

Title	「Advanced Warfare」：リモート環境を前提としたハイブリッドボードゲームのデザイン
Sub Title	"Advanced Warfare" : designing immersive board games experience for supporting remotely activities
Author	王, 舒豪(Wang, Shuhao) 稲蔭, 正彦(Inakage, Masahiko)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2021
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2021年度メディアデザイン学 第911号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002021-0911">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002021-0911</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2021 年度

「Advanced Warfare」 リモート環境を前提  
としたハイブリッドボードゲームのデザイン



慶應義塾大学  
大学院メディアデザイン研究科

王 舒豪

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に  
修士(メディアデザイン学)授与の要件として提出した修士論文である。

王 舒豪

研究指導委員会：

稲蔭 正彦 教授 (主指導教員)

加藤 朗 教授 (副指導教員)

論文審査委員会：

稲蔭 正彦 教授 (主査)

加藤 朗 教授 (副査)

杉浦 一徳 教授 (副査)

修士論文 2021 年度

# 「Advanced Warfare」 リモート環境を前提 としたハイブリッドボードゲームのデザイン

カテゴリ：デザイン

## 論文要旨

さまざまな形態のゲームは、何千年もの間、人間社会に不可欠なものであった。特に、ボードゲームのオフライン活動は古代以来高い人気が集まっている。ソーシャルメディアの急増により、コミュニケーションの習慣が大きく変化している。従来のオフラインのボードゲーム活動はオンラインプラットフォームに移植され、コンピュータゲームの一部になった。新型コロナウイルスの影響に加え、人々の対面ゲーム形式は徐々に少なくなった。しかし、オンラインのデジタル版のボードゲームをプレイすると、顔を合わせてプレイできないため、ボディランゲージや非言語のコミュニケーションが失われ、結果としてゲーム体験が損なわれてしまったという新しい課題を直面にした。その場面に対して、従来のオフラインのボードゲームを遠隔のオンライン環境に置く場合、ボードゲームの物理的な性質を維持する上、デジタルとフィジカルの組み合わせるハイブリッドのゲーム形式ことによって、オフラインのボードゲーム体験を復元できるのではないかと考え、本研究には、筆者はこのリモート環境を前提としたフィジカルとデジタルを組み合わせる拡張した新しいボードゲーム「Advanced Warfare」を提案した。ハイブリッドの配置で、従来のデジタル版のボードゲームより豊富なゲーム体験ができる仮説を立て、心拍変動を生理的感情指標を用いて、ゲームの立体感・没入感・臨場感・緊張感を検証した。検証の結果から、「Advanced Warfare」のハイブリッドゲームをプレイするのはより激しい心拍数が出た。さらに、このようなデジタルとフィジカルを組み合わせるハイブリッド形式は単純のデジタルゲームのゲーム体験を拡張したことができることが見受けられる。「Advanced Warfare」は、新

しいリモート環境においての物理的なボードゲーム活動を開拓し、プレイヤー同士に感情的なつながりの可能性がわかった。

キーワード：

ボードゲーム、触覚、リモートアクティビティ、ハイブリッド、デジタルとフィジカル

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

王 舒豪

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2021

“Advanced Warfare”: Designing Immersive Board Games  
Experience for Supporting Remotely Activities

Category: Design

Summary

Games in various forms have been an integral part of human society for thousands of years. In particular, offline activities of board games have gained high popularity since ancient times. With the rapid growth of social media, communication habits have changed dramatically. Traditional board game activities have been ported to online platforms and have become part of computer games. In addition to the impact of the new coronavirus, people's face-to-face game formats have gradually become less common. However, playing the digital version of the board game online brought a new challenge to face: the inability to play face-to-face resulted in the loss of body language and non-verbal communication, which in turn compromised the gaming experience. In response to this situation, we thought that if we put traditional offline board games in a remote online environment, we could restore the offline board game experience by creating a hybrid game format that combines digital and physical elements while maintaining the physical nature of the board game. For this study, the author proposed a new board game called "Advanced Warfare" that combines and expands on the physical and digital aspects of this remote environment. We hypothesized that the hybrid arrangement would provide a richer gaming experience than the traditional digital version of the board game, and we used heart rate variability as a physiological and emotional indicator to verify the game's three-dimensionality, immersion, presence,

and tension. The results of the validation showed that playing the hybrid game of "Advanced Warfare" was more intense heart rate. Furthermore, it can be seen that this hybrid form of digital-physical combination can extend the gaming experience of simple digital games. Advanced Warfare pioneered a physical board game activity in a new remote environment and showed the potential for emotional connection between players.

**Keywords:**

board game, haptic games, remote activities, hybrid, digital physical

Keio University Graduate School of Media Design

Shuhao Wang

# 目 次

<b>第 1 章 序論</b>	<b>1</b>
1.1. 研究背景 . . . . .	1
1.2. 研究動機 . . . . .	3
1.3. 研究目的 . . . . .	4
1.4. 論文の構成 . . . . .	4
<b>第 2 章 関連研究</b>	<b>6</b>
2.1. ボードゲームとは . . . . .	6
2.1.1 ボードゲームの歴史 . . . . .	6
2.2. ネットワークされたゲームの事例 . . . . .	7
2.2.1 ネットワーク化されたデジタルボードゲーム . . . . .	7
2.2.2 ネットワーク化されたフィジカルなゲーム . . . . .	9
2.3. 拡張されたゲーム体験 . . . . .	13
2.3.1 触覚により拡張されたゲームの効果 . . . . .	13
2.3.2 視覚により拡張されたボードゲーム . . . . .	16
2.3.3 ハイブリッドのボードゲーム . . . . .	17
2.4. 考察 . . . . .	18
<b>第 3 章 コンセプト</b>	<b>20</b>
3.1. デザイン概要 . . . . .	20
3.2. フィジカルのデザイン . . . . .	20
3.2.1 コンポーネートのデザイン . . . . .	20
3.2.2 ルールのデザイン . . . . .	23
3.3. デジタルのデザイン . . . . .	26

---

3.3.1	デバイスのデザイン . . . . .	26
3.3.2	発生するタイミングのデザイン . . . . .	28
3.4.	ハイブリッドゲーム仕方のデザイン . . . . .	29
<b>第4章</b>	<b>評価</b>	<b>30</b>
4.1.	概要 . . . . .	30
4.1.1	実験の目標 . . . . .	30
4.1.2	実験対象 . . . . .	31
4.2.	実験のセッティング . . . . .	32
4.3.	ABテストの設計 . . . . .	34
4.4.	結果 . . . . .	36
4.4.1	実験の結果 . . . . .	36
4.4.2	インビューの結果 . . . . .	41
4.5.	まとめ . . . . .	45
<b>第5章</b>	<b>結論</b>	<b>46</b>
5.1.	結論 . . . . .	46
5.2.	今後の展望 . . . . .	47
	<b>謝辞</b>	<b>48</b>
	<b>参考文献</b>	<b>49</b>
	<b>付録</b>	<b>54</b>
A.	触覚フィードバックコード . . . . .	54
B.	Game Progress Record . . . . .	57

# 目 次

2.1	online chess . . . . .	8
2.2	richmen online . . . . .	8
2.3	uno online . . . . .	9
2.4	Airhockey Over a Distance . . . . .	10
2.5	Airhockey Over a Distance . . . . .	11
2.6	Exertion Interface . . . . .	12
2.7	Sports over a Distance . . . . .	12
2.8	Exploring Haptic Feedback in Exergames . . . . .	14
2.9	Haptic Airbat . . . . .	15
2.10	HaptiCast . . . . .	15
2.11	The BattleBoard 3D experience . . . . .	16
2.12	Oracles: World 's First Hybrid AR Board Game . . . . .	17
2.13	「CODE HORIZON (コード ホライゾン)」 . . . . .	18
3.1	「Advanced Warfare」 エネルギー蓄積する時のボードの変化 . . . . .	21
3.2	「Advanced Warfare」 攻撃する時のボードの変化 . . . . .	21
3.3	「Advanced Warfare」 超攻撃する時のボードの変化 . . . . .	22
3.4	「Advanced Warfare」 のボード . . . . .	22
3.5	「Advanced Warfare」 のスティック . . . . .	22
3.6	ゲームのアクションのビジュアル . . . . .	23
3.7	「Advanced Warfare」 ゲームルールの説明図 . . . . .	25
3.8	デバイス内の配線図 . . . . .	26
3.9	デバイス内の配線 . . . . .	26

3.10	「Advanced Warfare」の触覚デバイス . . . . .	27
3.11	「Advanced Warfare」の触覚デバイス . . . . .	27
3.12	「Advanced Warfare」のストリボード . . . . .	28
3.13	「Advanced Warfare」のハイブリッド形式の設計 . . . . .	29
4.1	参加者の情報 . . . . .	31
4.2	「Advanced Warfare」の配置図 . . . . .	32
4.3	ルーム1の間取り . . . . .	33
4.4	ルーム2の間取り . . . . .	33
4.5	ABテストの設計 . . . . .	35
4.6	スタッフがシステムの代わりにテストプレイの説明図 . . . . .	36
4.7	2つゲーム形式においてプレイヤーの心拍数の比較 . . . . .	37
4.8	2つゲーム形式においてプレイヤーの心拍数の比較 . . . . .	38
4.9	A-実験中の様子 . . . . .	39
4.10	B-実験中の様子 . . . . .	40
4.11	A - 「Advanced Warfare」に対するアンケートの分析結果 . . . . .	41
4.12	B - 「Advanced Warfare」に対するアンケートの分析結果 . . . . .	41
B.1	Game Progress Record . . . . .	57
B.2	Game Progress Record . . . . .	58
B.3	Game Progress Record . . . . .	58
B.4	Game Progress Record . . . . .	59
B.5	Game Progress Record . . . . .	59
B.6	Game Progress Record . . . . .	60
B.7	Game Progress Record . . . . .	61
B.8	Game Progress Record . . . . .	62
B.9	Game Progress Record . . . . .	63
B.10	Game Progress Record . . . . .	64
B.11	Game Progress Record . . . . .	65
B.12	Game Progress Record . . . . .	66

B.13	Game Progress Record	67
B.14	Game Progress Record	68
B.15	Game Progress Record	69
B.16	Game Progress Record	69

# 第 1 章 序

# 論

## 1.1. 研究背景

さまざまな形態のゲームは、何千年もの間、人間社会に不可欠なものであった [1]。時間とともに変化し、異なる名称や異文化のバリエーションが変遷し、人々にとっては特別で唯一な活動である。ボードゲームは種類は豊富で、三目並べや、チェスのような初期のボードゲームは、もともと国益をテーマにして作られた。チェスはヨーロッパで最も古いゲームの一つであるが、その前身は6世紀にインドで生まれ、現在私たちが知っている形は15世紀頃から進化してきたものである [2]。囲碁の歴史は紀元前6世紀までさかのぼることができる。現在、大英博物館に所蔵されている最古のゲームは、紀元前260年から2400年の間に作られた「ロイヤル・ウル・ゲーム」である。この時代、ゲームの多くはボードやゲーム駒、トークンなどの物理的なものが多いため、ピースは手に取って感じることができる。これが、現在広く知られているボードゲームに発展してきたのである。

また、ボードゲームは、近年、オフラインのソーシャル活動として非常に人気を集まっている。ボードゲームは世界中に見ても長い歴史があり、プレイヤーも非常に多い。中国では、ボードゲームの市場規模は2017年から2022年だけで1億7000万元から3億2000万元に拡大した [3]。オフラインのボードゲームのソーシャル活動を通じて、人々の交流が生まれる。エンターテインメント性だけでなく、研究によって強力な社会的つながりとサポートは、免疫システムを強化するのに役立ち、長寿の可能性を高める効果があると考えられる [4]。友人や家族は、日常の活動、快適さ、交際などの支援という形でさまざまなサポートを提供するため、これらの社会的関係において重要な役割を果たす。友人や家族と頻繁に交

流する個人は、深刻な生活上の問題だけでなく、身体的および精神的な健康問題に対処するためのより良い立場にある [5]。

しかし、2019年からの新型コロナウイルス（COVID-19）のパンデミックの時期に、ソーシャルディスタンスは社会的孤立と孤独をさらに強め、すでに数百万人の身体の健康に直接的な影響を及ぼしており、さらに世界的に大きな精神的健康の脅威をもたらすと考えられている [6]。世界中では2021年11月21日時点で、直近1週間（11月15日～21日）の新規感染者数は359万7,398人が報告され、6%増加して5週連続の増加となった。ヨーロッパ地域で11%増加し、アメリカ地域と西太平洋地域は前週と同程度であった。減少幅が最も大きかったのは、東南アジア地域の11%であった [7]。各国政府は政策を総動員して封じ込めに躍起で、武漢のような大都市の封鎖は他国では困難と考えられてきた [8]。コロナウイルスの伝染拡散とともに、ウイルスのさらなる拡散を防ぐために社会的活動、集会、娯楽を制限しざるを得なかった。社会的に離れている間、どのように接続を維持するかは、誰もが直面しなければならない新しい課題になってきた。

大多数のボードゲーマーにとって、このような特殊な時期になると、人々はこれまでのオフラインの対面活動を維持してコミュニケーションができなくなってしまったため、より多くのプレーヤーがオンラインの方式に注目しているが、いくらオンラインで作った友達など言っても、長期的にリレーションシップを維持するために、オフラインのアクティビティーに参加する必要があると考えられている。「*young people with more social capital are more likely to engage in behaviors that lead to better health, learning success, and emotional development.*」人々が新しいコミュニティに参加するときにも、新しいローカルコネクションを確立するために、対面のコミュニケーションは依然として重要である [9]。

## 1.2. 研究動機

インターネットやテクノロジーの発展に伴い、かつてのオフラインのボードゲームはオンラインプラットフォームに移植され、今ではコンピューターゲームの一種となり、世界中の若者の主流の活動となっている。しかし、物理的な本質を失ったデジタル版のボードゲームは、電子画面だけを使うボードゲームは、もはやボードゲームとは言えなくなり、多くのボードゲーマーから嫌われている。また、多くのボードゲーマーにとって、オンラインのデジタル版のボードゲームをプレイすると、顔を合わせてプレイできないため、ボディランゲージや非言語のコミュニケーションが失われ、結果としてゲーム体験が損なわれてしまった。

ボードゲーマーが通常のオンラインのデジタルボードゲームをプレイする際に、なぜオフラインでの体験を失うのか？その社会的背景としては、この20年の間に、コンピューターゲームのグラフィックがますます複雑になるという大きな進歩がある。プリレンダーレーラーやリアルタイムで生成されるゲーム内のグラフィックでは、コンピューターゲームにおけるサウンドや音楽の歴史はグラフィックとほぼ同じ、開発への投資が大幅に増加した。サウンドや音楽はコンピューターグラフィックより遅いが、現在ではAAA級ゲームにおいてオリジナルのスコアやリアルなサウンドエフェクトが急速に普及してきた。しかし、残念なことに、人とコンピューターのインタラクションは、視覚と聴覚に限定されることが多い。そのため、これらの人工物とのソーシャルインタラクティブの豊かさが制限され、他者とのコミュニケーションや関係構築のために人工物を使用する可能性が制限されている。グラフィックやサウンドと比べ、触覚はまだ十分に活用されていない [1]。

パーソナルコンピューターは、共有のデジタル環境に分散してアクセスすることで、離れた場所にいるユーザー同士が共同作業を行うことが可能になる。しかし、既存のインターフェース技術に制限されたデジタル空間でのコラボレーションは、物理世界での豊かで容易なインタラクションとは比べものにならないことが多い [10]。例えば、同じ場所で共同作業を行う場合、共同作業者は様々な物理的なものを共有し、五感を使用しながら共同作業を行うことがよくある。一方、デジタル世界における従来のインターフェースは、人の五感を低下させ、通常のキーボードのタイピングやプラスチック製のマウスの操作に身体的インタラクション

を制限する傾向がある。

そこで、コンピュータのデジタルインタフェースにしかできないオンラインボードゲームの次元を破って、身体性フィードバックを加え、オフライン活動のようなゲーム体験を復元し、より新たなリモートボードゲーム体験を実現できるかもしれない。

### 1.3. 研究目的

コンピュータやインターネットの発達により、コンピュータプラットフォームに移植された多くの伝統的なボードゲーム（モノポリー、チェスなど）は物理的な性質が失われ、結果としてプレイヤーはオンラインボードゲームをプレイしてもオフラインボードゲームと同じゲーム体験ができなくなっている。また、従来のゲーム開発会社は、長い間、コンピューターグラフィックスに多大な投資をしてきて、オンラインゲームにおけるサウンドへの注目と投資が増加してきた。これにより、グラフィックやサウンドの複雑さ、忠実度は飛躍的に向上したが、ゲーム内の情報は視覚や聴覚で伝えられ、他の感覚は逆に活用されていないのが現状である [1]。

本研究の目的は、従来の視聴体験を超えて新しい遠隔オンラインボードゲームを設計することである。現在のオンラインのデジタル版のボードゲームに欠けていた感覚を生かし、ボードゲーマーがオフラインで会えなくても、ハイブリッドの設計でリモートでプレイできるし、オフラインプレイより没入的なゲーム体験ができることを目指している。

### 1.4. 論文の構成

本論文は5つの章で構成されている：

第1章では、論文の背景、現在の問題、および研究目的について述べる。

第2章では、ボードゲームの進化、リモートプレイと触覚フィードバックの効果、三つの方面で関連する先行事例に関して論じたい。

第3章では、リモート環境を前提とした触覚フィードバックのボードゲームのコンセプトを詳述する。

第4章では、体験フローの実験を行い、ユーザーが実際にリモート化したボードゲームを体験し、検証とインタビュー、それらに基づいた考察を行う。

第5章では、実験でえられた結果から、本研究の結論を述べ、今後の展望についてを考察する。

## 第 2 章

# 関 連 研 究

### 2.1. ボードゲームとは

ボードゲームとは、専用の板（ボード）の上に駒（石ともいう）を置いたり、動かしたり、取り除いたりして遊ぶゲームの総称である。「ボードゲーム」「盤上遊戯」とも呼ばれる [11]。また、「ボドゲ」と略記されることもある。ボードゲームは何千年も前から世界中で遊ばれており、様々な文化圏で別々に考案されてきた。現代では、いわゆるアナログゲームやテーブルゲーム全般がおもちゃ屋でボードゲームとして売られていることもあるが、ゲームの一般的な分類では、特定の盤面に駒や石を置くことで局面を表現するゲームを指す。ボードゲーム以外のアナログゲームとしては、カードゲーム（トランプ、UNO など）がある。手持ちのカードで局面が決まる点でボードゲームとは異なる）、タイルゲーム（麻雀、ドミノなど、基本的にはカードゲームと同じだが、手札のタイルで局面が決まる点でボードゲームとは異なる）、サイコロゲーム（丁半、チンチロリンなど）、3D ゲーム（ジェンガ、黒ひげ危機一髪など）などがある。

#### 2.1.1 ボードゲームの歴史

ボードゲームの歴史はかなり長い。最も歴史的なボードゲームの原型は5000年前のトルコ南東部の BasurHÅNoyÅNuk 古墳に発見された。発見されたのは、彫刻された一連の石である。それがサイコロゲームの起源と考える [12]。そして、各年代にはボードゲームは高い人気を集めた。例えば、エジプトの新王国時代（紀元前 1550 年から 1077 年）にはセネトと呼ばれるボードゲームやメヘンと呼ばれるゲームなどのボードゲームは先王朝時代と第 1 王朝時代の埋葬で発見された。

ウル王朝の時代、ローマ帝国の時代のヨーロッパのみならず、東洋のアジアにも六博（りくはく）を代表の古代中国のゲーム、多くの文献や出土資料が残っている [13]。20 世紀になったのは、ボードゲームの選択肢は膨大であり、毎年、クラシックの新しいバリエーションが導入されているよう。20 世紀はボードゲーム業界の黄金時代であり、この期間に初めて多くの家族のお気に入りが生み出された。例えば、世界中に広がっている chess や monopoly や Game of Life など。その前のボードゲームは主に物理的な道具を使って遊び。近世以来、ゲームを作ることは職業、産業になり、多くの人々がゲームに関わる仕事をするようになり、単にレジャー産業とは言えないものになっている。最大の変化は、テクノロジー、特に IT テクノロジーの進化である。伝統的な物理的のコンポーネントに満足せず、最新のテクノロジーを駆使して開発された現代のボードゲームはさらに進化してきた。

## 2.2. ネットワークされたゲームの事例

### 2.2.1 ネットワーク化されたデジタルボードゲーム

インターネットの急速な発展に伴い、何千年もの間発展されてきたボードゲーム文化も進化した。人々に広く流通していた伝統的なボードゲームは、さまざまなインターネットゲーム会社によってコンピューターまたはモバイルプラットフォームに移された。従来の対面の遊び方は、インターネットを使用した無制限の送信に進化した。人々は、対面で一緒にいなくても、同じボードゲームをプレイできるようになった。この進化は確かにボードゲーム文化をよりよく促進したが、ゲームの性質はコンピューターゲームに変更された。離れた場所で一緒にプレイすることはできるが、対面の興奮と緊張、また当時の時点での雰囲気は失われている。過去 1 世紀にコンピューターに移植された伝統的なボードゲームケースを紹介する。

#### Online chess

オンラインチェスはインターネット上でプレイされるチェスで、インターネットチェスサーバーを使用して行われて、プレイヤーはリアルタイムでお互いに対

戦することができる。インターネットチェスサーバーは、Eloまたは同様のレーティングシステムを使用して、レーティングに基づいて個々のプレーヤーをペアリングする。



(online chess [14] より引用)

図 2.1 online chess

### Monopoly online - 大富翁

「モノポリーオンライン」は、大字情報の子会社である北京ソフトスターが中国本土で開発したカジュアルオンラインゲームである。このゲームは、2006年4月に台湾、香港、マカオの大字インフォメーションによって立ち上げられた。



(richmen [15] 引用)

図 2.2 richmen online

## UNO online

UNO は 1979 年から広く発売され、現在、私たち友達とパーティーする時や、旅行などよく遊びゲームの中に人気となったカードゲームである。これまでに世界 80 カ国で 1 億 5000 万本が販売されている。近世では、トミー、ゲームロフトなどのゲーム会社はライセンスを受けたコンピュータゲーム版を発売している。スマホのゲーム版も人気を集めている。



(uno online [16] より引用)

図 2.3 uno online

### 2.2.2 ネットワーク化されたフィジカルなゲーム

#### Airhockey Over a Distance

現代社会では、職業的および個人的な生活に有益であるにもかかわらず、人々はますます社会的相互作用を欠いていることを背景として Florian Mueller、Luke Cole、Shannon O'Brien、Wouter Walmlink の人たちは Airhockey Over a Distance というゲームをデザインした [17]。Airhockey Over a Distance は、分散環境での物理的でカジュアルなゲームプレイによって促進されるソーシャルインタラクティブと信頼関係を再現することにより、2つのエアホッケーテーブルをネットワーク化し、ビデオ会議を介したゲームとなる。各テーブルに隠されたメカニズムにより、2つの場所の間で物理的なパックを前後に打ち、参加者間に物理的な共有スペースを作成できる。2人のプレイヤーの間で動きの速い、有形のパックを打

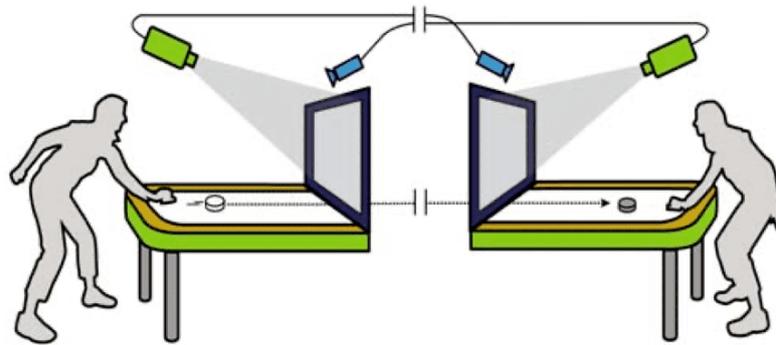
つと、魅力的なソーシャルゲーム体験が生まれ、ソーシャルインタラクティブをサポートし、物理的に離れている人々の間のつながりを深めることができる。



(Airhockey Over a Distance [17] より引用)

図 2.4 Airhockey Over a Distance

Airhockey Over a Distance は、2つのエアホッケーテーブルで構成され、それぞれの半分がゲームプレイに参与し、ネットワークを介して接続されている。プレイヤーはカメラで録画され、ビデオは他のプレイヤーの画面に表示され、1つのテーブルで一緒に遊んでいるような錯覚を引き起こすことができる。ビデオ会議画面はテーブルの真上に配置され、投影面の穴から覗くカメラが含まれている。テーブルの上に配置されたプロジェクターは、他のプレイヤーのビデオを画面に投影する。DV 品質のコーデック実装を利用して、参加者間の高忠実度のオーディオおよびビジュアルエクスペリエンスを保証できる。プレイヤーが中間線を越えてパックを撃つと、テーブルとビデオ会議の投影面の間の小さなスロットからパックが消える。パックが中心線を横切る瞬間に、ネットワーク化された制御ソフトウェアをトリガーするセンサー検出システムによってパックが検出される。クライアント/サーバーソフトウェアを処理する Windows と Linux のデスクトップ PC の組み合わせは、受信データを分析し、一緒に送信する。



(Airhockey Over a Distance [17] より引用)

図 2.5 Airhockey Over a Distance

### Sports over a Distance

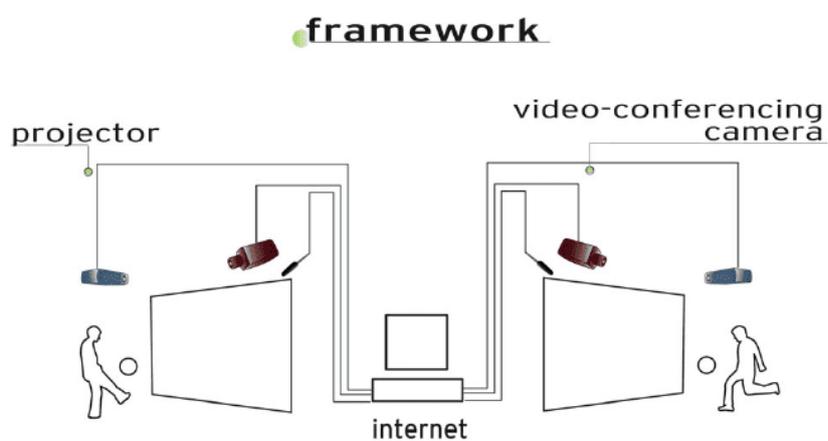
Exertion Interface とは、意図的に激しい身体的努力を必要とするインターフェースである。Exertion Interface は、従来のフィジカルスポーツが持つ社会的な結びつきをサポートする力を活用することができる可能性がある。Florian Mueller , Stefan Agamanolis の人たちは、離れた場所にいる人同士が、身体的に負荷のかかるボールゲームを一緒にプレイできるインタフェースを開発した [18]。彼らの研究の目的は、力覚インターフェースを含む「遠隔運動」アプリケーションのプロトタイプの開発である。

プレイヤーは、通常のサッカーボールを入力デバイスと等身大のテレビ会議画面を通じて対話しながらボールゲームができる。ユーザーは、普通のキーボードインターフェースで同じゲームをプレイしたユーザーよりも、お互いをよく知り、より楽しく、より良い友人になり、伝送される音声と映像の品質に満足したと述べている。これらの結果から、Exertion Interface は、従来のインタフェースよりも、特にこれまで直接会ったことのない人たちが社会的につながる機会を提供することが示唆された。



(Sports over a Distance [18] より引用)

図 2.6 Exertion Interface



(Sports over a Distance [18] より引用)

図 2.7 Sports over a Distance

## 2.3. 拡張されたゲーム体験

### 2.3.1 触覚により拡張されたゲームの効果

触覚は日常生活の中で重要な要素である [19]。皮膚は人体の中で最も大きな器官であり、その表面積は約 1.8 平方メートル (m<sup>2</sup>)、体重の約 17% を占めているが、触覚を用いたヒューマンコンピュータインタラクションの可能性は長い間見過ごされてきた [20]。それにもかかわらず、HCI で常用される身体の部位は手だけであるが、それもコンピュータシステムへの入力にのみ使用されている。人間の感覚器官に関する研究は、主に視覚と聴覚に焦点が当てられてきた。現在でも、触覚に関する理解、認知との関連性、他の感覚との相互作用はまだ不十分である [21]。Coppola は、知覚の偏りについて語り、哲学、物理学、心理学が世界を理解するための探求において、ほとんど視覚的証拠しか好まないことを指摘する [1]。

触覚フィードバックは、生活の中で広く使われているだけでなく、ゲームにおいても重要であることが証明されている。全身を使った 3D ゲームをプレイする際、プレイヤーは音声よりも触覚のフィードバックを好む傾向がある [22]。一般的に、仮想環境に触覚は音と視覚だけの環境と比較して、より高いレベルの体験品質を示している [23]。障害者向けのゲームを作る際にも、触覚フィードバックもよく使われる。そして、リハビリテーションにも利用されており、触覚フィードバックを利用するとより効果的だそうである。視覚障害者のために、触覚フィードバックを手がかりにしたゲームも作られている [24]。目の不自由な方にとっては、音で表現できない視覚的な部分をこのような付加的なコミュニケーション手段で代替することが重要なのである。

Tadeusz Stach and T.C. Nicholas Graham らの研究の中に、触覚フィードバックは、レンジングカートゲームにおいて、力や振動を与えることで情報を伝達することで、ゲーム内の様々な場面でのインタラクションを向上させました [25]。触覚（質感や振動など）と運動感覚（重さや抵抗など）のフィードバックを提供し、3つのゲームのうち2つ（トラックプル、ペダルレース）で、プレイヤーはデジタルコントロール版よりも触覚版を好むことが判明した。この研究から、触覚を使

用することで、ゲームの楽しさが増すことが示唆されている。

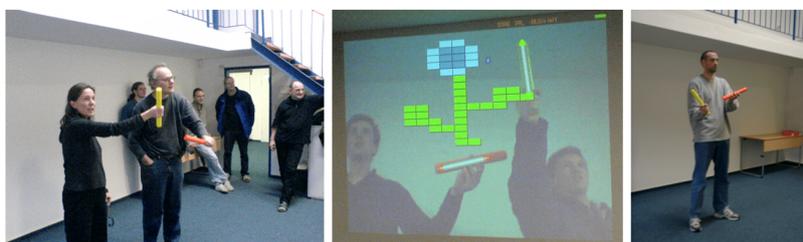


(Exploring Haptic Feedback in Exergames [25] より引用)

図 2.8 Exploring Haptic Feedback in Exergames

MartinFaust と Yong-HoYoo らは壁のレンガにボールをぶつけるラケットゲームである「Arkanoid」を使っている [26]。レンガが当たると消えてしまい、ボールを反射し、すべてのレンガを取り除くと、次のレベルに入るというゲームである。彼らはこのゲームに基づいて触覚フィードバックを加えた。による研究では、ゲームにおける触覚フィードバックに焦点を当てている。触覚フィードバックはインターフェイスに固有のものだが、リアルとバーチャルの境界には不足している欠点があると考えられる。「Airkanoid」では、「Airbat」を握ってインターフェースレベルでユーザーに触覚的なフィードバックを与えるが、仮想オブジェクトとのインタラクションでは、ボールがバットに当たる感覚はない。彼らの研究に低周波の音と振動を使った2つのフィードバック方法を紹介していた。最初のステップでは、深くて飽和した低音がこの効果をより明確にする。第2段階では、振動を利用したハプティックレンダリング用の Airbat を開発した。テストプレイヤーの間では、「Haptic Airbat」の方がより良い没入感を得られるというのが共通の

意見だった。音やグラフィックだけでなく、当たったときの感覚も手がかりになった。



(Haptic Airbat [26] より引用)

図 2.9 Haptic Airbat

Sheldon Andrews Javier Mora らの研究制作の「HapticCast」では、プレイヤーは、触覚なスティックの武器を持っている魔法を使うことで、ゲームの世界に楽しむことができる [27]。彼らは、通常の3Dゲームエンジンを使用したこのFPSスタイルのビデオゲームにおける触覚フィードバックの有効性について議論している。



(HapticCast [27] より引用)

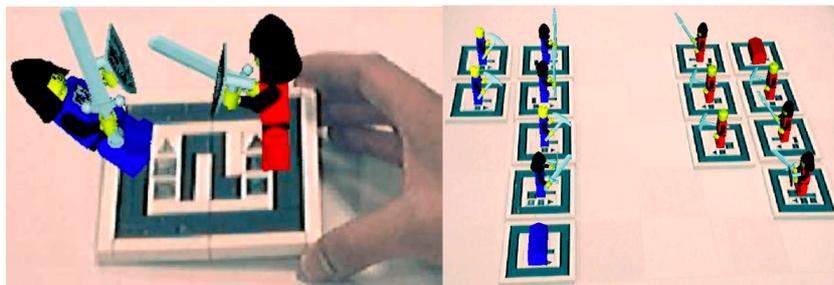
図 2.10 HapticCast

### 2.3.2 視覚により拡張されたボードゲーム

21世紀からのボードゲームはコンピュータプラットフォームに移植されるだけでなく、最新のVRARなどの技術と組み合わせて拡張する実験を行っている研究も多い。

#### The BattleBoard 3D experience

BattleBoard 3D というプロジェクトは、伝統的なボードゲームとコンピューターゲームの最高の機能を組み合わせて作られたゲームである。ボードゲームを強化することで、美的ゲーム体験が拡張されるというのが Troels L .Andersen 、Sune Kristensen 、Bjorn W .Nielsen および Kaj Gronbaek の研究狙いである [28]。



(The BattleBoard 3D experience [28] より引用)

図 2.11 The BattleBoard 3D experience

彼らにより、BB3D プロジェクトは、2人のキャラクターがホロチェスのゲームをプレイしている映画「スターウォーズエピソードIVのシーケンス」からインスピレーションをもらったと述べた。ストライキが実行されると、実際の部分間の戦いがボードのフィールドに表示される。彼らのアイデアは、マルチユーザーボードゲームの実際の設定で、このシナリオをフィクションの世界の外に出させることであった。

### Oracles: World 's First Hybrid AR Board Game

Oracles は従来のゲームボードと拡張現実（AR）体験を組み合わせた世界初のハイブリッドゲームであり、他に類を見ないゲーム体験を約束する2～10人のチーム一方向の戦闘戦略ボードゲームである。



(Oracles: World 's First Hybrid AR Board Game [29] より引用)

図 2.12 Oracles: World 's First Hybrid AR Board Game

ゲームのゴールは、敵の拠点を占領してゲームに勝つことである。従来のボードゲームのように、フィギュア、ペイントされたミニチュア、キャラクターカード、トークン、ダイの触覚的な動きのためのグリッド化された物理的なボードがある。ゲームには26個のフィギュアと158個のトークンが付属して、AR モバイルアプリと併用すると、プレイヤーはゲームボードには表示されない特殊文字や要素を見ることができる。

#### 2.3.3 ハイブリッドのボードゲーム

##### 「CODE HORIZON (コード ホライゾン)」

「CODE HORIZON」は、テーブルの上にリアルなロボットと、アプリ上に仮想の歩兵部隊を配置し、目まぐるしく変化する戦況を見極めながら、様々な戦術で敵を倒していく戦略的ボードゲームである。



(「CODE HORIZON (コード ホライゾン)」 [30] より引用)

図 2.13 「CODE HORIZON (コード ホライゾン)」

プレイヤーは、テーブル上のリアルな3体の実物の「ヴァルキリーローバー (VRO)」というロボットを操作し、専用アプリ上のバーチャルな歩兵部隊「マーシナリー」を戦略的に配備し、敵の情報を収集、相手の動きを予測して、策を企て、敵を倒す。「CODE HORIZON」は拡張したデジタルとフィジカルを合わせたハイブリッドの対面のボードゲームである。現在は19800円で販売され、すでに完売された。

## 2.4. 考察

本章はボードゲーム、リモート化された物理的なゲームと触覚の効用三つの方面から論じた。

2.1章では、ボードゲームの歴史やゲームは本来、触ったり、手に取ったり、持ったりすることができる大きな物理的な人工物であったということを述べた。時代の変化に伴い、様々なボードゲームが出てきて、現代のボードゲームはより豊富な種類に変遷してきた。

2.2章では、ネットワークされたボードゲームとフィジカルなゲームの事例を紹介した。ボードゲームのオンライン化事例から見ると、人々は従来の対面でしかできないゲームの活動に満足せず様々なボードゲームをデジタルプラットフォーム

ムに移植させ、人々はインターネットの繋がりでいつでもどこでも一緒にゲームすることができるが、オンラインのデジタル版ゲームは物理的な側面が失われ、視覚と聴覚でしか体験できないものになった。ボードゲームが好きなゲーマーにとっては、完全にデジタル版のボードゲームは確か視覚的なビジュアルや動画などゲームの内容の豊かさを拡大したが、物理的な感覚がなくなるためボードゲームとは言えなくなった。コンピュータゲームでは触覚や運動感覚などのフィードバックが得られないため、遊ばなくなったというケースもある。リモートゲームのプレイにおいて、ゲームの物理的特性を維持する有効性を明らかにした事例を述べた。彼らの研究は遠隔地から物理的なゲームをプレイする際に、テレビ会議ソフトなどで相手の表情や声をリアルタイムにとらえることができるように実装した。しかし、ゲームの内容としてはそもそもオフラインのゲームのルールのまま使用した、ゲームの内容に新規性を見つかなかった。新しいゲームの開発や、身体性のフィードバックの利用はまた十分に行っていない。

2.3章では、視覚と触覚の体験において拡張されたゲーム体験の事例を紹介した。視覚拡張によりVRやARをよく使用される。また、触覚体験において、振動をより多く利用しており、ゲーム体験の向上に役立つという実験結果も得られたことが理解した。

ここで思いついたのが、従来のオフラインのボードゲームを遠隔のオンライン環境に置く場合、触覚フィードバックのみならず、ボードゲームの物理的な性質を維持し、デジタルとフィジカルの組み合わせることによって、オフラインでのようなボードゲーム体験を復元できるのではないか？本研究には、筆者はこの新しいオンラインボードゲームをリモートハイブリッドボードゲームという定義にした。第三章ではリモート環境を前提としたハイブリッドボードゲームのコンテンツ及びゲーム仕方のデザインについて述べる。

## 第 3 章

# コンセプト

### 3.1. デザイン概要

この研究の目的としてはオンラインのボードゲームに触覚フィードバックを取り入れることで、プレイヤーがオフラインで対面プレイできなくても、オフラインでのゲーム体験を高める身体的フィードバックを実現し、新たなリモートボードゲーム体験を与えられるのを目指している。前の文章が述べたように、現在のオンラインデジタル版のボードゲームには視覚と聴覚への重視で、プレイヤーの視聴体験確かに増加した一方、物理的な人工製品からの触覚体験が損なわれてしまった。筆者では、オンラインボードゲーム活動において対面のような体験を復元するために、ゲームのテーマ、ゲームの設置、物理的な触感、は本研究に欠かせない要素であると考え。さらに、本研究におけるゲーム体験は立体感・没入感・臨場感・緊張感の4つの方面から考察するため [31]、この新しいボードゲームの設計要素もこの4つの方面から述べる。これを踏まえて、フィジカルとデジタルの組み合わせるリモートハイブリッドのボードゲームである「Advanced Warfare」を提案する。

### 3.2. フィジカルのデザイン

#### 3.2.1 コンポーネントのデザイン

ゲーム体験における立体感をオンラインの環境に実現するために、物理的な道具を使用した。ゲームのボードは物理的に作られたため、対面でゲームしか触れないものを復元する。また、この物理的なボードはゲームの進展により変化で

きる。プレイヤーのアクションにしてがって変化することで、プレイヤーへの立体感をさらに強化する。

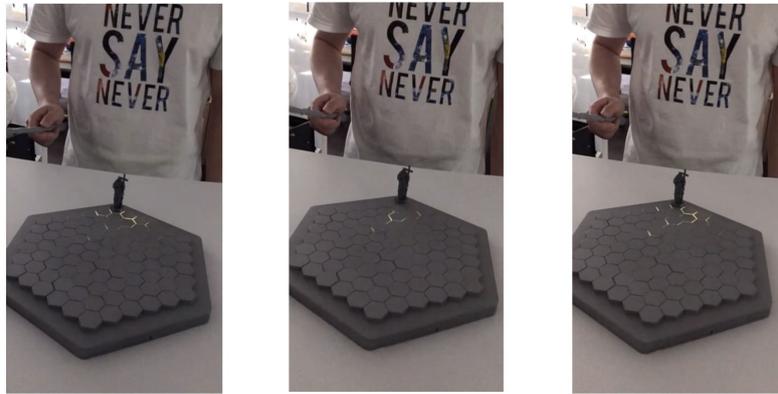


図 3.1 「Advanced Warfare」 エネルギー蓄積する時のボードの変化

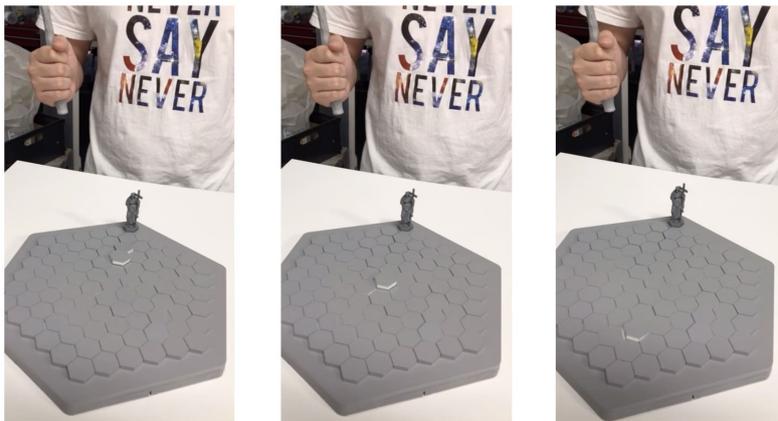


図 3.2 「Advanced Warfare」 攻撃する時のボードの変化

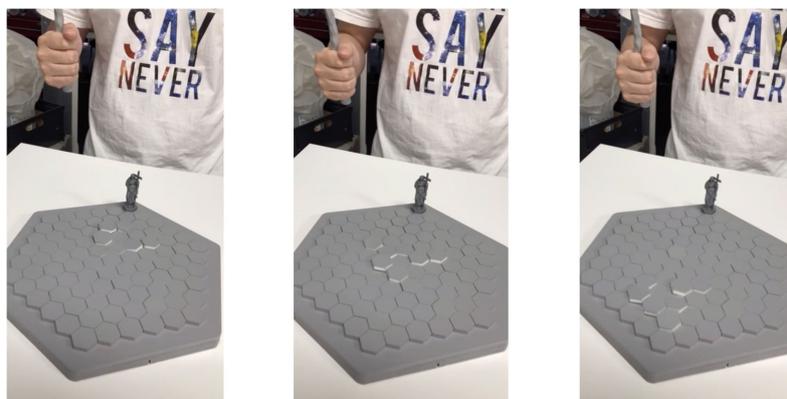


図 3.3 「Advanced Warfare」 超攻撃する時のボードの変化



図 3.4 「Advanced Warfare」 のボード



図 3.5 「Advanced Warfare」 のスティック

### 3.2.2 ルールのデザイン

ゲーム体験に及ぼす必要な要素であるゲームの分類だと考える。川島・泰羅らの研究により、ゲームを「シューティング」「格闘」「スポーツ」「RPG」「アクション」「音楽」の6つに分類した [32]。川島・泰羅らによれば、シューティング、格闘、RPG、音楽、スポーツ、アクションという6ジャンルにおいて、それぞれのゲーム中に脳活動を計測した際、アクションゲームをしている時の脳活動は他のゲームに比べ、脳全体の活動が上昇していたと考えられた。それを参照して、ゲームの刺激感を向上するために、「Advanced Warfare」のルールデザインはアクションの対戦系ゲームに設計した。「Advanced Warfare」には、プレイヤーは各ターンにおいて、スティックを使って以下の4つのアクションを行うことができる。



図 3.6 ゲームのアクションのビジュアル

#### エネルギーを蓄積

プレイヤーは、特定のアクションコマンドを使用することで、エネルギーを蓄積することができる。一回このアクションをすると、一単位のエネルギーを貯めることができ、上限なし。貯めたエネルギーは攻撃または超攻撃する度に使える。

#### 攻撃

プレイヤーは、特定のアクションコマンドを使用することで、攻撃することができる。毎回の攻撃は一単位のエネルギーを消耗する。攻撃を受けて有効な場合

は相手は1単位の生命値が落ちる。

### 超攻撃

プレイヤーは、特定のアクションコマンドを使用することで、超攻撃することができる。このアクションを使う時には、必ず2単位のエネルギーを消費する。攻撃を受けて有効な場合は相手は状況によって1単位または2単位の生命値が落ちる。

### 防御

プレイヤーは、特定のアクションコマンドを使用することで、防御することができる。このアクションは貯めたエネルギーの消費なしで使える。相手の攻撃を無効化できるが、超攻撃を受けた場合、1単位の生命値が落ちる。

ゲーム開始時、各プレイヤーは3単位の生命値と1単位のエネルギーを持っている。

### ノーアクション

各ターンは5秒に設定されており、各ターン中、プレイヤーは決められたプレイ時間内にエネルギーを溜めるか、攻撃するか、超攻撃するか、防御するかなどのアクションを選択しなければならない。制限時間内にプレイヤーがアクションを起こさない場合は、ノーアクションとみなす。

### 攻撃の有効化

もしエネルギーを貯めるとき、またはノーアクションのとき、他のプレイヤーから攻撃を受けることがある。相手の攻撃が普通の攻撃の場合は1単位、超攻撃の場合は2単位の生命値を失う。

## 攻撃の無効化

プレイヤーの1人が防御した場合、相手の普通の攻撃を防御することができる。ただし、相手の超攻撃を完全に防御することはできず、超攻撃を受けた場合は防御されても1単位の生命値を失う。

## 勝敗

一人のプレイヤーの生命値が0になると、ゲームは終了し、そのプレイヤーは負けたと判定される。

「Advanced Warfare」におけるゲームルールは普通のターン性ゲームとの違いは、プレイヤーは順番にアクションするのではなく、同じターンのうちに同時にアクションすることである。プレイヤーの待機時間を少なくなるほど、ゲームへの没入感が向上できると考える。このルールの良さは、ネットの遅延と関係なく、プレイヤーのアクションは早くても遅くても、制限の時間になるとシステムから2人のアクションを判断し、触覚フィードバックでプレイヤーに結果を表す。

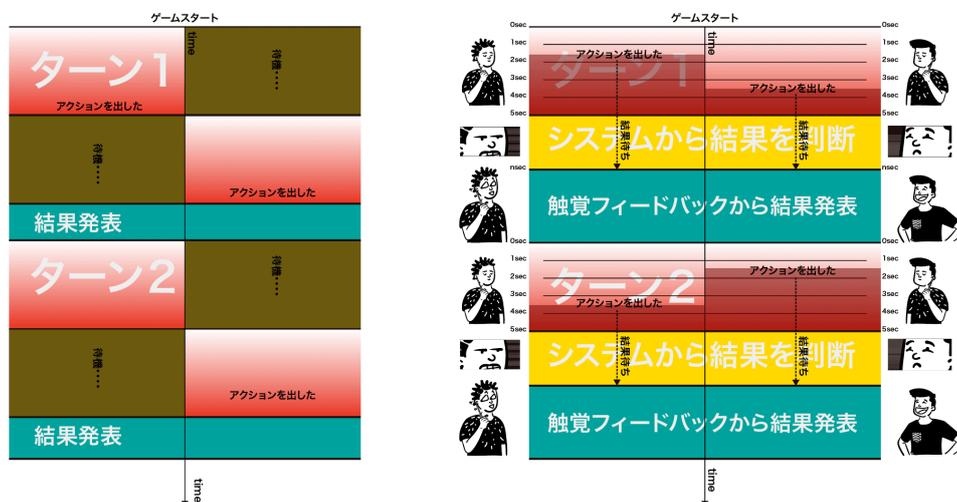


図 3.7 「Advanced Warfare」ゲームルールの説明図

### 3.3. デジタルのデザイン

#### 3.3.1 デバイスのデザイン

オンラインのデジタル版のボードゲームはユーザーのインタフェースから情報を伝達する。つまり、画面で情報の提示しかできない。触覚提示デバイスは従来の機械的インタフェースの機能を超える役割を果たす。その代表例は、デバイスから利用者への触覚刺激による情報伝達である [33]。また、前の文章を述べたように、多くの研究には触覚刺激を与える時、振動をよく使用されている。振動の特徴（継続時間や強さなど）と感情的な印象や機能性には関係がある [34]。したがって、「Advanced Warfare」には、振動の触覚フィードバックを設計した。

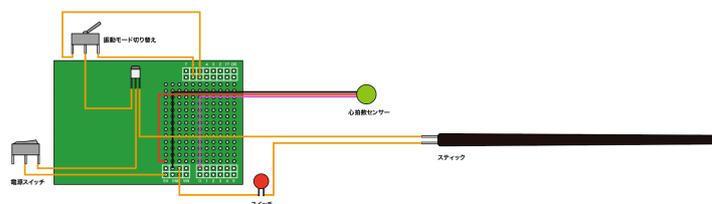


図 3.8 デバイス内の配線図

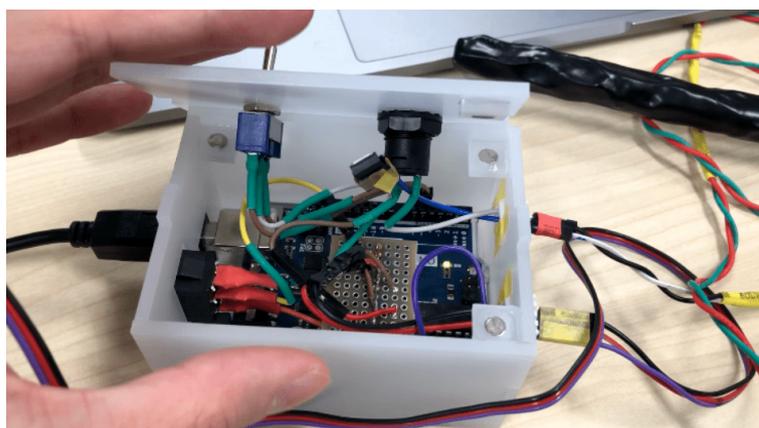


図 3.9 デバイス内の配線

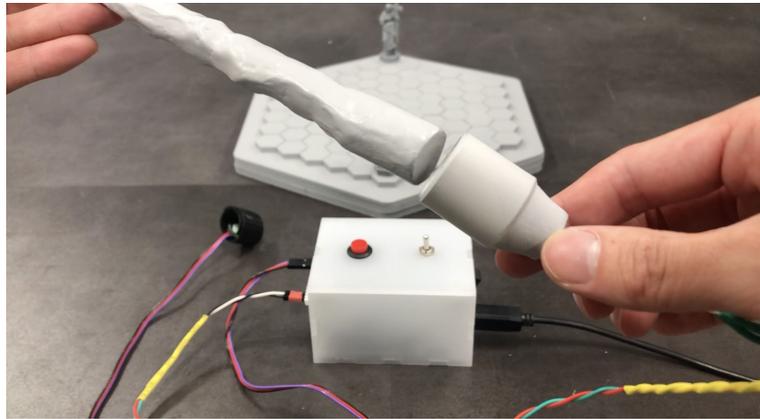


図 3.10 「Advanced Warfare」の触覚デバイス

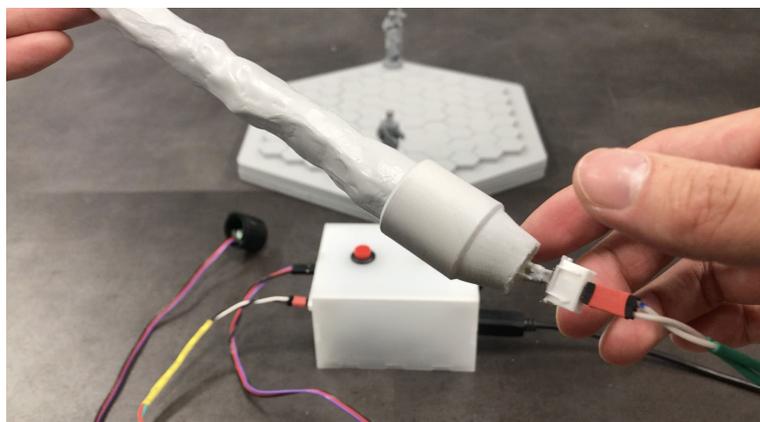


図 3.11 「Advanced Warfare」の触覚デバイス

### 3.3.2 発生するタイミングのデザイン

ゲームの進展により、ゲームをプレイする際の緊張感を向上させるために、振動の刺激が発生するタイミングが重要である。ゲームのルールを踏まえて、ゲーム中に全ての情報は画面から提示ではなく、スティックの触覚フィードバックから提示する。攻撃を受けたタイミングに `int Vibe1 = 100;int nonVibe1 = 300` の振動周波数が発生され、ゲーム中に死亡したタイミングにより強い `int Vibe2 = 500;intnonVibe2 = 200` の振動周波数が発生される。

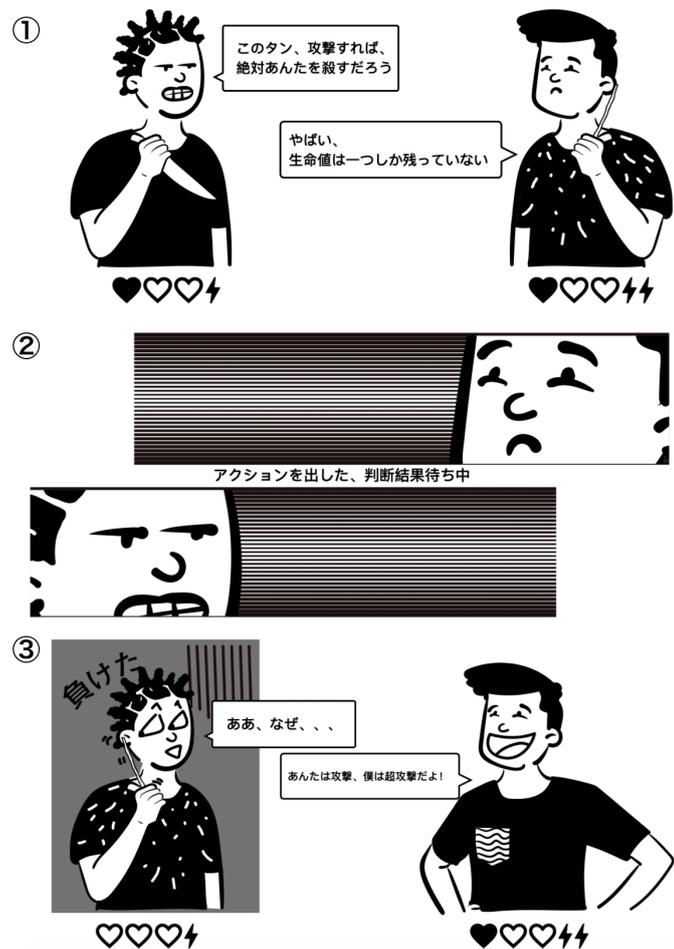


図 3.12 「Advanced Warfare」のストーリーボード

### 3.4. ハイブリッドゲーム仕方のデザイン

本研究に重要な要素であるリモート化されたオフラインのなようなゲーム体験を復元するために、デジタルゲームがない物理的なゲームと触覚フィードバックを設計した後、フィジカルとデジタルの組み合わせたハイブリッドのゲームセッティングは実験の前提として必要なステップだと考えられる。このゲームには、カメラがプレイヤーの表情と声を取り、パソコンのインタフェースに映す。そして、インターネットを介して、プレイヤーのお互いにある物理的なボードを連動することができる。このハイブリッドのセッティングによって、プレイヤーに臨場感と没入感を与える。

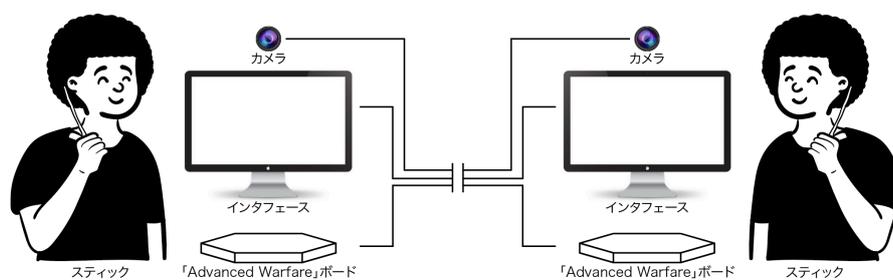


図 3.13 「Advanced Warfare」のハイブリッド形式の設計

## 第 4 章

# 評 価

### 4.1. 概要

本章では「Advanced Warfare」デザインのプロセスについて説明した。本章では「Advanced Warfare」を用いて実験を行う。ハイブリッドリモートボードゲームである「Advanced Warfare」の目的は、リモート環境を前提としたボードゲームのゲーム体験をサポートし、より豊富なゲーム体験をプレイヤーに与えることである。従来のボードゲームはデジタルインタフェースに移植されると、対面できなくなり、従来のオフラインのソーシャルインタラクティブが失われて、「Advanced Warfare」のプレイを通して、デジタルインタフェースにない触覚を提供し、ハイブリッドのゲーム設置で、より豊富なオンラインボードゲーム体験を喚起するというものである。また、ゲームの楽しさの他に、ゲームのデザインによりプレイヤー同士により感情的なコミュニケーションのきっかけになることもできると予想される。

#### 4.1.1 実験の目標

この実験には全体デザイン要素を含めた「Advanced Warfare」のハイブリッド式のリモートボードゲームのゲーム体験を検証するために、ABテストをデザインした。ABテストのAは「Advanced Warfare」のハイブリッドゲーム、Bは「Advanced Warfare」と同じルール of デジタル版のゲームとなる。このABテストを通して、「Advanced Warfare」のゲーム体験の新しさはルールだけの理由ではないことを証明できると考える。この実験の目標は被験者に「Advanced Warfare」を体験してもらい、ゲームの進展中のプレイヤーの反応を記録し、アンケートと

インタビューから前の文章が述べたようなゲーム体験（立体感・没入感・臨場感・緊張感）の総合評価を得ることになる。

#### 4.1.2 実験対象

実際に参加した16人の8ペアで、各ペアはオフラインのボードゲーム活動の経験があり、また現在対面での活動の頻度は少なくなった条件を満たしている。

Participant	Age	Gender	Degree	Occupation	Relationships
P1	22	F	Bachelor	Student	Friend
P2	24	M	Bachelor	Student	
P3	33	M	PhD	Student	Family
P4	30	F	Bachelor	Designer	
P5	25	M	Master	Student	Friend
P6	26	F	Master	Designer	
P7	24	F	Bachelor	Student	Friend
P8	24	F	Bachelor	Student	
P9	27	M	Master	Engineer	Family
P10	26	F	Master	Sales	
P11	25	M	Master	Student	Friend
P12	26	F	Master	Sales	
P13	21	F	Bachelor	Student	Friend
P14	22	M	Bachelor	Student	
P15	24	F	Bachelor	Student	Family
P16	26	M	Master	Student	

図 4.1 参加者の情報

ゲームをもう一度体験してもらおう。それぞれのペアに4ゲームを行う。そしてゲーム中の進展、プレイヤーの反応を記録する。また、心拍数は人の感情的な動きとの関係性があるため [35]、心拍数のリアルタイムの記録することで、ゲーム中にプレイヤーの緊張感を反映することができると思う。プレイヤーの反応と心拍数は実験の客観的データを収集する上、ゲーム後にプレイヤーへのアンケートとインタビューという主観的なデータも収集し、「Advanced Warfare」への総合的な評価をもらう。

## 4.2. 実験のセッティング

ゲームの没入体験の効果を検証するために、ゲームの前、「Advanced Warfare」にある物理的な道具、リモート環境及顔を写すカメラとスクリーンの配置を設計する。「Advanced Warfare」のハイブリッド形式は3.4章に述べたが、それを踏まえて、より具体的な空間セッティングは空間の間取り、各デバイスの距離、図のように配置される。また、ゲームへの没入体験を復元するために、プレイヤーの服装は体験への影響が予想され、ゲームのテーマと合わせる服装を用意した。

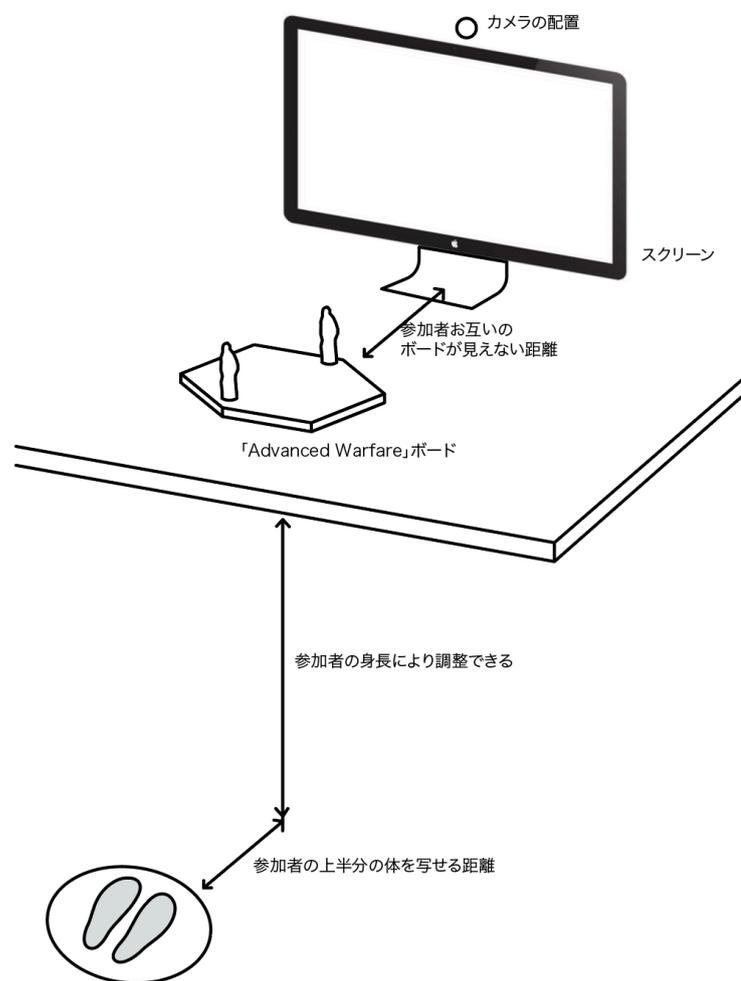


図 4.2 「Advanced Warfare」の配置図

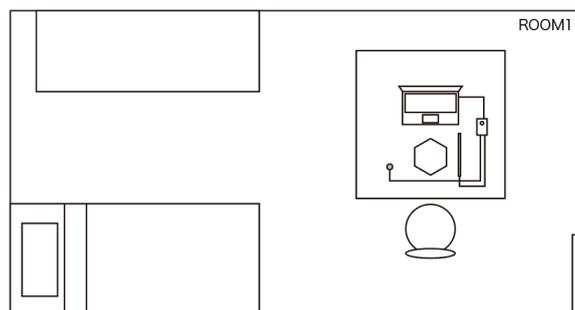


図 4.3 ルーム 1 の間取り

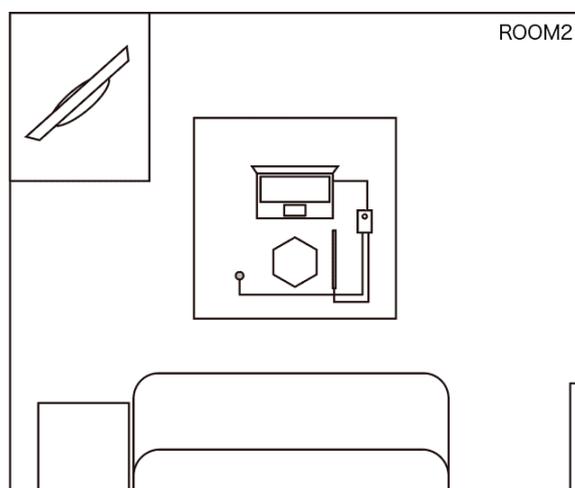


図 4.4 ルーム 2 の間取り

### 4.3. AB テストの設計

本研究の新規性は「Advanced Warfare」はリモート環境においてフィジカルとデジタルを組み合わせるハイブリッドのボードゲーム形式であるため、普通のインタフェースにおけるゲーム体験を比較するために、AB テストの設計は必要であると考えられる。AB テストには、「Advanced Warfare」のハイブリッドゲームは A となり、インタフェースのデジタル版の「Advanced Warfare」は B となる。デジタル版の「Advanced Warfare」のルールを変更せず、ただ携帯デバイスを使用してゲームする。これにより、「Advanced Warfare」に本当のデザインは個々の要素ではなくて、それらの特長の組み合わせることで、より没入的なりモートボードゲーム体験を評価できると考えられる。

#### A - 「Advanced Warfare」ハイブリッドのゲーム形式

「Advanced Warfare」ハイブリッドのゲーム形式は前文が述べたように、「Advanced Warfare」にある物理的な道具、リモート環境及顔を写すカメラとスクリーンの配置をセッティングする。カメラの配置は参加者お互いの表情が見えるが、相手の手とボードが見えないように調整する。プレイヤーのお互い zoom を利用しながらゲームをする。ゲーム中、プレイヤーはスティックを持ち、指定されたジスチャーでアクションを出し、また、お互いの表情と声が向こうに届けて、ゲームの進展により、プレイヤー同士のコミュニケーションが随時にできる。

#### B - 「Advanced Warfare」のデジタル版のゲーム形式

デジタル版の「Advanced Warfare」には、3つのデバイスから構成される。その中の2つはプレイヤーの二人に配り、残る1つは中央の情報処理デバイスとなる。各プレイヤーは各ターンの時間内に自分のアクションを中央デバイスに送り、中央デバイスが各プレイヤーのアクションを判断し、結果を返す。Bの設計する理由は、一つはオンラインプラットフォームにおけるゲーム体験を真似、本研究に提案したハイブリッドの「Advanced Warfare」のゲーム体験と比較し、ハイブリッドの「Advanced Warfare」の有効性を検証できると考える。二つ目は、本

研究のデザインはただのルールだけではないため、AB テストを通して、ルール  
 だけから与えた体験を知ることができる。

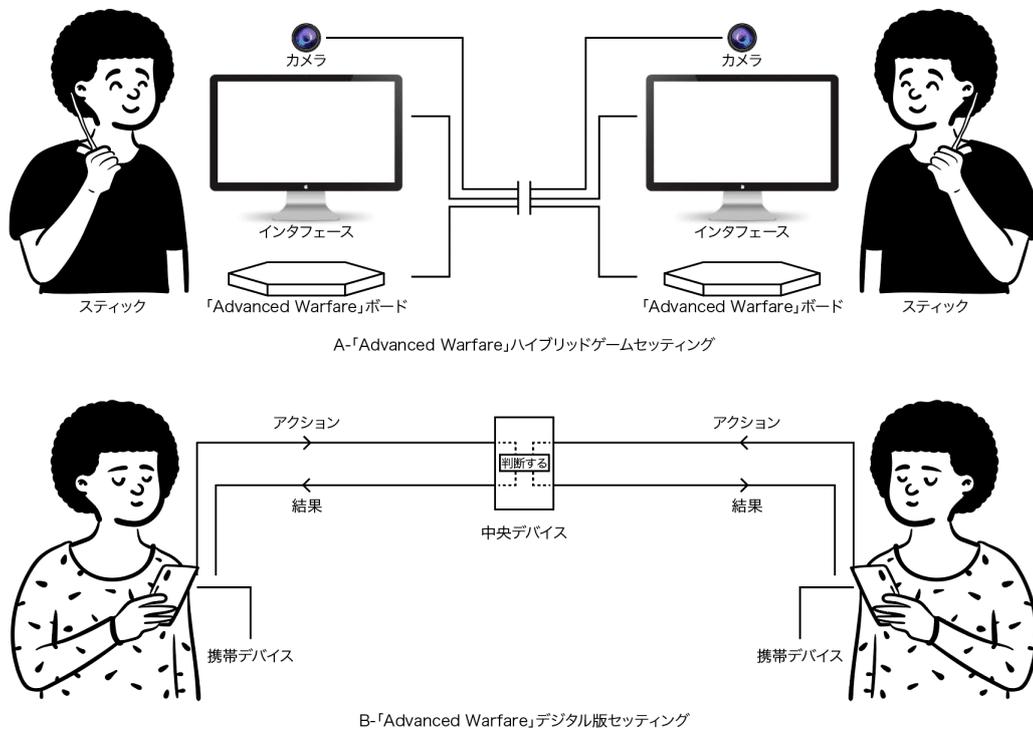


図 4.5 AB テストの設計

なお、今回のデザインには「Advanced Warfare」のボードの自動化とスティックの自動的識別は技術の関係で実装していないため、スタッフはシステムの代わりに、プレイヤーのアクションを識別し、判断し、触覚フィードバックのコントロールをした。

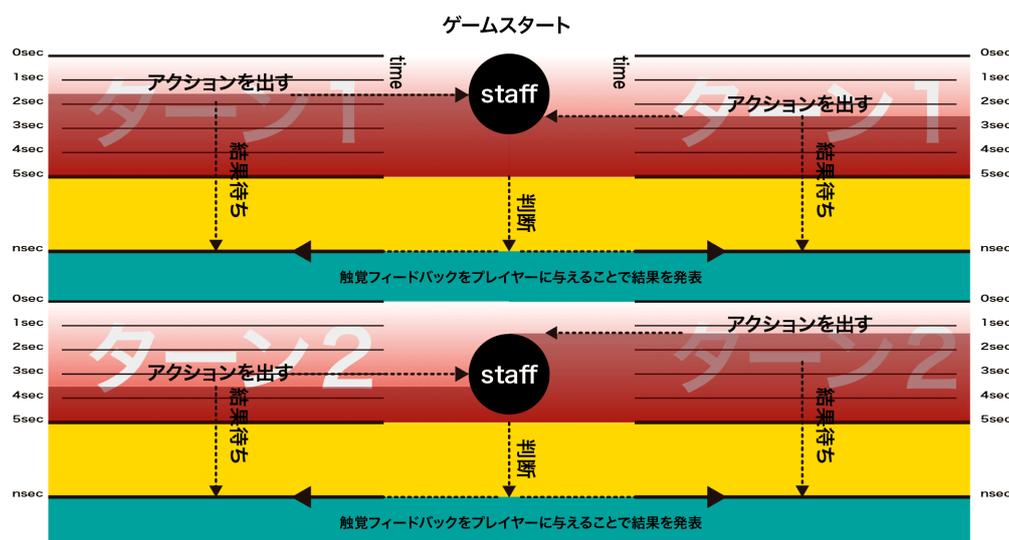


図 4.6 スタッフがシステムの代わりにテストプレイの説明図

## 4.4. 結果

### 4.4.1 実験の結果

各ペアは「Advanced Warfare」のハイブリッド版とデジタル版をプレイし、同じプレイヤーのそれぞれのゲームにおいての心拍数を比較し、「Advanced Warfare」ハイブリッドゲームした方がデジタル版ゲームの方より平均心拍数が高いことを示した。

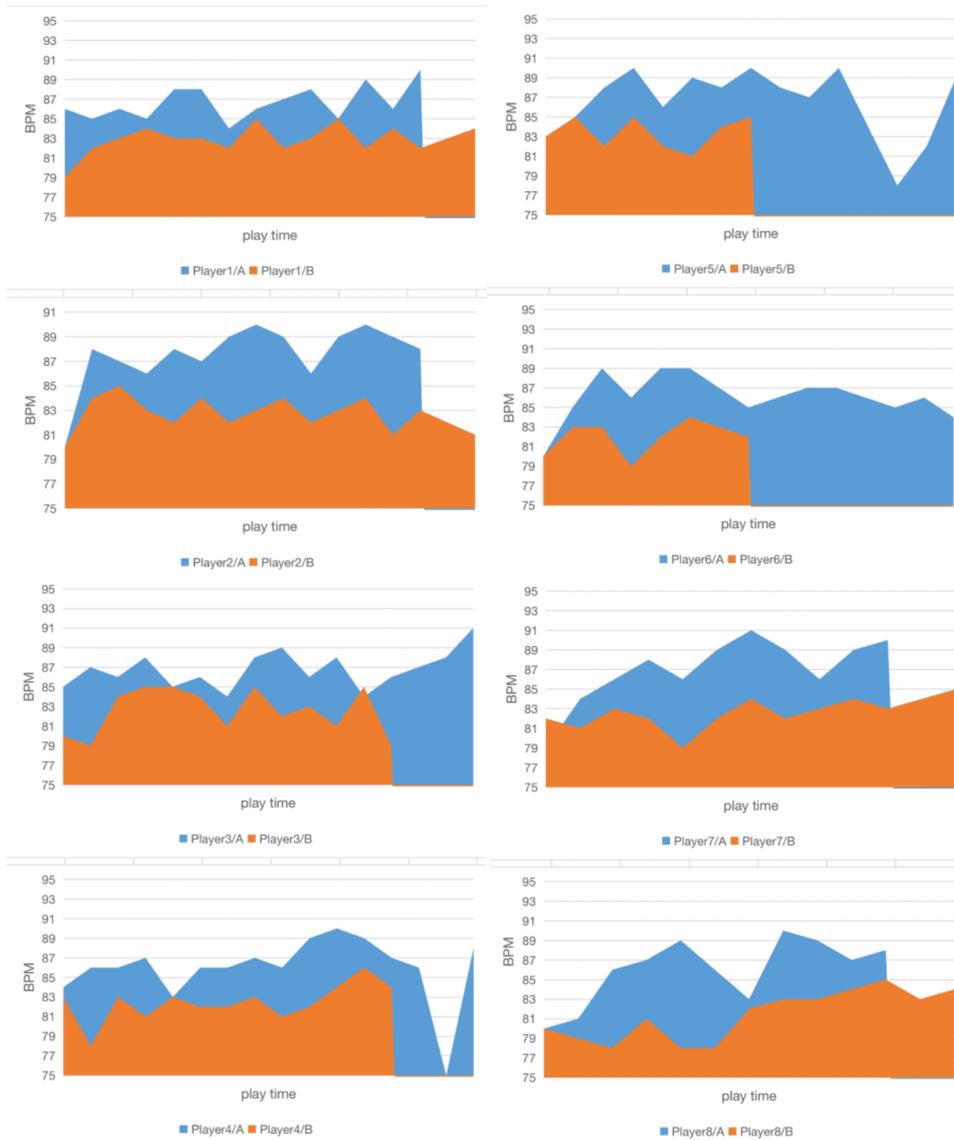


図 4.7 2つゲーム形式においてプレイヤーの心拍数の比較

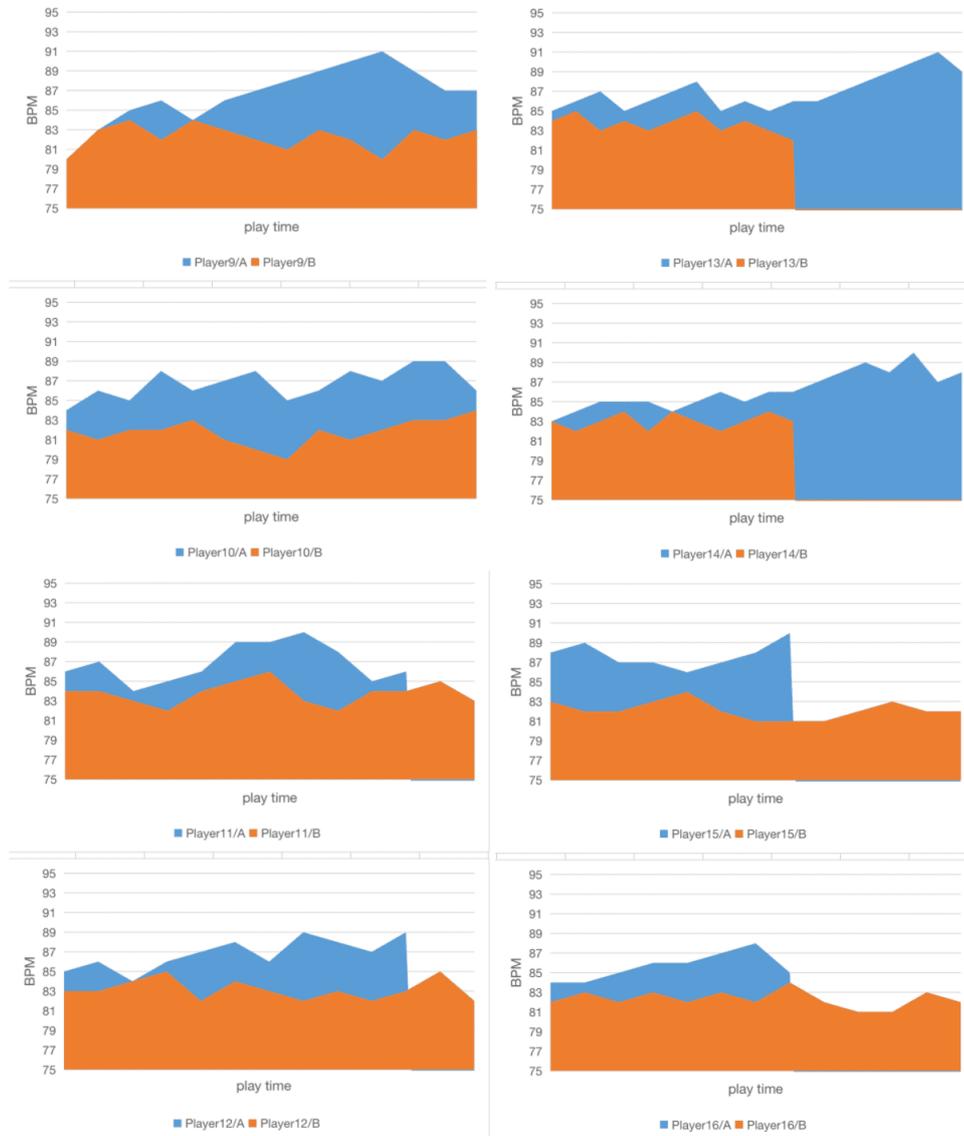


図 4.8 2つゲーム形式においてプレイヤーの心拍数の比較

グラフの縦軸はゲーム中のプレイヤーの心拍数であり、横軸は1ゲームをプレイする時間の長さである。青い部分は「Advanced Warfare」のデジタル・フィジカルなハイブリッドゲーム形式でゲームした結果であり、オレンジの部分はデジタル版ゲームでゲームした結果である。以上のデータから見ると、青い面積はオレンジの方より大きいところが多い、つまり、「Advanced Warfare」のデジタル・フィジカルなハイブリッドゲーム形式でゲームする時の心拍数はデジタル版の方より高い時が多い。心拍ゆらぎ(心拍変動の不規則成分)は、自律神経系の活動バランス(身体状態)のみならず中枢神経系の活動状態(感情状態)とも密接な関係があり、その起源は脳波のゆらぎのそれと共通する部分が多い [36]。心拍変動を生理的感情指標として用いるのは合理的なことである論理があり、「Advanced Warfare」のハイブリッドゲームをプレイするのはより激しい心拍数が出ると考えられる。

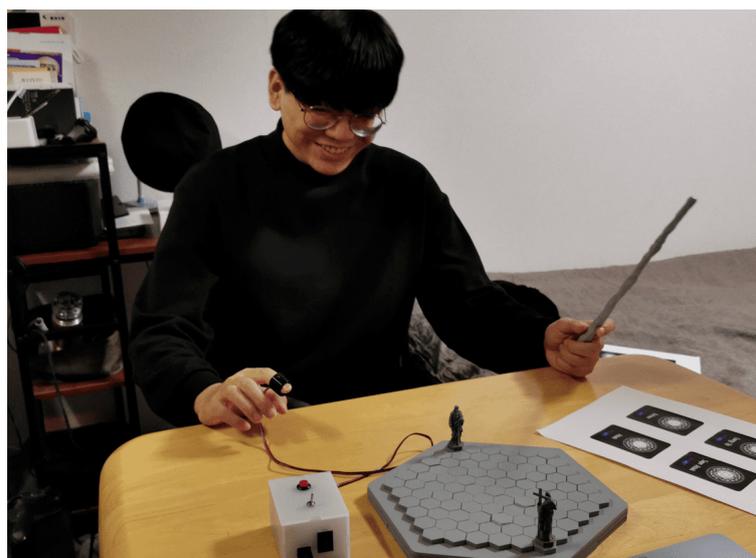


図 4.9 A-実験中の様子



図 4.10 B-実験中の様子

次に、そちらの心拍数が激しいピックとなった時のプレイヤーの反応を考察すると、「Advanced Warfare」と対照組には、両方とも表情的な変化があるのが、対照組はただ表情的な微変化を観察した。「Advanced Warfare」の方が身体的な大きい動きを観察した。「Advanced Warfare」にはプレイヤー同士に笑顔と声が交換できるため、コミュニケーションの頻度も対照組より高いと観察した。ゲーム後に前の文章が述べた4つの方面からゲームの体験に対してアンケートのデータを収集した。アンケートの評価に非常に満足－1点、やや満足－2点、やや不満足－3点、非常に不満足－4点の4段階の評価を設計した。さらに収集した回答を「CORREL」関数を分析し、以下の相関係数が出された。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	相関係数
総合評価	1.571	2	2.286	1.714	2	1.286	2.286	1.714	1.714	2	1.571	1.286	2.429	1.857	2.143	1.571	
立体感	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	0.208266645
没入感	1	3	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	3	1	0.706111448
臨場感	2	2	3	1	2	1	2	1	1	2	2	1	3	2	2	2	0.741540753
緊張感	1	1	3	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	0.52299445
心地良さ具合	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	0.703008351
集中しやすさ	1	2	3	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	0.787711851
目の疲れ	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	0.462320061

図 4.11 A - 「Advanced Warfare」に対するアンケートの分析結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	相関係数
総合評価	3.142	3	3.143	3.286	3.286	3.143	2.571	3.286	2.857	3.571	3.426	3.286	3.286	3.429	2.286	2.714	
立体感	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	0.558235535
没入感	3	2	3	3	3	3	2	3	2	4	4	3	4	3	3	3	0.568500082
臨場感	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	0.123522615
緊張感	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	0.193828044
心地良さ具合	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	2	0.623096358
集中しやすさ	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	1	0.51734289
目の疲れ	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	2	2	0.481711265

図 4.12 B - 「Advanced Warfare」に対するアンケートの分析結果

以上の分析結果により、ABテストの中、A-「Advanced Warfare」のハイブリッドゲーム形式の没入感と臨場感は参加者の総合評価との関係性が非常に高いと見られる。つまり、「Advanced Warfare」を体験する際、ゲームの臨場感と没入感は参加者が感じられた重要なゲーム体験であることがわかった。「Advanced Warfare」の立体感が総合評価との関係性は低い関係度という結果があり、その理由はインタビューと更なる検証が必要であろう。B-「Advanced Warfare」のデジタル版ゲーム形式は全てのゲーム体験は参加者の総合評価との関係性はAより低いとみられる。その差についてはインタビューでさらに明らかにする必要であろう。

#### 4.4.2 インビューの結果

実験の客観的データの結果から考察する上、「Advanced Warfare」のゲーム体験に対してプレイヤーにインタビューを実施した。

「Advanced Warfare」をプレイする際、どんなタイミングにゲームの刺激や緊張感を感じていたのでしょうか？

「Advanced Warfare」をプレイする際、ゲームへ没入したタイミングがあるのか？もしあれば、どんなタイミングでしょうか？

「Advanced Warfare」の仕組みには、どの要素がゲーム体験への影響が一番高いと思うか？また、一番欠かせない要素はなんだと思うか？

「Advanced Warfare」をプレイする際、そもそも対面でのようなボードゲーム体験ができているか？もしくは、どの方が体験的に良いと思うか？

「Advanced Warfare」現在の仕組みには、また足りないものがあるか？

上述の質問をメインに被験者に AB テストにおけるゲーム体験をそれぞれインタビューを行った。一部のインタビューの内容を紹介する。

#### A - 「Advanced Warfare」ハイブリッドのゲーム形式

質問 1 に関しては、アンケートにゲーム体験、特に緊張感を高い点数を回答してくれた参加者に尋ねてみると

・「通常のゲームだと、自分のアクションを入力すると、相手が攻撃を受けているかどうかはすぐ、画面から提示があります。このゲームには、画面の代わりに、スティックの触覚から提示してくれたので、結果の判断を待っている時は、一番刺激を感じていました。」

・「それは、普通のボードゲームだはないと思います。理由としては、このゲームには触覚が発生してくれたタイミングは刺激や緊張を一番感じた時です。例えば、結果をまっている時、自分はディフェンスを出したのに、絶対血が落ちることはないと思ったが、逆に自分の血が落ちてしまいました。このような場面はよく出てきて、刺激を感じました。」と話した。

質問 2 に関しては、アンケートにゲームの没入感を高い点数で回答してくれた参加者に聞いてみると

・「ボードゲームをプレイするには、初めてスティックを使って動きをだす。各ターンに自分はスティックを振って、本当に自分が魔法の世界に入ったと感じた。」  
「ボードも連動できるなんて、不思議です。本当にスティックで魔法をかけていると感じた。」

その一方、質問 1 と質問 2 を低い点数を回答した参加者に尋ねてみると

・「今のスティックは振動しかないが、最初の時に、どの振動がどの意味を示しているか、覚えていなく、動きを出して、自分のスティックが振動して、自分が嬉しくて結局、向こうに成功的に攻撃したと勘違ってしまった。多分そこに振動のタイミングや意味を理解するのに時間をかかる。」と話した。

さらに、「Advanced Warfare」の仕組みには、ボードか、スティックか、触覚か、全体の配置か、どの要素がゲーム体験への影響が一番高いかを聞いてみると

・「触覚フィードバックが一番欠かせない要素だと思う、ゲーム中に、自分が相手を成功的に攻撃したかどうか、または自分が攻撃を受けたかどうかはこの振動により提示してくれるから。」

・「ボードとスティックの物理的な部分、それがオンラインのデジタルゲームにない触感がもらえて、いいなと思います。」

・「やっぱりボードとスティックの組み合わせですね、ただのスティックだと、ボードがないと意味ないです。スティックを振って、ボードを動かすことだからこそ、この魔法なゲーム体験ができると思います。」

・「服装です！ただのボードゲームをプレイするのに、ゲームと合わせる服装もあるはんて、不思議です！」という意外のフィードバックももらった。

アンケートにはゲーム中への集中度や、目の疲れと再体験したい気持ちに関しては、質問4を踏まえて参加者に聞いてみると

・「オフラインのボードゲームを言うより、全く新しい体験ではないかと思えます。このゲームには、道具や、ルールや全部新しく作れたから、そもそもオフラインのこのゲームがないから。」

・「デジタルゲームはゲームの便利さは一番だが、長い時間をみると、目が疲れてしまった。このゲームにはその問題ないですね。」と話した。

最後の足りない部分という質問したいして、

・「現在拡張した視覚的な要素が少ないので、もしそれもあれば、もっと面白くなると思えますね。」

・「実験中毎回2人しかできなくて、ゲーム人数が増やして欲しいです。」と話した。

## B - 「Advanced Warfare」のデジタル版のゲーム形式

質問1に関しては、

・「Bのデジタル版を体験する時、緊張感よくててくるのはやっぱり結果を待つ時にですね、それが多分ゲームのルールの関係ですね。」

・「結果を待っている時、ちょっとドキドキを感じました、でも、それがハイブリッドの方と比べて、まだまだですね。」

質問2に関しては、

・「没入したと言えかねますね。」

・「ハイブリッドを体験したから、このデジタル版はシンプルだが、没入したタイミングと言えば、ちょっと思い出せないです。ただゲームしたという感じです。」

・「多分、結果を待っている時、少し没入したかな。」

質問3に関しては、

・「このデジタル版には、要素はほとんどないじゃないですか？それよりハイブリッドの方はより楽しいですよ。」

・「このデジタル版の要素は携帯ですか？携帯がないと、ゲームできないじゃないですかね。」

質問4に関しては、

・「このデジタル版だと、ルールは面白いですけど、画面はシンプルすぎるじゃない？文字だけでゲームなんて、もしこのデジタル版を進化させたいなら、UIとか、ゲームに関する画面があれば、もっとおもしろくなると思います。ただ、それにしても、ハイブリッドの方を遊びたいです。」

・「やっぱり、ゲームの画面がないですね。」

・「このデジタル版には、スティックもないし、ボードもないし、なにもないじゃないと思いますね、やっぱりハイブリッドの方がより楽しかったですね。」

上述のインタビューの結果から、ABテスト中のそれぞれのゲーム体験を比較することにより、Aには、スティックだけで、ボードだけで、ゲームできない、つまり、この組み合わせることで、「Advanced Warfare」の唯一な楽しさができることが分かった。

## 4.5. まとめ

本章では、4段階評価のアンケートとインタビューの手法で「Advanced Warfare」のリモートハイブリッドゲーム体験を検証した。この実験のプロセスと結果を述べた。実験の結果は、プレイヤーが「Advanced Warfare」のハイブリッドゲームをプレイする際の心拍数はBのデジタル版より高い数値が出てきた、アンケートとインタビューによりゲーム体験を立体感・没入感・臨場感・緊張感4つの方面から評価し、このようなデジタルとフィジカルを組み合わせのハイブリッド形式は単純のデジタルゲームのゲーム体験を拡張したことができるのを証明した。「Advanced Warfare」は、新しいリモート環境においての物理的なボードゲーム活動を開拓し、プレイヤー同士に感情的なつながりの可能性がわかった。

## 第 5 章

# 結 論

### 5.1. 結論

ボードゲームというソーシャル活動は様々なオフラインのアクティビティの中で、感情的なつながりを確立することに効果的迅速な方法で長い世紀でも人気を保っていた。最初には、ボードゲームといえば、触ったり、手に取ったり、持ったりすることができる大きな物理的な人工物が基本であったが、ソーシャルメディアとインターネットの発展により、コンピュータに移植されるようになった。しかし、コンピュータでのデジタル版のボードゲームは物理的な側面がなくなり、視覚と聴覚でしか体験できないものになった。アナログゲームを楽しんでいたプレイヤーに対して、離れていても従来のオフラインゲーム体験でのソーシャル的刺激感や緊張感などのゲーム体験の欠如を復元し、デジタルとフィジカルを組み合わせ合わせたハイブリッド形式のボードゲームである「Advanced Warfare」を提案した。デジタルゲームに欠如したゲーム体験は、実験によって評価した。

コンピューターゲームとフィジカルゲームのどちらを好むかは、状況やプレイヤーの個性によって異なる。離れた場所や同じ場所で行われるゲームにかかわらず、全ての人にはフィジカルなゲームに参加するのが好きとは言えない。本研究には、元々オフラインのフィジカルなボードゲームが好きでボードゲーマーに対して、リモート化された物理的なボードゲーム体験の拡張を試みた。これより、ボードゲーマーにとって、対面で活動できない場合にも、デジタルとフィジカルを組み合わせ合わせたハイブリッド形式で、純粹のデジタルのボードゲームと比べより豊富なゲーム体験ができた。ただし、「Advanced Warfare」は完璧になるまでにはまだ長い道のりがある。修正すべき部分や最適化を待っている未熟な部分もある。

## 5.2. 今後の展望

今回「Advanced Warfare」の実践によりゲームの設計にはまた3つの課題が残っている。

- ・「Advanced Warfare」は2人の対戦を実験したが、人数を増やすことで、ボードゲームの遠隔体験をより豊かにすることができるかもしれないと考えられる。ただし、人数の制限を潰していく、ゲームルールの調整は必要であろう。
- ・「Advanced Warfare」の触覚デバイスについては、現在振動の触覚フィードバックしかなく、また現在には有線の接続で振動を発生するが、将来的には無線伝送が可能になることが期待されている。
- ・現在の「Advanced Warfare」には、オンラインボードゲーム体験を拡張するために、触覚フィードバックのデジタル仕組みとボードやスティックなどのフィジカルな仕組みから構成されるが、普通のデジタルゲームと比べ視覚と聴覚の拡張は減少されてしまった。今後の課題としては五感的にボードゲーム体験を拡張することで、より豊なりモートボードゲーム体験ができるかもしれないと考えられる。

# 謝 辞

本研究の指導教員であり、幅広い知見からの的確な指導と暖かい励ましやご指摘をしていただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の稲蔭正彦教授に心より感謝申し上げます。

本研究の進行と本論文の執筆にあたり、研究の方向性、あらゆる方面で様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院の加藤朗教授に心より感謝申し上げます。大変お世話になりました。

本研究について多くの助言やプロトタイプを作成や研究の方向性や論文の指摘など、あらゆる方面で助かりを賜りました慶應義塾大学メディアデザイン研究科植木淳朗先生に心より感謝申し上げます。本当にありがとうございました。

本研究においてたくさんの支援をいただきました同期の王子越さん、王科宇さん、解さんと親友の李さんとほかの皆さんに感謝いたします。

## 参 考 文 献

- [1] Mathias Nordvall. Sightlence: Haptics for games and accessibility. In *FDG*, 2013.
- [2] Ken Whyld David Hooper. The oxford companion to chess. *Oxford University Press*, Vol. 483, , 1992.
- [3] 修理匠. 2020 中国ボードゲーム産業現状, (2021/12/13 閲覧) . URL: <https://news.16p.com/868064.html>.
- [4] Bethany E. Kok, Kimberly A. Coffey, Michael A. Cohn, Lahnna I. Catalino, Tanya Vacharkulksemsuk, Sara B. Algoe, Mary Brantley, and Barbara L. Fredrickson. How positive emotions build physical health: Perceived positive social connections account for the upward spiral between positive emotions and vagal tone. *Psychological Science*, Vol. 24, No. 7, pp. 1123–1132, 2013. PMID: 23649562. URL: <https://doi.org/10.1177/0956797612470827>, arXiv:<https://doi.org/10.1177/0956797612470827>, doi:10.1177/0956797612470827.
- [5] Peter V. Marsden and Karen E. Campbell. Measuring Tie Strength\*. *Social Forces*, Vol. 63, No. 2, pp. 482–501, 12 1984. URL: <https://doi.org/10.1093/sf/63.2.482>, arXiv:<https://academic.oup.com/sf/article-pdf/63/2/482/5429048/63-2-482.pdf>, doi:10.1093/sf/63.2.482.
- [6] Pascale SALAMEH, Aline HAJJ, Danielle A BADRO, Carla ABOUSELWAN, Randa AOUN, and Hala SACRE. Mental health outcomes of the covid-19 pandemic and a collapsing economy: Perspectives from

- a developing country. *Psychiatry Research*, Vol. 294, p. 113520, 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165178120331814>, doi:<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113520>.
- [7] COVID-19 Weekly Epidemiological Update (WHO) . 新型コロナウイルス感染症の世界の状況報告, 11 2021 (2021/12/14 閲覧) . URL: [https://www.forth.go.jp/topics/2021126\\_00001.html](https://www.forth.go.jp/topics/2021126_00001.html).
- [8] 増川宏一. 盤上遊戯 (ものと人間の文化史 29). 法政大学出版局, 1978/7/1.
- [9] Eveline Hage and Florian Noseleit. Changes and variations in online and offline communication patterns: Including peer effects. pp. 1–18, May 2015. 23rd European Conference on Information Systems (ECIS) ; Conference date: 26-05-2015 Through 29-05-2015.
- [10] Scott Brave, Hiroshi Ishii, and Andrew Dahley. Tangible interfaces for remote collaboration and communication. In *Proceedings of the 1998 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '98*, p. 169–178, New York, NY, USA, 1998. Association for Computing Machinery. URL: <https://doi.org/10.1145/289444.289491>, doi:10.1145/289444.289491.
- [11] Peter Attia. The full history of board games. 2016/1/22.
- [12] 呉智英. 言葉につける薬, 第 216 巻. 双葉社, 1994/9/1.
- [13] Troels L. Andersen, Sune Kristensen, Bjørn W. Nielsen, and Kaj Grønbæk. Designing augmented reality board games : The battleboard 3 d experience. 2004.
- [14] . Online Chess 無料ゲーム, (2021/11/11 閲覧) . URL: <https://www.chess.com/ja>.
- [15] . 大富翁 10 (RichMan 10), (2021/11/11 閲覧) . URL: [https://store.steampowered.com/app/1162520/10\\_RichMan\\_10/?l=japanese](https://store.steampowered.com/app/1162520/10_RichMan_10/?l=japanese).

- [16] . UNO Online, (2021/11/11 閱覽) . URL: <https://store.steampowered.com/app/470220/UNO/>.
- [17] Robert W. Lindeman, John L. Sibert, Erick Mendez-Mendez, Sachin Patil, and Daniel Phifer. Effectiveness of directional vibrotactile cuing on a building-clearing task. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '05, p. 271–280, New York, NY, USA, 2005. Association for Computing Machinery. URL: <https://doi.org/10.1145/1054972.1055010>, doi:10.1145/1054972.1055010.
- [18] Florian Mueller, Stefan Agamanolis, and Rosalind Picard. Exertion interfaces: Sports over a distance for social bonding and fun. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '03, p. 561–568, New York, NY, USA, 2003. Association for Computing Machinery. URL: <https://doi.org/10.1145/642611.642709>, doi:10.1145/642611.642709.
- [19] Elia Gatti, Dario Pittera, José Berna Moya, and Marianna Obrist. Haptic rules! augmenting the gaming experience in traditional games: The case of foosball. In *2017 IEEE World Haptics Conference (WHC)*, pp. 430–435, 2017. doi:10.1109/WHC.2017.7989940.
- [20] Montagu. *Learning Non-Aggression: The Experience of Non-Literate Societies*. Oxford University Press, 1978/10/30.
- [21] G. Lorimer Moseley, Nick Olthof, Annemeike Venema, Sanneke Don, Marijke Wijers, Alberto Gallace, and Charles Spence. Psychologically induced cooling of a specific body part caused by the illusory ownership of an artificial counterpart. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 105, No. 35, pp. 13169–13173, 2008. URL: <https://www.pnas.org/content/105/35/13169>, arXiv:<https://www.pnas.org/content/105/35/13169.full.pdf>, doi:10.1073/pnas.0803768105.

- [22] Emiko Charbonneau, Charles E. Hughes, and Joseph J. LaViola. Vibraudio pose: An investigation of non-visual feedback roles for body controlled video games. In *Proceedings of the 5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, Sandbox '10, p. 79–84, New York, NY, USA, 2010. Association for Computing Machinery. URL: <https://doi.org/10.1145/1836135.1836147>, doi:10.1145/1836135.1836147.
- [23] Abdelwahab Hamam, Abdulmotaleb El Saddik, and Jihad Alja'am. A quality of experience model for haptic virtual environments. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, Vol. 10, No. 3, apr 2014. URL: <https://doi.org/10.1145/2540991>, doi:10.1145/2540991.
- [24] Tony Morelli, John Foley, and Eelke Folmer. Vi-bowling: A tactile spatial exergame for individuals with visual impairments. In *Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ASSETS '10, p. 179–186, New York, NY, USA, 2010. Association for Computing Machinery. URL: <https://doi.org/10.1145/1878803.1878836>, doi:10.1145/1878803.1878836.
- [25] Tadeusz Stach and T. C. Nicholas Graham. Exploring haptic feedback in exergames. In *Proceedings of the 13th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction - Volume Part II*, INTERACT'11, p. 18–35, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer-Verlag.
- [26] Martin Faust and Yong Ho Yoo. Haptic feedback in pervasive games. 2006.
- [27] . International Go Federation.
- [28] Martin Faust and Yong Ho Yoo. Haptic feedback in pervasive games. 2006.
- [29] . Oracles: World 's First Hybrid AR Board G, (2021/10/20 閱覽) . URL: <https://novo.press/oracles-worlds-first-hybrid-ar-board-game/>.

- [30] . CODE HORIZON (コード ホライゾン) , (2022/01/13 閲覧) . URL: <https://plusstyle.jp/shopping/item?id=214>.
- [31] 中村 聡史山浦 祐明. 視線に追従するぼかしエフェクトがビデオゲームの体験に及ぼす影響の調査. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , 2019-03-11.
- [32] SHOICHI JINNO, KOJI KAZAI, and HARUHIRO KATAYOSE. Effect of partner's play on the personality assessment and the pleasantness of the game during multiplayer game. 情報処理学会研究報告. EC, エンタテインメントコンピューティング = IPSJ SIG technical reports, Vol. 16, pp. D1–D6, may 2010. URL: <https://ci.nii.ac.jp/naid/110007991325/en/>.
- [33] 岡本正吾. 触覚提示デバイスに何ができるのか? 触覚フィードバック機能付きタッチパネルのための価値あるコンテンツ. 映像情報メディア学会誌, Vol. 72, No. 7, pp. 515–520, 2018. doi:10.3169/itej.72.515.
- [34] Julia Seebode, Robert Schleicher, Ina Wechsung, and Sebastian Möller. Investigating the affective impression of tactile feedback on mobile devices. In *Proceedings of the 27th International BCS Human Computer Interaction Conference*, BCS-HCI '13, Swindon, GBR, 2013. BCS Learning amp; Development Ltd.
- [35] Bradley M. Appelhans and Linda J. Luecken. Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, Vol. 10, No. 3, pp. 229–240, 2006. URL: <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>, arXiv:<https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>, doi:10.1037/1089-2680.10.3.229.
- [36] 博藤永. 心拍変動と感情. 経済理論, No. 314, pp. 23–57, jul 2003. URL: <https://ci.nii.ac.jp/naid/110000938793/>, doi:info:doi/10.19002/AN00071425.314.23.

# 付 録

## A. 触覚フィードバックコード

```
#include <Ticker.h>
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
// Set-up low-level interrupts for most accurate BPM math.
#include <PulseSensorPlayground.h>
PulseSensorPlayground pulseSensor;

int pin1 = 5;
int pin2 = 6;
long time1 = 0;
long time2 = 0;
int PulseSensorPurplePin = 0;
int zheng1 = 100;
int buzheng1 = 300;
int zheng2 = 500;
int buzheng2 = 200;
void exeA();
void exeB();
void pu();
Ticker mode1(exeA, 1);
Ticker mode2(exeB, 1);
Ticker heart(pu, 20);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mode1.start();
  mode2.start();
  heart.start();
}
```

```
pulseSensor.analogInput(PulseSensorPurplePin);
pulseSensor.setThreshold(550);

if (pulseSensor.begin()) {
  Serial.println("We created a pulseSensor Object !");
  //This prints one time at Arduino power-up, or on Arduino reset.
}
}

void loop() {
  mode1.update();
  mode2.update();
  heart.update();
}

void exeA(){
  time1++;
  if (time1 < zheng1){
    digitalWrite(pin1, HIGH);
  } else if (time1 < (zheng1 + buzheng1)){
    digitalWrite(pin1, LOW);

  } else{
    time1 = 0;
  }
}

void exeB(){
  time2++;
  if (time2 < zheng2){
    digitalWrite(pin2, HIGH);
  } else if (time2 < (zheng2 + buzheng2)){
    digitalWrite(pin2, LOW);
  } else{
    time2 = 0;
  }
}

void pu(){
  int myBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();
```

```
// Calls function on our pulseSensor object that returns BPM
as an "int".
// "myBPM" hold this BPM value now.

if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) {
  // Constantly test to see if "a beat happened".
  Serial.println(myBPM); // Print the value inside of myBPM.
}
}
```

## B. Game Progress Record

### Game Progress Record Group A

**Player :** 1 VS 2      **Game :** 1  
**Date :** 2021 / 11 / 20      **Game Start Time :** 14:00:18  
                                          **Game End Time :** 14:04:30  
                                          **Play Time :** 00:04:12

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player-♥♥♥⚡

**>Game Start:**

Round: 1	Action	Result	BPM	Round: 11	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	86	PlayerA:	S	♥♥♥	85
PlayerB:	A	♥♥♥	80	PlayerB:	D	♥♥♥	89
Round: 2	Action	Result	BPM	Round: 12	Action	Result	BPM
PlayerA:	A	♥♥♥	85	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	89
PlayerB:	D	♥♥♥	88	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	90
Round: 3	Action	Result	BPM	Round: 13	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	86	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	86
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	87	PlayerB:	A	♥♥♥	89
Round: 4	Action	Result	BPM	Round: 14	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	85	PlayerA:	S	♥♥♥	90
PlayerB:	A	♥♥♥	86	PlayerB:	D	♥♥♥	88
Round: 5	Action	Result	BPM	<b>&gt;Game Over - PlayerA WIN</b>			
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	88				
PlayerB:	D	♥♥♥	88				
Round: 6	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	88				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	87				
Round: 7	Action	Result	BPM				
PlayerA:	A	♥♥♥	87				
PlayerB:	A	♥♥♥	89				
Round: 8	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	86				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	90				
Round: 9	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	87				
PlayerB:	A	♥♥♥	89				
Round: 10	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	88				
PlayerB:	D	♥♥♥	86				

☒ B.1 Game Progress Record

**Game Progress Record** Group A

Player: 1 VS 2      Game: 2  
 Date: 2021 / 11 / 20      Game Start Time: 14:10:58  
                                  Game End Time: 14:15:13  
                                  Play Time: 00:04:15

**Note:**  
 Action Record: A=attack D=defense S=super attack E=energy charge  
 Icon: ♥ Damage ♡ Energy +  
 HP: ♥♥♥♥♥ Damage: ♥♥♥♥♥ Energy: +  
 Game Beginning: ♥♥♥♥♥  
 Each player: ♥♥♥♥♥

>Game Start:

Round: 1	Action	Result	BPM	Round: 11	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♥♥♥♥	77	PlayerA:	D	♣♣♣	88
PlayerB:	E	♥♥♥♥	81	PlayerB:	S	♥♣♣	91
Round: 2	Action	Result	BPM	>Game Over - PlayerB WIN			
PlayerA:	A	♥♥♥♥	75				
PlayerB:	E	♥♥♥♥	84				
Round: 3	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥♥	83				
PlayerB:	E	♥♥♥♥	90				
Round: 4	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥♥	83				
PlayerB:	A	♥♥♥♥	86				
Round: 5	Action	Result	BPM				
PlayerA:	A	♥♥♥♥	85				
PlayerB:	D	♥♥♥♥	89				
Round: 6	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥	91				
PlayerB:	S	♥♥♣	90				
Round: 7	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♣	86				
PlayerB:	A	♥♥♣	87				
Round: 8	Action	Result	BPM				
PlayerA:	A	♥♥♣	88				
PlayerB:	D	♥♥♣	82				
Round: 9	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♣	83				
PlayerB:	E	♥♥♣	89				
Round: 10	Action	Result	BPM				
PlayerA:	A	♥♥♣	86				
PlayerB:	E	♥♥♣	90				

☒ B.2 Game Progress Record

**Game Progress Record** Group A

Player: 1 VS 2      Game: 3  
 Date: 2021 / 11 / 20      Game Start Time: 14:20:33  
                                  Game End Time: 14:24:30  
                                  Play Time: 00:03:57

**Note:**  
 Action Record: A=attack D=defense S=super attack E=energy charge  
 Icon: ♥ Damage ♡ Energy +  
 HP: ♥♥♥♥♥ Damage: ♥♥♥♥♥ Energy: +  
 Game Beginning: ♥♥♥♥♥  
 Each player: ♥♥♥♥♥

>Game Start:

Round: 1	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥♥	84
PlayerB:	E	♥♥♥♥	88
Round: 2	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥♥	79
PlayerB:	E	♥♥♥♥	89
Round: 3	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♥♥♥♥	83
PlayerB:	E	♥♥♥♥	89
Round: 4	Action	Result	BPM
PlayerA:	S	♥♥♥	88
PlayerB:	E	♥♣♣	91
Round: 5	Action	Result	BPM
PlayerA:	A	♥♥	86
PlayerB:	D	♥♣♣	88
Round: 6	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♣♣	84
PlayerB:	S	♥♣♣	91
Round: 7	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♣♣♣	88
PlayerB:	S	♥♣♣	93

>Game Over - PlayerB WIN

☒ B.3 Game Progress Record

Game Progress Record				Group A
Player:	3	VS	4	Game: 1
Date:	2021 / 11 / 20	Game Start Time:	14:40:22	
		Game End Time:	14:44:21	
		Play Time:	00:03:59	
<b>Note:</b>				
Action Record: A-attack D-defense S-super attack E-energy charge				
Icon: HP ♥ Damage ♡ Energy ↖				
Game Beginning: Each player: ♥♥♥♥				
<b>&gt;Game Start:</b>				
Round: 1	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	84	
PlayerB:	A	♥♥♥	80	
Round: 2	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	85	
PlayerB:	E	♥♥♥	84	
Round: 3	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	81	
PlayerB:	A	♥♥♥	85	
Round: 4	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	83	
PlayerB:	E	♥♥♥	88	
Round: 5	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	86	
PlayerB:	D	♥♥♥	80	
Round: 6	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	89	
PlayerB:	S	♥♥♥	84	
Round: 7	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	90	
PlayerB:	E	♥♥♥	86	
Round: 8	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	91	
PlayerB:	A	♥♥♥	87	
<b>&gt;Game Over - PlayerB WIN</b>				

☒ B.4 Game Progress Record

Game Progress Record				Group A
Player:	3	VS	4	Game: 2
Date:	2021 / 11 / 20	Game Start Time:	14:45:58	
		Game End Time:	14:50:30	
		Play Time:	00:04:32	
<b>Note:</b>				
Action Record: A-attack D-defense S-super attack E-energy charge				
Icon: HP ♥ Damage ♡ Energy ↖				
Game Beginning: Each player: ♥♥♥♥				
<b>&gt;Game Start:</b>				
Round: 1	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	88	
PlayerB:	A	♥♥♥	86	
Round: 2	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	88	
PlayerB:	E	♥♥♥	86	
Round: 3	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	85	
PlayerB:	E	♥♥♥	83	
Round: 4	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	90	
PlayerB:	S	♥♥♥	87	
Round: 5	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	86	
PlayerB:	D	♥♥♥	86	
Round: 6	Action	Result	BPM	
PlayerA:	S	♥♥♥	89	
PlayerB:	D	♥♥♥	85	
Round: 7	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	88	
PlayerB:	E	♥♥♥	86	
Round: 8	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	91	
PlayerB:	A	♥♥♥	88	
<b>&gt;Game Over - PlayerB WIN</b>				

☒ B.5 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

**Player :** 3 VS 4      **Game :** 3  
**Date :** 2021 / 11 / 20      **Game Start Time :** 14:52:44  
                                          **Game End Time :** 15:01:30  
                                          **Play Time :** 00:08:46

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player- ♥♥♥⚡

**>Game Start:**

Round: 1	Action	Result	BPM	Round: 11	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	85	PlayerA:	A	♥♥♥	88
PlayerB:	A	♥♥♥	84	PlayerB:	S	♥♥♥	89
Round: 2	Action	Result	BPM	Round: 12	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	87	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	84
PlayerB:	D	♥♥♥	86	PlayerB:	D	♥♥♥	90
Round: 3	Action	Result	BPM	Round: 13	Action	Result	BPM
PlayerA:	A	♥♥♥⚡	86	PlayerA:	A	♥♥♥	86
PlayerB:	D	♥♥♥	86	PlayerB:	D	♥♥♥	89
Round: 4	Action	Result	BPM	Round: 14	Action	Result	BPM
PlayerA:	S	♥♥♥	88	PlayerA:	D	♥♥♥	87
PlayerB:	D	♥♥♥	87	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	87
Round: 5	Action	Result	BPM	Round: 15	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♥♥♥	85	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	88
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	83	PlayerB:	D	♥♥♥⚡	75
Round: 6	Action	Result	BPM	Round: 16	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	86	PlayerA:	A	♥♥♥	91
PlayerB:	D	♥♥♥⚡	86	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	88
Round: 7	Action	Result	BPM	<b>&gt;Game Over - PlayerA WIN</b>			
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	84				
PlayerB:	A	♥♥♥	86				
Round: 8	Action	Result	BPM				
PlayerA:	A	♥♥♥	88				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	87				
Round: 9	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	89				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86				
Round: 10	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	86				
PlayerB:	D	♥♥♥⚡	90				

図 B.6 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

**Player :** 5 VS 6      **Game :** 1  
**Date :** 2021 / 11 / 20      **Game Start Time:** 15:30:34  
                                          **Game End Time:** 15:34:58  
                                          **Play Time:** 00:04:24

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player-♥♥♥♥⚡

**>Game Start:**

Round:	Action	Result	BPM	Round:	Action	Result	BPM
Round: 1	PlayerA: A	♥♥♥	86	Round: 11	PlayerA: E	♥♥♥⚡	90
PlayerB:	A	♥♥♥	80	PlayerB:	A	♥♥♥	87
Round: 2	PlayerA: D	♥♥♥	87	<b>&gt;Game Over - PlayerB WIN</b>			
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86				
Round: 3	PlayerA: E	♥♥♥⚡	89				
PlayerB:	A	♥♥♥	86				
Round: 4	PlayerA: D	♥♥♥⚡	86				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	84				
Round: 5	PlayerA: A	♥♥♥	87				
PlayerB:	A	♥♥♥	86				
Round: 6	PlayerA: E	♥♥♥⚡	79				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	84				
Round: 7	PlayerA: D	♥♥♥⚡	86				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	82				
Round: 8	PlayerA: A	♥♥♥	90				
PlayerB:	S	♥♥♥	88				
Round: 9	PlayerA: E	♥♥♥⚡	85				
PlayerB:	D	♥♥♥	85				
Round: 10	PlayerA: A	♥♥♥	87				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86				

☒ B.7 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

Player : 5 VS 6      Game : 2  
 Date : 2021 / 11 / 20      Game Start Time: 15:35:01  
                                          Game End Time: 15:38:34  
                                          Play Time: 00:03:36

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player- ♥♥♥♥⚡

>Game Start:

Round:	Action	Result	BPM
Round: 1			
PlayerA:	E	♥♥♥♥⚡	83
PlayerB:	E	♥♥♥♥⚡	80
Round: 2			
PlayerA:	S	♥♥♥	87
PlayerB:	A	♥♥♥	88
Round: 3			
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	83
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	84
Round: 4			
PlayerA:	A	♥♥♥	86
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	85
Round: 5			
PlayerA:	D	♥♥♥	89
PlayerB:	S	♥♥♥	87
Round: 6			
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	82
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	83
Round: 7			
PlayerA:	A	♥♥♥	84
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	89

>Game Over - PlayerA WIN

### ☒ B.8 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

**Player :** 5 VS 6      **Game :** 3  
**Date :** 2021 / 11 / 20      **Game Start Time :** 15:40:12  
                                          **Game End Time :** 15:47:24  
                                          **Play Time :** 00:07:12

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player-♥♥♥♥⚡

**>Game Start:**

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 1</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>80</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>80</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 2</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>85</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>85</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 3</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>88</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>89</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 4</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥♥</td><td>90</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥♥</td><td>86</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 5</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>A</td><td>♥♥♥♥</td><td>86</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>89</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 6</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>A</td><td>♥♥♥♥</td><td>89</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>89</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 7</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>88</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>87</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 8</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥♥</td><td>90</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥♥</td><td>85</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 9</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>S</td><td>♥♥♥♥</td><td>88</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥♥</td><td>86</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 10</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥♥</td><td>87</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>87</td></tr> </table>	Round: 1	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥♥	80	PlayerB:	E	♥♥♥♥	80	Round: 2	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥♥	85	PlayerB:	E	♥♥♥♥	85	Round: 3	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥♥	88	PlayerB:	E	♥♥♥♥	89	Round: 4	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥♥	90	PlayerB:	S	♥♥♥♥	86	Round: 5	Action	Result	BPM	PlayerA:	A	♥♥♥♥	86	PlayerB:	E	♥♥♥♥	89	Round: 6	Action	Result	BPM	PlayerA:	A	♥♥♥♥	89	PlayerB:	E	♥♥♥♥	89	Round: 7	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥♥	88	PlayerB:	E	♥♥♥♥	87	Round: 8	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥♥	90	PlayerB:	S	♥♥♥♥	85	Round: 9	Action	Result	BPM	PlayerA:	S	♥♥♥♥	88	PlayerB:	S	♥♥♥♥	86	Round: 10	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥♥	87	PlayerB:	E	♥♥♥♥	87	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 11</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>A</td><td>♥♥♥♥</td><td>90</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥♥</td><td>87</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 12</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>84</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>D</td><td>♥♥♥♥</td><td>86</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 13</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>A</td><td>♥♥♥♥</td><td>78</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>D</td><td>♥♥♥♥</td><td>85</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 14</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥♥</td><td>82</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>86</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Round: 15</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td></tr> <tr><td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥♥</td><td>89</td></tr> <tr><td>PlayerB:</td><td>A</td><td>♥♥♥♥</td><td>84</td></tr> </table> <p><b>&gt;Game Over - PlayerB WIN</b></p>	Round: 11	Action	Result	BPM	PlayerA:	A	♥♥♥♥	90	PlayerB:	S	♥♥♥♥	87	Round: 12	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥♥	84	PlayerB:	D	♥♥♥♥	86	Round: 13	Action	Result	BPM	PlayerA:	A	♥♥♥♥	78	PlayerB:	D	♥♥♥♥	85	Round: 14	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥♥	82	PlayerB:	E	♥♥♥♥	86	Round: 15	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥♥	89	PlayerB:	A	♥♥♥♥	84
Round: 1	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	E	♥♥♥♥	80																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	80																																																																																																																																																																																		
Round: 2	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	E	♥♥♥♥	85																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	85																																																																																																																																																																																		
Round: 3	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	E	♥♥♥♥	88																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	89																																																																																																																																																																																		
Round: 4	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	D	♥♥♥♥	90																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	S	♥♥♥♥	86																																																																																																																																																																																		
Round: 5	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	A	♥♥♥♥	86																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	89																																																																																																																																																																																		
Round: 6	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	A	♥♥♥♥	89																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	89																																																																																																																																																																																		
Round: 7	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	E	♥♥♥♥	88																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	87																																																																																																																																																																																		
Round: 8	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	D	♥♥♥♥	90																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	S	♥♥♥♥	85																																																																																																																																																																																		
Round: 9	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	S	♥♥♥♥	88																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	S	♥♥♥♥	86																																																																																																																																																																																		
Round: 10	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	D	♥♥♥♥	87																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	87																																																																																																																																																																																		
Round: 11	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	A	♥♥♥♥	90																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	S	♥♥♥♥	87																																																																																																																																																																																		
Round: 12	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	E	♥♥♥♥	84																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	D	♥♥♥♥	86																																																																																																																																																																																		
Round: 13	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	A	♥♥♥♥	78																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	D	♥♥♥♥	85																																																																																																																																																																																		
Round: 14	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	D	♥♥♥♥	82																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	E	♥♥♥♥	86																																																																																																																																																																																		
Round: 15	Action	Result	BPM																																																																																																																																																																																		
PlayerA:	E	♥♥♥♥	89																																																																																																																																																																																		
PlayerB:	A	♥♥♥♥	84																																																																																																																																																																																		

☒ B.9 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

**Player :** 7 VS 8      **Game :** 1  
**Date :** 2021 / 11 / 20      **Game Start Time:** 16:00:00  
                                          **Game End Time:** 16:03:58  
                                          **Play Time:** 00:03:58

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player-♥♥♥♥⚡

**>Game Start:**

Round:	Action	Result	BPM	
Round: 1	PlayerA: E	♥♥♥♥⚡	85	>Game Over - PlayerA WIN
PlayerB:	D	♥♥♥♥⚡	86	
Round: 2	PlayerA: S	♥♥♥	88	
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	90	
Round: 3	PlayerA: D	♥♥♥	90	
PlayerB:	S	♥♥♥	84	
Round: 4	PlayerA: E	♥♥♥⚡	83	
PlayerB:	D	♥♥♥	81	
Round: 5	PlayerA: A	♥♥♥	87	
PlayerB:	D	♥♥♥	85	
Round: 6	PlayerA: E	♥♥♥⚡	86	
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	84	
Round: 7	PlayerA: E	♥♥♥⚡⚡	88	
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86	
Round: 8	PlayerA: E	♥♥♥⚡⚡⚡	86	
PlayerB:	D	♥♥♥⚡	82	
Round: 9	PlayerA: S	♥♥♥⚡	89	
PlayerB:	S	♥♥♥	88	
Round: 10	PlayerA: A	♥♥♥	86	
PlayerB:	E	♥♥♥	89	

☒ B.10 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

Player : 7 VS 8      Game : 2  
 Date : 2021 / 11 / 20      Game Start Time: 16:10:05  
                                          Game End Time: 16:14:12  
                                          Play Time: 00:04:07

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player- ♥♥♥♥⚡

>Game Start:

Round:	Action	Result	BPM
Round: 1			
PlayerA:	E	♥♥♥♥⚡	82
PlayerB:	E	♥♥♥♥⚡	81
Round: 2			
PlayerA:	A	♥♥♥♥⚡	83
PlayerB:	E	♥♥♥♥⚡	84
Round: 3			
PlayerA:	D	♥♥♥♥⚡	82
PlayerB:	E	♥♥♥♥⚡	86
Round: 4			
PlayerA:	E	♥♥♥♥⚡	86
PlayerB:	E	♥♥♥♥⚡	89
Round: 5			
PlayerA:	S	♥♥♥♥⚡	89
PlayerB:	A	♥♥♥♥⚡	88
Round: 6			
PlayerA:	D	♥♥♥♥⚡	89
PlayerB:	S	♥♥♥♥⚡	86
Round: 7			
PlayerA:	E	♥♥♥♥⚡	90
PlayerB:	S	♥♥♥♥⚡	84

>Game Over - PlayerB WIN

☒ B.11 Game Progress Record

## Game Progress Record Group A

Player : 7 VS 8      Game : 3  
 Date : 2021 / 11 / 20      Game Start Time : 16:18:34  
                                          Game End Time : 16:24:53  
                                          Play Time : 00:06:19

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player-♥♥♥⚡

>Game Start:

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 1</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>79</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>80</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 2</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>84</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>81</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 3</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥⚡</td><td>86</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>86</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 4</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>88</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>87</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 5</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥⚡</td><td>86</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>89</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 6</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥⚡</td><td>89</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥⚡</td><td>86</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 7</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>A</td><td>♥♥♥⚡</td><td>91</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>A</td><td>♥♥♥⚡</td><td>83</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 8</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>89</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>80</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 9</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>S</td><td>♥♥♥⚡</td><td>89</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥⚡</td><td>90</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 10</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>S</td><td>♥♥♥⚡</td><td>86</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>E</td><td>♥♥♥⚡</td><td>89</td> </tr> </table>	Round: 1	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	79	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	80	Round: 2	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	84	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	81	Round: 3	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥⚡	86	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86	Round: 4	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	88	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	87	Round: 5	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥⚡	86	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	89	Round: 6	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥⚡	89	PlayerB:	S	♥♥♥⚡	86	Round: 7	Action	Result	BPM	PlayerA:	A	♥♥♥⚡	91	PlayerB:	A	♥♥♥⚡	83	Round: 8	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	89	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	80	Round: 9	Action	Result	BPM	PlayerA:	S	♥♥♥⚡	89	PlayerB:	S	♥♥♥⚡	90	Round: 10	Action	Result	BPM	PlayerA:	S	♥♥♥⚡	86	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	89	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 11</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>D</td><td>♥♥♥</td><td>89</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>S</td><td>♥♥♥</td><td>87</td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Round: 12</td><td>Action</td><td>Result</td><td>BPM</td> </tr> <tr> <td>PlayerA:</td><td>E</td><td>♥♥♥</td><td>90</td> </tr> <tr> <td>PlayerB:</td><td>A</td><td>♥♥♥</td><td>88</td> </tr> </table> <p>&gt;Game Over - PlayerB WIN</p>	Round: 11	Action	Result	BPM	PlayerA:	D	♥♥♥	89	PlayerB:	S	♥♥♥	87	Round: 12	Action	Result	BPM	PlayerA:	E	♥♥♥	90	PlayerB:	A	♥♥♥	88
Round: 1	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	79																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	80																																																																																																																																														
Round: 2	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	84																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	81																																																																																																																																														
Round: 3	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	86																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86																																																																																																																																														
Round: 4	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	88																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	87																																																																																																																																														
Round: 5	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	86																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	89																																																																																																																																														
Round: 6	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	89																																																																																																																																														
PlayerB:	S	♥♥♥⚡	86																																																																																																																																														
Round: 7	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	A	♥♥♥⚡	91																																																																																																																																														
PlayerB:	A	♥♥♥⚡	83																																																																																																																																														
Round: 8	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	89																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	80																																																																																																																																														
Round: 9	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	S	♥♥♥⚡	89																																																																																																																																														
PlayerB:	S	♥♥♥⚡	90																																																																																																																																														
Round: 10	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	S	♥♥♥⚡	86																																																																																																																																														
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	89																																																																																																																																														
Round: 11	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	D	♥♥♥	89																																																																																																																																														
PlayerB:	S	♥♥♥	87																																																																																																																																														
Round: 12	Action	Result	BPM																																																																																																																																														
PlayerA:	E	♥♥♥	90																																																																																																																																														
PlayerB:	A	♥♥♥	88																																																																																																																																														

☒ B.12 Game Progress Record

## Game Progress Record Group B

Player : 1 VS 2      Game : 1  
 Date : 2021 / 11 / 21      Game Start Time: 14:00:09  
                                          Game End Time: 14:02:18  
                                          Play Time: 00:02:18

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player- ♥♥♥⚡

**>Game Start:**

Round:	Action	Result	BPM
Round: 1			
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	79
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	80
Round: 2			
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	82
PlayerB:	S	♥♥♥	84
Round: 3			
PlayerA:	S	♥♥♥	83
PlayerB:	D	♥♥♥	85
Round: 4			
PlayerA:	D	♥♥♥	84
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	83
Round: 5			
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	83
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	82
Round: 6			
PlayerA:	A	♥♥♥	83
PlayerB:	S	♥♥♥	84

**>Game Over - PlayerB WIN**

☒ B.13 Game Progress Record

## Game Progress Record Group B

**Player :** 3 VS 4      **Game :** 1  
**Date :** 2021 / 11 / 21      **Game Start Time:** 14:30:00  
                                          **Game End Time:** 14:34:12  
                                          **Play Time:** 00:04:12

**Note:**  
 Action Record:  
 A-attack D-defense S-super attack E-energy charge  
 Icon:  
 HP-♥ Damage-♥♥ Energy-⚡  
 Game Beginning:  
 Each player-♥♥♥♥⚡

**>Game Start:**

Round: 1	Action	Result	BPM	Round: 11	Action	Result	BPM
PlayerA:	A	♥♥♥	80	PlayerA:	S	♥♥♥	81
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	83	PlayerB:	A	♥♥♥	84
Round: 2	Action	Result	BPM	Round: 12	Action	Result	BPM
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	79	PlayerA:	E	♥♥♥⚡	85
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	78	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	86
Round: 3	Action	Result	BPM	Round: 13	Action	Result	BPM
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	84	PlayerA:	A	♥♥♥	79
PlayerB:	A	♥♥♥⚡	83	PlayerB:	E	♥♥♥⚡	84
Round: 4	Action	Result	BPM	<b>&gt;Game Over - PlayerA WIN</b>			
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	85				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	81				
Round: 5	Action	Result	BPM				
PlayerA:	A	♥♥♥	85				
PlayerB:	S	♥♥♥⚡	83				
Round: 6	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥	84				
PlayerB:	A	♥♥♥	82				
Round: 7	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	81				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	82				
Round: 8	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	85				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	83				
Round: 9	Action	Result	BPM				
PlayerA:	D	♥♥♥⚡	82				
PlayerB:	S	♥♥♥	81				
Round: 10	Action	Result	BPM				
PlayerA:	E	♥♥♥⚡	83				
PlayerB:	E	♥♥♥⚡	82				

☒ B.14 Game Progress Record

Game Progress Record				Group B
Player: 5 VS 6		Game: 1		
Date: 2021 / 11 / 21		Game Start Time: 15:00:00		
		Game End Time: 15:02:33		
		Play Time: 00:02:33		
<b>Note:</b>				
Action Record: A=attack D=defense S=super attack E=energy charge				
Icon: ♥ Damage ♡ Energy ♣				
HP: ♥♥♥♥♥				
Game Beginning: ♥♥♥♥♥				
Each player: ♥♥♥♥♥				
<b>&gt;Game Start:</b>				
Round: 1	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥♥	83	
PlayerB:	A	♥♥♥	80	
Round: 2	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥♥	85	
PlayerB:	D	♥♥♥	83	
Round: 3	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	82	
PlayerB:	D	♥♥♥	83	
Round: 4	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	85	
PlayerB:	E	♥♥♥	79	
Round: 5	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	82	
PlayerB:	S	♥♥♥	84	
Round: 6	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	81	
PlayerB:	D	♥♥♥	84	
Round: 7	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	84	
PlayerB:	E	♥♥♥	83	
Round: 8	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	85	
PlayerB:	A	♥♥♥	82	
<b>&gt;Game Over - PlayerB WIN</b>				

☒ B.15 Game Progress Record

Game Progress Record				Group B
Player: 7 VS 8		Game: 1		
Date: 2021 / 11 / 21		Game Start Time: 15:30:00		
		Game End Time: 15:32:48		
		Play Time: 00:03:48		
<b>Note:</b>				
Action Record: A=attack D=defense S=super attack E=energy charge				
Icon: ♥ Damage ♡ Energy ♣				
HP: ♥♥♥♥♥				
Game Beginning: ♥♥♥♥♥				
Each player: ♥♥♥♥♥				
<b>&gt;Game Start:</b>				
Round: 1	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	82	
PlayerB:	D	♥♥♥	80	
Round: 2	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	81	
PlayerB:	D	♥♥♥	79	
Round: 3	Action	Result	BPM	
PlayerA:	S	♥♥♥	78	
PlayerB:	D	♥♥♥	82	
Round: 4	Action	Result	BPM	
PlayerA:	A	♥♥♥	82	
PlayerB:	E	♥♥♥	81	
Round: 5	Action	Result	BPM	
PlayerA:	D	♥♥♥	79	
PlayerB:	S	♥♥♥	78	
Round: 6	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	82	
PlayerB:	E	♥♥♥	78	
Round: 7	Action	Result	BPM	
PlayerA:	E	♥♥♥	84	
PlayerB:	D	♥♥♥	82	
Round: 8	Action	Result	BPM	
PlayerA:	S	♥♥♥	82	
PlayerB:	D	♥♥♥	83	
<b>&gt;Game Over - PlayerA WIN</b>				

☒ B.16 Game Progress Record