

# わんテーブル：犬と人が食体験を共有するための 匂い伝送システム

星野瑠海<sup>†1</sup> 橋田朋子<sup>†1</sup>

犬はしばしば飼い主の食事を食べたような様子を見せ、人も愛犬と食事を共にしたいと考える。しかし、人の食事は犬に有害なものもあり、そのまま与えることは難しい。本研究は犬の嗅覚の鋭さに着目し、食事のうちの「匂い」をファンとチューブからなる匂い伝送システムを用いて犬の食事（ドッグフード）に伝えて付けることで、人と犬とが部分的に食体験を共有できるようにするものである。提案手法により、犬が人の食事の匂いが付いたドッグフードをよく食べることで、その際に犬の飼い主計 50 人へのアンケートで得られた嬉しいような仕草を確認した。

## 1. はじめに

少子高齢化が進む日本では、ペットを家族の一員として飼う人が増えている。それに伴い最近ではアニマルウェルフェア[1]のような動物の立場に立って動物の幸せや生活の質を高めようとする考え方や、人が動物とより深いコミュニケーションを取るための試み[2][3]への関心が高まっている。筆者らは動物の中でも特にペットとして身近な犬に注目し、犬の願いを叶えつつ飼い主が犬とより深く関わることをテクノロジーで支援したいと考えている。特に本研究では、犬を飼ったことがある人の多くが体験したことのある、犬がしばしば飼い主の食事を食べたような様子を見せることと、飼い主も愛犬を家族の一員として同じものを食べさせたいと思うことに焦点を当てる。ここで人の食事は犬にとって有害なものも多く含まれているため、同じ食事をそのまま共有することはできない。しかし犬の嗅覚の鋭さに着目すると、人の食事のうちの「匂い」の要素のみを犬の食べものに伝達・付与することで、犬は人の食事を実際に部分的に共有することができ、人も犬と食を共にしたという体験が実現できるのではと考えた。

以上より本研究では、犬と人が食事を部分的にでも共有して同じ食卓を囲んでいるような状況を作ること（食体験の共有）を目指し、人の食事の匂いを犬の食べもののドッグフードに伝送・付与するための、ファンとチューブからなる食事の匂い伝送システムを提案する。本稿ではまず匂い伝送システムの設計指針と実装の詳細を述べる。さらに提案システムが犬にポジティブに働いたかを、食事の匂いがついたドッグフードを食べるかどうかや、犬が喜んだ時にする動作が見られたかといった指標で評価したユーザ（犬）スタディの結果についても述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 ペットとのより深いコミュニケーションに関する研究

ペットと人とのより深いコミュニケーションやより良い共生を模索する研究は増えている。例えばワンモック[4]は木のフレームに犬が大好きな飼い主の古着をかぶせることで完成する犬のための建築であり、同時に飼い主にとってもソファに座って手をのばせば自然に犬と触れ合え、犬との距離がより近づけられる仕組みになっている。CATch![5]は飼い主が PC を使用すると猫がキーボードに上がりたがるという問題に対して、猫を PC から遠ざけるのではなく飼い主の入力操作に応じて猫が使う PC の画面にアニメーションを表示して猫をじゃらす仕組みであり、人と猫の良い共生を目指している。

本研究もペットと人のより深いコミュニケーションや共生を目指す点は共通するが、対象として食体験の共有に焦点をあてる点が異なる。

### 2.2 食事の匂いに関する研究

食事の匂いを提示する嗅覚ディスプレイの先駆的な事例として Smelling Screen[6]では、DC ファンから発生する気流を利用して、例えばコーヒーなどの匂いをモニタ上の特定の場所から出ているように感じさせられる。さらに何も匂いがないところに匂いを発生させるのではなく、既に匂いがある食べ物の上に別の匂いをつけることを目指す商品もある。おかずのかおり[7]は、白米に 4 種類のおかずの匂いスプレーをかけることで食欲をそそる商品である。

本研究はある種の嗅覚ディスプレイであるが、ユーザとして人ではなく嗅覚の鋭い犬を想定し、弱い匂いをより離れたところまで伝送するために DC ファンの他にビニルチューブを利用する点や、既に匂いのあるドッグフードにあらかじめ決められた別の匂いではなくその都度変わる人の食事の匂いを伝送・付与する点が異なる。

## 3. わんテーブル

わんテーブルは、犬と人が食体験を共有することを目指

<sup>†1</sup> 早稲田大学  
Waseda University

し、人の食事の匂いをドッグフードに伝送・付与するシステムである。提案システムの要件として下記を挙げる。

(1) 人の食卓と離れた距離（犬の食べる場所）まで匂いを送ってドッグフードに匂いを確実につける

(2) 人の食事に合わせて複数種類の食事の匂いを送る

要件1を満たすため、小型のファンとチューブを組み合わせさせて匂いを伝送する。さらにドッグフードを入れた皿におけるチューブの配置を工夫する。また、要件2を満たすため伝送システムをマルチチャンネルで実現する。

## 4. 実装

### 4.1 システム構成

提案システムは図1に示すように小型のDCファン、チューブ、スイッチ、arduino、ドッグフードを入れるボウルから構成される。人の食事がのったお皿の側（食事からの距離が5cmくらいの範囲）に置いたファンが回転することで人の食事付近の空气中に揮発している匂い物質を吸引し、気流を用いて3Dプリンタで自作した固定器具で繋がれたチューブ内を伝送し、ドッグフードが置かれたお皿に匂いがついた空気を数秒間放出する。どのお皿のファンをまわすかは自作したスイッチで選択する。

提案システムは食卓にのせるものであるため、匂いを吸引・伝送する側に関してファンやチューブはなるべく小さく細いものが好ましいが、同時に匂いをしっかり吸引して伝える必要もある。また匂いを放出する側に関して、匂いを確実にドッグフードにつけつつ、犬が食べることを阻害しない配置が好ましい。そこで以下の節ではまず、実装に先立ち(1)ファンの選定(2)チューブの選定(3)チューブの配置の仕方について検討した結果をまとめる。さらにこれらを踏まえてシステムを実装し、かつマルチチャンネル化した結果についても述べる。

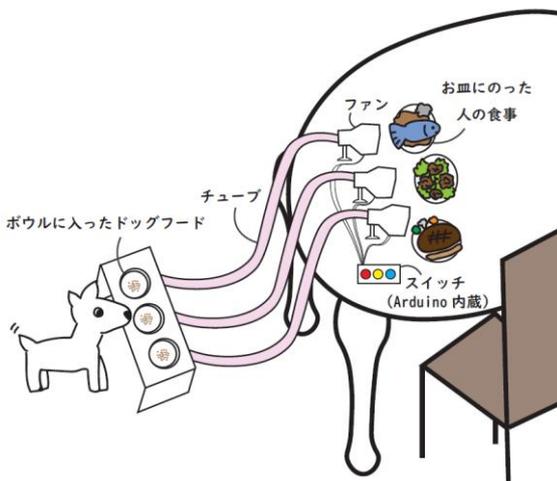


図1 システム構成図

### 4.2 予備検討

本節では適切なファン、チューブ、チューブの配置につ

いて検討する。いずれにおいても人間の食卓と離れた場所にある犬の器に適切に匂いを伝送・付与できることが重要であるため、フィガロ技研株式会社の匂いセンサ(TS2450)を用いて匂いの強さを計測し、判断指標とする。匂いの強さは得られたセンサ値から以下の式[8]に基づきセンサ抵抗値を算出することで得る。センサ抵抗値が高くなることは、匂いの成分（硫黄化合物）の空気中に含まれる量が増していることを示す。つまり匂いの強さが増したことを意味する。

$$R_s = \frac{V_c - V_{out}}{V_{out}} \times RL$$

( $V_c$ : 回路電圧,  $V_{out}$ : センサ電圧,  $RL$ : 負荷抵抗)

#### 4.2.1 ファンの大きさと匂いの強さ

まずファンの大きさと匂いの伝送の強さに関係があるかを調べた。DCファンモータとして小型ファン(F3010ES, 30\*30\*10mm)、中型ファン(MMF-06G24ES, 60\*60\*25mm)、大型ファン(AGE09225B24M, 92\*92\*25mm)の3種類について匂いを伝送する強さの関係を検証した。表1に、何も匂い源がない状態でのチューブの先で測った匂いの値を匂いセンサ初期値とし、電子レンジで加熱したソーセージの匂いを伝送したチューブの先で測った匂いの値を匂いセンサ値とした。いずれの値も匂いセンサを通して約10秒間にArduinoから出力される50つの数値の平均値である。また、上述した数式に基づき匂いセンサ初期値と匂いセンサ値それぞれからセンサ初期抵抗値とセンサ抵抗値も算出した。

実験の結果、食事の匂いを伝送することでそれぞれのファンのセンサ抵抗値が0.2~0.3[Ω]上昇していることが分かる。実際に筆者が自分の鼻で匂いを嗅いだところ、食事の何の匂いが伝送されているのかを判断できた。匂いセンサ値の0.2-0.3[Ω]の上昇は嗅覚が人より優れている犬にとっては十分な匂いの強さが伝送されていることが推測される。またファンの大きさによって匂いの伝送される強さ（センサ初期抵抗値とセンサ抵抗値の差）はあまり変化しないことが分かる。したがって今回のシステムでは、システム使用中に人の食事の邪魔にならないことを優先させて小型ファン(F3010ES)を採用する。

表1 ファンの大きさと匂いセンサの抵抗値比較表

ファンの大きさ	匂いセンサ初期値	センサ初期抵抗値[Ω]	匂いセンサ値	センサ抵抗値[Ω]
小型	883	5.29	876	5.56
中型	885	5.20	878	5.48
大型	890	4.97	885	5.19

#### 4.2.2 チューブの太さと匂いの強さ

チューブの太さと匂いの伝送される強さに関係があるかを調べた。チューブとしては全長が 1.5 m で、細いチューブ(直径 18mm)と太いチューブ(直径 25mm)の 2 種類を用意した。匂い源として電子レンジで加熱したソーセージを用意し、チューブの出口に匂いセンサを置いた。何も匂い源がない状態でのセンサ値をセンサ初期値とし、加熱したソーセージの匂いを伝送したチューブの出口での匂いセンサの値を匂いセンサ値とした。いずれも約 10 秒間に匂いセンサを通して Arduino から得られた 50 つの数値の平均値である。結果を表 2 に示す。いずれもセンサ抵抗値が 0.2-0.3[Ω]上昇しており、チューブの太さによって匂いの伝送される強さはあまり変化しないことが分かる。したがって今回のシステムでは、システム使用時に人の食事の邪魔にならないことを優先させて、細いチューブを用いる。

表 2 チューブの太さと匂いセンサ抵抗値の比較表

	匂いセンサ初期値	センサ初期抵抗値 [Ω]	匂いセンサ値	センサ抵抗値 [Ω]
細いチューブ	885	5.19	878	5.48
太いチューブ	883	5.29	876	5.56

#### 4.2.3 チューブの配置と匂いの強さ

ドッグフードを入れたボウルに対するチューブの配置の仕方として上、横、下の 3 つが考えられる。ただし上にチューブを配置すると食べる際に邪魔になるため、横と下に限定しどちらの方がドッグフードによく匂いをつけられるのかを検討した。匂い源として電子レンジで加熱したソーセージを用意し、10 秒間ドッグフードに匂いをつけた。何も匂いがない状態での値を匂いセンサ初期値とし、10 秒間匂いをつけた後のドッグフードにセンサを近づけて検出した値を匂いセンサ値とした。いずれも 10 秒間の間に得られる 50 個の数値を平均している。表 3 にその結果をまとめる。どちらの方法もセンサ抵抗値が上昇しているが、下からの伝送の方がよりセンサ抵抗値の上昇値が高かったため、下からの伝送を採用する。

表 3 チューブの配置位置と匂いセンサ抵抗値の比較表

	匂いセンサ初期値	センサ初期抵抗値 [Ω]	匂いセンサ値	センサ抵抗値 [Ω]
下から	892	4.88	876	5.58
横から	892	4.88	880	5.40

#### 4.4 システム実装

予備検討に基づき、DC ファンモータ (F3010ES, 30\*30\*10mm)と 細いチューブ (直径 18mm) を 3D プリントによる固定器具で繋ぎ、チューブをボウルの下に配置し、ボウルを台に固定したシステムを実装した (図 2)。人の食事に沿って複数の匂いを伝送できるように、匂いを送るファンとチューブと器はそれぞれ 3 つ用意し (図 3)、自作したスイッチで送る匂いを切り替えられるようにした。スイッチを押すとシステムは 10 秒間稼働して匂いを伝送・付与する。



図 2 システム外観



図 3 マルチチャンネル化した器

#### 5. ユーザ (犬) スタディ

人の食事を匂いに関して共有することが犬にとって実際にポジティブに働くのか (良い効果があるのか) を検証するため、まず通常はドッグフードを全く食べない筆者の飼い犬を実験参加犬として、提案システムを用いることで犬がドッグフードを食べるかどうかを検討した。さらに提案システムを利用している時の犬の気持ちをその反応から推測するため、犬の飼い主に協力してもらい、犬が幸せそうな時の行動を明らかにした上で、このような反応が得られるかを調べた。

### 5.1 匂いの付いたドッグフードを食べるのか

提案システムの効果を、犬がドッグフードを食べるか否かを判断指標として検証した。図4に示す普段ドッグフードを入れている器と、提案システムの1チャンネルのみを用いて人の食事の匂いを伝送した器にドッグフードをそれぞれ入れ、ドッグフードを器に入れてから犬がドッグフードを食べるまでのタイミングを計10回目視で調査した。

その結果、普段ドッグフードを入れている方の器には10回の試行のいずれにおいても数十分経っても全く近寄らなかった。一方で人の食事の匂いを伝送した器の方には10回の試行全てでドッグフードを入れた直後すぐに食べ始めた。この結果から、この犬はドッグフードのみでは食べないが、人の食事の匂いを伝送して付けたドッグフードには興味をそそられ、自ら好んで食べることが分かった。



図4 普段の器(左)と本研究で制作した器(右)の比較図

### 5.2 匂いの付いたドッグフードのみを食べるか

提案システムを用いてマルチチャンネルでドッグフードがある際に、犬が人の食事の匂いが付いたドッグフードを選択的に食べるのかを調査した。実験した様子を図5に示す。飼い主が食事をする時間に、食事の匂いを5日間に渡り、1種類の食事の匂いを各々2回ずつドッグフードに伝送した。実験の流れとしては、まず提案システムの3つの器の全てに少量のドッグフードを入れた上でそのうちの一つの器に1種類の食事の匂いを伝送した。さらに犬が少量のドッグフードを食べ切った直後に1回目に匂いを伝送した器とは異なる器に、1回目と同じ匂いを伝送した。なお匂いをつける食事の種類は、餃子・ラーメン・唐揚げ・餡掛け焼きそば・ハンバーグと5日間で異なるものを用意した。

表4に代表例として餃子の匂いをドッグフードに伝送したときの調査結果を示す。1回目と2回目とでお皿を変えたにも関わらず、犬は人の食事の匂いが付いたドッグフードのみを選択的に食べた。餃子以外のラーメン・唐揚げ・餡掛け焼きそば・ハンバーグのいずれの場合でも、2回共に提案システムにより食事の匂いが付いたドッグフードのみを食べた。以上より筆者の犬は、複数の器があっても人の食事の匂いを伝送して付けたドッグフードを理解し、好んで食べることが示唆された。



図5 犬がドッグフードを選択的に食べている様子

表4 餃子の匂いを伝送したドッグフードと何もしないドッグフードの食事の有無

		1回目	2回目
器1	餃子の匂い	あり	なし
	食べたかどうか	○	×
器2	餃子の匂い	なし	なし
	食べたかどうか	×	×
器3	餃子の匂い	なし	あり
	食べたかどうか	×	○

### 5.3 提案システムを用いたときに犬は幸せか

提案システムを実際に犬が使用したときの気持ちを評価するため、犬の飼い主計50人の協力を得て、調査方法と質問項目は鈴木もところら[9]の研究を参考に、犬の行動に関するアンケートを取った。質問内容は犬が好きなものを美味しそうに食べている時の行動を知るための(1)「犬におやつをあげた時どのような行動をしますか」と、犬が飼い主から見て幸せそうな時の行動を知るための(2)「犬が幸せそうな時犬はどのような行動をとっていますか」という2つとした。事前に筆者が犬のよくする反応を10項目用意し、回答方法は選択式でこの中から当てはまるものを全て選んでもらった。また「その他」の項目も作り、犬の個体差によって得られる行動も自由記述してもらった。(表5, 表6, 参照)。

図6に(1)の質問の回答を図7は(2)の質問の回答をまとめた。また表7にそれぞれの反応の上位3つをあげる。このアンケートの結果から犬におやつ(犬が好きな食べ物)をあげた時には「しっぽを振る」や「飼い主の方をジッと見つめる」、「舌を出して口を舐める」といった振る舞いが見られることが、犬が幸せそうな時には「しっぽを振る」「ひっくり返って寝る」「跳びついてくる」といった振る舞いをする事示唆される。

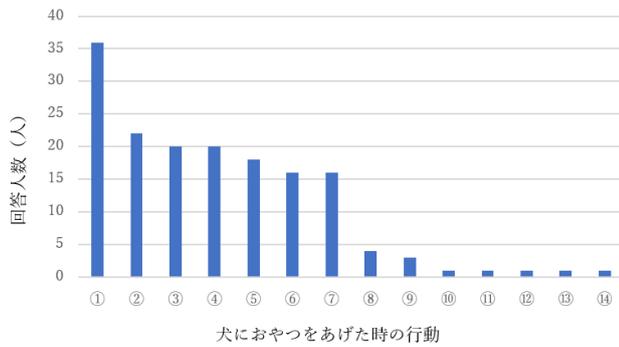


図6 「犬におやつをあげたときの行動」の回答結果

表5 犬におやつをあげた時の行動の詳細

①	しっぽを振る
②	飼い主の方をジッと見つめる
③	舌を出して口を舐める
④	飛びついてくる
⑤	口を開けて舌を出す
⑥	飼い主が喜ぶ行動を自らする (お手など)
⑦	鼻をクンクンさせる
⑧	吠える
⑨	ひっくり返って寝る
⑩	目を細めてにこやかな表情をする
⑪	回る
⑫	おやつをもらえる場所でお座り
⑬	お気に入りの場所に持って行ってから食べる
⑭	飛び跳ねる

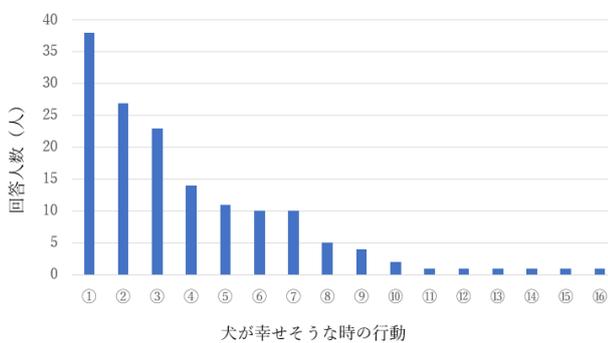


図7 「犬が幸せそうなときの行動」の回答結果

表6 犬が幸せそうな時の行動の詳細

①	しっぽを振る
②	ひっくり返って寝る
③	飛びついてくる
④	口を開けて舌を出す

⑤	目を細めてにこやかな表情をする
⑥	舌を出して口を舐める
⑦	飼い主の方をジッと見つめる
⑧	鼻をクンクンさせる
⑨	吠える
⑩	飼い主が喜ぶ行動を自らする (お手など)
⑪	回る
⑫	少しだけ口角が上がる
⑬	走り回る
⑭	小躍りするような歩き方をする
⑮	くるくる回る
⑯	体の一部を飼い主に接触させる

表7 犬の行動上位3つ

	犬におやつをあげた時の行動	犬が幸せそうな時の行動
1位	しっぽを振る	しっぽを振る
2位	飼い主の方をジッと見つめる	ひっくり返って寝る
3位	舌を出して口を舐める	飛びついてくる

以上のアンケートの結果を念頭に置いた上で、提案システムを実際に犬が使用したときに犬がどのような反応を示すかを5日間、計5回目視で観察した。その結果、犬におやつをあげたときの反応の上位3つ全ての反応を示した。また、犬が幸せそうな時の反応のアンケート結果1位の反応を観察することができた。

これらのことから、本システムを使用して人の食事の匂いをドッグフードに伝送することで、犬はドッグフードを美味しく幸せに食べることができたと考える。また、筆者の飼っている犬はもともとドッグフード嫌いだったこともあり、本研究を行うまでは自ら好んでドッグフードを食べることはなかったが、本システムを毎回家族で食事をするたびに使用した結果、次第に食事の匂いを伝送しなくてもドッグフードを食べるようになり、筆者の犬がドッグフードを克服するきっかけにも繋げることができた。

## 6. 今後の展望とまとめ

本研究では、人の食事のうちの「匂い」をドッグフードに伝送して付ける、ファンとチューブからなる匂い伝送システムを提案することで、犬と人が食体験共有すること（犬と人が食事を部分的にでも共有して同じ食卓を囲んでいるような状況を作ること）を可能とした。実際に実験参加者である、もともとドッグフード嫌いな筆者の犬が本システムを使用した際、人の食事の匂いを伝送したドッグフードを美味しく幸せそうに食べる様子を観察することがで

きた。また、筆者の視点だけでなく、事前に犬の飼い主に協力してもらったアンケートを元に犬の気持ちを客観的に評価（推測）することができた。筆者としても、愛犬と部分的にはあるが食体験を共有することができ、一緒に食事をとっている気分を味わうことができ、幸せに感じた。また、本システムを使用することで、食事をとっている時も犬とコミュニケーションを取ることができ、今まで以上に犬との距離を近く感じた。さらに本研究の趣旨とは異なるが、普段食べさせることに苦勞する筆者の犬用の薬も、本システムを使用して食事の匂いを付けることで犬が自ら食べるようになることを観察することもできた。

今回は筆者の飼っている、もともとドッグフード嫌いな犬を実験の被験者として調査したが、もともとドッグフードを普通に食べる犬やドッグフードがそもそも好きな犬に対しても、本システムを使用することでよりドッグフードを美味しく食べられるのかを調査したいと考える。また、今回は犬が人の食事の匂いは何でも好きであるという前提で実験やシステムの制作を進めたが、犬にも好き嫌いがあるように、匂いの中でも好き嫌いはあると考える。そのため今後の展望としては、犬が自分の好きな匂いを選択し、嫌いな匂いは遮断できるような、より犬の気持ちに寄り沿ったシステムのインタフェースを考えることに加え、犬の好みを人に伝えることのできるシステムを制作したいと考える。また今回は主に犬の反応に重点を置き、人の食事を匂いに関して共有することが犬にとって実際にポジティブに働くのかについて調べたが、今後は、飼い主にとって食事を部分的にでも愛犬と共有して同じ食卓を囲んでいるような状況を作ることが、動物とのより深いコミュニケーションをとる上で有効であるかについての定量的なユーザスタディも進めたい。

9) 鈴木もとこ, 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦: 家庭におけるペット-ロボットインタラクション, 情報処理学会論文誌, Vol.58, No.11, pp.1799-1807 (2017).

## 参考文献

- 1) 田中智夫: わが国における(Animal Welfare)への対応, 日畜会報, Vol.82, No.3, pp.333-336 (2011).
- 2) 前田宏幸, 荒木健治, 柄内香次: コミュニケーション支援を目的とした帰納的学習によるペットを対象とした対話処理手法の性能評価, 情報処理学会研究報告自然言語処理, Vol.2003, No.108, pp.7-12 (2003).
- 3) 実森正子: 動物心理学は今日のイヌ-人関係にどうこうげんできるのか?, 動物心理学研究, Vol.59, No.1, pp.37-45 (2009).
- 4) TORAFU ARCHITECTS: ワンモック, <http://torafu.com/works/wan> (参照 2020-7-20)
- 5) 佐々木梨菜, 鈴木優: CATch! 人と猫が同時に使えるコンピュータ, 情報処理学会インタラクション, pp.972-973 (2016).
- 6) 松倉悠, 石田寛: Smelling Screen, 第24回パーチャルリアリティ学会大会論文集, O-03 (2019).
- 7) 株式会社トライ・ディー: おかずのかおり, <https://www.try-d.co.jp/works/%E3%81%8A%E3%81%8B%E3%81%9A%E3%81%AE%E3%81%8B%E3%81%8A%E3%82%8A/> (参照 2020-7-20)
- 8) FIGARO: TGS2450 製品情報, <http://skomo.o.oo7.jp/f40/27-1.pdf> (参照 2020-7-20)