

## 遊び手の操作に反応するメカトロ積木のデモ実験実施とその考察

札幌市立大学 ○鈴木悠平, 千葉大樹, 三谷篤史

## 要 旨

筆者らは、木製のブロックにメカトロニクスシステムを組み込んだメカトロ積木を開発している。これは、積み木遊びの操作に反応して、遊び手に働きかけを行うインタラクティブな積み木である。これまでに、「回転させると光り出す積み木」、「ある面に光を当てると別の面から光が出る積み木」を開発してきており、今回新たに「ある面に光を当てると音を鳴らす積み木」を開発した。本発表では、これらの積み木を用いて、4月下旬に実施したデモ実験の詳細とその考察を述べる。

## 1 はじめに

積み木遊びは、ブロック操作に伴う手指の訓練の他に、他人の遊びを見る観察力、またそれを真似ようとする学習能力、複数の遊び手による共同作業を通じた社会性や協調性など、子供にとって多くの知育的側面を持っている [1]。積み木遊びをモチーフに、メカトロニクスと組み合わせることで、創造性と知育性を高めた玩具(メカトロ玩具とする)が開発されている [2, 3, 4]。一般に、メカトロ玩具の外観、すなわち子どもが触る部分には合成樹脂が使われている。これらは軽量、高剛性、高硬度といった特長を持つ反面、重量感が無く質感が画一的であり、暖かみがないという欠点を有している [5]。すなわち、積み木の知育的側面に着目した玩具はあるものの、「木」という天然素材の持つ感性的側面 [6] における優れた特性は有効に活用されていない。本研究では、木製のブロックにメカトロニクスシステム(メカトロ部品とする)を組み込み、「積み上げる」「回転させる」「差し込む」といった遊びに伴う積み木の操作に反応して、積み木から遊び手に働きかけを行うメカトロ積み木<sup>1</sup>を開発している。

これまでの研究開発において、「ティルトスイッチにより積み木の回転操作を検出し、光を発する積み木(タイプ A)」(図 1(a))と、「明るさセンサにより LED の光を検出し、別の面から光を出す積み木(タイプ B)」(図 1(b))を開発してきた [7]。さらに、汎用積み木パーツの開発とメカトロ部品の改良により、新たに「明るさセンサにより LED の光を検出し、音を鳴らしたのち、別の面から光を出す積み木(タイプ C)」(図 1(c))の開発に至った。本発表では、これら 3 種類のメカトロ積み木を用いて 4 月末に実施したデモ実験とその考察を述べる。

## 2 メカトロ積み木の詳細

メカトロ積み木の内部には、制御用マイコンとしてマイクロチップ製 PIC16F819 が搭載されたメカトロ部品が組み込まれている(図 2)。積み木の外観(図 3)は一辺が 48mm の立方体であり、メカトロ部品を組み込むための溝掘りが施された 2 つのパーツにより構成される。各面の中央には穴がもうけられており、外部から投入された光の検知や、内部に搭載された LED 光の出力を可能にしている。また、2 つの積み木パーツの連結には、四隅に取り付けられたネオジウム磁石を用いている。メカトロ部品は、メイン基板、電源基板、および拡張基板から構成され、それぞれ PCB コネクタにより連結されている。メイン基板には、PIC16F819 の他に、インタラクションの基礎となる CdS 光センサと LED を搭載している。またメイン基板と拡張基板間は、PCB コネクタを介して電源および 8 本の信号線が連結されている。これらの信号線は、拡張基板に搭載されている機能に合わせてデジタル入

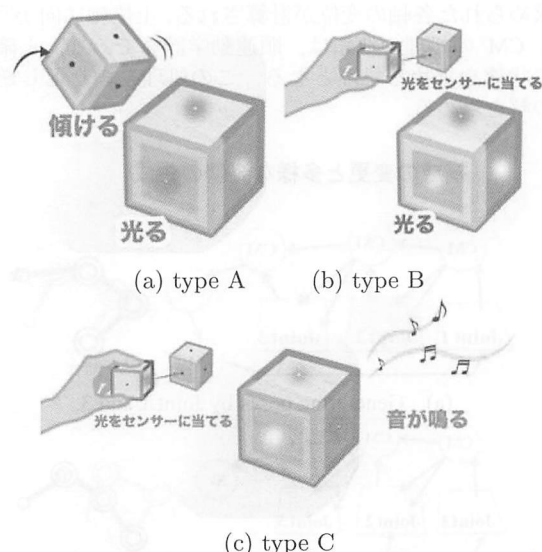


Figure 1 Three types of the mechatronic-system embedded building block

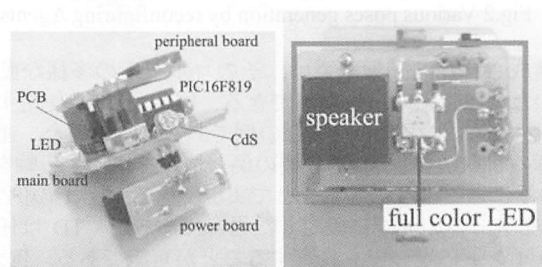


Figure 2 Mechatronics system for the "Mechatro-tsumiki"

出力(DIO), アナログ入力(ADC), PWM 出力として使うことができる。図 2(b)は、フルカラー LED およびスピーカを搭載した拡張基板である。

## 3 発音機能の付加によるメカトロ積み木の遊び方

これまでの研究においては、タイプ A および B の作用により、「積み木を回転させると光が出る」、「特定の穴に投光すると別の穴から光が出る」といったインタラクションが実現できた。これに音の出るタイプ C が加わることで、遊び方のバリエーションを広げることができる。想定される遊び方としては、まず「音の伝播遊び」が挙げられる。タイプ C の積み木は、光センサに光を受けると一定のメロディを出力した後、LED を点灯させる。この LED の先に同タイプの積み木を置けば、同様に光を受けて音を出力し、LED を光らせる。これを繰り返していけば、次から次

<sup>1</sup>特許出願中：知育用メカトロ融合型木製積み木(特願 2011-234415)

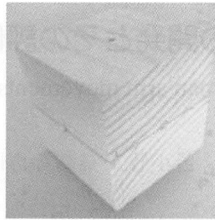


Figure 3 Appearance of the building block

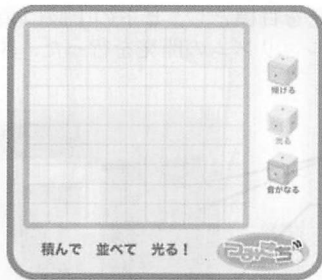


Figure 4 Playing mat to afford to put the building blocks in

へと音を伝播させていくことが可能となる。これの応用として、ある曲の1フレーズずつをそれぞれの積み木にインストールしておけば、正しく積み木を並べることで「曲の演奏」が可能になる。また、音出力の終わった積み木を音の伝播していく先に次々と配置していくことで、永遠に演奏をし続ける「輪奏」が可能となる。音の鳴らないタイプBについても、光を受けてからLEDが光り出すまでにタイムラグをもうければ、「休符」の役割を果たすことになり、音の表現方法をさらに拡張することが可能となる。

#### 4 デモ実験の詳細と考察

平成25年4月27日および28日に、札幌市青少年科学館においてデモ実験を実施した。実験の実施に際しては、遊び方を示したパネルと、積み木を並べることをアフォードするマット(図4)を用意した。また、デモ実験に用いたメカトロ積み木はプロトタイプであり、積み木パーツが分離しメカトロ部品を取り外せるようになっているため、補助員を常時配置した状態で遊んでもらうこととした。遊んでいる様子を図5に、デモ実験実施期間中の参加者(一定時間以上遊んでいった者)の数を図6にそれぞれ示す。全体の参加者は132名で、そのうち一番多かったのが9歳(23名)であり、その次が5歳(20名)であった。これは、小学校の理科の時間において電気や光について学習するのが3年から4年にかけてであること、また、積み木を使って家庭や幼稚園などで遊ぶ年代が5歳前後であること、が理由として考えられる。中には、2時間近く遊んだ後に場所を離れ、終了間際に再度現れるといった例も見られた。また、小学校の学年が進むにつれて、メカトロ積み木のシステムに興味を持つ者が増え、小学校高学年のある男子はメカトロ部品についての質問を次々と投げかけてくるといった事例もあった。一方、メカトロ積み木の遊び方を説明している最中に去って行った子どももいた。これは、普通の積み木と思って近づいてきたものの、説明を聞いて遊び方が難しそうであると判断されたためであると考えられる。そのため、遊び方をよりわかりやすくするための工夫や、メカトロ積み木特有の遊びのデザインについての必要性が感じられた。

##### 4.1 考察

##### 5 おわりに

本報では、これまでに開発したメカトロ積み木のプロトタイプを用いて、デモ実験を実施した。今後は、これらの結果をふまえ、



(a) stacking



(a) making wall



(c) putting in a line

Figure 5 Pictures children playing with the building blocks

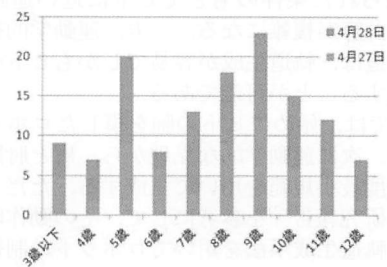


Figure 6 Number that played blocks

メカトロ部品や積木パーツをブラッシュアップし、より多様な形状や機能を持つメカトロ積み木を開発し、それに即した遊び方のデザインに取り組む予定である。本研究は、公益財団法人北海道科学技術総合振興センター・ノーステック財団平成24年度若手研究人材・ネットワーク育成補助金(Talent補助金)、および平成25年度札幌市立大学学内競争的資金・共同研究費の助成を受けて実施した。ここに感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [1] 大藤 素子, "幼児の積み木遊びにおける問題解決能力の研究", 日本保育学会大会研究論文集, No. 52, 586-587, 1999
- [2] Lego official site : <http://www.lego.com/en-us/default.aspx>
- [3] Hayes Solos Raffle, Amanda J. Parkes, and Hiroshi Ishii, "Topobo: A Constructive Assembly System with Kinetic Memory", Procs. 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2004), April, 2004
- [4] Fischertechnik: <http://www.fischertechnik.de/en/desktopdefault.aspx>
- [5] 前田 邦夫, "金属に換わる: エンジニアリングプラスチック(新材料)", 化学と教育, Vol. 36, No. 5, 479-483, 1988.
- [6] 岡野 健, "木材と感性: 3. 触感覚と木材", 材料, Vol. 46, No. 9, 1112-1117, 1997.
- [7] 磯川亮太, 三谷 篤史, 松浦 和代, "木材の感性性能を活用したメカトロ積み木の開発", 第14回日本感性工学会大会, CD-ROM, CD-ROM, E2-5, 2012