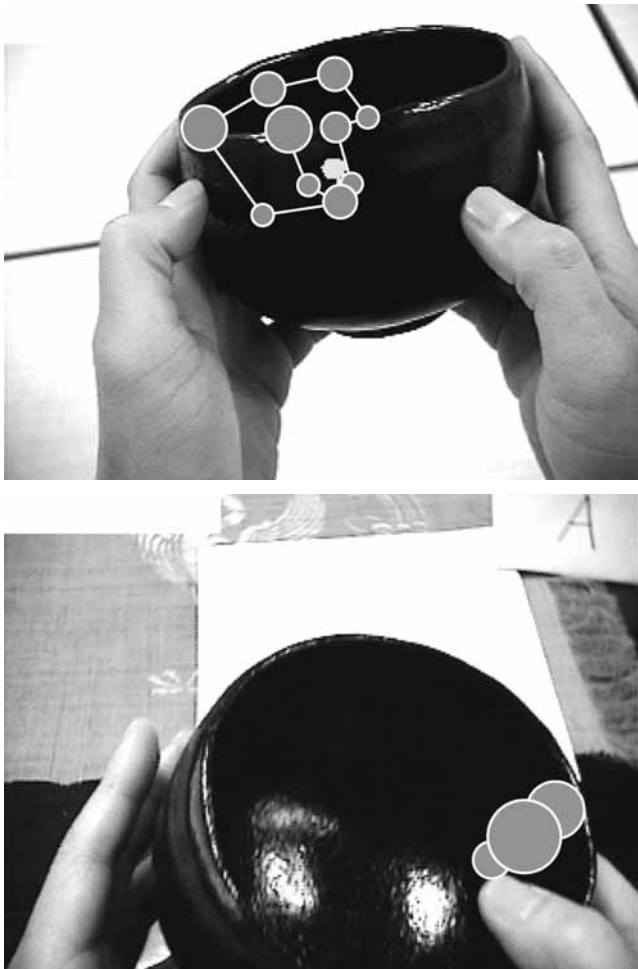


図5 実験中の視線移動および停留点サンプル
 上段：初心者 下段：熟練者（実験イ・対象物Aの観察開始から5秒間のデータを採取。円が大きいほど視点の停留時間が長いことを示す。この間は、初心者は対象物をほぼ動かさず観察していた。熟練者は動かし続けて観察していたが、視野空間上の位置の変化は少ない）

の先例に符合すると思われる。

これらのことから、熟練者の視覚的処理からは対象物の各部位を要素に分解してから全体を把握する「ボトムアップ型処理」だけでなく、抹茶碗に対する知識や鑑賞経験の多さから図8に示す「トップダウン型処理」との相互作用がより多いと言える。トップダウン型処理とは、学習によって獲得した記憶との照合過程において、全体を見ることで各要素の分析が促進される概念推進型の処理過程であり、知識や文脈に依存する^{9,11)}。初心者群も中級者群も対象物を「抹茶を飲むためのうつわ」とであるという事前教示のもと観察に臨んでいることは同条件であり、日常から自然と緑茶や湯呑茶碗などのうつわに親しみもあるはずだが、初心者

の眼球運動は主にボトムアップ型処理の様相を呈していた。このことは本実験の対象物を単なる飲料用器としてだけでなく「美術的な工芸品として観察しよう」というメタ認知が働いていたためと思われる。

3. 今後の展望

今回の実験では熟練者の被験者が1名のみだったため統計的な有意差を検定するには至らなかったが、他の中級者・初級者群には無い特徴的な観察所見を得られた。今後は被験者数を充実させることで統計的な解釈を導ける可能性がある。

また、来年度は眼球運動の計測方法を片眼式から両眼式に拡張して行う。これにより計測範囲が平面的な視野空間だけでなく「視点の奥行き」も計測できるため、より精度の高い注視行動の観察が行える。加えて、伝統的工芸品における視覚と認知との関係を踏まえ、今後は眼球運動だけでなく認知プロセスなど複合的な観点からの研究を目指す。

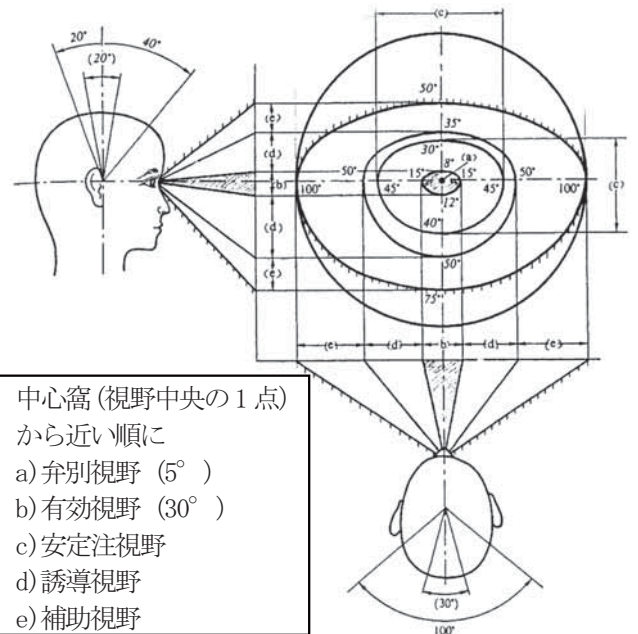


図6 視野内の情報受容特性⁷⁾

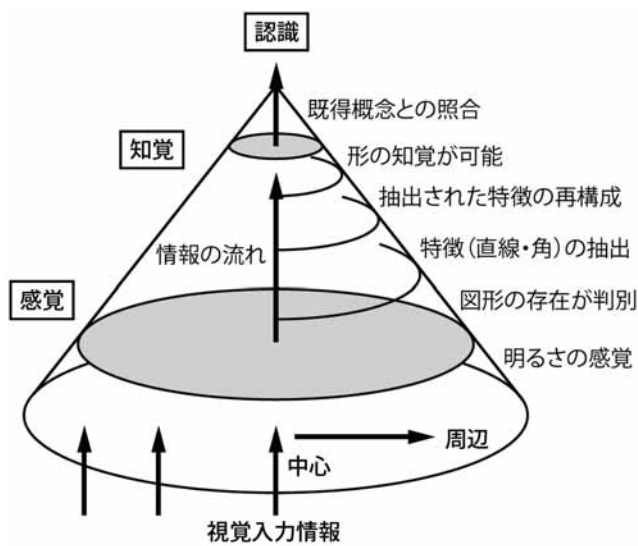


図7 視覚における情報処理過程の階層構造⁹⁾

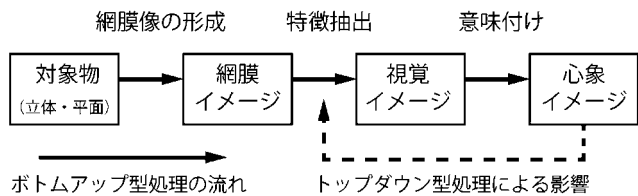


図8 視覚プロセス¹²⁾ (N.Wadeの図を参考に再構成)

謝辞

本研究を遂行するにあたり、茶陶作家様、茶道具商様、および実験にご協力いただいた方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 時津裕子: 認知心理学研究, 1 (1), 75-84 (2004).
- 2) 酒井拓, 山本聡, 前中久行: ランドスケープ研究, 67 (5), 365-368 (2004).
- 3) 赤沼多佳: 日本の美術 8, No.399 (至文堂, 1999) p.27他.
- 4) 楽吉左衛門 (編集): 茶道具の世界4 楽茶碗 (淡交社, 2000).
- 5) 吉田直子: 教育心理学研究, 29 (2), 63-66 (1981).
- 6) 瀬谷安弘, 中易秀敏, 三好哲也: 電子情報通信学会技術研究報告, pp.125-130 (2007).
- 7) 畑田豊彦: 人間計測ハンドブック, pp.586-587 (2003).
- 8) 福田忠彦, 福田亮子: 人間工学ガイド 感性を科学する方法, p.243 (2009).

- 9) 福田忠彦, 渡辺利夫: ヒューマンスケープ (日科技連, 1996) p.32, p.75, p.148, pp.165-167.
- 10) 斉藤貴臣, 福田忠彦: 人間工学, 第30巻 特別号, 414-415 (1994).
- 11) 樋渡涓二: 視聴覚情報概論 (昭晃堂, 1987).
- 12) N. Wade : VISUAL ALLUSIONS picture of perception , Lawrence Erlbaum Associates Ltd., Publishers (1990).

実験口における形容詞の抜粋文献

角川茶道大事典 (角川書店, 1990).
 原色茶道大辞典 (淡交社, 1975).
 茶道美術鑑賞辞典 (淡交社, 1980).
 茶道資料館編集: 茶道具の鑑賞と基礎知識 (淡交社, 2002).
 四季折おり茶の湯ごよみ (淡交社, 2002).
 赤沼多佳: 日本の美術 8, No.399 (至文堂, 1999) p.27他.
 林屋晴三: 日本の美術 5 No.444 (至文堂, 2003).
 角山栄: 日本のお茶Ⅲ お茶と文化(ぎょうせい, 1988).
 楽吉左衛門編集: 茶道具の世界4 楽茶碗 (淡交社, 2000).
 楽吉左衛門: 楽焼創成 楽ってなんだろう (淡交社, 2001).
 筒井紘一: 茶人の逸話 (淡交社, 1984).
 筒井紘一: 茶人と名器 (主婦の友社, 1989).
 筒井紘一: 利休茶話 (学研, 1989).
 筒井紘一: 名器がたどった歴史 (主婦の友社, 1984).
 立花大亀: 利休の侘び茶 (主婦の友社, 1989).
 太陽 No.407, 5 (平凡社, 1995).
 太陽 No.437, 7 (平凡社, 1997).
 太陽 No.451, 6 (平凡社, 1998).
 オブラ No.13, 5 (講談社, 2002).
 芸術新潮 2 (新潮社, 1990).