

霞鈴 -Karin- : 草花鑑賞設備を用いた 気象情報提示メディア

中島 武三志^{1,a)}

概要: 人間が自らの身体で自然を捉える行為は、気温や湿度といった単なる物理情報の知覚のみならず、感性にも大いに作用する重要な体験である。本研究では草花鑑賞設備をモチーフに用い、水の形状制御によって蒸発、凝結、降水という地球上の任意の土地の水循環や気象状況を提示するメディア“霞鈴”を提案する。具体的には、人工的に生成される霧と、結露し落下する際の水音を用いて気象の変化を提示する。本稿では霧の発生量の制御方法や、音と光による演出方法について検討をおこなった。

Karin: A Weather Information Medium Using Flower Appreciation Equipment

MUSASHI NAKAJIMA^{1,a)}

Abstract: The act of capturing nature by human body is an important experience that greatly affects sensibility as well as perception of physical information such as temperature and humidity. This paper proposes a medium “Karin” which shows the water circulation and weather conditions of arbitrary land on the earth such as evaporation, condensation and precipitation by using a flower appreciation equipment as a motif and controlling the state of water. Specifically, it presents change of weather using artificially generated fog and water sound. In this paper, how to control the generation of fog and how to produce sound and light was examined.

1. はじめに

古くから人間は五感を駆使して自然の状態を知覚し、その中で自然の美を味わったり、癒しを得てきた。特に日本においては、古くから四季折々の自然の風情を俳句や庭園、生け花、盆栽などで表現する文化が根付いている。また、小学校、中学校などの教育機関では自然体験学習が実施されており、自然の美を愛でる感性や、環境に対する考え方を育む情操教育として位置付けられている [1]。他にも、森林風景を眺めながら活動する森林浴や散策などが趣味や気分転換としてしばしば行われ、その代表的な効果として心身をリラックスさせる癒しの効果 [2], [3] があると考えられている。人間が自らの身体で自然を捉える行為は、気温や湿度といった単なる物理情報の知覚のみならず、感性にも

大いに作用する重要な体験である。

このような自然の持つ感性情報を提示する手段として、以前からアクアリウム、庭園、生け花、盆栽などの自然を表現した鑑賞物が親しまれている。これらは擬似的な自然環境を構築することで自然の美を創出する感性情報メディアであり、生活空間に「小さな自然の姿」を持ち込み、彩りや癒しを付加する手段として利用されている。

一方、異なる場所に実在する自然の姿を提示する一般的な手段として、映像メディアが挙げられる。気象ライブカメラ映像や水中カメラ映像など、遠隔地に居なくても実際の自然の様子を把握したり、鑑賞できるコンテンツが提供されている。しかし、自然の持つ感性情報の伝達には実体のない平面の映像ではなく、実体を持つことの重要性が示唆されている。Kahn らの研究によると、3つの被験者グループに、それぞれ本物の自然の風景の見える窓と、そうした景色を撮影した映像、そして無地の壁のそばに座らせ

¹ 東京工芸大学
Tokyo Polytechnic University

^{a)} m.nakajima@int.t-kougei.ac.jp

た状態で心拍数を常時測定、監視した結果、本物の自然が見える窓に座ったグループは、他の2グループよりストレスからの心拍数回復力の点で上回っていたことが報告されている [4]。この結果より、同じ視覚刺激であっても、映像ではなく本物の自然を提示することが癒しを与えるのに効果的であることが示されている。本来、人間は空を見上げたり、雨音に耳を傾けたり、土の濡れた匂いを感じたり、様々な感覚器官で自然の姿を感じ取っており、身体性が大きく関わるマルチモーダルな体験である。したがって、遠隔地に存在する自然の持つ感性情報をより効果的に伝えるには、平面ディスプレイによる単なる光学情報提示とは異なるアプローチが必要と考えられ、実体のある物質の持つ立体的な視覚情報や触覚、聴覚といったマルチモーダルな感性情報が、感性情報の伝達に大きく影響していると予想される。

そこで本研究では、実体のある物質を用いることで、実在する自然の姿を提示する手法を検討する。ここでは実体のある物質と自然の姿として、水と地球上の水循環に着目する。水は特定の形状を持たずダイナミックに形状が変化する物理的特徴を持つ。また、地球上の水循環は蒸発、凝結、降水を繰り返す地球上のプロセスであり、気象現象として日常生活とも密接に関わっている。一方、水と地球上の水循環はこうした物理的特徴のほかに感性的特徴も持っている。水は自然界のいたるところに存在し、涼しさ、清潔さなど豊かなコノテーションを持つ。水の音は川や池といった自然のサウンドスケープを象徴する音であり、リラックスする音として知られている。Thomaらは、音楽のストレス低減効果を検証する研究の中で、水の音を聴取させた後のストレステストにおいて、音楽、無音に比べて有意に唾液コルチゾール濃度が低かったことを示す結果を報告している [5]。このように、水には物理的特徴のみならず重要な感性的特徴を持っており、これらの特徴を情報提示へ応用することによって、自然の持つ物理情報と感性情報とが融合した豊かなメディア体験が期待できる。

上記を踏まえ、実際の水の形状を実際にコントロールすることによって蒸発、凝結、降水という地球上の任意の土地の水循環や気象状況を提示するメディア“霞鈴”を提案する。“霞鈴”は、Webによって取得された気象データに基づき、霧生成→凝結→水滴落下のサイクルを人工的に制御し、降水や水循環を表現する鑑賞作品である。また、観賞用作品として、いくつかの演出を付加する。まず、水のダイナミックな変化を水琴窟の音色とLEDの波紋で演出し、実際の草花を生けることで任意の土地の風景を象徴した作品に仕上げる。このように、本研究は遠隔地の大規模な自然の変化を鑑賞物として提示することで、その存在感や美、癒しといった感性情報を提示することを目指す。

本章では、まず実体を持つ物質として水に着目した関連研究、作品についてまとめ、本章で提案するメディアの概

要を説明する。その後、提案メディアで用いる霧発生装置の制御方法や、音と光による演出方法について検討をおこなう。

2. 関連研究・作品

従来のディスプレイでは表現が難しい情報の提示や新たなインタラクション手法を実現するため、水のもつ様々な物理的特徴に着目した研究が報告されている。ここではまず、2次元の映像を表示することを目的としたディスプレイに関する研究事例を紹介する。佐川らによるバブルディスプレイは、水中に気泡を発生させプロジェクタの映像を投影させたディスプレイであり、水中の気泡をかき混ぜたりアクリル板で気泡群の形状を変化させることで、リアルタイムに映像が変化する新たなインタラクティブディスプレイを提案している [6]。また、堤らは紙が濡れたり蒸発したりする際の色合いの変化を用いて視覚情報を提示することで、“じわじわ”とした変化を感じ取ることができる視覚情報提示システムを提案している [7]。また、橋場らは水滴の特徴に着目し、撥水性シート上に乗った水滴を指で動かすことでソフトウェア上の情報の状態を操作、呈示する実体ディスプレイ Water apart を発表している [8]。杉原らは、ウォーターベルと呼ばれる半球状の膜状領域が生じる現象をもとに、水膜内部に人間の頭部を入れることで視覚、触覚、聴覚といった複数の感覚に作用するマルチモーダルディスプレイを開発している [9]。このように水には様々な特徴や現象が知られており、インタラクティブかつマルチモーダルな情報提示手段としての活用例が多数報告されている。

次に、水を用いたアート作品について概観する。水が見せる様々な形状や音は、古くから芸術に利用されてきた。噴水はその典型的な例であり、広場や公園の装飾として設置されている。鹿威しは元々鳥獣を威嚇するための装置であったが、日本庭園の風情を象徴する存在となっている。他にも水琴窟はその音によって庭園を演出する装置として知られている。コンピュータ技術の進歩に伴って、水の形状や音をコンピュータで制御したメディアアート作品も生まれている。松村らは水中に生じる気泡に着目し、気泡と音響を用いた新たな表現手法の事例と方法論について論じている [11]。米澤らは、蛇口から流れる水を手で遮ったり解放したりして生じる流量の変化を音楽の要素に割り当てた作品“Tangible Sound”を発表し、水とのインタラクションを音楽演奏へ応用している [10]。坂本龍一、高谷史郎による“water state 1”は、水滴を自在に落下させることができる装置を用い、水滴と水面の複雑な変化を生み出すとともにその様相をサウンドへと反映する作品であり、生命を支える根源的な物質としての水が見せるさまざまな表情の可聴化を試みている [12]。このように、水の形状や音をコンピュータによって制御するアート作品が多数発表

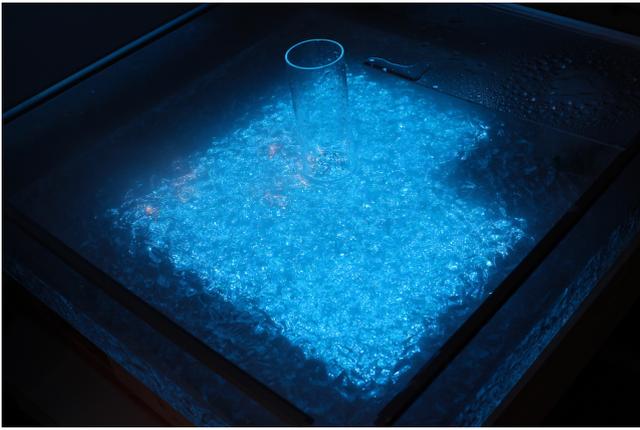


図 1 “霞鈴”の外観

Fig. 1 Appearance of "Karin".

されており、「マルチモーダル」や「インタラクティブ」といった特徴がある。

本研究は水の形状変化という物理現象を利用し、主に視覚、聴覚、触覚に作用するマルチモーダルなメディアに位置付けられるが、2次元画像がコンテンツであるディスプレイとは異なり、Web から取得された気象情報を基にした水の形状変化そのものが示す自然の姿がコンテンツである。また、本研究は水の持つ清々しさや癒しといった感性情報を応用したアートとしても位置づけられる。しかし、現実起こっている水循環という自然のダイナミズムを実際の水の形状変化として五感で体験する作品はあまり知られておらず、本研究ではそうした気象の物理情報と自然の美や存在感、癒やしといった感性情報が融合したマルチモーダルな情報提示を試みる。

3. 霞鈴の提案

本研究では、水槽に生けた草花に対し、超音波振動子による霧、結露した水滴の落下音、LED ディスプレイによる光を用いた演出を付加し、Web から取得された気象情報に基づいた水循環の姿を鑑賞者に提示するメディア“霞鈴”を提案する。本節ではまず提案メディアの概要を述べる。次に具体的なシステムの実装方法について解説する。また、実装に際して、超音波振動子による霧の生成量、水滴落下音、LED マトリクスの配色パターンと、Web から取得された気象情報とのマッピングについて検討する。

3.1 概要

“霞鈴”は、水辺と草花という自然の一部をモチーフとしたメディアである(図1)。生花のように、ユーザが好みの花を生けられるエリア(生花エリア)と、水槽のように、水草などを植えられるエリア(水辺エリア)に分かれる。

“霞鈴”では、以下の方法で地球上における水の循環、すなわち気象の変化を表現している。まず、水辺エリアの底に超音波霧発生装置を設置し、Web から取得された天候

を基に霧を生成する。霧発生装置の上部には生成された霧を結露させるアクリルパネルが設置されており、結露した水が水辺エリアへと再び落下することで水音を生成する。

さらに、水滴落下音の音響処理とLED マトリクスの光によって気象変化の演出をする。水滴落下音は水辺エリア底部に取り付けられたマイクによって集音され、降雨時に水琴窟のように加工された水滴落下音をスピーカから生成する。底面に設置されたLED マトリクスは水面を表し、天候によって全体の色が変わり、晴天時には水面の反射光、降雨時には水滴落下音に同期した波紋を表現するアニメーションが生成される。

3.2 システムの実装

システムの具体的な実装方法について解説する。システム構成は図2のとおりである。水辺エリアは600mm × 600mm × 150mm のアクリル製水槽を用いた。水辺エリアにはLED マトリクスの光を拡散させることと水草を安定させる目的で、アクリルストーンを敷き詰めた(図3)。生花エリアは直径50mm × 高さ250mm のアクリル製円筒を用い、水辺エリアの中央付近に配置した。霧の生成には、AGPtek 社製超音波霧発生装置を用いた。水滴落下音の集音には、SONY 製マイクロフォン ECM-PC60 を用い、音の再生にはBOSE 製スピーカ Computer MusicMonitor M2 を用いた。LED マトリクスには Adafruit 製 64x32 RGB LED Matrix 4mm pitch を4つ用い、制御には RaspberryPi 3 Model B を用いた。LED マトリクスには大電流を必要とするため、LED マトリクスを駆動するためのスイッチング電源(DC5V, 20A)を用意した。超音波霧発生装置とLED マトリクスの制御、音響合成、Web からの気象情報取得には Apple, MacBook Air (Late 2015) を用いた。また、気象予報を取得する Web API として OpenWeatherMap[14] を利用した。これらの構成機器類を収納し、水槽の土台(図4)となる容器を作成し、上部に水槽を配置した。

動作の流れは以下のとおりである。まず Web から取得された天候情報を基に、超音波霧発生装置を PWM 制御し、LED マトリクスの配色を天気に応じて点灯させる。この制御方法の詳細に関しては、次節にて述べる。次に、天気が雨を示し、マイクから集音された音のレベルが一定の閾値を超えた場合に、ランダムな座標を中心とした波紋のアニメーションを生成する。集音された音は常に高速フーリエ変換によって周波数領域に変換され、同じく周波数領域に変換された水琴窟の音響信号との積を計算し、逆フーリエ変換によって時間領域に変換された信号をスピーカから出力する。

3.3 気象情報と霧、光、音情報とのマッピング

地球上の水循環を超音波霧発生装置、LED マトリクス、マイクでリアルタイムに加工された水音によって表現する

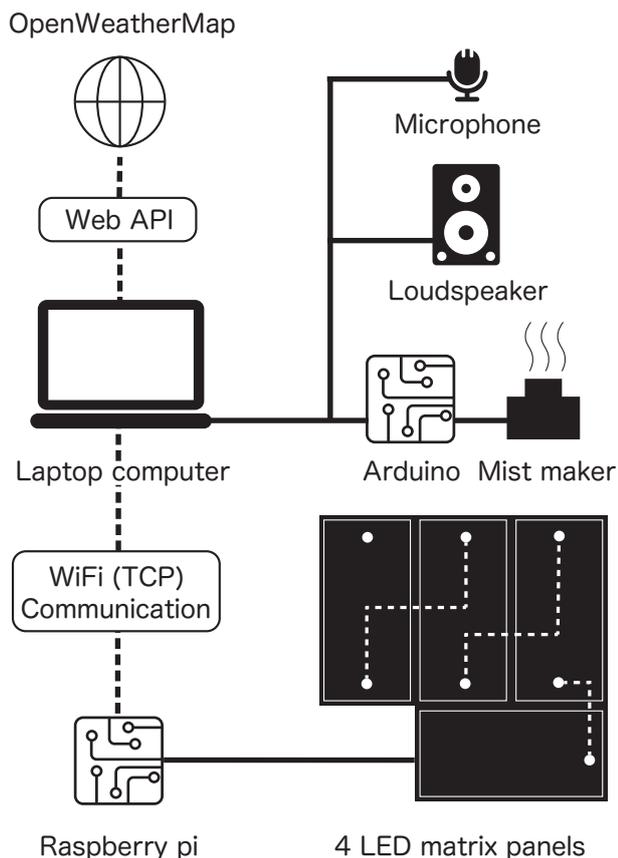


図 2 システム構成図

Fig. 2 System Configuration.



図 3 アクリルストーンを敷き詰めた様子

Fig. 3 Acrylic stones spreading.

ため、OpenWeatherMap によって取得される気象情報のうち、“晴れ”，“曇り”，“雨”といった天気の詳細を示す記述，空全体に占める雲量の割合 [%]，降水がある場合は過去 3 時間の降水量 [mm] を作品演出のパラメータとして用いた。天気の詳細によって LED マトリクスによる配色パターンを変化させた。“霧”，“雷雨”，といった記述がまれに現れるが，これらは“雨”とみなした。次に，空全体に占める雲量の割合に応じて霧の生成量を制御することとした。さらに，水滴の落下時に鳴る水琴窟の音で降雨を連想

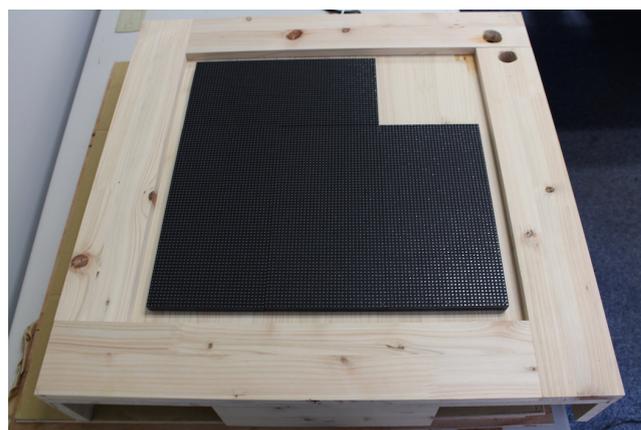


図 4 水槽の土台

Fig. 4 Foundation of aquarium.

させることを意図し，過去 3 時間の降水量に応じて水滴の落下頻度を調整することとした。

3.4 超音波霧発生装置制御方法の検討

超音波霧発生装置の駆動を制御することによって霧の発生量が変化し，落下する水滴の頻度が変化する。また，超音波発生装置は霧よりも大きな水しぶきも同時に生成する。霧の生成によって生じる水滴の落下頻度を適切にコントロールする必要があるため，超音波霧発生装置の制御方法に関して検討をおこない，一定時間 100[ms] 毎に，空全体に占める雲量の割合 P [%] の確率で超音波霧発生装置を駆動させることとした。

3.5 LED マトリクス配色の検討

LED マトリクスによる水辺の演出として，特定の日時や天候を想起させるような配色パターンを検討した。ここでは，晴れ，曇り，雨からなる天候情報と，朝，昼，晩からなる時間情報を配色によって提示することとした。したがって各項目同士，合計 9 種類の情報に基づき，背景色と波紋の色からなる配色パターンをユーザに提示する。天候に合わせた配色パターンに関する文献 [13] をもとに，9 つの配色パターンを用意した。図 5 に示す配色はそれぞれ，晴れの朝（上段左），晴れの昼（上段中央），晴れの夜（中段右），曇りの朝（中段左），曇りの昼（中段中央），曇りの夜（中段右），雨の朝（中段左），雨の昼（中段中央），雨の夜（中段右）を表している。

4. おわりに

本章では，実際の水の形状制御によって蒸発，凝結，降水という地球上の任意の土地の水循環や気象状況を提示するメディア“霞鈴”を提案し，遠隔地の大規模な自然の変化を鑑賞物として提示することで，その存在感や癒しといった感性情報を提示することを目指した。

まずは人工的に生成される霧と，結露し落下する際の水

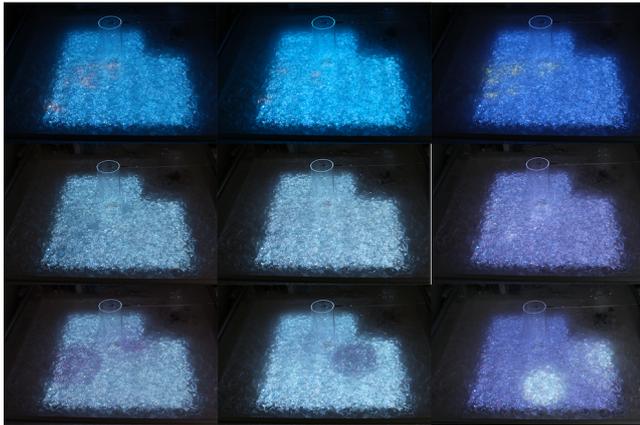


図 5 LED マトリクスの配色パターン
Fig. 5 Color patterns of LED matrix.

音を用いて気象の変化を提示するため、霧の発生量の制御方法や、音と光による演出方法について検討をおこなった。

今後はユーザの興味ある土地をインタラクティブに提示するスタイルや、演出のための情報として風向や風速、湿度、日の出、日の入り時間など、多様な気象情報を複合的に演出に取り入れることによって、自然の姿をより多彩に表現することにつなげてゆきたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、非常に有益なご助言、ご協力を頂いた後藤理氏に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 国立教育政策研究所：環境教育指導資料 (2007).
- [2] Yamaguchi, M., Deguchi, M. and Miyazaki, Y.: *The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults*, The Journal of International Medical Research, 34.2, pp.152-159(2006).
- [3] 二渡玉江, 林 陸郎, 下村洋之助：森林浴の医学的効果治療, pp.108-109(1999).
- [4] Kahn, P., Severson, R. and Ruckert, J.: *The human relation with nature and technological nature*, Current Directions in Psychological Science, 18.1, pp.37-42(2009).
- [5] Thoma, Myriam V., et al. *The effect of music on the human stress response*, PloS one, 8.8 (2013).
- [6] 佐川俊介, 小川剛史：映像とのインタラクションを可能にするバブルディスプレイの提案, 研究報告デジタルコンテンツクリエイション, 2013.13, pp.1-4(2013).
- [7] 堤修平, 園田知美, 松下光範. *Evaporation Display: 水の蒸発速度の違いを利用した情報提示システム*, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2013 論文集, pp.56-61(2013).
- [8] Hashiba, Y. and Igarashi, H.: *Water apart: A Substantial Display based on material property of Water*, PROCEEDINGS OF THE ANNUAL CONFERENCE OF JSSD THE 62st ANNUAL CONFERENCE OF JSSD. Japanese Society for the Science of Design(2015).
- [9] 杉原有紀：かぶり型水ディスプレイの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 6.2, pp.145-152(2001).
- [10] 米澤朋子, 間瀬健二：流体による楽器インタラクション (<特集> インタラクティブアート), 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 5.1, pp.755-762(2000).

- [11] 松村誠一郎, 鈴木太朗, 荒川忠一, 伊藤隆道：気泡と音響を用いたインタラクティブアート: インタラクティブアートとインターフェイスの新たな可能性, 環境芸術学会論文集, 2, pp.29-36(2002).
- [12] 坂本龍一, 高谷史郎：water state 1 (水の様態 1) 入手先 <<http://10th.ycam.jp/term2/527/>>(2017.7.20).
- [13] 石田恭嗣：配色イメージ見本帳, 東京, エムディエヌコーポレーション (2005).
- [14] OpenWeatherMap, 入手先 <<https://openweathermap.org/>>(2017.7.20).