粉体の高速搬送のための管式蠕動運動型コンベア

—印刷機用トナーの搬送—

山田 秦之*・吉 浜 舜*・芦 垣 恭 太*

加 藤 弘 一**・中 村 太 郎*

Tubular Peristalsis Conveyor for High-speed Powder Conveyance

—Conveyance of Toner for Printer—

Yasuyuki YAMADA*, Shun YOSHIHAMA*, Kyota ASHIGAKI*,
Koichi KATO** and Taro NAKAMURA*

Powdered materials are often used in various industries. So, low shear and high-speed conveyance with at a low temperature (Heat is not generated) is required. In previous study, we developed a transport device based on the intestinal tract and demonstrated successful transport of the highly viscous and solid-liquid mixed fluids. In addition, it is possible to convey some powder by peristaltic device. In this paper, we developed a tubular peristaltic conveyor that improved shape of the conduit and the chamber for high-speed powder conveyance.

Key Words: soft robotics, pneumatic drive, powder, peristaltic motion, artificial muscle

1. 緒 言

さまざまな形態の粉体が、食品や医薬品、工業製品などなどの最終または中間製品として幅広く扱われる。これら粉体の特徴に合わせて、さまざまな粉体搬送装置が利用されている。それらは、機械輸送、空気輸送、水力輸送に分類される。機械輸送は、ベルトコンベア¹⁾、スクリューコンベア^{2), 3)}や、輸送対象を考慮した振幅や周波数を合わせた振動コンベア⁴⁾がある。空気輸送⁵⁾は、移動させる粉体を別の流体を利用して移動させる方法である。圧送式と吸引式の二通りの輸送方法がある。

このようにさまざまな粉体搬送装置が利用されているが、目的に合致した任意の条件で粉体を搬送できない場合がある。たとえば、印刷機で扱われている粉状の現像剤の搬送である。印刷機は、印刷速度と印刷品質の両立のために、プリンタ内部で現像剤を凝集なく高速に搬送する必要がある。一方で、一般的な現像剤の搬送に用いられるスクリューコンベアでは、スクリューコンベアと壁面間に生じる剪断力⁶⁾やスクリューの高速回転によるモータの温度上昇から粉体に凝集が生じる場

合がある。そのため、温度上昇を抑制するための冷却用クーラント部品⁷⁾を備えた上で、凝集が生じない速度以下での搬送制御が必要となっている。これらは、印刷機の大規模化と価格上昇の要因の1つとなっている。このように、印刷機では現像剤の低剪断力かつ低温での高速搬送技術が求められている。また、このような搬送装置が実現すれば、ほかの分野における高品質化や省エネ化などを目的として幅広く応用が期待できる。

一方、著者らは腸管の小さな力で食塊を搬送する仕組みを規範として、高粘性流体や固液混合流体の搬送が可能な蠕動運動を規範とした蠕動運動型コンベアを開発した^{8)~11)}。これは、空気圧駆動による搬送方法であり、モータなどの発熱部品がなく、低剪断力、低温での粉体搬送と、冷却装置を必要としない小型化、低コスト化が期待できる。これまでに印刷機で用いられる粉体である現像剤の搬送にも成功し、動作周期と搬送量の関係性の傾向を示した¹²⁾。しかし、これまでの蠕動運動型コンベアでの粉体搬送量は、従来のスクリューコンベアに比べ少ない。

本論文では、粉体搬送の高速化を目的として新たに管式蠕動運動型コンベアの開発を行なう。管式蠕動運動型コンベアの押出波長と周期をそれぞれ変更し、それらの搬送量を実験的に確認することで、搬送量を向上させる粉体特性に合致した条件を検討した。実験から、適切な押出波長と周期に設定した管式蠕動運動型コンベアがスクリューコンベアの約6.4倍の搬送量を得られることを確認する。

* 中央大学理工学部 東京都文京区春日 1-13-27

** (株)リコー画像エンジン開発本部 海老名市泉 2-7-1

* Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 1-13-27 Kasuga, Bunkyo-ku, Tokyo

** Imaging Engine Development Division, RICOH Company, LTD., 2-7-1 Izumi, Ebina

(Received January 25, 2017)

(Revised March 7, 2017)

2. 印刷機概要

2.1 印刷機基本構成

印刷機や複写機の画像形成技術の1つである電子写真作像システムを **Fig. 1** に示す.

- 1) 露光部で帯電された感光体ドラム上に静電潜像が形成される.
- 2) 帯電された現像剤が現像ローラに汲み上げられる.
- 3) 現像ローラ表面の帯電されたトナーが、感光体ドラム上に電圧で現像 (転写) されて、画像が形成される.
- 4) 感光体ドラム上のトナーが紙に静電転写される.
- 5) 転写されたトナーが定着部で熱と圧力により紙に固定化して画像が出力される.

2.2 現像装置

現像装置を **Fig. 2** に示す. 現像剤は着色を担うトナー ($\phi 5 \mu\text{m}$, 安息角 40°) と, トナーを運搬する磁性材料から構成されるキャリア ($\phi 35 \mu\text{m}$, 安息角 25°) からなる. 一般的な現像装置は2本のスクリュコンベアを対向させて配置して現像剤を循環させつつ, トナーとキャリアを一定の割合で混合攪拌している. 混合後の現像剤は, 磁性材料から構成されるキャリアが磁石を内部に持つ現像ローラ (マグネットローラ) に磁力で汲み上げられて移動する.

2.3 印刷機の課題

デジタル印刷機は印刷速度の高速化に伴い, 現像剤を搬送するスクリュ回転の高速化が必要である. この際, スクリュの軸受の発熱やスクリュと現像剤の接触による摩擦熱によって凝集などのトナーへのダメージが発生する場合がある. トナーの凝集は印刷時に異常画像が発生することもある. 現在, 現像剤の冷却は空冷方式や液冷方式が存在するが, システムの大型化と高コスト化の要因の1つとなっている. スクリュー

Fig. 1 Electrophotographic imaging system structures

Fig. 2 Overview of a developing equipment

コンベア以外の粉体搬送技術としてダイアフラムポンプがあるが, 比重が大きい磁性粒子の搬送は困難である.

3. 蠕動運動型コンベア

3.1 腸管構造と蠕動運動

腸管の構造を **Fig. 3**¹³⁾ に示す. 腸管には環状筋と縦走筋という2種類の筋層で構成されている. 腸管で環状に配置されている筋肉を環状筋と呼び, 収縮と弛緩を繰り返している. 腸管の軸方向に配置されている筋肉を縦走筋と呼び, 筋肉が収縮することで腸管の軸方向への収縮を行なっている. 蠕動運動とは腸管で食塊を搬送する運動である. 腸管の蠕動運動の概要を **Fig. 4** に示す. 腸管は食塊の接触により, 環状筋が収縮することで食塊を押出す. 収縮後は弛緩し, 元の状態に戻る. この動作を繰り返すことで, 食塊を搬送する運動である蠕動運動を実現している.

3.2 蠕動運動型コンベアの概要

これまで高粘性流体や固液混合流体の搬送に成功した蠕動運動型コンベア^{8)~11)} は, その駆動に必要な印加圧力は非常に小さく, 低圧力による搬送が可能であった. さらに, 現像剤の運搬に成功した粉体搬送用の蠕動運動型コンベア¹²⁾ も同様の特性を有している. これらの蠕動運動型コンベアは, **Fig. 5** に示したユニットを **Fig. 6** のように連結して利用する. このユニットは, **Fig. 5 (a)** のように, 外側に軸方向繊維強化型人工筋肉, 内側にゴム性の管路チューブ, そしてそれを両端から密閉するフランジから構成されている. 2つの管が成す空間であるチャンバに空気圧印加することで, **Fig. 5 (b)** のように, 全長の短縮と内部への閉塞が発生する. この動きを **Fig. 6** のような連続接続した状態で行なうことで, 内管壁の閉塞と全長の収縮動作を混合した蠕動運動を行なう. 蠕動運動には, 押出波長・送り・波数の3つの要素がある. 押出波長は隣接して膨張するユニットであり, 送りは波を伝播させる際に収縮させるユニットの数, 波数はポンプ全体で同時に伝播させる波の数を示す. また, 本論文ではある動作から

Fig. 3 The structure of the intestinal tract

Fig. 4 Peristalsis movement

Fig. 5 A unit of the peristaltic conveyor

Fig. 6 Four units connected within the peristaltic conveyor

Fig. 7 2-1-1 movement of peristalsis conveyance

つぎの動作に移る際の間隔を動作間隔、1つの波が端から端に伝播して、元の動作に戻るまでの動作間を1サイクルと定義する。Fig. 7に動作パターンの例として押出波長2、送り1、波数1の場合(2-1-1)を示す。押出波長が2であるため、ポンプユニットが2つで、1つの波を形成している。送りが1であるため、次動作では、波がポンプ1つ分だけ右に進む。そして、波数が1であるため、この蠕動運動型コンベアには同時に1つの波のみが進行する。この動作の繰り返しで、蠕動運動が形成される。

4. 軸方向収縮の検討

本章では、さらなる搬送の高速化のために、軸方向への収縮動作と内部方向への閉塞動作のどちらの動作を改善することが有効かの指針を得る。そのために、どちらの動作が粉体搬送に対して支配的であるか実験的に確認する。そこで、ス

Fig. 8 Contraction experiment for conveyance measurements

トップを用いることで軸方向への収縮を制限した条件下と軸方向へ人工筋肉で収縮する際の搬送量を実験的に計測し比較した。

4.1 軸方向収縮実験環境

実験装置をFig. 8に示す。本実験ではコンベアに軸方向の収縮を制限するストッパを設置することで、管壁チューブの閉塞動作のみで粉体搬送を試みる。本論文での粉体は、キャリアを用いる。なお、トナーとキャリアの粒子径の差から、現像剤の粉体としての挙動は、キャリアのみでの挙動と対応がとれると仮定して実験する。現像剤とキャリアの搬送性についての比較実験は、キャリアの運搬性の検討後に行なう。粉体の供給は、蠕動運動型コンベアの片端に接続された粉体供給用管路から重力で流し込む。実験開始時には、コンベア管内は空で、粉体供給用管にはキャリアが満たされている。コンベアへキャリアを供給する。各ユニットへの印加圧力は管路チューブが十分に閉塞する40 kPaとした。動作パターンはFig. 4の蠕動運動を模擬したFig. 7の2-1-1パターンとする。測定方法は搬送量が定常状態となった後に、搬送されたキャリア質量を2秒ごとに電子秤(島津製作所 UW6200H)で測定し、単位時間当たりの搬送量を求める。

4.2 軸方向収縮実験結果

軸方向への収縮制限(ストッパ)の有無での搬送量を比較すると変化はほぼ見られなかった(Fig. 9)。しかし、動作間隔が長い場合、収縮制限ありよりもない場合のほうが、搬送量が多いことがわかる。これは、設計的制約で決まっている空気供給経路の形状から、コンベアを完全に開・閉(縮・伸)させるために必要な空気の入出にかかる時間が影響していると考えられる。つまり、収縮に必要な時間が一定時間必要であるため、それを満たす低速の場合のみ、収縮が搬送量の増加に寄与すると予想される。一方で、十分な収縮に必要な空気が得られない高速での駆動時は、その寄与が低下して、代わりに同じ時間内に供給される空気量を管壁の閉塞のみに使える軸方向固定のほうが、搬送量が増加したものと考えられる。このことから、蠕動運動型コンベアの軸方向への収縮よりも管壁チューブの閉塞動作が有効であると指針を得た。さらに、この閉塞動作の周期と搬送量に関係性を見出した。そのため、この閉塞速度にかかわる管路チューブの形状やチャンバ形状の変更によって、高速な粉体搬送を実現できると考えた。

Fig. 9 Conveyance amount per unit of time with conditions of contraction and non-contraction

5. 管式蠕動運動型コンベア

5.1 概要

高速な粉体搬送を目指して新たに管式蠕動運動型コンベアを提案する。外観を **Fig. 10** に、仕様を **Table 1** に示す。管式蠕動運動型コンベアは、内部の管壁チューブが一本に連なっている。そのため、蠕動運動の波動をより連続的に再現でき、搬送物を管路内に完全に隔離できる。内部構造を **Fig. 11** に示す。この管式蠕動運動型コンベアは管路形状を保持するシェーパーリングと管壁チューブを成すゴムチューブ ($\phi 32$ mm)、そして、外壁を成すソケット (アクリルパイプなど) で構成されている。このシェーパーリング形状の調整により閉塞状態を調整し、ソケット長により押出波長を任意に変更できる。また、本論文では、このコンベアの名称を押出波長の長さを含めて表記する。たとえば、押出波長が 50 mm (**Fig. 10**) の管式蠕動運動型コンベアは TPC-L50 と記載する。

5.2 管内閉塞形状と搬送量

従来の蠕動運動型コンベアでは管内閉塞が **Fig. 5** のように 4 方向であった。一方で、**Fig. 12** に示すように、シェーパーリングの形状を変更することで、管内閉塞を 2~4 方向閉塞に任意に設定できる。ここで、非印加時の管壁内側形状と粉体の搬送量の関係を考える。液体と異なり粉体は流動性が低く、凝集や固着が発生するため、管内に完全に充填させての搬送は現実的ではない。そのため、管路の断面積の半分程度の充填率での運用が想定される。この場合、管路底部の面積が広いほど、単位動作あたりの搬送量が増加し、結果的に高速搬送が可能となると考えた。同じ押出波長の場合、この管路底部の面積は、管路断面の底辺長によって変化すると予想できる。すなわち、搬送量はこの底辺長によって変化すると予想できる。従来の蠕動ポンプの管壁は半径 30 mm 円断面状であり、4 方向からの閉塞を促すシェーパーリングを利用した場合、管底長は 23.6 mm である。一方で同半径の管路チューブの断面形状がシェーパーリングを用いて **Fig. 11** のように 3 角形状とした場合、その底辺長は 33.5 mm となる。押出波長が等しいため、3 方向から閉塞する場合は、4 方向から閉塞する場合の 1.4 倍の押出面積となり、多くの粉体を保持し、押出せると予想される。このため、粉体搬送用の管

Fig. 10 Tubular peristalsis conveyor (TPC-L50)

Table 1 Spec of tubular peristalsis conveyor (TPC-L50)

Length [mm]	205
Diameter [mm]	48
Mass [g]	186
Shape of conduit	Triangle

Fig. 11 Unit construction of tubular peristalsis conveyor

Fig. 12 Shaper ring

(a) Normal state (b) Pressurization

Fig. 13 Normal and pressurization state of the unit

式蠕動運動型コンベアは、3 方向からの閉塞形状を採用した。この管式蠕動運動型コンベアの、空気非印加と印加時のようすを **Fig. 13** に示す。

6. キャリア搬送実験

6.1 キャリア搬送実験概要

印刷機用キャリアを用いて、管式蠕動運動型コンベアの粉体搬送実験を行なう。実験に用いる管式蠕動運動型コンベアは 4 つのユニットを有する。印加圧力は管路チューブが十分に閉塞する 20 kPa とした。先の実験とは印加圧力が異なる

が、これは管式蠕動運動型コンベアの構造自体が異なるためであり、閉塞という状態を揃えた結果である。動作パターンは Fig. 7 に示す方法とする。測定方法は 4.3 節と同様として、搬送されたキャリアの重量を測定することで単位時間当たりの搬送量を求める。実験の条件は、提案コンベアの、押出波長を 25 mm, 50 mm, 100 mm の 3 種類とする。さらに、動作間隔 10 ms, 30 ms, 50 ms, 100 ms, 300 ms の 5 種類、合計 15 条件で実験を行なう。また、提案した管式蠕動運動型コンベアの性能の基準とするために、従来の粉体搬送用蠕動運動型コンベア¹²⁾(Fig. 6) の動作間隔 300~1500 ms の搬出量 [g/s] を Fig. 9 のストッパ有を参照する。

6.2 動作間隔周期搬送量

押出波長 50 mm (TPC-L-50) の実験結果を後出の Fig. 15 に示す。動作間隔を短くすることで搬送量が増加する傾向がわかる。これは、単位時間当たりの粉体押出回数の増加に伴うものと考えられる。しかし、10 ms のように、動作間隔が短すぎる場合、管壁が突出する前につぎの動作に移行してしまうため、一度に押し出される搬送量が減少するため、搬送量も低下したと予想する。また、4 か所突出の蠕動コンベアの搬送量である Fig. 9 と 3 か所突出の結果である Fig. 14 の搬送結果を用いて、それぞれの突出形状での最大搬送時の動作間隔での搬送量を比較する。最大搬送量はそれぞれ、4 か所突出は 500 ms の条件 (Fig. 9) に、3 か所突出は 30 ms の条件 (Fig. 14) である。その搬出量は、約 4 倍に増加している。これは、2 つの要因が考えられる。一つは、管路の底面積の増加である。もう一つは、収縮動作の省略した構造で、空気経路が大口径化したため、より高速な動作間隔を実現した効果であると想定される。

6.3 押出波長比較

TPC -L25 の搬送結果を Fig. 15 に、TPC -L100 の結果を Fig. 16 に示した。Fig. 15 を見ると、押出波長が 25 mm の場合は動作間隔が短いほど単位時間当たりの搬送量の増加が確認できる。動作間隔 10 ms では 64.3 g/s の搬送量を示した。つぎに、押出波長 100 mm の結果では、最大搬送量は動作間隔が 100 ms の場合で、約 0.2 g/s となった。これは TPC-L50 や TPC-L25 の搬送量と比べて少ない。粉体搬送中の TPC-L100 の側面図を Fig. 17 に示す。管内チューブが粉体自重によって撓んでおり、搬送に影響を与えたと予想でき

る。本実験時に、徐々にキャリアが管路にたまり、管内チューブの撓みが大きくなることも確認された。これは、Fig. 18 に示す、押出波長 100 mm の単位時間当たりの搬送量が徐々に少なくなっていることからわかる。この結果から、押出波長を短くし単位時間ごとの動作回数を増加させることで、粉体を高速に搬送できることが明らかとなった。押出波長の短縮は閉塞に必要な空気量を減らし、より短い動作間隔で閉塞ができるため、実設計としても実現性が高い。以上の結果を Fig. 19 にまとめた。動作間隔と押出波長を短くし、より細かく管壁を閉塞させると粉体の単位時間当たりの搬送量が増

Fig. 15 Conveyance amount per unit of time as a function of motion interval time (TPC-L25)

Fig. 16 Conveyance amount per unit of time as a function of motion interval time (TPC-L100)

Fig. 17 Tubular peristalsis conveyor (TPC-L100)

Fig. 14 Conveyance amount per unit of time as a function of motion interval time (TPC-L50)

Fig. 18 Conveyance amount of the TPC-L100

Fig. 19 Comparison of conveyance amount per unit of time

加することが確認できる。この本コンベアによる粉体搬送量は、押出波長 25 mm で動作間隔 10 ms の場合に 64.3 g/s である。これは、従来の粉体搬送用の蠕動運動型コンベア¹²⁾の最大搬送量である 2 g/s の 15 倍である。さらに、印刷機や食品、医薬品などで用いられている同直径のスクリーコンベアの搬送量（約 10 g/s）の約 6.4 倍である。

7. 結 言

さまざまな分野で利用される粉体の低剪断力かつ低温度変化での高速搬送を目指し、管式蠕動運動型コンベアの提案と効果検証を行ない、以下の成果を得た。

- 閉塞形状を3角断面とすることで粉体搬送量を増加できることを示した。
- 動作周期と押出波長の双方を短くすることで粉体搬送量が増加する傾向を確認した。
- 同径のスクリーコンベアの約 6.4 倍である 64.3 g/s の搬送量を実現した。

今後の展望として、異なる粒子の乾式混合を行ない、搬送と混合の両立を目指す。印刷機への応用を検討し、本コンベアを用いた現像装置のシステムを構築するとともに空気供給システムを小型化する。

参 考 文 献

- 1) F. Zeng and Q. Wu: A prediction model for the energy consumption of a belt conveyor system based on neural network, 2015 IEEE International Conference on Information and Automation, 1865/1870 (2015)
- 2) K. Sato and M. Kimura: An Analysis of Toner Density on the Two-Component Magnetic Brush Developing Unit with Spiral Screw Agitators, The Imaging Society of Japan, **41-1**, 34/39 (2002)
- 3) G. Hu, J. Chen, B. Jian, H. Wan and L. Liu: Modeling and simulation of transportation system of screw conveyors by the Discrete Element Method, 2010 International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), 927/930 (2010)
- 4) Y. Koike: Precise powder transport devise using ultrasonic vibration, Acoustical Science and Technology, **69-11**, 609/612 (2013)
- 5) T.J. Li, F. Chen, X.D. He, W.S. Chen and Z.Y. Huang: Visualization Experimental Study on Starting Process of the

Absorber Sphere Pneumatic Conveying, 2012 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 1/4 (2012)

- 6) T. Yoshikawa: Characteristics of Screw Conveyor for Construction Machinery, Hitachi Zosen technical review, **62**, 49/55 (2001)
- 7) T. Sugiyama, Y. Fujinuma, M. Nakayama, R. Kitajima, T. Satoh and M. Okamoto: High Speed Digital Full Color Printer RICOH Pro C900, The Imaging Society of Japan, **48-1**, 51/57 (2009)
- 8) K. Suzuki and T. Nakamura: Development of a peristaltic pump based on bowel peristalsis using for artificial rubber muscle, 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, WeCT3.4, 3085/3090 (2010)
- 9) Y. Hirayama, K. Suzuki and T. Nakamura: Development of a peristaltic pump based on bowel peristalsis verification of the basic characteristic considered change of motion patterns, 2011 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, 748/753 (2011)
- 10) K. Saito, Y. Hirayama, Y. Kimura and T. Nakamura: Development of a peristaltic pump based on bowel peristalsis improvement of closing area rates and suction pressure measurement, 2012 IEEE RAS & EMBS: International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics, 949/954 (2012)
- 11) Y. Kimura, K. Saito and T. Nakamura: Development of an exsufflation system for peristaltic pump based on bowel peristalsis, 2013 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, 1235/1240 (2013)
- 12) S. Yoshihama, S. Takano, Y. Yamada, T. Nakamura and K. Kato: Powder Conveyance Experiments with Peristaltic Conveyor using a Pneumatic Artificial Muscle, Proceedings of 2016 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2016), 1539/1544 (2016)
- 13) R. Harada, S. Uchida, A. Suzuki and Y. Sato: *Structure and Function of Human Body*, A. Sato and Y. Saeki (Eds.), 2nd ed. **5**, ch. 6, Ishiyaku Publishers, (2008)

[著 者 紹 介]

山 田 泰 之 (正会員)

2013 年慶應義塾大学大学院理工学研究科環境開放科学専攻博士課程修了。2013 年東京工業大学大学院理工学研究科機械宇宙システム専攻 PD 研究員、慶應義塾大学大学院 SDM 研究科附属 SDM 研究所研究員。2014 年日産自動車(株)入社。2015 年中央大学研究開発機構助教を経て、同大学理工学部精密機械工学科助教。メカニズムとデザインエンジニアリングに着目したハードウェアによる全体最適化を目指す。アシスト装置、移動ロボット、自重補償機構の応用、人工筋肉などのソフトロボティクスの研究開発に従事。計測自動制御学会 SI 部門賞若手奨励賞(2016)。博士(工学)。

吉 浜 舜

2015 年、中央大学理工学部精密機械工学科卒業。2017 年、中央大学大学院理工学研究科精密工学専攻修了。

芦垣 恭太

2017 年，中央大学理工学部精密機械工学科卒業。2017 年より，中央大学大学院理工学研究科精密工学専攻。

加藤 弘一

1984 年東京理科大学理工学部卒業，84 年シチズン時計（株）入社，89 年（株）リコー入社，トナーおよび電子写真作像プロセスの研究開発，電子写真システム設計，新規現像システムの開発に従事。現在，技術企画室にて新規技術の創成を担当。

中村 太郎（正会員）

信州大学大学院工学系研究科博士後期課程が修了。1999 年，秋田県立大助手。2004 年，中央大学理工学部専任講師。2006 年，同大学准教授をへて 2013 年より同大学教授。現在に至る。2012～2013 年までスイス連邦工科大学ローザンヌ校 Visiting Professor。博士（工学）。文部科学大臣表彰若手科学者賞など受賞。人工筋肉や機能性流体などのスマートアクチュエータの開発と制御，および生物を規範としたバイオリボティクスの開発と応用に従事。

////////////////////////////////////