

## 2) 仮想現実空間と医学評価

新潟大学医学部生理学教室, 眼科学教室 板東 武彦・長谷部 日  
高田 律子・早川 祐貴  
高木 峰夫・戸田 春男  
阿部 春樹・小山田 浩

On the Medical Evaluation of Physical Functions  
During Visual Works in Virtual Space

Takehiko BANDO, Hiruma HASEBE, Ritsuko TAKADA  
Yuki HAYAKAWA, Mineo TAKAGI  
Haruo TODA and Haruki ABE

*Departments of Physiology and Ophthalmology,  
Niigata University School of Medicine*

The chance for us to work in the computer-assisted artificial world is increasing in accordance to the progress in computer technology. Because these virtual space have different properties from those of ordinary world, it is urgent to test changes in human functions caused by laboratory or office works in these artificial space. In this paper, we discuss the differences in normal and artificial environments, especially when the artificial space is given by using the head-mounted display (HMD). The results of our medical evaluations on the effects of 2-dimensional (observation of video movies for 2 hrs) and 3-dimensional (switching task with disparity-driven target movement for 20 min) loads given to a group of volunteer subjects are also discussed.

---

Key words: head-mounted display (HMD), human, visual function, oculomotor function, eye movement, refraction, binocular disparity  
ヘッドマウントディスプレイ, 人間, 視機能, 眼球運動, 両眼視差, 屈折, 医学評価

近年コンピュータを用いて仮想的な環境空間を実現する装置が低価格で大量に供給され, さらに双方向的な相互干渉が可能な仮想空間, いわゆる仮想現実 (バーチャルリアリティ) の世界にも容易にアクセスできるようになった。今後, なんらかの意味で仮想空間の中で仕事や生活を行う機会は増加の一途をたどると考えられる。

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) は左眼用と右

眼用に各々1枚ずつ, 計2枚の液晶画面を備え, 頭にかぶるようにして用いるコンピュータのディスプレイの1種である。特徴の1つは, 液晶の性質を利用して透視型にすることもできることであり, 液晶に電圧をかけると, 外の景色に重なって画面の字や絵も見ることができる。日常空間での作業を続けながら, コンピュータ操作ができるという意味では画期的なモニターといえる。ネット

---

Reprint requests to: Takehiko Bando,  
Department of Physiology, Niigata University School of medicine,  
Asahi-machi 1, Niigata City  
951-8510, Japan.

---

別刷請求先: 〒951-8510 新潟市旭町通1番町  
新潟大学医学部生理学教室 板東 武彦

ワークで結合すれば、多くの人が同時に情報を受け取りながら作業を行うことも可能であろう。また、通常は1-2m程度のところに焦点面がくるようにレンズ系が設計されているので、透視型にしてビデオ映画を鑑賞すると、大画面で外の景色と融合した不思議な世界を楽しめる。当然であるが、液晶が2枚あることを利用して、両眼に視差を与え、立体画像を提示することができるのも大きな特徴である。HMDは新しいコンピュータディスプレイとして今後、利用が増えることが予想される。医療応用としても、種々の患者データをモニターしながらの作業、手術中に検査データを効率良く利用できるシステム、手術のシミュレーション訓練、斜視や弱視の訓練、種々のバイオフィードバックを利用したりハビリテーションなどその応用範囲は広い。

しかし、このような仮想環境空間は、現実とわれわれが生活している日常空間とは種々の点で異なる。例えば、HMDで立体画像を提示すると、そこに現れる絵は距離感を持つが、実際は液晶画面自体が動く訳ではない。従って、絵が近づいたからといって、近いところにピントを合わせると像がぼける。また、HMDは頭に固定して使うので、頭が動くとは絵は頭について動く。日常生活では頭が動くと、景色の中で止まっている物は頭とは反対向きに動くので違和感がある。仮想現実空間、いわゆるバーチャルリアリティの世界では、景色はコンピュータによって作られる。だから、コンピュータの能力が十分であれば、適当な計算をして頭が動く時に矛盾がないように景色を動かせるはずである。しかし、実際には頭の動きを検知し、それに併せて景色の位置を計算して表示するために時間がかかり、遅れがあることが分かってしまう。

このように仮想空間は日常空間と異なる特徴を持つ。その一方、われわれは環境に対して適応する能力を持つので、例えば仮想空間であっても適応できる。そのことは、すでにドーブプリズムを用いた実験で20年以上も前に証明された。プリズム眼鏡をかけて左右を逆転させたまま生活を続けると、最初過度の船酔い状態になるが、1-2週間前庭動眼反射が逆転し、プリズム眼鏡の世界に適応する。但し、プリズム眼鏡をはずした場合は再び過渡期の船酔い状態を経た後に、日常の世界に再適応する。従って、われわれは仮想空間の世界に没入してしまえば、多少の時間はかかるにしても、その世界の中で不自由なく暮らすことができる。仮想空間での生活はプリズム眼鏡をかけた場合ほどには日常生活と変わらないので、過渡期にもそれほど激しい症状はでないと思われる。しか

し、われわれは仮想現実空間の中に安住することはできず、日常空間と仮想現実空間の間を行ったり来たりすることになる。1回の移行で起こる症状はそれほどひどくはなくても、異なる空間に適応を繰り返すことにより、ストレスが次第に加重されてゆく可能性もある。

いずれにしても、このような仮想現実空間は人類始めて以来、ほとんど経験していないので、仮想空間での作業が人間に与える影響の医学的評価は緊急の課題である。このような評価は種々、難しい面を含んでいる。第一に、調べる側として、何か起こることを期待するところがある。しかし、実はHMDの装着や椅子の種類や座り方のような環境条件、それに特殊な検査を次々やられる不安感などの要因が非常に大きい。数年前に、イギリスの国防省で仮想現実空間の評価をアンケート形式で行った例では、仮想現実空間を経験する前の事前コントロール検査ですでに半数以上が不快感を訴えていた。従って、このような実験環境の整備を計算にいられて検査のプランニングや実際の検査を行わないと、仮想空間の与える影響を調べていることにならない。また、医学的・生物学的な検査の結果は、通常の工学・理学の実験と異なり、白黒つけがたい点が多々あるので、エンジニアたちにこのことを理解してもらうことも大変難しい。

われわれは、最近このような評価の初歩的な段階に関与した。シンポジウムではその一部を報告するが、主題は以上述べた一般論であり、結果の詳細については別に出版しているので、それを参照していただきたい<sup>1)-4)</sup>。評価したHMDはソニーの製品(グラストロン)、評価項目はアンケート調査、一般的な既往症等の予備検査、眼科的検査、循環系検査、内分泌系検査、素材の皮膚のアレルギー検査、電磁波検査、皮膚温度検査など多岐にわたる。初期にはHMDを使って通常のビデオテープ(ほとんどは映画のテープで被験者に選んでもらったもの)を約2時間鑑賞してもらい、その前後で視覚機能、眼球運動機能について検査し、その後立体画像を与えた状態についての評価を行った。

全体の結果としては、HMD使用の前後で、検査データに大きな変化は認められず、種々細かい変化が認められたのみである。すなわち、屈折については球面值は殆ど変化せず、円柱値に軽度の変化が認められた。立体視検査、調節能力、AC/A比には大きな変化はみられなかった。眼球運動は輻輳運動の振幅、速度ともに軽度減少がみられた。全体の傾向としては、個人差が大きいのが、その変化には系統的な方向性は認められなかった。これは、おそらく検査中(2時間のビデオ映画鑑賞あるいは

20分の立体視負荷)に疲労と学習の両方向の過程が同時に進行したためであろう。循環系, 内分泌系の変化を併せて考えた場合, 短期的には種々の生体調節系で適応変化が同時に進行し, またそのために生体調節系相互の関係も変化する。長期的にはこれらの変化に応じて可塑的な変化, 即ち学習や環境への適応が起こる。これらの変化の総合が医学的評価に反映されると考えられる。現在のところ, 短期的な評価が中心であるので, さらに今後の研究を進めることが必要である。

### 参 考 文 献

- 1) 原 直人, 高木峰夫, 板東武彦, 小山田浩, 大西志保, 日下部正宏: 二面式液晶表示装置使用前・後の視機能比較, 視覚の科学, 14(2): 82~87, 1993.
- 2) 原 直人, 鶴飼一彦, 石川 哲, 高木峰夫, 板東武彦, 小山田浩: ヘッドマウントディスプレイの数時間連続使用による屈折・調節・輻輳機能の変化, 日本眼科学会雑誌 100(7): 535~540, 1996.
- 3) Hasebe, H., Oyamada, H., Ukai, K., Toda, H. and Bando, T.: Changes in oculomotor func-

tions before and after loading of a 3-D visually-guided task by using a head-mounted display, Ergonomics, 39: 1330~1343, 1996.

- 4) 板東武彦, 長谷部日, 小山田浩, 戸田春男, 鶴飼一彦: 眼球運動機能を指標とした HMD 評価の試み, 仮想現実環境評価への第一歩, VISION 7: 131~136, 1995.

司会 どうもありがとうございました。仮想現実空間とか石井先生にお話いただく立体視などは, 次世代のマルチメディアを考える上でもっとも興味深い道具ですので, 後でまとめてディスカッションをさせて頂きたいと思います。なお, お知らせを申し上げますが, 今日のシンポジウムは伊藤忠テクノサイエンスと鈴商に技術協力をお願いしてあります。特に伊藤忠テクノサイエンスには廊下に X 線や MRI の画像を表示するマルチメディア装置のデモをやっていたいております。今日のシンポジウムは5時で終わる予定でございますが, その後30分ほどデモをやって頂いてご質問をお受けするというスケジュールになっています。では, 続きまして石井先生, お願いいたします。

### 3) 立体映像応用技術

—ステレオビジョンにおける空間歪低減の一方法—

新潟大学大学院自然科学研究科 石 井 郁 夫

Application Techniques of Stereoscopic Images  
—An Elimination Method of Spatial Distortions  
in Stereoscopic Vision System—

Ikuo ISHII

Graduate School of Science and Technology, Niigata University

Stereoscopic images are useful for understanding the spatial construction in medical images. It is necessary to reconstruct the distortionless image space for correct understanding of spatial construction. For stereoscopic display, it is necessary to

Reprint requests to: Ikuo ISHII, Graduate School of Science and Technology, Niigata University Igarashi, Niigata City, 950-2181, JAPAN.

別刷請求先:  
〒950-2181 新潟市五十嵐2の町8050  
新潟大学大学院自然科学研究科  
石井郁夫