

# 空中での動的な軌道変化が可能なボールの開発

市川 卓\*<sup>1</sup> 小池 英樹\*<sup>2</sup> 野嶋 琢也\*<sup>3</sup>

## Development of the motion controllable ball

Takashi Ichikawa\*<sup>1</sup> Hideki Koike\*<sup>2</sup> and Takuya Nojima\*<sup>3</sup>

**Abstract** Balls have been developed and used for various sports and many games from ancient times. In recent years, the progress in interactive technology enable us to develop nontraditional balls, which are equipped with various sensors and LEDs. Those balls can change its color or generate various sound based on the sensory information installed on the ball itself. In those systems, balls are thought to be merely a visual an acoustic media. However, the motion of the ball can be another interactive media. For example, a curve ball indicates certain kinds of strategy of ball users. In this research, we aim at the development of the ball which can change the orbit dynamically. In this report, we suggest applications and introduce a prototype.

Keywords : ball, interactive, air pressure

### 1. はじめに

近年、ボール型デバイスを用いたインタラクションに関する研究が盛んに行われるようになってきている。<sup>[1][2]</sup>これらは、ボールの内部に加速度センサやLED、スピーカーといった電子機器を搭載して利用する事で、従来のボールには無かった新たなインタラクションを可能にするデバイスとなっている。

例えばボール型デバイスに関する先行研究としては、出田らの「跳ね星」<sup>[1]</sup>が挙げられる。これはボールの運動データを内部のセンサで取得し、そのデータに対応してボール内部のLEDを発光させ、ボールの色を変化させる、というものである。また、ボール型のデバイス作品としては、クワクボリョウタの「ヘブンシード」<sup>[2]</sup>が挙げられる。これはボールの運動データを内部のセンサで取得し、そのデータに対応した音をボール内部のスピーカーから流す、というものである。

しかし従来の研究の多くはボールの発光や音声出力といったような、視覚や聴覚に関する効果を狙ったものがほとんどであった。

そこで本研究では、よりインタラクティブなボールの開発を目指し、運動中のボール軌道の動的変化が可能なシステムの提案を行う。

### 2. 軌道変化を伴うボール

軌道変化を伴うボールの例としては、野球における変化球が挙げられる。変化球の存在はバッターとピッチャーとの間に心理的な駆け引きを

生み出し、野球をより面白いものになっている。しかし、変化球を生み出す要因である空気力学的な要素は主に球速に依存する為、球速が遅い場合には大きな軌道変化を生み出す事が出来ない。また、所望の軌道変化を実現する上では一定の訓練が必要であり、容易に身につける事が難しい。その為、ボールの軌道変化は限られた状況下でしか起こり得ないのが現状である。

そこで本研究では、上記の制約に捕われず、容易にボールの軌道変化を行う手法を提案する。また、ボールの軌道変化を行うにあたって、想定されるボールの使用環境や球速等の条件はシステム構築に大きな影響を及ぼす。例えば地上を転がるボールを想定した場合、接触面との摩擦やボール自身の回転を考慮したシステムを構築する必要が生じる。そこで本研究では特に、より拘束条件が少なく、ボールの制御がし易いと考えられる、「空中にある低速なボール」の軌道変化を行う為の手法について提案する。

この手法を確立する事により、様々な場面でボールの軌道変化を行う事が可能となり、戦略性を持った新たなスポーツの創造やエンターテインメント分野への応用が期待される。以下にその例を示す。

#### 2. 1 ボールの軌道変化を伴うドッジボール

ドッジボールは内野と外野に分かれ、敵陣地のプレーヤーにボールを当てるスポーツである。プレーヤーは敵陣地を通して内野-外野間でパスを行う事が出来るが、敵陣地を通過しているボールの軌道を変化させる事で、敵陣地内のプレーヤーに予期せぬタイミングでボールを当てる事が出来る。さらに軌道変化量や回数に一定の制限を行う事により、より戦略性の高いドッジボールの実現が可能となる。

\*<sup>1</sup> 電気通信大学大学院 ichikawa@vogue.is.uec.ac.jp

\*<sup>2</sup> 電気通信大学大学院 koike@acm.org

\*<sup>3</sup> 電気通信大学大学院 nojima@computer.org

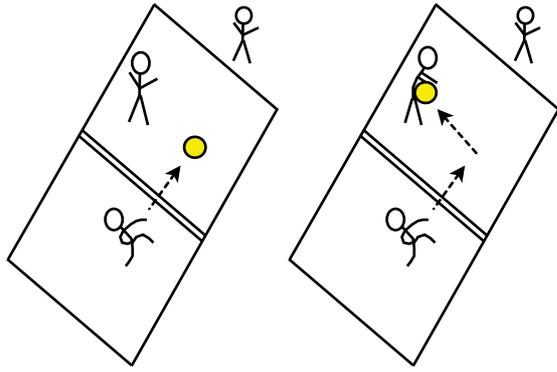


図1. ボールの軌道変化を伴うドッジボール

## 2. 2ボールジャグリングへの応用

ボールを用いたパフォーマンスの一つとして、ボールジャグリングが挙げられる。ボールジャグリングは複数のボールを投げ上げ、落下してくるボールをキャッチする事で行われるが、その過程でボールの軌道変化を行う事によって、より高い自由度や意外性を持ったパフォーマンスを演じる事が可能となる。

## 3. システムの試作

本研究では、空中に投げ上げたボールの軌道変化を行う為の手法として、ボール内部のタンクに蓄えられた圧縮空気の噴射圧の利用をまず試みる。

タンクへの空気の注入及びタンクからの空気の噴射は、共にタンクの注入口から行う。また、注入口には弁が取り付けられており、弁の開閉を切り替える事で、タンク内への空気の注入及び保存、そして空気の噴射を行う。デバイスのシステム構成を図2に示す。

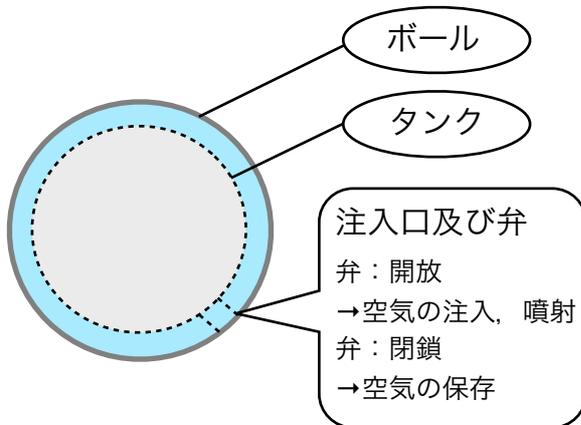


図2. システム構成

## 4. デバイスの試作及び予備実験

上記のシステム構成によるボールの軌道変化が可能かどうかを確かめる為、デバイスの試作を行った。ボールには直径50cmの塩化ビニル製ビーチボール、タンクには市販の1.5Lペットボトルをそれぞれ使用した。また、弁にはペットボトルロケット用のエアバルブを使用した。デバイスの試作機を図3に示す。



図3. デバイスの試作機

この試作機を用いて、予備実験としてボールの飛行距離の測定を行った。タンク内に十分な空気を注入したボールを、仰角45°で圧縮空気の噴射圧を用いて飛ばした結果、飛行距離はおよそ2mであった。これは圧縮空気のみによる飛行であり、実際にはこれだけでも複数回の軌道変化には十分な量であると考えられる。この結果から、タンク内の空気の噴射によりボールの軌道変化を行う事が出来る可能性が示唆された。

## 5. おわりに

本論文では、空中で動的な軌道変化を行うボールについて、使用例の提示及びシステム、デバイスの試作を行った。また、予備実験により、提案手法を用いたボールの空中での軌道変化の可能性を確認出来た。今後は弁の制御を行い、遊具として使用可能なシステム構築を目指す。

## 参考文献

[1] 出田修, 佐藤俊樹, 間宮暖子, 芝崎郁, 中村潤, 児玉幸子, 小池英樹: 跳ね星: 電子機器を組み込んだデジタルスポーツ用ゴムボールの開発, WISS2008, 2008

[2] vector::scan : <http://www.vector-scan.com/>