

e-Sports の健全で継続的な発展のためのスキル定量化に関する研究

代表研究者 宮 地 英 生 東京都市大学メディア情報学部情報システム学科 教授
共同研究者 李 洪 千 東京都市大学メディア情報学部社会メディア学科 准教授

1 はじめに

2019 年の生命保険会社の調査報告によると、男子中学生の「将来なりたい職業」にプロ e-Sports プレイヤーが 23%の支持率で第 2 位となった[1]。e-Sports のプロプレイヤーは、e-Sports の大会賞金で生計を立てる職業だが、その多くは企業がバックアップするチームに所属する。日本 e スポーツ連合では、ゲームタイトル毎に「ジャパン・e スポーツ・ライセンス」を認定している[2]が、これはプロチーム所属の資格ではない。また、特定のゲームタイトル単位でプロプレイヤーが定義されるならば、プロプレイヤーはゲームの流行に依存する不安定な職業となる。

一方、2019 年の本学の大学祭（横浜祭、2019 年 6 月）でプロプレイヤーと学生の e-Sports 対戦イベントを企画し、プロプレイヤー持つスキルの高さを目の当たりにした[3, 4]。一方、ゲームが子供に与える影響は古くから指摘されており[5, 6]、特に日本では e-Sports は遊びと考えられる傾向が強く、「勉強の妨げになる」、「健康に良くない」といった声が多い。しかし、オンラインで、地域、年齢や体力の違いを超えて参加できる e-Sports は、人材育成や国民の健康に貢献する国民的スポーツとなる要素を持っている[7-12]。そこで、我々は、e-Sports により育成されるスキルを定量化することを試みることにした。

まず、e-Sports プレイヤーが通常のオフィスでは利用しない 240Hz や 360Hz に高周波数ディスプレイを使っていることに着目し、このようなディスプレイに人が対応できるのか、ゲームにおいて有効なのかを調査した。次に、音楽に合わせて落下するアイテムに合わせてボタンをタップするゲームのスコアを計測し、初心者と熟練者のスコアの違い、熟練者に対する音楽のスコアへの寄与を調査した。また、社会的な調査として、コロナ禍で登校できない学生にネットワークゲームを提供することで有効なコミュニケーションが図れることを実証した。

2 単純反応時間とゲーミング PC

2-1 単純反応時間計測用ゲームの開発

ゲームにおける人の反応速度を計測するために、まず計測装置の信頼性を検証する必要がある。そこで、まず、この研究の動機付けとなった高周波数ディスプレイの有効性について調べることにした。

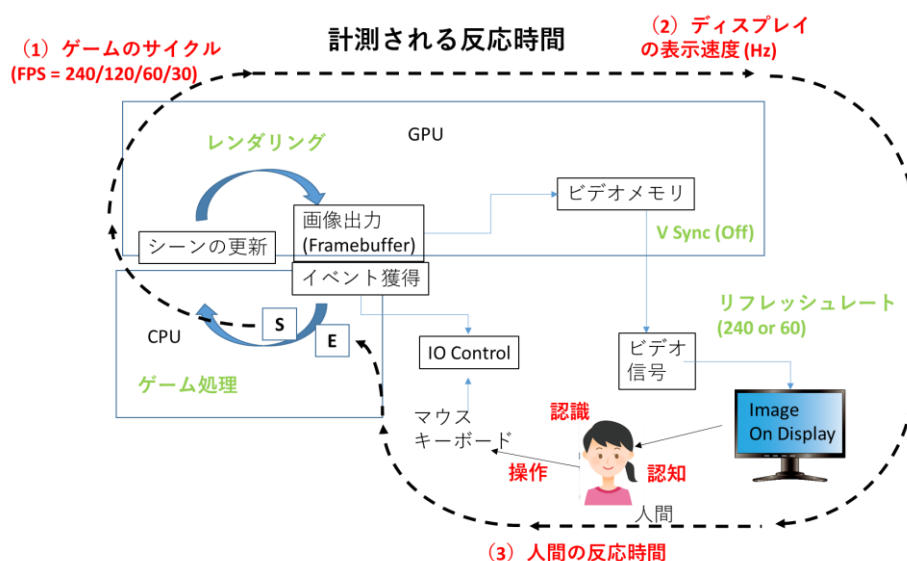


図1 反応時間計測システムの概要

図1はゲームエンジン Unity 上で開発した単純なゲームのシステム動作を示している。Unity はアイドル状態のとき無限ループに入った状態でゲームプログラム、または、ユーザからのイベントを待つ。ゲームは背景が白色の1枚のウインドウを表示して、ユーザがマウス（またはキーボード）をクリックしたのち一定時間内に背景を白色から青色に変化させる。このタイミングは乱数によって決められ、そのタイミングでタイマーはスタートする。Unity は青色に変化させるグラフィックス命令を出し、それに応じてグラフィックスボード上のビデオメモリが青色に書き換えられる。ディスプレイはフレームバッファの内容をビデオ信号で受け取り、液晶ディスプレイの書き換えを行う。利用者は、その色の変化を認知、認識して、マウスボタンをクリックする。ボタンクリックは Windows が受取り、Unity にイベント通知を行う。Unity は、その次の最初のイベント処理でマウスクリックを検知し、タイマーを止める。

(1) Unity の1サイクルの設定

Unity のゲームサイクルはプログラム設定が可能で、多くのゲームは利用者に設定を許している。マシンの性能の許す限り速く動作する設定も可能だが、正確な計測のためにはゲーム処理の負荷を軽くして、固定時間を設定することが好ましい。タイマーを止めるクリックが Unity イベント処理の直後に入るか直前に入るかにより1サイクル分の遅れが生じるが平均すると0.5サイクル遅れると考えることができる。

(2) グラフィックス処理

グラフィックスの処理時間は、ゲームコンテンツに依存する。しかし、表示内容が一定であれば、ほぼ一定の時間でレンダリング処理を終えると考えられる。ビデオメモリの書き換えとビデオ信号の同期は1サイクルの遅延を生むので、ここは V Sync をオフにする必要がある。

(3) ディスプレイのリフレッシュレート

ディスプレイのスペックには周波数と反応時間がある。反応時間はディスプレイの画面の色が変わる応答時間で、厳密には黒から白、赤から黒など、変化する色によって違いが生じる[13]。通常は黒から白へ変化する時間を反応時間としている。しかし、当然、リフレッシュレートの高いディスプレイには、それに対応した仕様の反応時間が仕様としては示されている。図2は、ゲーム実行時に本当に所定時間内にディスプレイの色変化が完了しているかを秒1000コマ撮影できるカメラで撮影した結果である。画面内にはカウントした数字が示されており、書き換え途中のフレームも存在するが、本システムにおいて3フレーム以内に書き換えが行われていることが確認できた。

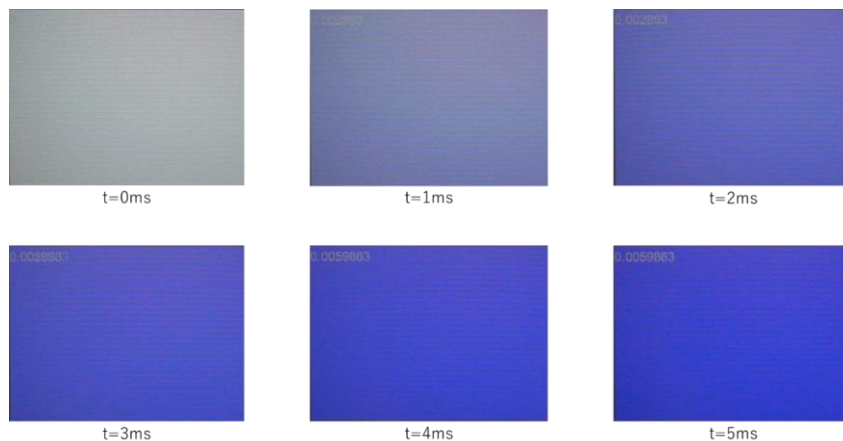


図2 ディスプレイが書き換わる状態の撮影（1/1000secで撮影）

(4) 人の反応時間

人は視覚刺激を受け、認識、判断してボタンを押す。1種類の刺激を決めておき、刺激を認識したら1つの動作を行う反応を単純反応時間（SRT: Simple Reaction Time）と呼ばれる。これに対して、赤色ならばボタンを押すが、青色ならば押さない、という判断が伴うものは選択反応時間と呼ぶ。さらに、赤色ならば右ボタン、青色ならば左ボタン、のように動作も複数規定した上の反応時間もある[14, 15]。刺激と動作の種類が多くなるほど、人間の反応時間は長くなり、複雑になれば考える時間が増える。まずは単純なスキルを計測するため、本研究では単純反応時間に違いゲームを開発した。光または音刺激に対する SRT は

150～300ms 程度である。

2-2 人は 360Hz ディスプレイに対応できるか？

SRT と遅延時間は異なる。SRT は光や音の刺激に人が反応する時間であり、この中に光を知覚するまでの遅延時間は含まれる。その知覚までの時間を計測した文献は見当たらないが 1msec 程度の短い光刺激を感じることは可能であると考えられている。一方、スポーツと反応時間の関係は研究されており、空手の上級者は初心者に比べて選択反応時間が短いという研究[16]、ピストルの音でスタートするような自分のみのタイミングでプレイできる陸上競技選手 (closed skill) とバスケットやサッカーのように周囲の選手の刺激に対応する必要のある選手 (Open skill) では、異なる反応能力が優勢となる研究もある[17, 18]。したがって、eSports で考えると格闘ゲームの上級者は選択反応時間が優れており、ウイニングイレブンのようなゲームの上級者は異なった反応能力が育成されている可能性がある。

本研究では、とりあえず eSports のスキルを問わず、360Hz ディスプレイを用いたとき SRT が速くなるかについて調査した。2-1 で説明したゲームを 7 名 (大学生 6 名 20～22 歳、教員 1 名 57 歳) がプレイした。このとき 360Hz の高周波数ディスプレイを用い、60, 120, 144, 240, 300, 360 (Hz) の 6 種類の設定で、60Hz から 360Hz まで周波数を上げながら各 30 回、逆に 360Hz から 60Hz まで下げながら各 30 回、各周波数に対して 60 回づつ反応時間を計測した。この中には見逃しによる異常に遅い反応、予測による異常に速い反応が含まれるため、反応時間の短い順にソートして中間の 20 個を正常な計測データとして統計処理を行った。その結果を図 3 に示す。横軸がディスプレイの周波数、縦軸は反応時間 [msec] を示す。図中のダイヤモンド (◆) は各人の最遅値の平均値、丸 (●) は各人の最速値の平均値を示している。ディスプレイの周波数に応じて、高周波数のディスプレイで常に速く反応できるわけではないが、周波数に応じて速く反応できる可能性があることが判った。

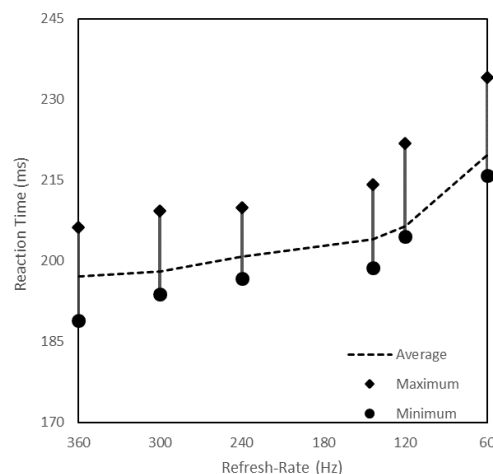


図 3 単純反応ゲームの結果

2-3 ゲームにおける周波数の効果

ディスプレイに表示された敵を照準無しで撃つゲームでは、単純反応時間で勝負が決まる。前項において被験者の反応時間にばらつきがあるが、各人の周波数毎の平均時間を「持ち時間」として 8 名の対戦をシミュレーションした。表 1 は、7 名 (A～G) の「持ち時間」を示す。表 2 は総当たりの対戦勝率を示す。

表 1 7 名の被験者の周波数毎の「持ち時間」

		周波数[Hz]					
		360	300	240	144	120	60
被験者名	A	197.3	202.0	200.2	201.5	201.8	221.2
	B	181.4	208.0	218.7	212.3	227.3	215.7
	C	201.8	195.0	214.7	222.1	215.6	222.5
	D	193.8	194.1	182.9	186.1	193.0	207.5
	E	191.1	187.0	191.7	196.7	204.0	218.8
	F	190.0	198.1	212.6	204.8	212.9	230.2
	G	194.1	202.2	201.3	210.0	216.1	233.0

表 2 4 種類の周波数での対戦シミュレーション結果

	対戦相手のディスプレイ周波数				平均勝率
	360	300	240	60	
360	0.50	0.77	0.73	1.00	0.83
300	0.23	0.50	0.65	0.98	0.62
240	0.27	0.35	0.50	0.90	0.51
60	0.00	0.02	0.10	0.50	0.04

3. 音楽ゲームとスキル

3.1 熟練者と初心者のスコア差

音楽ゲーム：「アイドルマスターシンデレラガールズスターライトステージ」を用いてタブレット（タッチパネル）でのゲームスコアを計測した。このゲームは音楽に合わせて上から落ちてくるアイテムに合わせて横に4つ並んだボタンをタップするゲームである。アイテムによって1つずつタップ、スライドしながらタップなどのバリエーションがあり、正解が連続し続けることでボーナス点が加算される仕組みである。図4は、このゲームの3つの楽曲：お願いシンデレラ、純情 Midnight 伝説、Butter-Fly をプレイしたときの最大コンボ率をソートした結果を示す。全てのタップが成功すると最大コンボ率は100%となる。最大コンボ率10%は、ほとんど連続で成功していないが、一番長い連続成功が全体の10%の長さであったことを示す。

このグラフから、100%成功を達成する人は多く、熟練者はほぼノーミスでプレイすることが可能である一方、初心者はミスが頻繁に発生することが判る。

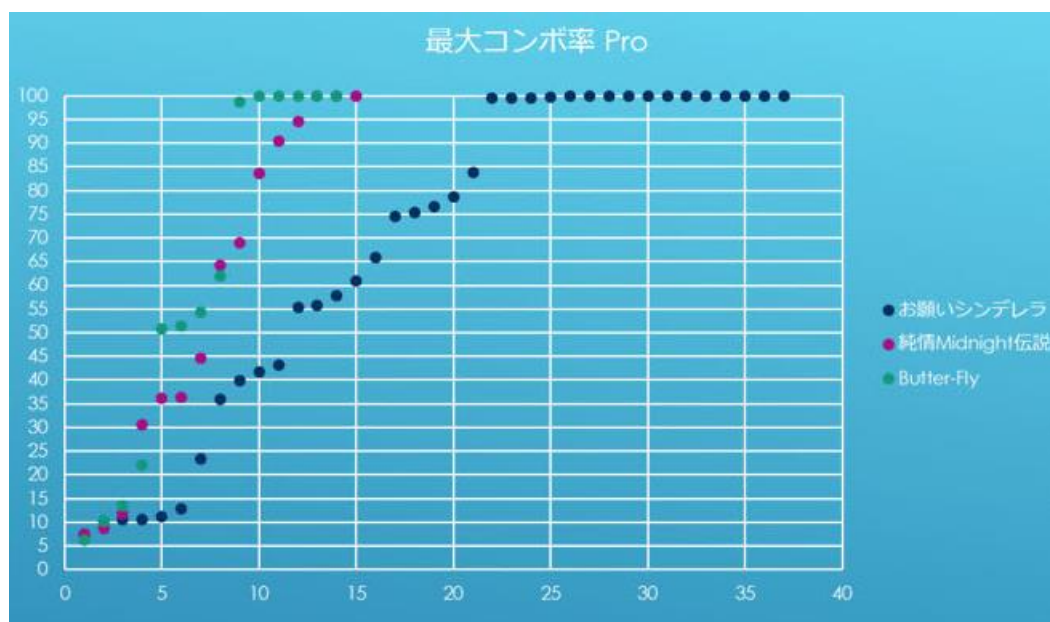
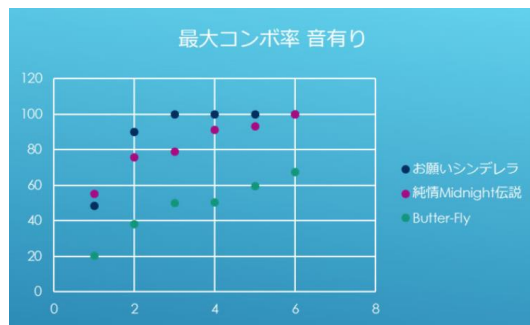


図4 音楽ゲームのスコア分布

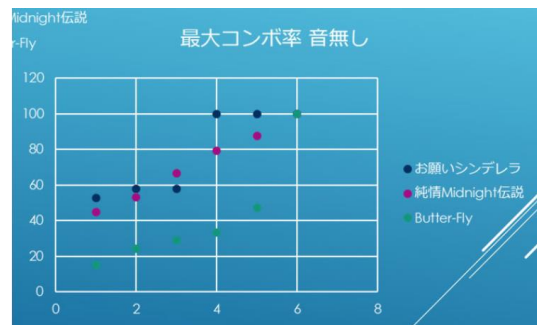
このゲームには難易度のパラメータがある。難易度を「低い」から「高い」に変更すると平均の最大コンボ率は下がる。「お願い！シンデレラ」では68.4%から69.3%で差が出ないものの、「純情ミッドナイト伝説」は62.1%から52.99%、「Butter-Fly」では62.1%から37.0%と大幅に最大コンボ率は下がった。これより、音楽ゲームはスキルに応じた難易度をコントロールすることが可能であることが判った。そのスキルが、速度なのかリズムの難易度なのか、その構成要素までは明らかにできなかった。

3-2 音楽ゲームの音楽とスコアの関係

次に、スキルの高いプレイヤー2名が、音楽ナシ（イヤホンの音量ゼロ）でプレイした。音量がありの場合とゼロの場合のスコアを図5(a)，(b)にそれぞれ示す。先の3種類の楽曲での最大コンボ数の各6プレイ分がソートしてプロットされている。両者を比較して、音楽の有無とスコアの間に優位な関係は見いだせなかった。



(a) 音楽アリのスコア



(b) 音楽ナシのスコア

図5 音楽アリと音楽ナシでのスコアの差

4. マインクラフトゲームによる遠隔協調ゲームの社会貢献の可能性に関わる調査

ブロックを積み上げて世界（町）を創っていくマインクラフトというゲームを用いて、コロナで登校できない状態においても触れ合いを感じることができるか、という社会実験を実施した。参加者は26名、積み上げたブロック数は1,545,768個となった。図6は東京都市大学横浜キャンパスの作成中、および、完成した図である。図6(a)、(b)は建設中の図、(c)は完成図、(d)はレンダリングモードを変更して夜景としてレンダリングした図である。



(a) 途中のキャンパス（左側が枠組のみ）



(b) 枠組みだけの建設中エリア



(c) 完成したキャンパス



(d) 夜景モードでのレンダリング

図6 マインクラフトによるキャンパス（レンダリング設定によりブロックが判りにくくなる）

2020年9～10月は、教員（李）主導で毎週決められた時間に作業を実施した。その頃は4名が集まって作業をしていたが、その後、作業日を決めることなく自主的に作業が実施された。12月より、「横浜キャンパス建設」とは別に「自由ワールド建設」を開設した後、参加者が増え、毎夜2～3名が集まるようになった。横浜キャンパスも2021年3月（春休み）はほぼ毎日参加者があり一気に完成となった。参加者は3学年（1年生7名、2年生8名、3年生11名）、5学部10学科の学生であった。このことから通常では出会う機会の無い別学年、別学科の学生がマインクラフトの世界に参加し、作業だけでなくチャットを用いたコミュニケ

ーションが形成された。学生アンケートの結果、空間を作るうえで必要となる会話の他、課題に関する話、オンライン講義での悩み相談で助けられたという意見が多数あった。ゲームという共通作業がある仮想空間はセカンドライフのようなバーチャル空間と比較して会話を促進する効果があると考えられる。

5. 結論

e-Sports プレイヤーのスキルの定量化を目標とし、簡単なゲームを開発して人の反応時間を計測した。その結果、我々は通常 60Hz のディスプレイを見て作業をしているが、360Hz のディスプレイでゲームをしても有効に活用できる反応スキルを持っていることが判った。但し、e-Sports の訓練でスキルアップするか否かは明確にできなかった。音楽に合わせてタップするゲームでは、難易度によりスコアを操作することが確認できた。また、スキルの高いプレイヤーは音楽無しでも高いスコアを出すことが可能であることが分った。

マインクラフトを用いた社会実験では、仮想空間のゲームを共有することで、ゲームに関する会話だけでなく、一般相談などのコミュニケーションが生まれ、コロナのような人と会えない環境でも孤立感を和らげる効果があることが示された。

【参考文献】

- [1] ソニー生命: 中高生が思い描く将来についての意識調査 2019, https://www.sonylife.co.jp/company/news/2019/nr_190806.html, 2019
- [2] ジャパン e スポーツ・ライセンス保有選手紹介, 一般社団法人日本 e スポーツ連合(JeSU)ホームページ, https://jesu.or.jp/contents/member_list/
- [3] 宮地英生, 北村亘, 木村眞実, 李洪千: e スポーツ発展のための考察、第 22 回 PSE ワークショップ、2019 年 9 月(長崎)
- [4] 宮地英生, 北村亘, 木村眞実, 李洪千: 大学祭における E-Sports イベントの開催、第 38 回テレマージョン技術研究会、2019 年 6 月(長崎)
- [5] Griffiths, M. D.: The psychosocial impact of professional gambling, professional video gaming, and eSports, Casino and Gaming International, Vol. 28, (2017) 59-63
- [6] Choi C., Hums M., Bum C. H.: Impact of the Family Environment on Juvenile Mental Health: eSports Online Game Addiction and Delinquency, International journal of environmental research and public health, Vol. 15(12), (2018) 2850; DOI:10.3390/ijerph15122850
- [7] Ari Happonen and Daria Minashkina: PROFESSIONALISM IN ESPORT: BENEFITS IN SKILLS AND HEALTH & POSSIBLE DOWNSIDES, LUT Scientific and Expertise Publications (2019) ISBN 978-952-335-375-6 (PDF)
- [8] Survey on games and children “translated from Japanese”
<https://www.asmarq.co.jp/data/mr201409game/>
- [9] New Poll Shows 60% Of Parents Know More About Their Child’s Favorite Video Games Than They Do About Their Classes At School
- [10] UCI to launch first-of-its-kind official e-sports initiative in the fall
<https://news.uci.edu/2016/03/30/uci-to-launch-first-of-its-kind-official-e-sports-initiative-in-the-fall/>
- [11] Rising Stars: All-women's Stephens College breaks ground with varsity esports program
https://www.espn.com/esports/story/_/id/19195390/all-women-school-stephens-college-adds-scholarship-esports-program
- [12] This Company Is Bringing E-Sports to High Schools. To the Students Who Play, It's Bringing a Life
Line,
<https://www.inc.com/kevin-j-ryan/high-school-esports-first-season-playvs.html?cid=hmsub2>
- [13] Rasoul Amini Vishteh, Ali Mirzajani, Ebrahim Jafarzadehpour, and Samireh Darvishpour: Evaluation of Simple Visual Reaction Time of Different Colored Light Stimuli in Visually Normal Students, Clin Optom (Auckl). 2019; 11: 167-171.
- [14] 大山正: 反応時間研究の歴史と現状、人間工学、Vol.21, No.2, pp.57-64, 1985

- [15] 新美 亮輔, 横澤 一彦:反応時間, DOI 10.14931/bsd.806,脳科学辞典(Online),2012 2.
- [16] Mori, S., Ohtani, Y., & Jmanaka, K.: Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. Human Movement Science, 21(2), 213_230.,2002
- [17] Md. Hamidur Rahman, Muhammad Shahidul Islam: Investigation of Audio-Visual Simple Reaction Time of University Athletes and Non-Athletes, Journal of Advances in Sports and Physical Education, 10.36348/jaspe.2021.v04i03.002, 2021
- [18] Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., Attarbashi Moghadam B. (2013) Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. European Journal of Sport Science, 13, 431-436, DOI=https://doi.org/10.5100/jje.21.57

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
e スポーツにおけるマシンスペックの影響に関する調査	日本計算工学会 第23回PSEワークショップ	2020年9月(Online)
A Study on the Relationship Between Refresh-Rate of Display and Reaction Time of eSports	Proc. of 3PG-CIC, https://doi.org/10.1007/978-3-030-61105-7_34	2020年9月(Online)
VRを用いたスポーツの運動量に関する研究	第1回PSE研究会(日本計算工学会)	2021年3月
音楽ゲームにおけるスキルの計測	第43回レイマージョン技術研究会(日本VR学会)	2021年3月