

## 2012 年度 SFC 研究所プロジェクト補助研究報告書

### 【研究テーマ】

視覚障害者水泳選手を補助する無線機器の開発

### 【助成研究費】

1,000 千円

### 【申請者】

大学院政策・メディア研究科兼環境情報学部 准教授 仰木裕嗣

### 【研究概要】

本研究では、視覚障害者の水泳を健康のための有益な身体運動と捉え、その水泳を「安全」に「安心」して行う事が出来る支援ツールを開発する事を目的にしている。具体的には、無線機能を有する骨伝導スピーカー内蔵ゴーグルを試作することによって、無線による音声によって、壁の接近、泳者のすれ違いなどを警告し、トレーニングを安全に行う事を目指す。このため、すでに特許を取得済みの、骨伝導スピーカー内蔵ゴーグルに、新たに無線による音声通信機能を盛り込んだ試作品を開発する事を研究の核とし、視覚障害者団体による評価実験を行うものである。

### 【研究背景】

本来、ヒトが健康な生活を送るために、日常運動は欠かせないものであることは明白であるが、視覚障害をもつ児童、青少年、成人の多くは運動の機会に恵まれていない現状がある。健常者が気軽に楽しむ事ができるジョギングのような基本的な運動であっても、衝突、転倒の危険をともなっているために、マンツーマンの伴走者なしには、屋外を自由に走り回る事は難しい。さらに、ボールゲームに代表される集団スポーツでは、その危険性が益々高まるために、新たなスポーツを親しむという機会は少ない。そのような現状の中で、水泳および水中運動はプールという水環境と、コース内を同じ方向に皆が泳ぐ、あるいは歩くという性格をもつことから、指導者からみれば、数ある運動のなかでは安全とみなされている。

しかしながら、その安全と考えられている水泳であっても、二つの点において危険が存在すると言える。第一番目は、右側通行をルールとするプール内では、すれ違う別の視覚障害者との衝突を避けるため、意識的に右によって泳ぐため彼らは常時右手をコースロープにぶつけることが原因で、常に右手に擦過傷を受けることである。第二番目には、相当の熟練スイマーとなったとしても、依然壁でのターンとタッチ動作には危険が伴うために、補助者がプール両サイドに待ち構えて、「タッパー」と呼ばれる棒で、泳者の頭を軽く叩くことで壁の接近を知らせている現状である。これ以外に、壁への接近を知らせる術がないため、同時に2名の補助者が両サイドに待ち構える必要がある。

申請者の仰木は、この二点の問題を解決するために、いくつかの取り組みをこれまでの研究活動のなかで行ってきた。第一番目の課題であった、手がコースロープにぶつかることで生じる擦過傷を防ぐために、「コースガイド」と呼ばれる補助具を開発し、慶應義塾知的資産センターを通じて特許出願し、すでに特許を取得した（特許第 4644855 号）。これは軟質素材であるクロロプレンゴム製のカバーをコースロープにかぶせて用いるものであり、これに手をぶつけても安全に泳ぎ続けることが可能である。このコースガイドをコースロープ上に敷設するが、プール際 5m 以内に設置しないことで、壁の接近も同時に知らしめることができる。試作品を作成した後、基礎実験に当たっては、筑波大学附属盲学校水泳部はじめ、東日本障害者水泳チーム等の協力を得て、評価実験を行った。指導者からは、初心者への導入において、有効であるというコメントが寄せられ、受注生産品ではあるが、入手可能となった。

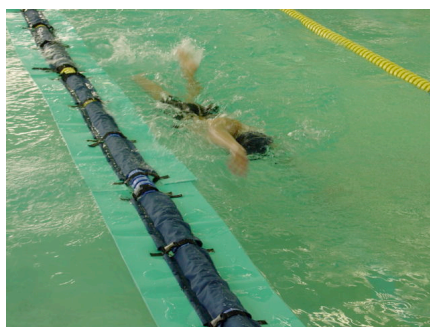
第二の課題である、壁への接近をタッパーで叩くことなしに知らしめる、ということに関しての対策として仰木はまず、「骨伝導スピーカー内蔵ゴーグル」という発明を行った（特許第 4714818

号). 圧電素子による骨伝導は水中において、驚くほどクリアな音質を提供する。通常、骨伝導スピーカーは、「らくらくフォン（富士通）」に代表されるように、こめかみ部への接触が望ましいと言われるが、脂肪組織のない眼窩はよりクリアな音質を得られることを予備実験で確かめた。そこで提案した水泳用ゴーグルは、ゴーグルのベルト部または、眼窩に直接当たるゴーグル本体のプラスチック自身が圧電素子によって形成され、「目から音が聞こえる」というコンセプトである。特許実施上、不可能であった無線機能の付加が、昨年になってこの特許に盛り込むことになったため、本研究では、この骨伝導ゴーグルに無線受信機能を盛り込むことを本研究の目的とする。

本研究で目指す無線による音声通信機能は、前提とされる使用環境がプールということから高い防水機能を持たせることも必要とされる。また、プールサイドから指導者が、複数のスイマーに対して同時に指示を出すことを実現するためには、複数チャンネルの実装も必要要件として挙げられる。

こうした小型／薄型化，軽量化，防水化については、仰木研究室でこれまで加速度センサやジャイロセンサを用いたヒトの運動解析ツールを開発してきた実績があり、これらの知識とノウハウを盛り込む予定である。また、評価実験においては、視覚障害者団体との協力関係を築く予定である。

我々の最終目的は、「視覚障害者の運動機会を増やす事」である。そのため、安全と安心を与えるための機能を開発、実装し、これによってより多くの視覚障害者が水泳を通して健康づくりに励んでくれることを期待している。



図：コースガイド（取得特許）



図：骨伝導スピーカー内蔵ゴーグル（取得特許）



図：骨伝導スピーカー内蔵ゴーグル（試作品）

#### 【研究目的】

我々の最終目的は、「**視覚障害者の運動機会を増やす事**」である。そのため、安全と安心を与えるための機能として、

1. 無線によってプールサイドから
2. 音声による指示を伝送し
3. 骨伝導スピーカーによって、視覚障害者が耳を塞ぐことなく、危険を回避できる
4. 水泳用ゴーグルを開発する

ことを本研究期間内の目的とする。これによってより多くの視覚障害者が水泳を通して健康づくりに励んでくれることを期待している。

#### 【研究成果】

本研究では、FM 無線によって音声信号を伝送し、これをアンプにより増幅して装着者に骨伝導スピーカーを介して伝えるためのプロトタイプ開発を行った。実機の写真（上段：外観，下段内部）を図に示した。写真において、イヤフォンに見えるが、ケーブルの先に取り付けられているものが、実際には骨伝導スピーカーである。プロトタイプはゴーグルのゴムバンドに挟み込んで使うことを前提として設計し、この部分に全ての電子回路および電池を内蔵した。

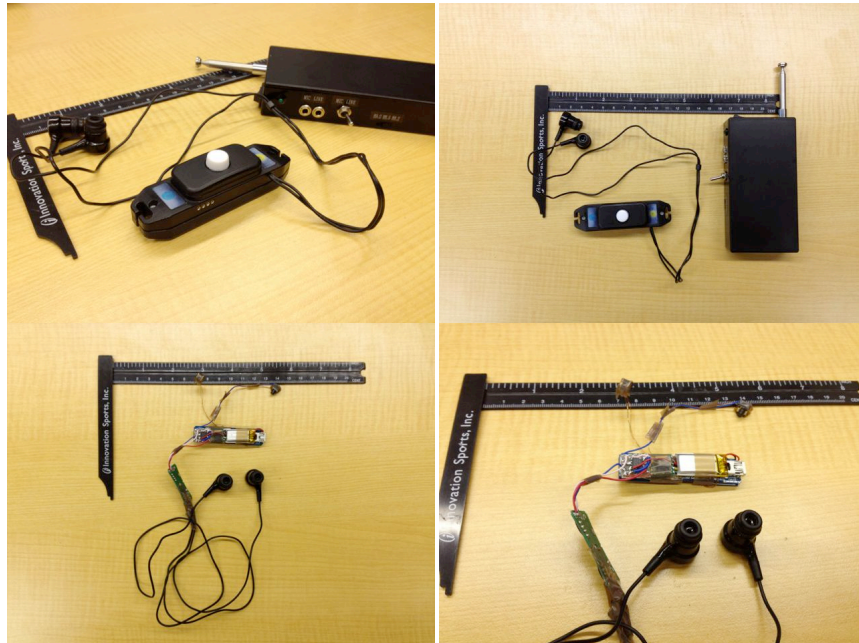
骨伝導スピーカーにつながるケーブル自身がアンテナになっており、FM によって受信を行う。FM 周波数の選択は、送信機（写真内右側）のディップスイッチによって行うことが出来る。また、PC 上のソフトウェア(Windows OS)から、同様に周波数選択が可能である。この機能制御については、2.4GHz のデジタル無線を用いて実現している。すなわち機能制御はデジタル、音声伝送はアナログによって達成している。

音源入力としては、MIC 入力、LINE 入力の排他的二系統を持たせてある。したがって、音楽を FM によって伝送してユーザーに聞かせることが可能である。

FM による音声伝達範囲は、実験では 40m 程度であった。送信機側を屋内 50m プールの中央付近におくことで、長水路 50m プールであってもカバーできると考えられた。

本プロトタイプにおいては、ユーザーが装着する子機のメイン基板に既存の技適（技術基準適合証明）取得済みの無線基板を用いたため、いくつかの制約が生じた。そのひとつが、圧電スピーカー向けのアンプ部である。実験では、音圧レベルが若干小さく聞き取りにくいとの感想が得られた。

技適取得済みのメインの基板には、元々無線 6 軸センサが装着されている。したがって、今回のプロトタイプでは、装着したユーザーの頭部 3 軸加速度および 3 軸角速度も計測可能である（サンプリング周波数上限 1kHz）。これは先に述べた PC 側アプリケーションによって、計測開始／停止といった制御が可能である。



#### 【現状の課題】

本研究期間内に、目標とする基本機能の実装は完了した。ただし、骨伝導スピーカーの振動レベルが低い、頭部に装着した筐体が実際に泳いでいる際に水没すると、音声伝送にどのような不具合が生じるのか、こうした実用耐久試験が未解決である。また骨伝導スピーカー自体の密着具合が、骨伝導には重要なファクターになるが、現状の骨伝導スピーカーはイヤホン型であるため、その密着具合は弱く完全ではない。ゴーグルベルトの密着性を活かしたスピーカー形状を検討することが残されている。音圧レベルの調整に時間を要したために、実機を用いた十分な実証実験を行うことができなかった。したがって今後プール環境下において視覚障害者団体を被験者として実機試験を行う予定である。

研究資金内で大量の実機を開発することが不可能であったため、今後は競争的資金、企業との共同研究などの外部資金によって開発をさらに進めていく予定である。