ISSN 2187-2430

ISTA

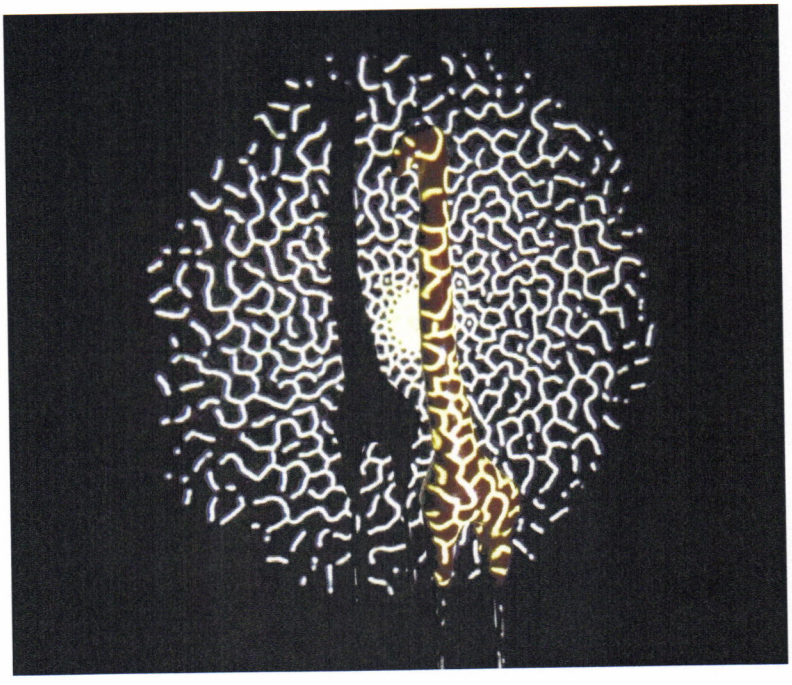
会誌　第4巻第1号

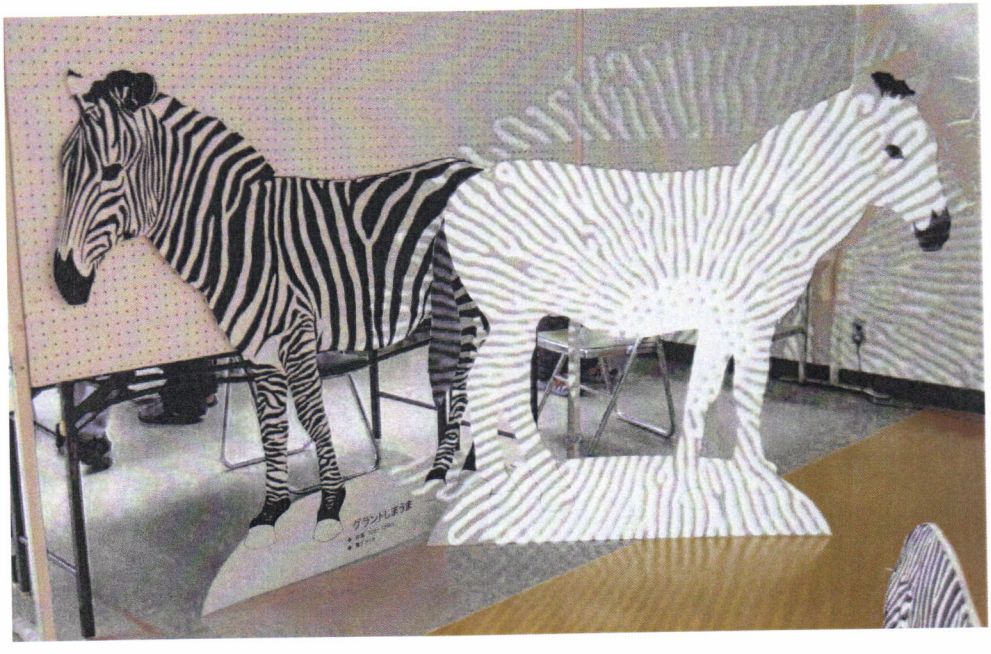
平成24年3月

特定非営利活動法人
科学芸術学際研究所　ISTA

Science Art Gallery

不思議な映像



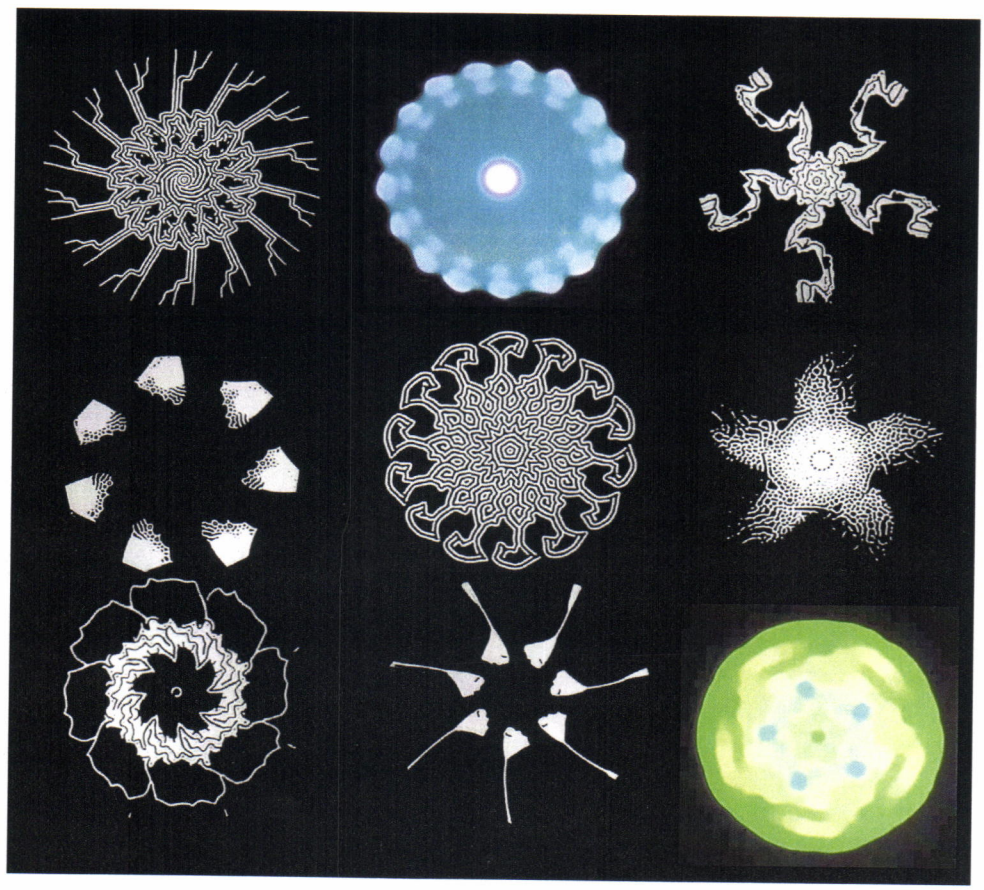


ビデオフィードバックによってできる映像には、
動物の模様にそっくりなものがあります。

山内啓司（映像）柴田美千里（造形）

Science Art Gallery

ビデオフィードバック映像



ビデオカメラの映像をプロジェクターでスクリーンに投影し自画取りすると、ビデオフィードバック現象によりスクリーンの四角い枠が中心に向かって幾重にも連なっていく。カメラを傾けると白黒の粒が点滅しているような模様が現れる。中心をズームすると映像は拡大されて消えてしまうが、その時、ライターの火のような光源を与えると、丸い光の玉ができる。カメラの角度や距離を変えて微調整すると形が変化し、色々なパターンが現れてくる。傾ける角度がちょうどパターンと重なった時、映像は静止したように見え、映像自体の揺らぎとモアレによりゆっくりと変化しながら、非常に個性的で有機的な形が現れる。

山内啓司

紙の文化を残そう

ISTA 会誌編集委員　　渡辺泰成

ISTA は創立8年目に入りました。今迄の広報活動は積極的なものではありませんでした。初期の4年間の会誌は、ISTA のポリシーを理事長や理事に書いて頂きましたが、本体は埼玉県に提出する「平成〇〇年度活動報告書」であって、展覧会やワークショップの活動の様子を伝える写真集があるだけでしたので、NPOの展望はなかなか見えて来ません。こんな反省から、平成21年度から正式に「ISTA 会誌」と名前を改め本来の活動の核心部分、サイエンスアートギャラリー欄への会員の作品の誌上展、サイエンスアートに関する論文、技術報告などと共に、子どものアートを応用した科学ワークショップの制作技術の公開、随筆など多彩な記事を会誌の中心に据え、「活動報告」は巻末に掲載するように、改めました。

会誌の執筆者の増加と共に、学会誌のような査読制度のあるジャーナルとして内容を充実してほしいという要望もありました。 学会誌、一般誌を問わず、専門誌やマニアックな雑誌が多い中で、科学と芸術のコラボレートを謳ったISTAの組織名に「学際」という言葉が入っているのはご存知と思います。 異文化の相互理解から始まる相互作用が何をもたらすか、一つの社会的な実験を始めようという試みです。現段階では、科学は自然科学を想定していますが、社会科学、人文科学など全てのジャンルを網羅し、それらの間に横たわる問題の提起や議論をしてゆきたい。そのためには、記事に誤りがなく、異分野の読者や、高校生以上の全ての世代の市民に分りやすい学術論文、技術論文、解説記事、随筆であることが求められます。この趣旨に沿い会誌の性格を理事会で議論し投稿要綱を投稿規程に改めました。

さて、近年、本や雑誌が読める iPad のような新しいメディアが登場し、すでにある pdf ファイルはパソコン上で論文も読め、画像、音楽、動画がたやすく楽しめる時代となりましたが、出版業がそのために廃れたとはいえ、本を手に読書する人も減ったようには見えません。 ISTA 会誌も pdf ファイルにしてホームページに掲載予定ですが、パソコンを持たない会員、持っていてもめったに開かない会員がいるのも事実です。 パソコン上で会誌を見るのと、送られてきた会誌を手にとって見るのとでは生理的な感触が違います。会誌と一緒にワークショップのキットをつけて会員がものつくりを楽しむこともできます。 IT メディアだけに頼らず、会誌を手にとって見る紙の文化を主張するのも文化の表現の多様性の一つの形態と考えるので継続したい。約 150 部の会誌の紙を事務所でカラー印刷・編集作業をするとき、受け取った会員の反応を想像し、編集・ボランティア会員は共同作業を楽しんでいます。会誌の内容もこのような趣旨で少しずつ興味をそそる読み物を増やしたいので、会員がワクワクするような記事を是非お寄せ下さい。

科学芸術における双対性

米田守重

日本電子専門学校　電子応用工学科，〒169-8522　東京都新宿区百人町 1-25-4

yoneda@jec.ac.jp

Abstract：One of the aims of this paper is to reconsider the concept of duality in the physical mathematics and engineering. Another aim is to introduce a new hypothesis of visual duality breaking, and to apply it to some artworks. As examples of applications, some ambiguous figures and works of Italian graphic designer Franco Grignani are shown.

Keywords：　duality, Yin and yang, ambiguous figure, visual duality breaking.

はじめに

双対性(duality)というキーワードは、過去から現在に至るまで物理、数学[1],[2]にとどまらず、工学[3]の分野や経済学、哲学、宗教の分野に於いても重要な役割を担って来た。従って、双対性の意味は諸分野によって多少ニュアンスが異なるため、ここでは大雑把に、互いに相反する性質をもつ２対間の関係性として扱うことにする。本論文のねらいは、主に物理、数学、工学の分野で用いられてきた双対性の概念を再考することと、これらに関連付けられる図形、デザイン、芸術作品等について、関係する双対性の概念と視覚的双対性の破れという仮説を導入し、それらへの適用を試みることにある。

1. デュアリズムと陰陽、太極図、二つ巴

双対性の思想は、デュアリズム(dualism：二元論)と言われる。これらの思想の影響は、歴史的に古くはゾロアスター教に現れ、その影響を受けたユダヤ教、キリスト教のグノーシス主義、イスラム教、大乗仏教等の西域の宗教や、古代中国に於ける儒教、道教、易経にもみられる。これらとは別に、中華圏では、二元論に類する思想として陰陽[4]が広く知れている。陰陽とは、互いに対立する属性を持つ二気である陰と陽によって、宇宙の多様な物事を解釈するという思想である。ここで、中国、宋代の哲学書、太極図説[5]の一部分を引用すると「無極にして太極なり。太極が動いて陽を生ず。動極まって静なり。静にして陰を生ず。静極まってまた動なり。一動一静、互いに其の根と為って、分かれて陰、分かれて陽、両儀立つ。陽が変じて陰が合して、水火木金土を生ず。五気（水火木金土）が順に動いて四時（四季）が行われ、これを五行と言うが、要するに一陰陽である。陰陽は一太極であり、太極はもと無極である…」とあるように、これは現代物理学をあたかも予見したかのような内容としても解釈することも可能である。このシンボリックなイメージとして図 1-1a に示すような陰陽魚太極図[6]が知られている。双対的な思想は、易経[7]の場合、より実利的な色彩を帯びてくる。易経とは、古代中国の占筮（細い竹を使用する占い）の書であり、符号（シンボル）を用いて状態の変遷、変化の予測を体系化したもので、その中心思想は、陰と陽２種の元素の対立と統合により、世間万物の変化の法則を説いている。

図 1-1a. 陰陽魚太極図

図 1-1b. 先天太極図

図 1-1c. 後天太極図

古代中国の哲学と宇宙観の集大成である。数学的に 2 進法を最初に確立したのはドイツの数学者ライプニッツで、親中家であったライプニッツは 1703 年イエズス会宣教師ブーヴェから朱熹の「伏羲六十四卦方位図」を送られ、その中に自らが編み出していた 2 進数の演算規則を見出した。図 1-1b と図 1-1c は、易経の八卦と陰陽魚太極図を組合せた図で、それぞれ先天太極図と後天太極図と呼ばれる。このような太極図は、中華思想の影響が強いアジア諸国、韓国、モンゴル等で国旗として使用される例が見受けられる。例えば、図 1-2a は大韓民国の国旗太極旗[8]で、白地の中央にある円は陰陽(太極図)を表し、赤は陽、青は陰を意味する。これは善悪・新旧・天地・男女など万物は双対するものから創生されるという思想である。図 1-2b はモンゴルの国旗で、左側の図中は上から、火・地球・水・太陽・月・陰陽(太極図)を表している。

図 1-2a. 大韓民国の国旗

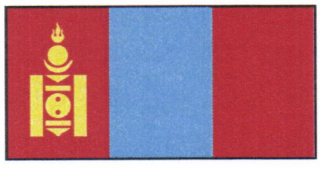


図 1-2b. モンゴル国の国旗

さらに、陰陽思想、太極図の影響は中華圏のみならず、世界各国に広がっている。例えば、サーフブランド Town & Country (タウンアンドカントリー)の ロゴにも陰陽(太極図)が含まれていることが知られている。

図 1-3a. 左三つ巴

図 1-3b. 右三つ巴図

図 1-3c. WOOLMARK

以上の太極図は「二つ巴」とも呼ばれ、２つの双対性をイメージしているが、これが 3 つになった場合は、日本の家紋や神紋・寺紋等の紋としても用いられている三つ巴[9]という図案(図 1-3a、1-3b)が存在する。また図 1-3c は有名な WOOLMARK である。「三つ巴」の意味としては「三つのものが互いに対立して入り乱れる」等が知られている。このような三つ巴状態の対称性は、イメージとして R(レッド),G(グリーン),B(ブルー) という色の三原色や、ハドロン(陽子、中性子等)を構成していると考えられているクォークの SU(3)対称性等との類推(Analogy)と考えることが出来る。但し、ここでは、以上の概念をより単純化して考察したい為、「三つ巴」についてはこれ以上扱わず「二つ巴」、つまり２つの双対性の概念を主について考える。

2. 太極図をイメージする物理系

物理学の分野では古くから、“粒子と波動の双対性”、“電荷と磁荷の双対性”...etc 等として、双対性は重要な概念として扱われてきた。これに関連して、前章で述べた太極図についても、いくつかの具体的な物理系とのアナロジーとしてイメージすることが出来る。例えば、素粒子物理学の粒子と反粒子、２次元量子渦対(図 2-1a)の渦と反渦等の対生成、対消滅、または超伝導のクーパー対(図 2-1b)等も直接的に太極図を連想させる。(ここは誤解を招きやすい部分である。電流ループとして考えれば逆方向であるが、磁束ループで考えれば同方向で引力的な相互作用を生じるために対を形成するという意味である。ここでは太極図は互いに対立する陰と陽の対というイメージで、逆方向の電流ループで説明した。)

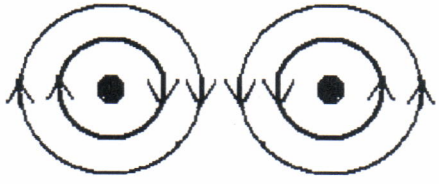


図 2-1a.　２次元量子渦対

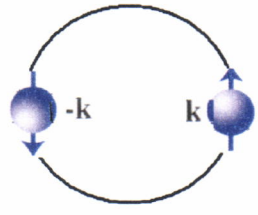
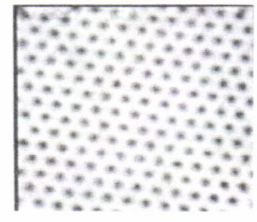


図 2-1b.　クーパー対図



2-1c.　Abrikosov 格子

第２種超伝導体の場合、ある磁場の強さの条件下で、図 2-1c に示すように量子渦が三角格子状(黒い格子)に整列した Abrikosov 格子[10]と呼ばれる渦糸結晶を形成することが知られている。三角格子と双対な格子として蜂の巣格子が知られている。 図 2-1c の白の部分(超伝導部分)から作られる格子(超伝導格子)は蜂の巣格子で黒い格子(渦糸格子 Abrikosov 格子)の裏格子(双対格子)と双対関係にある２次元格子である。これらは太極図が周期的に配列された状態とイメージすることが出来る。

以上は超伝導体の場合の例であるが、磁性体の相転移現象を記述するためのモデルとして、イジング模型という“おもちゃ”が使用されている。ここでも、蜂の巣格子(表格子)と三角格子(裏格子)の双対変換(図 2-2a)が知られている。 伏見康治、庄司一郎氏[11]の「結晶統計と代数」によると、相転移が起こる転移温度を厳密に導出するためには、表裏変換だけでは不十分で、図 2-2b に示すような蜂の巣格子－三角格子の Y－Δ(Star-Triangle)変換も導入する必要があることが知られている。 図 2-3 はこれらの格子の表裏変換と Y－Δ変換との間の相互関係を示している。

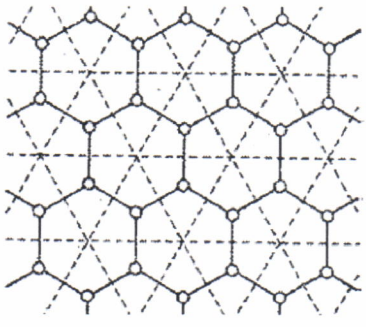


図 2-2a.　蜂の巣格子－三角格子(表裏)

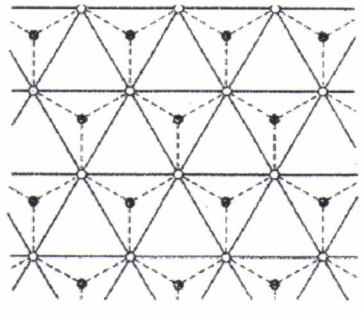


図 2-2b.　蜂の巣格子－三角格子(Y－Δ)

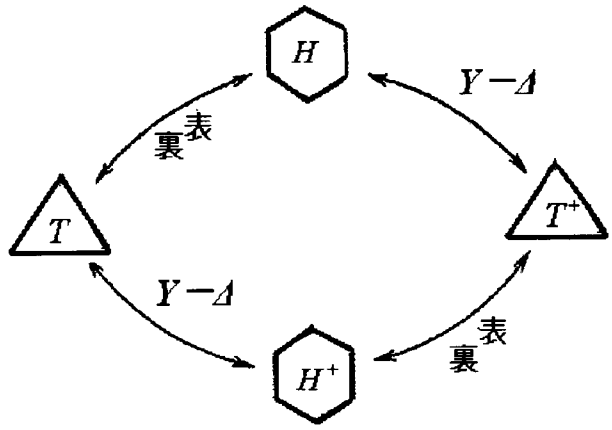


図 2-3 蜂の巣格子－三角格子による表裏変換と Y－Δ変換の相互関係

ここでHは蜂の巣格子(Honeycomb lattice)の格子間相互作用、Tは蜂の巣格子を表裏変換した三角格子(triangular lattice) の格子間相互作用、T^+は蜂の巣格子を Y－Δ変換した裏三角格子の格子間相互作用、H^+は裏蜂の巣格子の格子間相互作用である。

3. 視覚イメージの双対性

図 3-1a は 1930 年にアメリカ合衆国の著名な心理学者、エドウィン・ボーリング (Edwin Garrigues Boring) の視覚による知覚の研究で有名になった、日本では『婦人と老婆』[12]として知られている反転図形(reversible figure)である。反転図形とは一つの図形でありながら、２種類の意味がある形として認識される図形のことである。一般的に２種類以上の意味がある形として認識される場合も含めて、これらは多義図形(ambiguous figure) [13]とも呼ばれる。例えば、図 3-1b の『ウサギとアヒル』では、ウサギとアヒルの認識の割合が殆ど等しくなっている。つまりウサギとアヒルが互いに双対な意味を持つ図形として、自己双対な関係(relation of self dual)、まさに太極図状態となっている。例えば最初にアヒルの姿と認識されると、なかなかウサギの姿が観えないが、その後、ウサギの姿が認識されると、自己双対な両者の間を自由に見分けることが可能となる。ウサギとアヒルという互いに双対な秩序を同時に認識することは出来ないため、それらの認識状態が不安定になって秩序の認識反転を繰り返すことになる。どちらかの秩序を認識するためには、視覚的に自己双対性を破ることが必要となる。以上を著者は、図形認識に関する視覚的双対性の破れの仮説と名付けた。

図 3-1a 婦人と老婆

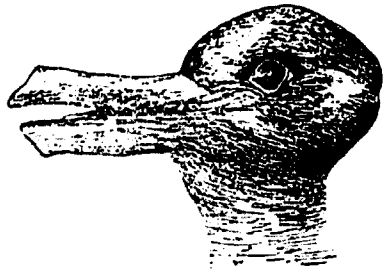


図 3-1b. ウサギとアヒル

図 3-1c. ルビンの壷

他に視覚的双対性の破れの仮説が適用出来る例として、多義図形のとして有名な、ルビンの壷(図 3-1c)等が存在する。図 3-2 と図 3-3 はイタリアの代表的なグラフィックデザイナーである Franco Grignani[14]の作品を参考に、著者が描いた多義図形である。 Franco Grignani[15]は 1908 年にイタリアに生まれ、第二次未来派の影響下にアーティストとなり、建築、絵画、実験写真、グラフィックデザイン等を学ぶ。等画像光学、臨床心理学，認知心理学などの科学的発展を受け、これらの抽象的な視覚実験を積極的に取り入れた作品を手がけている。

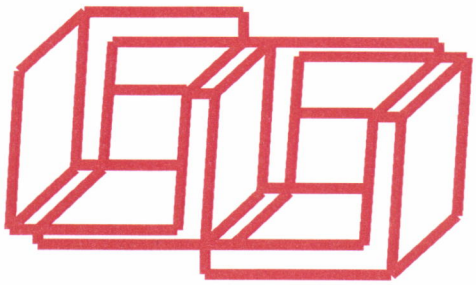


図 3-2. 多義図形作品例 1

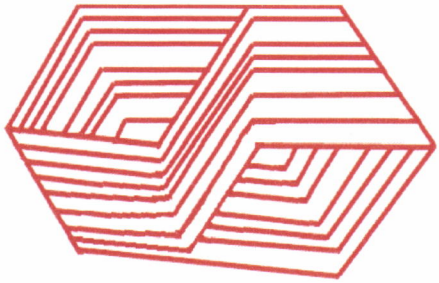
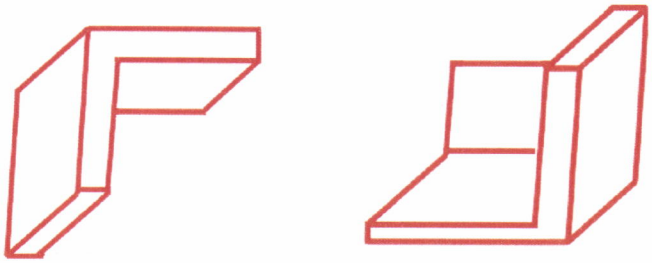


図 3-3. 多義図形作品例 2

ここで、これらの作品例に「視覚的双対性の破れ」仮説を適用してみる。

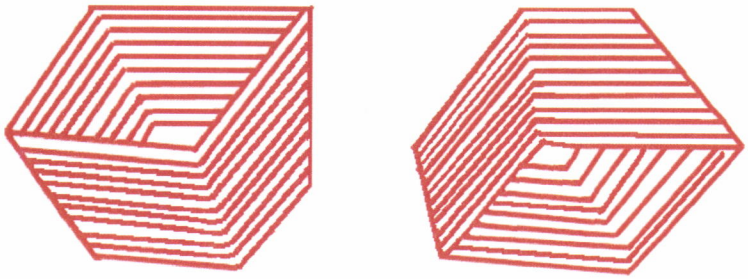
①. 図 3-2 と図 3-3 共にユニットとなる図形の最小単位の双対ペアが 2 組存在している。例えば、図 3-2 の場合の最小単位の双対ペアを図 3-3 の(a)と(b)で与えることが出来る。



(a) (b)

図 3-4. 図 3-2 の最小単位の双対ペア

また、図 3-3 の場合の最小単位の双対ペアは、図 3-5 の(a)と(b)で与えることが出来る。



(a) (b)

図 3-5. 図 3-3 最小単位の双対ペア

②. これらは図 2-2 で示した Abrikosov 格子の超伝導ー渦糸の双対性（または電荷と磁束の双対性）とのアナロジーと考えることが出来る。例えば図 3-2 の中央部（図 3-6 に認識反転を繰り返す個所を長方形枠と矢印で示した）の接合壁をしばらく凝視すると、ここが凹か凸になるかで、認識状態が不安定になって秩序の凹と凸の認識反転を繰り返すことになる。

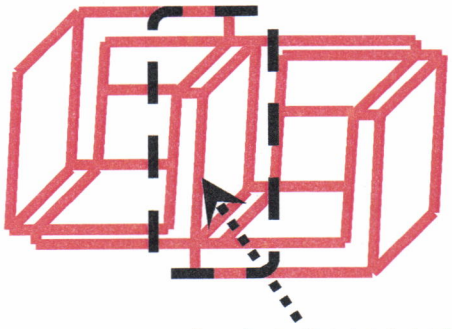


図 3-6. 図 3-2 で認識反転を繰り返す個所

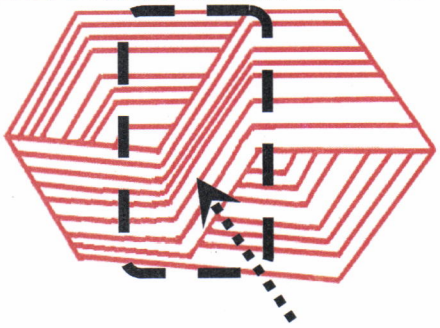


図 3-7. 図 3-3 で認識反転を繰り返す個所

③. 図 3-7 に図 3-3 の左右の図形それぞれの上下で、凹と凸の認識反転を繰り返す個所を長方形枠と矢印で示した。

これらの凹と凸の関係は、量子論的に互いに正準共役な不確性定関係(互い双対な電荷と磁束も不確性定関係が成立する)にある状態、または量子相転移の臨界点近傍での自己双対状態(２次元系に於ける超伝導ー絶縁体転移のような)とのアナロジーとして、鑑賞者(観測者)が凹か凸か何れかの状態を認識するためには、鑑賞者自身が自発的に視覚的双対性を破る必要がある。これが「視覚的双対性の破れ」の仮説である。著者とは異なる立場から、Franco Grignani の作品を中心に物理的概念から導入し、解釈を試みているのがジョゼッペ・カリオティによる文献[16]である。カリオティは多義図形や Franco Grignani の作品に対し「あいまい構造の知覚力学」を提唱している。ここではユニットとなる図形が新概念「グラフィック凝縮」によって「自発的対称性の破れ」[17]を起こすというシナリオを導入している。

4. まとめ

本論文では、最初に双対性の思想の歴史、特に中国に於ける陰陽思想や太極図を示し、これに関して世界各国で使用されている国旗やロゴの例について解説した。次に双対性を示し、太極図をイメージする物理系として、２次元量子渦対、クーパー対、Abrikosov 格子、２次元イジングモデルの蜂の巣格子ー三角格子による表裏変換と Yー Δ変換の相互関係の例について紹介した。最後に、著者が導入した「視覚的双対性の破れ」仮説を多義図形とイタリアのグラフィックデザイナーFranco Grignani の作品に適用した例を示した。今後は「視覚的双対性の破れ」の仮説を多義図形だけでなく、より広範囲の芸術やデザインの分野に導入し考察したい所存である。

参考文献

[1] 上野健爾, 志賀浩二, 砂田利一編　数学のたのしみ, no. 10「双対性をさがす」、日本評論社、1998.

[2] 数理科学編集部, 別冊・数理科学, 「双対性の世界」, サイエンス社, 2007

[3] 高橋秀俊, 藤村靖, 「高橋秀俊の物理学講義　物理学汎論」, 丸善, 1990

[4]. 稲田義行,「現代に息づく陰陽五行」, 日本実業出版社, 2003
[5]. 市川安司,「近思録 新釈漢文大系 (37)」明治書院, 1975
[6]. 蔡 恒息(著), 中村 璋八(翻訳), 武田 時昌(翻訳),「易のニューサイエンス—八卦・太極図とコンピュータ」, 東方書店,1989
[7]. 高田眞治 (翻訳), 後藤 基巳 (翻訳),「易経〈上〉、〈下〉」, 岩波書店, 1969
[8]. 辻原 康夫, 「世界の国旗」, 成美堂出版 ,2011
[9]. 伊藤幸作,「日本の紋章」, ダヴィッド社, 1965
[10]. H. F. Hess et al, Phys. Rev. Lett. 62, 214, 1989
[11]. 伏見康治, 庄司一郎, 結晶統計と代数, (岩波講座現代応用数学B.1-b),1957
[12]. 種村 季弘, 高柳 篤, 赤瀬川 原平, 図説 アイ・トリック—遊びの百科全書 (ふくろうの本), 河出書房新社, 2001
[13]. 国際電気通信基礎技術研究所(ATR)編, 「視聴覚情報科学—人間の認知の本質にせまる(ATR先端テクノロジーシリーズ)」,オーム社, 1994
[14]. Franco Grignani; Bruno D'Amore; Giuseppe Berti; Nino Squarza; Sala comunale delle esposizioni (Reggio Emilia, Italy) ,「Franco Grignani: Pitture sperimentali e Graphic Design」,Reggio Emilia [Italy] : Tecnostampa, 1979
[15]. アイデア編集部, idea magazine, IDEA NO.47, 誠文堂新光社,1961
http://www.idea-mag.com/jp/publication/047.php
[16]. Giuseppe Caglioti, 宮崎 忠(翻訳) Ambiguity in art and science(「あいまいさ」の物理学)—秩序と無秩序の間をとらえる新しい試み (講談社ブルーバックス),1997
[17]. Y. Nambu and G. Jona-Lasinio, "Dynamical model of elementary particles based on an analogy with superconductivity. I," Phys. Rev. 122, 345, 1961

ほっこころ

東京工芸大学工学部メディア画像学科　玉木元康、柴崎正明、佐藤利文、内田孝幸

Abstract : We fabricated an art work on the basis of the concept which forms heart-shaped materials of Japanese cypress so as to make the most of the texture of the material. Furthermore, in order to show touch of the warmth of the heart, we set up the electronic body warmer ("Kairo") of Japan for making the art work warm inside. Moreover, we prepared the electronic circuit equipped with the function of the response of the LED flash which is synchronized by the blood flow from man's finger. By this work, we fabricated the art work which proved that you feel the warm heart when you touch the object. It is possible to give you warmth of heart by using inorganic materials and inorganic electronic circuit.

Keywords : Japanese Cypress, Blood-flow sensor, Electronic body warmer, Warmth of man's hearts, Hearts

1．はじめに

近年の ICT（情報通信技術）化に伴いスマートフォンを代表とする情報端末が広くもちいられるようになった。デジタル化の進展と相まって、高速で大量の情報が扱える半面、無機質な機器が身の回りにあふれるようになり、昔ながらの余裕や心のゆとりが無くなってきた状況でもある。このような背景の中、筆者らは、有機質な木の質感とそこからイメージできる心のぬくもりを感じられるよう、また、人と人を繋ぐものや近くに人を感じられるようなものとしてデザインした作品を作製した。

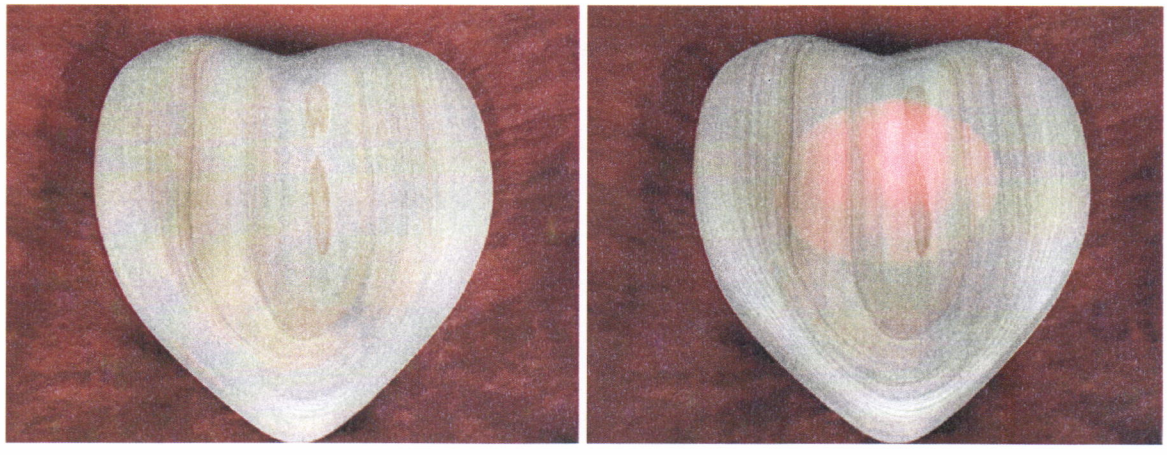
この作品は、一つ一つ手で作ることによって機械がもたらす全て均一の丸みではなく人の手から作られる丸みや歪みなどで、一つずつの個性やまた違った暖かさなどを感じてもらうことを目的とした。脈拍センサをつけることにより、ただの機械仕掛けのホッカイロではなく、この作品が見学者の心臓と同期して光ることによって、親近感を持てるようにした。

2．作品作製

図 1 (a)に示すような、ひのきの風合いが最前面に出るように、木目を選び外形をジグソーで切り出し、さらに、ランダムアクションサンダーで形を曲面に整えた。ひのきは 29mm の厚みのものを、下部、中間部分、上部のパーツとして貼り合わせるように設計した。内部には制御、駆動用の電気回路を入れるスペースを設けた。

内蔵した LED の発光を内部から透過させるため、ひのきの上面パーツのハート形の中心部分を約 0.5～0.7mm の厚さまでにルーターで削り、この部分を光が透けるほど薄い状態にした。このままでは、この薄い部分は破損してしまうため、透明な樹脂（クリスタルレジン；日本レジン社）[1]を流し込んで、光透過性を損なうことなく機械的強度を確保した。

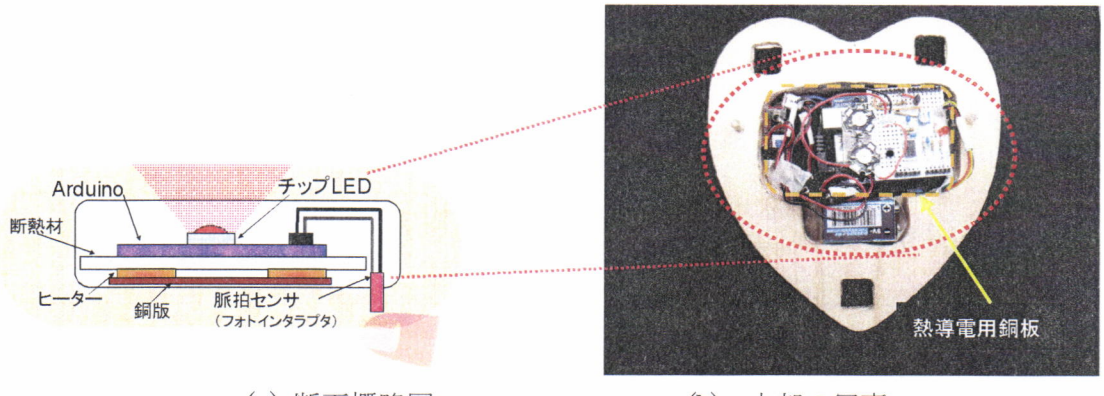
発光とは別にひのきの下部のパーツからは手で触れたときに、温かさが伝わるように、ヒーター（電子カイロ）を内蔵させた。最近、USB での充電式の薄型電子カイロが販売されているため、これを内蔵することで、ほっこころの温度を温かい温度（約 40℃）になるようにした。また、高輝度 LED によって、図 1(b)　に示すようにハートの中心（内部）が赤く点滅する回路を内蔵させた。点滅の制御には、小型マイコンである Arduino[2]を用いた。回路の概略図と内部の写真を図 2(a), (b)にそれぞれ示す。内蔵回路は大別すると LED 点滅回路と、ヒーターを含む加熱回路となるが、どちらも既存の Arduino Uno ならびに、e-Kairo（USB 充電式カイロ）[3]基本として構成した。LED には高輝度、高出力のものを利用したため、Arduino の出力端子に別途増幅用トランジスタを付与し駆動した。



(a)非発光時　　(b)　発光時

図 1　「ほっこころ」の外観

展示に際して、「ほっこころ」を見学者に手にとって頂かないと（センサ部に指を触れないと）、点滅が開始しないのでは、内蔵された機能が埋もれてしまいアピール度が低くなるため、人が触っていない場合、すなわち脈拍センサが反応しない場合は、自動点滅モードに切り替わるように、Arduino 上に論理分岐プログラムを付与した。心拍センサは Arduino 互換対応の市販シールドを用いた[4]。これは、赤外線のフォトリフレクタによって、血流の増減を検知するものである。作品を見学者が両手でもった時に丁度、人差し指の付近になるように、このセンサを配置した（図 2(a)）。



(a) 断面概略図　　(b)　内部の写真

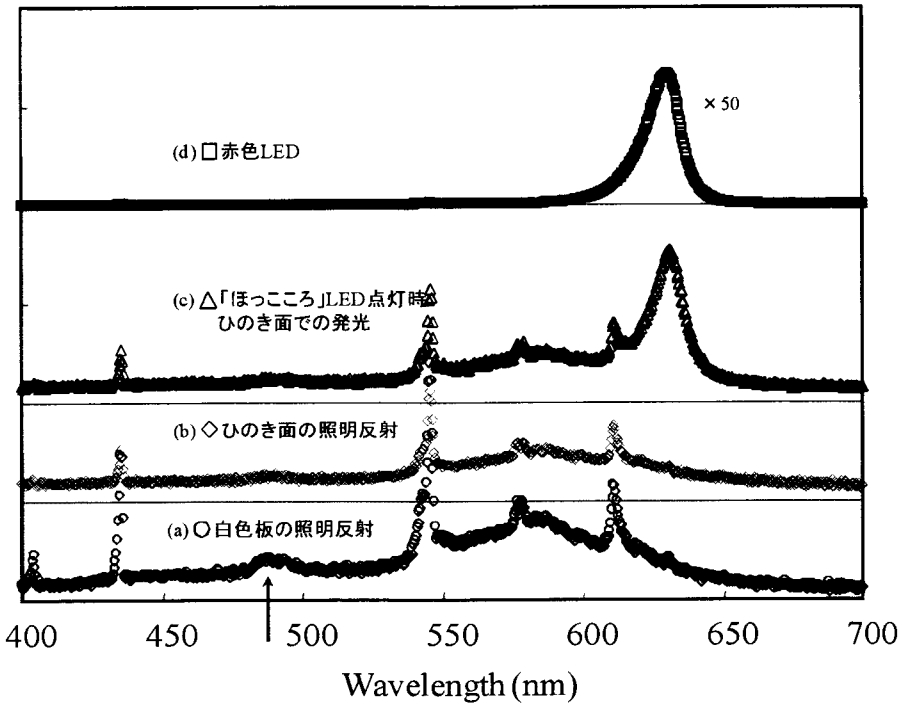
図 2　「ほっこころ」の断面概略図と実際の内部

血流に応じて、赤色 LED の点滅を行わせるが、ひのきの薄皮を通じて観測される光は、無機質な元の赤色 LED に比べ、「あたたかみ」のある光を放つ。この差を評価するため、スペクトロメーター（USB2000、オーシャンオプトロニクス社）によって発光スペクトルを測定した。測定範囲はコア径 1mm の光ファイバを用いて測定し、照明光は通常の展示と同様の環境を想定し、市販の蛍光ランプ下で行った。

3．作品の評価と考察

図 1 に示した、「ほっこころ」表面の、分光スペクトルを図 3 に示す。まず白色板として硫酸バリウムを用い、通常の蛍光灯からの反射スペクトルを測定した（図 3(a)）。この場合、Hg の輝線である、405, 436, 546, 578, (612)nm にピークが観測される。この照明光を、ひのき表面に照射し得られるスペクトルは図 3(b)のようになり、短波長側のピークならびに矢印で示した中心波長 487nm のブロードなピークが減少したため、目にはひのきの木材の色に見える。このスペクトル上に図 3(d)の中心波長 630nm の赤色の LED を裏面から照射することによって、図 3(c)のひのき表面での発光スペクトル（図 1(b)の写真に相当）が得られる。

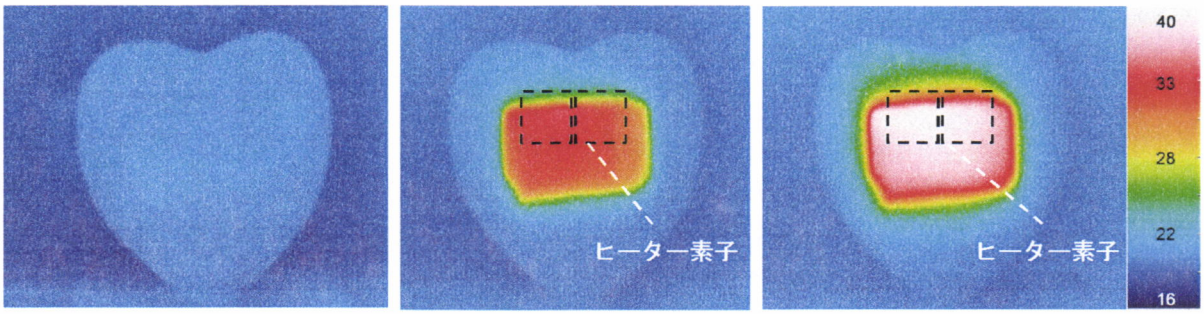
しかしながら、この木の薄皮を通じて得られる、光のあたたかみは、分光スペクトルだけで評価できるものではなく、木（の繊維）による光の散乱、木目による光の濃淡や分布等が複合的に寄与しているものであり、心理的な要因と併せて、単純には評価できない部分であり奥深い[1)2)]。



(a)蛍光灯下の白色版、(b)蛍光灯下のひのき、(c)蛍光灯下のひのき裏面から LED 照射、(d)赤色 LED それぞれの分光スペクトル

図 3　「ほっこころ」表面の分光スペクトル

作品の内部には電子カイロが内蔵され、電源投入と同時に加熱が開始される。その熱を熱伝導用銅板を通じて、ひのきの外部に熱を伝える。この温度分布と、温度変化の結果を図 4(a)～(c)にそれぞれ示す。電源投入後すぐに伝導用銅板付近が温まり、その後、(c)に示すように、ほぼ全体に熱が伝わり、表面温度で 5 分で定常に達する。この中心部分の計測温度の電源投入時からの時間依存性を、図 5 に示す。カイロのヒーター部分の伝導用銅板に伝わり、3 分後にはこの部分がほぼ均一に 30 度以上となる。さらに 10 分経過しほぼ定常温度になった段階では、人の体温よりも少し高い、40 度を示す、図では白い部分が現れる。特に、10 分後の上部が熱く（サーモグラフィ表示では白く）なるのは、図 4 における赤くなった熱伝導用銅板箇所に対して、実際の駆動回路部分を除いたヒーター素子の箇所は、破線で示したように、上 2/3 位であるためと思われる。



(a) 電源投入時　　(b)電源投入後 3 分　　(c) 電源投入後 10 分

図 4　サーモグラフィによる、「ほっこころ」の温度変化

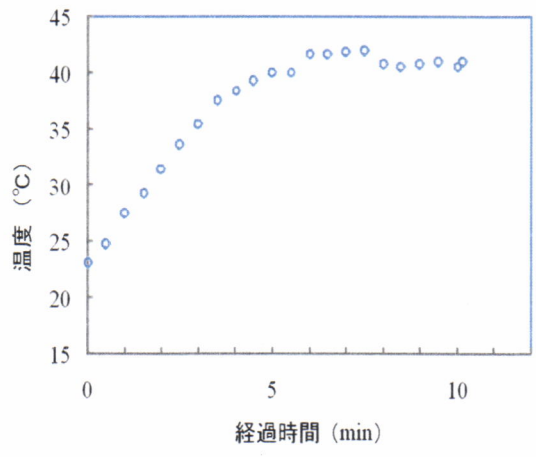


図 5　「ほっこころ」の表面（裏）の電源投入からの温度の時間変化

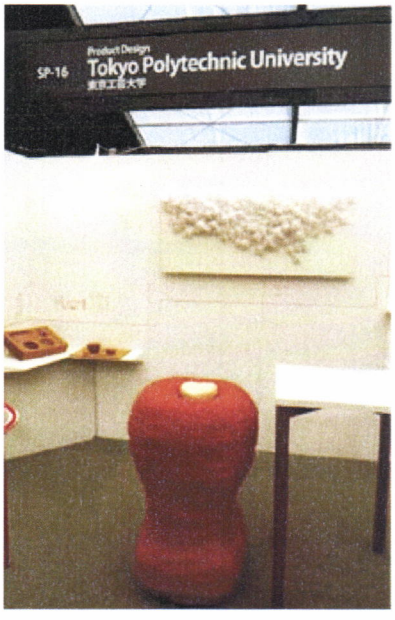


図 6 展示台にのせた「ほっこころ」

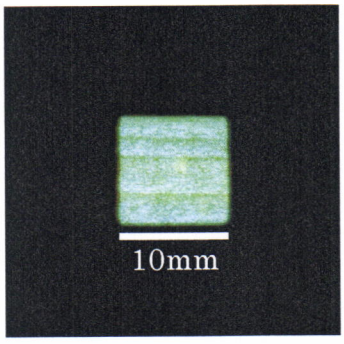


図 7　ひのきの木材自体を基板とした、有機色素分散型無機 EL のひのき面からの発光

筆者らの研究室では、有機 EL 素子や有機色素分散型無機 EL 素子の作製を行っている[3),4)]。今後、現在の作品で用いた無機の LED を有機 LED（有機 EL）や有機色素分散型無機 EL に置きかえることで、作品の主要機能部品を面発光の EL で構築できる。

最近、筆者らはひのきの木材自体を基板として、その上に有機透明電極として高導電性ポリマー、次に緑色発光 ZnS 系蛍光体、誘電体、Ag ペーストをそれぞれ、スクリーン印刷法で塗付し、図 7 に示すような、ひのき基板から直接発光する有機色素分散型無機 EL を作製した。今後はこれらの素子を「ほっこころ」等に適用することで、より新しい作品の構築が期待できる。おりしも、今年（2011 年）は有機 EL 照明パネルが市販に至った[6][7]時期でもあり、無機的な電子部品から有機的な表情を有する機能作品[8][9]の一例になれば幸いである。

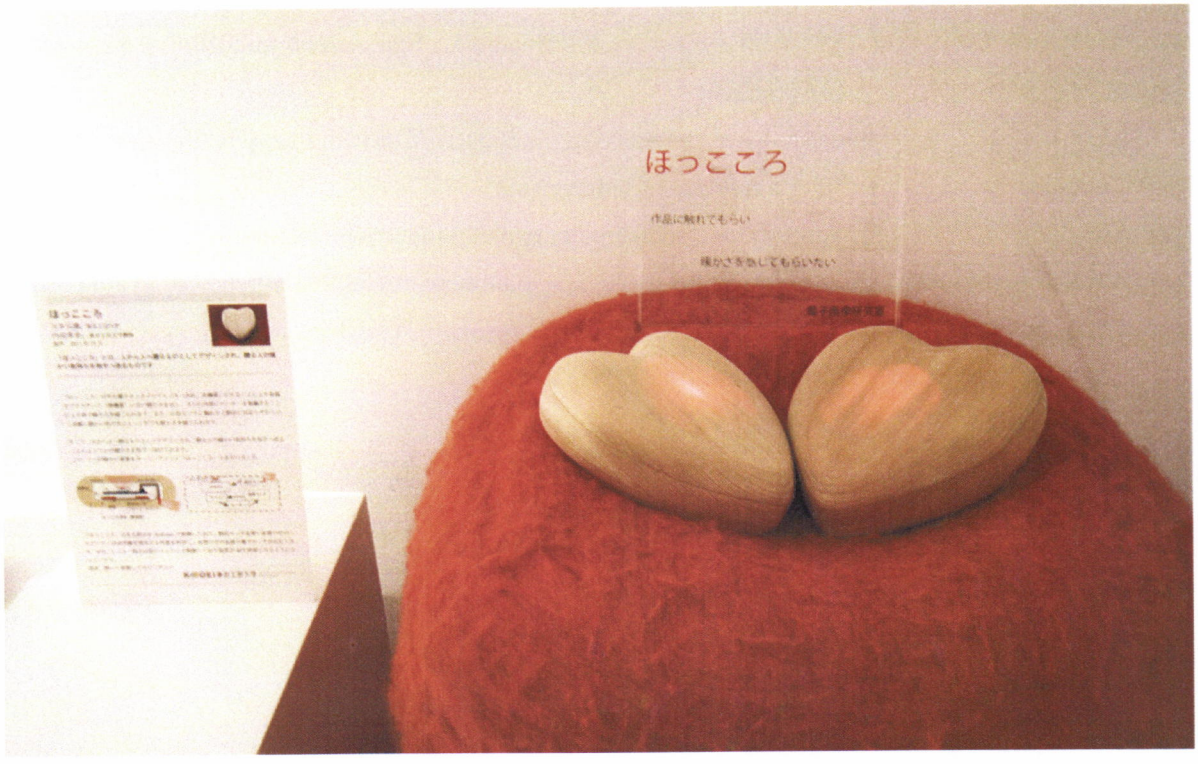


図 8　「ほっこころ」　(@京橋 ASK、銀座)

謝辞

この作品は 2011TDW(東京デザイナーズウィーク) 学生作品展（プラス）の作品として大学団体で展示を行った（図 6)。今年の学生作品展は「LOVE」をテーマとしており、これらのコンセプトに整合させた作品として、一部の援助を大学より得て出品された。図 8 は、「これがサイエンスアートだ 第２弾」@アスク・アートスペース キムラ/ 京橋）－サイエンティストとアーティス

トのコラボレーション一、2011 年 11/14(月)～11/19(土) (ISTA)に作品を展示した際の写真である。
有機色素分散型無機 EL 素子の研究の一部は、文部科学省の科研費（課題番号：21560337）助成を受けたものである。また、温度分布の測定に際しサーモグラフィの便宜ならびにご指導を賜りました、本学、犬井正男教授、井上裕夫先生に感謝申し上げます。

参考文献

1) 面谷信、「色の難しさと面白さ」、日本画像学会誌、50, 6, pp.534-538, (2011)
2) 谷田貝豊彦（編集代表）、「光の百科事典」、丸善出版、(2011)
3) T.Uchida *et al.*, JJAP,Vol.44, No9, pp. L282-L284, (2005)
4) T.Satoh *et al.*, Electronics Letters,Vol.43,No.19, pp.1047-1048(2007)

参考資料　(URL については、2011.12.28 にアクセス)

[1] Craft Resin （クリスタルレジン）, (http://www.nissin-resin.co.jp/crystalresin.htm)
[2] Arduino ホームページ, (http://www.arduino.cc/)
[3] e-Kairo イーカイロ USB 充電式カイロ,http://www.elaice.jp/home/1other/2ekairo/index.html
[4] Arduino 互換機対応心拍センサシールド, A.P.Shield 05, http://koress.jp/2010/05/25/aps.pdf
[5] 赤外線サーモグラフィ装置 H2640, http://www.nec-avio.co.jp/jp/products/ir-thermo/lineup/h2640/spec.html
[6] Lumiotec（ルミオテック）, http://www.lumiotec.com/
[7] Symfos（シンフォス）http://www.konicaminolta.jp/oled/products/index.html
[8] CEATEC JAPAN 2010, http://plusd.itmedia.co.jp/mobile/articles/1010/06/news073.html
[9] TEC 2010 NTT ドコモ、メールだけでなく"心"も伝える技術 Youtube, http://www.youtube.com/watch?v=77QCFp7vm20

植物の学名を知って，植物に親しむ（Ⅱ）

東久留米市：田中　學

第二部　ラテン語の性（gender）と語尾変化の概略

ラテン語の性（gender）

- ラテン語の各名詞・形容詞には文法上の性(gender)があり，男性・女性・中性に区別される．属名（名詞形）の代表的な性語尾変化(第一変化形)：

  ◎　男性　m.　－us，　女性　f.　－a，　中性　n.　－um

  男性名詞：　*Dianthus*（ナデシコ属），*Ranunculus*（キンポウゲ属），*Rubus*（キイチゴ属）

  女性名詞：　*Magnolia*（モクレン属），*Oryza*（イネ属），*Rosa*（バラ属）

  中性名詞：　*Aconitum*（トリカブト属），*Solanum*（ナス属），*Leontopodium*（ウスユキソウ属）

  植物の属名：　女性名詞が多く,男性・中性名詞は少ない．

属名と種小名

- 学名：　属名＋種小名...ラテン語各１語で表記
- 種小名（主に形容詞）は属名の性（gender）に必ず一致させる

		（第一変化形）	
キク科	ヒレアザミ	*Carduus crispus* L.	m.　縮れた
ナデシコ科	ハマナデシコ	*Dianthus japonicus* Thunb.	
ツバキ科	ヤブツバキ	*Camellia japonica* L.	f.
モクレン科	ホオノキ	*Magnolia hypoleuca* Sieb. et Zucc.	下面が白色の
キク科	ウスユキソウ	*Leontopodium japonicum* Miquel	n.
ブナ科	ブナ	＊*Fagus crenata* Blume	f.　円鋸歯状の

注意　…*Fagus* 属は女性名詞扱い…次頁参照

ブナ

トチノキ

男性語尾で女性名詞扱いの属

注意　属名語尾が －us （男性語尾）で終わっていても，例外的に慣用として女性名詞扱いになる属名：

Aesculus（トチノキ），*Alnus*（ハンノキ），*Buxus*（ツゲ），*Carpinus*（クマシデ），*Citrus*（ミカン），*Cornus*（サンシュユ），*Corylus*（ハシバミ），*Crataegus*（サンザシ），*Elaeagnus*（グミ），*Fagus*（ブナ），*Ficus*（イチジク），*Fraxinus*（トネリコ），*Juniperus*（ネズミサシ），*Machilus*（タブノキ），*Malus*（リンゴ），*Morus*（クワ），*Philadelphus*（バイカウツギ），*Pinus*（マツ），*Populus*（ヤマナラシ），＊*Prunus*（サクラ），*Pyrus*（ナシ），*Quercus*（コナラ），*Rhamnus*（クロウメモドキ），*Rhus*（ウルシ），*Sambucus*

（ニワトコ），*Sorbus*（ナナカマド），*Taxus*（イチイ），*Ulmus*（ニレ）など樹木に多い

＊*Prunus*属は近年 *Prunus*（スモモ属）と *Cerasus*（サクラ属）に細分される ようになってきた．更に *Cerasus*属の一部を *Padus*属とする見解もある．

バラ科　ミネザクラ　*Cerasus* (*Prunus*) *nipponica*　Matsum.

バラ科　ウワミズザクラ　*Padus* (*Prunus*) *grayana*　(Maxim.) C. K. Schneid.

トチノキ科　トチノキ　*Aesculus turbinata*　Blume　倒円錐形の

カバノキ科　クマシデ　*Carpinus japonica*　Blume

マツ科　ハイマツ　*Pinus pumila*　(Pall.) Regel　矮性の

ブナ科　クヌギ　*Quercus acutissima*　Carruth.　非常に鋭先形の

－issimus（最上級語尾）

ラテン語の性語尾変化：簡易一覧

＊　属 名（名詞・語頭は大文字）

男性　m.　－us,　女性　f.　－a,　中性　n.　－um

＊　種 小 名（形容詞または名詞の属格・小文字）

	①	②	③A	③C	人名・地名	人名(名詞属格)
男性　m.	－us	－er	－is	—	－anus	－e, －i or －ii
女性　f.	－a	－a	－is	—	－ana	－e, －i or －ii
中性　n.	－um	－um	－e	—	－anum	－e, －i or －ii

形容詞（種小名）の性語尾変化　1

名詞同様の

1 男性　m.　－us,　女性　f.　－a,　中性　n.　－um［第一変化形］の他に，

2（男性　－er,　女性　－a,　中性　－um）［第二変化形］，

3（男性　－is　女性　－is,　中性　－e）・（三性とも無変化）［第三変化形 A, C］あり

1 イネ科　エゾムギ　*Elymus sibiricus*　L.　シベリア産の

フサザクラ科　フサザクラ　*Euptelea polyandra*　Sieb. et Zucc.　多雄蕊の

アカザ科　シロザ　*Chenopodium album*　L.　白い

2 キク科　オニノゲシ　*Sonchus asper*　(L.) Hill　粗面の

ヤマモモ科　ヤマモモ　*Myrica rubra*　Sieb. et Zucc.　ruber（赤い）

ナス科　イヌホオズキ　*Solanum nigrum*　L.　niger（黒い）

3 キンポウゲ科　オオウマノアシガタ　*Ranunculus grandis*　Honda　大きな

ウマノスズクサ科　タマノカンアオイ　*Heterotropa tamaensis*　Makino　東京都多摩地域の

常緑の多年草で，本州（関東南西部）に産し，最初，多摩丘陵で採集された

シソ科　ホトケノザ　*Lamium amplexicaule*　L.　抱茎の

タマノカンアオイ

サラシナショウマ

形容詞（種小名）の性語尾変化　2

[第三変化形 C]：形容詞の一部には、男・女・中性ともに無変化形のものがある.

キブシ科　キブシ　*Stachyurus praecox* Sieb. et Zucc.　早咲きの
シソ科　キランソウ　*Ajuga decumbens* Thunb.　横・斜臥する
キンポウゲ科　サラシナショウマ　*Cimicifuga simplex* Wormsk.　単純な，単一の
ウマノスズクサ科　フタバアオイ　*Asarum caulescens* Maxim.　有茎の

人名・地名に因む種小名……固有名詞起源であるが、頭文字は小文字で表記する

（過去には、大文字で表記していた）

1　人名→形容詞化して種小名に.

● 接尾辞 -anus を用いる．形容詞となるので,属名の性に従い
語尾が　**男性　m.　－us,　女性　f.　－a,　中性　n.　－um**　と変化する.

ウコギ科　ウコギ　*Acanthopanax sieboldianus* Makino
キンポウゲ科　ユキワリイチゲ　*Anemone keiskeana* T. Ito　伊藤圭介（後述）
ホシクサ科　イヌノヒゲ　*Eriocaulon miquelianum* Koern.　**Miquel**（後述）

2　人名→属格（第二格）……属名が男性・女性・中性の何れであっても語形変化なし.

ニシキギ科　ツルマサキ　*Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand.- Mazz.　**m.**
マツ科　アカエゾマツ　*Picea glehnii* (Fr. Schm.) Masters　**f.**
キク科　セイタカトウヒレン　*Saussurea tanakae* Fr. et Sav.　**f.**　田中芳男
カエデ科　ミネカエデ　*Acer tschonoskii* Maxim.　**n.**　須川長之助

R. **Fortune** (1813-1880) 中国産植物採集に傾倒したイギリス人園芸学者・植物採集家
P. von **Glehn**（1835-1873）サハリン植物を研究・採集したロシア人

3　地名→地名を形容詞化して種小名に.

1 国名・広域の地名……　語尾　－icus（男性），－ica（女性），－icum（中性）
2 その他の地名（産地・関係地等）…　語尾　－ensis（男性，女性），－ense (中性)
3 上記 2 の代わりの場合…　語尾　－anus（男性），－ana（女性），－anum（中性）

1 センリョウ科　ヒトリシズカ　*Chloranthus japonicus* Sieb.　日本（産）の
イワヒバ科　エゾヒメクラマゴケ　*Selaginella helvetica* (L.) Link　スイス（産）の
cf. 国名：スイス helvetia

2 ヒノキ科　イブキ　*Juniperus chinensis* L.　**f.**　中国（産）の
キク科　ハヤチネウスユキソウ　*Leontopodium hayachinense*
(Takeda) Hara et Kitam.
岩手県北上山地の**早池峰**（1,914m）の蛇紋岩地帯に特産する

3 スミレ科　シレトコスミレ　*Viola kitamiana* Nakai　北海道：北見地方の
ハナシノブ科　ハナシノブ　*Polemonium kiushianum* Kitam.　九州の

セイタカトウヒレン（茎に翼が付く）

ハヤチネウスユキソウ

亜種・変種・品種・雑種・栽培園芸品種

- 分類階級が「種」以下の表記は三命名法(trinomial nomenclature)による.
  属名の性(gender)に従って亜種名・変種名・品種名も語尾変化する.

1 亜種： ssp. or subsp. ← subspecies

キク科　アキタブキ　*Petasites japonicus* (Sieb. et Zucc.) Maxim. subsp. *giganteus* (Fr. Schm.) Kitam.　亜種名（巨大な）

2 変種： var. ← varietas

サクラソウ科　ユキワリコザクラ　*Primula modesta* Bisset et Moore var. *fauriei* (Franch.) Takeda

種小名： modestus（適度の,中庸の）, 変種名：変種名（フォーリの）
U. J. Faurie (1847- 1915) フランス人神父・植物採集家

3 品種： f. ← forma

バラ科　シロバナハマナス　*Rosa rugosa* Thunb. f. *alba* Ware

種小名（皺の多い）, 品種名（白色の）

ユリ科　トゲナシヤマカシュウ　*Smilax sieboldii* Miq. f. *inermis* Hara

品種名（棘のない... in は否定・反対を表す接頭辞）

4 雑種：種小名の前に×印を付ける. ×…（cross と読む）

ユキノシタ科　アマギコアジサイ　*Hydrangea* × *amagiana* Makino

バラ科　ソメイヨシノ　*Prunus (Cerasus)* × *yedoensis* Matsumura

5 栽培・園芸品種：品種名を一重の引用符で括り, イタリック体とせず, 大文字で始め, 命名者を付けない.　（過去には, 品種名の前に cv. を付けていた）

ツバキ科サザンカの園芸品種：明石潟　*Camellia sasanqua* Thunb. 'Akashigata'

アブラナ科アブラナ属の栽培品種：小松菜　*Brassica rapa* L. 'Komatsuna'　カブラ

イネ科イネ属の栽培品種：笹錦　*Oryza sativa* L. 'Sasanishiki' 栽培された

数　詞

ギリシャ語： 1 mono-, 2 di-, 3 tri-, 4 tetra-, 5 penta-, 6 hexa-, 7 hepta-, 8 octo-, 10 deca-

ラテン語： 1 uni-, 2 bi-, 3 tri-, 4 quadri-, 5 quinque-, 6 sex-, 7 septem-, 8 octo-, 10 decem-, 100 centi-, 1000（多数）mille-

（上行... ギリシャ語, 下行... ラテン語を示す）

キク科　ヒトツバヨモギ　*Artemisia monophylla* Kitam.　一葉の

イチヤクソウ科　イチゲイチヤクソウ　*Moneses uniflora* (L.) A. Gray　一葉の

タデ科　ジンヨウスイバ　*Oxyria digyna* (L.) Hill　二本雌蕊の

スミレ科　キバナノコマノツメ　*Viola biflora* L.　二花の

オモダカ科　オモダカ　*Sagittaria trifolia* L.　三葉の

カヤツリグサ科　マシカクイ　*Eleocharis tetraquetra* Nees　四角・四切面の

デンジソウ科　デンジソウ　*Marsilea quadrifolia* L.　四葉の

夏緑性の水性シダ, 小葉は十字状（田の字形）に並ぶ…… '田字草' の名の由来

アケビ科　ゴヨウアケビ　*Akebia pentaphylla* Makino　五葉の

ヤマノイモ科　カエデドコロ　*Dioscorea quinqueloba* Thunb.　五浅裂の

アケビ科　ムベ　*Stauntonia hexaphylla* (Thunb.) Decaisne 六葉の

ホシクサ科　オオシラタマホシクサ　*Eriocaulon sexangulare* Linn. 六角・六稜形の

モクレン科　ハクモクレン　*Magnolia heptapeta* (Buchoz.) Dandy 七花弁の

実際の花被片は 9 枚で,萼片と花弁の区別なし　（中国東部原産）

ヤマノイモ科　キクバドコロ　*Dioscorea septemloba* Thunb.　七浅裂の

バラ科　チョウノスケソウ　*Dryas octopetala* L. var. *asiatica* (Nakai) Nakai

八花弁の　和名：須川長之助の名に由来

マメ科　ジャケツイバラ　*Caesalpinia decapetala* (Roth.) Alst. var. *japonica* (Sieb. et Zucc.) Ohashi　十花弁の

ホシクサ科　コイヌノヒゲ　　*Eriocaulon decemflorum* Maxim.　　十花の
バラ科　ヒメヘビイチゴ　　*Potentilla centigrana* Maxim.　　百粒の
キク科　セイヨウノコギリソウ　　*Achillea millefolium** L.　　多数の葉をもつ
英名：Common Yarrow　cf. 同科　ノコギリソウ　*A. alpina* L.　　高山の

＊　最後の両種とも 1753 年に Linné が記載・命名したが，セイヨウノコギリソウは属名 f.と種小名 n.の性が不一致の学名の例である．この ***Achillea*** 属の中で、リンネが命名した他の種の種小名は属名の女性形に揃えて全て女性形にしている．つまり、セイヨウノコギリソウの学名表記は，命名規約の原則から外れた例外の事例である．

実は，リンネ自身の命名による学名の中にはこの例外の事例が少なくない．

旧属名，または当該植物の本来のラテン名またはギリシャ名やアラビア名などの古来からの現地呼称をそのまま種小名に用いる場合は，属名の性(gender) に合わせた語尾変化をさせずそのまま用いている．すなわち，種小名は旧語尾を保存するので，属名の性語尾と一致しないことが起こる．旧来の伝統的な呼称を生かすがために，学名命名規約の原則から外れた例外の事例となるわけである．植物学名を読み解く際に，注意を払う必要がある事項の一つである．

デンジソウ

チョウノスケソウ

- 中高生のためのサイエンスアート- ART MIX

「カメラ・オブスクラとアートするダゲレオタイプ」
- カメラ・オブスクラとダゲールの仕事 -

ヴィデオアーティスト　浅野千秋

18世紀の画家は、カメラ・オブスクラ(camera obscura)から、遠近法で、ガラス板に貼った紙等に、下絵として模写を行うことがありました。

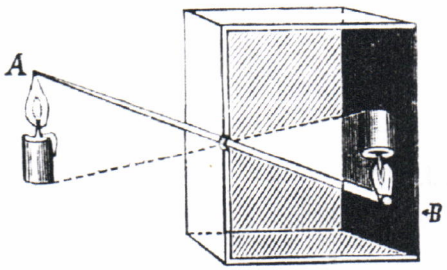


Fig.1 カメラ・オブスクラの原理

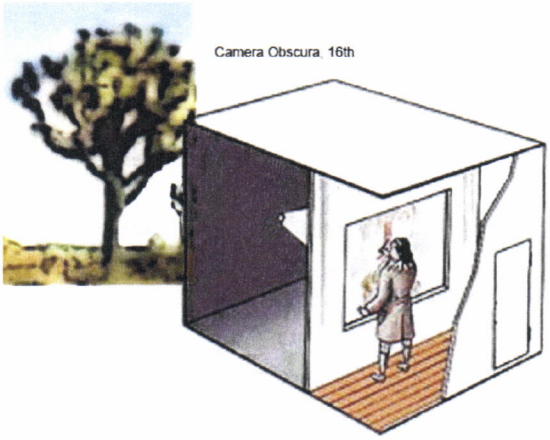


Fig.2 カメラ・オブスクラを利用した16世紀の画法

カメラ・オブスクラとは、針穴写真機（ピンホールカメラ）の原理で、上下左右反転した画像が、暗箱の中に現れる。なぜ暗箱なのか、それは、その画像が、とても暗いので、ヒトの目で認識しやすくするためです。

例えば、針穴をたくさん開けると、たくさんの画像できてしまうので、プリズムをたくさん使い、明るい１つの画像にすることが工夫されました。その多数のプリズムの形状が、レンズとなりました。レンズの着いたカメラには、被写体にピントを合わせるためにレンズを前後に動かす機構がついています。

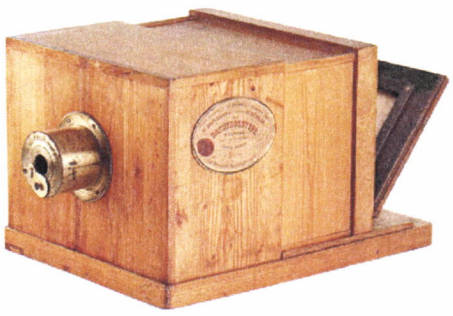


Fig.3 量産されたダゲレオタイプ (France in 1839)[1]

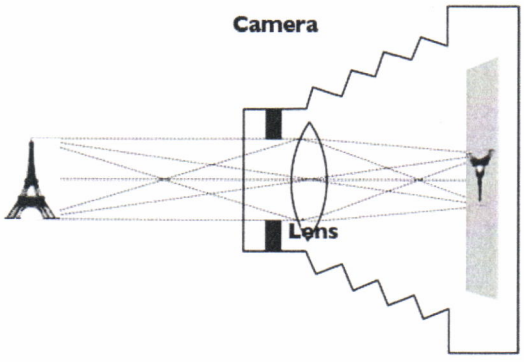


Fig.4 カメラのしくみ

画家のためのカメラ・オブスクラから、後に、ガラス板に塗布したハロゲン化銀に露光させて形状を得る「ダゲレオタイプ」（Daguerreotype）が、画家で化学者でもあったダゲールや、その仲間により完成されたカメラですが、当初は明るさの足りないレンズでしたので長い時間の露光が必要でした。「ダゲレオタイプ」による当初の写真は、ガラス板のポジ画像で複製の出来ない1枚限りの写真でしたが、後に、ガラス板のネガ画像から、多くの複製写真（印画紙等に）ができるようになりました。当初の感光材料は、アスファルトのようなモノもあり、多様な感光材料が使われていました。その後、フィルム形状にハロゲン化銀を塗布されたモノが長く利用されてきました。

夏の浜辺で日焼けしたことを思い出してください。皆さんの肌も、感光材料です。

現在のカメラは、デジタルでのCCDや、CMOS素子も含めて、その時代の科学が解き明かす技術で、カメラの光学系の機械部分も、そして、感光材料系も進歩しています。

Fig5. ルイ・ジャック・マンデ・ダゲール（Louis Jacques Mandé Daguerre、1787-1851）[2]

当初のフランスの舞台美術家や、画家でもあったダゲール（Daguerre）は、フォトグラフ（写真）を発明した人物の1人として知られていますが、ダゲールの写真家としての仕事は、日常のシーンから、写真術で画家の感性をポイントに撮影されています。それは16世紀からの画家たちが、カメラ・オブ・スクラ（針穴のある暗箱）を使って、風景から絵画になるような部分を模写したことの延長とも考えられます。このように当初の写真家は、従来の画家のような存在であったと思われます。有史以来、写真術が発明、定着するまでは、外的世界を知る手段として、画家により、伝達に必要な適切な絵画手法が用いられてきました。ヒトの視覚は、膨大な情報から、不必要な情報は省いています。1つの物事でも、伝達されたそれは、そのヒト、そのヒトの感性（視点）が大きく影響します。初期の写真術、ダゲレオタイプによる写真には、実に多くの当時のアートシーンの模索を見る事ができます。

Fig 6. ダゲール撮影のハロゲン化銀での初期のフォトグラフ(パリの大通り 1839：長時間での露光)[3]

左のフォトグラフからは、ヘレンケラーとサリバン先生が120年近くの年月を超えて身近に感じられますね。明るいレンズと正確にピントを合わせる技術のお陰で、人物をくっきりみせることができるようになりました。このように印画紙にプリントされた写真の中には、時空を超えた世界を見る事が出来ます。フォトグラフ（写真）は、「真実を写し取ったモノ」とされています。写真や印刷の技術は、人の受容器官で80%以上の情報を得る視覚情報を、ある意味では、だますように、現在も技術革新し続けています。

Fig 7. 幼少期のヘレン・ケラーと家庭教師のアン・サリバン 1888 [4]

参考文献

[1]ダゲレオタイプ教本—銀板写真の歴史と操作法（クラシックカメラ選書） L. J. M. ダゲール（著），中崎 昌雄（翻訳）出版社: 朝日ソノラマ（1998/09） 表紙 他

[2]「ダゲレオタイプとディオラマの技術に関する歴史と詳細」ルイ・ジャック・マンデ・ダゲール 著 アルフォンス・ジルー社出版 1893 背表紙

[3] 新版graphic design［視覚伝達のデザイン基礎］ 武蔵野美術大学出版局 2012/04 第２版 p55

[4] 時事ニュース「ヘレン・ケラー１２０年前の写真発見」時事通信社 2008年3月5日

2011年　軽度発達障害児への実験教室

東京学芸大学　4年板垣優佳

1. はじめに

現在、各地で子供向けの理科実験教室が開催されており、理科に親しみ、関心を高めるために用いられている。今回は 発達障害を持つ児童が心置きなく実験に取り組み、理科に親しみ、関心を高める機会となるよう実験教室を行った。対象はNPO法人朝霞手をつなぐ育成会[1]の呼びかけで集まった児童である。今年は８月２７日（土）と１１月２６日（土）の２回行った。

今年度の２回の実験教室はこのTEACCHプログラムを基に構造化を図った。TEACCHとはTreatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped CHildrenの略で自閉症及び関連するコミュニケーション障害児のための教育と訓練のプログラムである[2]。自閉症を持つ人の特性に環境や指導を合わせるという考え方に基づいている。

TEACCHにおいて構造化とは、物理的環境と活動の順序性の積極的な整理統合と指示を意味する。自閉症スペクトラム障害（以下ASD）の人は概念化や整理統合のスキルが特に困難なので、構造化は彼らが能力を発揮するうえで必須のものである。[2] さらに、ASDの人における言語処理に比べて視覚処理が相対的に強いこと、および視覚的な強みに焦点を当てた介入法が特に有効であることが示されている [2]。

TEACCHプログラムで挙げられている構造化された指導法の要素は、①物理的環境の整理統合、②予測可能な活動の手順の提示、③視覚的スケジュール、④柔軟性をもつルーティン、⑤ワークシステム、⑥視覚的に構造化された活動、である。[2]

実験を構造化することにより軽度発達障碍児が自分で実験を行い、その現象について理解することができるようになるのではないかと考える。

構造化の要素	
①物理的環境の整理統合	使用目的別の空間の使い分け、 空間の使用目的の情報掲示、 集中しやすい環境の設定
②予測可能な活動の手順の提示	予測可能な活動や手順の設定とその視覚化
③視覚的スケジュール	視覚化されたこれから起こる活動や手順
④柔軟性をもつルーティン	活動やスケジュールのパターン化
⑤ワークシステム	以下のⅠ～Ⅳの情報を視覚化 Ⅰ、今何をすべきか Ⅱ、どれだけの量（時間）の活動をするのか Ⅲ、その活動の進み具合とどうなったら終わりなのか Ⅳ、その活動の終了後の次は何をするのか
⑥視覚的に構造化された活動	①指示の視覚化 絵や写真で何をどうするのかを示す ②視覚的整理統合化 材料や教材を整理して並べる ③視覚的明瞭化 扱う物体の大きさや数を明瞭なものにする

表1. 構造化の要素とその内容

2.　実験内容の決定の仕方と構造化の工夫

2.1　実験内容の決定

本研究の実践の参加者は幼稚園児～大学生の年齢層、また軽度発達障害を持つ児童、持たない児童など年齢も経験も多様である。実験内容を考える上で特に配慮したのは軽度発達障害を持つ児童である。

表１の⑥視覚的に構造化された活動から、視覚的変化が小さいあるいは、変化の分かりづら

い実験は極力避けた。表 1 の②予測可能な活動の手順の掲示より、爆発など子供が突然驚かされるような刺激要素がなく、予測可能な活動であるものにした。

子供の生活にできるだけ身近なものを選んだ。さらに使用した教室は大学の一般教室のため、その環境内で出来ることも条件であった。火や床が水浸しになるような実験などは除いた。 一方で家庭などでも簡単にできる実験であると言える。

以上のことを踏まえて実験教室の内容の候補を挙げた。

2.2 手引き書

実験の詳細な内容と解説が文字と絵で載っている手引書（図 1）を用意し、これを中心的に読みながら実験を進めた。事前に保護者から字ばかりだと開いた時点で読む気持ちが削がれてしまうという意見を頂き、説明の文字を最小限に止めた。

この手引き書には TEACCH に基づく構造化を取り入れた。手引き書における構造化は以下である。

構造化の要素	
物理的環境の整理統合	実際に使う実験器具の色や形と手引き書内の絵や形を揃えた
視覚的スケジュール	実験教室のスケジュールを p1 に設定した（図 1）実験中も左ページ上部のスケジュールバーで全体から見た現在の実験の位置を把握可能にした（図 2 の①）
柔軟性をもつ	見開き 1 ページで各実験が収
ルーティン	まるようにし、ページのレイアウトも統一した
ワークシステム	・目的などを簡易な手順を掲載 ・取り組みの目安時間を時計印の中に記載（図 2 の②） ・予想（図 2 の③）→結果→まとめの過程を経て終了とした ・予想は選択式とした
視覚的に構造化された活動	実験様子を絵で記載（図 2 の④）

表 2. 手引き書における構造化

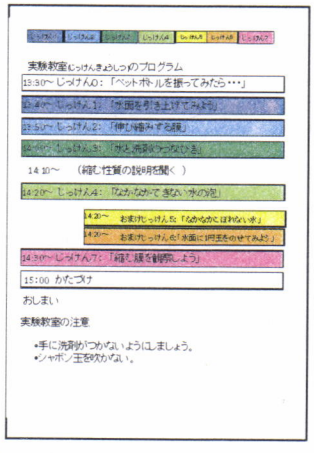


図 1. 手引書
P2, 実験スケジュール
実験教室のスケジュールを捉える。実験中は図 2 の①で確認可能

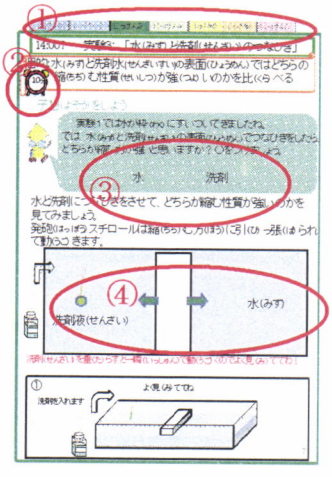


図 2. 手引き書
実験 3 の一ページ
実験の目的・取り組み目安時間・予想立て・まとめ・解説を載せた

2.3　卓上手順

予測可能な活動の手順の提示をするために実験の詳細な手順の流れを写真で示したシンプルなプリントを用意した（図 3）。これはその写真どおりに手順を進める事で実験の準備を整え、実際に実験することを補助するための資料である。これを卓上手順と名付けた。それぞれの実験ごとに卓上手順を用意し、必要に応じて使うこととした。

使用前は子供から見て、左前に置き、卓上手順に書かれた作業が終了したら右前に移動させるようにした（図 4）。

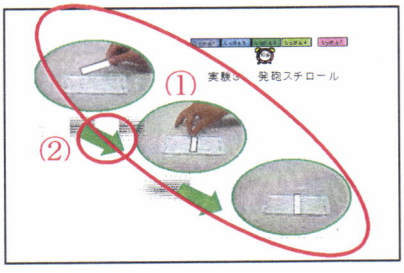


図 3. 卓上手順
実験手順の流れを写真で記載

2.4　**物理的環境の構造化**

実験はすべて子供と指導者のマンツーマンで行った。 表 1 の①の物理的環境の整理統合として教室全体と机上の配置を構造化した。

使用した実験器具、手引き書及び卓上手順の机上での配置は図 4 の通りである。

全体に対する説明や劇の際は必ず黒板の前に集まり、個別活動は全体活動場所の後方にある各自の机で行うこととし、活動目的ごとの活動場所を使い分けた（図 5）。これにより、各自の実験は自分のペースで指導者とマンツーマンで進め、前で活動するときは参加者全員で指導者の話を聞くのだというのを意識させるようにした。

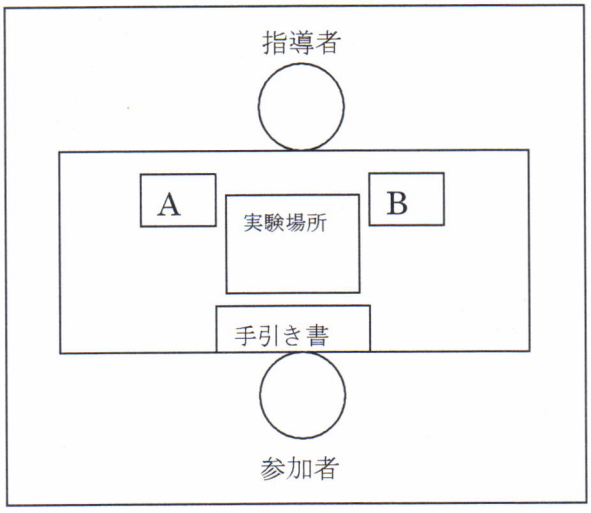


図 4. 卓上の実験器具と資料の配置
中央で実験を行った. A はまだ使用していない卓上手順、B は使用した卓上手順である.

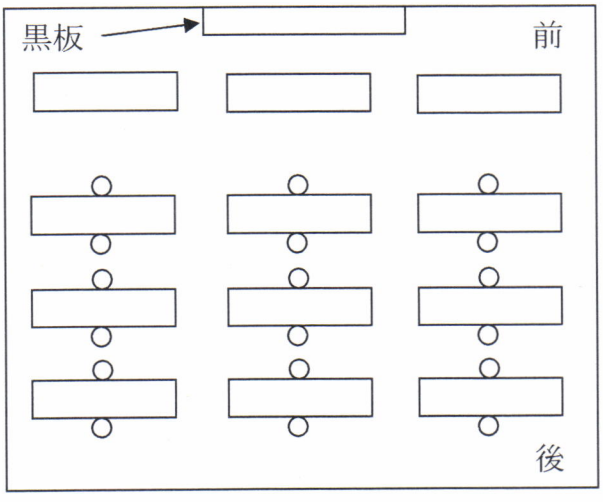


図 5. 教室の構造化
黒板前で全体活動を行い、個別実験は各自のテーブルで行った

3　第 1 回実験教室とその結果

3.1 日時、課題と対象

主催：NPO 法人朝霞手をつなぐ育成会

課題：水の力と膜の不思議

日時：2011 年 8 月 27 日（土）、13:00～15:00、

場所：東洋大学情報実習棟情 303 講義室

対象：NPO 法人朝霞手をつなぐ育成会を通して集まった幼稚園児～高校生までのさまざまな年齢かつ、軽度発達障害を持つ児童、持たない児童を合わせて 12 名である。

3.2 実験テーマ

第 1 回実験教室のテーマを「水の力と膜の不思議」とし、液体の表面張力について扱った。水と洗剤水を用いて比較実験することで、液体の表面に働く分子間の引き合う力を理解することを目的とした。 実験は座ったまま各自の机上で行えるものにした。 内容理解に重点を置いた。 理解の助けになるよう全体説明の際には言葉による説明だけでなく、指導者が劇を用いて現象を説明した。劇の内容は表 3 に記す。

3.3 実験内容

水の表面の縮もうとする力を 4 つの実験を通して、なぜ水は洗剤水と比べて泡や膜ができにくいのかを考える。

まず、はじめに 4 種類の液体の入ったペットボトルを振り、液体水面の泡の出来かたを比べる。その中で、泡の出来かたの違いが顕著な水と洗剤水を用いて実験していく（図 6）。

図 6.導入の実験

左から水、洗剤水、烏龍茶、オレンジジュース

実験 1 では水を洗剤水のそれぞれに丸い枠を付けた場合、膜が張るのかを調べる。実験 2 では枠の一部を糸にして、枠の形を動かすことのできる枠で実験 1 と同様にやってみる。 そして洗剤水の膜は枠の形に合わせて変化することを観察する。実験 3 では水の上に発泡スチロール片やパウダーを載せ、水面の動きを可視化した。洗剤液を垂らしたときの物体の動きを観察する。水の水面と洗剤水の水面が引き合うと水の方がより引く力が強ため、水面に乗せた物体が水の方へ引っ張られていくことを知る。

最後に保存可能な膜として通常手芸のアメリカンフラワー用に使われている液剤を利用して、児童が針金の枠に膜を張った。作りながら最小面積まで縮む膜を観察し、作成した膜はお土産として児童が持ち帰った（図 7）。この液は有機溶剤なので、危険なものであることを表すため手引き書にも注意事項を乗せ、缶にもドクロの絵を貼り付けた。

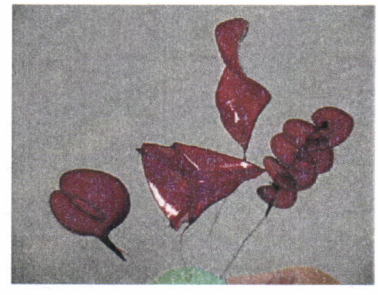


図 7.工作で作成観察した膜

四角柱と三角錐の枠を全員に配布し、それ以外は児童が好きな形の枠を作り、膜を作成した。

実験の説明として 2 回の劇を行い、水の引っ張る力への理解を促した。今回の実験教室では卓上での活動が主となるため、劇では黒板の前に全員が集まり、劇を見て、説明を聞くという体を動かす活動を入れ、じっとしているのが苦

手な児童への支援とも位置付けた。

実験の流れと可視化の工夫点は表3に示す。導入～劇2までを 10 分とし、最後の工作は 30 分要した。

実験	目的	内容
導入	水は泡ができづらいことに注目する	ペットボトル内にできた泡を並べて比較する
実験1	水では膜が張らず、洗剤水では膜が張ることを知る	水と洗剤水でそれぞれ膜が張るのかを調べる
実験2	膜は最小面積になることを知る	形が変化する枠を使うとどんな膜ができるか調べる
実験3	洗剤水よりも水の方が引き合う力が強いことを知る	発泡スチロール片を水面に乗せ、洗剤液を垂らしてスチロール片がどちらに動くかを調べる
劇1	実験3の現象を劇を用いた解説で知る	指導者の水分子役が手をつなぎ、洗剤液を垂らすと界面活性剤役が水分子の間に入り、互いの引き合う力が弱くなる。そして洗剤液の入った方が水分子のみの人の方へ引っ張られていく様子を見る。
実験4	水は泡ができにくい理由を考える	注射器を用い、水中にゆっくり空気を押し出して観察する
劇2	実験4の現象を劇を用いた解説で知る	指導者の水分子役が手をつなぎ、その下から空気役が上昇する。そして、水分子役が引き合う力が強く、空気を水中にとどめておくことができない様子を見る。
工作	膜が最少面積になる様子を観察する	枠に膜を作り、最少面積になる膜を観察する

表3）各実験の目的と内容

3.4　結果

水表面にある強い引っ張り合う力というのは目に見えづらく、捉えにくいものである。手立てとして長方形の容器に水を入れ、水面にパウダーや発泡スチロールを浮かべる。そして片側に洗剤を垂らす。洗剤を垂らした方は表面の引き合う力が弱くなり、引く力の強い洗剤を垂らしていない方へパウダーや発泡スチロールが動く。この現象を児童が見ると、洗剤水がスチロール片を水の方へ押しているように感じる。しかし、「水と洗剤がつなひきをしている」という表現を用いることで水の引く力に注目させることができた。

さらに、劇を使って説明することで水表面の動きに注目させることができた。しかし、劇を見ることが何に繋がるのかが理解できず、どうしてよいのか分からない児童もいた。

卓上手順は一人の児童が活用し、この児童は卓上手順を見せると指で写真を指して確認しながら一人でも実験をすることができた。言葉で手順を説明するよりも卓上手順を注視しな

がら実験をする方がスムーズに行うことができ、一人で卓上手順どおりに作業を行っていた。

本実験教室は年齢層が幼稚園児から高校生までと幅広く、障害の度合いも様々である。そのため児童によって表現が難しすぎ、一方では探求活動が優しすぎるとの指摘があった。一通りの説明を載せた手引書では参加者全員の探求を促進させることができなかった。

3.5 第二回実験教室へ向けての改善

①実験手引書をレベル別に２種類用意する。一方は予想を自分の手で書くようにする。もう一方はすべての漢字にふりがなを振り、予想はすべて選択式にする。また解説の表現も小学校低学年の児童でも分かるようなものを心掛ける。この２種類の手引書を児童にあわせて配布し、手引き書と児童のレベルができるだけ合うようにする。

②言葉による細かな指示がなくても自分で卓上手順を見ながら実験を進められるよう、積極的に卓上手順を使用する。

③学んだ現象を体験や遊びを通して実感できるようにする。全体活動空間と個別実験空間の行き来だけでなく、もっと児童が体を動かしながら実験できるものを取り入れる。

4 第２回実験教室とその結果

4.1 日時・課題と対象

第２回

課題：「空気の世界、流れの不思議」

主催：NPO 法人朝霞手をつなぐ育成会

日時:2011 年 11 月 26 日(土)、13:00～15:00、
東洋大学情報実習棟情 105 講義室

対象：NPO 法人朝霞手をつなぐ育成会を通して集まった幼稚園児～高校生までのさまざまな年齢かつ、軽度発達障害を持つ児童、持たない児童を合わせて８名であった。

4.2 実験教室内容

前回の反省（3.5）から様々なレベルの参加者に対応できるよう実験の手引書を２種類用意した。軽度発達障害を持つ中学生以上には手引書 A を使用してもらい、小学生には手引書 B を使用してもらった。

第２回実験教室のテーマは「空気の世界、流れの不思議」とし、ベルヌーイの定理とコアンダ効果に関する実験を行った。この実験教室では流れがあるところは気圧が低くなることと流れは物体の側面に沿って流れの向きが変わることを体験を通して理解することを目的とした。これを４つの実験を用いて行った。

導入では①大気圧があり、あらゆる方向から物体を押していることを説明し、②ブロワーやドライヤーの風の流れで様々な大きさ・重さの球体が左右に若干振られながらも落ちないことを体験する。そして②から、なぜ物体は落下せずに風の吹き出し口の上部に留まり続けるのかを主題として考えていく。まず実験１では風の流れを円柱の側面と角柱の側面に当てた場合、それぞれどのように風の流れが変わるのかを調べた。

その後、全員を対象に演示実験で円柱のまわりと角柱のまわりに対する風の進み方を示した。そして実験２では、吊るした風船に風を送り、風船が流れに触れると、風船は流れの方に移動するという実験を行った。

次に、実験１，２をもとに物体は落下せずに風の吹き出し口の上部に留まり続けるのはな

ぜかを考える時間を設け、その後演示実験を用いて説明をした。

実験３では実験１、２の現象を利用して物体を動かしたい方に流れを作って物体を動かすという活動を２つ用意した。

そして最後にそれらのまとめとして実験４では飛行機の翼の形を利用したウィングカーを作成した。これは翼の形によって作り出される揚力を利用し、ウィングカーが少し浮くことで、摩擦が減り手で軽く押すだけで数メートル前進するものである。

全体的に第一回の実験教室『水の力と膜の不思議』と比べ、活動的であり、体を動かす機会を増やした。

実験教室の内容と可視化の工夫は表 4 に示す。

実験	目的	内容
導入	・大気圧があらゆる方向から物体を押していることを知る。 ・ドライヤーの風の流れで球体が左右に若干振られながらも落ちずに浮き続けることを体験する	①机に広げた新聞紙の下に割りばしを入れる。割りばしを力強く叩くと大気圧が新聞紙を押しているため、新聞紙は破れず、割りばしが割れる演示実験を見る。 ②ドライヤーやストローで球体を浮かせる
実験1	円柱に風を当てると風が側面にそって進み、角柱に風を当てると風が直進することを知る。	円柱２つを 1mm ほどの間をあけて並べ、その間に息を吹き込む。そして、吹き込み口とは反対に置いたビニールテープがどのように動くかを調べる。角柱についても同様に行う。
説明	円柱と角柱のそれぞれに対する風の流れ方を見る。	角柱と円柱の大きなモデルを用いた、演示実験を見ながら説明を聞く。
実験2	物体が流れのある方へ押されて動くことを知る	風船の間にドライヤーで風を当て風船がどのように動くかを観察する。
実験3	実験１、２で学んだ現象を利用して物体を流れがある方に物体が動くことを実感しながら体験する。	①穴をあけた発泡スチロール球(直径 3.5cm)を土台にさした串に通し、その玉にストローで息を吹きつけ、串から玉を出す ②紙コップの底同士をテープで留め、机に置き、これの結合部に向けてストローで息を吹きつける。そして、息で吹きつけた方向にカップを動かす
説明と実験4	実験４の解説とウィングカーの製作	翼の断面の形をした大きなモデルを作り、上下での風の進み方の違いを見せた。

表 4.各実験の目的と内容

4.3　結果

手引書を２種類用意したことで、児童のレベルと手引き書のレベルが合っていた児童は、前の学習をもとに予想することができ、手引き書や実験器具を前に真剣に考える児童の姿が見られ、探究心の強い児童が飽きてしまうということはなかった。

卓上手順の利用に関して、前回よりも多く利用した。

立ったり、座ったりという活動のため、落ち着かない様子であった。

今回は全体同時に行う活動を増やし、他者との関わりを意識させようとしたが、児童同士の関わりを意識的に行うためには同じ場所で活動するだけでなく、プログラムの中に参加者同士で、協同で行う活動を用意する必要がある。

参考文献

[1]NPO 法人朝霞手をつなぐ育成会,
http://ameblo.jp/asakaikuseikai/,2011.11.17 参照

[2] ゲーリー・メジボフ、ビクトリア・シェア、エリック・ショプラー、TEACCH とは何か　自閉症スペクトラム障害の人へのトータルアプローチ、2007.3.10、エンパワメント研究所、pp8,61,64,69

ＡＳＫ?展およびサイエンスアゴラ

高木隆司

科学技術振興機構が主催するサイエンスアゴラ 2011（日本科学未来館、その他の会場で 2011 年 11 月 18—20 日に開催）に、筆者が代表者になって「これがサイエンスアートだ・第２弾」という表題で参加した。同時に、ほぼ同じ作品を東京駅近くの京橋のギャラリーＡＳＫ？(P)にも申し込み、そこでも展示をおこなった（11 月 14—19 日）。展示作品は、ISTA の会員から募集した（ＩＳＴＡ会員が仲介して、会員以外による作品の展示に到ったものも含む）。その作者と表題は、下記の通りである（作者の５０音順）。カッコ内に、作品の概要、および制作の過程におけるサイエンスとアートの関わり方を記号で示す。その記号の意味は、（A）サイエンティストとして研究活動のかたわらアートの制作手法を開発した場合、（B）アーティストの活動として制作手法を開発した場合、（C）アーティストとサイエンティストが協力して制作手法を開発した場合である。

浅野千秋、内田孝幸、櫻井克栄：「立体有機 EL ディスプレイで観る「自然からの造形」」（C）
大内公公：「一寸（ちょっと）」（数学的概念と現実の関係の表現、B）
Bahman Kalantari、高木隆司：「ポリノミオグラフィ（多項方程式解法の可視化）と書の融合」（C）
木本圭子、関川宗久, 合原一幸：「アトラクタグラス」（カオス現象を表現した作品、C）
柴田美千里+山内啓司：「キリンパターンの映像」（ビデオカメラとプロジェクターの結合、B）
高野久仁子：「エロージョンアート」（塩酸による白亜の腐食を応用したアート、A）
玉木元康、柴崎正明、佐藤利文、内田孝幸：「ほっこころ」（心臓の拍動と同期する LED 点滅型のハート形のひのき材電子カイロ、A）
坪谷彩子：「kokorotomori」（コンピューターによるリソグラフィーのシミュレーション、C）
手嶋吉法、小川　泰：「数学モデル」（数学的曲面を積層造形装置で制作したもの、A）
古川聖、仲野真人：「ハーモノグラフ」（振り子による自動筆記装置、B）
Jay Bonner：「アラベスク模様の１８の多面体」（B）
渡辺泰成、池上祐司、仲野真人、西尾晋作、手嶋吉法：「立体エッシャーの紅葉樹林」（3 次元空間を周期的に充填するパターン制作、A，C）

サイエンスアゴラとＡＳＫ？の展示期間は、土曜日（19 日）がオーバーラップしていて、途中の移動運搬や設営に多少の苦労があった。一方、サイエンスアゴラという一般向けの展示と、ギャラリーという美術愛好家向けの場所での展示を続いて行ったことは、それなりの意義があったと思われる。

今回の展示の表題に「第２弾」という言葉があるように、展示の主旨は 2010 年の展示とほぼ同じであり、科学と芸術の関わりを２年続けてアッピールしたことになる。それによって、ＩＳＴＡ会員内部、および展示を見に来られた方々に、ある程度のインパクトを与えることができたと確信している。

２０１２年度もサイエンスアゴラに参加して、ＩＳＴＡの活動を示すことが期待される。幸い、その体制が動き出しているようなので、今年度も有意義な展示ができるであろう。担当者は、どうぞ心置きなく新鮮な気分で企画してください。

朝霞市生涯学習ボランティア活用推進事業

となりのサイエンスアート・ノーベル化学賞特別企画展

渡辺泰成、池上祐司、大戸智華、柴崎謙一、中村誠

朝霞市と ISTA 主催で朝霞地域において継続して開催してきたサイエンスアート展とワークショップを平成２３年度も開催した。当該年度は、会場の面積が例年の約２倍の広さになったため、恒例のサイエンスアート展＋科学ワークショップに、子どものひろば、サイエンスショー、ギャラリートークなどのイベントを追加し、日本テセレーション協会との共催でタイリングアートの展示も行った。また、同時開催された「ノーベル化学賞特別企画展」では、準結晶の発見者であるシェヒトマンイスラエル工科大学特任教授の 2011 年度ノーベル化学賞受賞の機会に臨んで、この研究がサイエンスとアートの狭間にある典型であることを考慮し、準結晶理論から発展した準周期タイリングアートを展示して当時の日本の準結晶研究を回顧した。

１．　全体像

題目：ISTA 展「となりのサイエンスアート」、「ノーベル化学賞特別企画展」
日時：平成 24 年 2 月 18 日（土）10:00ー17:00、19 日（日）10:00ー16:30
場所：朝霞市中央公民館 1 階アートギャラリー、２階学習室
主催：NPO 法人科学芸術学際研究所 ISTA、
　　朝霞市生涯学習ボランティア活用推進事業実行委員会
共催：日本テセレーションデザイン協会
後援：(独)理化学研究所（RIKEN)、(独）科学技術振興機構（JST)
協力：東京芸術大学、武蔵野美術大学、東京工芸大学、アトマンモス
総合受付：会場案内、クイズラリー受付他（担当　伊藤純子)
会場レイアウトデザイン：中塚里美、梅田翔子

２．内容

（１）となりのサイエンスアート：

①子供のひろば：「サイエンスクイズラリー」と「観察スケッチ」を行った。

担当者	イベント名	内　　容
大戸智華	サイエンスクイズラリー	受付でクイズラリーの参加用紙を手渡す。参加者は会場内３カ所のサイエンスクイズの答えと感想を記入し、回収時くじ引きが一回できる。(景品は科学工作キットや駄菓子)
	観察スケッチ	松岡会員(新潟大)のご協力により、化石標本(アンモナイト，二枚貝など)と文房具のセットをお貸し出し頂き、観察スケッチの参加用紙に化石や植物等のスケッチと考察を記入する。回収時くじ引きが一回できる。
	あそびのひろば	多面体制作キット、レインボーキューブなど子供が座って自由に遊べる科学おもちゃを置いた。

第１表　子どものひろばの詳細

②サイエンスショー：
時間帯：1回目 11:30～11:50、2回目 14:30～14:50
内容：真空中では紙ふぶきはどうなる？風は吹く？しぼんだ風船は？音は？水はどうなる？マシュマロは？など、実験を通して真空の不思議を体験してもらった。
進行の仕方；司会者との掛け合いで真空に引いたアクリル容器内を観察、解説。
講師：池上祐司・司会者：梅田翔子
③サイエンスアート展：
展示作品の詳細を下記の表に示す。２１点の作品を説明パネルを添えて展示し、それぞれの制作者が説明に当った。カテゴリー（A:サイエンティスト、B:アーティスト、C:サイエンティストとアーティストの共同作業）作品説明文の一部抜粋

註	出品者氏名	作品名	ｶﾃｺﾞﾘｰ	分野	説明文
	渡辺泰成、池上祐司	レインボーキューブ	A	結晶	立方八面体の形をした回転式7色色合わせパズル
	池上祐司	立体ジグソーパズル	A	工学	3×3×3 計27個のﾋﾟｰｽからなる立方体ｼﾞｸﾞｿｰﾊﾟｽﾞﾙ
*	高木隆司 Bahman Kalantari	ポリノミオグラフィーと書の融合	A	物理	複素数の方程式を解く手続きを可視化して得られるCGと，手書きの書を組み合わせた絵画
*	坪谷彩子	kokorotomori	B	芸術	コンピュータによるリソグラフィーのシミュレーション絵画
*	渡辺泰成、仲野真人、西尾晋作、手嶋吉法	立体ｴｯｼｬｰ―の紅葉樹林	C	結晶	積層造形法で制作した立体ｴｯｼｬｰｱｰﾄ、体心立方格子を基本に応用した樹木の充填立体構造
	渡辺泰成、村上佳子	ゾウとイヌ	A	結晶	立体ｴｯｼｬｰｱｰﾄ、正20面体の充填構造を応用した立体
*	高野久仁子	エロージョンアート	A	化学	白亜積層を塩酸で腐食して制作した絵画
*	古川聖、仲野真人	ハーモノグラフ	B	芸術	振り子による自動筆記装置
	手嶋吉法、池上祐司、渡辺泰成、松本タケオ	空間充填多面体の結晶学教材	A	結晶	立方体・ケルビンの14面体・菱形12面体は、それぞれ1種類だけで空間を完全に隙間なく埋め尽くせる。2・3・4回回転対称軸が鉛直に向くように各3種類の台座を作製し、全9種類の置き方で遊べる教材
	手嶋吉法、池上祐司、中川宏	正多面体、準正多面体	A	幾何	正多面体・全5種類の木製模型および準正多面体・全16種類の木製模型と積層造形模型。木製模型は、板材の貼り合せによる。積層造形の材料は、ナイロン粉末
	手嶋吉法、中野司、田中明子	惑星儀	A	天文	地球、月、火星、金星の縮小模型。人工衛星による惑星探査で得られた地形データを活用し、石膏粉末およびナイロン粉末の積層造形により作製。地形の起伏を数十倍に強調
*	手嶋吉法、池上祐司 小川 泰	数学曲面	A	数学	クラインの壺（正誤2種類）、ドーナツとその仲間達（7種）、フラフープ曲面とミスドーナツ、ボヘミアンドームとその分割模型（5種）、楕円の楕円運動の軌跡、サイクライド、放物双曲面
	手嶋吉法、松岡篤	プランクトン骨格の拡大模型	A	生物	放散虫（2個体）、有孔虫（1個体）の微化石の3次元形状をマイクロCTで取得し、石膏粉末およびナイロン粉末の積層造形法により、拡大模型を作製した
	手嶋吉法、松本タケオ、渡辺慶規、小川泰	円柱充填による結晶構造	A	幾何結晶	空間内で円柱を特定方向だけに限定し、規則正しく組み上げて得られる結晶構造。ここでは、3、4、6方向の構造を展示した
*	柴田美千里、山内啓司	ｷﾘﾝ、ｼﾏｳﾏの模様	C	映像	ﾋﾞﾃﾞｵﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸ法によるｼﾏｳﾏ、ｷﾘﾝの模様制作
*	Jay Bonner	ジオボール―装飾多面体模型	A	幾何	正多面体、準正多面体の表面をイスラムのモザイク模様で装飾した紙の多面体
*	木本圭子、関川宗久、合原一幸	アトラクタグラス	C	芸術	カオス現象を表現したガラス工芸作品
*	玉木元康、柴崎正明、佐藤利文、内田孝幸	ほっこころ	A	工学	心臓の拍動と同期するLED点滅型のハートの形をしたひのき材電子カイロ
*	大内公公	一寸（ちょっと）	B	芸術	数学的概念と現実の関係の表現
*	浅野千秋、内田孝幸 櫻井克栄	浮遊表示有機ELディスプレイによる自然からの造形	A	工学	映像が浮かんで見えるヴァーチャルな小型ディスプレイ
	大内進、池上祐司	動くモナリザ像	A	教育	凹面のﾓﾅﾘｻﾞ半立体像に背後から光を当てる錯視
	池上祐司	タツノオトシゴ	A	工学	レーザー加工を使って制作したアクリル板エッシャーピース

第２表　展示作品の詳細（註：*印はAsk?展とサイエンスアゴラに出品）

④ギャラリートーク

サイエンスアートのセミナー、サイエンティスト、アーティストの立場から講演、聴講者　約30名

日　時：２月１８日（土）午前、午後各１回

場　所：　「となりのサイエンスアート」開催会場

共通題目：サイエンスアートとは何だろう

時 間	講師(司会)	講演題目	講演内容
10:10～11:00	石垣 健 (加藤洋一)	アーティストの立場から ― 形典 ―	言語には文典(文法と語法)による文章，音楽には楽典による楽譜，ならば，造形にも形典，そして形譜(造形譜)による形の記譜を想定できる。造形譜の概念、具体例を示して講演した。
13:00～13:50	渡辺泰成 (加藤洋一)	サイエンティストの立場から ― タイリングアート ―	科学―芸術の共通概念に自然観から派生した美が根底にある。 その典型は雪の結晶や AlMn 準結晶の原子配置に見られる。 イスラムのモザイクタイルが準結晶構造とそっくりなのは科学と芸術の深い係わり合いを象徴している。展示されたタイリングアートの例を示して講演した。

第３表　ギャラリートークの詳細

⑤科学ワークショップ

昨年度までは、ワークショップの応募が定員を下回っている体験教室が多かったので、朝霞市全小学校10校・中学校５校を事前に訪問して応募のチラシを配布した。その結果、定員をはるかに上回る応募者が殺到し、各教室とも、定員を急遽５名増やし、２０名の体制で臨んだ、その結果、抽選にもれた応募者があったものの、欠席者はほとんどなく、一部の教室は定員をさらに２名増やし対応した。ISTA 会員を講師として３つの体験学習教室を開催した。

日　時：　平成２４年２月１９日　午前１回、午後２回

場　所：　朝霞市中央公民館２階　学習室

全体タイトル：　遊んでるうちに学べちゃう　ISTA のワークショップ

実験補助：　中塚里美、梅田翔子、高橋秀成

時 間	ワークショップ名	内　　容	講師	参加人数
10:30～12:00	手の平3D 視覚あそび	錯視を利用した動くサイコロ等を作る紙工作	池上祐司	20
13:00～14:30	雪の結晶 切り紙細工	雪の結晶成長シミュレーションを紙工作で再現	高木隆司	20
15:00～16:30	水中のシャボン玉に虹の模様を作ろう	水中にシャボン玉をつくり着色して動きを観察	原田新一郎	22

第４表　ワークショップの詳細

（２）日本テセレーションデザイン協会の展示

①展示作品

作者：藤田 伸

タイトル：「Strange Fish」，「Repeat Animals」

作者：中村 誠

タイトル：Tessellation Ball「アノマロカリス、古代魚、両生類の時代、爬虫類の時代、恐竜の時代、鳥と兎、マンモスの時代、カメレオン、アヒル作品と魚、サッカー、龍の玉と玉の龍、恐竜、戦士、休憩にしてサンタさん、踊る少女、馬、猫」

②内容

作品の鑑賞と同時に、手に触れてテセレーションの不思議や面白さを体験してもらう遊びのコーナーを作った。

（3）ノーベル化学賞特別企画展

本企画は、ノーベル化学賞の対象となった準結晶とイスラムのモザイクタイルの関連を易しい解説パネルで展示した。わが国で構築された3次元ペンローズ格子の2つの自己相似菱面体、オクタゴナル（8回対称）準結晶格子モデル、立方八面体の対称を持つ自己相似モデルなどの準結晶格子構造モデルを展示した。また、準結晶発見時のわが国の準結晶研究活動（理研ニュース、新聞記事、国際会議のプロシーティング）をパネル展示で紹介した。準結晶研究から導かれた準周期タイリングアートの造形作品、開発グッズなどを展示し、それぞれ、参加者に説明を行った。

出品者	タイトル	ｶﾃｺﾞﾘｰ	分野	展 示 内 容
渡辺泰成	トリアコンタダイヤモンド	A	結晶	ひし形30面体ガラス工芸
渡辺泰成、相馬 崇	四季の彩り	A	結晶	準周期ドデカゴナルパターンの装飾
渡辺泰成	バンダナ、水着	A	結晶	準周期ドデカゴナルパターンの生地への応用
渡辺泰成、池上祐司	フラクタル犬	A	結晶	自己相似性準周期デカゴナルタイルの犬の3世代模様
渡辺泰成、長江一将	「卵が先か鶏が先か」「食物連鎖」	A	結晶	自己相似性を持つ準周期デカゴナルタイルのフラクタル成長のストリーを持ったデザイン
渡辺泰成、池上祐司	準周期多面体ﾓｰﾌｨﾝｸﾞ	A	結晶	ひし形30面体からひし形90面体への転移を立体化
渡辺泰成	花と緑と空と	A	結晶	ひし形132面体インテリアライト
箕曲在道、渡辺泰成	紫陽花	A	結晶	花形300面体インテリアライト
小川 泰	3次元ペンローズ格子	A	結晶	ﾍﾟﾝﾛｰｽﾞ格子を構成する2つのひし形セルの自己相似模型
石原正三	ペンローズ模様の折り紙	A	結晶	2次元ペンローズ格子を表現した折り紙
高木隆司	ペンローズタイル	A	結晶	2種類のひし形タイルを色分けした拡大パネル

第5表　展示作品の詳細

3．評価

二つのイベントの評価を行い、今後の活動につなげるために、アンケートを取って分析を行った。アンケートは年齢層、性別についての回答は以下のとおり、

1．性別：　男性　15人、女性45人、無回答2人

2．年齢層：　学生（中学生～大学院生、専門学校生）0人、社会人46人、
定年退職者4人、小学生1人、無記入4人　合計63人

3．アンケート：アンケートは「となりのサイエンスアート」と「ノーベル化学賞特別企画展」の参加者を対象に記入してもらった。①子どものひろばのイベントはクイズの答え集計し、その他のイベントは、アンケートの集計・分析で評価を行った。

（1）となりのサイエンスアート

①子どものひろば

・あそびのひろば：とても長く集中して遊んでいる子もいたので、こういう場所は必要と感じた。子供達の居場所があると、親も来てよかったと思えるようであった。

・ クイズラリー: 今回やって良かった点は、参加者が多いのでコミュニケーションが深まったことと、広い会場を回らせることでいろいろな出品物に触れることができたこと。改善点はクイズの内容で質問の仕方があいまいなものがあったこと、クイズばかりを探して作品を素通りする子も多かったことなどである。

・観察スケッチ：大勢参加があった。化石の種類も豊富だったため、選ぶ楽しみもあり、化石に興味を持った子がたくさんいた。絵の得意な子も苦手な子も気軽に参加できた。素晴らしい力作がたくさん出来た。改善点はくじびき目当てでざっと描いて提出する子も結構いたこと。子供達の質問に答えられる担当者が机にいると、もっと興味が深まったであろう。

・クイズ：　クイズラリーのクイズは３問作成し回収した。参加団体は、幼稚園・保育園（４団体、５人）、小学校（12 校、99 人）、高校（2 人）、学校無記入（66 人）

クイズの問題

1.「生きている化石」はどれでしょう？

1. アンモナイト　2. ズワイガニ　3. カブトガニ

かいせつ

『生きている化石』とは、何億年も前から、形が大きく変化することなく生息し続けている生物種のことを言います。三葉虫やアンモナイトの親戚にあたるカブトガニやオウムガイの化石を地質標本館で見ることができます。また、つくば植物園でメタセコイヤを見ることができます。

2. お水を入れたコップどちらが高い音がするかな？　1. 少ないほう　2. 多いほう

かいせつ

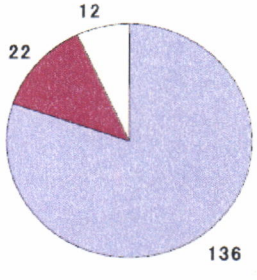
コップをたたくと、コップが振動し、それにつれて、まわりの空気も振動し、これが音として聞こえるのです。振動が速いと高い音に聞こえ、ゆっくりだと低い音に聞こえます。水はたくさん入れると、ゆっくりとした振動になり音は低く、水の量が少ないと振動が速くなり、音は高く聞こえるのです。

3. どちらの横線が長く見えますか？

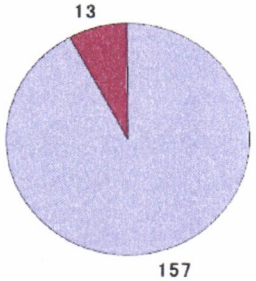
クイズの答え

集計結果

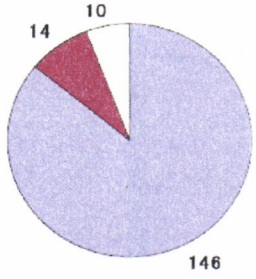
円グラフの青は正解数、紫、黄は選択肢の不正解数、全問正解数は、170 人中 117 人、で正解率 69%。



クイズ1



クイズ2

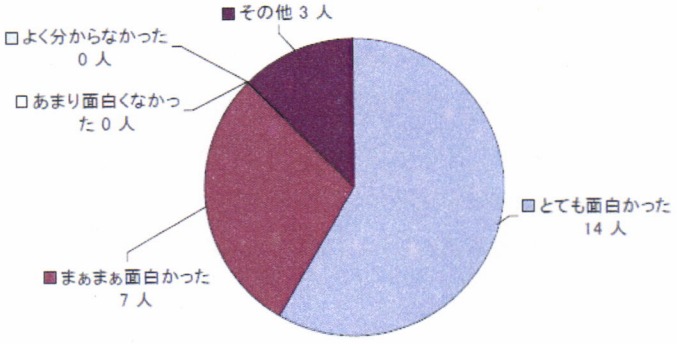


クイズ3

イベントのアンケートは、(1. とても面白かった、2. まぁまぁ面白かった、3. あまり面白くなかった、4. よく分からなかった、5. その他)から選択してもらい、その他を選んだ参加者には意見を記入してもらった。また、無記入者はその場にいないと考えて、集計から除外した。以下各イベントについて集計結果を報告し、評価を述べる。

②サイエンスショー

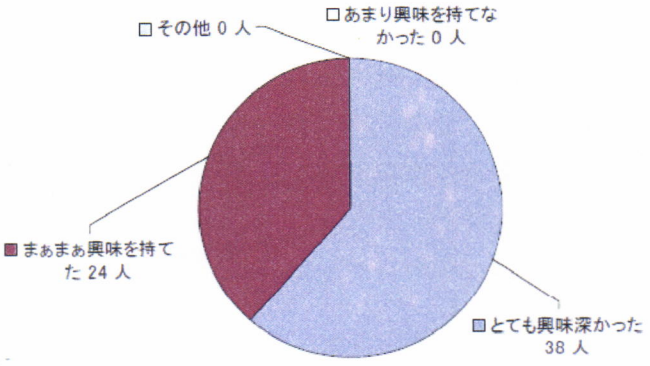
大部分の参加者に楽しみながら学んでもらえたと思われる。実験ごとに対話しながら行った。紙ふぶきや目覚まし時計の実験では分かりにくいところもあったが、おおむね好評。マシュマロの実験では歓声も上がった。



③サイエンスアート展

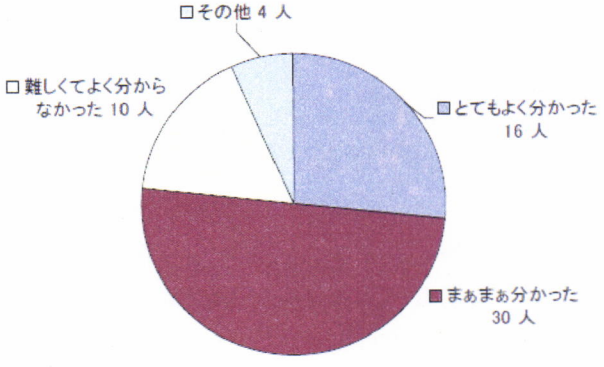
・質問１：作品はどうでしたか？

この質問は、作品の芸術性、新奇性、など印象を尋ねるもので、参加者全員が興味を示し、「とても興味深かった」が過半数を超えたのは、主催者にとっても驚きであった。サイエンスアートが新しいジャンルとして広がりを見せ、定着すればサイエンスアートの概念はもっと広がりが期待できる。



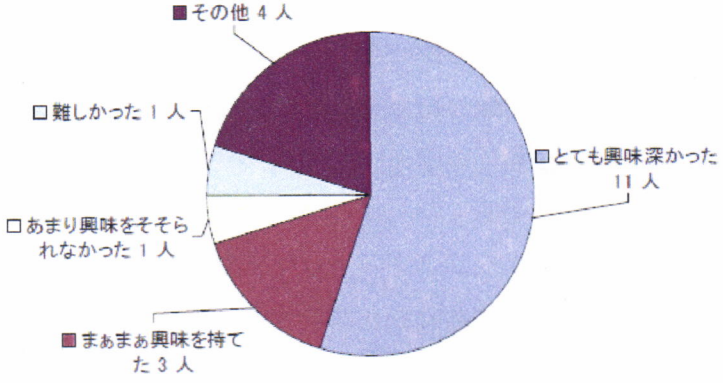
・質問２：作品の説明はどうでしたか？

会場で制作者が作品の説明に当った。また大勢の参観者に対応するために、説明要員のボランティアスタッフを配置した。結果を見ると 75%以上の参観者が説明に概ね理解を示したことを示している。しかし 17%が理解できなかったと回答しているので、一層分かりやすい説明が求められる。



④ギャラリートーク

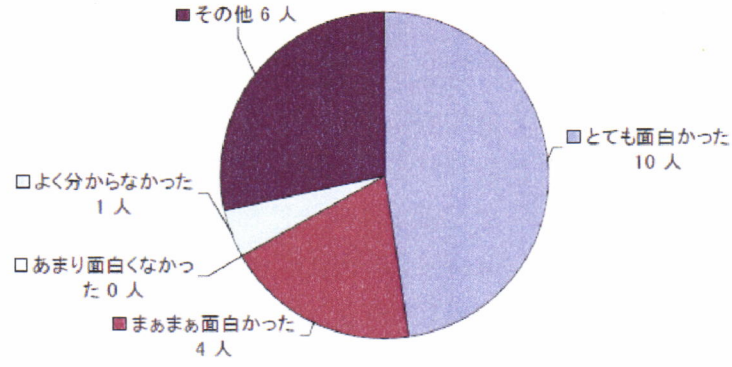
このイベントはサイエンスアート展が始まって以来初の試みである。科学と芸術のそれぞれの立場から市民講座を意識して、できるだけわかりやすい講演に努めた。科学の講師は会場に展示されている作品例を提示してサイエンスアートの持っている特質を解説した。芸術の講師が造形の規則を造形譜という形で体系化する科学的な講演は市民に



とっても新鮮味があったと思われる。過半数の聴衆が興味を持ってもらえたことは喜ばしい。

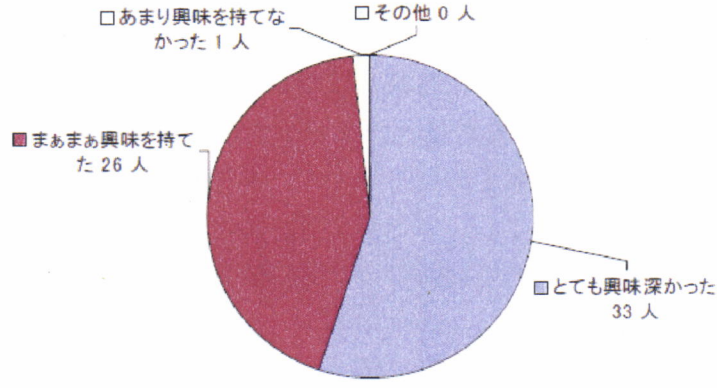
⑤科学ワークショップ

このアンケートはワークショップに参加した子どもの父兄に尋ねた結果である。その他には、参加していない父兄が含まれているので、全体の満足度はこのグラフより高いと思われる。申し込み段階から定員オーバーしているので、父兄の関心も高かったと思われ、妥当な結果が得られたと判断する。



（2）日本テセレーションデザイン協会の展示

制作者は芸術系のデザイナーで、球面上にすき間なく敷き詰められた動物の模様で形と色彩が調和し、仕上がりが綺麗である。鑑賞者とのコミュニケーションはほとんどなかったが、皆楽しんで手にとり遊んでいるのが印象的であった。

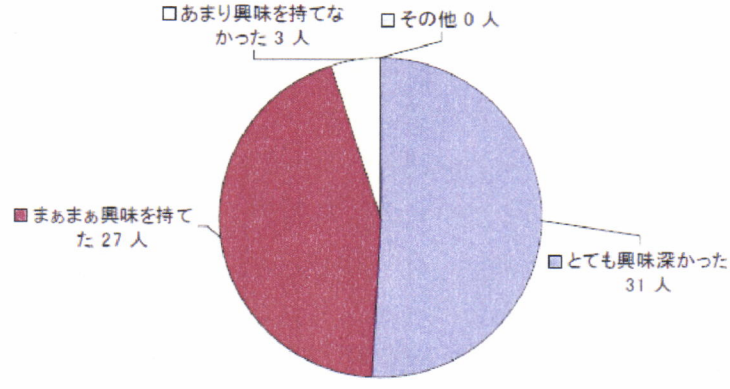


（3）ノーベル化学賞特別企画展

サイエンスアート展と同様に展示作品と説明の評価を行った。

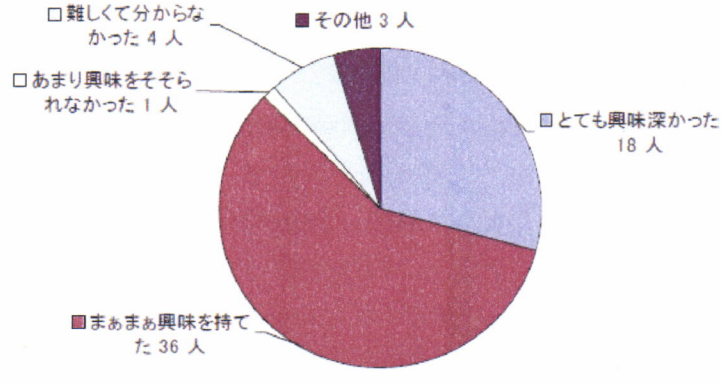
・質問１：展示作品はどうでしたか？

サイエンスアート展の結果とよく似ている。概ね興味を持ってもらえたと評価したい。しかし、興味を持てない参観者が３人いたことは準周期タイリングが科学的な造形であって、アートの視点から見ると達成度は不十分と考えられる。



・質問２：パネルの説明はどうでしたか？

専門性の高い研究を市民に分かりやすく、正確に伝える科学コミュニケーターの役割は科学が支配する現代社会では不可欠である。「準結晶とは」から「準周期タイリングアート」に至る過程を展示によって解説した。準結晶という非常に難解な構造をタイリングアートの作品



を使って視覚的に表現して理解に導く。このサイエンスとアートを結ぶ試みは、科学と芸術の関係を示すお手本のような準結晶の研究がノーベル化学賞を受賞することによって可能になった。専門性が高い展示であったので、パネルと口頭の説明だけでにわかに理解を求めるには無理があった。アート作品の制作過程に準結晶の知識を織り込んで、できるだけ平易な表現を用いて説明したので、関心が高まったためか予想に反して興味を持つ参観者が9割近くにのぼった。今後も機会を捉えていろいろな角度からサイエンスアートを広めたい。

アンケートの総合結果について、記入したのは主婦や社会人約50名の記入結果である。主催者としては現在の方向性に確信が持て、将来にも期待が持てる結果が得られたと考える。

子どもの感想・コメント：

７２人の小学生に感想を書いてもらった。全部の感想を記すことはできないが、感性表現では、「たのしい」「おもしろい」、などのキーワードの出現頻度をカウントして（ ）内に記録した。また、作品名・イベントは（ ）内に出現数を記録した。カウントの方法は、「むずかしかったけどたのしかった」は「むずかしい」「たのしい」の両方にカウントした。主要なものを下記にまとめて記す。

感性表現：

おもしろい (21) 、たのしい (10) 、びっくり・おどろいた (8) 、ふしぎ (4) 、ふだん見れないもの (3) 、すごい (2) 、さわれる (1) 、わからない・むずかしい (9)

作品・イベント：

動くモナリザ (3) 、錯視 (9) 、パズル (10) 、化石 (2) 、真空実験マシュマロ (7) 、ドーナツ (3) 、キリン (2) 、レインボーキューブ (2) 、フラフープ曲面、タツノオトシゴ、テセレーション、ドラゴン、円柱パッキング、火星儀、ほっこころ (各1)

最後に、アンケートに協力頂いた父兄の皆様、子どものみなさんにお礼申し上げます。

この企画を開催するに当って、朝霞市生涯学習課の皆様、朝霞市の小中学校の校長先生がチラシの配布にご協力頂きました。共催、後援、協力を頂きました多くの外部団体のご支援に対して関係者各位に厚く御礼申し上げます。

モンゴル-日本遠隔ワークショップ「錯視立体のふしぎ」

東京学芸大学基礎自然科学講座　　松浦　執

ISTAの教材および協力のもとで、モンゴル国ウランバートル第18学校10年生日本語学習クラスと、東京学芸大学基礎自然科学講座理科教育学分野松浦研究室の間でSkypeを用いた遠隔ワークショップを行ったので報告する。

日時：2012年2月28日（火）12時から（モンゴル側授業時間11:50-12:50）
場所：モンゴル側：ウランバートル第18学校IT教室、日本側：東京学芸大学松浦執研究室
対象：モンゴル側：10年生（高校1年生、担当Enhtsetseg先生)、日本側：教育学部3年生
テーマ：「錯視立体のふしぎ」
主催：東京学芸大学松浦研究室およびウランバートル18学校

内容報告

ISTAの錯視立体教材は、凹立体の内面に凸物体の絵（サイコロの目）を描いたもの、および凸立体の外面に凹物体（床の間座敷）を描いたものを用意し、これらを片目で（両眼視差の手がかりなしに）見たとき、絵画的手がかりをもとに実際の凹凸と逆の物体としてみてしまう錯覚を扱うものである。遠隔ワークショップでは、カメラで写した映像を平面のディスプレイやスクリーンに投影して見るので、両眼視してもこの錯視が起きる。これを逆手に取って、凹凸と絵を正しく対応させたものと、凹凸と絵を逆にしたものを同時に見せて錯覚に気づかせることができる。

ウランバートル18学校は高校3年生に相当する学年までに英語の他、選択した第2外国語を学習している。今回の遠隔ワークショップの相手クラスは日本語クラスであり、日本に滞在した経験のある生徒もいる。18学校はウランバートルでも優秀な生徒の多い学校である。入学選抜試験として知能テストが課せられている。本ワークショップは、IT科目の教員であるEnhtsetseg先生との協議で実現したものであり、ITの授業の一環として、ITを活用したコミュニケーションの体験学習と位置づけられる。

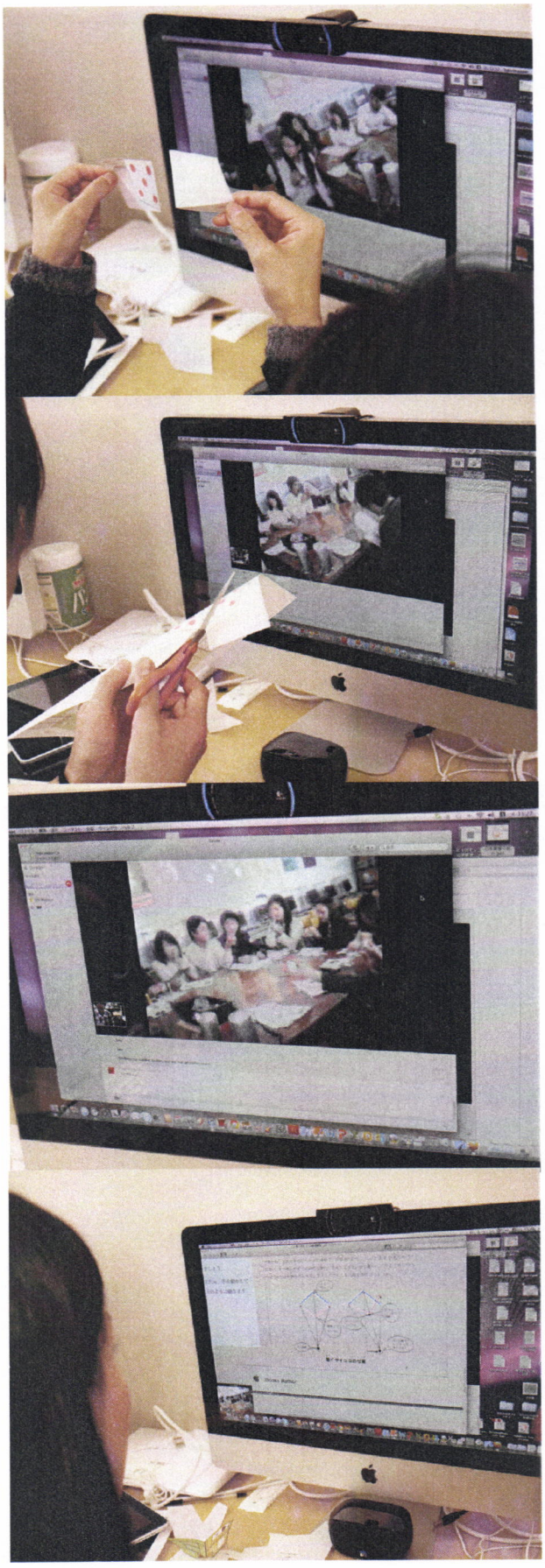
言語については次のとおり。モンゴル側は生徒がある程度日本語を理解できる。ただし、Skypeを通じての日本人学生の日本語での説明は十分理解できない部分があったようだ。また、英語を

話せる生徒がPCのサポートをかねて支援に入っている。日本側は留学生のKhishigsurenが要所で通訳にあたった。

実際のワークショップの流れは次のようなものであった。まず、事前にサイコロと座敷の型紙をpdfにしてモンゴル側に送信し、人数分だけ画用紙にプリントしておいてもらった。当日は立体を組み立てるために糊と鋏を用意してもらっておいた。

当日は、はじめに、立体の絵の題材になっている日本家屋の座敷の成り立ちについて、PowerPointファイルを2会場で共有して学習した。つぎに、サイコロの立体を出して、右に向けたか左に向けたかを日本語で答えてもらった。さらに、錯視立体を加えて向きを変えてみせ、何か気づいたか尋ねた。錯視に気づいたところで、実際に手元の型紙を切り抜いて立体を組み立て、片目で見え方を確かめてもらった。同様にして、座敷の立体についても日本側からデモして、その後実際に組み立てて、手元実験してもらった。立体の作り方についてもSkypeでデモしながら説明した。錯視の見え方については、最後に、説明画面を示して若干の説明を行ったが、少々時間不足となった。また、タンス付きの狸座敷の模型については18学校がわで宿題となった。後日に聞いたところによると、生徒たちはこの宿題をやってきていたとのことである。

この時点では、次回は錯視のしくみを丁寧に



学習することと、18学校の生徒にゲルの内装などモンゴルに特徴的な構造物をモチーフに錯視立体を案出してもらい、それを日本側に日本語で説明するという授業案を提案した。しかし、その後適切な日程が決まらず（教員の松浦が３月と４月に２週間ずつモンゴル出張となり、５月に入るとモンゴルでは試験期間、その後３ヶ月の夏休みに入る)、相談は持ち越しとなった。

Skype を利用しての簡易な遠隔ワークショップであったが、モンゴル側で多少音声の不鮮明を感じたとの意見もあった。しかし、教材を共有して、低コストで遠隔のリアルタイムなコミュニケーションができることはすばらしい。ワークショップの間に、日本語でのやや脱線した会話もできていた。

ISTA の教材は、座敷の絵があることで、建築文化の違いなどをコミュニケーションの題材にでき、広がりのある学習を可能としていた。

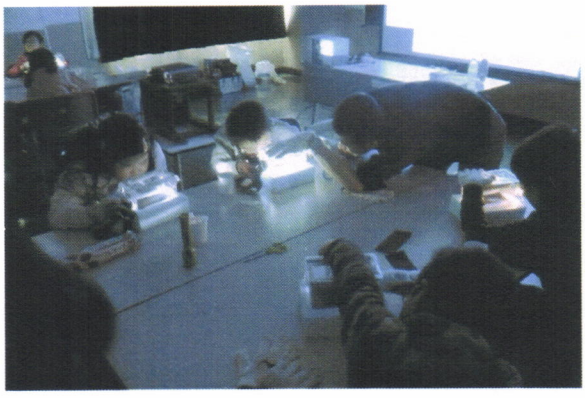
（図は上から、①サイコロ立体と錯視立体を同時に動かしてみせるところ、②立体の組み立て方のデモ、③18 学校教室内の様子、④錯視のしくみの説明）

活動アルバム

仲野真人、小原廣久、渡辺泰成

新座児童センターワークショップ

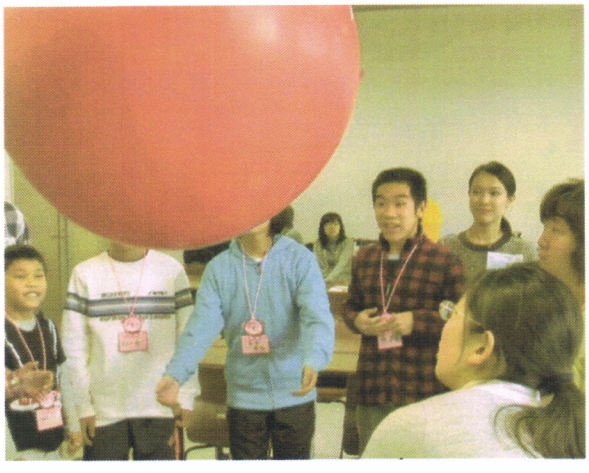
「霧箱を使って宇宙線をみよう」(2 月)



「顕微鏡でみる不思議な世界」(8 月)

障害児ワークショップ

「水の力と膜の不思議」(8 月)

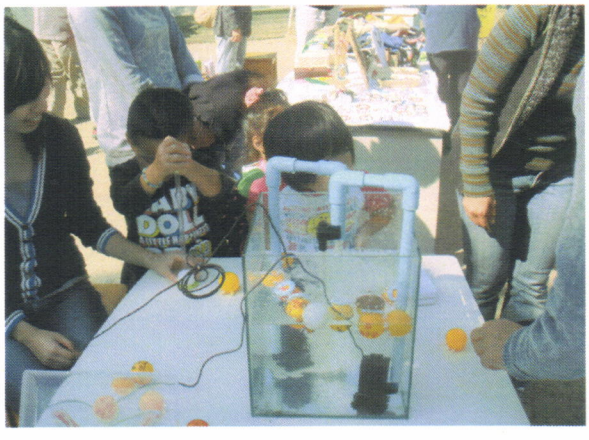


モンゴル・ウランバートル 18 番学校と東京学芸大学

web カメラによるリアルタイム錯視実験(2月)

ふれあいフェスティバルワークショップ (10 月・朝霞第 4 小学校跡地)

「水たまりん」の実演

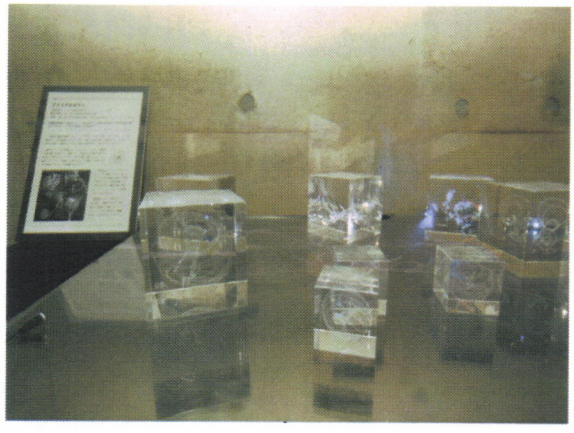


「水たまりん」風洞モデルの実演

art space kimura ASK? 展示風景（11 月・銀座）

ASK? 展示会場「なにを議論してるのかな」

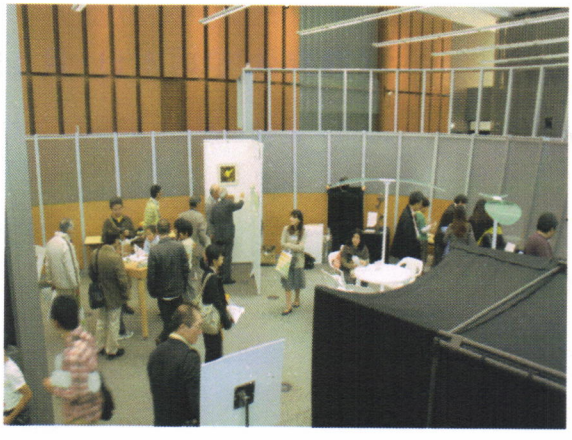
「アトラクタグラス」 カオスをモチーフにした作品



サイエンスアゴラ 展示風景（11 月・日本科学未来館）

ほっこころ 「あったかいよ！」

サイエンスアゴラ展示会場 「たくさん人がいるなぁ」



朝霞市民活動まつりワークショップ（12 月・朝霞中央公民館）

水たまりん実演風景「にらめっこしてるみたい」

ISTA グッズの販売 「たいくつだね」

となりのサイエンスアート（2月・朝霞中央公民館）

となりのサイエンス案内

総合受付

あそびのひろば

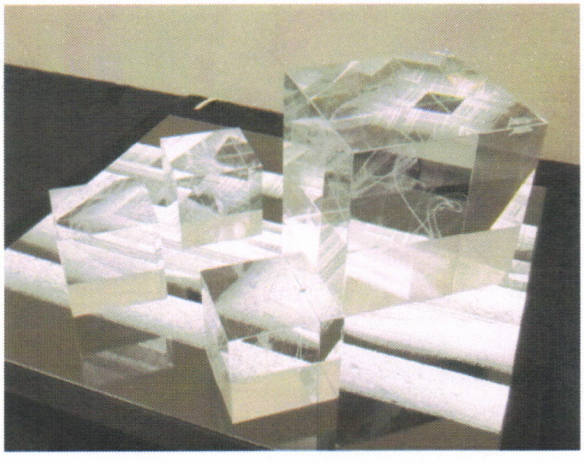
化石のスケッチ

多面体キットを使って組み立てあそび

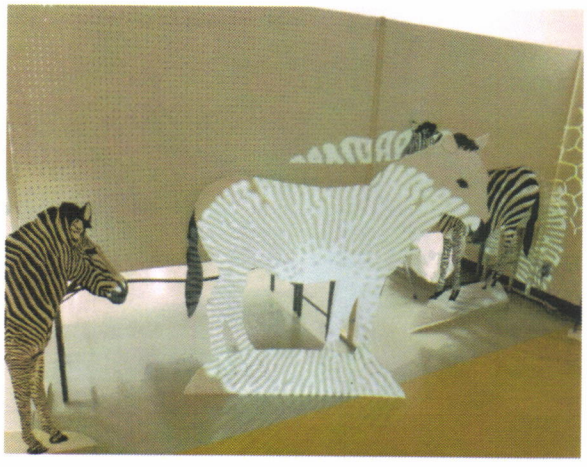
サイエンスアート展

CG、シミュレーション絵画、エロージョンアート

ガラス工芸　アトラクタグラス



ビデオフィードバックのよるシマウマの映像



振り子による自動筆記装置　ハーモノグラフ

科学ワークショップ

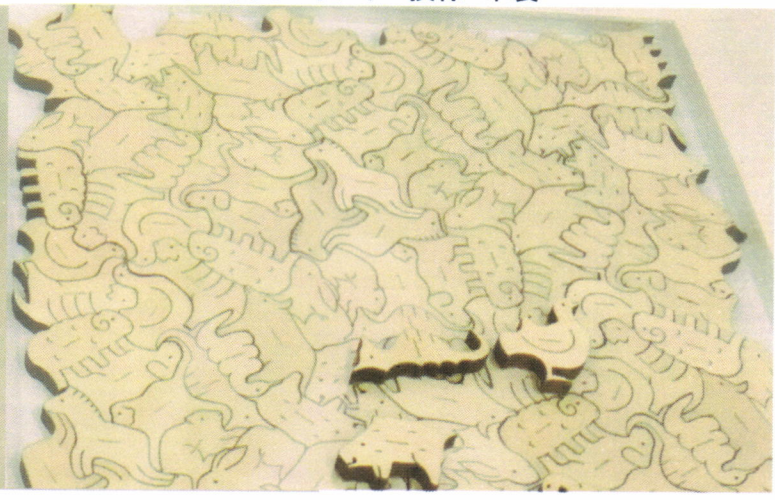
雪の結晶　切り紙細工

水中のｼｬﾎﾞﾝ玉に虹の模様を作ろう

日本テセレーションデザイン協会の展示

球面上のウマ

十二支のエッシャー摸様　木製



ノーベル化学賞特別企画展

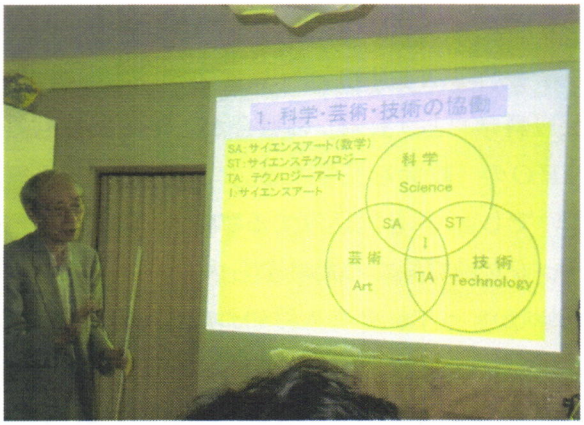
科学と芸術の相関例：準結晶の電顕像とイスラムモザイクタイル模様の類似を示すパネル展示

準結晶モデルと日本の準結晶研究の紹介パネル展示

ISTA サロン（ISTA 事務所）

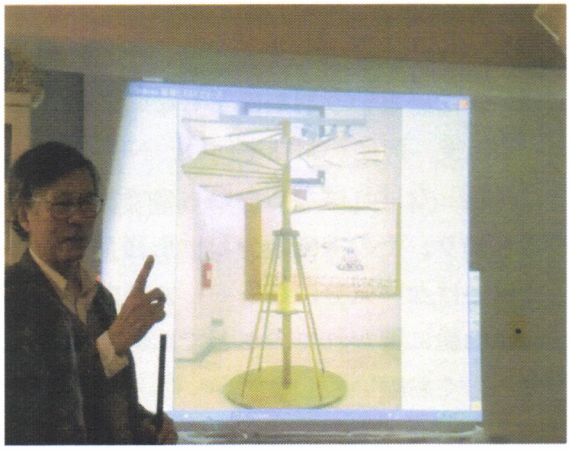
（ISTA 会員の研究分野・活動などを紹介するプレゼンテーション）

第1回 「サイエンスアート入門」のプレゼン風景（9月）



第 4 回「国際会議 Generative Art2011 Roma の報告」のプレゼン風景（1月）

子どもは紙工作ワークショップ



ISTA 会誌
平成２３年度　第４巻　第１号
平成２４年３月３１日　発行
編集・企画　特定非営利活動法人
科学芸術学際研究所 ISTA
〒351-0036
埼玉県朝霞市北原 2-5-28
鈴木第２ビル 211
Tel・Fax：048-456-7271
印刷　科学芸術学際研究所 ISTA
製本　正陽印刷
定価　500 円