

L-29

## 次世代型吸入器向けフォトリフレクタを用いた吸入タイミング簡易測定システムの評価予備実験

### A pilot test for evaluating low-cost system to measure timing of inhalation with photo reflector for next-generation pressurized metered-dose inhalers (pMDI)

○村下陽<sup>1</sup>, 滝島翔太<sup>2</sup>, 戸田健<sup>3</sup>, 中川一人<sup>4</sup>, 伊藤玲子<sup>5</sup>, 丸岡秀一郎<sup>5</sup>, 肥田不二夫<sup>6</sup>, 権寧博<sup>5</sup>

\* Hikaru Murashita<sup>1</sup>, Shota Takihata<sup>2</sup>, Takeshi Toda<sup>3</sup>, Kazuhito Nakagawa<sup>4</sup>, Reiko Ito<sup>5</sup>, Shuitiro Maruoka<sup>5</sup>, Fujio Koeda<sup>6</sup>, Yasuhiro Gon<sup>5</sup>

Abstract: Inhalation timing in using pressurized metered-dose inhalers (pMDI) is essential problem for inhalation treatment, because of uncertainty whether fine MDI particles are inhaled and reached to lung, instead of commonly used oral dosing. A measuring system of the inhalation timing with photo reflective sensor was plototyped, in use of the pMDI was presented. Particle Image Velocimetry measurement is generally used to measure velocity of plume of the fine MDI particles released from inhaler, however it is too much expensive. Thus in this research, a simple and low-cost system to measure the inhalation timing was investigated. Two reflection-type of photoelectric sensors were placed with an interval in a clear container attached to the inhaler. When a canister of the inhaler was pushed once, the photoelectric light output from the photoelectric sensor, reflected in one-puffed medicine particle group. The reflected light then was detected in the photoelectric sensor receipt part. From time difference between the two reflected light detected in the sensor #1 and #2, maximum velocity of a puff of inhaler was measured with 16.2 % error. Maximum velocity of a puff of inhaler with user inhalation also was measured with 16.5% error.

#### 1. はじめに

本研究の対象疾患は、気管支喘息と慢閉塞性肺疾患(Chronic Obstructive Pulmonary Disease ; COPD)である。気管支喘息は、世界で 3 億人の患者がいると言われており、わが国では全人口の 3~6%の有病率であることが報告されている<sup>(1)</sup>。COPD は、日本人の 40 歳以上で 8.6%、患者数は 530 万人と推定されており、WHO は 2020 年には COPD が世界の死因の第 3 位になると予測されている<sup>(2)</sup>。気管支喘息や COPD の治療の基本である吸入療法では、薬剤が吸入器により気管支や肺などの患部に直接作用することから、経口薬に比べ薬効が確実で早く、薬量が少量でかつ短期間で済む<sup>(3)</sup>。また全身への副作用も少ない。しかし、そのためには吸入器の薬剤噴霧とユーザの吸入タイミングの同調が必要である。

在宅吸入器の噴霧薬剤(流体)の速度をフォトリフレクタ(1個 200 円程度)を用いて安価で簡易に測定するシステムが試作されている<sup>(4)</sup>。従来、噴射薬剤の速度の測定には、粒子画像流速測定法(Particle Image Velocimetry, PIV)と呼ばれる高感度のハイスピードカメラを用いた計測法が用いられている。

本研究では、フォトリフレクタを用いた簡易・低コストの吸入タイミング測定システムの評価を行ったので報告する。

#### 2. 方法

図 1 に実験システムの概観を示す。実験システムは、吸入器、フォトリフレクタを取り付けた吸入部、フォトリフレクタから出力される検出値を AD 変換しデジタルデータを出力するマイコン部、マイコン部(Arduino due)から出力されたデジタルデータを取り込む PC 部から成る。2つのフォトリフレクタを 5mm 間隔(sensor1 : 2.7cm, sensor2 : 3.2cm)で設置し、フォトリフレクタそれぞれの噴霧薬剤の検知時間差により、噴霧薬剤の流速を測定する。センサー



(a) whole part of plototyped sytem



(b) Spray part  
Figure1. Experimental system

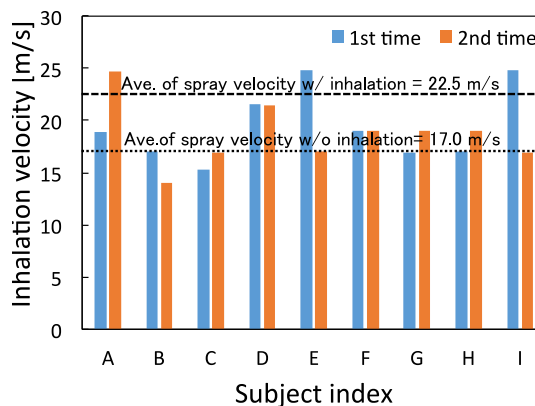


Figure2. Experimental result

1:日大理工・学部・電気 2:日大理工・(院)前・電気 3:日大理工・教員・電気 4:日大生産工・教員・創生デザイン  
5:日大医・教員・内科学 6:日大芸術・教員・デザイン

が最大電圧を測定した薬剤粒子に注目し、噴霧薬剤の速度計測を行った。吸入方法に従い本システムを用いた予備実験を行う。また、1 日目の実験終了時に吸入タイミングが早かったのか遅かったのかのフィードバックにより吸入タイミングの向上を図る。

### 3. 結果・考察

図 2 に、被験者 9 (A~I) の 2 回試行した時の噴霧薬剤の速度計測結果を示す。本システムで計測した噴霧薬剤のみの噴霧速度は 17.0 m / s であった。ここに成人男性の平均吸入速度 5.5m/s を加えると 22.5m/s となり、これが本システムでの理想的な吸引速度 (吸入器の噴霧とユーザの吸入タイミングが一致した時) となる。図 2 から 1 回目に比べ 2 回目の吸入時の噴霧薬剤速度が理想的な速度に近づいた結果となり吸入タイミングの向上が見られた。しかし、1 日目と比較して 2 日目の吸入タイミングが改善されていない結果も見受けられた。これは 1 日目の実験結果のフィードバックを行ったが、2 回目の実験までに約 24 時間空いてしまうことで吸入タイミングの感覚を忘れてしまうことが原因と考えられる。また、吸入時の噴霧薬剤速度が 17.0m/s に満たないデータが見受けられる。これは被験者の吸入時の姿勢が正しくないことや、息を誤って吹きかけてしまっていることなどが原因として考えられる。

### 4. まとめと今後

本研究では、フォトフレクタを用いた簡易・低コストの吸入タイミング測定システムの評価予備実験を行った。実験結果より 1 日目に比べ 2 日目の吸入タイミングの向上が見られたが、改善されていない結果も見受けられた。今後は、被験者の数と試行回数を増やしデータの精度を高め、本システムの有用性を確かめる予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、日本大学学術研究助成金 (No. 社 18-006) 「吸入療法支援のためのクラウド型在宅医療連携モデルに関する研究」によるものである。ここに記して謝意を表す。

### 5. 参考文献

- [1] The Global Strategy for Asthma Management and Prevention, Global Initiative for Asthma (GINA) 2012. Available from: <http://www.ginasthma.org/>.
- [2] A.D.Lopez, K.Shibuya, C.Rao, C.D.Mathers, A.L.Hensell, L.S.Held, V.Schmid, S.Buist, "Chronic obstructive pulmonary disease: current burden and future projections", *Eur Respir J*, 27 (2006), pp. 397–412.
- [3] 山田真之亮, 他, “外来喘息教室における吸入指導後の症状・アドヒアランス及び患者満足度の評価”, *YAKUGAKU ZASSHI*, Vol.131 (2011), No. 11, P.1629-1638
- [4] Shota Takihata, Takeshi Toda, Kazuto Nakagawa, Fujio Koeda, Reiko Ito and Yasuhiro Gon, “A basic study of simple and low-cost system to measure timing of breath-puff timing in using pressurized metered-dose inhalers (pMDI)”, accepted in 24th