

日本フルードパワーシステム学会
IFPEX2014空気圧セミナー

空気圧の特徴と スポーツ器具への利用

明治大学理工学部 小山 紀

2014年9月18日(木)

媒体としての空気の特徴

(以下の分類は同じことの言い直しである場合も、
数値は大体標準状態での値)

特徴1: 空気は柔らかい

特徴2: 空気は軽い

特徴3: 空気中の音速は遅い

特徴4: 空気は耐環境性に優れる(要らなくなったら捨てられる)

特徴5: 空気は絶えず人に触れている

特徴6: 空気はエネルギー源である

特徴7: 空気は機能性流体である

特徴5: 空気は絶えず人の周りにある物質である

例えば鉄の製錬には高温が必要であり「ふいご」が欠かせなかっただろうが、既に有史時代といわれる紀元前3000年頃の古代メソポタミアの遺跡から鉄片が出ている

鉄の製錬はそれより以前から行われたと考えられている

ヘロン(アレクサンドリア人・生没不明・紀元前後といわれている)による
空気圧技術の記録
(ヘロンの公式「3つの辺の長さから三角形の面積を求める」で知られる)

アレクサンドリアではプトレマイオス一世帝が、多くの書物を収集し写本
を作成させた

ヘロンが書いた図面が現在まで残っている……中には空気圧を使っ
たパイプオルガンの記述がある

古代より空気圧は物の生産だけでなく、人の生活の中で使われた

現在の空気圧の利用分野(1)

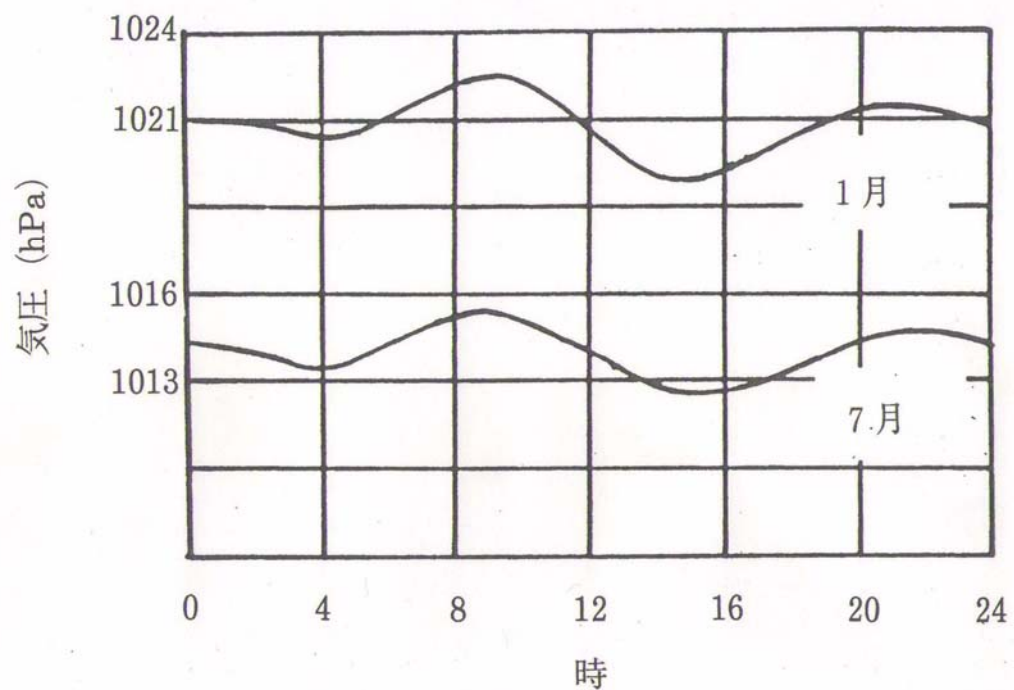
使用区分 業種	用途	製品・開発名・用途概要
機械加工・組立、 設備の自動化・省力化	機械部品加工、組立作業の自動化・省力化のための機械・設備・システム	自動化・省力化システム(機械・電気・空気圧結合)、フォークリフト、ロボット、部品素材供給装置、加工機内蔵部分機能(エアベアリング、エアマイクロメータ、エアセンサ、圧力計、流量計、シリンダ駆動、エアモータ)
金属加工機 (一般工作機械)	工作機械内臓機能、金属加工の補助機能、プレス加工、ネジ・バネ加工、空気工具	エアチャック、エアクラッチ、センタ押し、エアリフト、エアホイスト、エアベアリング、着座確認、清掃、洗浄、計量、プラスチック成型機、金属加工機、包装機、溶接機、ネジ・バネ加工機、計量包装機、ドリル、エアグラインダー、エアガン
鋳物・鍛造	鋳造設備	モールドینگマシン、サンドブラスト、自動成形機、エアハンマー、焼入れ・冷却
半導体・電気部品 加工・組立設備の 自動化・省力化	精密機械加工機、加工・組立、計測用機器、設備・システムの自動化・省力化	レーザー加工機、N ₂ 発生装置、寸法計測、レベル計測、ガス圧送、エアピンセット、素材供給装置、ウエハー浮上搬送、微細パーツの搬送・分離・選別装置、自動マーキングプリント機、自動化・省力化システム(機械・電気・空気圧結合)、
化学工業・塗装関連の設備	防爆非電気設備・システムの自動化・省力化	防爆用自動化設備、ガス圧送、計量器、塗装設備、サンドブラスト、感光剤(フィルム等)の製造設備、タンクローリ充填機、ガソリンスタンド機器、ガラス浮上搬送
繊維、パルプ・紙加工設備	タオル・ストッキング等の製造設備、段ボール、厚紙袋の製造・印刷	工業マシン、エアジェット系送り、洗浄・清浄・乾燥・染色装置、素材送り装置、裁断機、包装機、梱包機、オフセット印刷機、エアブラシ、色刷り
ガス・鉱業掘削、素材製造、陶器製造	建材加工、掘削、鉱石分離、ボイラー燃焼設備・装置、製瓶・陶器製造	研磨機、エアグラインダー、掘削機、ホッパー開閉装置、鉱石分離選別装置、ボイラー燃焼の自動化、製瓶機、洗浄機、表面加工機、ホーミング加工機、上薬吹付機

現在の空気圧の利用分野(2)

土木・建築工業、 木材加工	土木建機、空気工具、建築物 装置、木材加工	コンクリートパイプレータ、パイルハンマー、シー ルドチーソン工事用機器、釘打機、リベッティン グハンマー、モルタル・プラスター塗装吹付器具、 ドア開閉、エアカーテン、プレス、木工機(加工機)塗装、のこ歯潤滑
食品工業	食品製造装置、農産物加工、 二次加工	瓶詰機、ラベラー、自動包装機、液物充填機、計 量包装機、精米機、粉体分離選別包装機、もろ み攪拌・圧送・圧搾機、飲料物攪拌、食物圧搾 機、漬物石の代替加圧、菓子の整形
農業	液葉散布	液葉・肥料散布器、土中液葉注入器、穀殻分離 機、米の保管・計量・包装
薬品製造	医薬品製造装置	薬剤の攪拌・圧送・封入機、設備の自動化・省力 化、薬品包装、印刷機
自動車修理工場 設備	販売修理工場の自動車修理 用設備	整備工場・板金工場の自動化・省力化設備、塗 装・エンジンクリーナー設備、タイヤ充填設備、 エアサンダー、スプレーガン、オートリフト、エア ハンマー、エア攪拌機、室内消臭機
乗物搭載	乗物内臓機能	タイヤ、エアブレーキ、ドア開閉、サスペンサー、 トランスミッション関連(ディファレンシャルロック、 クラッチ制御)、燃料気化器、ディーゼル燃焼シ ステム、水中翼船の翼操作
医療・福祉	病院の医療機器、歯科の医 療・技工機器、介護サービス、 福祉用機器	血圧計、ガス滅菌装置、高気圧治療装置、自動 計数装置、人工呼吸器、バルーン治療、保育器、 歯科診療用ドリル・グラインダー、技工機器、大 腿義足、パワーシステム椅子、リハビリテーショ ン支援ロボット、移乗機、サポートカー
レジャー・サービ ス	スポーツ関係、アミューズメン ト機器、理容機器、美容機器	エアライフル、タイヤ、スキー場人工降雪機、ゴ ルフ場機器修理設備、シューズクリーナー、芝 生育成用土中空気注入器、サンオイルスプレー、 ゴムボート、浮輪、エアマット、フワフワハウス、 ボール空気充填、遊具の空気浮上、遊具のシリ ンダ駆動、エアホッケー、ディスプレイロボット、 遊戯用乗物のエアブレーキ、消臭剤散布器、ヘ アスプレー、皮膚マッサージ、整体器具
その他		皮革・生花・枯木の色付け装置、大気汚染測定 装置、墓石の研磨・彫刻・エアグラインダー、ク リーニング店のプレス機、養魚場の水中空気補 給装置、航空機乗務員用耐G服、ガソリンスタ ンドのリフター

特徴6: エネルギー源としての空気圧

大気圧の変化をエネルギー源に使えるのか



第3図 東京における気圧の日変化
(文献(7)から、小山が図を書き直したもの)



空気圧アクチュエータ
は「中身が空っぽ」
(ここでは褒め言葉)

空気圧を利用した歩行支援装具を二酸化炭素ガスで駆動したら
(小山らによる)

特徴7: 空気は機能性流体である

(機能性流体: 外界からの作用により性質が変わり, その性質変化が工学的に利用できる流体)

空気は外界からの作用により

○体積変化を生じる

(温度に対する体積変化率は水の約18倍)

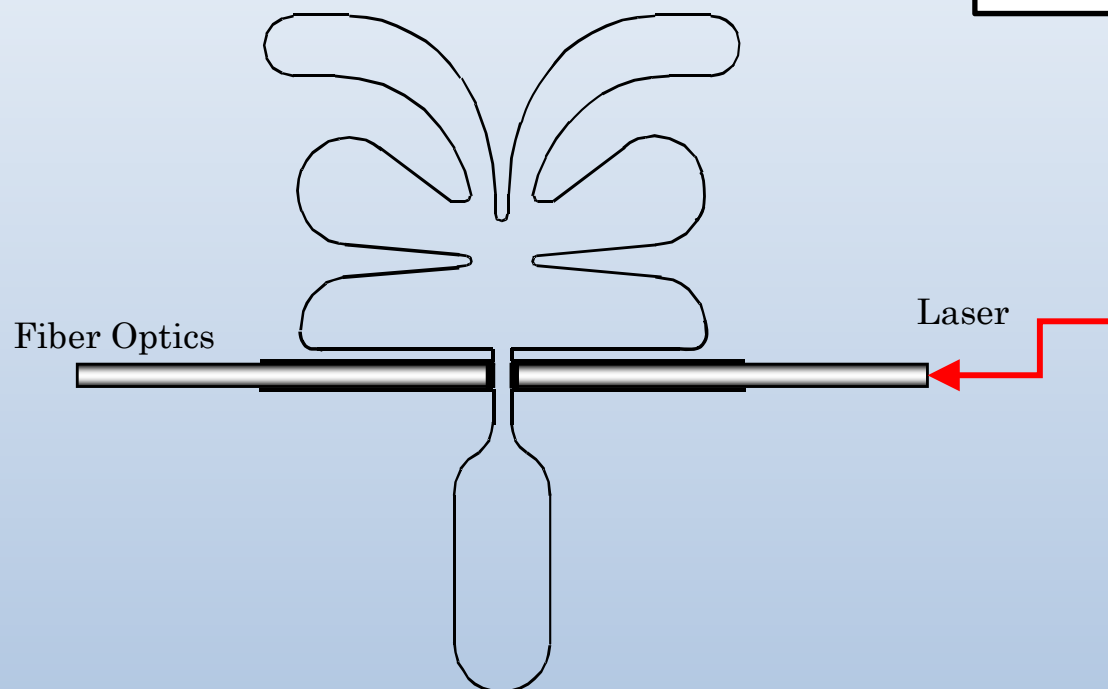
○粘性変化を生じる

(温度に対する粘性変化は水より少ない, ただし変化の方向は逆)

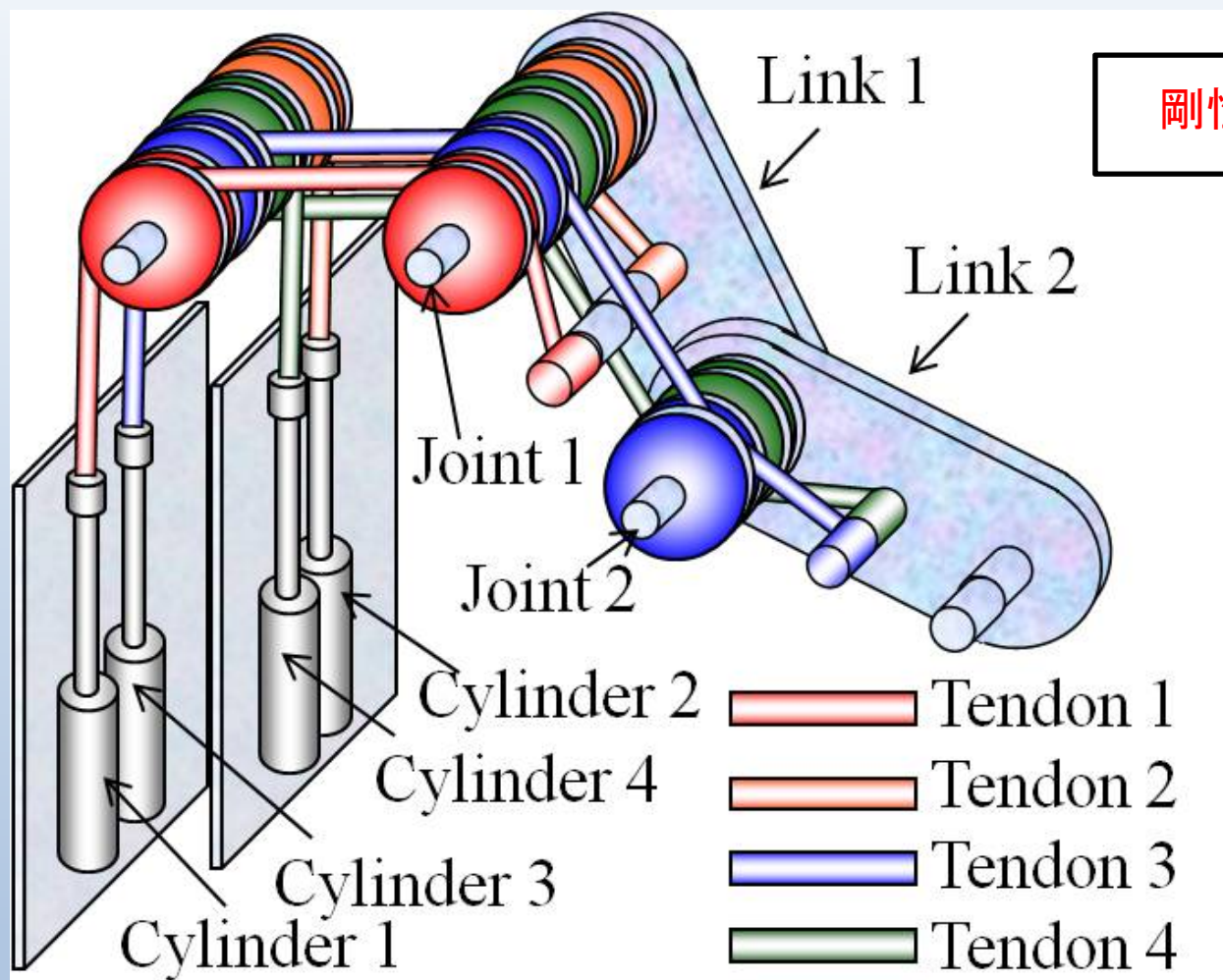
○剛性変化を生じる

そして仮にこれらの変化が小さくても, 空気質量が小さいため, 空気の運動には十分な作用を与えることができる

粘性変化の利用



光の吸収熱による粘性変化を利用した光流体変換器
光強度に比例する圧力を発生する
(山本 圭治郎氏, 小山らによる)



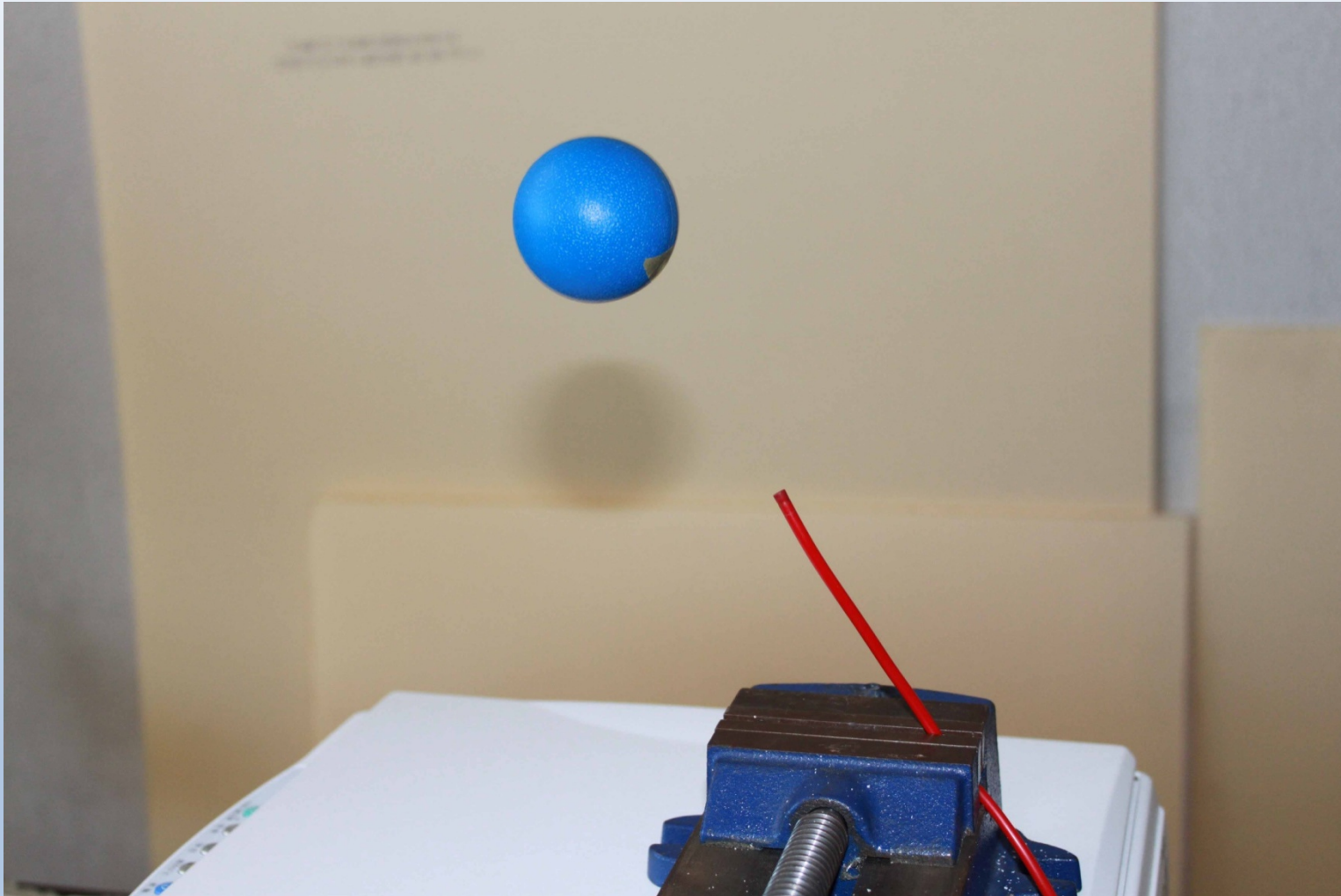
剛性変化の利用

空気の剛性変化を利用した介護用アーム
 アーム姿勢位置に無関係に関節の固さが変えられる
 (小山らによる)

再度特徴5: 空気は生活環境を覆う唯一の物質

空気でなければならぬできないことがある

例えば、空中に物体を浮遊させることを「魔法」を使わなくてもできる

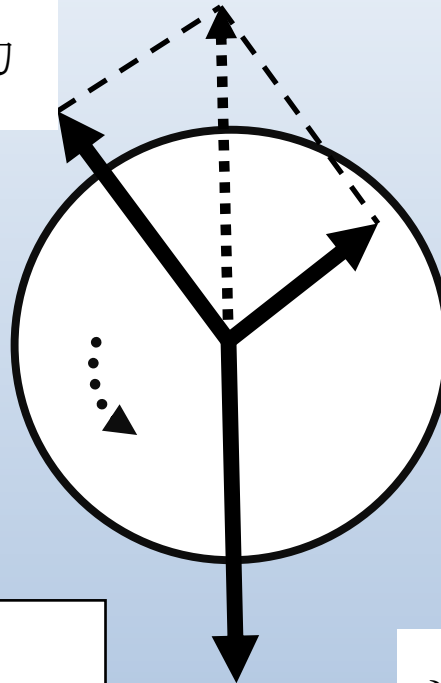


斜め下からのジェットで浮遊した玉

揚力と抗力の合力

抗力

揚力



重量

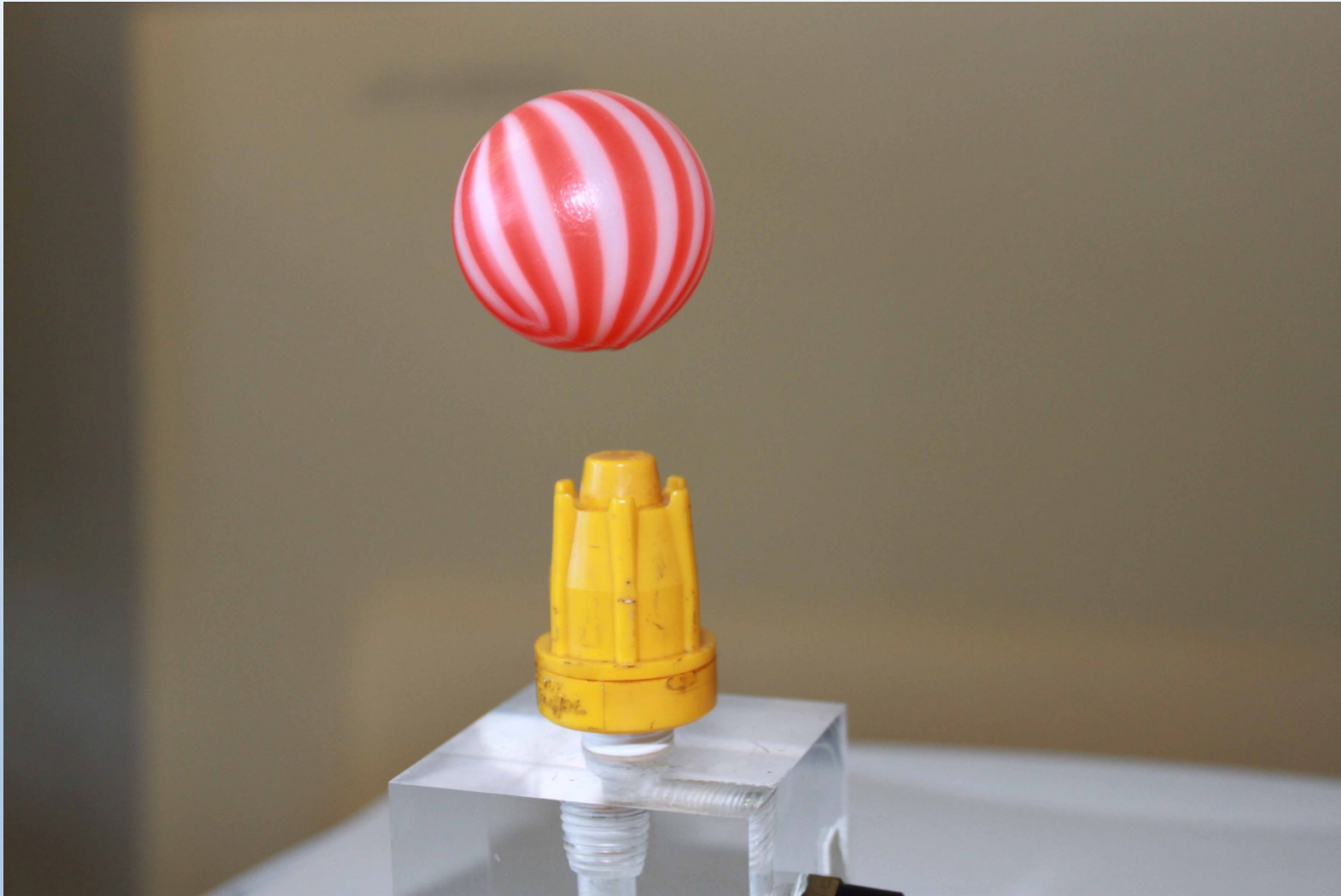
ジェット

球は
勢いよく
回転する

空気圧のスポーツ関連器具・ 遊具への利用例

エアライフル、タイヤ、ゴムボート、浮輪、ボール空気充填、エアマット、スキー場人工降雪機、ゴルフ場機器修理設備、シューズクリーナー、芝生育成用土中空気注入器、サンオイルスプレー、フワフワハウス、エアホッケー、遊具の空気浮上、遊具のシリンダ駆動、エアホッケー、ディスプレイロボット、遊戯用乗物のエアブレーキ、消臭剤散布器、ヘアスプレー、皮膚マッサージ、整体器具、トレーニング器具

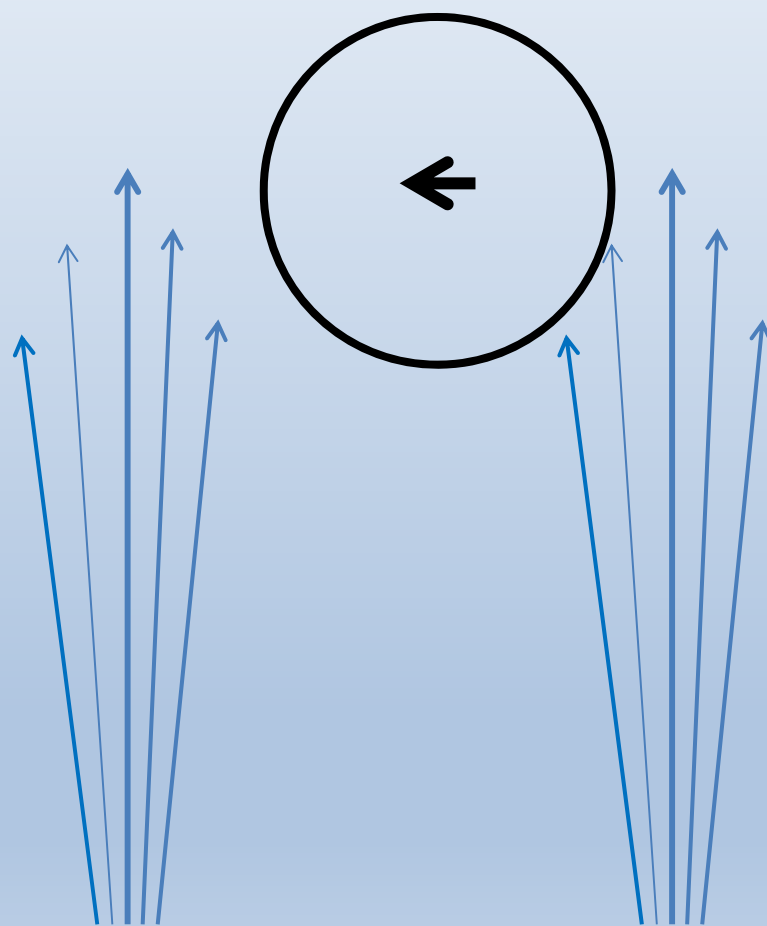
スポーツ器具ティーバッティングマシンの
開発事例



玩具「吹上げパイプ」による玉の浮遊



吹上げパイプのノズル部分



玉が左右にずれると
押し戻される

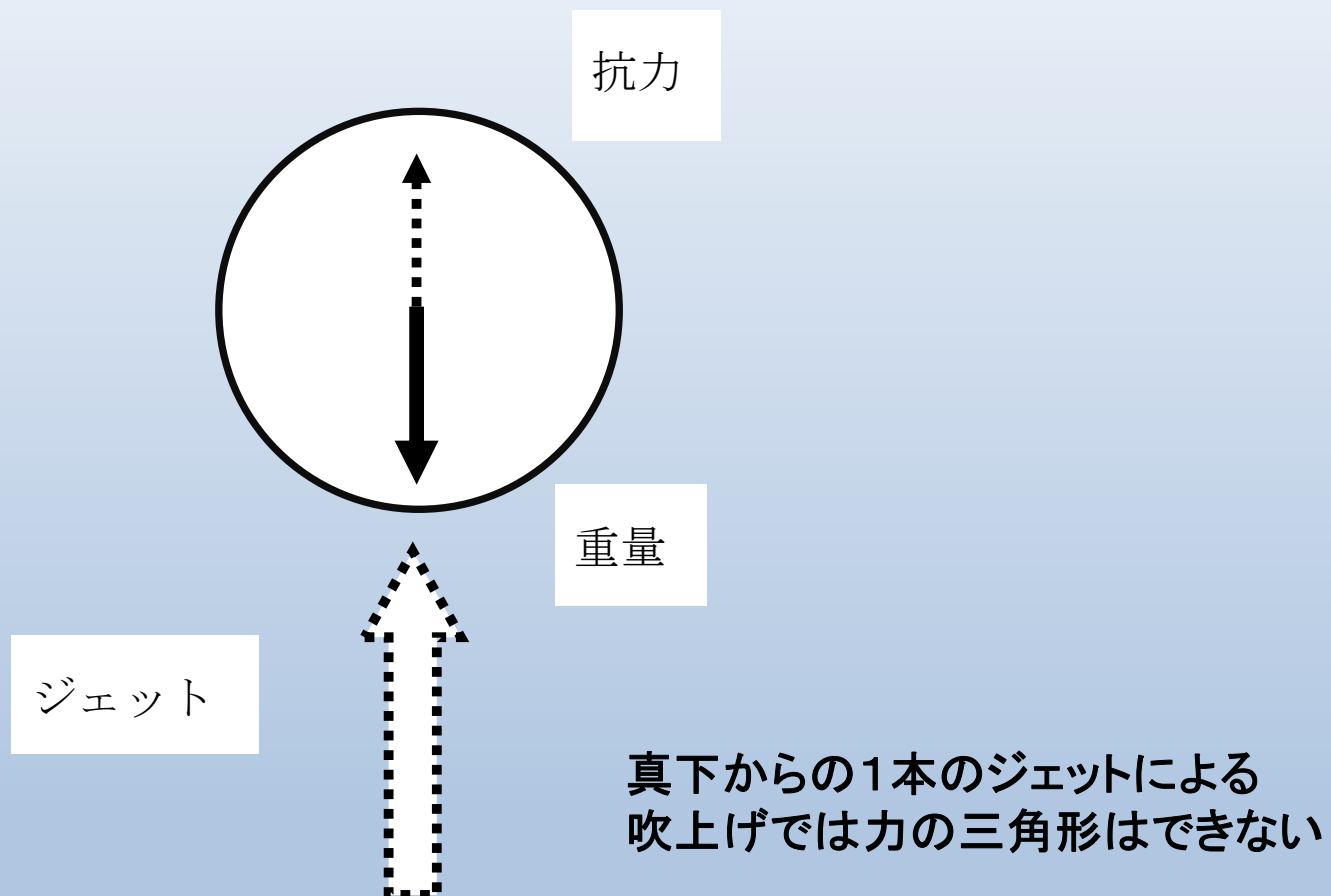
それぞれの穴からのジェットは
広がりながら上に進む

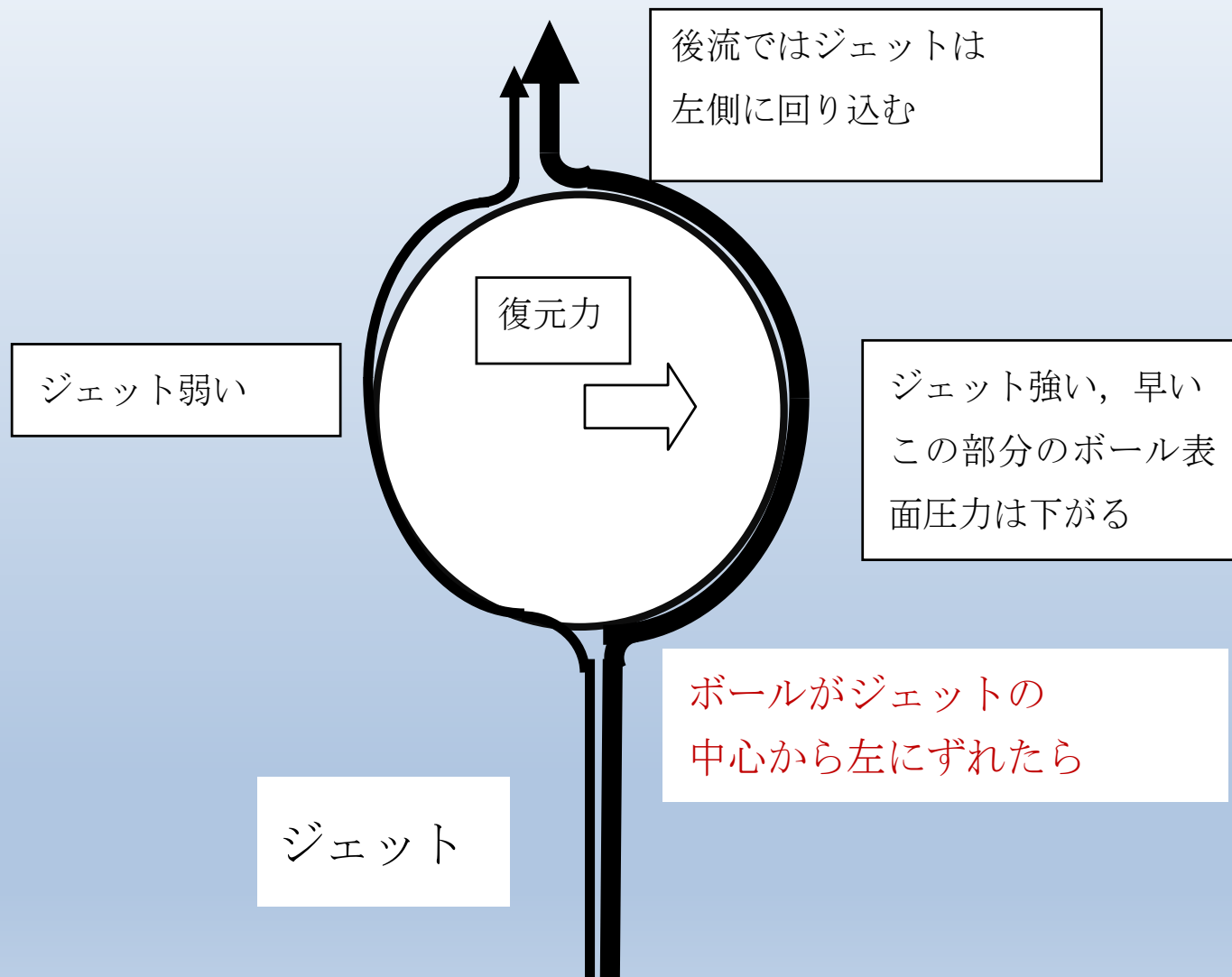
玉の周りを環状にかこむジェット

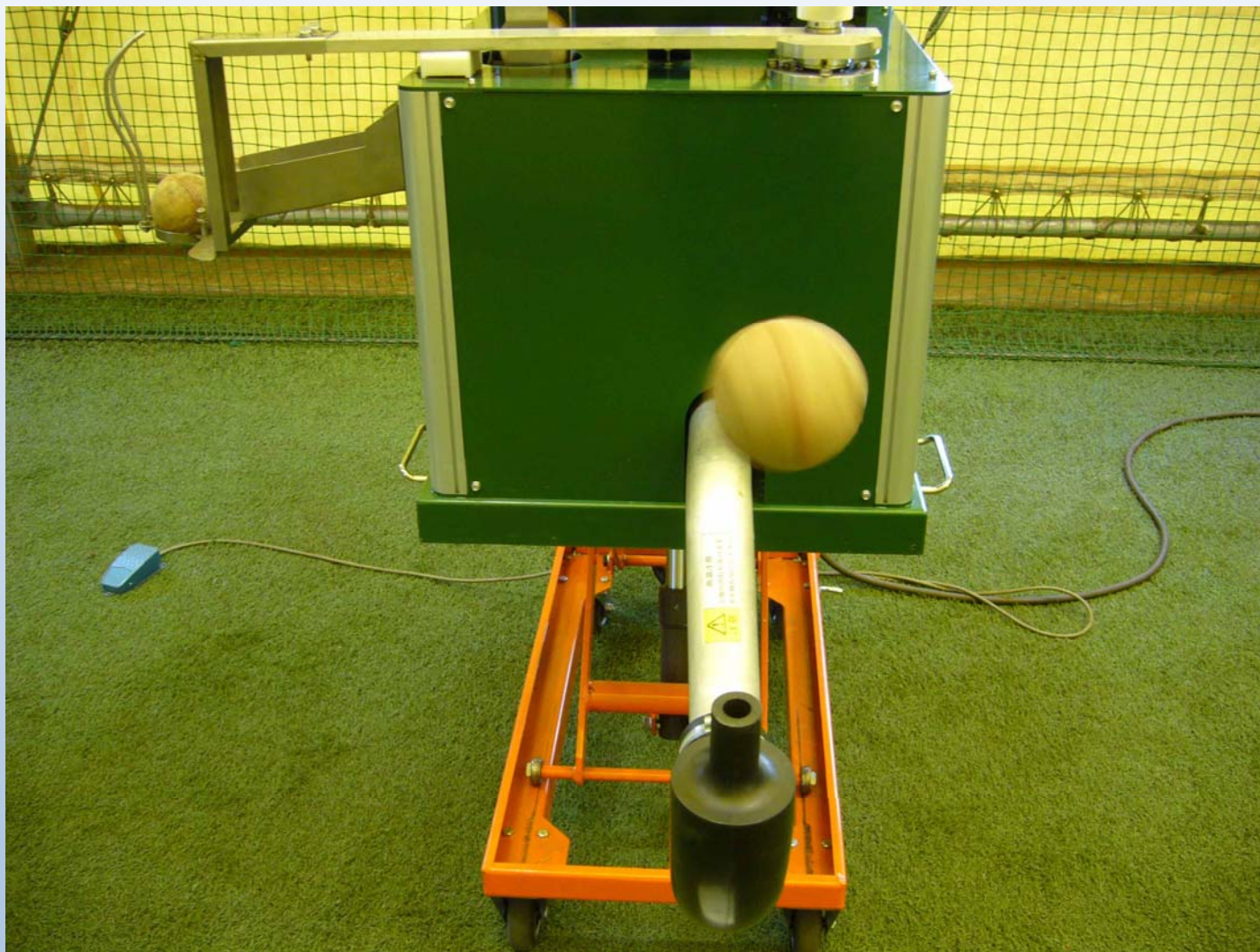


硬式野球ボールの
重さは約**145g**

吹上げの玉は**2g**







空気のジェットで硬式野球ボールを浮遊させたところ
(写真提供: (株)エム・アール・コーポレーション)



ティーバッティングマシンを使って打撃を楽しむ
(写真提供: (株)エム・アール・コーポレーション)