第77回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集 (2016 朱鷺メッセ (新潟県新潟市))

レゴ NXT を用いた極座標レコーダの開発

Development of polar coordinate recorder using LEGO NXT

新居浜高専[1]，都立目黒高校[2]

○上杉 勇太[1]，青山 友幸[2]，福田 京也[1]

National Institute of Technology, Niihama College[1], Tokyo Metropolitan Meguro High School[2]

°Yuta Uesugi[1] , Tomoyuki Aoyama[2], Kyoya Fukuda[1]

E-mail: fukuda@ect.niihama-nct.ac.jp

[はじめに]

量子力学において、水素原子のようなクーロンポテンシャル中の電子に関するシュレーディンガー方程式は、解析的に解くことができる。その際、デカルト座標系（x,y,z）を球面座標系（r, θ, ϕ）へ変換して解くことが一般的である。得られた波動関数の絶対値の 2 乗が電子の確率分布を表すが、初学者にとって $\sin\theta$ や $\cos\theta$ を含む球面調和関数の 2 乗の極座標分布を正確に理解することは容易ではない。我々は理科教育教材応用の観点から、これまでに汎用樹脂ブロック部材（LEGO ブロック及び NXT）で構成した光学実験システムを提案し、LEGO 分光システムの開発について報告した[1,2]。その構成要素として X-Y レコーダを開発したが、今回新たに LEGO 極座標レコーダを開発し、座標変換の意味を直感的に理解できる教育支援ツールとしての用途を提案する。

[実験]

Fig.1 に極座標ペンレコーダの概略を示す。主な構成要素は、記録紙を 360° 回転させるサーボモータ 1、直線方向にペンを動かすサーボモータ 2、各サーボモータを制御するため NXT の 3 つである。

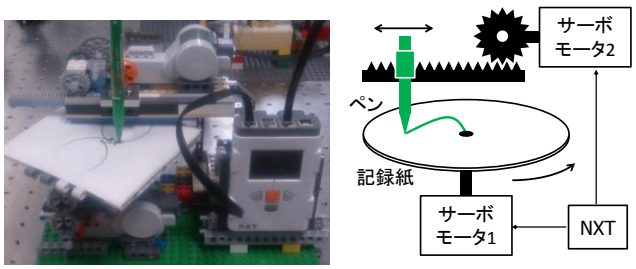
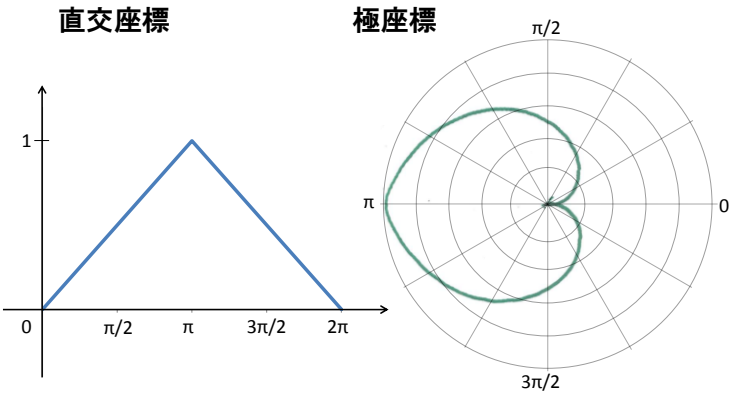


Fig.1 Experimental setup

NXT を介してプログラムを実行することで、サーボモータ 1 は記録紙を一定速度で軸回転させる。サーボモータ 1 の動作と並行して、記録紙の回転角に応じた任意関数を NXT で計算し、その値をサーボモータ 2 の回転出力とする。モータの回転運動をペンの直線運動に変換し、関数値をプロットする。

[結果・考察]

動作確認のため、Fig.2(a) のような直交座標関数を入力とした場合の、極座標レコーダの描画結果を Fig.2(b) に示す。記録紙の回転中心は描画の始点（原点）である。回転角 π で最大値を取り、2π で再び原点に戻るハート型の図形が得られ、今回の描画結果は理想的な形とよく一致した。



(a) 入力関数　　(b) 極座標レコーダ出力

Fig.2 Experimental results

開発した極座標レコーダは、記録紙自身が軸回転すること、ペンは単に動径方向に直線移動するだけであることが特徴であり、この動作の組み合わせで極座標表示の関数をリアルタイムで観察できることに大きな教育的意味がある。初学者はこの動作を目の当たりにすることで極座標形式のグラフの意味を正しく理解できると考える。

[1] 黒田航 他：秋季第 74 回応用物理学会講演会 17a-P2-5 (2013)

[2] 黒田航 他：秋季第 75 回応用物理学会講演会 18a-PB2-11 (2014)

LEGO、MINDSTORMSNXT は LEGO 社の登録商標

© 2016年 応用物理学会