

令和元年6月11日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00509

研究課題名(和文)食行動をゲームトリガーに設けることで体験者の行動を誘発するシリアスゲームの提案

研究課題名(英文)Proposal of a serious game that triggering the change of eating behavior

研究代表者

小坂 崇之 (KOSAKA, TAKAYUKI)

神奈川工科大学・情報学部・准教授

研究者番号：10367451

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、ゲームコンテンツクリア条件に実世界の様々な制約(飲食する)を設けることにより、子供たちの行動を誘導、誘発する実世界型のシリアスゲームの開発をおこなった。ゲームクリア条件として、指定された飲食物を実際に食べなければ進めることができない。また、咀嚼回数に応じてコンテンツを変化させることにより食事時の咀嚼回数を増加させることができる。本システムを用いることで、楽しみながら『偏食』を克服することを可能とする。システムを実際にプレイさせると偏食のあると回答した子供の約86%が実際に飲食する結果となった。このことからゲームという「餌」を用いることで、実世界の行動を誘発する可能性を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本システムを用いることで必ず偏食が改善させるわけではないが、ゲームを通じて嫌いな飲食物を摂取する「きっかけ作り」が可能ではないかと考えている。好き嫌いの多くは過去の経験から「自分は食べられない」という思い込みであり、少しのきっかけから「食べられる」「食べられた」へと変化することが多い。本システムを用いることで、「ゲームをプレイしていたら、嫌いなものでも食べられた」という自信を持つことができる可能性があり、偏食を克服するきっかけづくりを提供できるのではないかと考える。

研究成果の概要(英文)：We developed a serious game that changes children's eating behavior. To clear the game, a game player can not proceed the story of the game without actually eating the designated vegetables that children dislike, such as green peppers and carrots. By changing the storyline of the game according to the mastication frequency, increase of such frequency can also be expected. By using this system, it may be possible to overcome an unbalanced diet. As a result of this game, eighty percent of children who had an unbalanced diet resulted in eating the vegetables. From this, it was possible to show the possibility of triggering the change of eating behavior by using the game as bait.

研究分野：VR,ARC,EC

キーワード：シリアスゲーム ゲームフィクション 食育 実世界型シリアスゲーム

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、海外からの食糧輸入の増加に加え、食の国際化が進んでいる。食べたいものを好きなだけ食べ、嫌いなものを飲食しない、いわゆる「偏食者」が増加している。偏食とは、一般的に食品の好き嫌いを表現する言葉であり、極端に食べられる食品が限定されることを言う。極度な偏食は、必要な栄養素が体内に取り入れられず健康の維持に支障をきたすことになりかねない重要な問題である[1][2]。さらに食事の軟食化のため、咀嚼回数の低下が問題になっている。成長期の子供にとって咀嚼回数の低下は、顎骨の発育を不良として歯列不正の大きな原因となると言われている。咀嚼することにより、唾液の分泌が促進され、消化作用、自浄作用、味覚の発達などが向上される。また、咀嚼筋群、表情筋群の発育や情緒の安定にもつながり、心身の総合的な発育に大きな役割を果たすと言われている[3]。このように咀嚼は成長や健康を保つ重要な行為である。我々は生まれながらにして、甘味を好み、苦味、酸味を嫌う。自然界で甘味を代表する食物は果実と蜂蜜である。熟した果物はカロリーだけでなく、ビタミン、ミネラルなどの宝庫である。甘味嗜好は栄養価に飛んだ食物を摂取させるよう遺伝的バイアスを与えているとされている。反対に、苦味や酸味は、生理的に喚悪される味である。苦味は、毒性を持つ食物を感受させるものが多く、苦味嫌悪は毒物の摂取を回避させる役割を持つ。腐敗した食物は酸味が強まり、酸味嫌悪は苦味同様に、個体の健康的生存を危うくする物質の摂取回避に役立つ。つまり、甘味は摂取を促進させる信号としての役割を果たし、苦味と酸味は摂取を回避させる信号としての役割を持つ。我々が生命活動を行う上で、毒物や毒性のあるものを「嫌いになる」学習を素早く行う必要があり、食物を嫌いになることは、生命体としての自己を存続させるために必要な行為であると言われている[4]。食物の選択、摂取において優先的に処理されることは、“嫌いな”食物の排除であって、必ずしも“好きな”食物の選択でないとされている。ザヤンズ(Zajonc, R. B.)は、何らかの対象に対する好みは、その対象が暴露(exposure)された回数に比例して高くなるとしている。Pliner, P[5]のおこなった実験では、その食物の摂取回数が多いほど好みが増すという結論を導きだしている。また長谷川ら[6]は食べるという経験を積み重ねることにより、我々はその食物を好きになっていくと述べている。つまり、食物を好きになるためには、多種多様な飲食物を摂取して経験を積んでいくことが重要である。しかしながら、野菜嫌いの子供に沢山の野菜を食べるように諭しても多くの子供は自らの意思で摂取することはない。子供にとってもっとも不快感を覚えるのは食べ物の強制であり、口元まで運ばれて無理やり食べさせられるほど不快なものはない。

一方、近年、シリアスゲーム、ゲーミフィケーションの研究が国内外で盛んにおこなわれつつある。大学経営に関わるさまざまな要素が再現された環境で、ゴールを目指して意思決定を行いながら大学経営に関する知識を身に付ける「Virtual U」や、食糧支援活動を描写したゲームプレイしながら食糧支援活動のプロセスを体験するWFP国連世界食糧計画が開発した「Food Force」などが有名である。シリアスゲームの定義は諸説あるが、現実世界のシリアスな問題をゲームにて学習するのが一般的な定義である。しかし、これまでのシリアスゲームは、コンピュータを用いたゲーム型教育学習システムが一般的であり、ディスプレイとキーボード、マウスを用いて知識の習得が主になっている。

そこで我々は、知識ではなく実世界の行動に働きかける実世界型のシリアスゲームを提案する。ゲームコンテンツクリア条件に実世界の様々な制約(飲食する)を設けることにより、子供たちの行動を誘導、誘発する実世界型のシリアスゲームの開発を行った。

### 2. 研究の目的

申請者はこれまでに、口臭を入力としたゲームシステムの開発を行なってきた。ゲーム内に出現するモンスターを撃退するためには実際に飲食物を摂取し口臭を変化させなければならない。モンスターは体験者が摂取した飲食物のにおい強度によって撃退の有無を決定される。体験をおこなった子供たちに「鬼を倒すためには豆を食べないと倒せない」とアドバイスすると、苦手で食べなかった豆やトマトジュースなどを飲食する姿が数多く見られ、引率した保護者を驚かせていた。これは、子供たちは「ゲームをしたい」「モンスターを倒したい」という思いから、苦手な飲食物を自らの意思で摂取したと推測される。このことから申請者は、子供たちにゲームという「餌」を与えることで、苦手な飲食物でも自らの意思で摂取する可能性があるのではないかと考える。たとえば、馬の目の前にニンジンをつら下げると馬は食べたくなって前に進む(図1)。子供たちの前にニンジンを持っていくと苦手なので食べない(図2)。しかし、子供たちの前にゲーム機を持っていくと興味があるのでプレイする(図3)。そのゲームクリア条件に「飲食物の摂取」という条件を設けると、「ゲームをクリアしたい」という動機から子供たちは指定された飲食物を摂取するのではないだろうか(図4)。

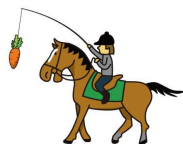


図1: 馬はニンジンを食べたくて進む



図2: 子供はニンジンを食べたくない

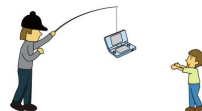


図3: 子供たちは、ゲーム好き

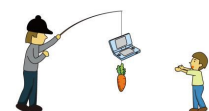


図4: ゲームクリア条件に「飲食」を設定

そこで実世界の食行動（飲食する、咀嚼する、嚥下する）をゲーム内のトリガーに設定することで体験者の行動を誘発する実世界型シリアスゲームの提案を行う。たとえば、ゲームクリア条件として、実際に飲食物を摂取しなければならず、摂取した飲食物の種類や咀嚼回数によりゲーム内で様々なイベントが発生する。子供たちが熱中するゲームという「餌」を用いて、自らの意思で飲食物を摂取するきっかけを作り、実世界の「偏食の克服」「咀嚼回数の増加」といった実世界に働きかける実世界型シリアスゲームの開発をおこなった。

### 3. 研究の方法

我々は、ゲームコンテンツのクリア条件として飲食物の摂取を義務付けることで偏食を克服する可能性があると考え、偏食克服を目的とした複数の食育シリアスゲームの開発をおこなった。ゲームコンテンツクリア条件として、指定された飲食物を実際に食べなければ進めることができない。また、咀嚼回数に応じてコンテンツを変化させることができ食事時の咀嚼回数を増やすことができる。さらに、食事は楽しいものを印象付けるために、飲食後は必ず「笑顔」にならなければならない。研究期間中、咀嚼センサ、嚥下センサの開発を行い、シリアスゲームの開発、展示をおこなった。

#### 3.1 咀嚼センサ

咀嚼センサは体験者の咀嚼を検出するセンサである。人の下顎骨には、咬筋、側頭筋、内側翼突筋、外側翼突筋からなる咀嚼筋が付着しており、咀嚼時にはこれらの筋が総合的に働くことによって咬合力が発揮されると言われている[7]。歯を食いしばったときに顎の外側で硬くなる筋肉を咬筋と呼び、硬い食物をかみ砕くときに働く。こめかみには下顎を引き上げ前後に引く側頭筋がある。下あごの内側には内側翼突筋があり咬筋や側頭筋と共同して働く、顎を前に突き出すのは外側翼突筋である。我々は、咀嚼時に起伏する咬筋に注目した。咬筋と、内側翼突筋、外側翼突筋が交差する地点が咀嚼時に最も起伏することを予備実験において確認し計測ポイントとした(図3)。咬筋の測定ポイントのセンシングを行うために市販のヘッドセットを改良した。咬筋の両側に反射型光センサを配置し、センサと皮膚表面との距離を無接触で計測する(図4)。田中ら[8]は、顎下との距離を同様の手法で計測し咀嚼回数を測定しているが、顎下に装着する手法では、装着時のキャリブレーションが煩雑である。また、ゲーム体験中での装着を想定すると予想以上に体験者が激しく動く可能性があり、顎下のセンサ位置がずれることが危惧されるため顎下ではなく咬筋の起伏を検出することとした。また、咬筋の起伏の検出には 32 個の反射型光センサ（Letex Technology Corp 社の LBR-127HLD）を用いた。片側に 16 個、4x4 のマトリクス状に 1cm 間隔で配置した。両頬の左右にセンサを配置することにより、左右どちらの歯で咀嚼をおこなったかの計測が可能であり、片側だけの歯で咀嚼を行う偏咀嚼の計測も行うことが可能である。



図 3 咀嚼筋



図 4 咀嚼デバイス

装着者によって咀嚼筋の起伏具合が異なるため、咀嚼センサ装着後に体験者毎にキャリブレーションを行う。装着後に数回ガムを咀嚼し咀嚼時のセンサ毎の最大値と最小値を求めセンサ値の正規化を行う。左側 16 個、右側 16 個、両側 32 個の平均を求め計測データとする。図 5 はガムを意識的に両側の歯、左側の歯、右側の歯で咀嚼したときの理想的な計測の一例を示す。距離データに周期性が見られ、また、左右どちらかの歯で咀嚼したのかも計測することが可能であることが示唆された。しかしながら、個人差が大きいため本システムでは 32 個の両側平均を用いて咀嚼を認識することとした。

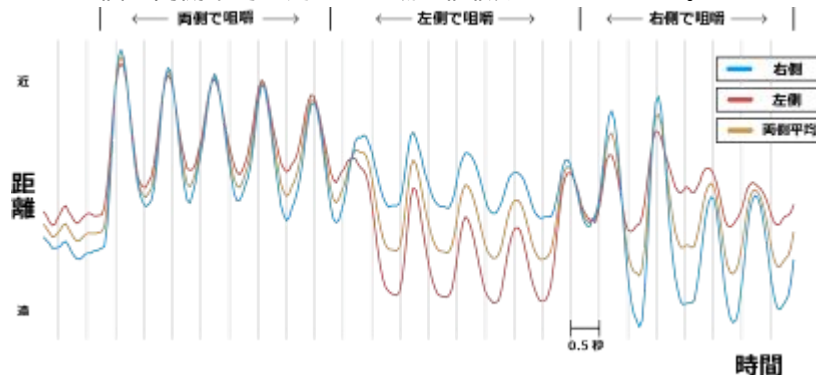


図 5 計測データの一部

### 3.2 食育シリアスゲーム

#### 3.2.1 箱庭システム

体験者の摂取した食物の種類、その咀嚼回数に応じて牛や草といった動植物が生まれ、制限時間内に健康な牛を育てて出荷するゲームシステムである。牛を連想させるビーフジャーキーを摂取し咀嚼することで牛が生まれる。咀嚼回数が不十分であった場合、やせ細った牛が生まれてくる。また、野菜味のクッキーを摂取し咀嚼することで画面内に草が発生する。咀嚼回数が不十分であった場合、やせ細った草が生える。牛は草を食べて成長する。牛が一定以上成長すると出荷される。ビーフジャーキーだけ飲食すると牛しか生まれない。反対に、野菜味クッキーだけ飲食すると草しか発生せず、満遍なく飲食する必要がある。体験者は、飲食する飲食物のバランスと咀嚼回数を意識しながら体験を行うシステムである。



箱庭システム、ゲーム画面



体験の様子

#### 3.2.2 Food Practice Shooter

「Food Practice Shooter (以下、FPS)」は、「食べて！噛んで！笑って！敵を倒す！」一人称視点の First Person Shooter である。体験者は、銃型デバイスを用いてスクリーンに投影されたモンスターを狙って撃退する。銃型デバイスから発射される弾には弾数制限があり、弾数がなくなると弾を打ち出すことができない。体験者は弾をリロードするために飲食台に設置された実際の飲食物を飲食しなければならない。飲食した飲食物の種類と咀嚼回数によって弾丸の種類と弾数が決定される。そして笑顔になることで、銃に弾丸が装填されモンスターを撃退することができる。本ゲームを用いることで、楽しみながら、自らの意思で飲食物を摂取するきっかけを作り、実世界の「偏食の克服」「咀嚼回数の増加」が期待できる。システム構成図を図8に、ゲーム画面を図8に示す。

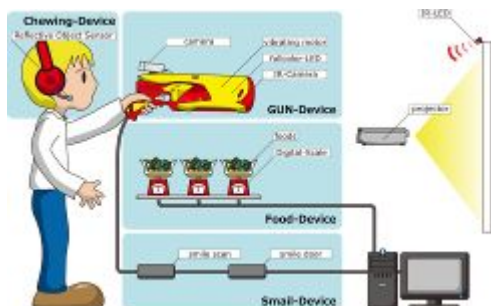
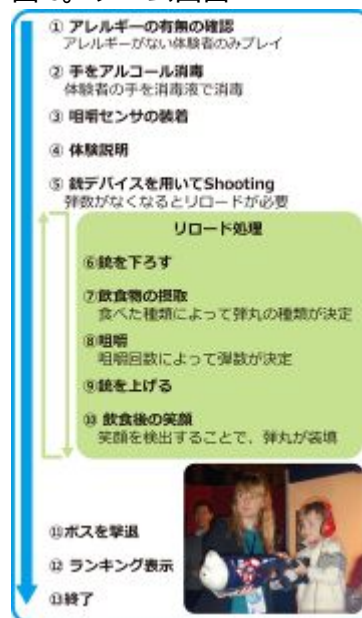


図8. システム構成図



図8. ゲーム画面

体験は1名で行い1回当たりのプレイ時間を120秒とした。図14に体験の流れを示す。ゲーム説明と体験の説明を行いゲームスタートする。画面内に野菜のモンスターが出現する。モンスターは画面内を移動し、体験者に迫ってくる。体験者は銃型デバイスを上下左右に移動すると画面内のターゲットスコップが移動する。モンスターにターゲットスコップを合わせ銃のトリガーを引くと弾が発射される。弾とモンスターとの衝突判定を行い、打ち出された弾が、モンスター(トマト、ピーマン、ニンジン)と一致すれば撃退することができる。弾を打ち出すと弾数が減少する。弾数が0になると弾を打ち出すことはできず、弾のリロード処理を行う必要がある。リロード処理を行うには、銃を画面より下に下ろし、リロードを行いたい弾に対応する野菜味のクッキーを摂取する。このとき飲食台の下のデジタルスケールを用いてどの食物を摂取したかを判断する。咀嚼センサによって体験者の咀嚼計測を行い、咀嚼回数によって弾数が増加する。リロード処理を完了するためにはカメラに向かって笑顔にならなければならない。笑顔が検出されると銃が起動し、ゲームが再開される。ゲーム開始時から100秒経過後にボスが出



体験の流れ

現される。ボスには HP を持たせている。制限時間内にボスを撃退することができればクリア、撃退することができなければタイムアウトとなる。

#### 4. 研究成果

実世界の食行動（飲食する、咀嚼する、嚥下する）をゲーム内のトリガーに設定することで体験者の行動を誘発する実世界型シリアスゲームの提案をおこなった。本研究課題では、誘発する体験者の行動を「偏食克服」に設定し、ゲームコンテンツクリア条件として実際の飲食物の摂取を義務付けることで苦手な食物であったとしても自らの意思で飲食物の摂取を行い、偏食を克服するきっかけを与えることができると考え偏食克服を目的とした食育シリアスゲームの開発をおこなった。ゲームクリア条件として、指定された飲食物を実際に摂取しなければ進めることができない。また、咀嚼回数に応じてコンテンツを変化させることにより食事時の咀嚼回数を増加することも可能となる。さらに、食事は楽しいものを印象付けるために、飲食後は必ず「笑顔」にならなければならない。本システムを用いることで、楽しみながら『偏食』を克服することを目的とした。

作成したゲームコンテンツの展示と実験をおこなった結果、好き嫌いのある体験者の約 8 割が嫌いな飲食物を飲食するという結果となった。このようにゲームコンテンツクリア条件に実世界の飲食という制約を設けることにより、子供たちの行動を誘導、誘発する可能性があることが明らかになった。しかし、今田[4]によると、今回のような条件づけを用いた食物嗜好の獲得は、その行動的側面においては、きわめて効果的である。しかしながら好みの獲得という心理的側面から見ていくと、必ずしも行動の変化に対応することはなく、行為（摂食）と報酬の関係性が顕著になると、摂取頻度は増加しても嗜好は獲得されないと述べている。しかし、食べるという経験を積み重ねることによって、好きな食物になっていくと今田[4]や Pliner[5]は述べている。我々は、サラダや野菜スティックのような直接的な野菜を用いるのではなく、今回用いた含有量が少ない野菜クッキーのようなものから少しずつ慣らしていくことが重要であると考えられる。

今回は、食物を食べ食べたエネルギーを打ち出しモンスターを撃退するシューティングゲームを開発した。弾丸のリロード時（飲食物の摂取、咀嚼、笑顔）の動作が完了するまでは、ゲームの時間は止まっているにも関わらず、子供たちは飲食物を早く食べリロード時間を短くしようとする姿が多く見られた。平成 21 年国民健康・栄養調査結果では、食事に要する速さを体型別にみると、肥満の男性は、食事の時間が、肥満ではない人に比べて多いことが報告されている。よく咀嚼して食べると、食事が少量でも満腹のサインが脳に伝わりやすく食欲が抑えられることや、脳内物質の働きとして内臓脂肪の分解を促進することも知られている。また、Meena[9]は時間をかけてゆっくり咀嚼することによって、摂取カロリーの約 10%を減少するという実験結果が報告されている。このように、ゆっくり時間をかけて食事を楽しむことが重要であるとされている。このことから、シューティングゲームといった危機感を煽るシステムは、子供たちによってゲームの世界に熱中させるのに効果的であったが、飲食のスピードを制御するまでは至らなかった。今後は、スピード感を煽るシューティングゲームではなく、飲食や咀嚼を行うことでゆるやかにストーリーが進んでいく絵本のようなシステムに変更することでこの問題は解決できると予想される。

本システムを用いることで必ず偏食が改善させるわけではないが、ゲームを通じて嫌いな飲食物を摂取する「きっかけ作り」が可能ではないかと考えている。好き嫌いの多くは過去の経験から「自分は食べられない」という思い込みであり、少しのきっかけから「食べられる」「食べられた」へと変化することが多い。本システムを用いることで、「ゲームをプレイしていたら、嫌いなものでも食べられた」という自信を持つことができる可能性があり、偏食を克服するきっかけづくりを提供できるのではないかと考える。

#### 参考文献

- [1] 村上亜由美, 上島郁美, 尾崎由美: 食事時における白飯, おかずの食べ方と偏食との関連性, 福井大学教育地域科学部紀要 (応用科学 家政学編), 46(2007).
- [2] 食べもの文化編集部: 子どもの偏食・野菜嫌い いつかはきつと食べられる, 芽ばえ社, (2003).
- [3] 神奈川歯科大学「料理別咀嚼回数ガイド」
- [4] 今田純雄(2005), 『食べることの心理学』有斐閣 248pp.
- [5] P Pliner, The effects of mere exposure on liking for edible substances. *Appetite*(ImpactFactor:2.54). 10/1982; 3(3):283-90. DOI:10. 1016 / S0195-6663(82) 80026-3.
- [6] 長谷川智子, 今田純雄, 坂井信之: 食物嗜好の発達心理的研究, 小児保健研究, 60, pp. 479-487.
- [7] 山田好秋: よくわかる摂食・嚥下のメカニズム, 医歯薬出版(2009).
- [8] Hidekazu TANAKA, Naoya KOIZUMI, Yuji UEMA, Kouta MINAMIZAWA, Msahiko INAMI: Augmented food texture rendering system using chewing detection device ,VRSJ the 16th Annual Coference, Pp694-697(2011).

- [9] Meena Shah, Jennifer Copeland, Lyn Dart, , RD, LD; Beverley Adams Huet, Ashlei James, Debbie Rhea; Slower-Paced Meal Reduces Hunger but Affects Calorie Consumption Differently in Normal-Weight and Overweight or Obese Individuals, According to New Study Published in the Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 2013.

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

- [1] Takayuki Kosaka<sup>1</sup>, Mitsunori Matsushita: Monster Cleaner: a serious game to learn cleaning , EPiC Series in Engineering Volume 1, 2018, Pages 50-59. ReVo 2017: Laval Virtual ReVolution 2017.
- [2] 栗原佳穂, 二階雅弘, 谷中 俊介, 小坂 崇之: 拭き掃除における正しい雑巾絞りの定着を目的としたシステムの提案, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集, 2016, 185-188(2016-11-05).
- [3] 片桐裕規, 谷中 俊介, 二階雅弘, 小坂 崇之: 偏食改善および咀嚼増加を目的としたゲームシステムの開発, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集, 2016, 191-194(2016-11-05).
- [4] 小坂 崇之: 妖怪クリーナーズ: 現実世界の掃除をゲームコンテンツにしたシリアスゲームの提案, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集, 2016, 148-151(2016-11-05).
- [5] 熊谷彩華, 谷中俊介, 二階雅弘, 小坂 崇之: 咀嚼回数増加のきっかけ作りを目的としたゲームシステムの提案, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集, 2016, 189-190(2016-11-05).

〔図書〕(計 0 件)

〔その他〕

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。