

# 障害者自立支援機器等開発促進事業

## “電子点字図書 薄状(B5程度)の 点字ディスプレイ “ に関する開発 (2年計画の1年目)

### 平成22年度 総括・分担報告書

開発代表機関	アルプス電気株式会社
分担機関	産業技術総合研究所
分担機関	東京大学
分担機関	慶應義塾大学

平成23(2011)年 6月

## 目 次

### I. 総括報告

- “電子点字図書 薄状(B5程度)の点字ディスプレイの開発”に関する報告 ----- 3  
開発代表機関名： アルプス電気株式会社

### II. 分担報告

1. “ナノカーボン高分子アクチュエータの開発”に関する報告 ----- 22  
<sup>44</sup> 産業技術総合研究所 安積 欣志、杉野 卓司
2. “電子点字図書・点字デバイスの開発”に関する報告 ----- 41  
アルプス電気(株) 阿部 宗光、高橋 功、高塚 智正
3. “大面積、薄型点字ディスプレイの有機駆動回路の開発”に関する報告 ----- 58  
東京大学 染谷 隆夫、関谷 毅、福田 憲二郎
4. “ユーザー評価による点字デバイス特性仕様の導出と試作デモ機の  
ユーザー評価実験に関する報告 “ ----- 62  
慶應義塾大学 中野 泰志、新井 哲也、大島 研介

- III. 開発成果の公表に関する一覧表 ----- 77

- IV. 開発成果の公表に関する刊行物・別刷 ----- 79

# 障害者自立支援機器等開発促進事業

## (総括報告書)

### 電子点字図書 薄状(B 5 程度)の点字ディスプレイに関する開発

開発代表機関 アルプス電気(株) 仙台開発センター

#### 開発要旨

アルプス電気(株)、産業技術総合研究所、東京大学、慶應義塾大学は、平成 21 年度に同メンバーでナノカーボン高分子アクチュエータを使って開発した点字デバイスを改良・発展させ、視覚障害者のニーズや評価を開発に強く反映させた実用的な「電子点字図書(B5 程度)」の実現のための技術開発及びその装置の開発を行なった。平成 22 年度は、平成 21 年度課題の改善を中心した基礎技術開発を行ない、耐久性を向上させた点字デバイス用高分子アクチュエータ、点字の高さと発生力を高安定化し触読性を向上させた 2 文字と 12 文字の点字デバイス、大電流化を実現した有機トランジスタドライバー、そして、好適な点字デバイス仕様を導出する為の触覚特性評価装置の試作・開発を行なった。試作した点字デバイスは、一部、動作の安定性に課題が残るが、ラッチ機構の搭載によって、点字高さ・発生力のバラツキ改善と高発生力化を実現し、視覚障害者の方々より『平成 21 年度に対し識字性が大幅に改善され、数多くの視覚障害者が触読できるレベル』であると、全般的に高い評価を頂いた。

#### 開発者

開発代表機関：□アルプス電気(株)仙台開発センター 第1プロセス技術部

阿部宗光(部長、開発代表者)、高橋 功(テーマリーダー)、高塚智正(開発員)、他 7名(交付申請書参照)

開発分担機関：□産業技術総合研究所 健康工学研究部門 人工細胞研究グループ

安積欣司(研究グループ長、開発分担者)、杉野卓司(主任研究員)

□東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 染谷隆夫(教授、開発分担者)、関谷 毅(講師)、福田憲二郎(D3)

□慶應義塾大学 自然科学研究教育センター 中野泰志(教授、開発分担者)、新井哲也(助教)、大島研介(研究員)

#### A. 開発目的

昨年度(平成 21 年度)に開発した点字デバイス(※注1)を改良・発展させ、そして、視覚障害者のニーズや評価を開発に強く反映させる事で、実用的な「電子点字図書(薄状B5程度の点字ディスプレイ)」実現の為の技術開発およびその装置を開発すること。

※注1:平成 21 年度 厚生労働省障害者保健福祉推進事業(障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト) 課題名:電子点字図書 薄状(B5 程度)の点字ディスプレイの開発”

期間:H21,8/6~H22,3/31

## B. 開発する支援機器の想定ユーザー

国内外の点字が触読できる視覚障害者(触読能力が平均より低い中途障害者の方を含む)。  
尚、本開発プロジェクトの開発方針である“できるだけ多くのユーザーの方が利用できる点字デバイスを開発する”ことに重点をおいた。

## C. 開発体制

□アドバイザー

岡本 明 先生 ( NPO法人 風の子会 副会長、筑波技術大学名誉教授 )

□ご協力頂いた団体

社会福祉法人日本盲人連合会様、日本網膜色素変性症協会様、全国盲学校長会様、全国盲学校様(視覚特別支援学校)、社団法人東京都盲人福祉協会様、NPO法人 View-net 神奈川様、社会福祉法人日本ライトハウス様、国立大学法人筑波技術大学様

□ご協力頂いた盲学校

秋田県立盲学校様、福島県立盲学校様、茨城県立盲学校様、筑波大学附属視覚特別支援学校様、福岡県立福岡高等盲学校様、福岡県立北九州視覚特別支援学校様、宮崎県立明星視覚支援学校様

## D. 試作した機器またはシステム

平成 22 年度 当プロジェクトは、点字デバイス(1st 試作機、2nd 試作機)、触覚特性評価装置、有機トランジスタドライバー(蒸着型、スクリーン印刷型)を試作した。

### 1. 点字デバイス試作機

動作の安定性に課題があり改善が必要ではあるが、ラッチ機構の搭載によって、点字高さ・発生力のバラツキ改善と高発生力化を実現した点字デバイス試作機を開発した。この試作機について、視覚障害者の方々より『昨年度に対し識字性が大幅に改善され、数多くの視覚障害者が触読できるレベルである』のコメントを受けるなど、全般的に高い評価を頂いた。

(担当)点字デバイス: アルプス電気、高分子アクチュエータ: 産業技術総合研究所、アルプス電気

#### ① 1 s t 試作機(ラッチ機構搭載機)

点字ドットのラッチ機構原理試作と点字サイズの触読性評価の目的を兼ね、2文字(+ダミー2文字)のパーキンス仕様(点間2.3mm)とプロジェクトオリジナル仕様(昨年度試作機と同じ点間3mm)の点字デバイス1st機(図1)を試作した。

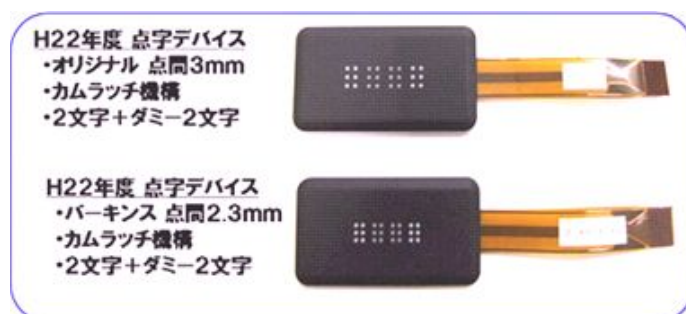


図1. 点字デバイス1st試作機(2文字)

※主な仕様

- ・筐体サイズ: 67×37×5mm ※台数 7台(ドライバーは1台)
- ・点字サイズ(点間/マス間): パーキンス 2.3mm/4.2mm、オリジナル 3.0mm/5.0mm
- ・点字高さ/発生力: 0.32(0.30~0.34)mm / 100gf以上(実際上は、1kgf程度以上)

## ② 2nd 試作機 (ラッチ機構搭載機)

試作した1st機で確認された課題に対する改善を盛り込み、今年度の開発目標である、12文字点字デバイス(オリジナル仕様 点間3mm)を試作した(図2.1、図2.2)。



図2.1 点字デバイス2nd試作機(12文字)



図2.2 点字デバイス2nd試作機(全体構成)

※主な仕様

- ・筐体サイズ: 150×51×6mm ※台数 3台(ドライバーは2台)
- ・点字サイズ(点間/マス間): オリジナル 3.0mm/5.0mm
- ・点字高さ/発生力: 0.32(0.30~0.34)mm / 100gf以上(実際上は、1kgf以上)

## ③ダイレクト駆動型

昨年度(H21年度)の点字デバイス1st試作機筐体(6文字)に、今年度(H22年度)の開発成果(高分子アクチュエータの耐久性向上等)の一部を施した点字デバイスを試作した。

(図3: 非ラッチ機構のダイレクト駆動型点字デバイス)



図3. ダイレクト駆動型点字デバイス

※主な仕様

- ・筐体サイズ: 65×30×3mm ※台数 4台(ドライバーは1台)
- ・点字サイズ(点間/マス間): H21年度 オリジナル 3.0mm/4.5mm
- ・点字高さ/発生力: 0.35~0.40mm / 4 ~ 7 gf ※触読の際、沈み込みあり

## 2. 触覚特性評価装置

視覚障害者による使用感評価によって使いやすい点字ディスプレイを追求していくための装置(触覚特性評価装置)を開発した(図4)。この装置は、2文字(12ドット)の点字デバイスから成り、点字サイズの変更(手動)や各点ごとの点字の高さ・発生力を変更(PC制御)する機能と、点字デバイス4隅と点字各点ごとに設けている変位センサーと荷重センサーで被験者(視覚障害者)の触読方法を解析できる機能を有す。今後、これら機能を使って、視覚障害者にとって、好適な点字デバイス仕様

の導出検討を行っていく予定である。

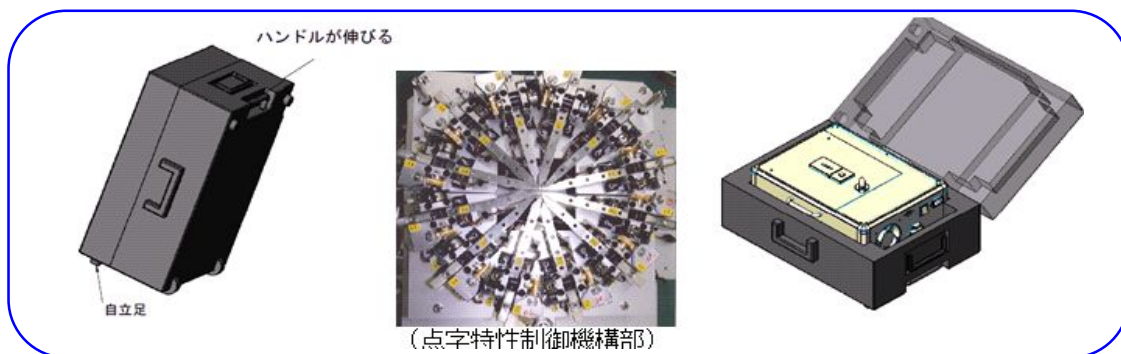


図4. 触覚特性評価装置

※ 主な仕様

- 制御できる文字数：2文字(12点独立制御)
- 可変範囲：点間 2~4mm、マス間 3~7mm、点字高さ 0~0.8mm、発生荷重 1~30gf
- 触読解析センサ：各点の変位と力、点字プレート 4隅の荷重
- その他可変可能部分：点字形状(径,先端形状)、点字発生荷重の傾き(バネ定数、サーボ)

(担当) 本体装置:アルプス電気(株)、デモ評価・解析ソフト・解析: 慶應義塾大学

### 3. 有機トランジスタ ドライバー

点字デバイスの将来的な超薄型化・可撓性化(折り曲げることができる点字デバイス)を実現する為に、有機トランジスタによる点字デバイスドライバーを開発中。今年度は 自己組織化単分子絶縁膜をゲート絶縁膜に用いた2V 駆動の点字駆動回路の開発(図5)と、スクリーン印刷技術を用いた300mm角の有機トランジスタアクティブマトリックス(図6)を試作した。 今後、この技術を用いて、低コストな薄型点字ドライバーを開発していく予定である。

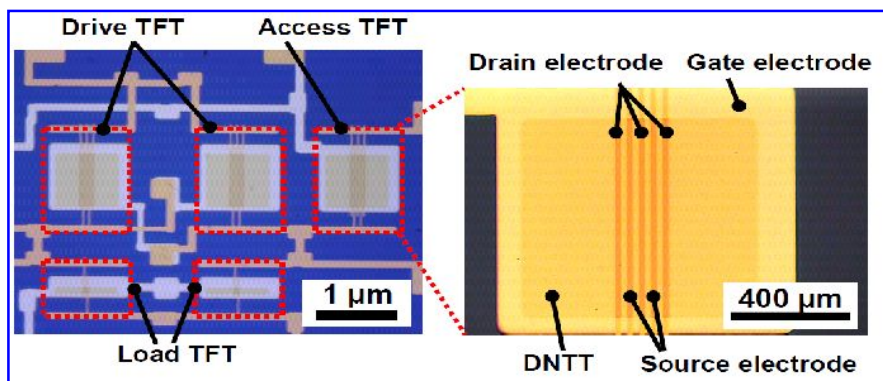


図5 低電圧駆動有機トランジスタで構成した駆動回路としてのSRAMセルと有機トランジスタ単体の拡大図

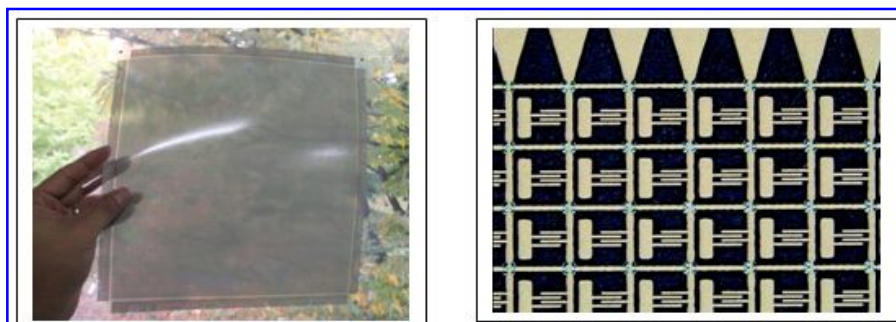


図6 スクリーン印刷技術を用いたトランジスタアクティブマトリックスと拡大図

※主な仕様

蒸着型プロセス: チャンネル長 10 $\mu$ m、W/L: 5000、電流: 3.5mA@3V、  
ON/OFF比:  $10^5$ 、移動度:  $2.0\text{cm}^2/\text{Vs}$

スクリーン印刷プロセス: “チャンネル長の微細化で mAレベルの高電流化”と、  
“ゲート絶縁膜の薄膜化で3Vまでの低電圧化”を目標に開発中

(担当) 東京大学

## E. 開発方法

### 1. ナノカーボン高分子アクチュエータの開発

産業技術総合研究所は、アルプス電気と共同で点字デバイス用ナノカーボン高分子アクチュエータの開発を行なった。今年度は、実用的な点字デバイス実現への最大の課題である、繰り返し使用における劣化、および、一定電圧下の逆変位現象の問題の解決のため、その原因・発生メカニズムの解明～ 対策立案、実施まで、仮説から検証方法、得られた検証結果まで議論を重ねながら、点字デバイス用ナノカーボン高分子アクチュエータの開発を進めた。それぞれの開発は、それぞれの着目点や仮説から、産業技術総合研究所では、主にイオン移動や炭素材料などに起因する原因に着目した開発検討、アルプス電気では、主にイオン液体の加水分解や電位シフトなどによる材料変質に起因する原因に着目した開発検討、と云うように、分担し開発を行なった。

### 2. 電子点字図書／点字デバイスの開発

アルプス電気は、H23 年度に着手する計画である電子点字図書の試作開発に必要な点字デバイスの開発を担当した。この開発は平成 21 年度の課題(点字高さ・力の増大とばらつきの低減、耐久性など)の改善をメカ的にアプローチすることが主であり、アクチュエータで点字ドットをダイレクト駆動する平成 21 年度と同様の方式と、点字をラッチ機構で保持する方式とで検討を進めた。ダイレクト駆動型については、本開発で改善を進める高分子アクチュエータ特性を如何に引き出すかについて検討・考察しながら開発を進め、ラッチ型については、アクチュエータ負荷および占有エリアをいかに小さくするかを様々なラッチ機構を考案・考察して開発を進めた。これら開発は、慶應義塾大学が担当した試作デモ機によるモニター評価で、点字特性(点字サイズ、点字高さや発生荷重、それらばらつきなど)に対する触感・識字性などの結果をフィードバックしながら実施した。駆動源となるアクチュエータは、産業技術総合研究所と共同で耐久性の向上などを実施し、それぞれが作製したアクチュエータ、または成果を集約したアクチュエータをデバイスに組み込み評価しながら最適化を実施した。

開発の中盤からは、障害者支援機器の開発に深い経験と実績のある NPO 法人 風の子会の岡本明先生(筑波技術大学 名誉教授)に医療福祉専門職の立場からのアドバイザーとしてご参画頂き、技術的および製品的な開発の方向性を見直しを行い、以降、ユーザーにとって何が重要で何が重要かなどを改めて問いながら開発を進めた。

また、点字ディスプレイの好適な仕様導出の為、アルプス電気と慶應義塾大学は、点字サイズや点字高さ・発生荷重などを任意に設定可能な触覚特性評価装置の開発を担当した。この本体装置の開発を担当したアルプス電気は、慶應義塾大学がそれまで培った経験・評価ノウハウを限られたコスト内で可能な限り盛り込む為、慶應義塾大学と装置仕様の最適化の為の打合せを重ねながら開発を行なった。

### 3. 有機トランジスタ ドライバーの開発

東京大学は、将来的に点字デバイスを超薄型化する為に必要な有機トランジスタドライバーの開発を担当し、今年度は、自己組織化単分子膜(SAM)を絶縁膜として利用した有機トランジスタの作製と、それを用いてアクチュエータを低電圧で駆動するための有機駆動回路、有機 SRAM の開発を分担した。特に、アクチュエータの変位速度を向上させるため、駆動回路の最適化に取り組んだ。さらに大面積&薄状の点字ディスプレイの駆動回路への応用を展開するため、スクリーン印刷技術を用いた有機トランジスタの開発を行った。

### 4. モニター評価に関する倫理面への配慮

慶應義塾大学は、本開発の試作品のモニター評価を実施するにあたり、日本生活支援工学会倫理審査委員会による倫理審査を受けた。以下、特に配慮した点について記述する。

#### (1) 移動に関する支援

対象者は全て重度のロービジョンまたは全盲の視覚障害者であったため、必要な場合には評価実施施設の最寄りの公共機関まで送り迎えを行った。また、対象者によっては不慣れた場所への移動が困難であったため、当人からの要望があった場合には、希望の場所(勤務先)へ出向いて評価を行った。

#### (2) 体調面への配慮

本研究は対象者に器具を装着したり身体を拘束したりするものではないが、不慣れた環境で最長2時間程度の実験・調査に参加するため、対象者からは疲労を感じるとの報告があった。そのような報告があった場合には即座に休憩を入れ、また報告のない場合でも、約1時間が経過するごとに休憩時間を設けた。なお、極度の疲労や体調不良等を訴えた場合に備えて、施設内の保健管理センターや医療機関等へ案内する準備を整えていたが、そのような事態は生じなかった。

#### (3) インフォームドコンセント

インフォームド・コンセントの取得は、各協力団体の関係者の立ち会いのもと、実験当日に必要な事項を記載した文書を提示するとともに口頭で説明し、同意書により同意を求めることで行った。全ての対象者が自筆での署名を困難としたため、協力団体立ち会い者に代筆してもらった。なお、インフォームドコンセントを求める際には、障害者の人権を擁護する専門機関である「かながわ権利擁護相談センター」にて相談が可能である旨を口頭で伝えた。

#### (4) 個人情報およびデータの保管

デジタルデータについては、元データと連結対応表を評価研究の代表者(中野泰志)が個別のディスクにて管理している。データの保管場所は本研究専用の固定ディスクとし、使用する時にだけ接続するとともに、ディスク自体をパスワード保護している。紙データについては、鍵のかかる専用のケースに保管している。

(担当) 慶應義塾大学

### F. モニター評価

点字を常用している視覚障害者に対し、1)本機を用いた際の触読効率を測定する客観的評価と、2)半構造化面接法によって機器の使用感や問題点を明らかにする主観的評価を実施した。2月26日現在、触読効率の測定実験に参加した被験者は12名(先天性の視覚障害者は7名、中途視覚障害者は5名)、半構造化面接に参加した被験者は34名の延べ46名であった。

#### 1) 触読効率評価実験

現段階の試作機でどの程度の触読効率を得られるかを測定し、従来の点字ピンディスプレイにお



ける効率と比較して、今後の開発のための基礎データを得た。文字の読みやすさを評価する心理学的研究においては、読みの正確さを表す指標として正答率を、読みの速さの指標として読み始めから読み終わりまでの所要時間である反応時間を用いるのが一般的である。本研究ではこれにならい、触読効率の具体的な指標として、a) 触読の正答率、および b) 反応時間から計算される触読速度を用いた。これにより、試作機を用いて点字利用者がどの程度正確に読むことができるか、またどの程度速く読むことができるかを客観的に評価することができる。なお、使用した点字ディスプレイは、パーキンスブレイラーと同じ点サイズの試作機(以下、パーキンス)、アルプス電気独自の規格で、点間がパーキンスよりも広い試作機(以下、アルプス)、そして従来の点字ディスプレイであるブレイルメモ 24(以下、ブレイルメモ)であった。それぞれについて 20 回ずつの測定を行った。

## 2) 半構造化面接による評価

客観的な効率に差が出た場合、その理由を探るためには使用感等の主観的な評価が必要である。また、客観的な触読効率がよくても、主観的な使用感に問題があっては利用されるエイドにはならない。特に、本試作機は、従来の点字ピンディスプレイよりも薄型化・省電力化を目指すため、点字のサイズや発生力を極限まで調整する必要があり、これらが利用しやすさにどのような影響を及ぼすかを検討する必要がある。そこで、従来の点字ピンディスプレイと比較し、使用感等に問題がないかどうか、問題があるとするならばどのような点を改良すべきかを半構造化面接によって明らかにした。また、このデバイスをどのような場面で活用したいかについての要望を聴取した。

なお、所要時間は、半構造化面接に約1時間、触読効率の測定に約1時間かかり、事前の説明や事務手続き、移動や休憩時間を含めて1名あたり4時間程度であった。

### < 添付資料 >

本統括報告書末に次の資料を添付した。

- ・添付資料-1: 本開発のモニター評価に際し、使用した倫理審査申請書
- ・添付資料-2: 本開発のモニター評価に於ける、被験者への説明書
- ・添付資料-3: 本開発のモニター評価に於ける、被験者の同意書

(担当) 慶應義塾大学

## G. 開発で得られた成果

### 1. ナノカーボン高分子アクチュエータの開発

産業技術総合研究所は、アルプス電気株式会社と共同で、アクチュエータ耐久性向上(構造的/化学的変化の抑制)に必要な、材料改質(均一分散や化学的補強)、変質起因成分封止、駆動方法の工夫を行った。同時に、新開発する点字デバイスに好適な特性調整を行ない、アルプス電気株式会社が担当する、点字ディスプレイデモ機へのアクチュエータ試料提供を行った。

本年度は、実用的な点字ディスプレイ開発のために、アクチュエータ耐久性向上に注力して、変形メカニズムの観点、および、化学反応の観点から、アクチュエータの長期使用における劣化機構のメカニズムを精査し、対策を検討した。

“変形メカニズムの観点”からは、様々なイオン成分の条件における素子の変形挙動を調べ、2 枚のナノカーボン高分子電極に挟まれた、イオン導電性のイオンゲル電解質膜におけるイオン移動が、変形応答の速度にも重要であるが、一定電圧を印加し続けた場合の変位の保持ができなくなる現象へも影響があることが分かった。このことから、電極膜層と電解質膜層界面に油脂層を形成する事により、劣化現象を防ぐ事が可能な事が分かった。

“化学反応の観点”からは、長時間電圧を印加することにより、素子が逆に応答し、劣化する現象がみられ、これらが上記の物理化学的な現象だけでなく、電極内における何らかの電極反応に起因する事が、様々な予備実験より推察された。また、この反応に空気中の水、酸素の影響が推察された。この事より、アクチュエータ作製の材料の保管、作製のプロセス、評価を非水、脱酸素のグローブボックス内で行うことにより、評価した。その結果、大気中で作製、評価したものより、耐久性が向上した。以上から、空気中の水分、酸素からのシールド、および、イオン移動プロセスの制御を行うことにより、アクチュエータの耐久性向上(一定電圧による変位の長時間保持)が図れることが分かった。

### 逆変位現象についての改善例

- ・イオン移動抑制策の改善例 (図7-2)  
変位ゼロとなる時間：26分 → >> 120分
- ・加水分解抑制策(封止)の改善例 (図7-3)  
変位ゼロとなる時間：20分 → 130分



図7-1 逆変位現象の説明

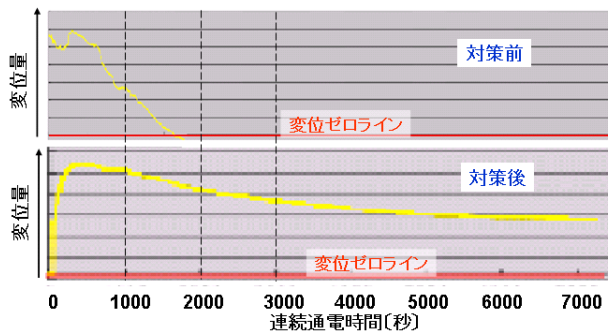


図7-2 イオン抑制策の改善効果

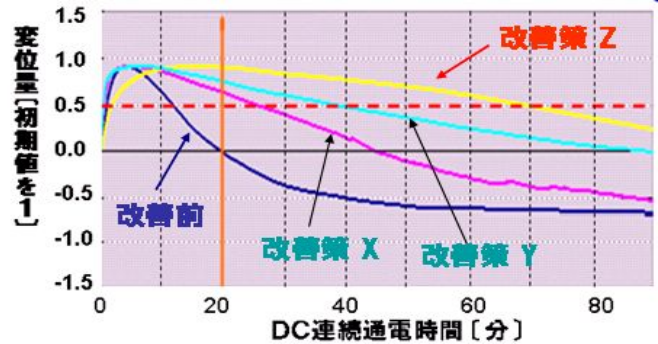


図7-3 加水分解抑制策による改善効果

(担当) 産業技術総合研究所、アルプス電気

## 2. 点字デバイスの開発

小さく(W1.4~2mm × L5~7mm × D 0.2~0.3mm)発生力の弱い高分子アクチュエータで駆動できる点字デバイス用小型ラッチ機構を開発し、高発生力で点字高さと発生力が安定した1st試作機(2文字)と2nd試作機(12文字)の2種類の点字デバイスを実現した(上記 図1、図2、下記 図8)。ラッチ機構については、様々な構造案の検討し、パーキンスにも対応可能で且つ組み込み調整がしやすい“アクチュエータ水平配置・上下変位の回転カム型”に決定し開発を行った。このラッチ機構開発(幾つかの原理試作機 1st試作機~2nd試作機で評価検証)で、来年度予定の多行多列の点字デバイスである電子点字図書の開発に必要な要素技術が得られ、そして、来年度の取り組み課題の明確化ができた。

尚、今年度に試作した点字デバイス1st機、2nd機はラッチ機構の検証を主目的としているため、機構調整やアクチュエータ交換作業の容易化の為に、全体的に形状がかなり(数十%程度以上)大型となっている。

		ダイレクト型 (H21)	ラッチ型 (H22)
			
<b>発生力</b>		3~7gf	100gf以上
<b>点字高さ</b>	<b>突出量</b>	0.35~0.40mm	0.30~0.34mm
	<b>荷重時の変化量 (最大)</b>	1gf:0.05~0.20mm 3gf:0.15~0.40mm	≤0.02mm

図8 ラッチ機構搭載による点字デバイス特性改善

(担当)アルプス電気

### 3. 触覚特性評価装置の開発

視覚障害者による使用感評価によって使いやすい点字ディスプレイを追求していく為の装置(触覚特性評価装置)を開発した(上記 図4)。慶應義塾大学の点字に関する様々な知見から導出された当該装置の必要機能・必要性能とアルプス電気の今年度技術的実現性検討とを摺り合わせ仕様・計画化した上で開発を進め、完成に至る。この装置は、2文字限定ながら、①点字サイズ(点間・マス間・点形状など)の可変、②各点ごとの点字高さ・強さの可変、③触読方法を解析する為のデバイス4隅と点字各点の荷重と変位の検知の機能(図9)が1つの装置に納められており、プロジェクトメンバーが知る範囲で、触読解析装置として世界初、または最高水準の有用な評価データが期待できる装置である。この装置によって、点字デバイス開発に於ける好適仕様導出などの成果が期待される。

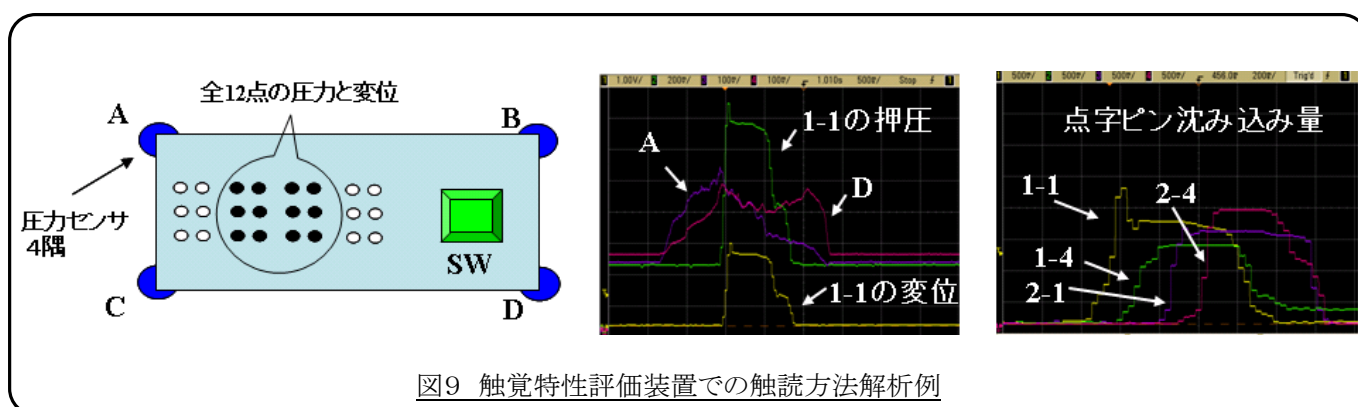


図9 触覚特性評価装置での触読方法解析例

(担当)本体装置:アルプス電気、モニター評価・分析ソフト・分析:慶應義塾大学

### 4. 有機トランジスタドライバーの開発

蒸着プロセスを用いた有機トランジスタドライバーの開発では、チャンネル長を10umまで微細化することで3mA以上の電流値、 $2.0\text{cm}^2/\text{Vs}$ の移動度を実現した(図10-1)。

また、大面積&薄状の点字ディスプレイの駆動回路となる有機トランジスタアクティブマトリックスをスクリーン印刷技術を用いて作製することに成功した。80x80トランジスタセルが2mmピッチ間隔で作製されている各トランジスタセルにおいて、移動度  $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$  以上を実現した(図10-2)。この技術を用いることで、薄型点字ドライバを低コストで大面積に作製することができる。

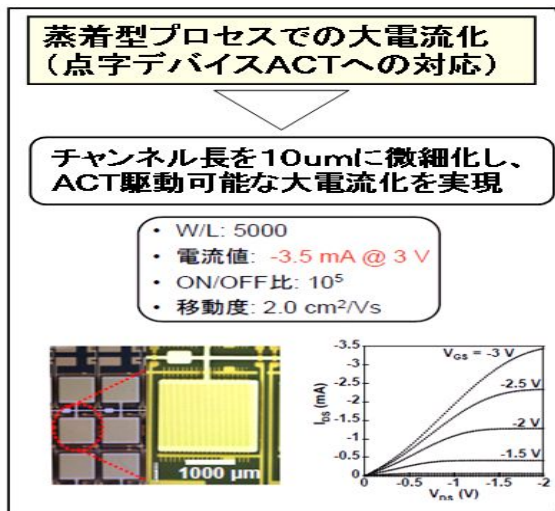


図10-1

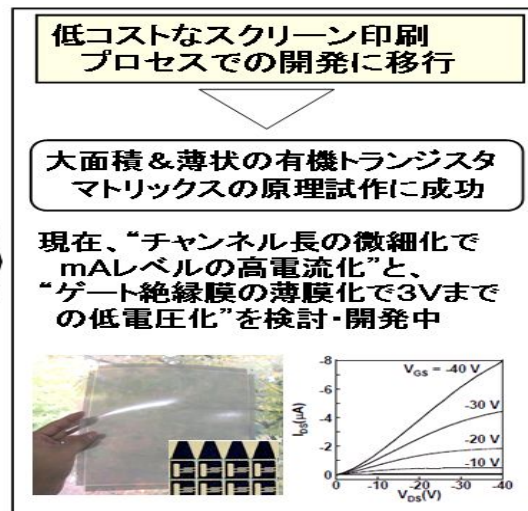


図10-2

(担当) 東京大学

## 5. ユーザー評価研究

### (1) 触読効率の結果

図11-1に正答率の平均を、図11-2に反応時間の平均を示す。正答率については、いずれの試作機でも90%以上の高い正答率が得られており、昨年度の試作機と比べ、飛躍的に高い正答率が得られることがわかった。反応時間に関しては、アルプスオリジナルサイズの試作機で若干、時間がかかる傾向が見られたが、大きな差ではなかった。この結果から、本試作機の触読効率は、最も利用されているピンディスプレイである KGS 社製ブレイルメモに匹敵することがわかった。ただし、パーキンスサイズの試作機は正答率が、アルプスサイズの試作機は反応時間が、従来のピンディスプレイよりも若干ではあるが効率が低い傾向があった(統計的な検討は被験者数を増やした上で行う必要がある)。そこで、これら触読効率の若干の低下が本試作機の使用感等に影響するか否かについて半構造化面接において検討を行った。

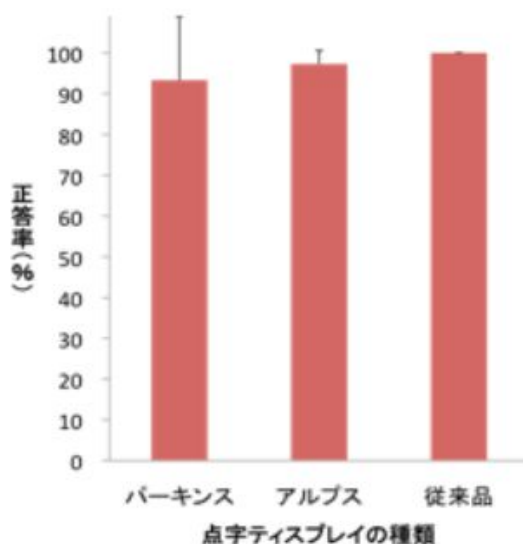


図11-1. 正答率の平均

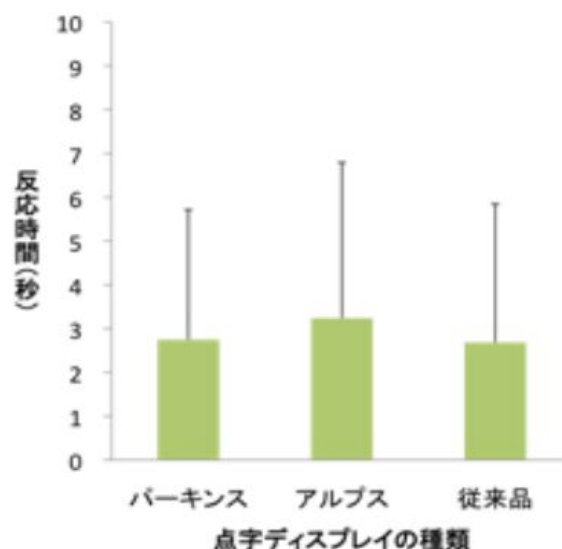


図11-2. 反応時間の平均

### (2) 半構造化面接の結果

点の高さについては、9割の対象者が実用に耐える水準であると回答した。残りの1割は、高さが不十分である理由として、点によって高さが通常の点字と異なる、点が低いと回答した。また、点の間

隔(点サイズ)については、パーキンスサイズであれば実用に耐えうると回答した対象者が9割を占めたが、アルプスサイズの場合には7割程度であった(図12)。その理由として、アルプスサイズは日本の標準サイズよりもかなり大きいため、通常の見方では効率良く読み取ることができず、慣れるまでに時間を要するという回答が多かった。

本試作機の実用化に関しては、全員からとても高い期待が寄せられた。製品化の方向性としては、大きくわけて2つのニーズが示された。一つ目のニーズは、薄型化の利点を活かし、家電製品等の液晶表示に活用して欲しいという内容であった。特に、ATM、エアコン、電子レンジ、デジタルテレビ等の最新の製品への搭載を期待する声が多かった。二つ目のニーズは、多行表示の利点を活かし、点字ページディスプレイに活用して欲しいという内容であった。現在、ピンディスプレイは1行しか表示できない点に不満を感じているユーザーが多く、2～3行の表示でもよいので、早期に多行表示を実現して欲しいという声が多かった。特に、点字図書を電子化する上で、多行表示は必須であるという意見が多かった。

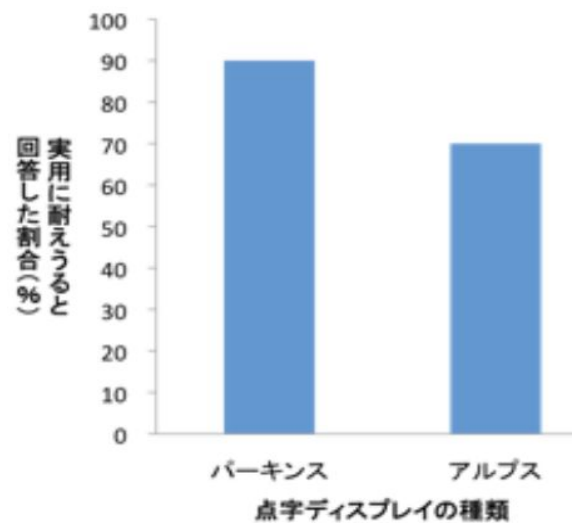


図12. 実用に耐えうると回答した割合

### (3) 結論

本試作機は、客観的な触読効率の観点からも、主観的な使用感の観点からも従来の点字ピンディスプレイに匹敵する性能を持っていることがわかった。また、本試作機には、従来のピンディスプレイにはない、薄型化という特徴と、構造的に今後多行表示化が可能という特徴がある点が高く評価された。そして、薄型化の利点を活かし家電製品等の液晶表示に活用して欲しいというニーズが多いこと、多行表示の利点を活かし、点字ページディスプレイに活用して欲しいニーズが多いことがわかった。なお、多行表示を実現する際、必ずしも1ページではなくてもよいので、早期の製品化を期待する声が多かった。

今後の課題としては、従来の点字ピンディスプレイと比較すると、触読効率の観点で若干の低下がみられる点を改良する必要があることが明らかになった。今後、その理由の究明と解決策を検討し、従来のピンディスプレイ以上の触読効率を目指していく必要がある。

(担当) 慶應義塾大学

6. 今年度(H22 年度)目標に対する結果まとめ

今年度 目標	結果	達成度
a.高分子アクチュエータの耐久性と応答性の向上	○耐久性悪化の主原因・影響因子をほぼ特定、改善施策を開発 ○改善施策により、長時間連続駆動時の劣化による変位減衰の時間(傾き)については、大幅(約7倍)に改善 △劣化が原因の応答性低下は大幅改善。しかし、ACT基本特性上の応答改善は、施策は打てず向上なし。	80%
b.点字高さと発生力のばらつきの低減	○小型ラッチ機構にて、大幅な高発生力化と安定化を実現 ○ユーザー(視覚障害者)より、高い評価を得た。	100%
c.有機トランジスタドライバの大電流化	○蒸着型プロセスで、低電圧高電流化(3V,3mA以上)を達成 ○低コストなスクリーン印刷型に取り組み中(原理試作は成功)	80%
d.点字デバイス1st機試作と、ユーザー評価	○2種類の点字サイズの点字デバイス1st機を試作 ○当初予定以上の46名分のユーザー評価を実施。	100%
e.触覚特性評価装置開発と、ユーザー評価	○ほぼ目標仕様/機能の装置が完成。 △解析用ソフトウェアを開発完了次第、ユーザー評価実施予定。	70%
f.点字デバイス2nd機試作と、ユーザー評価	△2nd機(12文字)を試作。安定動作に向け改善取り組み中 △ユーザー評価は、2nd機の安定動作待ちの状態	50%
<b>総合評価</b>	<b>点字デバイス動作の安定化に課題を有すが、総じて、今期目標である“来年度の開発に必要な要素技術開発”が達成できたものと判断</b>	<b>70%</b>

図13. 平成22年度 目標達成度

H. 予定して出来なかったこと

- △耐久性問題が原因の応答性の低下は大幅改善することができた。しかし、当初計画したアクチュエータ基本特性的な応答性の向上については、耐久性課題改善の注力により時間が割けず、効果的改善には至らなかった。
- △新規開発した小型ラッチ機構、プロジェクト期間内にはメカ精度が追いつかず動作が不安定となり課題として残ってしまった。
- △耐久性改善について、複数の有効な施策を見出したが、点字デバイス用に対して、サイズの困難であったり、技術的調整に時間を要するなど、今年度適用ができない施策が少なくなかった。
- △ユーザーによる点字デバイス1st試作機モニター評価では、点間3mmのプロジェクトオリジナルサイズよりも、点間2.3mmのパーキンスサイズの方が触読性が良いと云う結果であったが、日程的な問題から、2nd試作機は技術的難易度が高いパーキンスサイズではなく、オリジナルサイズを適用せざるを得なかった。

I. 考察

本開発は、昨年度(H21 年度)の点字デバイス開発と同一メンバーであったこともあり開発の連携は昨年度の経験・実績を活かし比較的スムーズに進めることができたように思う。然しながら、今年度の重要課題の1つであった高分子アクチュエータの耐久性改善は、当初の予想を超えて根深く困難なものとなり、原因解明から対策実施まで、産業技術総合研究所・アルプス電気ともに、非常に多くの時間を費やす結果となった。実用的な耐久性実現には、もう少し時間を要するが、本開発でアクチュエータ特性劣化の主原因および影響因子をほぼ特定し、その効果的な幾つかの対策方法・改善方法を導出できたことは、今後、本アクチュエータを使って薄型低消費電力の点字デバイスを実現する際に不可欠な技術と判断されることから、大きな成果であったと考えている。

また、本開発は、“中途障害者など、多くの方が使えるような点字デバイスの開発”を基本方針にあ

げて開発を進めた。これは、視覚障害者が日常生活で切実に感じる不便性を点字デバイスでの解消するにあたっては、できるだけ多くの視覚障害者を対象としなければならないが、昨年度(平成 21 年度)開発した点字デバイスは、先天性の視覚障害者など、点字に慣れ親しんで繊細な触読能力を身に付けられている方々以外、触読が困難と評価されたからである。しかし、現在の高分子アクチュエータの実力では、圧電素子のような剛性は持ち合わせず、数多くの障害者が触読可能な数十gf以上の発生荷重を発生することは難しいとの判断から、今年度小型ラッチ機構の開発に取り組むことにした。

## J. 結論

本開発(H22年度 厚生労働省 障害者自立支援機器等開発促進事業)に於いて、

1. 超小型ラッチ機構を新規開発し、触読性の良い点字デバイスを開発した。
  - ・ユーザー評価では、昨年度の課題(高発生力化、点字高さ/力のバラツキ)が大幅に改善されたこと、薄く小さく多行化が容易であることなどに、高い評価を頂いた。
  - ※但し、今後、メカ精度を向上させ動作安定化させる改善が必要
2. 高分子アクチュエータの耐久悪化主原因と影響因子をほぼ特定、改善施策を開発した。
  - ・本開発で、逆変位現象などの耐久性が7倍以上改善した。
3. 有機トランジスタドライバの低電圧大電流化に成功(蒸着製法)し、低コストなスクリーン印刷製法での低電圧・大電流化に着手した。
4. ユーザーは、“2行以上の点字デバイス”の早期商品化を切望していることが解った。
  - ・ユーザーは、家電やATMなど、液晶部分への点字デバイス化や、2～3行でも大きな効果がある多行点字デバイスの早期開発を希望

結論) 点字デバイス動作の安定化などに課題を有すが、総じて、今期目標である“来年度の開発に必要な要素技術開発”が達成できたものと判断した。

## K. 健康危険情報

### 1. 開発者側

点字デバイスの駆動源となるナノカーボン高分子アクチュエータは、人体への安全性にリスクのあるナノカーボンなどのナノ材料や有機溶剤を使用する。当材料を扱う産業技術総合研究所とアルプス電気は、グローブボックス内での粉体作業や、有機ドラフト内での有機溶剤作業、手袋・マスクの着用などの防爆措置をとり、作業にあっている。尚、ナノカーボン材料は、アクチュエータ作製工程内で樹脂とコンポジット化されることで、人体への曝露リスクが著しく低減される。

### 2. 当事者側

- ・点字デバイスは、ナノ材料などの危険リスクのある物質がアクチュエータ素子の樹脂内で封止され、更にデバイス筐体によって封止されている為、特に分解などをしない限り外部には漏れ出ることはない。従って、点字デバイスの形態では、当事者に対してナノ材料などの被曝リスクは非常に小さいと判断される。
- ・当事者が点字デバイスを操作(触読など)することについての安全性の確認については、国立障害者リハビリテーションセンター病院 仲泊 聡先生に医師の立場からご評価頂き、特に危険性は確認されないと云うご見解を頂いている。

## L. 成果に関する公表

### 1. ホームページ、刊行物等の紙面などでの発表

- ・“Thermal stability of organic thin-film transistors with self-assembled monolayer dielectrics”  
平成 22 年出版 APPLIED PHYSICS LETTERS 社 APPLIED PHYSICS LETTERS
- ・“シート型点字ディスプレイ” 平成 22 年 12 月発行 シーエムシー出版 アクチュエータ

### 2. 展示会などでの発表

- ・厚生労働省 平成 22 年度 “障害者自立支援機器等開発促進事業における開発成果の一般公開” 平成 23 年 3 月 9 日 11:00～15:00 @厚生労働本省 2階講堂
- ・2010 年 第 71 回 応用物理学学会学術講演会 “SAM 絶縁膜有機 TFT とカーボンナノチューブアクチュエータ集積化による 4 V 駆動点字ディスプレイ” 平成 22 年 9 月 14 日～17 日 @長崎大学

### 3. プレス・その他

- ・ J p 毎日 (H23, 3/9) : 新素材点字ディスプレイ  
<http://mainichi.jp/universalon/report/archive/news/2011/20110309mog00m040021000c.html>  
<http://video.mainichi.co.jp/viewvideo.aspx?Movie=48227968/48227968peevee376676.flv>
- ・ J S T サイエンスチャンネル (H23, 6/26 放送) : オジギソウの動きに学ぶ高分子アクチュエーター  
[http://sc-smn.jst.go.jp/8/bangumi.asp?i\\_series\\_code=C106301&i\\_renban\\_code=005](http://sc-smn.jst.go.jp/8/bangumi.asp?i_series_code=C106301&i_renban_code=005)

## M. 知的財産権の出願・登録状況

本プロジェクトによって、次の発明が生じた。現在、出願申請中、または出願準備中である。

### 1. 特許

- ・ナノカーボン高分子アクチュエータ関連で、6 件 出願申請中、 2 件 出願準備中
- ・点字デバイス関連で 3 件、出願準備中。

### 2. 実用新案

なし

### 3. その他

なし ※各研究開発機関で得られたノウハウは、各々でノウハウ登録等あり

## L. 事業の継続中止について

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北大震災およびその被災ダメージは、当プロジェクトの主管企業であるアルプス電気とその事業環境に大きな影響を与え、当プロジェクト（事業）の継続が困難な状況となった。その為、当プロジェクトは平成 22 年度から 2 年間の開発計画であったが、厚生労働省に H23 年度の事業継続中止の申し入れを行った。

大変残念でありませんが、プロジェクト継続中止にあたり、これまで当プロジェクトにご協力頂きました数多くの方々に この場を借りて改めて深く感謝いたします。

以上