

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15K04489

研究課題名(和文) 奇数スフェリコン・ハイブリッドスフェリコンの形態を用いた新しい触知教育遊具の開発

研究課題名(英文) Development of new tactile educational play equipment using odd sphericon and hybrid sphericon

研究代表者

村松 俊夫 (MURAMATSU, Toshio)

山梨大学・その他部局等・理事

研究者番号：00262642

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：従来、理科(物理)教育や数学(幾何学)教育と美術(造形)教育は、遠くかけ離れたものという認識が一般的であった。しかし近年、総合的学習が学校教育全般にいざわり、教科の枠組みを外した横断的な内容が教授されるようになってきている。これまで教材自体に当初から3教科分野の内容を教授できる教材を開発し、保健体育的内容も体験的に理解できる遊具として提案を続けてきた。本研究では、これまで着目されてこなかった奇数スフェリコンと、偶数スフェリコンの融合体(ハイブリッドスフェリコン)をもとに、往復運動を繰り返す教育遊具を5種6点開発した。

なお、本研究による教育遊具は、山梨大学教育学部附属中学校に所蔵された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

授業者がこの教材をもとに体験的に教授を行うことによって、児童生徒に「面白い動き」や「不思議な形」や「美しい素材」などを興味深く学修させることができる。それは、今まで教科書的な知識の上でしか認識されなかった内容を、実践的かつ実証的に定着させることである。いわば身体内にとどまる知識として定着させることができるといえよう。また、物理と数学、そして技術と美術とが、実は密接に関係していることに気づかせる重要なきっかけとなる。

これは、科学性(合理性)と芸術性(審美性)のうえに成り立っている「デザインの思考」を、児童・生徒たちの間に萌芽させるものとしてもたいへん有意義であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In the past, it was generally recognized that science (physics) education, mathematics (geometry) education and art (modeling) education were far apart. However, in recent years, comprehensive learning has spread to all aspects of school education, and cross-disciplinary content outside the subject framework has been taught. From the beginning, we have developed teaching materials that can teach the contents of the three subject areas from the beginning, and have continued to propose them as playground equipment that allows us to understand the contents of health and physical education experientially. This time, by incorporating the new knowledge gained through the research so far, we are trying to develop educational playground equipment that can be taught more easily in ordinary education.

The educational play equipment used in this study was held at the Junior High School attached to the Faculty of Education, University of Yamanashi.

研究分野：デザイン

キーワード：教材開発 教育遊具 触知による教育 美術科教育 基礎デザイン教育 図形科学教育 形態構成 数理造形

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

3次元空間において、一定の方向性をもって平面の上を立体がよどみなく輪転することに着目した例は、たとえば正方形の向き合う2つの頂点を軸にした回転体を想定し、軸に沿って2等分した片方を90°接合させた「Sphericon (スフェリコン)」(図1)が良く知られている。この立体は、移動中に重心の上下動がない等しい高さの立体「等高重心立体」で、平面の上をゆれながらなめらかに転がっていく。

本研究まで、このような構造の造形物は、スフェリコンを例にとると、手のひらサイズの小さいおもちゃの類(図2)か、屋外の動かない彫刻(図3)、もしくはプロのパフォーマーが使用する組み立て式の大型オブジェ(図4)しかなく、その中間のスケールで実制作を伴った一連の作品群による類似の研究は、国内外にまったく見当たらない。

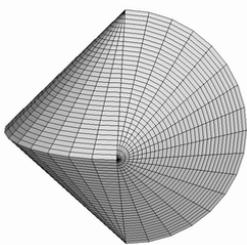


図1 Sphericonの構造



図2 Sphericonの玩具



図3 Sphericonの彫刻



図4 Sphericonによるパフォーマンス

平成15年5月から平成17年2月まで、山梨大学派遣内地研究員として東京芸術大学美術学部デザイン科空間・演出研究室(伊藤隆道研究室)に勤務していた間、中山隼雄科学技術文化財団の研究助成(14件採択/110件応募)を受け「遊びを通して自然現象を体験する動くオブジェ」(図5①~④)の研究を進めた。これまで樹脂を素材に制作していた小さな作品(写真上)から、ステンレススチールのパイプを素材として、手で直接触りながら全身を使って動きそのものや形態の変化を知覚できる大型の触知教育遊具(写真下)を開発したものである。

この研究では、既知の立体以外に、新たな2種のヴァリエーション(図5③④)を考案した。

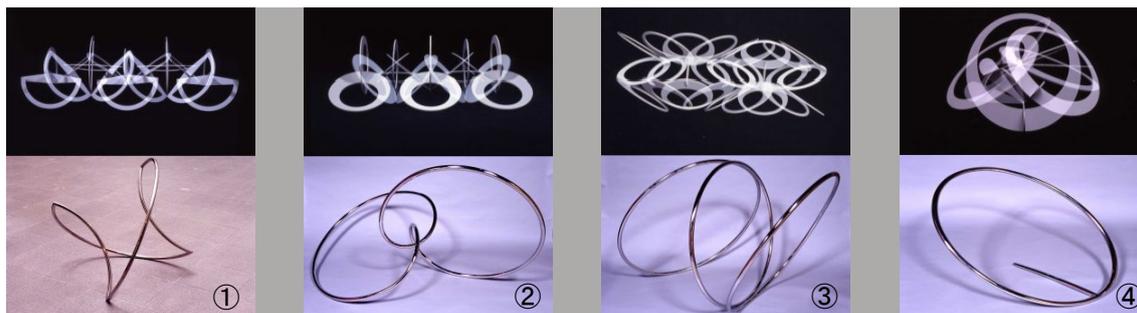


図5 「等高重心立体」のオブジェ(上:樹脂による小品・下:ステンレスパイプによる大型作品)

また、平成23年度からは科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金)【基盤研究(C)課題番号23531246】を受け、「等高重心立体」の構造をもとに搭乗型の大型遊具を開発した。



図6 学術研究助成基金助成金(課題番号23531246)による搭乗型の大型遊具4種

2. 研究の目的

かつて芸術 Art が [Ars アルス] と呼ばれていたころ、それは今でいう技術や、哲学までをも含んだ言葉であった。近代西洋文明の著しい発展にともない、理科や数学は自然界の真理を探求するもの、美術は感性を育むもの、という「分化」の認識が進んだ。

しかし近年、総合的学習が学校教育現場に浸透するにつれ、教科の枠組みを外し、横断的な内容が盛り込まれた教具が求められている。

そこで、本研究では、これまで得られた成果・知見をもとに、教材自体に当初から3教科分野の題材を盛り込み、さらには遊びによる保健体育科教育（体育学）の内容をも含んだ教育遊具を開発して授業者および学習者に提供しつつ、身体性を伴った「教科横断型触知教育遊具」の学校教育現場への浸透を図ろうとするものである（図7）。

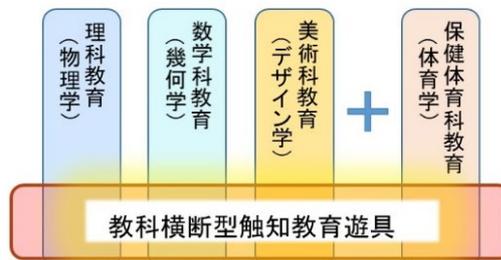


図7 教科横断型触知教育遊具概念図

3. 研究の方法

本研究は、「教育遊具」に対して造形芸術的側面と科学的側面からアプローチするものである。前課題研究で、図8のような正3角形の断面によるスフェリコン「Tri-Sphericon」では、底面（平面）を曲面化することにより、これまでのスフェリコンにはない、往復運動が可能な新たな構造の知見を得た。この派生的に生じた「等高重心立体」が「奇数正多角形スフェリコン」と「ハイブリッド型スフェリコン」である。



図8 Tri-Sphericon

「奇数正多角形スフェリコン」とは、「正5角形」や「正7角形」の回転体を軸に沿って2等分し、片方をずらして接合することによって形づくられる形態である。「正5角形スフェリコン」（図11、12）も「正7角形スフェリコン」（図15）も、ずらす角度によって構造が異なる2つの立体が生成されることがわかった。「正5角形スフェリコン」では2種の角度の違いによって、どのように動きと軌跡が変化するかを確認した。

「ハイブリッド型スフェリコン」とは、例えば2辺の中点を軸に設定した回転体（図9①）と向き合う2つの頂点を軸に設定した回転体（同②）とを想定し、2等分した半分ずつを融合させた形態である（同③）。半円として残る端面を円筒形で貫き曲面化すること（同④）と、バランスをとるためのおもりを配置すること（同⑤）で、スムーズに往復運動する等高重心立体が成立することを確認した。

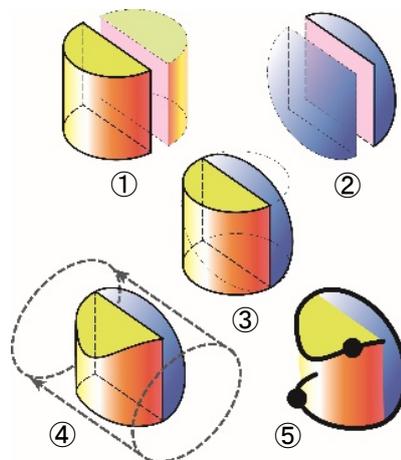


図9 ハイブリッド型スフェリコンの生成

また、角数が多くなるに従い、いわゆる球体に近くなるため、転がる軌跡も長距離になる。これについても実証的に確認できた。

これらの研究結果をもとに、特徴的な形態を、ステンレススチールパイプによる触知教育遊具の試作品として制作した。その後、各種展示会等に出品し、往復運動させた場合の動きの状況観察や鑑賞者からの反応・意見等の聞き取り調査をおこない教育遊具としての、可能性を検証した。

4. 研究成果

(1) 触知型教育遊具の試作

① 「Geometric Dharma Doll T」 (図 10)

(正3角形による奇数スフェリコン)

初出：2015年4月 東京都美術館主催
公募団体ベストセレクション2015

材質：ステンレススチールパイプ

寸法：W142.5×D142.5×H123.5 cm



図 10 Geometric Dharma Doll T

② 「Geometric Dharma Doll P」 (図 11)

(正5角形による奇数スフェリコン)

初出：2015年4月 第65回モダンアート展
東京都美術館

材質：ステンレススチールパイプ

寸法：W120×D113×H108 cm



図 11 Geometric Dharma Doll P

③ 「Geometric Dharma Doll p」 (図 12)

(正5角形による奇数スフェリコン)

初出：2015年9月 第28回日本基礎造形学会熊本大会

材質：ステンレススチールパイプ

寸法：W50×D50×H50 cm



図 12 Geometric Dharma Doll p

④ 「Geometric Dharma Doll HS」 (図 13)

(正方形によるハイブリッド偶数スフェリコン)

初出：2016年4月 第66回モダンアート展
東京都美術館

材質：ステンレススチールパイプ

寸法：W90×D90×H90 cm



図 13 Geometric Dharma Doll HS

⑤ 「Geometric Dharma Doll HH」 (図 14)

(正6角形によるハイブリッド偶数ヘキサスフェリコン)

初出：2017年4月 第67回モダンアート展
東京都美術館

材質：ステンレススチールパイプ

寸法：W90×D84×H78 cm



図 14 Geometric Dharma Doll HH

⑥ 「Geometric Dharma Doll 7」 (図 15)

(正7角形による奇数スフェリコン)

初出：2019年9月 第30回日本基礎造形学会神戸大会
神戸芸術工科大学ギャラリーセレンディップ

材質：ステンレススチールパイプ

寸法：W50×D50×H50 cm



図 15 Geometric Dharma Doll 7

(2) 展示会・ワークショップ

① 「東京造形大学オープンキャンパスイベント」

2018年7月17日、東京造形大学造形学部芝生広場において、オープンキャンパスに訪れた受験志願者・保護者・一般見学者らに「搭乗型教育遊具」を体験し、「時間」「空間」「重力」「慣性力」などの存在に気付いてもらうイベントを実施した(図16)。



図16 造形大オープンキャンパス

② 「教育学部附属中学校『桐龍祭』科学部展示」

2018年9月19日・20日、附属中学校学園祭(桐龍祭)において、正面玄関前広場に触知型教育遊具8種を配置し、附属中学校科学部部員が中心となり、附属中学校生徒らに「等高重心立体」の性質を説明しながら、その動きの面白さを体験してもらった(図17)。



図17 附属中学校科学部展示

(3) 展示会・個展

① 「凍れる、重力。」 - Frozen Gravity -

天王洲セントラルタワー・アートホール

2015年8月24～9月18日、

「Space Walk on the Earth」シリーズ4点、「A Study of tangle」シリーズ4点、「Geometric Dharma Doll」シリーズ1点、計9作品出品(図18)。



図18 個展「凍れる、重力。」

② 「Geometric Dharma Dolls」

- 幾何学のおきあがりこぼしたち -

元麻布ギャラリー甲府、2019年1月24～2月18日、

「Geometric Dharma Doll」シリーズ4点、「A Study of tangle」シリーズ4点、計8作品出品(図19)。

来場者にアンケート調査を実施した。



図19 個展「Geometric Dharma Dolls」

(4) 研究成果報告書作成

2020年3月31日、これまでの研究成果をまとめた報告書「見えないものを観る装置」(A5版、横位置、フルカラー42ページ、300部)を発行(図20)。

関係者に配布予定。



図20 研究成果報告書
「見えないものを観る装置」

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕、〔学会発表〕、〔図書〕、〔その他〕については、次ページより参照

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 村松 俊夫	4. 巻 51巻2号（通巻153号）
2. 論文標題 正5角形スフェリコンの構造をもとにした触知型教育遊具の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 図学研究	6. 最初と最後の頁 pp.3-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村松 俊夫	4. 巻 第24巻
2. 論文標題 “奇数スフェリコン”の構造を用いた動く造形 Kinetic Arts Based on a Construction of “Odd Sphericon”	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 基礎造形024	6. 最初と最後の頁 pp.86-87
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村松 俊夫	4. 巻 第2巻
2. 論文標題 正5角形スフェリコンをもとにした触知教育遊具の開発	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 大会学術講演論文集2015年度日本図学会秋季（大阪）大会	6. 最初と最後の頁 pp.131-136
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Toshio Muramatsu
2. 発表標題 Moving 3D Modeling Based on The Basic Form
3. 学会等名 2019 International Conference, Asia Society of Basic Design and Art（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Dolls」
3. 学会等名 村松俊夫個展幾何学のおきあがりこぼしたち（元麻布ギャラリー甲府）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll HH」
3. 学会等名 2018年度日本図学会秋季大会（東京）作品展
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshio Muramatsu
2. 発表標題 DEVELOPMENT OF TACTILE EDUCATIONAL PLAY EQUIPMENT BASED ON A REGULAR PENTAGONAL SPHERICON
3. 学会等名 The 11th Asian Forum on Graphic Science 2017（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 基礎造形としての視点位置
3. 学会等名 第28回日本基礎造形学会熊本大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshio Muramatsu
2. 発表標題 「Hybrid Hexasphericon」
3. 学会等名 アジア基礎造形連合学会光州国際大会 & 国際招待作品展2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshio Muramatsu
2. 発表標題 Design and Art. Meaning and Form The artworks to visualize " Invisible environment " in two different architectural spaces
3. 学会等名 ASBDA in Gwangju 2017 International Conference & Invitational Exhibition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 2つの異なる建築空間に展示した“見えない環境”を視覚化する作品群
3. 学会等名 第17回環境芸術学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll HS」
3. 学会等名 2016 KSBDA LONDON INTERNATIONAL INVITATIONAL EXHIBITION 韓国基礎造形学会ロンドン国際招待作品展 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll 2」
3. 学会等名 2016 KSBDA 韓国基礎造形学会春季国際招待作品展（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll P」
3. 学会等名 第4回現代美術「ZEROの視点」展
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll p」
3. 学会等名 第32回NOWHERE 2016展
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll HS」
3. 学会等名 第66回モダンアート展
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Toshio Muramatsu
2. 発表標題 「Geometric Dharma Doll p」
3. 学会等名 Conference & Exhibition of Asia Society of Basic Design and Art in Narita 2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Muramatsu, Toshio
2. 発表標題 Geometric Dharma Doll 2
3. 学会等名 2015 KSBDA Spring International Invitational Exhibition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 正5角形スフェリコンをもとにした触知教育遊具の開発
3. 学会等名 2015年度日本図学会秋季(大阪)大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 村松 俊夫
2. 発表標題 「Frozen Gravity」
3. 学会等名 村松俊夫個展「凍れる、重力。」
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 村松俊夫, 小野康男, 大久保範子, 小池研二, 春原史寛, 花澤洋太, 原口健一, 三上愛, 栗田真司	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Book way	5. 総ページ数 126
3. 書名 美術教育の理論と実践	

1. 著者名 村松 俊夫	4. 発行年 2019年
2. 出版社 平成27年科学研究費助成金により出版社を通さず発行	5. 総ページ数 全42頁
3. 書名 「見えないものを観る装置」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>山梨大学 村松俊夫研究室 ホームページ http://m-toshi.sakura.ne.jp/index.html 山梨大学研究者総覧 http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_DisplInfo.Scholar/1_14/9914625D3EF48067.html 環境芸術学会 http://www.iead.org/list/muramatsu/muramatsu.html 日本基礎造形学会 http://www.kisozokei.com/community/index.htm 日本図学会 http://www.graphicscience.jp/ 日本図学会秋季大会 http://www.graphicscience.jp/taikai/81_list_detail.html</p>

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----