

# リユース・リサイクル可能な素材を使った テクノエイドの開発研究

人間環境デザイン学科 繁 成 剛、米 田 郁 夫  
生活支援学科子ども支援学専攻 高 橋 健 介、伊 藤 美 佳

## 1. はじめに

座位保持装置や車いすなどのフレームは、金属パイプや木またはプラスチックを加工し接合して製造されている。しかし使用されなくなった機器は廃棄処分になることが多く、資源の有効利用の観点から課題となっている。この問題を解決するために、2005年に杉の間伐材とアルミ製のジョイントを組み合わせてることによって、姿勢保持装置や遊具などのフレームを簡単に製作でき、分解して再利用できるモジュラー・ジョイントシステム（以下JOSY）を開発した。その後、小児用の椅子のキットと遊具を受注生産で販売している。JOSYを使った遊具は障害児通園施設や特別支援学校においてモニターを実施し、高い評価を得ることができた。

## 2. モジュラージョイントシステムの開発

JOSYの基本構造は、国産の杉あるいはタモによる角材とそれを連結する金属製ジョイントからなる（図1左）。建築の構造研究で開発された「木フレーム」と「金属ジョイント」を用いて接合部の剛性を高める技術を、小径木材の接合に応用したものである。木フレームの寸法は断面が30ミリ×40ミリで、長さは900ミリまで自由に設定できる。必要な長さにカットして使うことを前提にしているが、基本寸法を数種類用意することもできる。金属ジョイントで木フレームを接合するために、まず木フレームの断端部にアルミプレートで長さ90ミリのタッピングビスで固定する。木フレームの軸方

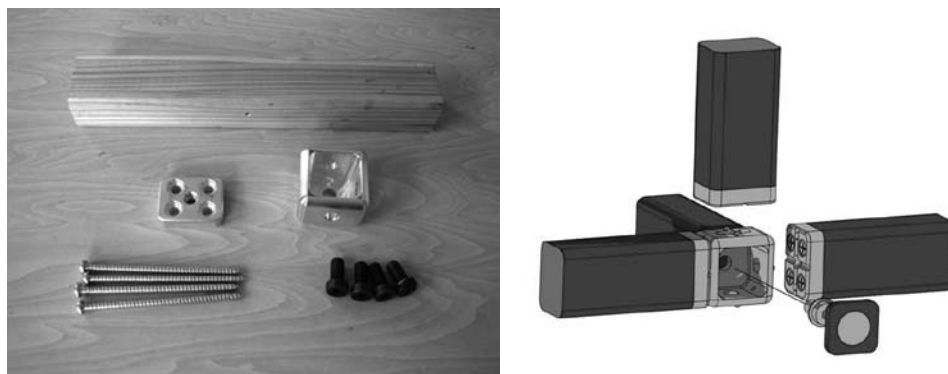


図1 モジュラージョイントシステムの部品と接合方法

向に正確にねじ込むため、角材の両側面に2本の平行な溝を削り込み、その上から単板を貼り付けたフレームを開発した。従って、どの位置で切断しても4つの下孔が正確に現れる。

アルミプレートの中心にジョイントをボルトで固定するためのM8のネジ孔が開けられている。ボルトはM8の六角穴付きで六角棒レンチを使って締め付ける。ジョイントは立方体形状で1側面のみ開口部があり他の面はすべて中心に穴が開けられているのでボルトを通して木フレームを固定することができる。すなわち6方向まで直角にフレームを組むことができる<sup>1)</sup>(図1右)。

### 3. 座位保持装置の試作

最初に軽度の運動発達障害児を対象とした座位保持装置を試作した(図2)。このフレームの脚部に6本、座部に4本、肘掛部の2本のアール形状の木フレームと10個のアルミジョイント、24個のアルミプレートを使った。シートとバックサポートには発泡ポリウレタンを削りだしたモールドクッションを装着している。この椅子を特別支援学校の脳性麻痺児に試乗してもらい、強度や機能面で問題ないことを確認した。



図2 試作した座位保持装置と使用例

次に重度障害児を対象とした座位保持装置を試作した(図3)。対象者は15歳の脳性麻痺児で、自宅ではほとんど背臥位の姿勢でリビングの床に置いた市販の座椅子に座って過ごしていた。本児の親から、自宅のリビングで床よりも30cmほどの高さで本児がリラックスして座ることができ、また親の移乗介助が楽な椅子を快適に座れるような椅子がほしいという要望があった。そこで、JOSYを使用して椅子の基本フレームを製作し、バックサポートにはリクライニング機構を採用した。また母親が介助しやすいように、アームサポートの着脱機構と、ワンタッチでブレーキがかけられる機構をフレームの側面に組み込んだ。



図3 座位保持装置の製作と適用

#### 4. 感覚統合訓練用遊具の試作

感覚統合訓練で使う遊具としてJOSYを採用した試作モデルが図4である。木のフレームを採用することによって、柔らかい印象を持たせることができた。ただし子どもが遊具に乗って大きく上下に揺らしたときに、フレームの撓みが大きくでるため、強度および剛性不足が指摘された。

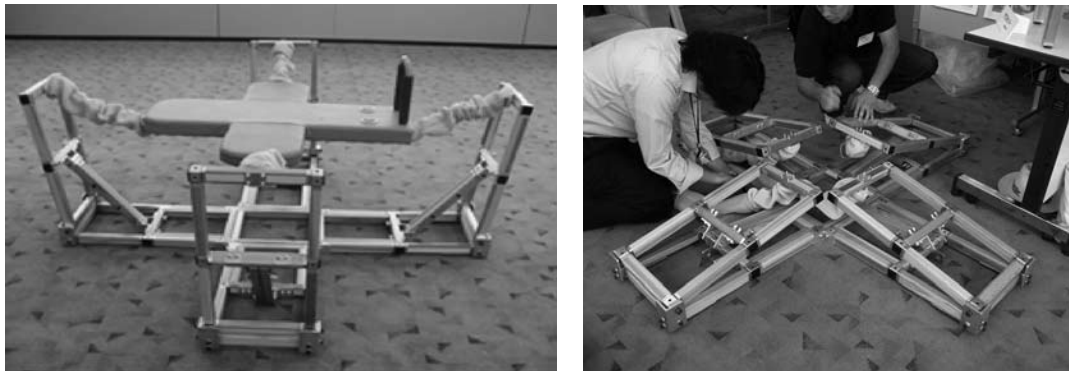


図4 JOSYを使った遊具の1号試作モデル

#### 5. ホッピングベンチ

2008年に開発した「グラスホッパー」は十字形のベンチの四方をバンジーゴムで張り、子どもが2名から4名で乗って揺らしながら楽しむ遊具であった<sup>2)</sup>。フレームは折り畳み機構を取り入れたこともあって、全体に剛性不足で強度面での不安があった。また、展示会で試乗した子どもの親からコンパクトで過程でも使える遊具にしてほしいという要望があった。

そこで2009年には一人ないし二人で乗って遊ぶことができる小型の遊具「ホッピングベンチ」を2号モデルとして開発した<sup>3)</sup>。JOSYの構造的な問題を解決するために、ベンチを揺らす方法としてバンジーゴムだけでなく、バランスボールをベンチの下に置いた。その結果、ベンチの上で子どもが大きく揺らしたときもフレームに無理な力がかからず、安全性が確保された。同時にバランスボールの上にベンチがあるため不規則な揺動が生じ、複数の感覚刺激を導入することが可能になった。

ホッピングベンチは座位が困難な重度障害児に対して使用する場合は、腹臥位または背臥位にして乗せることは可能である。実際に鳥取県の特別支援学校では、ホッピングベンチに痰の吸引が必要な重度児を腹臥位にして乗せて（図5）、ゆっくりと揺らすことによって、気管支の痰が自動的に排出されやすくなったという報告があった。



図5 ホッピングベンチと支援学校での試用

## 6. 改良型ホッピングベンチ

ホッピングベンチを北九州市内の特別支援学校で長期間使用する中で、ベンチに使用している12mm厚の合板が子どもの激しい動きによって、中央から割れたことが判明し、板の厚さを17.5mmにして強度を上げた。次にバンジーゴムを張るための垂直フレームはJOSYの角材とアルミジョイントで構成していたが、アルミジョイントが角にくるため安全面でクッション入りのカバーをする必要があり、また遊具としても直線が多く、単調なデザインであった。そこで垂直フレームの部分を集材の板をNC旋盤で加工し、アールの大きなデザインを採用した（図6）。その結果、安全性の向上と遊具として柔らかく楽しい印象を持たせることができた。



図6 改良型ホッピングベンチ（2号モデル）

改良した2号モデルを埼玉県志木市にある障害児通園施設に持ち込み、試乗テストを行った。保育士や母親はベンチに子どもを腹臥位、背臥位、座位といった様々な姿勢で乗せて、様々な揺れを導入し、子どもと一緒に感覚刺激を楽しんでいる様子が観察された（図7）。



図7 ホッピングベンチ（2号モデル）の通園施設での使用例

## 7. ホッピングライダーの試作

筆者らは1985年頃から体幹前傾姿勢が臥位レベルの重度児に対してSpO<sub>2</sub>の改善や抗重力運動の誘導に効果的であることを発表してきた<sup>3)</sup>。その応用として重度児を体幹前傾姿勢で保持できるライダーチェアとホッピングベンチを組み合わせた3号モデルとして「ホッピングライダー」を試作した（図8）。

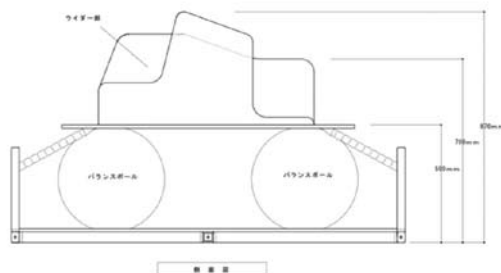


図8 ホッピングライダー（3号モデル）

サイズはホッピングベンチと同じで、全長1480mm、前幅470、床からベンチまでの高さ500mmである。ベンチの上には四つ這い位で姿勢を保持するための体幹サポート、頭部サポート、上肢支持部、下肢支持部から構成されたクッションが固定される。サポートの内部は合板で芯型を作り、その上からポリウレタンフォームを全面に張り、レザーでカバーをして仕上げている<sup>4)</sup>。このモデルは、体幹を前傾させた姿勢で保持するライダーチェアを導入したデザインで、臥位レベルの重度障害児でも安定した姿勢で乗ることができる（図9左）。東京都のB特別支援学校で試乗テストを実施したところ、教員はベンチの下に設置しているバランスボール2個を取り外し、バンジーゴムだけでベンチを吊り

下げて使用していた。バルーンを外すと、乗っている子供の視点が床上50cm程度になるため不安感が少なくなり、同時にベンチの横揺れが少なくなるので揺らしたときの姿勢が大きく崩れない(図9右)。また教員の考案で遊具全体をカーペットの上で前に滑らせて、急に止めたときにベンチの揺れがしばらく続くことを利用していた。同様に遊具本体を回転させることによって、これまでにない前後左右の揺れと回転による刺激を導入していた。乗っている子供は単純な揺れよりも快反応が多く見られ、この遊具を使った効果的な方法であることが示唆された。



図9 ホッピングライダーを使用する児童

#### 8.4号モデルの試作

最新モデルでは幼稚園児から小学校低学年の子どもが遊具に跨がり、両足を床に着く高さに調節できる小型の遊具をデザインした<sup>5)</sup>(図10)。ベースフレームの寸法は900×400×400mm、ベンチは600×200mmに設定した。ベンチの高さはバンジーゴムを固定している側板に2種類の折り返しフックを設置することで、簡単に調節ができる。



図10 小型軽量化したホッピングベンチ

## 9. ホッピングベンチミニ

5号モデルは就学前の発達障害児を対象とし、自由な姿勢で乗って遊ぶことのできる小型の遊具としてデザインした。ベースフレームは900×420×350(mm)のサイズに設定した。基本構造はこれまでのモデルと同様だが、座位や立位で遊ぶ時の姿勢を安定させるために床から570mmの高さにグリップを装着した。ピーナッツ型バランスボールをベンチシートの下に固定できるようにしているが、ボールを外してバンジーゴムだけでシートを吊り下げて使えば、より大きな揺動を導入することができる。バンジーゴムの張力は簡単に3段階に調整できる構造にした。試作モデルではJOSYで基本フレームを組み、バンジーゴムを貼るための外板を15mm厚のシナランバーコアで制作して、フレームにボルトで固定した。外板は子どもが親しみやすい動物の顔をイメージしてデザインしている(図11)。この外板には木製のフックを4ヶ所に設置し、バンジーゴムをフックに架け替えることによって張力を3段階に調整できるようにした。また子どもが跨った時に両足を設置しやすいように、ベースフレームの上に半円形の足台を設置した。

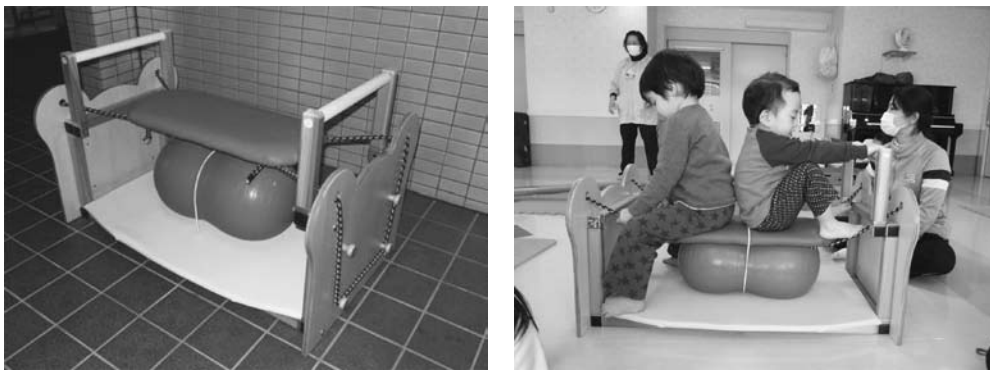


図11 ホッピングベンチミニ

## 10. 使用評価

2012年3月に埼玉県内の障害児通園施設でホッピングベンチミニの試用評価を実施した。対象となった児童は4歳から6歳までの発達障害児8名と運動障害のある児童2名である。ADHDの児童は本遊具をいち早く見つけて、ベンチに跨がり、大きくバウンドさせて遊んだが、1分ほどで他の遊具へと移動し、しばらく経ってからまた戻ってバウンドさせる遊びを繰り返していた。また慣れてくると座位だけでなく、グリップをしっかり握ってベンチの上に両足を乗せて立位に近い姿勢でジャンプして遊んでいた(図12左)。さらに、身長の高い児童はベンチの上に腹臥位になって揺動を楽しむ様子も観察された(図12右)。運動障害のある児童に対しては、ベンチへの跨がりには介助が必要であったが、グリップを握ることによって座位姿勢を安定させることができ、単独で遊べる児童もいた。座位の不安定なケースでも母親のサポートによってグリップをしっかりと握らせて、揺動を楽しむことができた。10名程度の子どものが一斉に遊ぶ時間に評価したので、ホッピングベンチに2人または3人で同時に乗って遊んでいる様子も観察できた。



図12 立位と臥位の姿勢で遊ぶ幼児

## 11. まとめ

幼児から学齢時までの発達障害のある児童から臥位レベルの重症児を対象とした療育において、子どもの状態に対応してセラピストや教員が活用できるように、4年間で5種類の遊具を開発してきた。それぞれJOSYとバンジーゴムおよびバランスボールを組み合わせる基本構造は同じであるが、療育現場のニーズに対応してデザインやサイズを変えている。現在も関東の特別支援学校2校と親の会が主催する2団体に開発した遊具を貸し出して、モニターを継続している。支援学校の教員からは、生徒の指導に欠かせない遊具になっているとの報告を受けている。ホッピングベンチはJOSYを制作販売しているALU建築システム設計事務所で受注生産が可能であるが、今後はこれまで開発してきた遊具の規格化と市販化に向けてメーカーと開発を進めたいと考えている。

### 〈参考文献〉

- 1) 繁成 剛他：感覚統合訓練遊具のデザインと開発，第23回リハ工学カンファレンス論文集，130-131,2008
- 2) 繁成 剛他：モジュラージョイントシステム（JOSY）を応用した遊具のデザインと開発，第23回リハ工学カンファレンス論文集，265-266，2008
- 3) 繁成 剛：体幹前傾姿勢の応用、SIG姿勢保持編、小児から高齢者までの姿勢保持、40-42、医学書院、2007
- 4) 繁成 剛他：モジュラージョイントシステム（JOSY）を応用した遊具のデザインと開発，第25回リハ工学カンファレンス論文集，265-266，2010
- 5) 繁成 剛他：モジュラージョイントシステム（JOSY）を応用した遊具のデザインと開発第2報，第26回リハ工学カンファレンス論文集，71-72，2011



## Design and Development of Seating System and Play Equipment by Utilizing the Modular Joint System Constructed of Wood and Aluminum

SHIGENARI Takeshi, YONEDA Ikuo,  
TAKAHASHI Kensuke, ITOH Mika

Almost all seating systems and wheel chairs are made by metal, wood and plastics. These orphan products must be scrapped within 5 years when the user of this product does not need it. Therefore, recycling and reusing the orphan products should be a social necessity. In these social problems, we have been researching and designing a modular joint system (JOSY) for fabricating seating systems and other orphan products.

The JOSY consists a wooden squared timber and two types of joints. This timber is made by Japanese cedar which has been thinned out of a forest. The JOSY's timber can be cut easily by handsaw. One of the joints, Plate type, is attached on both sides of the cutting faces of the timber. The center of the plate joint is cut with a 8mm diameter screw. Another joint, the Cube type, is cut 6 holes on each face by 4 wood screws. We can attach 6 timbers at right angles to the Cube joint with hexagon bolts. The tools used by JOSY to cut and combine are only the handsaw, the screwdriver and the hexagon wrench.

The main frame of seating systems and other positioning aids will be able to be fabricated by utilizing the JOSY in a short time. It is easy to break down the frame made by JOSY and also to remake as the other orphan products. We have been designed and produced a various devices, for example the table for wheelchairs, playthings for children with developmental disabilities. Almost all products made by JOSY have been using in the institutes and each home.

### ◆Apply to seating systems

We have been fabricating seating systems or other positioning aids by using JOSY.

The first model was a chair for elementary school children with developmental disabilities. The back-support of this chair can recline from 90 to 120 degree angle, and the molded cushions are added on the seat and the back support. The next seating system was attached with a tilt angle adjustment and the cutout tray . We designed and fabricated the reclining chair for a boy with Cerebral Palsy. His mother would like to use the reclining chair on which his son can sit comfortably and easily transfer. This chair has the reclining and leg support elevation mechanism and the arm supports are detachable .We can take the JOSY apart easily in a short time and put them together as another seating system. For example, the prone stander is able to be remade from parts of the seating system. This prone board has the tilting mechanism from the vertical angle to 45 degrees forward.

### ◆Apply to play equipment

We have been designed and produced the play equipment for Sensory Integration Therapy. The first model had a folding frame and Cross-shaped bench combined from four positions by means of an elastic string for bumpy jumping. From one to four children can enjoy the bumping movement of this play equipment. The second model is simpler and uses a down-sized design. The rectangular seat is stretched from the top end of the JOSY frame by elastic string. Two therapy balls are set under the seat. We call this play equipment “Hopping Bench”. Almost all children use it for sitting and bouncing on the seat play. Teachers use it for one kind of therapy. They lay down a child with severe developmental disabilities keeping a prone position on the seat and bounce the child up and down gently. This movement makes it easy for the child to breathe and relax. And also teachers or parents can enjoy bouncing on it with children. The third model “Hopping Rider” can keep the child in all-fours posture on a special designed cushion. Hopping Rider has been used in the school for children with severe developmental disabilities.

The fourth model “Hopping Bench Mini” was designed for preschoolers. The seat size is 500×200mm and the base frame size is 800×400mm. The elastic strings stretch the rectangular seat and can be adjustable for stretch tension of stretch. The handle and a peanut balloon are added on the frame. Various kinds of children could play by bouncing to perform several postures on the play equipment.