

## タンジブルユーザインタフェースによる算数の教材

佐伯 徳秀

片山 滋友

日本工業大学

### 1. はじめに

近年、コンピュータを用いたバーチャル教材が多く使用されるようになった。教育においてリアル教材からバーチャル教材への学習では理解が進みやすいが、抽象的なバーチャル教材による教育を先に行うと、実体験のイメージがしにくく理解が難しいと言われている。これらを改善する方法としてタンジブルユーザインタフェース (TUI: Tangible User Interface) により、リアル教材とバーチャル教材をリンクさせた教材を研究している。この TUI 教材は、バーチャル教材とリアル教材のやり取りの中で学ぶことができるため、学習の理解を促進することができる。昨年、そのプロトタイプとして TUI による算数の教材を開発した[1]。今回、開発した教材の特徴を調べるため、光トポグラフィ装置を用いて、TUI による算数の教材とバーチャルな算数の教材をそれぞれ使用した場合における脳内のヘモグロビン濃度 (Hb 濃度) の変化から脳の活性化状態を測定し、検討した。

### 2. タンジブルユーザインタフェースによる教材の概要

試作教材は、手に触れて実感できる教材 (コマ) とパソコン表示のバーチャルな算数の教材の相互のやり取りにより、加減乗除を学習することができる。システムは図1に示すようにリアル教材 (コマ) と CCD カメラ、バーチャル教材であるパソコン、液晶ディスプレイ、スピーカ、教育用プログラム (算数) から構成されている。

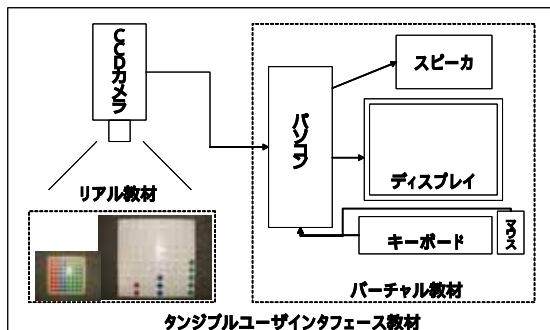


図1 システム構成図

液晶ディスプレイには、CCDカメラからリアルタイムで取得したコマの操作状況とコマを置く場所を指定するボードの画像が表示されている。また、算数の加減乗除の問題が表示され、バーチャル教材で解答すると同時にコマをボードに置くことにより解答する仕組みである。

### 3. 光トポグラフィ装置による脳活性化状態の測定

実験では光トポグラフィ装置を用いて、TUIによる算数の教材とバーチャルな算数の教材をそれぞれ使用した場合における側頭葉のHb濃度の変化を測定した。被験者は、TUIによる算数の教材及びバーチャルな算数の教材のレベルに合わせて小学生 (7名) をお願いをした。実験はまず、被験者の脳をリラックス (RT: RelaxTime) させるために40秒間、被験者に数を1から10まで繰り返し数えてもらった。その後、バーチャルな算数の教材を1分間行い、その場合における被験者の側頭葉の活動を測定した。次に、TUIによる算数の教材を行っている時の被験者の側頭葉を測定するために、バーチャルな算数の教材にて測定した方法と同様に、TUIによる算数の教材を2分間行い、被験者の側頭葉の変化を測定した。なお、実験で使用した光トポグラフィ装置は、日立メディコ製ETG-4000である。

### 4. 実験結果

被験者Aの側頭葉におけるHb濃度の測定結果の代表的なものを図2、図3に示す。矢印 は酸素化ヘモグロビン (oxyHb) を示し、矢印 は脱酸素化ヘモグロビン (deoxyHb) を示している。

図2は、バーチャルな算数の教材を行っているときの被験者Aにおける左右の側頭葉の活動を測定した結果である。バーチャルな算数の教材にて算数の問題を解答しているときの被験者Aの側頭葉 (右) のoxyHbは急激に増加しており、その後、増加傾向のままoxyHbは一定している。また、側頭葉 (左) のoxyHbは減少し、deoxyHbが増加している。この結果より、バーチャルな算数の教材のみ行った場合、被験者Aの側頭葉では画像として記録されるために右脳のみ活性化されていたことが考えられる。

図3は、TUIによる算数の教材を行っているときの被験

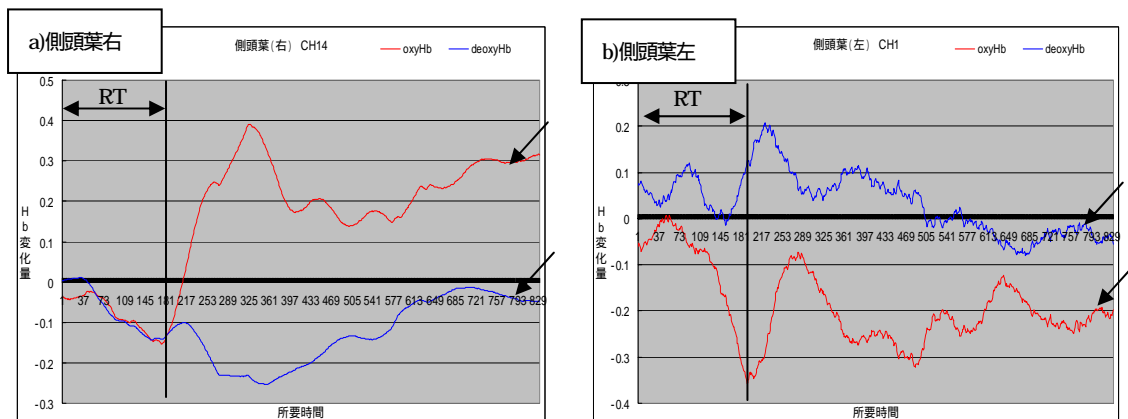


図2 バーチャルな算数の教材におけるHb濃度変化

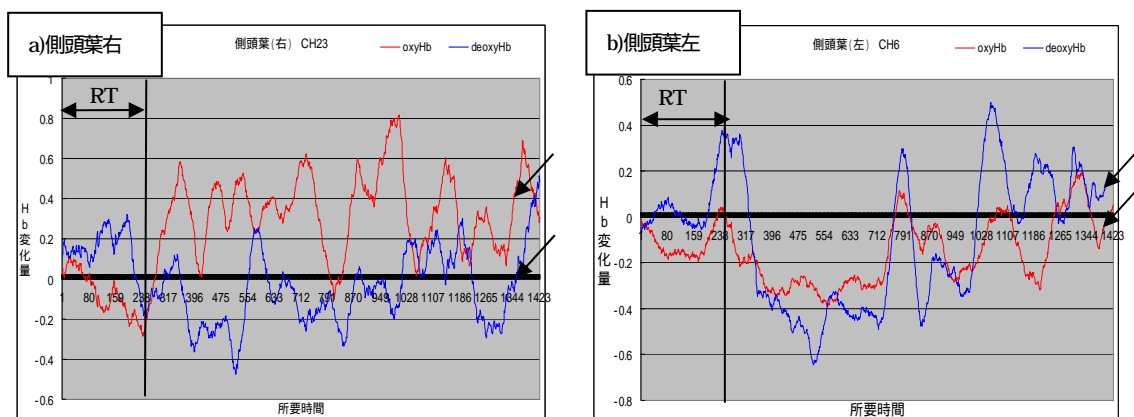


図3 TUIによる算数の教材におけるHb濃度変化

者Aにおける左右の側頭葉の活動を測定した結果である。TUIによる算数の教材のバーチャル教材にて算数の問題を解答しているときの被験者Aの側頭葉では、バーチャルな算数の教材と同様に側頭葉（右）のoxyHbは急激に増加しており、deoxyHbは減少している。また、側頭葉（左）ではoxyHbが減少し、deoxyHbが増加していることが分かる。次に、リアル教材を用いて算数の問題を解答している場合には、被験者Aの側頭葉（右）のoxyHbは減少しており、deoxyHbは増加している。また、側頭葉（左）ではoxyHbが増加し、deoxyHbが減少している。これは、TUIによる算数の教材ではバーチャルな教材とリアルな教材をリンクさせることによりそれぞれを使用するため、被験者Aの側頭葉ではバーチャルな算数の教材と同様に画像として記録され側頭葉（右）が活性化していることが考えられる。また、リアルな教材を用いて算数の問題を解答するときは、教材に手で触れて算数の問題を解答するために側頭葉（左）が活性化されることが考えられる。このように、TUIによる算数の教材では、左右の側頭葉が交互に活性化されていた。他の被験者においてもほぼ同様な結果となった。

## 5. まとめ

今回、光トポグラフィ装置を用いて、プロトタイプとして開発したTUIによる算数の教材とバーチャルな算数の教材を別々に使用した場合における脳内のHb濃度を測定し、比較検討した。その結果、TUIによる算数の教材とバーチャルな算数の教材、それぞれにおけるHb濃度の特徴として、バーチャルな算数の教材のみ使用した場合には、側頭葉（右）が活性化されており、側頭葉（左）では活性化がみられなかった。また、TUIによる算数の教材では、左右の側頭葉が交互に活性化されていた。TUI教材では、左右の脳が活性化されるので学習の理解を促進させることができると考えられる。

今後は、TUIによる教材によって与えられる脳の活性化状態と学習効果の関係を検討し、よりよいタンジブルユーザーインターフェースによる教材を開発する予定である。

## 参考文献

[1] 佐伯 徳秀、片山 滋友 「タンジブルユーザーインターフェースによる教材の開発」教育システム情報学会 第31回全国大会 p249～p250 (2006)