

平成 22 年度 卒 業 論 文

卒業論文題目

映像多重化システムと速度変化に注目した
e-sports 観戦での高い一体感を生み出す
演出手法の提案と開発

指 導 教 員 白井 暁彦 准教授

神奈川工科大学 情報学部 情報メディア学科

学 籍 番 号 078007

氏 名 荒原 一成

提出日 平成 23 年 1 月 26 日 指 導 教 員 印

受理日 平成 23 年 1 月 日 情報メディア学科長 印

要旨

近年「e-sports」(electronic-sports)と呼ばれる、対戦性のあるデジタルゲームをスポーツとして捉える概念が先進国を中心に広がりを見せている。しかし、e-sportsの試合を会場又はネットで視聴する場合、試合展開が高速である、個々の知識に差があるという課題が考えられる。さらにネット配信視聴者にとって、環境によってはフレーム飛びや画質の劣化が発生する可能性もある。そこで本論文では、e-sportsイベント視聴固有の課題を解決し、高い一体感の演出を行う映像手法の提案を行う。

序論である第1章では、e-sportsの概要、日本における認知、今後のビジネスとしての可能性、現状のe-sportsイベントにおける課題、本研究の目的について述べる。第2章では、3Dディスプレイ技術を応用した映像多重化システム「Scritter」に着目し、調査した。Scritterとは、各々の取得したい情報に合わせて必要な情報を任意のタイミングで選択できる、映像投影システムである。アンケート結果では、約6割のイベント参加者が本提案手法を用いたイベントを観戦したいと回答した。

第3章では、序論で示した課題について、3つの実験を通して検証を行った。実験はe-sportsの対戦映像や抽象的な高速動画を用いて、再生速度別に映像内の特定イベントをカウントする被験者実験を検証した結果、再生速度がオリジナルの50%~150%であれば知識に関係なく理解ができ、再生速度を遅くすることは人によらず理解を高めるうえで有効であることが確認できた。また、経験がある人ほど同じ映像に対する理解にばらつきがあることを発見した。

検証をもとに、第2章で述べた映像多重化システムを応用し、イベントでの高い一体感を演出する映像手法を提案した。加えて提案手法を実現するための映像演出「時間停止機能」を開発及び評価した。

第4章では、第3章で述べた提案手法の実用性をはかるため、実際に提案手法を用いたe-sportsイベント「Kait Fight Club 2010」を企画し、実用化実験を行った。

結論として、「高速すぎる映像」「一体感の演出」「ネット配信」の3課題について、経験や知識が正確な情報の取得にばらつきを与えている可能性を発見した。また傾向として、再生速度150%以下で映像を理解できるようになり、速度が遅くなるほど理解が容易になることが確認できた。またネット中継の課題においては、3つの実験を通して、プロジェクタを使った会場での視聴とYouTubeによるオンライン動画像においては同等の理解で映像を視聴できる演出パラメータを得た。本提案手法が3つの課題を解決し、高い一体感を演出する手法の一つとして成立の確認と実用上の可能性を得た。

目次

要旨

1. まえがき	1
1.1 e-sports とは	1
1.2 e-sports イベントにおける仮説と課題	3
1.3 本研究における課題と目的の整理	3
2 映像多重化システム「Scritter」	4
2.1 概要	4
2.2 立体視技術	4
2.3 Scritter が実現できるディスプレイ方式	5
2.4 直線偏光方式とシルバースクリーン	6
3. 多重投影による映像演出「時間停止機能」	8
3.1 再生速度の変化に対する情報の正確な取得	8
3.1.1 実験 1. 映像速度変化による各測定誤差の検証	9
3.1.2 実験 2. ネット視聴における映像理解への影響の観察	12
3.1.3 実験 3. 経験や知識が影響しない場合における映像理解の検証	18
3.2 Scritter を応用した映像演出機能「時間停止機能」の提案	20
3.2.1 提案手法のシステム構成	22
3.3 測域センサを用いた計測による提案手法の効果の観察	25
4. 本提案手法の実用化実験	28
4.1 Scritter を用いた e-sports イベント「Kait Fight Club 2010」	28
4.2 240 インチシルバースクリーン制作過程	29
5. むすび	37
参考文献	38

1. まえがき

1.1 e-sports とは

e-sports とは、デジタルゲームを使用して競技を行うこと、あるいはデジタルゲームを競技として捉える概念である。対戦格闘、FPS(First Person Shooting)、RTS(Real Time Strategy)等が主な対象種目であるが、明確な勝敗がつけられるゲームタイトルであればデジタルゲーム競技(e-sports)として成立すると言われている¹⁾。

e-sports は野球やサッカーのように、全身を使った「PS(フィジカルスポーツ)」と異なり、指先の動作が中心となる。そのため年齢、性別、国籍、身体の障害等を問わず、競技への参加が可能である。ゆえに潜在的な競技人口は PS よりも多いと言えるだろう。

日本では、e-sports の認知度はまだ低い現状にある¹⁾。図 1.1 は e-sports の認知に関するアンケート調査の結果である。アンケートは、8 月 1 日に行われた本学オープンキャンパスイベント、並びに 11 月 6・7 日に本学にて行われた学園祭内 e-sports イベント「Kait Fight Club 2010 (4 章に詳細)」である。高校生を対象に『e-sports を知っていますか』という質問を選択式アンケートにて回答を得た。

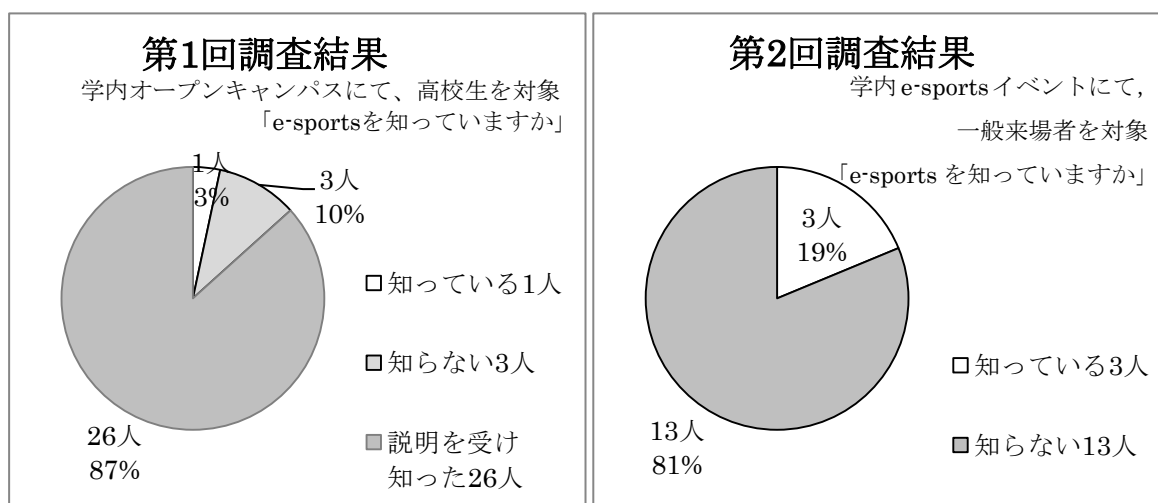


図 1.1 e-sports の認知度に関する調査結果

1 回目のオープンキャンパスにて行った調査では、e-sports という言葉を知っていた人は、30 人中 1 人であった。また 2 回目の調査では、e-sports イベントであることを事前に告知したにもかかわらず、この調査においても e-sports という言葉を知っていた人は 26 人中 3 人であった。日本では、e-sports 大会はゲームタイトルの広告を目的としたビデオゲーム大会、またゲームセンターをはじめとしたパブリックなビデオゲーム大会が中心に開催されている。日本国内でも潜在的な競技人口は高く、エンターブレイン社が主催する対戦格闘ゲームの全国大会「闘劇」では、会場来場者数は 3000 名を超えた[図 1.2]²⁾。e-sports イベントとしての認知はされていないが、闘劇の例からも、今後日本国内でビジネスとして e-sports イベントが発展する可能性は高いだろう。



図 1.2 国内最大級の対戦格闘ゲームイベント「闘劇」

e-sports イベントはインターネットによるライブ配信が行われる場合がある。図 1.3 は学園祭内 e-sports イベント「Kait Fight Club 2010」(4 章に詳細)にて行った、「インターネットを利用してライブ配信を視聴する場合、いくらまで支払えますか」という質問に対するアンケート結果である。16 人中 10 人が無料でなければ視聴しないという結果になったが、有料での視聴を回答者の中では 100 円よりも 500 円での視聴を限度額とする人が多い。e-sports にポジティブな人々を対象としたアンケートにおいても、「無料」という人々は 63%存在するが、40%の人々は「有料」も受け入れられることが見える。つまり既存の e-sports にも潜在的なビジネスチャンスがあるということである。

本論文ではこの点に着目し、「一体感を高める演出」についても深く調査研究している。

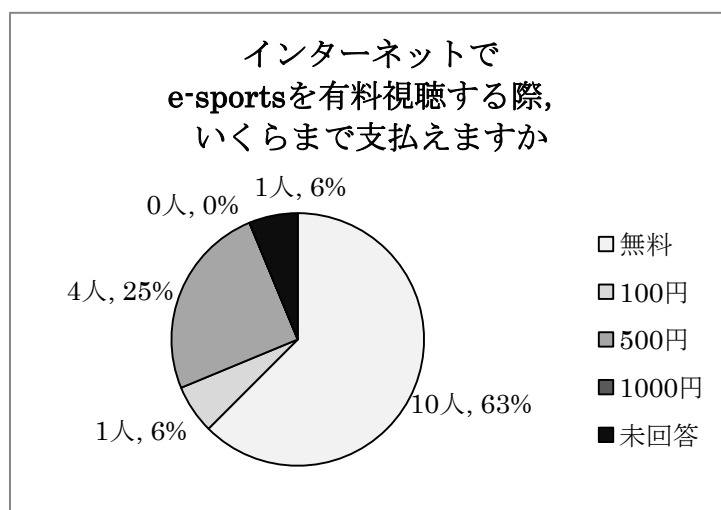


図 1.3 e-sports イベントのネット配信視聴での限度調査

1.2 e-sports イベントにおける仮説と課題

e-sports イベントの観戦を会場、あるいはネット配信で楽しむ場合、高速な試合展開を把握できない視聴者も存在すると考えられる。

この課題に対して、PS 中継に倣ってスクリーンショットや解説映像を表示し、場面毎に解説者による詳細な解説を聞くことができれば、より競技への関心や一体感が高まるという仮説を立てた。

しかし、リアルタイムに進行する試合の映像を止めて解説映像を投影すると、試合映像のみを視聴したい視聴者にとっては映像視聴を阻害することになる。

また、インターネット上で同イベントを配信する際、ライブ配信及びタイムシフト視聴者の環境においても同様の課題が存在する。さらに高速な映像によりタイムラグやフレーム飛び、画質の劣化が発生し、映像が正確に視聴できない。また一体感演出の視点では、重要なシーンや展開等の共有が行われないうまま試合が進行するという問題も考えられる。

これらの課題は、e-sports 以外の一般の PS 中継において、例えばサッカーや相撲などの中継においても同様の課題が指摘できるだろう。本研究及び提案手法がこれらの一般の PS についても適用できる可能性が大きい。

1.3 本研究における課題と目的の整理

本研究では、前節で述べた「高速すぎる映像」、「一体感」、「ネット配信」という課題を、既存の e-sports イベントの形式を崩すことなく解決し、プロ選手、会場視聴者、ライブ配信視聴者それぞれにとって、より高い一体感の演出を行う映像演出手法の提案をし、e-sports イベントに付加価値を加えることを目的とした。

2 映像多重化システム「Scritter」

Scritter とは，東京工業大学の長野光希氏らによって提案された，3D ディスプレイ技術を応用した多重化映像投影システムである²⁾．この章では Scritter についてまとめる．

2.1 概要

ステレオ立体視技術は，100年以上の研究の歴史を持ち，画質向上や生理的影響の解明がなされている．しかし既存のステレオ立体視技術を用いた3Dディスプレイは，立体映像投影以外の付加価値を長年生み出してはいないともいえる³⁾．

この課題に対し，Scritter は 3D 映像の同一スクリーン上に投影される左右眼 2 種類の映像を，左目と右目それぞれに異なる映像を表示する．

通常，左目：右目と分離する 3D 眼鏡を，「左目：左目」に分離する眼鏡と，「右目：右目」に分離する眼鏡を視聴者に渡し，2 種類の眼鏡を掛け替えることによって，視聴者が 2 種類の映像を物理的に選択して視聴する事が可能となる．

2.2 立体視技術

Scritter は立体視技術を応用しているため，この節では各種 3D 映像の視聴方式，分離方式毎のメリット及びデメリットについて調査した．

3D 映像の視聴方法は，主に表 2.1 の 3 方式に分類される．

表 2.1 3D 映像視聴方法の種類

3D 映像視聴方法の種類	メリット	デメリット
眼鏡装着方式	・ 比較的安価に実現可能. ・ 画質良 ・ 100 人以上可	・ 眼鏡をかける負担
裸眼方式	・ 眼鏡装着の必要がない. ・ 同時視聴(最大 10 人程度)	・ 大画面化(100 インチ以上)が難しい
Head Mounted Display 方式 (HMD 式)	・ 視覚領域が最も広い. ・ 没入感が高い.	・ 1 台につき一人しか視聴できない. 高価.

また，眼鏡装着方式においても，各種映像の分離方式により，メリット及びデメリットが存在する．表 2.2 は主に 3 種類の分離方式について，メリット及びデメリットをまとめたものである．

表 2.2 各分離方式のメリット及びデメリット

方式名	分離方法	メリット	デメリット
偏光フィルタ方式	一定の振動方向の光波だけを透過させるフィルタを通して分離する. 直線偏光および円偏光が使われる.	<ul style="list-style-type: none"> ・安価で実現できる ・画質良好 ・多人数可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・偏光を維持するスクリーンが必要
Xpol 3D LCD 方式	円偏光ライン分割	<ul style="list-style-type: none"> ・安価で既存モニターと同様の使い方が可能. 	<ul style="list-style-type: none"> ・3D 画質が低い
液晶シャッター方式	時分割	<ul style="list-style-type: none"> ・多チャンネル化可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・高価 ・電源を必要とする
波長分離方式	特殊なカラーフィルタ	<ul style="list-style-type: none"> ・特殊スクリーンでなくとも投影が可能 ・電源不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・カラーフィルタが一般的でなく, 高価

2.3 Scritter が実現できるディスプレイ方式

Scritter を実現するためには, 2 台のディスプレイがそれぞれ投影する別々の映像を分離して視聴できる必要がある.

また, ディスプレイ内部でも偏光フィルタを利用する場合もあるため, 本研究で主に使用した直線偏光方式で Scritter を実現するためには, プロジェクタ内部構造の偏光フィルタの影響が少ない DLP 方式のプロジェクタを用いる必要がある[表 2.3].

表 2.3 各ディスプレイ方式の Scritter への応用性及びメリットデメリット

ディスプレイ方式	3D 方式	Scritter の可否	メリット・デメリット
LCD プロジェクタ	液晶シャッター方式	可能(分離はするが, 色が変化する)	一般的
DLP プロジェクタ	偏光方式	良好	若干高い
LCD パネル	フレームシーケンシャル方式	不可能 (改造により可)	普及している
Xpol 3D LCD	フラットパネル はりつけ ライン毎円偏光方式	可能	これから普及することが予想される

2.4 直線偏光方式とシルバースクリーン

直線偏光フィルタ方式の場合、映像は図 2.1 のように偏光フィルタを通してスクリーンに投影され、スクリーンからの反射光を、偏光メガネによって遮断し、遮断していない側の映像偏光を視聴することで成立する[図 2.2]. そのため分離性が高いスクリーンを用いる必要がある. シルバースクリーンは特性上、偏光を維持できるものがあるため、この方式では偏光を維持するためにシルバースクリーン等の 3D スクリーンが必須となる.

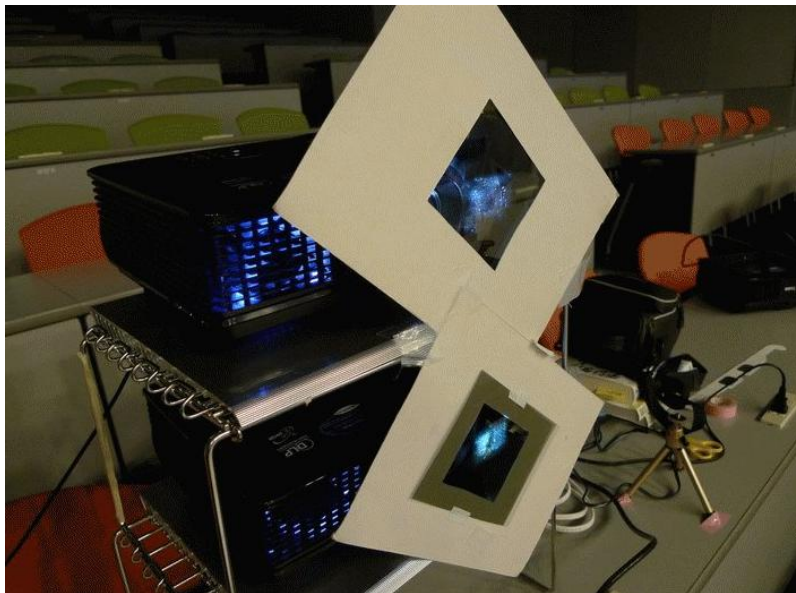


図 2.1 Scritter 設置図



図 2.2 偏光眼鏡による映像の見え方

シルバースクリーンにより適切な偏光を維持し、眼鏡によって利得高く 2 つの映像を分離することができる[図 2.3].

偏光が維持できない, 例えば通常の壁面では図 2.3 のような映像になり, 偏光フィルタを通して観察しても図 2.4 及び図 2.5 のようには観察できない.

本研究では実際に 240 インチシルバースクリーンを制作し, 大型視聴における問題を検証した(詳細は 4.2.を参照).

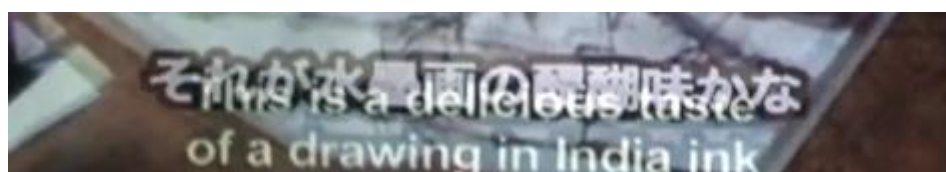


図 2.3 裸眼視聴時の視覚情報

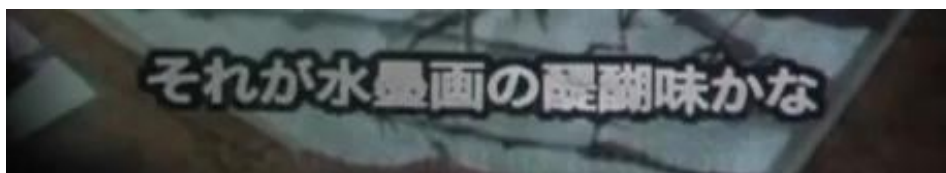


図 2.4 左目用偏光眼鏡越しの視覚情報(日本語字幕)

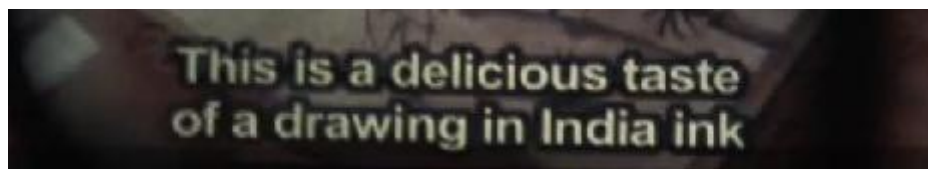


図 2.5 右目用偏光眼鏡越しの視覚情報(英語字幕)

3. 多重投影による映像演出「時間停止機能」

1 章で述べた e-sports イベントにおける課題を解決するため、視聴速度の変化と映像理解の関係について、調査、実験を行い、2 章の映像多重化システムを使った映像演出「時間停止機能」を開発した。演出の評価としてメリットとデメリットをまとめ、即域センサを用いた重心動揺による効果を物理計測した。

3.1 再生速度の変化に対する情報の正確な取得

仮定及び目的を以下に示す。

経験的にも、再生速度が遅くなれば映像の情報を正確に読み取ることができ、速ければ正確に読み取ることにはできないはずである。しかし、ゲーム映像のオンライン/オフライン視聴時における定性的データは少ない。この仮定が再生速度の変化により会場視聴者及びネット視聴者それぞれに対して成立するかを明らかにする事が、本実験の目的である。

以下に実験方法を示す。

映像速度と測定結果の関係について、e-sports の試合映像を用いた回数測定にて表示した。なお、実験は目的別に 3 回程、実施した。

実験 1. 映像速度変化による各測定誤差の検証

(被験者：同研究室学生 10 名)

実験 2. ネット視聴における映像理解への影響の観察

ゲーム経験有無による映像理解の差の比較

(被験者：web アンケートによるネットユーザ 10 名)

実験 3. 経験や知識が影響しない場合における映像理解の検証

(被験者：web アンケートによるネットユーザ 10 名)

3.1.1 実験 1. 映像速度変化による各測定誤差の検証

以下に目的を示す.

映像速度の変化により, 様々な被験者が正確に映像コンテンツ内のイベントを把握できるか, 特性を得ることが実験目的である.

以下に実験方法を示す.

- (1) 対戦格闘ゲーム「SuperStreetFighterIV(カプコン社製)」(以下 SSFIV)の試合映像(収録され, youtube で公開されたもの)
(<http://www.youtube.com/watch?v=1cKnbXWyRXo>)を 1 ラウンド分用意する.
- (2)(1)を再生速度 400%, 200%, 150%, 100%, 75%, 50%の 6 種類に変換する.
- (3)(2)を, 再生速度が速い方から順番に再生されるように編集する. ただし, 動画冒頭で明確なカウントルールと, 図 3.1 のようなカウントが難しい例の例示をする(図 3.2).
- (4)被験者はプロジェクタで同時に映像を視聴し, 映像内のあるキャラクタが攻撃した回数を, 各映像が終了するごとにカウント, アンケートに記入する.

以下に被験者を示す.

SSFIV の経験者および未経験者の 20 代男性を中心に計 10 名が被験者となり, 本学 K1 号館 706 ゼミ室の液晶プロジェクタ(EPSON 社製 EH-DM30)を用いて映像を投影し, アンケート用紙にて回答した.

以下にカウントレギュレーションを示す.

図 3.1 及び図 3.2 は測定方法(カウントレギュレーション)の例示である. ゲームコンテンツ上の演出により判定が難しい点があり, 実験の再現性および結果のばらつきを減らすためにこのような例示を行った.



図 3.1 判定が難しい場合の攻撃ヒットとガードの例

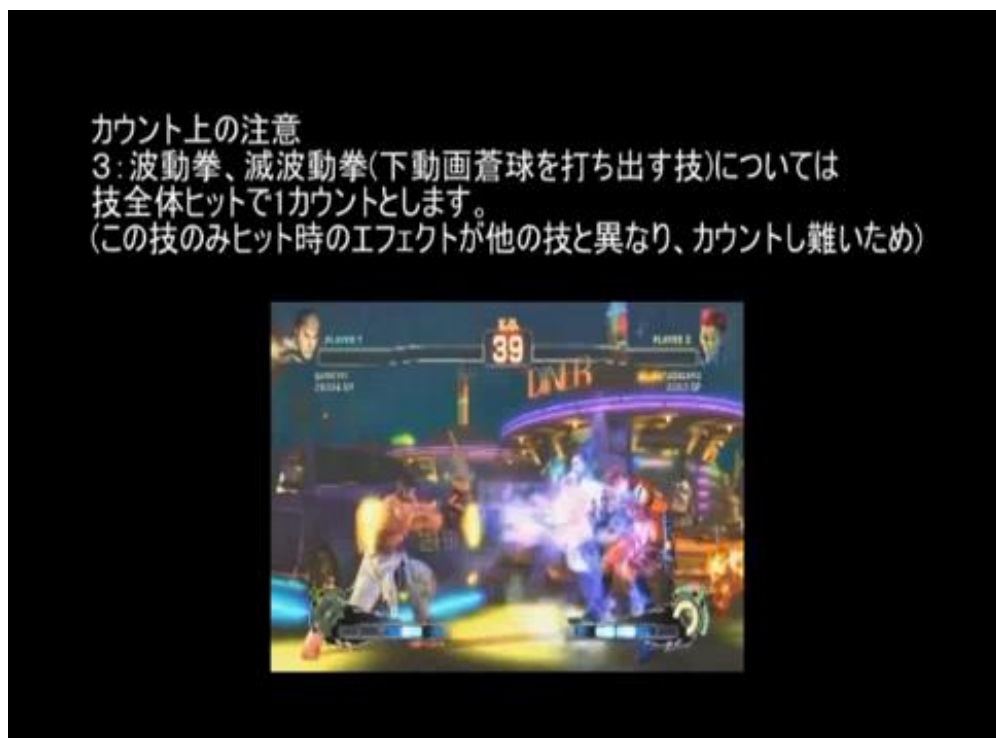


図 3.2 実験動画の測定方法の提示画面

以下に実験結果を示す。

用意した動画のレギュレーションにそった正解はすべての再生速度において 16 回であった。表 3.1 のように 16 ± 1 を正答として分類した。図 3.3 において、再生速度 100%より遅い再生速度では、分散が小さくなっている。再生速度 100%以上の再生速度においては、再生速度 100%のほうが再生速度 400%よりも分散が大きい。なお、再生速度 400%の回答は、回答を記入できた被験者が 10 名中 4 名であった。

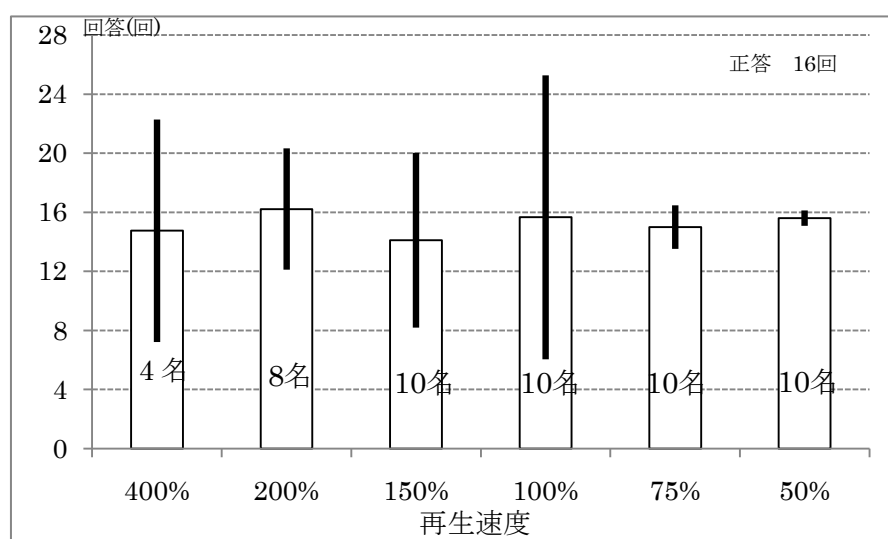


図 3.3 実験 1 における回答の平均及び分散(全体)

表 3.1 実験 1 における全体の正答率(16±1 を正答とした)

再生速度	400%	200%	150%	100%	75%	F(50%)
正答率	20% (2 人/10 人)	50% (5 人/10 人)	60% (6 人/10 人)	70% (7 人/10 人)	30% (3 人/10 人)	80% (8 人/10 人)

以下に考察を示す.

10 人中 10 人全員が 6 問すべての回答をできなかった. 反省として, 実験が長く, かつコントロール条件の「速度」が連続して変化しており, トレーニング効果や記憶等が含まれ, 本来の目的とは異なる条件になっている可能性がある. また, カウント漏れによって正答回数が少なくなることはあっても, 大幅に超えることはないようだ. 再生速度 100%以下では, 再生速度が遅くなるにつれ映像が理解しやすくなり, 再生速度 100%時に最も分散が大きくなる結果になった. 再生速度 400%の映像については, 回答者が少なかった. 展開が高速すぎるために測定自体が困難であったと推測される. これを考慮しても再生速度 100%で分散が最大になった事は, オリジナルのコンテンツにおいても人によって判断, 理解が異なることが統計的に示された. これは予想した結果と大きく異なり興味深い.

3.1.2 実験 2. ネット視聴における映像理解への影響の観察

以下に実験目的を示す。実験 1 では、1 か所で同時に速度の異なる同一映像視聴でのイベント把握回数を調査した。そこで実験 2 では、ネット視聴における映像速度の異なる同一映像視聴でのイベント把握回数を調査し、実験 1 と比較してネット配信による映像理解の変化について観察することを目的とする。

またコントロール条件として、速度を変えた場合における映像理解の変化が、実験 1 と同様となるか、実験 1 と同人数の web による測定で明らかにする事を目的とする。

実験方法は、提示映像については実験 1 と同様である。今回は再生速度順を以下のアルファベット A~F 順に編集した。被験者は web ページで動画(サイズ 360×270)を視聴して、動画右に設置されたフォームで回答する形式とした[図 3.4]。

使用した映像は実験 1 と同じで、正解は「16 回」とする。また、動画の再生順は、A→F であり、各動画の再生速度は以下に示す。

A : 200%, B : 75%, C : 150%, D : 100%, E : 400%, F : 50%

被験者について、Twitter による呼びかけにより、無作為の自主的参加したネットユーザ 10 人に回答いただいた[図 3.5]。(個人情報を得ていないため年齢、性別等のプロフィールはない)

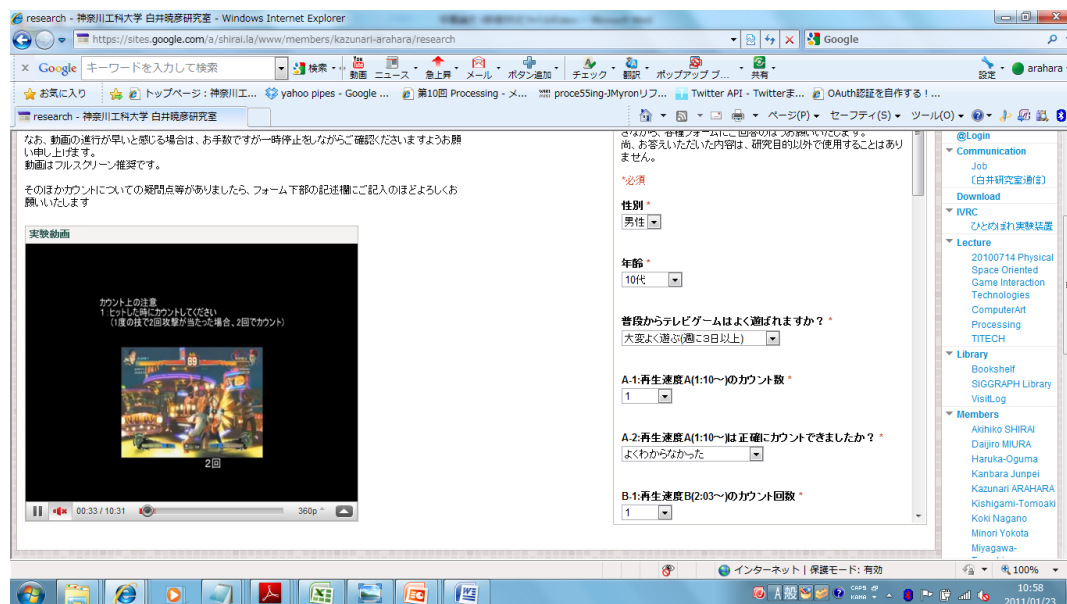


図 3.4 web 上での実験画面



図 3.5 Twitter による被験者の呼びかけ



図 3.6 想定される被験者の回答環境(研究室で撮影した入力)

以下に実験結果を示す。

実験 1 の結果[図 3.3]と実験 2 の結果[図 3.7]を比較すると、再生速度 100%時の分散が大幅に小さくなっている。再生速度 400%~100%では、分散が徐々に小さくなった。実験 1 実験 2 共通で、順番が「150%」→「100%」という順であるが、実験 1 に比べ、理解しやすい結果であった。速度が速くなるにつれてカウント数は少なくなり、速度が遅くなるにつれてカウント数は多くなる傾向があった。

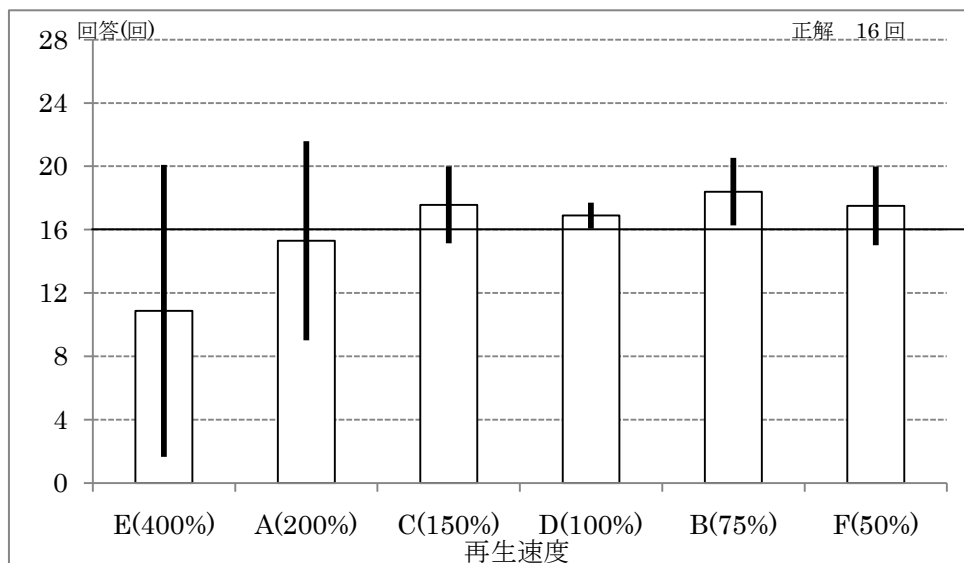


図 3.7 実験 2 による速度別回数測定結果

以下に考察を述べる。

ネット視聴による実験では、再生速度 100%以下を見ると、再生速度 A(200%)は 1 回目の視聴で、さらに高速であることから分散も大きい。その後再生速度が半分以下になり、分散が小さくなった。これにより測定が容易になったと考えられる。続く C(150%)も高速でありながら、B(75%)で導き出したカウント数が前提にあるためか、変動が少ない。その後 B(75%),C(150%)の 2 回のカウントを元に、D(100%)のカウントを行った。結果、実験 1 では「100%」と表示した上での実験であったが、実験 2 では「D」とだけ表示したため、「100%であるから」という思い込みを排せたのではないだろうか。結果、全試行中分散は最小となった。しかし次の E(400%)が流れたことで混乱し、その影響を受けて F(50%)の分散が D(100%)の分散よりも大きくなったと推測する。

これらから、B(75%)→C(150%)→D(100%)の流れはトレーニング効果がプラスに影響したと考えられる。加えて E(400%)→F(50%)においては、急な速度変化によるマイナスのトレーニング効果の影響が現れていると言えるのではないだろうか。

実験対象である映像コンテンツの遊戯経験有無による測定結果について比較し、観察した。

以下に分類方法を示す。

回数を計測する際、回答フォームに「映像に用いられたゲームの遊戯経験はありますか」という質問を、「よく遊ぶ・昔遊んだ事がある・ゲーム名のみ知っている・まったくない」の4択回答形式で行った。「よく遊ぶ・昔遊んだ事がある」と回答した被験者を「経験あり」,「ゲーム名のみ知っている・まったくない」と回答した被験者を「経験なし」として、それぞれを全体の結果同様にグラフ化し比較した。

10名の被験者中、経験者は6名、未経験者は4名であった。

以下に分類結果を示す。

図 3.8 と図 3.10 を比較すると、経験者よりも未経験者のほうが、分散が全体的に小さい事がわかる。経験者は再生速度 100%時にもっとも分散が小さくなり、その後は再生速度 50%まで、徐々に分散が大きくなっている。分散の最大は共に A(200%)である。

次に図 3.9 と図 3.11 を見ると、最も正答数(閾値 16 ± 1)が多かったのは経験者 I の 5 回であった。次に未経験者 A, D, E が 4 回と並ぶ。経験者 B, J は 0 回であった。

表 3.2 では、経験者と未経験者の正答率について 16 ± 1 の回答を正解とみなし、表にまとめている、B(75%)は正答数が同じで、E(400%)では経験者が 1 名答え、他の映像速度はすべて未経験者の方が正答率は高かった。

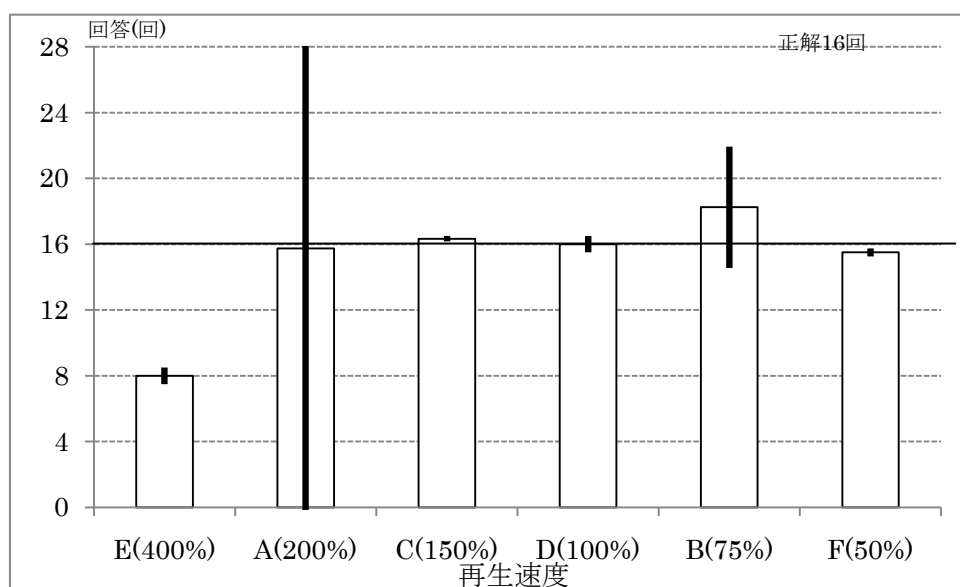


図 3.8 速度別回数測定実験結果(未経験者)

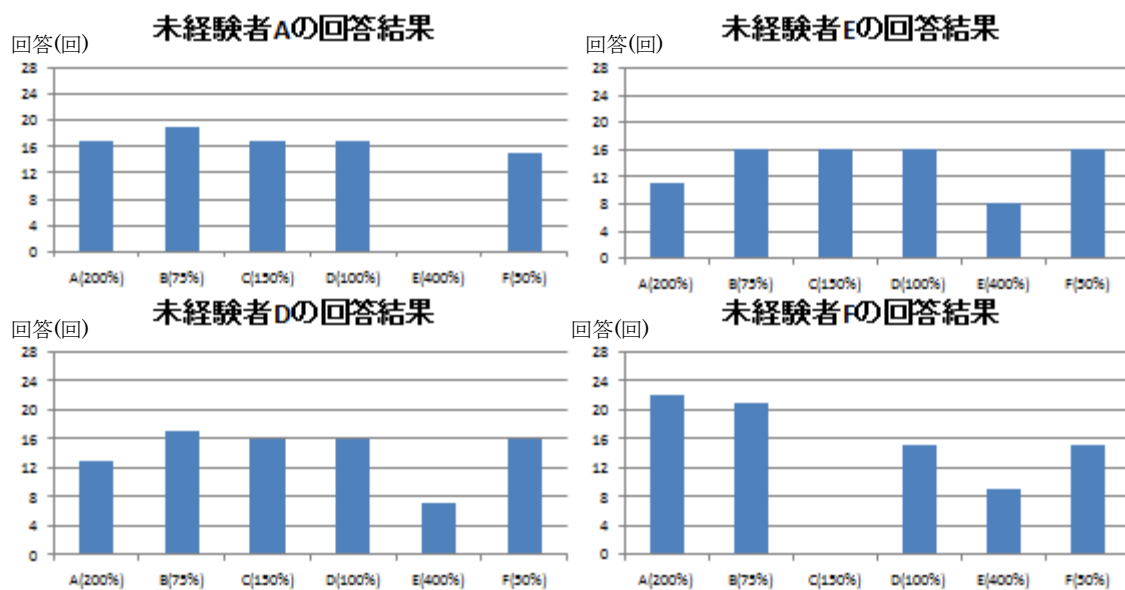


図 3.9 未経験者の測定結果([正解すべて 16 回])

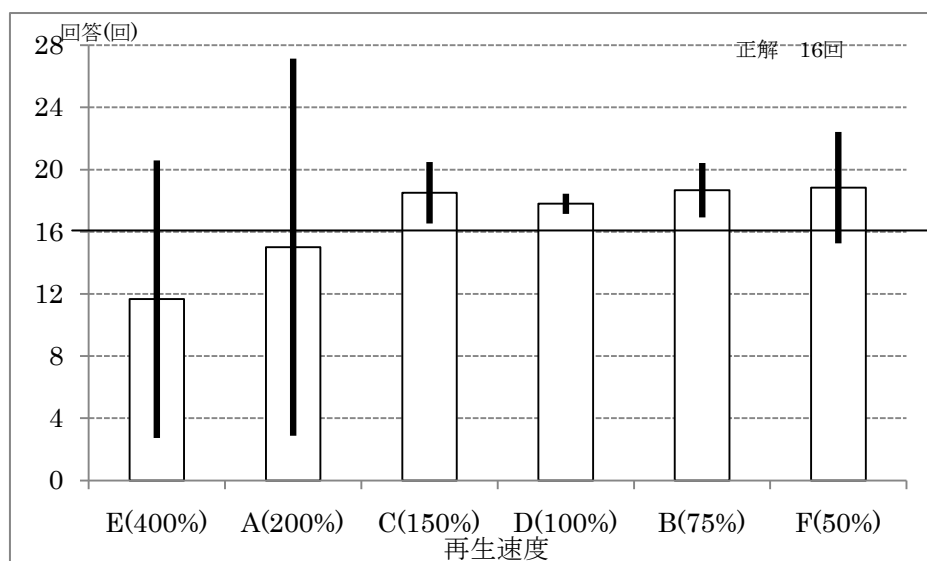


図 3.10 各被験者の回数測定結果(経験者)

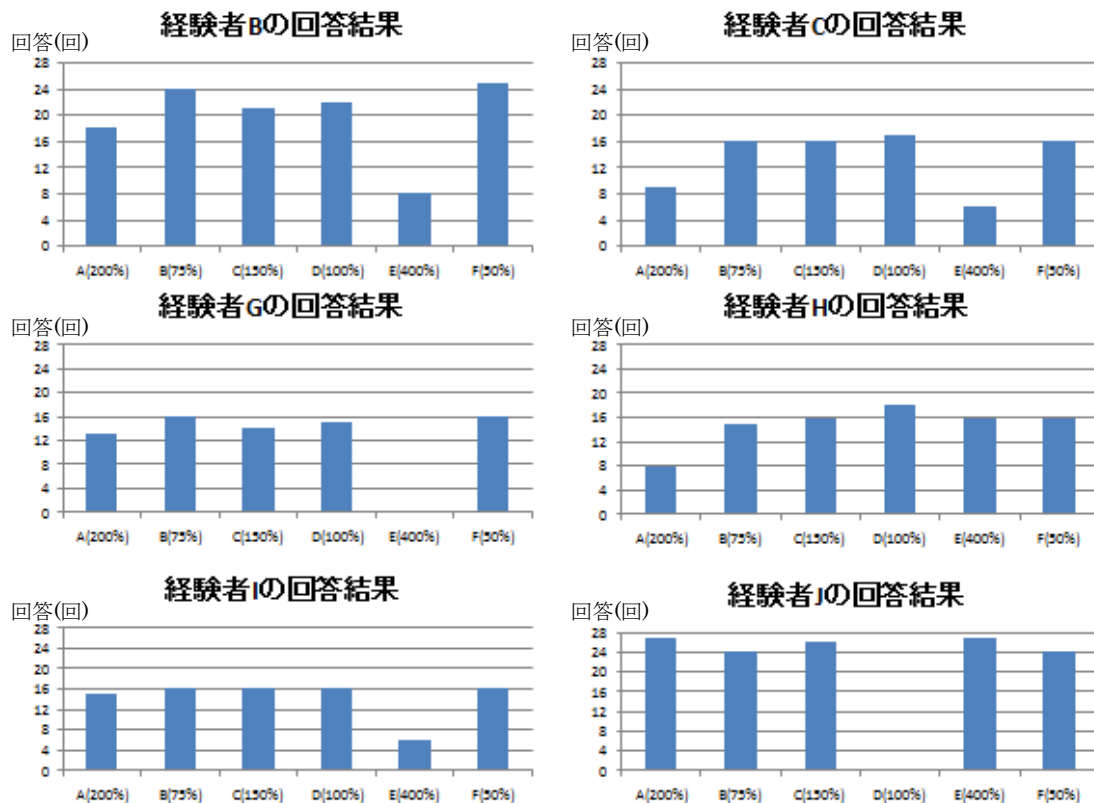


図 3.11 経験者の測定結果([正解すべて 16 回])

表 3.2 映像種目経験者と未経験者の正答率

	A(200%)	B(75%)	C(150%)	D(100%)	E(400%)	F(50%)
経験者	16.7%(1/6)	50%(3/6)	50%(3/6)	50%(3/6)	16.7%(3/6)	66.7%(4/6)
未経験者	25%(1/4)	50%(2/4)	75%(3/4)	100%(4/4)	0%(0/4)	100%(4/4)

※数字右 (/) は正答者数/全参加者数である(単位: 人)

※誤差±1 回を正答とした。

以下にこの実験で読み取れる事象を示す。

未経験者であるほうが、より正確に攻撃回数をカウントできていた事は大きな発見である。経験のある被験者の感想に、「高速再生時は、短い間隔で複数回ヒットした場合カウントが困難であったが、経験者であったため正確に見えなくとも知識で補った。」(被験者 C [図 3.11])とあり、経験者を有する別の被験者からも、「A(200%)でも状況を判断し、予測によってカウントした。」(被験者 I [図 3.11])という意見をいただいた。経験者自身が持っている知識が実測定に影響を与え、個々の測定回数に差が現れたのではないだろうか。また、この実験により、オフライン(会場・スクリーン)とオンライン(ネット中継)での理解のバラつきにおける特性として、150%~50%は人により、理解がばらつかない演出速度といえ、一体感向上に寄与できるはずである。

3.1.3 実験 3. 経験や知識が影響しない場合における映像理解の検証

実験 2 の分析結果から、経験者は映像に対する知識が先行し、測定回数に影響を与えると仮定した。また実験 1、実験 2 では、同一映像を使用したことからトレーニング効果が発生した可能性がある。そこで知識の有無に関係なく測定することが可能な映像を用意し、同様の実験を行う。実験結果から正解率、平均、分散それぞれを比較し、検証する。

目的は知識やトレーニングが影響しない場合での、再生速度を変化させた映像の特性を明らかにすることである。

以下に実験方法を示す。

- (1) 画面上部から画面下部へ球(円)が落下する映像を 6 種類作成する。球の落下速度は大小関わらず固定である(18 フレーム落下, 0.6sec/360pixels)。落ちる球の色、大きさ、個数はすべてランダムで、正解も毎回異なる。
- (2) 用意した映像をそれぞれ 400%, 200%, 150%, 100%, 75%, 50%の再生速度に編集する。
- (3) (2)を、A→F の順に編集し、動画冒頭で明確なカウトルールを表示する。
- (4) 被験者は映像を視聴し、web フォームに記入する。

動画の再生順は A→F であり、各再生速度は以下に示す。

A(150%), B(50%), C(200%), D(400%), E(75%), F(50%)

被験者は Twitter による呼びかけにより、無作為の自主的参加したネットユーザ 10 人に回答いただいた。(個人情報を得ていないため年齢、性別等のプロフィールはない)



図 3.12 実験 3 の実験画面

以下に結果を示す。

実験 1～2 の結果よりも全体的なばらつきが小さく、良好な結果を得た。D(400%)から再生速度が遅くなる毎に分散は小さくなり、A(150%)以降は分散がほぼなくなっている。回答の平均を正解と比較すると、D(400%)が最も差が生じ、A(150%)、F(100%)、E(75%)、B(50%)では誤差が±1 個以内となった。

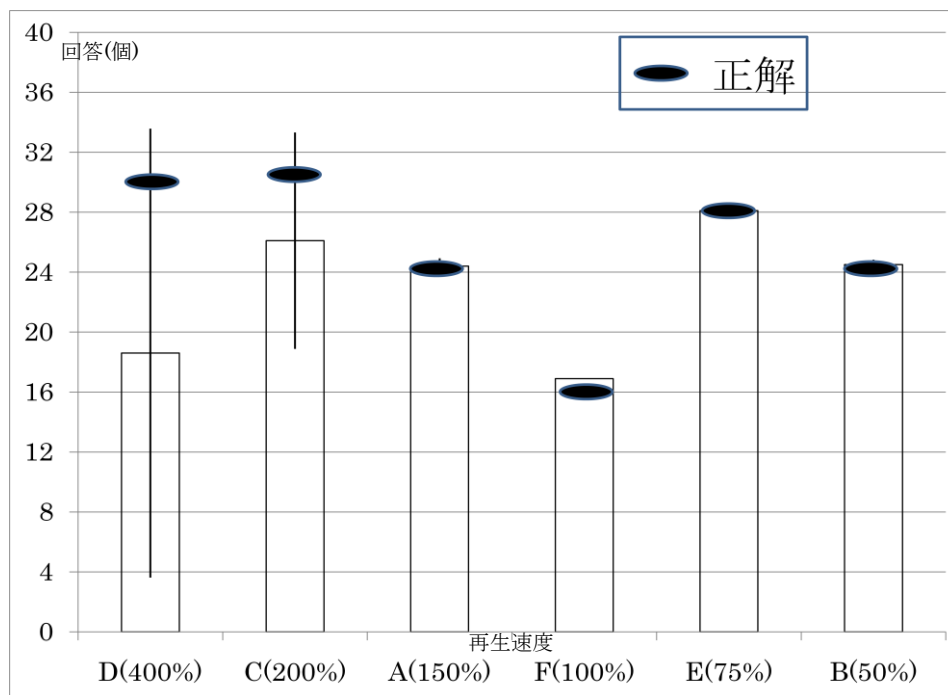


図 3.13 実験 3 における被験者全体の平均及び分散，正解

表 3.2 各再生速度の正解率

再生速度	D(400%)	C(200%)	A(150%)	F(100%)	E(75%)	B(50%)
正答率	0%	10%	50%	100%	60%	90%
正解	30 個	31 個	24 個	16 個	28 個	24 個

※誤差±1 回を正答とした。

以下に考察を示す。

実験 1～2 の結果よりも明らかに分散が小さくなっている。実験 1～2 の映像が、知識によって測定回数に変化を与えていた事がわかる。また再生速度と分散が比例関係にある。

以下に実験 1～3 の総合考察を示す。

映像に対する知識がない人にとって、再生速度は遅くした方が、理解が容易になるという知見を得た。これは一般的な経験則と一致する。また知識を有している場合、正確に映像を測定するのではなく、自身の知識を元に予測してカウントしている事が実験に示された。このことから、知識が映像の情報をより正確にしている面もあるが、ゲームコンテンツにおいては人によってばらつきが多くなるということが確認できた。

3.2 Scritter を応用した映像演出機能「時間停止機能」の提案

3.1.で再生速度 400%~200%では、経験者、未経験者共に正確な情報の把握は不可能であることが分かった。加えて未経験者と経験者では、未経験者のほうがばらつきなく正確に映像を把握できる場合が多い事も分かった。目的に即して、e-sports での有効な視覚情報を提示する方法として、以下の2方法が適していると推測する。

- (1)映像を遅くする。
- (2)映像を停止させる。

いずれの方法も、映像把握の支援に効果的であると考えられる。しかし(1)の方法は録画であれば有効だが、ゲームと同時進行するライブ中継には不向きである。そこで今回は(1)と(2)の方法を、映像多重化システム Scritter と組み合わせ、停止画面と通常の試合映像を多重化表示することで、ある1場面を長時間投影可能にし、e-sports イベントの課題である「映像理解の補助」を解決する映像演出手法を提案した。並びに手法の実現のため、リアルタイム映像キャプチャプログラム「時間停止機能」を提案し、開発した。図 3.14 は時間停止機能の開発途中の画面であり、キャプチャした画像のカラーバランスの変更機能などの模索を行っている。

開発環境には Processing1.1.0⁴⁾を用いた。Java をベースにしたグラフィカルなプロトタイプ制作に適した開発環境であるためである。また、会場視聴者が時間停止機能を親しみを持って利用するために、WiiRemote による操作を GlovePIE⁵⁾によって可能にした。

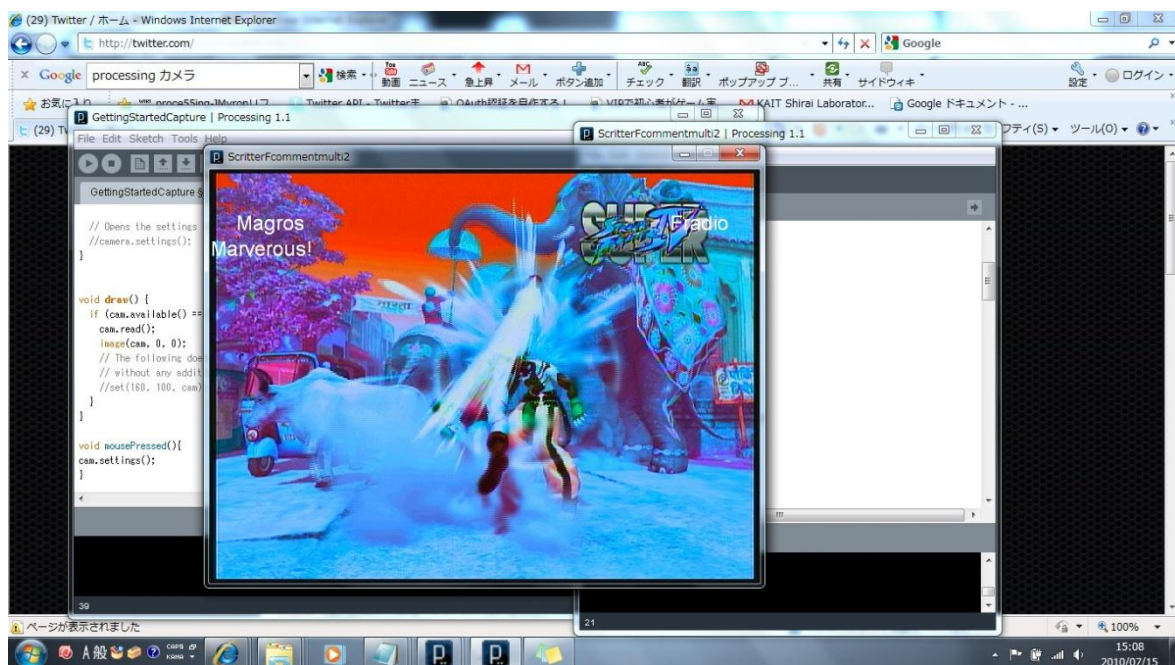


図 3.14 時間停止機能開発画面

時間停止機能は以下の機能を持つ。

- (1) Twitter や会場からの応援メッセージを表示する機能
- (2) WiiRemote からのボタン入力によりゲーム画面の静止画をキャプチャする機能
- (3) キャプチャした静止画を自動的に画像ファイルに保存する機能

このシステムで生成される映像は **Scritter** の A 画面として投影され、プレイヤーは偏光眼鏡を着用して、B 画面のみを視聴する。これにより、時間停止や、Twitter コメントなどはゲームプレイに影響しない設計である(図 3.15)。

時間停止機能のメリット及びデメリットは表 3.3 で示す。

対象	メリット	デメリット
会場視聴者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速な試合映像を任意のタイミングで停止して視聴できる。 ・ グラフィックエフェクトを任意に停止して鑑賞できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 眼鏡をかける負担 ・ 映像が通常の視聴よりも暗くなる
ネット配信視聴者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配信時のフレームレート及び画質により把握できなかった場面の確認が可能になる。 ・ 簡易タイムシフト視聴機能として利用可能。 	フルスクリーンでは、1 画面上でスクリーンショットも同時に視聴する事が出来ない

表 3.3 時間停止機能のメリット及びデメリット

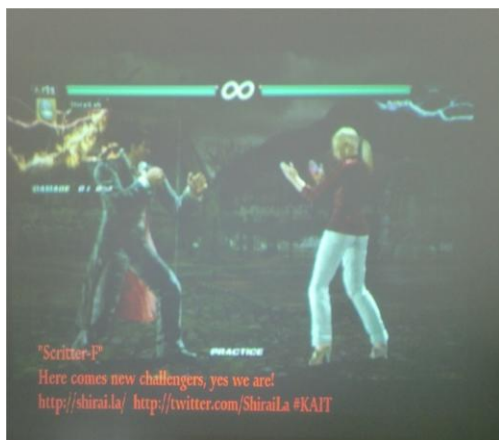
実装例として、著者は以下の方法で提案手法を構築した。

- (1) ゲーム機(XBOX360-250GB モデル [マイクロソフト社製]) からの映像出力を, コンポジット分配ケーブルにより 2 系統に分配する.
- (2) 分配した一方は DLP プロジェクタ(MP515 [BenQ 社製])に直接接続する(以下これをプロジェクタ A とする).
- (3) もう一方は PC(UL20A [ASUS 社製])に接続された USB ビデオキャプチャ(GV-USB [IO-DATA 社製])に入力する(これをプロジェクタ B とする).
- (4) PC 上で時間停止機能を経由し, 別の同機種 DLP プロジェクタ(MP515 [BenQ 社製])で投影する.
- (5) 2 台のプロジェクタのレンズに, それぞれ直交する直線偏光フィルタを通してシルバースクリーン(80 インチ SLPA-ST80[キクチスクリーン社製])に多重投影する.
- (6) 会場の視聴者はそれぞれの目的に合わせ, 2 種類の偏光眼鏡を装着, あるいは裸眼で視聴する. 3 種類の映像をリアルタイムで変更して視聴する(表 3.4).

表 3.4 提案手法による目的別視聴環境

	視聴方法	メリット	デメリット
試合映像に集中して視聴する場合	偏光眼鏡 A	・ 試合映像のみを視聴できる.	既存の投影方式よりも暗い.
場面毎の詳細な情報を確認しながら試合も同時に視聴する場合	裸眼視聴	・ 眼鏡の負担がない. ・ 場面を確認しながら試合も視聴できる.	・ 試合映像が見づらくなる. ・ 明るい画面で停止すると試合が見れなくなる.
重要な場面の詳細な情報を確認する場合	偏光眼鏡 B	・ 時間停止機能によって止められたシーンを視聴でき、詳細な状況を理解できる.	・ 試合映像が見えなくなる.

会場の視聴者は、時間停止機能による演出がない通常の試合映像を視聴する想定である。試合映像それぞれ左右眼が同じ偏光方向をもった特別な眼鏡によって、異なるコンテンツを視聴し、眼鏡を外したり、かけ替えることで、好きな映像をリアルタイムかつ任意に選択できる(図 3.17)。



メガネ装着時



裸眼視聴時

図 3.17 時間停止機能による各視聴情報

3.3 測域センサを用いた計測による提案手法の効果の観察

提案手法の演出効果を，物理計測から検証することを試みた．

以下に仮説を示す．

提案手法を使用した場合と，使用しない場合では，演出を通して体験者に何らかの影響があらわれる可能性があるだろう．体験者に接触することなく位置情報の計測が行える即域センサを用いて，提案手法の有無による特性の変化について，同一の被験者において観察を行った．

20 代前半の男子学生 2 名を被験者とし，遊戯者と映像視聴者に分け，自然な遊び状態で実験を行った．

以下に実験方法を示す．

はじめに被験者は時間停止機能を使用せずにゲーム画面を視聴する．その後，同一の被験者が試合映像中任意のタイミングで時間停止機能を使用する．体験中の位置を赤外線レーザによって計測する測域センサ(北陽電機社製 UTM-30LX)と「FlowRadar」を用いて計測した⁶⁾．その結果を元に，Processing1.1.0⁴⁾にて開発した空間滞在時間をカウントして図化するプログラム「ヒートマップ」を生成し，演出を用いた場合と演出を用いない場合それぞれの被験者の時間的振る舞いの差を可視化した．

以下に観察結果を示す．

図 3.18 及び図 3.19 は被験者の様子をヒートマップに図化したものである．体験者が時間停止機能を使用時，体験者両方の同様が機能未使用時よりも小さくなっていることが分かる．時間停止機能を利用した体験者の観測として，プレイ中に派手な技が出たタイミングや印象的な場面でボタンを押していた場面が多くみられた．また，時間停止機能の効果を連打して用い，相手の体験者が見にくくなるように遊ぶシーンも見られた．

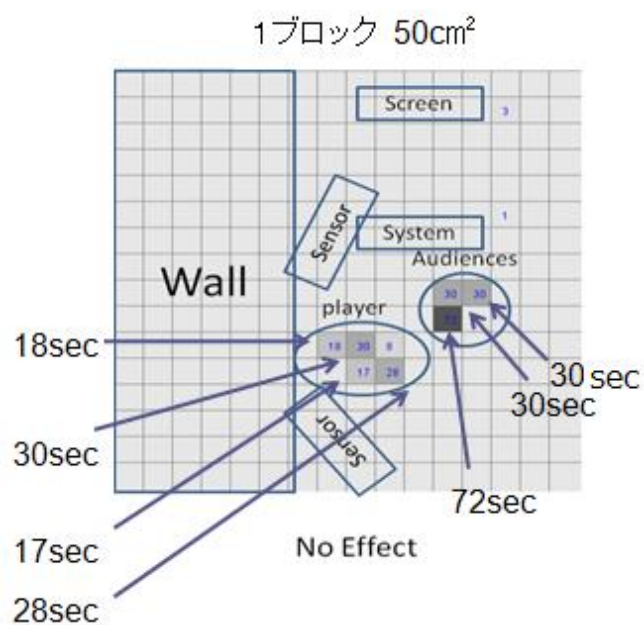


図 3.18 時間停止機能未使用時の視聴者と遊戯者の動作

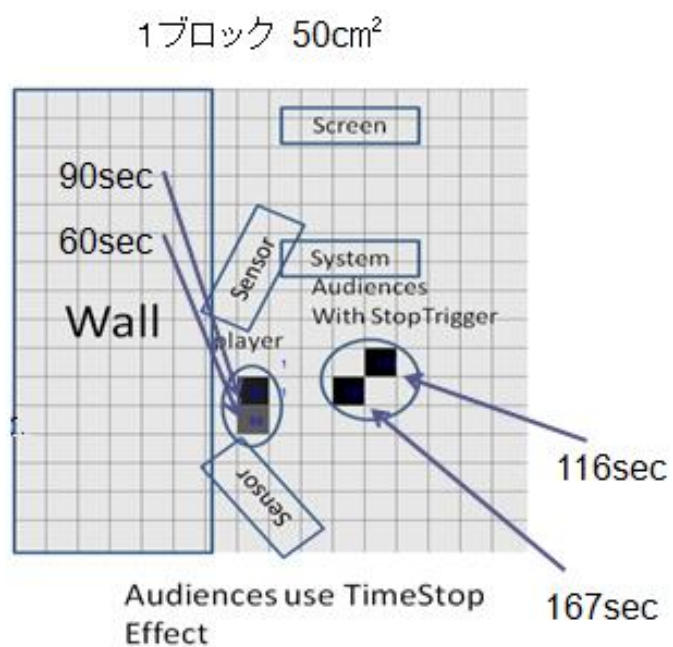


図 3.19 時間停止機能使用時の視聴者と遊戯者の動作

以下に考察を示す.

結果として、体験者は多重化された映像により、演出が見えていないにもかかわらず、両者とも動作に変化が現れた。周囲の発言および行動などによる何らかの影響も考えられる。より多くの被験者で実験したほうがよいだろう。

4. 本提案手法の実用化実験

本章では、3章にて提案した時間停止機能を利用した演出手法が実際に e-sports イベントに利用できるかテストした。

4.1 Scritter を用いた e-sports イベント「Kait Fight Club 2010」

3章で提案及び開発、評価した提案手法を、実際に e-sports イベントに用いて開催した。イベントの内容、準備(240 インチシルバースクリーン制作の記録)、アンケートの結果による本イベントへの評価についてまとめた。

以下に開催目的を示す。

提案手法が e-sports イベントに用いることが可能であるか、実用性、効果の確認などの知見を得ることを目的とする。

以下にイベント開催までの流れを示す。

- (1) 本学学園祭にて、Scritter を用いた e-sports イベント(今回は対戦格闘ゲームを用いたトーナメント大会)を行う。
- (2) メディアホールに 240 インチシルバースクリーンを制作する。
- (3) 大会前半では、視聴者は Scritter を利用して試合映像を視聴する。
- (4) 大会後半では、視聴者は Scritter を用いずに試合映像を視聴する。
- (5) 大会終了後、視聴者は Scritter 使用時と未使用時それぞれの感想を、アンケートによる選択形式より評価する。

以下に大会概要を示す。

ゲームタイトル：XBOX360 スーパーストリートファイターIV[カプコン社製]

大会内容：32 人制敗者復活無シングルトーナメント

参加条件：無

コントローラー：アーケードスティック[HORI 社製](詳細は次項遊戯環境を参照)

以下に試合規定を示す。

- ・2 ラウンド先取制，制限時間 99 秒
- ・全キャラクター使用可能
- ・試合毎のキャラクター変更不可能
- ・試合毎の特殊技の変更可能
- ・トーナメント表上側のプレイヤーが 1P 側，下側のプレイヤーが 2P 側の固定制
- ・体力設定及びユーザインタフェース等に関するオプションについてはデフォルト設定

以下は筐体ごとの遊戯環境である。

A 筐体

使用コントローラ： RealArcadePro.EX Premium VLX [HORI 社製] 2 台

映像信号：VGA

音声環境：アナログステレオ音声

会場視聴者の Scritter 視聴環境：メガネ左目側

B 筐体

使用コントローラ： RealArcadePro.VX SA [HORI 社製] 2 台

映像信号：VGA

音声環境：アナログステレオ音声

会場視聴者の Scritter 視聴環境：メガネ右目側

4.2 240 インチシルバースクリーン制作過程

会場視聴者それぞれが大画面で Scritter を視聴できる環境を実現するため、240 インチシルバースクリーンの制作を行った。

以下にスクリーンの制作工程を示す。

今回、シルバースクリーンの素材に農業用シルバーシート UV-4554 を使用した(図 4.1)。会場に設置するシルバースクリーンサイズである、横 5.3m、縦 3.8m(約 240 インチ)と規格がほぼ同じであった。加えて、素材の色がシルバーであったことから、加工を施さない状態で偏光の維持が可能か、DLP プロジェクタ(MP515 [BenQ 社製])を用いて投影し、偏光フィルタをプロジェクタのレンズ前に設置し、偏光メガネをかけて検証を行った。



図 4.1 農業用シルバーシート UV-4554

実際に投影すると、農業用シルバーマット自体が折りたたまれている状態にて流通しているため、しわによって偏光は維持できているが、視聴が困難な状態であった。そのため、図 4.2 ではアイロンによる加熱で材質を溶かし、しわを伸ばす作業を行った。



図 4.2 自作シルバースクリーンのしわ取り作業

また表面に銀色のアクリルスプレーを用いて偏光が保てるよう塗装した．図 4.3 は偏光維持に適正なスプレーを選別するため，表 4.1 に示す 3 種類のシルバースプレーをブルーシートに試験塗装している工程である．試験塗装の結果，3 種類とも偏光の維持が可能であったため，最も安価である EX アクリルスプレー[アサヒペン社製]を使用した．

結果としては，素地のままでも可能であったが，しわとりおよびシルバー塗装により偏光は保たれ，さらにゲインが高くなり AB 画像の分離が行えた．



図 4.3 シルバースプレーの塗装テスト

表 4.1 塗装試験に用いたスプレー

製品名	成分	容量	価格	偏光維持テスト結果
アサヒペン社製 「EX アクリルスプレー」 シルバー	・アクリル ・顔料 ・有機溶剤	300ml	200 円	良好
アサヒペン社製 「アスペンラッカースプレー」 シルバー	・アクリル ・顔料 ・有機溶剤	420ml	420 円	良好
アサヒペン社製 「メッキ調スプレー」 シルバー	・石油樹脂 ・顔料 ・有機溶剤	300ml	1270 円	可能(ただし反射が強い)

図 4.4 のように、しわの問題に関しては、作業時間の都合上無くすには至らなかったが、映像として視認できるレベルまで画質は改善された。産業用途では、専用の大型 3D 対応シルバースクリーンを使用するべきである。



図 4.4 メディアホールでの視聴実験

なお、DCEXPO2010「国際 3D Fair in TOKYO」における研究室の手伝いにて、300 インチシルバースクリーンによる 4K デジタルシネマ上映および Scritter 実験に立ち会ったが(10 月 25 日)、非常にクオリティは高く実現できていた。しかし 4 日間で 50 万円ほどのレンタル料を必要とした。比較的低予算で運営されている国内の e-sports イベントにおいて、しわなく偏光が保てるスクリーンを用意するための資金を運営費から捻出するのは困難である。今後低資金で偏光の課題を解決する事が可能なスクリーンの制作方法の確立ができれば、e-sports イベント Scritter 技術を導入しやすくなるのではないだろうか。

眼鏡は 1 個あたり 300 円以下で制作できる。(東急ハンズ、偏光フィルタ 1050 円 1 シート) また再利用も可能で、眼鏡型以外にも虫眼鏡型などを制作した[図 4.5]。



図 4.5 偏光フィルタめがね

また、視聴者が本大会における概要、目的、使用している技術、参加者情報、当日のトーナメント表、ゲスト情報等を把握するためのリーフレットを作成し、参加者に配布した。

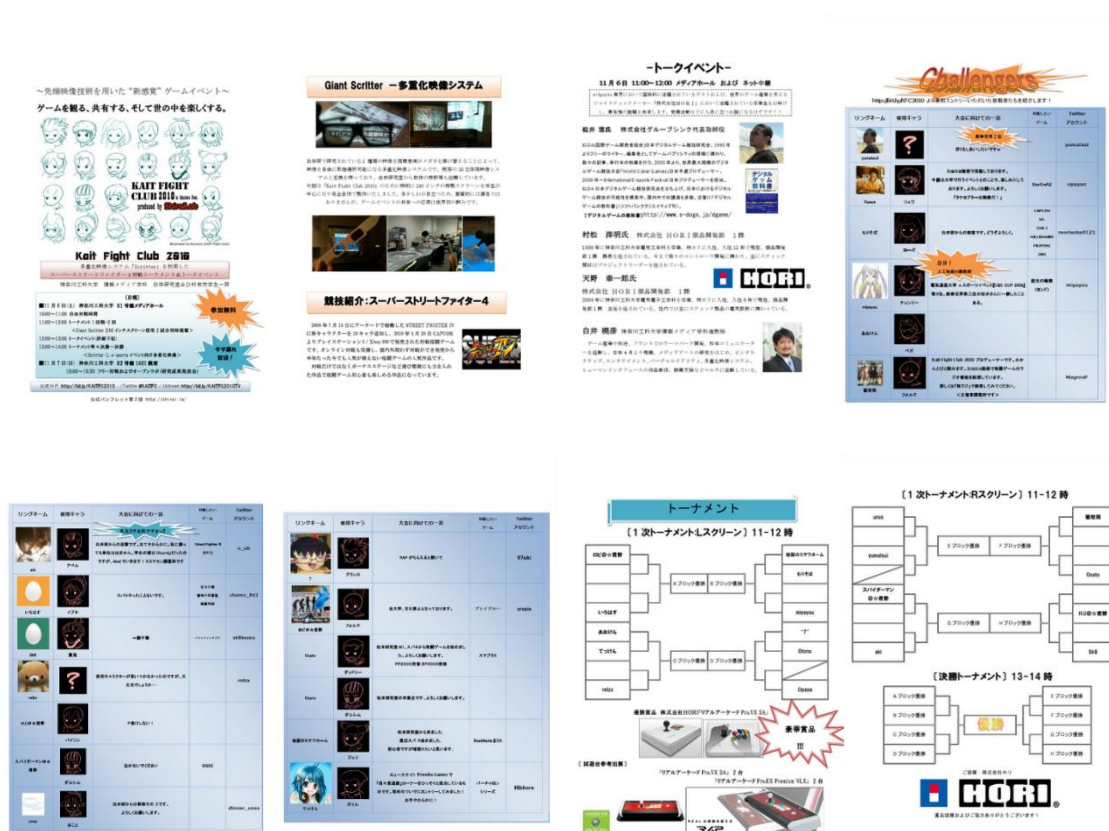


図 4.6 大会時に配布した本イベントのリーフレット

以下に当日の試合進行を示す。

1 回戦全 16 試合及び 2 回戦全 8 試合を、A 筐体、B 筐体を用いて 2 試合同時に進行し、試合映像を **Scritter** を用いてシルバースクリーン上に投影した。会場視聴者は配布された 3D メガネをかけることによって右目と左目で各々別の試合映像を視聴する。準々決勝以降では、運営上時間停止機能は実施できなかった。

4.3 参加者による Kait Fight Club 2010 の評価

[実験]

図 4.5 および図 4.6 は、本イベント中に会場の視聴者が回答したアンケート結果である。

図 4.5 では、「このシステムを使ったゲームイベントを観戦したいと思いましたか」という質問に対し、「観戦したい」56%が、「観戦したくない」44%を上回った。

また図 4.6 では、「このシステムを使ったゲームイベントに参加してみたいか」という質問に対し、62%の回答者が「**Scritter** の利用が有効である」という回答を選択した。また、参加したくないという回答は 0%であった。

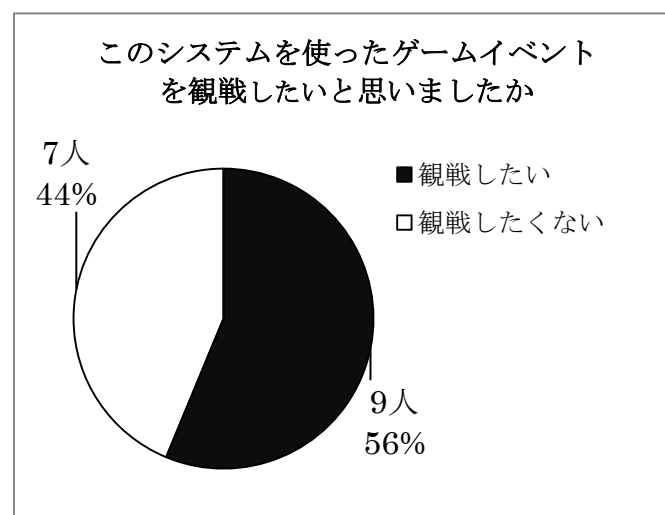


図 4.5 提案手法によるイベント観戦意欲のアンケート結果

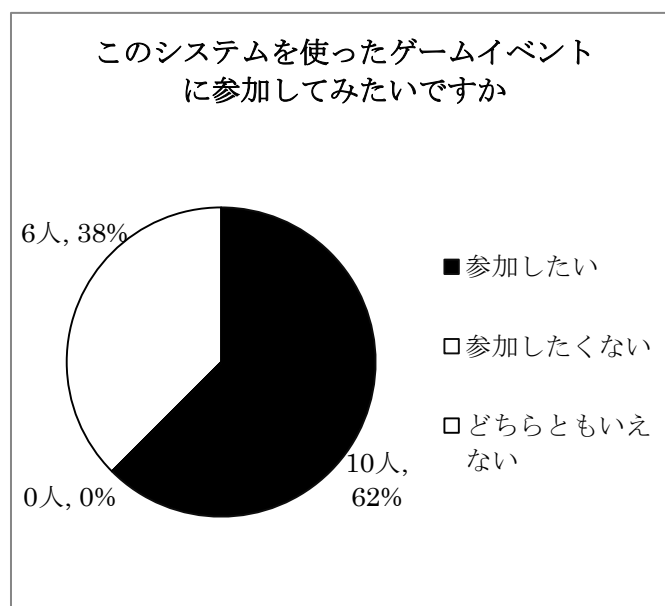


図 4.6 提案手法によるイベント参加意欲アンケート結果

[ニュースサイト掲載記事]

下記は11月10日にニュースサイトに掲載された Kait Fight Club 2010 の記事である[図 4.7].



図 4.7 ニュースサイトによる記事

去る11月6日、神奈川工科大学の学園祭にて、「スーパーストリートファイターIV」を使った、ちょっと変わった学生トーナメントが開催されました。

ユニークだったのはその観戦方法。今回は神奈川工科大学・白井研究室で開発された多重化映像システム「Scritter」が用いられ、観戦者は特殊なメガネを通してスクリーンを見ることで、異なる二つの映像を自由に選んで見られるようになっていました。

もうちょっと詳しく説明しますと、例えば片方ではリュウ VS ケンの試合が行われていて、もう片方では春麗 VS ガイルの試合が行われているとします。このとき正面のスクリーンには二つの映像が常に「重なった」状態で映し出されており、そのままではどうなっているのかよく分かりません。

……が、配布されたメガネを通して見るとあら不思議。右目をつぶるとリュウ VS ケンの試合が、左目をつぶると春麗 VS ガイルの試合がはっきりと見えます。今回使用したメガネは右目・左目で映像を分けていましたが、「左・左」のメガネと「右・右」のメガネを用意すれば、メガネをかけかえることで任意の映像を選択することも可能だそう。これを使えば、同時に複数の試合が行われていても、好きなキャラクターや好きなチーム、好きなプレイヤーの映像を常に選択して見ることができるというわけです。

今回実際に使用されたのは、プロジェクター2台と、手作りの240インチシルバースクリーンで構成された「Giant Scritter」と呼ばれるもの。Scritterシリーズは白井准教授が東京工業大学の学生と研究をはじめたもので、それをe-Sports観戦に応用する——というのは神奈川工科大学の学生のアイデアだったそうです。

「基本的な仕組みは3D映画と一緒にです。3D映画では左目用映像、右目用映像をそれぞれ映し出していますが、ScritterではそれをAチーム、Bチームの映像に分けているんです」（神奈川工科大学 情報学部情報メディア学科 白井暁彦 准教授）

またe-Sports観戦以外にも、「例えば映画なら日本語字幕と英語字幕を同時に映すことができる。リビングのテレビに導入すれば、野球中継が見たいお父さんとゲームで遊びたいお子さんが一つのテレビで共存できます」と白井氏。映像の多重化だけでなく、応用として「電気的な装置を使わずに、裸眼では見えなかった映像が見えるようになる技術」も実現しているとのこと。「SF映画の世界が体験できますよ」（白井氏）

イベントでは「スパIV」トーナメントのほか、IGDA日本デジタルゲーム競技研究会の松井悠氏と、ホリの村松洋明氏、天野幸一郎氏を招いたe-Sportsについてのトークイベントも実施（松井氏はトーナメントにも参加し、見事優勝をさらって会場からブーイングを浴びていました）され、約3時間にわたるイベントは最後まで和気あいあいとした雰囲気のなかで幕を閉じました。

「こういうイベントが大学で行われるようになったことに意味がある。分野のひとつとしてゲームが認められつつあるということだと思います」と松井氏。今回は対戦格闘ゲームでしたが、個人的にはFPSやRTSなどの中継でより効果を発揮しそうなシステムだと感じました。近い将来、Scritterがe-Sports観戦のスタイルを変える日も来るのかもしれない。

日々是遊戯：

二つの映像をメガネで切り替えー

ー多重化映像システム「Scritter」が提案する、新たなe-Sports観戦の形とは

<http://gamez.itmedia.co.jp/games/articles/1011/09/news073.html>

以下に視聴者の視聴様子の観察を行う。

図 4.7 は会場の視聴者が 3D 眼鏡をかけて映像を視聴している様子である。配布された 3D 眼鏡を片目を閉じて見比べるなどしていた。また眼鏡をかけずに、2 試合を同時に視聴している人もいた。



図 4.7 視聴者の様子

以下に結果をもとにした本イベントの総合的な観察を行う。

視聴者の 6 割が提案手法を用いたイベントに関心を持った。本イベントの運営によって、Scritter を e-sports イベントへの応用は可能であるという知見を得ることができたと言える。

しかし、個人で 240 インチのシルバースクリーンを制作することは難しく、e-sports イベントへ本提案手法を用いるには、資金的な課題を解決する必要があるが、本実用化実験によって、1 万円以下のコストで再現性よく実現できることが示されたことも大きい。

5. むすび

e-sportsイベントでの高い一体感の演出において、映像を会場およびネット配信で視聴する際、映像が高速であるため内容が把握できないという課題について、再生速度がオリジナルの50%~150%であれば知識に関係なく理解ができ、再生速度を遅くすることは理解を高めるうえで有効である可能性が確認できた。

次に経験による映像理解の違いについて、実験を通して知識がない人にはばらつきがなく、むしろ経験がある人ほど同じ映像に対する理解にばらつきがあるという、一般的な経験則とは逆の結果をゲーム映像のオンライン視聴実験で見出した。

ネットでは高速動画の視聴に不向きである可能性があるという課題については、実験を通してプロジェクタを使った会場で視聴した場合とYouTubeによるオンライン動画視聴時それぞれ共通の計測結果を得た。このことから、ネット配信でも問題なく視聴が可能である可能性が確認された。よってネット中継を行う場合、再生速度がオリジナルの速度の50%~150%の速度であれば、視聴者の経験にかかわらず共通の理解をでき、高い一体感を得ることができる演出の範囲であるといえる。

会場での視聴において、1万円以下の予算で240インチのスクリーンを制作し、約50名の参加者に向けた時間停止機能を除く提案手法の演出を実用化実験として行った。4章のアンケート結果にて、約6割のイベント参加者が本提案手法を用いたイベントを観戦したいと回答した。このことから、本提案手法が3つの課題を解決し、高い一体感を演出する手法の一つとして成立の確認と実用上の可能性を得た。

参考文献

- 1) デジタルゲームの教科書制作委員会：デジタルゲームの教科書，ソフトバンククリエイティブ株式会社，pp.247-266, (2010.5.15).
- 2) 闘劇-Super Battle Opera-, <http://www.tougeki.com/>.
- 3) 長野光希,宇津木健,山本倫行,白井暁彦,中嶋正之:「ステレオ立体視技術と高い互換性を持つ,多重化映像提示システムおよびコンテンツ制作手法の提案」,第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.166-169, (2010.9.15).
- 4) 田中孝太郎, 前川: BuiltWithProcessing デザイン/アートのためのプログラミング入門, 株式会社 BNN 新社(2010.9.15).
- 5) 白井暁彦, 小坂崇之, くるくる研究室, 木村秀敬: WiiRemote プログラミング, オーム社, pp.60-64(2009.7.25).
- 6) 岩楯翔仁,荒原一成,周立,白井暁彦: ResBe:エンタテインメントシステム周囲のコミュニケーション場に対する遠隔評価手法の提案, 第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.102-105, (2010.9.15).
- 7) DCEXPO2010 国際 3D Fair in TOKYO <http://www.dcexpo.jp/programs/3dfair/>.