

平成 30 年 6 月 9 日現在

機関番号：13201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12685

研究課題名(和文) おむつ尿吸収量を測定できる高齢ペット用おむつカバーの創製

研究課題名(英文) Development of a diaper cover that measures urine absorption for elderly dogs

研究代表者

中島 一樹 (NAKAJIMA, Kazuki)

富山大学・大学院理工学研究部(工学)・教授

研究者番号：50207776

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：家庭内で飼育される高齢犬数が増加している。高齢の犬は、尿失禁で室内を汚すことがあるので、飼い主はおむつを利用する。飼い主は、時刻や排尿量などの排尿情報を知ることは困難である。本研究では、おむつカバー型の排尿吸収量センサを開発した。排尿吸収量は静電容量の変化として検出し、このデータをBLTで携帯端末に送信した。その結果、少なくとも尿吸収量20 ml以下での精度で検出できることが示された。また、開発当初には電子回路部分の体積が260 mlであったが、これを15 mlにまで小型化することに成功した。今後、おむつを利用している高齢犬の排尿情報がデータベース化されると、疾病の診断や治療に役立つだろう。

研究成果の概要(英文)：The number of elderly indoor dogs is increasing. Elderly dog owners use a diaper to prevent elderly dogs from contaminating a room due to their incontinence. The owners are hard to know urinary information such as time and amount of urination. In this study, we developed a diaper cover equipped with an urine absorption sensor. Urine absorption volume was measured as electrical capacitance and the data was transmitted via Bluetooth. As the results of preliminary experiments, the measurement accuracy was at least 20 ml. The volume of the electronic circuit unit at the start of this research was 260 ml, but we succeeded in miniaturization of it to the size of 15 ml. It will be useful for diagnosis and treatment if urinary information of elderly dogs becomes a database in the future.

研究分野：高齢者工学

キーワード：おむつ おむつカバー おむつセンサ 高齢犬

1. 研究開始当初の背景

研究代表者が発展させてきた電気インピーダンス生体計測法の研究成果の一部は、要介護高齢者の尿失禁検出[1]や入浴中の呼吸波形検出[2]などとして論文発表されている。特に尿失禁検出の研究成果は、おむつの外側から尿失禁を検出できるので、おむつカバーにセンサを内蔵する失禁モニタとして企業と製品化を目指している。

ところで社会の高齢化が問題となっているが、家庭内で飼育されるペットの高齢化も問題となっている。高齢の犬や猫は膀胱括約筋や尿意を伝える神経伝達経路に障害を発生し、排泄物で室内を汚す。そのため飼い主はおむつを利用するが、「いつ」、「どの程度」排尿したかを把握することは困難である。

研究代表者らの尿失禁検出の研究成果を発展させれば、高齢ペットの排尿検出および尿のおむつ吸収量を評価できるとの着想に至った。ヒトでも同様であるが日常生活でおむつを利用している場合の排尿時刻と排尿量の文献は見当たらず、データベース化された資料は存在しない。

2. 研究の目的

図1に開発を目指したシステムの概要を示す。ペット用のおむつカバー形状で、おむつの尿吸収を定量的に測定し、さらにスマートフォンなどの携帯端末の無線機能としても広く普及しているBluetoothを用いて、無線で飼い主の携帯端末に吸収量を表示・記録するシステムの開発を目的とする。

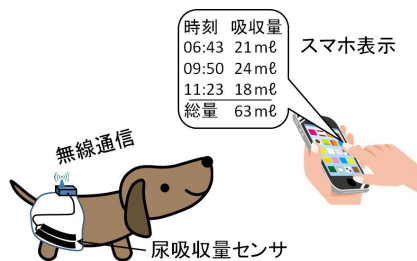


図1 おむつカバーで排尿を検出し、携帯端末で吸収量を確認・記録するシステムの概要

3. 研究の方法

(1) 電極形状の検討

おむつカバー内に設置する電極で、おむつ外側からポリマーが吸収する尿を検出するセンサ(電極)の形状を設計した。本研究では最も多く飼育されている5~12kg程度の小型犬を対象とする。ただし、オスとメスで異なる尿道口の位置に対応できるかを検討した結果、オス用とメス用をそれぞれ開発することとした。本研究で開発するシステムが創製できれば、センサ形状を小型犬用、中型犬用、大型犬用、さらに猫用へと展開する。多周波数生体インピーダンス計測装置を用いて静電容量測定の実験を行い、電極の感度

として3ml以下の測定精度を目指した。

(2) 上記で設計・試作したセンサの生体ファントムモデル実験

高齢小型犬の電気的特性を模擬した生体ファントムモデルを製作した。生体ファントムモデルは小型犬モデルを用いて、モデル内の中綿を生理食塩水で換装し、小型犬の電気的特性を模擬した生体ファントムモデルとした。製作した生体ファントムモデルに尿管としてシリコンチューブを設置し、オスとメスで異なる尿道口位置を模擬した。小型犬では一日の総排尿量が約200ml、排尿回数は10回程度である。従って1回の排尿量を30mlと仮定し、1回排尿量の10%に相当する3ml以下で吸収量を測定できれば、健康状態を観察するためには十分な精度であると考えられた。

(3) 尿失禁を検出する電子回路および無線通信回路の設計および製作

おむつカバーに内蔵した電極で、おむつに吸収される尿量を測定するための電子回路を開発した。まずは、静電容量をある電荷量の充放電回数に変換する電子回路を開発した。さらに、スマートフォンなどの携帯端末の無線機能として広く普及しているBluetoothを用いて、無線で飼い主の携帯端末にデータを伝送する電子回路を開発した。

(4) 尿吸収量評価のための基礎実験

図2に実験システムの概要を示す。電極上部におむつを配置し、20mlずつ水をおむつに吸収させた。開発したシステムでこれを測定し、PCで記録した。測定システムの大きさは60×100×40mm(容量260ml)、重さは約120gであった。

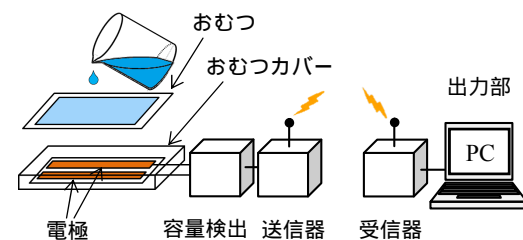


図2 尿吸収量電子回路感度調整のための実験システム

4. 研究成果

(1) 生体ファントムモデルを用いた電極形状の検討

表1に検討した電極の一覧を示す。電極aのサイズは200ml注水時の水の広がりから決定された。電極a,bでは電極全体のサイズを同じにした。電極b,c,dでは電極表面積を同じにした。

図3にファントムにセンサを装着した時の充放電回数の測定結果を正規化したものを示す。すべての電極で充放電回数はおむつの吸収量の増加に伴い指数関数的に減少した。0mlから120mlまでは充放電回数は減少し

た。一方、120 ml から 200 ml ではおむつの吸収量に対する充放電回数の変化が小さくなった。また、電極 d で変化量が最大となった。これらの結果から 0 から 120ml まではある程度の尿吸収量を推定できる可能性が示唆された。

表 1 検討した電極

電極	形状	サイズ [mm×mm]	電極幅 [mm]	表面積 [mm ²]
a	直線	140×150	73	20440
b	楕形	140×150	10	12880
c	直線	140×96	46	12880
d	直線	88×150	73	12880

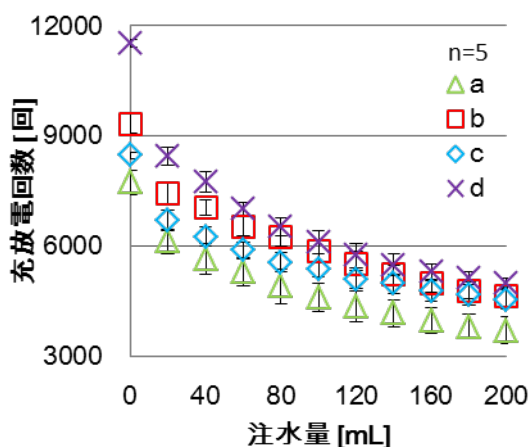


図 3 測定結果

(2) 尿失禁を検出する小型の電子回路および無線通信回路の設計および製作

電極計上の検討で用いた電子回路を 5 ~ 12 kg 程度の小型犬が装着するには負担となる可能性がある。したがって回路の小型化を行った(図 4)。小型化した電子回路の大きさは 50×30×10 mm(容量 15 ml)、重さは約 16 g であり小型犬に装着しても負担のない大きさであると考えられる。測定された静電容量は Bluetooth Low Energy を用いて外部の PC に出力される。

図 5 に出力された静電容量の典型例を示す。結果から少なくとも 20ml の精度で排尿量を検出できる可能性が示唆された。排尿量検知システムとして用いたためには、目標である 3ml の精度まで、さらなる精度の向上と外乱に対する影響の検討を行う必要がある。

今後、おむつを利用している高齢犬の排尿情報がデータベース化されると、疾病の診断や治療に役立つだろう。



図 4 小型化した電子回路

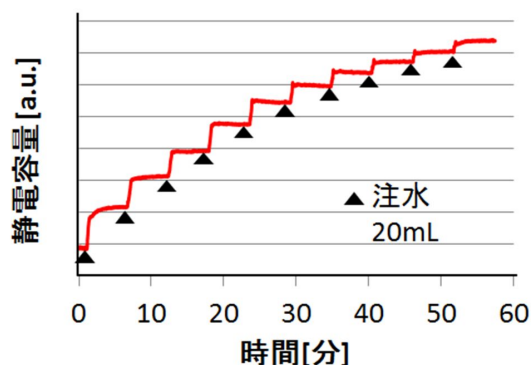


図 5 小型化した電子回路での測定結果

< 引用文献 >

[1] Kazuki NAKAJIMA, Yutaro HAYASE, Keiko TONAMI, Genki YAMAGUCHI, Juhyon KIM, Yuji HIGASHI, Toshiro FUJIMOTO, Development of a Warning System to Detect Urinary Incontinence from Outside of a Diaper using a Reusable Sensor, Advanced Biomedical Engineering, Vol. 3, 2014, pp.80-85.

[2] Kazuki NAKAJIMA, Katsuhisa SEKINE, Katsuya YAMAZAKI, Atsushi TANPO, Yasushi TSUBOSAKA, Juhyon KIM, Kazuyuki TOBE, Masashi KOBAYASHI, Kazuo SASAKI, Involuntary Measurement System for Respiratory Waveform for Prevention of Accidental Drowning during Bathing, Advanced Biomedical Engineering, Vol. 2, 2013, pp. 17-24.

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 1 件)

(1) 山本慎太郎、金主賢、中島一樹、オス犬用尿吸収量評価のためのオムツカバー型センサの開発、査読無、信学技報、vol.117, no.94, MBE2017-16, pp.27-30, 2017

〔学会発表〕(計 4 件)

(1) 山本慎太郎、金主賢、中島一樹、オス犬用尿吸収量評価のためのオムツカバー型センサの開発、電子情報通信学会・ME とバイオサイバネティクス研究会、2017 年 06 月 16 日、札幌

(2) 山本慎太郎、紺野秀士郎、金主賢、中島一樹、オス犬用オムツの尿吸収量評価センサの開発、第 26 回ライフサポート学会フロンティア講演会、2017 年 03 月 10 日~2017 年 03 月 11 日、東京

(3) Shujiro Konno, Juhyon Kim, Katsuhisa Sekine, Kazuki Nakajima、Development of an Electrode for Absorption Volume Evaluation of the Pad Type Diaper to Reduce the Capacitance Change Due to Change in the Posture、u-Healthcare 2016、2016 年 10 月 29 日~2016 年 10 月 30 日、会津若松

(4) 紺野秀士郎、金主賢、中島一樹、介護用オムツの尿吸収量評価を目指した静電容量変化検出方法に関する研究、第 55 回日本生体医工学会大会、2016 年 04 月 26 日~2016 年 04 月 28 日、富山

〔その他〕

・展示会出展

(1) オムツ利用ペットのためのケアシステム実演、富山県ものづくり総合見本市 2017、富山県ものづくり総合見本市実行委員会、2017 年 10 月 26 日~10 月 28 日、富山産業展示館「テクノホール」

(2) スマートおむつカバー (平成 29 年度富山県大学連携加速化プロジェクト事業)、HOSPEX Japan2017、一般社団法人日本能率協

会、2017 年 11 月 20 日~2017 年 11 月 22 日、東京ビッグサイト

・報道掲載

(1) 「富山大、おむつカバー開発 まず高齢犬に」、日本経済新聞 web 版、2017 年 11 月 22 日

(2) 「高齢犬 おむつ替え時を通知」、日経産業新聞、1 面みだし、2017 年 11 月 22 日

(3) 「排尿量測定、無線で通知」、日経産業新聞、7 面、2017 年 11 月 22 日

6 . 研究組織

(1)研究代表者

中島 一樹 (NAKAJIMA, Kazuki)
富山大学大学院理工学研究部 (工学)
・教授
研究者番号 : 50207776

(2)連携研究者

金 主賢 (KIM, Jyuhyon)
富山大学大学院理工学研究部 (工学)
・講師
研究者番号 : 00635146

(3)研究協力者

紺野 秀士郎 (KONNO, Shujiro)
山本 慎太郎 (YAMAMOTO, Shintaro)