

# 3次元ビデオゲームのストレス評価と ゲーム・リテラシー教育の教材開発

小 孫 康 平

要旨：3次元ビデオゲームは、2次元ビデオゲームよりも臨場感が高まり、長時間プレイする傾向があるためにストレスが生じ、心身に影響を与えられられる。3次元ゲーム中のストレスへの対応を客観的に測定し、ストレス状態を評価することは重要である。また、プレイヤーに負荷をかけないで、簡便な測定装置で測定できれば、ビデオゲームに伴うストレスの教材に利用できる。

そこで本研究では、3次元ゲームを用いて、簡易脳波計によるストレス評価について検討を行った。また、ビデオゲームによるストレスの影響を取り入れたゲーム・リテラシー教育の教材開発について検討した。

その結果、脳波の平均 $\beta/\alpha$ 相対値は、ゲームプレイヤーのストレス評価の指標となることが示唆された。また、ゲーム・リテラシー教育に関しては、ビデオゲームが視力などの心身に与える影響、ビデオゲームが子供の遊びなどの社会性に与える影響およびビデオゲームをプレイする際の時間のルールの確立などを指導する必要があることが示唆された。

キーワード：ビデオゲーム、ストレス、ゲーム・リテラシー、教材

## 1. はじめに

ビデオゲームは今日、我々の生活にとって身近な存在となっている。近年、3次元ビデオゲームが発売されるなど、3次元映像は社会に定着の兆しを見せ始めている<sup>[1]</sup>。3次元ビデオゲームは、2次元ビデオゲームよりも臨場感が高まり、長時間プレイする傾向があるためにストレスが生じ、心身に影響を与え

ると考えられる。

高岡 (2014)<sup>[2]</sup>は、携帯型ゲーム機 (3DS) の3次元映像視聴が人体に及ぼす影響やビデオゲーム (マリオカート) 上の効果について検討した。その結果、3次元ビデオゲームの方が2次元ビデオゲームより臨場感が高かったと指摘している。

このように、臨場感が高まれば、ストレスも強くなる可能性があると考えられるので、3次元ビデオゲームのストレスに関する研究は社会的に意義があると考ええる。

一方、学校教育の分野で、シリアスゲームを通じて、問題解決力、集中力などの能力の向上を図ることができるようなビデオゲームの開発も大いに期待されている。教育を目的としたビデオゲームが開発されるようになってきたとはいえ、ビデオゲームに対する不安は、保護者や教師を中心に依然として根強いものがある<sup>[3]</sup>。

特に、立体映像を見るためのメガネを使用しない携帯型ビデオゲーム機が販売されるなど、「飛び出す」、「飛び込む」刺激を強調した映像を見続けることで、普段の生活では体験しにくい映像に反応しきれず、ストレスが増し心身に影響を与えるのではないかと懸念を抱く保護者や教師は多いと考えられる。

しかしながら、西村・岩田・村田 (2010)<sup>[4]</sup>が報告しているように、3次元ビデオゲームが人に与えるストレスの影響を客観的測定法で報告した研究は極めて少ない。

ところで、ストレス計測法としては、主に血中カテコールアミンやコルチゾールによりストレスが評価されてきた。しかしながら、採血や採尿による分析は、被験者に身体的・精神的な負荷を与え、分析にも時間を有するため、学校等における測定においては問題がある。また、ストレス計測に脳波や心電図も用いられるが、高価である。医療の現場では一般的ではあるが、教育現場では、測定・評価に特別な装置やソフトおよび一定以上の技術が必要となるため一般的ではない。計測には、簡易脳波計などのコンパクトな装置で評価可能な生体反応情報を用いることで、専門の施設ではなく学校や家庭で行える評価手法の確立が必要である。

また、ビデオゲームをプレイしている際の面白さやストレスなどの心理状態に関する研究では、プレイ時に感じたことを口頭で報告させ分析を行うプロトコル分析や、質問紙を用いた調査といったプレイヤーの主観的評価が多い。しかし、主観的評価に依存する質問紙のような方法では、客観的な評価は困難であると考えられる。

客観的な評価によってプレイヤーのストレス等の心理状態を明らかにすることができれば、新たなゲーム・リテラシーの教材を開発する際の貴重なデータとなる。その点、生体反応情報を用いることによって、プレイヤーに生じるストレス状態の変化を経時的に分析できる可能性がある<sup>[5]</sup>。

本研究では、3次元ビデオゲームを用いて、簡易脳波計によるストレス評価について検討を行う。また、ビデオゲームによるストレスの影響を取り入れたゲーム・リテラシー教育のための教材について検討することを目的とする。

## 2. 生体反応情報を用いたストレス評価

生体反応情報としては、脳に関する情報、眼球運動に関する情報、自律神経系に関する情報などが挙げられる。こうした生体反応情報と精神活動との関係モデルがいくつか提案されている。図1は、中山(1993)<sup>[6]</sup>、寺尾(2012)<sup>[7]</sup>を参考にして、測定可能な生体反応情報を分類したものである。

脳波に関して松本・本平・諸富(2012)<sup>[8]</sup>は、興味関心度、ゲーム集中状態及び性格特性と $Fm\theta$ (前頭葉正中中部で観測される4~8Hzの脳波)の出現率との関連性について、「テトリスゲーム」課題を用いて検討した。その結果、興味集中度と $Fm\theta$ の出現との間に正の相関が認められたのである。また、テトリスゲームのプレイ中のブロック段数については中程度の段数で $Fm\theta$ の出現数が最も多く、終盤では最も少なかった。これらの結果から $Fm\theta$ は、興味集中の程度を反映する成分であることが示唆されたと述べている。

一方、人間の心理状態を評価するために、脳波の $\alpha$ 波や $\beta$ 波の含有率、 $\alpha$ 波と $\beta$ 波の比率である $\beta/\alpha$ などが指標として用いられている。

市川(2008)<sup>[9]</sup>によると、 $\alpha$ 波は目を閉じてくつろいでいる時に現れるのに対して、 $\beta$ 波は目を開けて何かに集中している時や、考えごとをしている時な

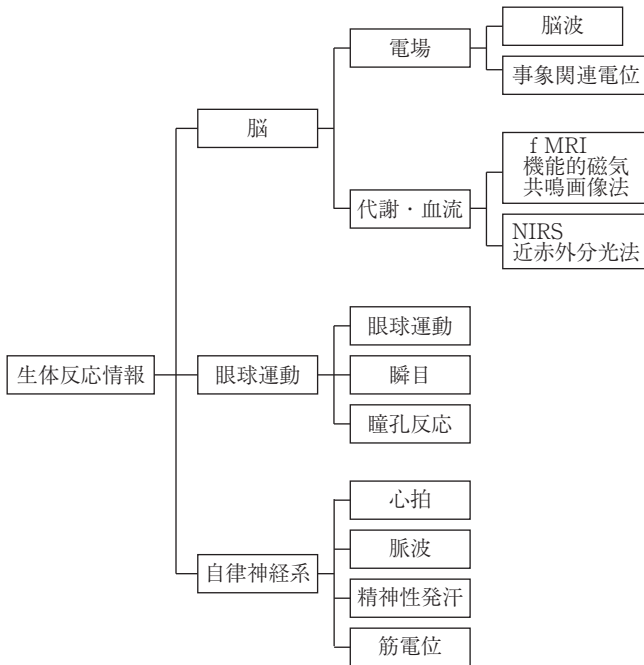


図1 生体反応情報

(中山 (1993)<sup>[6]</sup>, 寺尾 (2012)<sup>[7]</sup>を基に作成)

どに現れやすいと述べている。

北川・岡崎・古賀 (2005)<sup>[10]</sup>は、開眼状態における、たし算および音楽刺激の生理的反応に関して検討した。その結果、 $\beta$ 波および心拍数では、たし算中は増加し、音楽刺激中は減少した。よって、精神負荷活動は、 $\beta$ 波の出現率および心拍数の変化から評価できることが示唆されたと述べている。

植村・松下 (2012)<sup>[11]</sup>は、脳波計を用いて、被験者2名のゲームプレイ前とプレイ中における脳波がどのように変化するかについて実験を行った。その結果、プレイ前と比較してプレイ中では $\beta$ 波が増加した。この $\beta$ 波がゲームのプレイにより変化する脳波の指標になると報告している。

近赤外分光法 (NIRS : near-infrared spectroscopy) は、生体に透過性の高い近赤外線光を用いて、生体組織における血流、酸素代謝変化を測定する方法

である<sup>[12]</sup>。小型で簡便に使用できる NIRS も開発されている。

岩谷 (2013)<sup>[13]</sup> は、ゲームを楽しむことで脳に与える影響を検討した。実験では、NIRS を用いて、ボート漕ぎを楽しむ「ゲームモード」と、単純に運動を続ける「トレーニングモード」とで、運動中の脳血流の変化の違いを計測している。

小孫 (2016)<sup>[14]</sup> は、携帯型ゲーム機 (任天堂 NEW 3DS) で立体的に表示される 3D ゲームである『New スーパーマリオブラザーズ 2』を用いて、簡易脳波計によるストレス評価について検討を行った。その結果、①スーパーマリオブラザーズの習熟者におけるプレイ中の脳波の平均  $\beta/\alpha$  相対値 (プレイ前の安静時の  $\beta/\alpha$  の平均値を 1 としたときのゲームプレイ中における  $\beta/\alpha$  の平均値との比) は、安静時より有意に低下することが認められた。②未習熟者における平均  $\beta/\alpha$  相対値は、中間から後半において習熟者より有意に高い傾向を示した。③脳波の平均  $\beta/\alpha$  相対値は、ゲームプレイヤーのストレス評価の指標となることが示唆されたと報告している。

$\beta/\alpha$  値に関しては、学習行動の評価にも利用されている。例えば、上野ら (2008)<sup>[18]</sup> は、10名を対象に Excel 2003 と Excel 2007 を利用した際の脳波について検討した。その結果、 $\alpha$  波は Excel 2007 を利用した際に減少し、 $\beta$  波と  $\beta/\alpha$  値については Excel 2007 を利用した際に増加した。これは、Excel 2003 を利用したタスクよりも Excel 2007 を利用したタスクの方が精神的負荷は高いためだと指摘している。

平井・吉田・宮地 (2013)<sup>[16]</sup> は、簡易脳波計を用いて、3名の学生の学習行為中の思考や記憶に関する実験を行った。その結果、 $\beta/\alpha$  値はストレスや思考する集中度合いを測る指標として利用できると報告している。

心拍を用いた例として、内村ら (2012)<sup>[17]</sup> は、心拍変動時系列データを周波数解析し、LF (周波数の低い成分) / HF (周波数の高い成分) を用いたストレス指標を提案している。

一方、脈波を用いてプレイヤーのストレスについて検討した研究がある。小孫 (2010)<sup>[18]</sup> は、脈波のリアプノフ指数 (どの程度カオス的かを示す統計量) 相対値とビデオゲームのプレイで生じた心的過程との関連性を検討した。その

結果、リアプノフ指数相対値が小さいとリラックスしている状態を示し、大きいと緊張した状態を示すと指摘している。

また小孫 (2014)<sup>[19]</sup> は、スーパーマリオの未経験者群と経験者群との間で、時間経過に伴うコントローラのボタン操作回数および平均リアプノフ指数について検討している。

### 3. ゲーム・リテラシー教育

メディア・リテラシーの中でも、メディアとしてのゲームの特質を知り尽くしてゲームと上手に付き合っていく力を、特にゲーム・リテラシーと呼んでいる<sup>[20]</sup>。

また、馬場 (2006)<sup>[21]</sup> は、「ビデオゲームの場合はゲーム制作者とプレイヤーとの間だけでなく、多人数プレイの場合にはプレイヤーどうしのリテラシーが求められる。このような多重の関係性を前提として成り立つリテラシーを一般的なメディア・リテラシーから区別して、ゲームリテラシーと呼ぶこととする」と述べている。つまり、ゲームリテラシーとはメディアリテラシーを基礎としつつも、他のメディアよりもインタラクティブなメディアであるゲームに対する付き合い方であると定義している。

今後は、ビデオゲームを「してはいけない」ではなく、ビデオゲームの特性を知り、上手に付き合う方法を指導していく「ゲーム・リテラシー教育」が必要であると考えられる。

しかし、ビデオゲームの内容を熟知している教員ばかりではないのが現状である。この点に関して坂元 (2004)<sup>[22]</sup> は、ゲーム・リテラシーを授業のカリキュラムに取り組み、指導するのは困難であり負担が大きい。したがって、本格的なゲームのリテラシー教育を実施することは困難であると指摘している。

藤川 (2008)<sup>[23]</sup> は、「ビデオゲームの長時間の利用や暴力表現等から子どもを守るという観点より、ビデオゲームを持たせない、やりすぎないという方向でしか考えられてこなかった」と述べている。したがって、ビデオゲームはメディア・リテラシーの対象として扱われることはほとんどなかったと指摘している。

#### 4. ゲーム・リテラシー教育の実践例

ビデオゲーム機も3次元化が進められている。3次元ビデオゲームは、視機能と自律神経機能に関連した疲労や血圧、心拍数の乱れによるストレスが起ると考えられる。そこで、ゲーム・リテラシー教育を指導する教員は、どのようなゲームの場面でストレスが生じるのかを理解しておく必要があると思われる。

今後の教員養成系の学部では、メディア・リテラシー、ゲーム・リテラシーおよびICTの利活用等の教育を大いに進め、教育の情報化に対応できる教員を養成する必要がある。

最近、小学校の中学年～高学年を対象にしたゲーム・リテラシー教育に関する教材が開発された<sup>[24]</sup>。本教材は、ゲームはなぜ魅力的なのか、どのようにつきあえばいいのか、しくみや技法、表現を理解し、分析、整理しながら有用性と悪影響の両面を読み解き、ゲームや様々なメディアとのつきあい方を考えさせることを目的としている。具体的な指導内容を以下に示す。

- ①第1時：ゲームの複雑なしくみ、独特の技法、表現を様々な広がりから考える。ゲームはどのような価値観を構成しているのか、登場人物の描き方や表現を批判的に読み解く。課題を考える。
- ②第2時：日常のゲーム時間の問題を意識化することにより、ゲームとどのような関係を築いていくべきか考える。
- ③第3時：ゲーム制作者の話を聞き、ゲーム、メディアが作り手と受け手の関係性の中でどのように作られているのかを考える。
- ④第4時・第5時：ゲームや、ルールを広報するためのポスターやチラシを協働して制作することで、この学習の意味や目的を考え、問題解決の方向性を自ら見出していく力を育む。

一方、小孫(2016)<sup>[25]</sup>は、教員を養成する大学生を対象に、ゲーム・リテラシー教育を実践できる能力を養うために、ゲーム・リテラシー教育プログラムの試案について検討した。その結果、ビデオゲームの指導に関する共起ネットワーク分析やクラスター分析の結果より、ビデオゲームが視力などの心身に与える影響、ビデオゲームが子供の遊びなどの社会性に与える影響およびビデオ

表1 ゲーム・リテラシーの指導内容

回数	指導内容
第1回	遊戯論、遊戯史に関する文献に基づいて検討する。
第2回	ビデオゲームの定義、ビデオゲーム史について検討する。
第3・4回	Scratch プログラミングを用いてゲームを作成する。
第5回	ビデオゲームの研究方法について理解する。
第6回	生体信号を用いたプレイの評価について検討する。
第7回	プレイヤーのプレイ状況に関する文献に基づいて検討する。
第8回	ビデオゲームが心身に与える影響について検討する。
第9回	ビデオゲームのレーティング制度について理解する。
第10回	シリアスゲームの教育的意義や活用状況について検討する。
第11回	メディア・リテラシー教育の意義および必要性について討論する。
第12回	ゲーム・リテラシーについて理解する。
第13回	ゲーム・リテラシー教育の意義および必要性について検討する。
第14回	教材開発の手順、分析、留意点について理解する。
第15回	指導案の作成、留意点、評価および今後の課題について検討する。

ゲームをプレイする際の時間のルールの確立などを指導する必要があると指摘している。

主なゲーム・リテラシーの指導内容を表1に示す。

## 5. まとめ

3次元ゲーム中のストレスへの対応を客観的に測定し、ストレス状態を評価することは重要である。また、プレイヤーに負荷をかけないで、簡便な測定装置で測定できれば、ビデオゲームに伴うストレスの教材に利用できる。本研究では、簡易脳波計を用いたストレス評価について検討した。さらに、ビデオゲームによるストレスを導入したゲーム・リテラシー教育のための教材内容について検討した。今後は、ゲーム・リテラシー教育の教材内容の評価に関する研究を進める必要がある。

なお、本研究はJSPS 科研費(26350346)の助成を受けた成果の一部である。



## 文 献

- [1] 半田知也, 「3D映像の現状と視機能検査・訓練応用」『日本視能訓練士協会誌』, vol.41, pp.45-52, 2012.
- [2] 高岡昌子, 「携帯型ゲーム機のグラスレス3D映像視聴による影響」『奈良文化女子短期大学紀要』 Vol.45, pp.63-70, 2014.
- [3] 小孫康平, 『ビデオゲームプレイヤーの心理学とゲーム・リテラシー教育』, 風間書房, p.78, 2016.
- [4] 西村雄宏・岩田豊人・村田勝敬, 「3Dゲーム使用の視覚系神経機能に及ぼす影響」『秋田医学』, Vol.37, No.2, pp.85-91, 2010.
- [5] 小孫康平, 『ビデオゲームに関する心理学的研究』, 風間書房, pp.93-94, 2012.
- [6] 中山実, 「生体反応情報による効果測定」, 清水康敬(編)『教育情報メディアの活用』, pp.19-40, 第一法規, 1993.
- [7] 寺尾敦, 「生理データを用いた学習評価」, 永岡慶三・植野真臣・山内祐平(編), 『教育工学選書第8巻 教育工学における学習評価』, pp.128-142, ミネルヴァ書房, 2012.
- [8] 松本秀彦・本平智美・諸富隆, 「テトリスゲーム課題遂行における Frontal midline theta: 興味関心, ゲーム集中および性格特性との関連」『第29回日本脳電磁図トポグラフィ研究会抄録集』, p.20, 2012.
- [9] 市川忠彦, 『新版 脳波の旅への誘い 第2版 — 楽しく学べるわかりやすい脳波入門 —』, 星和書店, p.28, 2008.
- [10] 北川かほる・岡崎美智子・古賀美紀, 「開眼状態におけるたし算・音楽刺激が及ぼす生理的反応」『日本看護研究学会雑誌』, Vol.28, No.1, pp.115-120, 2005.
- [11] 植村恭平・松下宗一郎, 「ゲームプレイの客観評価に関する検討 — 脳波とコントローラ操作量の相関について —」『情報処理学会第74回全国大会講演論文集』, Vol.2012, No.1, pp.499-500, 2012.
- [12] 高倉大匡, 「近赤外線分光法」『Equilibrium Research』, Vol.74, No.6, pp.552-556, 2015.
- [13] 岩谷徹, 「ゲーム制作の本質とは何か, 教育者の立場から」『映像情報メディア学会誌』, Vol.67, No.1, pp.9-11, 2013.

- [14] 小孫康平, 「3Dビデオゲームにおける脳波を用いたストレス評価に関する研究」『日本デジタルゲーム学会2016年夏季研究発表大会予稿集』, pp.55-58, 2016.
- [15] 上野秀剛・石田響子・松田侑子・福嶋祥太・中道上・大平雅雄・松本健一・岡田保紀, 「脳波を利用したソフトウェアユーザビリティの評価:異なるバージョン間における周波数成分の比較」『ヒューマンインタフェース学会論文誌』, Vol.10, No.2, pp.233-242, 2008.
- [16] 平井章康・吉田幸二・宮地功, 「簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析」『マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム2013論文集』, pp.1441-1446, 2013.
- [17] 内村麻里奈・江口由記・川寄美波・吉井直子・梅田智広・高田雅美・城和貴, 「LF/HFを用いた時空間ストレス指標の提案」『情報処理学会研究報告:数理モデル化と問題解決 (MPS)』, 2012-MPS-91(2), pp.1-6, 2012.
- [18] 小孫康平, 「ビデオゲームプレイヤーの操作行動が脈波のカオス解析による心理状態と主観的感情に及ぼす影響」『デジタルゲーム学研究』, Vol.4, No.2, pp.1-12, 2010.
- [19] 小孫康平, 「未習熟者群および習熟者群のビデオゲーム操作活動と時間経過との関連」『デジタルゲーム学研究』, Vol.7, No.1, pp.13-21, 2014.
- [20] 馬場章, 「ゲームの教育と研究の役割:ゲームの明るい未来のために」『テレビゲームのちょっといいおはなし (社団法人コンピュータエンターテインメント協会)』, 5, pp.1-13, 2008.
- [21] 馬場章, 「ゲーム学の国際的動向:ゲームの面白さを求めて」『映像情報メディア』, Vol.60, No.4, pp.491-494, 2006.
- [22] 坂元章, 『テレビゲームと子どもの心—子どもたちは凶暴化していくのか?—』, p.161, メタモル出版, 2004.
- [23] 藤川大祐, 「テレビゲームにも必要なリテラシー教育」『児童心理』, pp.104-108, 2008.
- [24] 今度珠美, 「ゲームとのつきあい方学習指導案」  
<http://www.halab.jp/gamemiksi/shidouan.html> (2016.11.3 取得)
- [25] 小孫康平, 『ビデオゲームプレイヤーの心理学とゲーム・リテラシー教育』, 風間書房, p.118-131, 2016.

# Stress assessment when playing three-dimensional video games and development of teaching materials for game literacy education

Yasuhira KOMAGO

**Abstract** : It is known that feelings of realism increase more significantly when playing three-dimensional than when playing two-dimensional games. Consequently, people tend to play 3-D games for extended periods, which has mental and physical consequences. Therefore, it is important to objectively measure stress responses when playing three-dimensional games and assess the stress condition of players. As a result, conducting measurements without increasing players' load by using simple measurement devices would be useful for developing teaching materials for education on stress caused by video games. This study examined stress assessment when playing three-dimensional video games by using a simple electroencephalograph. Moreover, development of teaching materials for game literacy education introducing effects of video game stress was investigated. Results suggested that mean relative value of brain waves (beta/alpha) could be considered an index of stress. Regarding game literacy education, it would be necessary to consider the mental and physical effects of video games such as on eyesight, and children's sociability including play. Furthermore, the need for developing rules on time allocated for playing video is was suggested

**Keywords** : Video Game, Stress, Game Literacy, Teaching Material