

## 全盲児の校内生活を支援する音声式触察校舎模型の開発と全国提供

主査 須惠 耕二\*<sup>1</sup>

委員 茂村 広\*<sup>2</sup>, 永松 真奈美\*<sup>3</sup>, 川口 歩美\*<sup>4</sup>, 田中 龍人\*<sup>4</sup>

### 「音声式教材で全盲児の教室配置記憶を支援しよう！」

盲学校に新たに入学した視覚障がい児は、教室の配置が分からず、教師の助けがなければ教室から出ることもできず、学校生活に大きな不安を抱えることになる。そこで、学校生活の安心と自立歩行促進を支援すべく、校舎内の教室配置を生徒自ら音声で確認できる「音声式触察校舎模型」と「音声式教室名通知システム」を開発し、それぞれ全国 10 ずつの盲学校に提供した。本報告では、これら 2 つの教材開発と学生ものづくり教育、教材導入によって得られた教育的成果について報告する。

キーワード：1) 視覚障害, 2) 音声式, 3) 建築模型, 4) 触察, 5) 自立活動,  
6) 社会実装, 7) エンジニアリングデザイン, 8) 設計手法, 9) ものづくり, 10) 工学教育

## DEVELOPMENT AND NATIONWIDE DONATION OF A VOICE-GUIDED TACTILE SCHOOL BUILDING MODEL TO SUPPORT THE SCHOOL LIFE OF BLIND CHILDREN.

Ch. Koji Sue

Mem. Hiroshi Shigemura, Manami Nagamatsu, Ayumi Kawaguchi, Ryuto Tanaka

### Let's assist the classroom layout memorization of blind children with voice-guided teaching materials!

Visually impaired children newly enrolled in blind schools often face significant anxiety due to their unfamiliarity with classroom layouts. Without teacher assistance, they cannot go anywhere, adding to their stress. Therefore, 'Voice-guided Tactile School Building Models' and 'Classroom Name Announcement System,' enabling students to confirm room layouts through artificial voice, were developed to promote a sense of peacefulness and independent mobility. These systems were donated to 10 blind schools nationwide. This report discusses teaching material implementation and the educational effects.

#### 1. はじめに

##### 1.1 開発の背景

2011 年春、主査が熊本盲学校に電話をかけて視覚障がい児向け教材の開発支援を申し出て以来、グループまたは個人で様々な教材を開発し、盲学校に贈る活動を続けている。熊本をはじめ複数の盲学校と連携して視覚障がい児の専門的な教育に必要とされる教材を開発し、大学生に製作指導をし、希望する盲学校に作品寄贈してきた。

2014 年には学生サークルができ、現在は工学部公認「視覚障害児用教材の開発普及サークル Soleil (以下、ソレイユ)」として 35 名余が所属し、活動を続けている。

これまでに開発した教材は 15 種類、寄贈数は 600 台以上と関係者間で広く知られるようになっている。<sup>文1</sup>

##### 1.2 触察用校舎模型の開発

2016 年、熊本県立盲学校より「入学してくる全盲の生徒は校内の把握が困難なため新生活への不安と不自由が大きい。触って分かる、壊れない校舎模型を作れないか」との相談を受け、建築学専攻の学生有志を集めて、触察専用の校舎模型を開発した。盲学校の建築設計図から図面を起こして作ったこの模型は、アクリル板で構成され、フロアごとに取り外して触察できる。寄贈した熊本、佐賀の 2 盲学校だけでなく、研究会で公開した際の来場者評価もかなり高いものであったが、学生の卒業に伴い後継者が途切れ、本プロジェクトは途中で終了した。

##### 1.3 音声化教材の持つ重要性

視覚障がい児の教育導入で難しいのは、一度も見たことがないものへ関心・興味を持たせることで、その対策

\*<sup>1</sup>熊本大学技術部 技術専門職員 \*<sup>2</sup>熊本県立盲学校 教諭 \*<sup>3</sup>佐賀県立盲学校 教諭 \*<sup>4</sup>熊本大学工学部

で重要なのが音声応答である。生徒自らの学習行動に即時応答する教材の場合、生徒の関心は大きく高められ、学習意欲の持続時間が長くなることは盲教育での常識の一つで、実際にこれまで提供してきた様々な教材の評価からもそれは明らかである。

1.2 の触察用校舎模型には音声機能はなく、どこが何の部屋かの理解は教員が言葉で教える介添えで成り立つ。生徒が自発的に触って覚えるまでには至らず、結果として使用される頻度も高くはなかった。

10年にわたり教材の音声化に取り組んだ開発経験と、安価かつ実用性の高いタッチセンサを見出したことで、今回「音声式触察校舎模型」という発想に至った。

## 2. 音声式触察校舎模型

### 2.1 試作と設計手法の検討

音声式触察校舎模型の開発では当初、熊本県立盲学校の既成模型の2階以上の部品は流用とし、1階部分のみ音声化した試作機と入れ替えることを目指した。しかし、測定の手間や既製品に合わせ設計し直す苦労は大きく、他校の設計に活用できないため方法を見直すことにした。

### 2.2 回路設計とプログラミング

音声式触察校舎模型の構成を表2-1に示す。

表2-1 音声式触察校舎模型の基本構成

機能	部品名
全体の動作制御	Arduino MEGA2560
音声合成 LSI	AquesTalk pico ATP3011F4-PU
タッチセンサ	静電容量式タッチセンサ TTP223
電源	DC9V 1.3A AC アダプタ

主な動作は次のようになる。ACアダプタを接続すると校舎模型の名称「おしゃべり校舎くん。スタート」と発話してタッチ入力待ちとなる。センサは、盲学校側が音声化を希望した教室の床面に裏側から配され、床中央の7mm径の穴に指が達すると反応する。これをマイコンが検知し、設定された教室名を音声発話して次のセンサ反応待ちとなる。動作のフローチャートを図2-1に示す。

### 2.3 熊本県立盲学校での試作機テスト

令和4年12月、熊本盲学校の視覚障がい者の教諭によりおしゃべり校舎君(試作機)の動作テストを実施した。

まず、3,4,5cm四方の3教室を並べただけのサイズ比較模型を使い、触察のしやすさを調べた。5cm四方では子供の指に深すぎ、内側に指を入れた後でセンサの取付穴を探す動作も必要となった。比較の結果、壁の高さは3cm、教室の一辺は4cm程度が妥当との判断がされた。

続けて、おしゃべり校舎君の触察テストを行った。試用した全盲教諭の第一印象は「これは面白い!」であり、生徒時代から30年以上も過ごしている盲学校に、未だ知らない部屋や場所を見つけたことへの驚きも見られた。

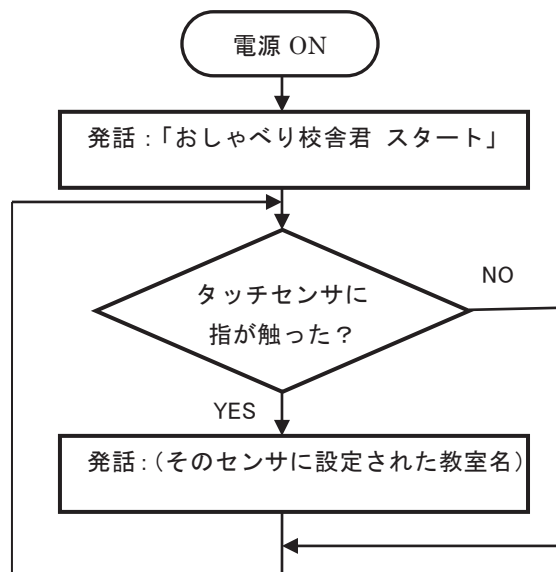


図2-1 おしゃべり校舎君の動作フロー

なお、このテストにはNHKラジオ取材班が同行し、後日NHKラジオ第二「視覚障害ナビ・ラジオ」で放送(令和5年1月22日にオンエア)され、また同番組のホームページにも詳細記事が掲載された<sup>注1)</sup>。

### 2.4 熊本県教育委員会からの製作要望

試用テストでの不具合箇所の改良を済ませ、第1号機となる校舎模型完成版を2月1日に熊本盲学校に寄贈したところ、校舎模型を確認した熊本県教育委員会の教職者から、4月に天草市の通常学級に中途失明の男児が入学するので、ぜひその小学校の校舎模型の製作を、と直々に相談された。

先天盲の児童は入学直後から、手引きなしでは移動できない状況となるが、3才まで視力があつたこの児童は空間の概念が出来ているため、教室配置を覚えさせることで手引き状態に置くのではなく自立歩行をさせて育てるべき、との教育的観点からの要望であった。

これを受け、学生メンバーの1名が春休み中に製作を担当し、入学式の前に同校へ贈呈できた(図2-2)。

### 2.5 視覚障害教育実践研究会でのサンプル機紹介

視覚障害教育実践研究会は、視覚障害教育の質向上を目指すために盲学校教員が自発的に立ち上げた。今年で40回目、全国から約150名が毎年奈良市に集まる。

我々も2012年から毎年参加し、その年に開発した新教材の機器展示を行って評価や改良のヒントを受けている。おしゃべり校舎君は大型となるため、機器展示用にA4



図 2-2 天草市立本渡南小学校への教材寄贈

サイズのミニチュア校舎模型サンプル機(図 2-3)を製作して持ち込み、会場後方の特設ブースで紹介した。来場者アンケートで寄せられた導入希望校より、本事業での製作予定数 10 校のうち残り 8 校の選定をし、製作開始に向けて担当者へのメール連絡を開始した。

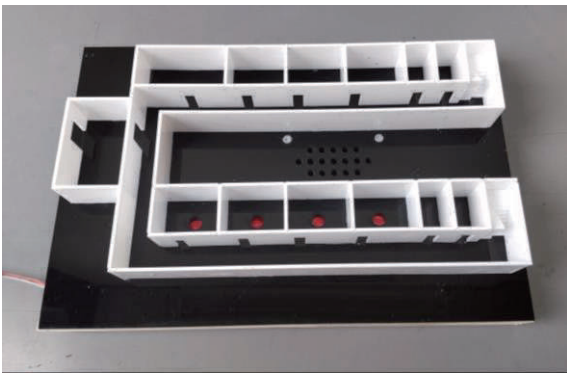


図 2-3 機器展示用の校舎模型デモ機

## 2.6 標準設計仕様の策定

1.2 の建築模型製作は建築学生以外に設計ハードルが高く途絶したことから、全国普及に向けてはより設計しやすくして製作を継続できる方法の検討が必須であった。

ここで、我々が着目したのは「全盲の生徒が実際の校舎を見ることはない」という点である。校舎模型から得るべき情報は、校舎全体の形状、階層構造と教室相対位置のイメージであり、校舎そのものの再現性ではない。

校舎模型を実物の 1/100 スケール以下で製作すると 1m の誤差はわずか 1cm となるため、校舎全体を触察で理解する上では無視できると判断した。

希望校全校への普及には相応の人数の製作メンバーが必要なので、建築専攻以外の学生でも設計しやすいように「標準設計仕様」を検討した。一般的に校舎の鉄骨は一定のスパンで配置されるため、触察把握に適した 1 スパンの寸法をまず決めて教室数分を加算し、校舎全体のサイズを求めた時に土台に収まらない場合はスパン寸法

を 5mm 減ずる、という考え方で行った。本委員会メンバーの熊本大学 3 名とソレイユの建築学生メンバー 3 名の計 6 名で、2 校分を製作した際に得た設計・加工のノウハウを集め、次の標準設計仕様をまとめた。(表 2-2)

表 2-2 おしゃべり校舎君の標準設計仕様

項目	設計仕様
土台サイズ	幅 1,000mm (最大値 1,200x880mm)
教室のスパン	1 スパン 45mm, 長方形教室は 60mm とし幅 1m を越える場合 5mm 単位で縮小
壁の高さ	30mm (触察テストより決定)
間仕切壁	壁板上部に 10mm スリット, 床面にも 10mm の穴を開けての上部差込方式
教室ドア	開口幅 10mm, 高さ 15mm
タッチセンサ穴	直径 7mm で部屋床の中央に配置
トイレサイズ	指が入るよう幅 20mm を確保する
廊下幅	指が通るよう幅 20mm を確保する
階段	アクリル 3mm 板の重ね張りで作
土台板	アクリル 3mm の黒色を使用
校舎壁	アクリル 2mm の白色を使用
校舎上階部分の横ずれ防止	上階底面側の角に突起をつけ, 下階の角の内側に落とし込む
板の差込口寸法	差込突起のサイズに 0.2mm を加算
タッチセンサ	土台フロア内に 48 箇所まで設置可能
土台木枠	10x15mm 角材の枠を土台板下に取付け
スピーカ取付穴	設計データを共有し土台板に転記
触察への配慮	完成後, 校舎の角をヤスリで丸める
窓の開口再現	ドア位置把握優先のため全て削除

この標準設計仕様のもと、令和 5 年度に入学してきた 1 年生のソレイユ学生 14 名に 8 校の製作を指導した。

## 3. 音声式教室名通知システム

### 3.1 開発の背景

音声式校舎模型は、生徒に校舎の立体構造を触察で理解させ、かつ教室配置の相対位置関係を卓上訓練によって把握させ得る教材であるが、実際の校舎内を歩く際に、自発的に教室位置を確認できる音声的な手段がない。そこで、生徒自らが持ち歩き、教室名を音声確認できるツールとして開発したのが「音声式教室名通知システム」で「おしゃべりわかルーム」と名付けた。(図 3-1)

### 3.2 おしゃべりわかルームの構成

本機器は、FeliCa カード読取機に音声発話機能を持たせたもので、本体寸法 W69×H124×D64(mm)の首下げ式である。音声通知させたい教室ドア横に、FeliCa カードを専用デザインのシートで貼付し、これを生徒が触察(弱



視の場合は視覚)で探し当てて、本体の読取機部分をカードへ押し当てる。FeliCa カード固有の ID ごとに教室名を Arduino のプログラム上で紐づけてあり、その教室の名前を音声合成して通知する。

本機器のフローチャートは、図 2-1 のタッチセンサ部分が IC カード読み取りになる以外同じなので省略する。



図 3-1 おしゃべりわかルーム

### 3.3 IC カード貼付台紙のデザイン検討

本機器では、全盲同様に空間視認が得られない強度の弱視生徒も視認で活用できるよう、台紙のデザインと素材の検討を行った。

試作に用いたのは人工芝シートである。芝足 1cm 程の人工芝の触感は、校舎内の壁には通常存在せず、濃い緑色と壁との色差から視認されやすい。中央に白い IC カードが入ることも被視認性に役立つと考えた。

一方、人工芝シートはカットすると毛くずが出やすくなり、使用中に校内を汚していくことや、手作業で 1 枚 1 枚切り出す際の作業性の悪さが懸念材料となった。

そこで、色差の大きい黄色と黒の単純パターンを 4 つ作り、弱視体験めがねを着用して比較し、盲学校教員の意見も参考にした結果、太いストライプのデザインを採用することにした。(図 3-2) なお、台紙は裏表で色を反転させている。これは、校舎の壁色が明るい場合と暗い場合に応じ、弱視者の視認エリアをより大きく確保するためであり、台紙の中央にその表示を記載した。

さらに、全盲児が触察で判別できるよう、窓用の半透明断熱シートをカットして台紙の上に貼った。断熱シートにある 5mm 間隔の縦の筋は、横方向からなぞると指先に明確な振動を起す。この手触りも人工芝と同様に校舎内には存在しないため、全盲生徒でもすぐに判別できる。

2 教材とも、センサ回路・音声合成発話等の電子回路の設計部分は、事業初年度の校舎模型設計に関わった学生が建築学生だったため、主査一人で開発を行った。

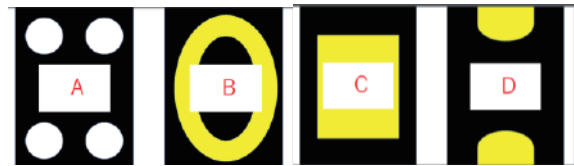


図 3-2 台紙デザイン案(上段)と完成した台紙(下段)

## 4. 全国普及に向けた取り組み

### 4.1 全国導入調査の実施

これら 2 教材の普及に向け、全国の盲学校へ導入希望調査を令和 5 年 8 月に行った。調査は、Google フォームを用いた Web アンケートで、全日本盲学校長会事務局を通じ全国 66 校の盲学校・視覚支援学校宛にメールで案内された。教材の紹介動画を制作して YouTube (限定公開)で見られるようにした結果、既に導入決定の 9 盲学校を除く 57 校中 25 校から回答があった。(表 4-1)

表 4-1 全国導入調査の結果

回答選択肢	校舎君	わかルーム
出来るだけ早く導入したい	15 校 (60%)	12 校 (48%)
導入時期を相談したい	10 校 (40%)	8 校 (32%)
特に必要ない	0 校 (0.0%)	5 校 (20%)

### 4.2 学生ものづくり講習会の実施

令和 5 年度、ソレイユに 14 名の学生が加入した。人材育成の観点から 2 人 1 組計 7 組に分け、2 月の視覚障害教育実践研究会来場者アンケートで「導入を急ぐ」と回答した全国 7 校の設計製作を担当してもらうことにした。

標準設計仕様での初製作で、当委員会の建築学専攻メンバーに 1~2 チームずつの担当を受け持ってもらった。

製作技術の指導のため、週 1 回の講習会を実施し、校舎模型製作に必要なスキルを 1 つ 1 つ教えた。(表 4-2)

### 4.3 製作活動の実施

#### 1) 校舎模型の製作

導入希望した 7 校へ、日頃使用している校内見取図に

表 4-2 学生ものづくり講習会の内容

実施日	講習内容	時間 (h)
5/16	2次元 CAD 「AR-CAD」 入門	1.5
5/23	レーザ加工機の使用法	1.5
5/30	はんだ付け I(センサ配線)	2
7/4	はんだ付け II 声合成回路)	2
7/11	土台製作のポイント	1
7/18	Arduino プログラミング解説	1.5
8/28	組み上げ実習	3



図 4-2 高校生ボランティアの参加と製作

教室通し番号を振ってドア位置を記入したものと、音声化したい教室の図面番号順リストを提出してもらった。

これを各校担当の学生チームに渡して、標準設計仕様に基づいた模型設計を5月末より着手して貰った。学生設計・部品カット・接着などは授業の空き時間等を使ってチームごとに進めて貰い、質問があった場合に直接指導する形で製作を進めた。(図 4-1)

途中2回の定期試験と夏季休暇が入り、製作が本格化したのは8月後半となったが、9月中旬までにおおむね完成し発送することができた。



図 4-1 校舎模型の製作会の様子

## 2) おしゃべりわかルームの製作

わかルームの製作は、高校生ボランティアに担当してもらった。主査は、視覚障がい児向け教材の開発普及の市民活動化を目指して令和4年4月に「NPO法人テクたまご」(法人番号:1330005010514)を設立し、令和5年度より毎月第3土曜日に、市民ボランティアによる製作会を定員15名で実施している。

高校生ボランティアが10名あまり意欲的に参加してくるため、ものづくり教育の市民活動展開の一環として、おしゃべりわかルームの本体ボックスと部品はんだ付け、また合計で700枚近く必要となるFelicaカード貼付シートへのICカード・断熱シート貼付作業を行ってもらった(図 4-2)。

## 3) 動作トラブルへの対応

完成が遅延した原因に、音声合成回路の予期せぬ動作不良の発生があった。3つの原因が判明した。

### (1) センサ数に対するACアダプタの供給電力不足

通常、ArduinoにはDC9V 1.3Aのアダプタを使用していたが、今回は最大48個のタッチセンサを接続したためセンサ数が多い模型で音声発話が反応しない、またはタッチに関係なく教室名を発話する等の動作不良を起こした。何通りかの方法を試し、最終的にはDC12V 5Aの高容量ACアダプタに変更することで解決した。

### (2) 音声合成LSIの不良品の混入

1校の模型で、音声合成回路が1つの教室に反応したのち約10秒間応答しない奇妙な現象が出現した。原因究明は難航したが、全てのセンサ・配線のはんだ付けにミスがないこと、Arduinoのループ処理自体も正常に動作していることが確認できたので、音声合成回路に目を向けた。校舎模型を起動した最初は正しく発話するため問題無いと判断していたが、音声合成LSIを新品交換すると不具合が解消した。この判明には丸1日を要した。

### (3) センサ基板の配線施工の品質不良

最大48個のセンサをマイコンへ接続するため、基板設計CADフリーソフト「KiCAD」でプリント基板を設計して海外発注した。狭い基板上にセンサ1ヵ所につき3本ずつのケーブルをはんだ付けし、本体土台裏にセンサを張り巡らせた結果、一部でケーブルがよじれ、隣り合う線の裸線部分が触れてショートする箇所が発生し、誤動作を引き起こした。1ヵ所ずつ、はんだ付けをやり直して修正したが、次回の基板発注時には、より間隔を広げたプリントパターンで設計し直す予定である。

この3つの問題が混在して不具合が発生した2校の模型は、原因究明に時間を要したため発送が当初計画より遅れてしまい、9月末の発送となった。

おしゃべりわかルームの方では当初、登録できるFelicaカード数に上限を設けず100以上の教室名を受け付けていたが、実際に組み上げると70ヵ所で限界がくることが分かった。これは、マイコンボードのメモリ容量が不足してしまうためである。そこで、70以上の教室リ



ストを受けていた学校には、改めて70ヵ所以下に絞っての再提出をお願いした。70ヵ所という数字は、学校の全フロアや寄宿舎をカバーできるものではなく、主要な部屋・場所の音声化に留まり、学校側が必要とした全ての部屋をカバーできなかったことは残念であった。

## 5. 開発した2教材の社会実装

本事業は、単に開発のみではなく2教材をそれぞれ全国10校に社会実装して授業等で用いられることが目標であり、次のように全国への普及を図ってきた。

おしゃべり校舎君の製作は、各校の希望に合わせて行ったため、音声化フロア以外の上階製作を希望しないところでは1フロアのみ作品となっている。

### 5.1 おしゃべり校舎君の提供校（10校）

- ・熊本県立盲学校（図5-1）
- ・熊本県天草市立本渡南小学校（図5-2）
- ・佐賀県立盲学校（図5-3）
- ・静岡県立沼津視覚特別支援学校（図5-4）
- ・静岡県立静岡視覚特別支援学校（図5-5）
- ・静岡県立浜松視覚特別支援学校（図5-6）
- ・和歌山県立和歌山盲学校（図5-7）
- ・兵庫県神戸市立盲学校（図5-8）
- ・高知県立盲学校（図5-9）
- ・沖縄県立沖縄盲学校（図5-10）

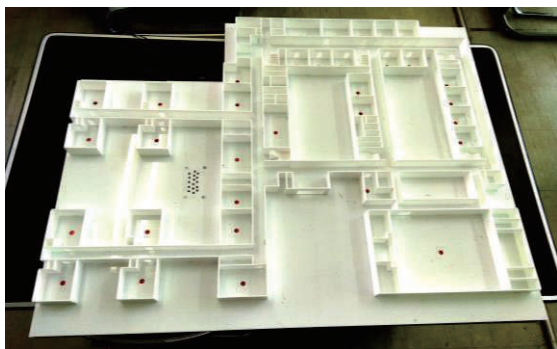


図5-1 熊本県立盲学校



図5-2 熊本県天草市立本渡南小学校

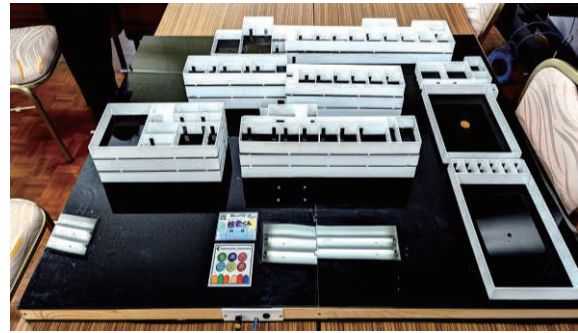


図5-3 佐賀県立盲学校



図5-4 静岡県立沼津視覚特別支援学校

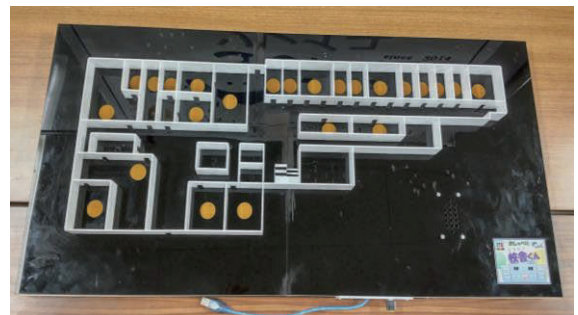


図5-5 静岡県立静岡視覚特別支援学校



図5-6 静岡県立浜松視覚特別支援学校



図5-7 和歌山県立和歌山盲学校



図 5-8 神戸市立盲学校



図 5-9 高知県立盲学校

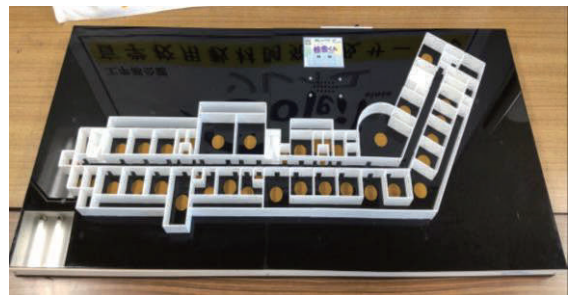


図 5-10 沖縄県立沖縄盲学校

## 5.2 おしゃべりわかルームの提供校（10校）

- ・ 熊本県立盲学校
- ・ 熊本県天草市立本渡南小学校
- ・ 佐賀県立盲学校
- ・ 静岡県立沼津視覚特別支援学校
- ・ 静岡県立浜松視覚特別支援学校
- ・ 神戸市立盲学校
- ・ 沖縄県立沖縄盲学校
- ・ 山梨県立盲学校
- ・ 香川県立盲学校
- ・ 福岡県立柳河特別支援学校

## 6. 導入による教育的効果の検証

これより、導入による成果について述べる。成果の調査にあたり、おしゃべり校舎君については提供校全校への訪問聞き取り調査を実施した。また、わかルームについては単独導入校にはWeb アンケート、校舎君と同時導入校については訪問時に聞き取り調査をした。校舎君に

ついては10校、わかルームについては一部で導入方法を検討中とのことで8校より回答を受けた。そこでの共通見解を基に、本教材導入による教育成果の傾向を挙げる。

### 6.1 導入以前の校舎内教室配置の記憶訓練

視覚障がい児は、校内の教室配置を視認できないので歩行訓練士や教員の介添え歩行の反復で教室配置を記憶内に格納していく。そうやって出来上がった地図をメンタルマップと呼ぶが、視覚情報に比べると不正確な情報が多く、理解が及ばない点がある等の課題がある。

今回の調査で、盲学校毎にマッピングの方法は必ずしも統一されてはおらず、歩行訓練士の技量やアイデア、教員のサポートに依る部分と、生徒の障害の症状による方法の違いが大きいことが分かった。次に挙げる方法は、調査した学校で行われてきたマッピングの手法であるが、各校がこの全てを行っている訳ではない。

- a) 手引き下での介添え歩行と、部屋名の声での補完
- b) 磁石シートを四角に切り、自分の教室を起点に並べていく平面パズル方式
- c) 立体コピー用紙で盛り上げた壁ラインの触察
- d) 小箱を教室に見立てて、縦または横に1つずつ並べながら覚えさせていくブロック方式

a) の直接歩行の課題は、事前に教室に座った状態での教室配置の把握ができないことにある。メンタルマップ作成に欠かせないのは反復学習と記憶の確認作業であり、直接歩行では自分の教室を出発点として1室ずつ教員が手引きで介添え歩行をしながら部屋名を口頭で教えていく。しかし、空間内に自らを置いて方向を考える身体座標軸を形成できる年齢に達しておらず、記憶は一方方向に作られていき、途中で忘れると逆にたどる事ができない。出発点まで戻ってやり直すことの繰り返しとなり、生徒の気落ちや教員の忍耐、双方が体力を使う等の課題がある。また、教室に戻ってからメンタルマップの正誤を復習する効果的手段がないことも課題であった。

b) は、手で部屋の並びを1つずつ連続形成させる作業で、a) の事前把握につながる要素を持つ。しかし、平板の四角いシートを教室としてイメージすることが難しい。視覚情報がないことで、自分がいる教室という空間体験を手元のシートに関連づけることが難しい。

c) は、社会科の授業で出てくる方法で、用紙の上に段差で表現された区画線を指でなぞることで、教室配置を平面的に理解させていく。教科としては小学3年生からの体験内容で、こちらも幼児や小学部低学年の時点では立体コピーで教室の配列を順番に理解しマッピングしていくことはまだできない。

同様に、マッピング段階において点地図を用いる学校もなかった。点地図を十分に読めるだけの触察能力が身に着くのは単一障害でも小学部中学年で、重複障害の場



合は先へ延びるか十分に身につかない場合もある。視覚で点地図の全体像を把握できないので、指先での触察情報を繋ぎ合わせても分岐点が複数続いただけで全体像が混乱していく。大人になっても点地図は苦手なまま、という視覚障がい者は実に多く、それだけ難しいとされる。

磁石シート、立体コピー、点地図に共通する課題は、いずれもマップを縦に積むことができない点であった。d) の教室を小箱で表現する方法は、一部の歩行訓練士が独自に考案・製作している方法で a)～c) に比べて、箱をつないでいく作業はより立体的であり、平面の b) c) に比べ生徒にとってもマッピングイメージが作りやすい。

神戸市立盲学校での例では、校舎のつくりを南北と東西とで2つに分けて小箱を並べ記憶させ、それを合わせてT型の校舎全体の並びへと近づけていく。さらに、上下方向の階層も理解しやすく、生徒は出来上がったフロア分の箱を上積みすることで、視覚で得られない上下方向の校舎構造を理解することにつながっていた。それでも重複障害の場合は並びの組み合わせ、上下階層の理解を正しく持つことは難しい場合が多い。

全体として、先天盲と中途失明または弱視の生徒とではメンタルマップの作成の難易度が異なり、先天盲の方がより難しい。同じく単一障害より重複障害の生徒の方がはるかに難しく、訓練もより長期間となっていく。

## 6.2 おしゃべり校舎君の導入成果

このような課題を抱えたマッピング訓練の場に、おしゃべり校舎君を導入した成果はどうであったかを挙げる。

### 1) 導入時の反応

全ての学校で教員たちが完成度の高さに驚くと共に「これまでにない教材」として高い期待が集まった。音声化を試すと面白さに児童から歓声が沸き、自ら進んで触れたがったことから、音声化が生徒の興味関心を向上させることが裏付けられた。アクリル板による強度と精度の高さ、上階フロアを下階にはめた時のカチッとした手ごたえも、校舎構造を触察で捉える上で重要と評価された。

### 2) 立体模型であることによる成果

6.1 節 d) と同様、立体であることで教室が生徒の体験に近い形でのイメージとなり、マッピングでの全体像を作りやすく、校舎フロアを縦に積む階層構造も校舎全体像の把握に不可欠とされた。さらに校舎君導入で「現在のこの生徒の中にどのようなメンタルマップが出来ているのか」を教員が確かめられることが分かった。生徒の反応から、当然分かっていると思っていた構造を理解していなかったり、新たな発見をしたりというもので、校舎君を用いればマッピング訓練の評価ができ、指導方法の改善につなげることができる、とのことであった。

共通した校舎君の成果として顕著な点を5つ挙げる。

(a) 壁を越えて次の空間に指を進められる

触察時、教室に高さ3cmの壁があることで、指先を室内に入れて壁をなぞり、そこに空間があると把握できる。点地図や立体コピーではこの理解を生じない。さらに、隣の部屋に行く際に必ず指先を壁上部まで上げて乗り越えさせ、次の部屋に入る動作を大きく取ることになる。これにより、マッピングをする上で明確に教室が別の区画になったと触察から認識できることになる。

(b) 廊下を明確に把握できる

校舎君は幅2cmの廊下幅があり、指を中に入れて指先を廊下の通りに進めることができる。さらに、教室ドア部分が幅1cm×高さ1.5cm開口していることで、廊下内を触察しながら教室を幾つ進んだかが分かり、実際の校舎壁の触察(右手法または左手法を用いた校内歩行)で得てきたメンタルマップと照合し現在位置の判断ができる。

実際の校舎では、壁伝いに進んできて廊下や玄関ホールなど壁が切れた地点にくると、一歩踏み出すだけで方向性や先の情報を喪失するなど、視覚で空間情報が得られないことから生じる問題がある。その点、校舎君では廊下の長いつながりや空間の形状、曲がり角部分を手元で行ったり来たりさせる双方向で理解ができる。この理解は、実際の校舎で向かい合った教室の相対位置理解にもつながる部分であり、大空間と廊下の違いを見つけ始めたことで、校舎全体のイメージ把握が平面地図等より大きく前進することになった。

(c) 校舎を指先でなく手のひら全体で把握できる

立体コピーや点地図によるメンタルマップは、自分の居室を出発点として一方向へ指先を進めることで順番に教室を覚えるに留まるのがどの学校でも指摘された。

生徒は自身の居室や階段をランドマークとして記憶しており、居場所を見失うと一旦ランドマークに戻って再出発をする。そのため、実空間での歩行には常に教員の介添えか見守りが必要である。

一方、校舎君は指先だけの触察ではなく、指と手のひらで包み込むことで校舎全体を箱として捉えることが可能であり、校舎の長短・外形の凹凸等の特徴的な情報量をはるかに獲得できる。建物の構造を部屋の連結で内側からしか構築できなかったが、外箱で全体を把握した上で建物内を理解していく方法を可能とした。通常の建築模型にある外壁の窓は校舎君では削除されており、外壁と廊下壁との触察での混同はほぼ起きないと言ってよい。

(d) 階段の存在理解

全盲児のメンタルマップでの階層は通常、フロアごとに分断して別フロアに行くと上下階の連続ではなく違うマップが出てくるのが指摘されていた。階段を上がる・降りるといった動作が実際にどのような移動なのかを、階段部分の触察によって確認し、別個だった階毎のマップを上下階層に組み上げることができるようになった。

(e) 校舎をどの方向から触察しても理解できる



箱としての校舎を全体イメージとして獲得すると、次第に校舎を他の方向から触っても、メンタルマップを脳内で回転させて校舎君と合致させることができるようになる。線を追う立体コピーや点地図では相当に難易度が高い作業であるが、校舎君が立体であることでより早く確実にメンタルマップに形状を落とし込める。

### 3) 音声応答式である意義

このように立体であることによる理解が進む中で、その作業をより楽しく明瞭に支援するのがタッチセンサによる音声応答である。生徒はそれまでの教育で押しボタンスイッチを使用することが多く、なんでも押そうとするクセを持っている。校舎君のタッチセンサの場所には直径 25mm の丸いフェルトシールが貼ってあり、その上をなぞると中央のセンサが反応して教室名を音声で読む。つまり、押す動作を必要としないので生徒は触っただけで教室名を知る事ができる。即ち、教室を指が通過しただけで音声応答がされ、その場所付近の触察に対しての音声補完が自動的になされていく。この利点は、生徒のマッピング作業を「ボタンを押して確かめる」という動作で中断させずに済むことである。生徒は自動応答で場所を聞きながら触察でのマッピング作業に集中し続けられ、メンタルマップはより正確に形作られていく。

ランドマークに一旦戻る必要がないことも利点で、音声が出る途中の場所からの再出発が可能である。

このように、立体と音声応答が組み合わさったことで、従来の方法では出来なかったメンタルマップの組立て方が多数考えられ、教師にとって、生徒の理解度と症状に応じた指導の選択肢が大きく広がったことへの高い期待がどの学校にあっても語られた。

廊下や平面地図内での点字表記による位置把握だと、模型に向き合う際の体位置が点字の読める向きの場所へ限定され、立体模型を様々な方向から触察して校舎全体像を理解する活動では、方向が固定される点字表記は適さない。点地図＋点字での教室配置確認は、本教材でメンタルマップが出来上がった次の段階で、多くの場所や地理を学ぶために用いられるべき方法である。

### 6.3 おしゃべりわかルームの導入成果

ポータブルで教室音声を自ら確認できるわかルームの最大の導入利点は、生徒が介添え無しで一人歩きができるようになることである。意外なことに、手引きによる介添え歩行では、生徒と教師の関係性など、生徒にとってなんでもしたいようにできる、というものではないことが指摘された。もう少し知りたい・確かめたいと思っても時間の限りがある同伴活動では言い出せず消化不良に終わっている場合も少なくない、とのことであった。

わかルームは、生徒自身が納得いくまで校内を一人で歩き回りマッピングでの確認ができる。さらに、逆方向

に歩いて戻る際に音声確認ができることもメンタルマップの正確な完成においての重要な体験となる。

手摺上には点字での教室名表記や、低学年向けには図形での教室確認手段もあるが、それが読めない生徒も一定数いて、それが読める年齢となる前にメンタルマップは構築しておかなければならない喫緊の課題である。

重複障害で音声優位（視覚より聴覚情報が優位）の生徒や、メンタルマップを構築できない障害症状の児童には、歩行時の介添えや見守りを少なくできるわかルーム導入が教師の負担軽減の面でも有効との評価だった。

### 6.4 導入が生徒の将来に与える意義

メンタルマップを正確に、建物構造全体の理解と共に獲得した経験をしっかりできると、学校から外に出て駅やマンションなどの未知の建物空間に入る時でも、その体験を新たな建物情報へと汎化できるようになる。

これは視覚障がい者の生活の範囲を広げる上で極めて重要な能力ながら、盲学校の従来の方法だけでは核となる体験が少なくその獲得が難しかった。盲学校でのメンタルマッピング訓練にこの2教材を導入する意義は、将来に続くこの概念獲得の作業を支援できることにあり、1人の人間を外社会とつなげていく専門家である盲学校教員の手と知恵によって、生徒一人一人に合わせた活用がされていくことを期待したい。

## 7. 社会における反響

一連の取組みがNHKラジオで紹介されたことで複数のテレビ・ラジオ・新聞の取材を受けた。代表的な2社の新聞記事に画像引用で紹介する。(図7-1, 図7-2)

さらに、フジテレビ「フューチャーランナーズ ～17の未来～」では、熊本県立盲学校でおしゃべり校舎君を実際に活用している様子が映像で全国放送された<sup>注2</sup>。

## 8. 今後の課題と展望

### 8.1 登録した音声情報の更新

本教材の長期活用で不可欠となるのが、年度ごとに替わる教室名に対応した音声更新作業である。

今回、本教材を導入した盲学校には、USBフラッシュメモリに次のデータを入れて渡した。

- ・導入時の教室番号表
- ・Arduino のプログラム (sketch ファイル)
- ・開発環境ソフト Arduino IDE の最新バージョン
- ・音声データ書換マニュアル
- ・Arduino 互換ボード用の USB ドライバ (CH340G)

これらを用いることで、音声登録されている教室名変更を盲学校側で行ってもらえるようにした。

将来的には書換方法のチュートリアル動画を作成して YouTube にアップする予定である。



図 7-1 読売新聞夕刊 2023 年 6 月 3 日の記事



図 7-2 西日本新聞 2023 年 9 月 28 日の記事

## 8.2 わかルームの部品製造中止への代替案

わかルームが完成し、全国配布を開始した矢先の 9 月、主要部品である FeliCa カード読取機 SONY RCS-620/S の製造販売が終了となった。幸いにも本事業の 10 校分は完成していたが、全国調査で導入を希望する計 20 校への今後の提供は一旦終了せざるを得なくなった。

代替案として iPhone の FeliCa カード読取機能を用いたアプリが開発できるのでは、と考えた。アプリ版わかルームは、NPO 法人テクたまごの新規開発プロジェクトとして将来の無償配布に向けた開発準備に入った。

## 9. まとめ

1 年半をかけ、おしゃべり校舍君・おしゃべりわかルームの開発と 10 校ずつへの寄贈を行い、さらに全国から 20 校以上の導入希望を受けた。また、2 教材の導入が盲学校でどのような教育改善となるかを提供校への聞き取り調査の結果を基に述べた。

今後も引き続き、希望している全校に本教材を無償提供して、視覚障がい児の学校生活から将来へと続いていく建物空間構造の理解を支援していきたい。

### <謝辞>

調査に回答頂いた全国の盲学校関係者に御礼申し上げます。そして 1 台 1 台丁寧に製作してくれた熊本大学ソレイユの学生各位に心から感謝します。

### <注>

- 1) NHK ラジオ第 2 放送「視覚障害ナビ・ラジオ」  
<https://www.nhk.or.jp/heart-net/shikaku/list/47370>
- 2) フジテレビ「フューチャーランナーズ ～17の未来～」  
[https://www.fujitv.co.jp/futurerunners/archive\\_268.html](https://www.fujitv.co.jp/futurerunners/archive_268.html)

### <参考文献>

- 1) 須恵 耕二: 盲学校用教材開発と全国寄贈を行う社会貢献型ものづくり教育 10 年の実践, 工学教育, vol. 70, No. 5 日本工学教育協会, 2022. 9

### <研究協力者>

熊本大学工学部公認サークル ソレイユ 校舍模型製作チーム

- ・浮田 依吹 (工学部土木建築学科 4 年)
- ・柴原 悠成 (工学部土木建築学科 4 年)
- ・嶋津 彩乃 (工学部土木建築学科 4 年)
- ・池田 康二郎 (工学部材料・応用科学科 1 年)
- ・泉口 夏実 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・浦 健輔 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・大坪 加奈 (工学部機械数理工学科 1 年)
- ・鬼丸 菜月 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・小野 恭輔 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・佐藤 誠士 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・高橋 知大 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・田中 剣之介 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・田中 亮佑 (工学部機械数理工学科 1 年)
- ・谷村 彰夕睦 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・野崎 朱陽 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・幸 那奈海 (工学部情報電気工学科 1 年)
- ・福島 佳江 (教育学部特別支援教育特別専攻科)