

## 1. はじめに

野球ではピッチャーの投球速度を、スピードガンを用いて表示します。それと同様に、卓球競技のサーブにおいて、『只今のサーブは、右斜め下回転、回転数は80rps、球速は10km/hでした』などと表示することができたら、卓球競技を、会場の観衆やテレビの前の視聴者にとって、より魅力あるものにすることができるのではないかと考えました。

そこで、私たちは、2台のハイスピードカメラを用いて、卓球のサーブにおけるピン球の回転の種類・回転数・球速を3次元で自動計測し可視化する卓球サーブ3次元計測表示システム『ピンポン・レボリューション』（以下「本システム」）を開発しました。 図1 システムのイメージ



## 2. 本システムの概要

### 2.1 システム構成

本システムは、図2に示すように、卓球台の両サイドに設置した2台のハイスピードカメラおよび画像処理用PCで構成します。プロコン用には、ミニ卓球台とハイスピードデジカメを用いた、省スペース・低コストのプロトタイプシステム（図3）を開発しました。

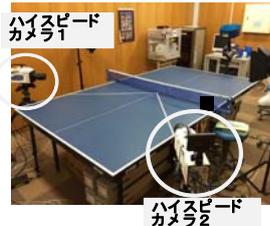


図2 システム構成



図3 プロトタイプシステム

### 2.2 システムの機能

選手の打ち出す両方向のサーブの回転の種類（10種類、図4）、回転数（rps）および球速（km/h）を、ピン球のイラストを使ってPC画面に表示します。



図4 回転の種類（10種類）

## 3. ピン球の回転の検出方法

2台のハイスピードデジカメを用いて、ピン球の回転における回転軸・回転方向・回転数・球速を動画像処理により自動計測します。

### 3.1 座標軸・回転軸・回転方向の定義

図5のように、x、y、zおよびx'、z'軸を定義します。あわせて、回転軸・回転方向も定義します。

プロトタイプシステムでは、図6に示すように、ピン球のロゴマークを黒く塗りつぶして、画像処理を容易にしました。

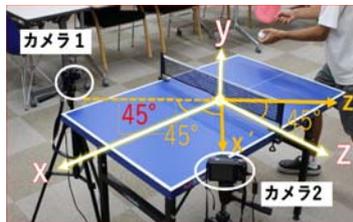


図5 座標軸定義



図6 ロゴマークの認識

### 3.2 画像処理によるピン球の検出

ピン球とそのロゴマークを検出するとともに、ピン球とロゴマークの中心座標を求めます。

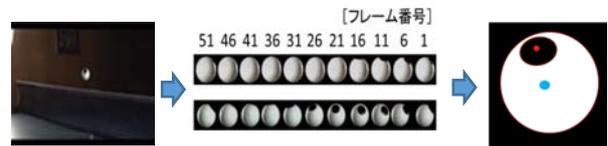


図7 画像処理によるピン球の検出

### 3.3 回転軸の求め方

ロゴマークの中心座標の平均値とピン球の中心座標を結ぶことにより回転軸を求めます。

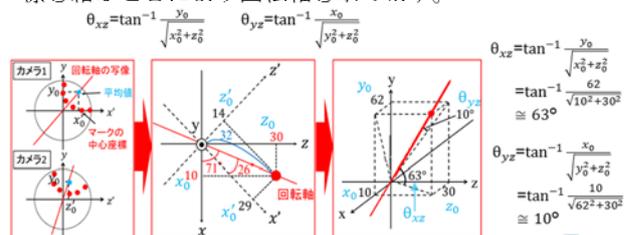


図8 回転軸の求め方

$$\text{回転数} = \frac{\text{撮影速度}}{1 \text{ 回転のフレーム数}} \quad \text{球速} = \frac{\text{距離}[\text{m}]}{\text{フレーム総数}} \times \text{撮影速度} \times 3.6 [\text{km/h}]$$

## 4. まとめ

プロトタイプシステムの撮影速度は、解像度の確保のために240fps（512×384px）としました。この撮影速度では、50rpsを越えるような高速回転には対応できません。また、リアルタイム処理を行うためには、専用の機器（楸ナックイメージテクノロジー製MEMRECAM n-Box）が必要となります。