咀嚼タン：咀嚼をトリガーに設定したシリアスゲームの開発

小坂崇之[†1]

近年，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．そこで我々は，実際の咀嚼をゲーム内に用いることで咀嚼回数の増加を目的としたシリアスゲームを開発した．咀嚼タンは，実際にガムを摂取し咀嚼することで現実の戦車が前進する戦車である．クリアするためには，多くの咀嚼を行う必要があり，楽しみながら咀嚼回数を増加させることが期待できる．

Chewing-TANK: a serious game designed to increase masticatory activity

TAKAYUKI KOSAKA[†1]

A preference of eating soft foods often becomes a serious problem of malalignment due to poor development of the jaw. It is important for growing children to increase masticatory activity to resolve this problem, and thus, we developed a serious game that is designed to develop masticatory ability. This System is programmed to activate radio control cars by chewing gum, and players are requested to increase masticatory activity to run the cars.

1. はじめに

近年，海外からの食糧輸入の増加に伴い，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」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][3]．また，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[4] [5]．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，反対に苦味や酸味を嫌う．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[6]．反対に，苦味や酸味は，生理的に険悪される味である．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．人間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[6]．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．

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[7]の行った実験では，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[8]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大人が食べ物を強制することでありり，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．

そこで我々は自らの意思で飲食物を摂取する手法として食行動をゲームコンテンツ内のトリガーに設定する研究を行っている．今回，我々は咀嚼に注目し，咀嚼をゲームコンテンツのトリガーに設定することで子供たちの行動を誘導，誘発し咀嚼回数を増加させる可能性のある体験型の食育シリアスゲームの提案を行う．

†1 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

2. 関連研究

「味」は味覚だけでなく，視覚，嗅覚，触覚など通じて複合的に処理されて得られたものといわれている[6]．長谷川ら[8]は，日常的になじみのある食物について幼児と大学生に嗜好評価を行った実験では，幼児ではその食物の好き嫌いはおもに「甘い・苦い」の他に「にゅるにゅるする」などの食物の素材に対する五感（感覚・知覚）に基づいていると述べている．食物の持つ味だけではく，食感や臭いが好き嫌いを誘発していると想定できる．食物そのものの味を変えることなく，複数の感覚に刺激が与えられたときに生じる感覚間の相互作用であるクロスモーダル効果を活用した研究が盛んにおこなわれている．Zampin[9]らは，被験者にポテトチップスを食べさせ，そのときの咀嚼音を加工して被験者に提示することでポテトチップスのサクサク感が強化させることできると示されている．また，小泉ら[10]の Chewing Jockey では，食物を噛むときに生じる咀嚼音操作し，聴覚感覚間クロスモーダリティを利用することで、食感の強調や減損する研究を行っている．具体的には咀嚼時の咀嚼音を計測してリアルタイムに通常の咀嚼音と異なる音を Bonne Conduction Speaker から再生させることで，通常の食感と異なるような体験を得ることができる．食感を感じにくい義歯の人々に自然歯で食べているような感覚を提示することにより健康的な食生活のサポートや，強化された食感により食事を楽しくさせることを目的としている．中村ら[11]は，被験者の舌に電気的刺激を与え、それを「味覚」として感じさせる「電気味覚」を利用したインタラクティブシステムの開発を行っている．従来の飲食物に電気味覚という調味料を提示することで新しい味を付加することを提案している．また，鳴海らのメタクッキー[12]や拡張満腹感[13]は視覚や嗅覚の情報を重畳して提示することで味覚の拡張や満腹感を提示している．このようにクロスモーダル効果を用いることで従来の食物の食感を様々なものへと変化させることが可能である．

食事を楽しく行うことで，我々の食経験は豊かになっていく．今井ら[6]は，家族の応援や表情などの感情的文脈や社会的な報酬によって幼児の食物嗜好は獲得されやすく，明るく楽しい食卓場面では，みずからの好みでない食物であっても自発的に摂取する頻度が高まると述べている．そのため食事の場にＩＴ技術を持ち込み，より豊かな食経験を生み出そうという研究が多く存在する．門村ら[15]の EaTheremin は，フォーク型デバイスに刺した食べ物の抵抗値の変化に応じて，飲食時に様々な音を発生させ食事を楽しく行うインタラクティブ玩具を提案している．また，加藤ら[20]が開発した Vivi-EAT は，嚥下をおこなった食物が食道や胃を通る感覚を擬似体験することができるシステムである．食道や胃といった通常感じにくい体内の器官で飲食物が流れていく流動感を提示することにより，食の楽しみを拡張する試みをおこなっている．

このように食経験を豊かにする研究が行われている中，我々は，楽しさを作り出す笑顔に注目した．ジェームス・ランゲ説では,「楽しいから笑うのではなく笑うから楽しいのだ」と述べている[16].「表情フィードバック仮説」では，感情の変化に伴って表情が変化するだけでなく，表情の変化が感情に影響を与えると述べている[17]．意図的に表情をまねたり，ペンを口に加えるなどして意図せず表情が作られた場合でも同様の効果が確認されていると確認されている[18]. この仮説から，食事中に笑顔を要求することで食事が楽しいと認識させることができると期待される．

ではどうすれば，子供たちは苦手と感じているものに向き合えるのだろうか．我々は，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っている[7][8]. ゲーム内に出現するモンスタを撃退するために体験者は実際の飲食物を摂取し，自らの口臭を変化させなければならない．モンスタ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シューティングゲームである．体験を行った子供に「ドラキュラを倒すためには血を連想するトマトジュースを飲まないと！」とゲーム中にアドバイスすると，苦手で食べなかったトマト味のジュースを自ら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．子供たちは「ゲームをしたい」「クリアしたい」という動機から，苦手な飲食物を自らの意思で食べたと推測される．

そこで子供に「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た．たとえば，馬の目の前にニンジンを持っていくと馬はニンジンを食べたくて前進する（図 1(a)）が，反対に，ニンジンを嫌う子供たちの前にニンジンを持っていくと食べない（図 1(b)）．しかし，ゲーム機を持っていくと子供たちはプレイする（図 1(c)）．そこで，ゲームをクリアする条件に飲食物の摂取（ニンジンの摂取）を設けることにより子供たちの行動を誘導・誘発することが可能ではないかと期待できる（図 1(d)）．

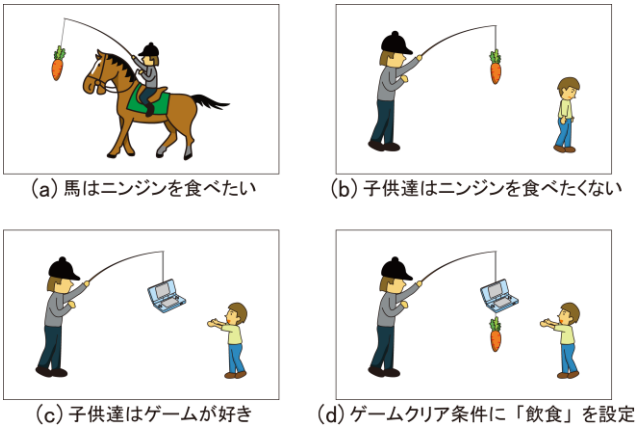

図 1　行動誘導・誘発の可能性

Figure 1　Came concept.

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

食べるという経験を積み重ねることにより，その食物を好きになっていくという先行研究[6]を踏まえ，我々は，以下に挙げる３つの要素を研究の要に設定している．

① 子供達のゲームへの関心を利用したシリアスゲーム
② ゲーム内で飲食物摂取をトリガーに設定
③ ゲーム内で楽しさ，笑顔を作り出す

我々は，これらの要素を用いることで，より豊かな食経験を行うことができるのでないかと考えている．本稿では，食物摂取時の咀嚼をトリガーに設定したゲームコンテンツについて述べる．

3. 提案手法

食物摂取時の咀嚼をゲーム内のトリガーに設定することで，咀嚼回数の低下を防ぐためのシリアスゲーム「咀嚼タン」の開発を行った．ゲームコンテンツ内のトリガーとして飲食物を実際に摂取し咀嚼しなければ進めることができず，咀嚼回数に応じてキャタピラ型の戦車を前進させることができる．食物摂取時の咀嚼回数を増加させる可能性のある実世界型の食育シリアスゲームの提案を行う．

3.1 咀嚼タン

咀嚼タンは，咀嚼をコンセプトにしたシリアスゲームである．体験者はヘッドセット型の咀嚼検出センサを装着し市販のガムを咀嚼する．咀嚼回数に応じて実世界のキャタピラ型戦車が前進するシステムである．2 名で遊ぶことができ，相手より先にゴールを目指す．相手に勝つためには，より多くの咀嚼を行う必要があり，咀嚼回数の増加が期待される．厚生労働省の食生活指針によると「しっかり噛んでゆっくり食べる」ことが取り上げられており，しっかり噛むことが求められている．本システムでは小さな咀嚼は認識されず大きい咀嚼のみ認識され指針に沿った咀嚼方法を学習することができる．

3.1.1 システム構成

本システムのシステム構成図を図 2 に示す．体験者の咀嚼を検出する Chewing DETECTOR,咀嚼情報を PC と Chewing TANK に送信する Chewing DEVICE,実際に動作するキャタピラ型戦車である Chewing TANK から構成されている．

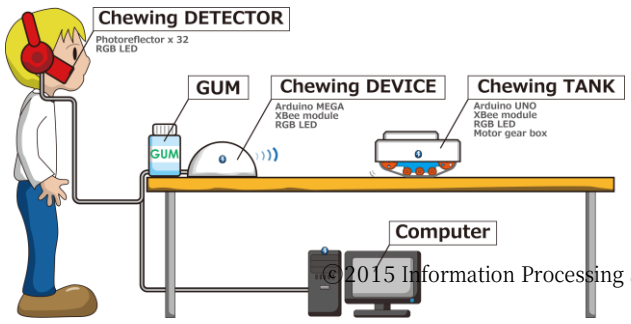

図 2 システム構成図

Figure 2 System configuration.

3.1.2 Chewing DETECTOR

Chewing-Device は体験者が食物摂取時の皮膚表面の起伏によって咀嚼を検出するデバイスである．

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[21]．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[22]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行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．

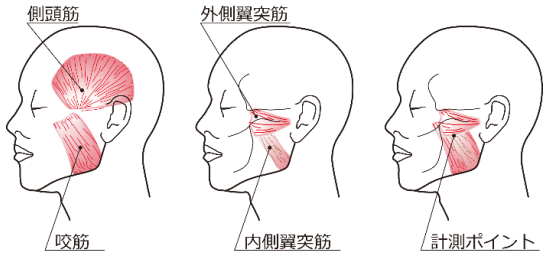

図 3 咀嚼筋

Figure 3 Human Masticatory Muscles.

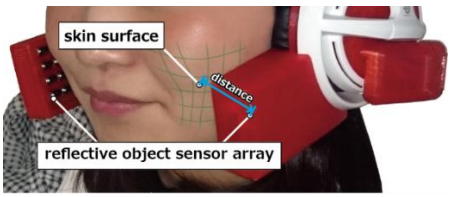

図 4 Chewing DEVICE 外観

Figure 4 Chewing DEVICE.

©2015 Information Processing Society of Japan

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

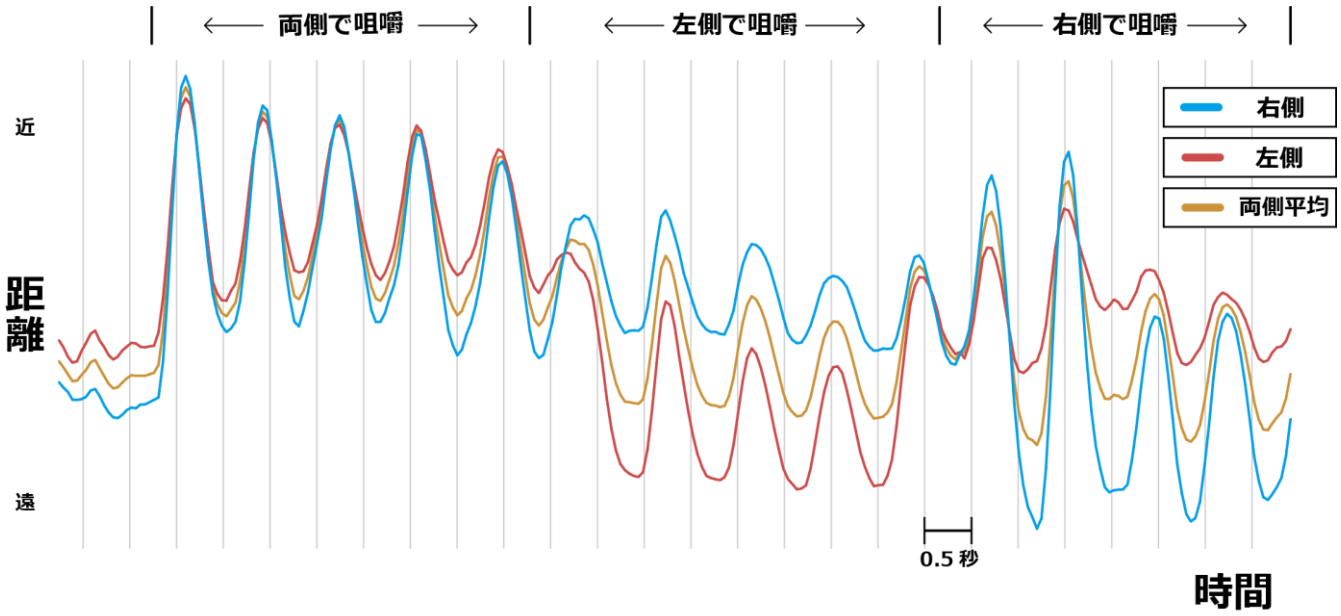

図 5　計測データの一例

Figure 5　Chweing data.

3.1.2.1.　皮膚表面の起伏による咀嚼認識アルゴリズム

Chewing-DETECOR を用いて咀嚼によって発生する皮膚表面上の起伏を，32 個の反射型光センサとの距離によって計測を行う．

同じ反射型光センサを用いてもセンサ毎に個体差が存在することを予備実験で確認している．また，装着者によって咀嚼筋の起伏具合が異なるため，Chewing-DETECOR 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．

咀嚼運動は，一般に下顎の運動を意味することが多く，基本的に開口と閉口の繰り返しである（図 6）．咀嚼運動には個人差があるといわれているが，同一人物が同じ食物を咀嚼するときには，ほぼ同じリズムと運動パターンを示すといわれている．開口と次の開口までに要した時間は咀嚼周期時間と言われている[1] [2] [3]．菅原[23]は，成人に対して筋電図を用いた実験により, ピーナッツ, ビスケット, かりんとう，ニンジンの 4 種類で測定した咀嚼周期時間を 0.54 秒～0.97 秒と報告している．弓削ら[24]は，小学生に対してビデオによる学校給食時の咀嚼行動について調査したところ 0.56 秒～0.74 秒と報告しており、メニューあるいは, 男女による有意差は見られなかったと報告している．さらに浅香ら[25]は小児に対してガム咀嚼における実感を行ったところ 0.86 秒と報告している．これらのことから，本システムでは，両側平均を用いて 1 回の咀嚼における咀嚼周期時間を 0.5 秒～1.0 秒と設定した．また開口開始時と開口終了時の距離と Chewing-TANK の前進距離を対応させた．

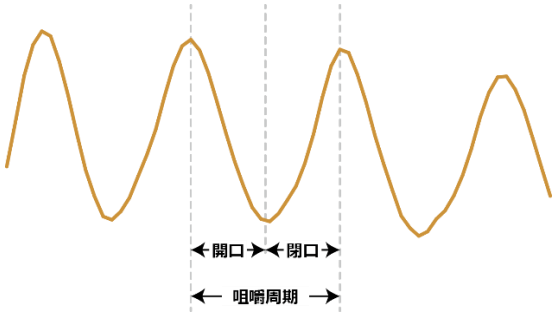

図 6　咀嚼周期

Figure 6　Chweing cycle.

3.1.3 Chewing DEVICE

Chewing-Device は Chewing-DETECOR から得られたセンサ情報を PC と Chewing-TANK に送信するデバイスである．ArduinoMEGA,XBee モジュールが搭載されている．

3.1.4 Chewing TANK

Chewing-TANK には，Arduino UNO, XBee モジュール, RGB-LED,モータギアボックス，バッテリーが搭載されており Chewing-DEVICE から送られてきた制御信号を XBee による無線通信で受信し TANK の前進, 旋回, 停止を行う．体験者の好みに合わせて RGB-LED を発光させることも可能である．また，TANK 上部に市販の人形も配置することが可能である（図 7）．

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

図 7　Chewing TANK
Figure 7　Chewing TANK.

3.1.5 GUM

体験者が摂取する飲食物には，実際の生野菜を用いることも可能であるが，調理や衛生面，コスト面を考慮して市販のガムを用いることとした．

3.2　ゲーム体験の流れ

提案システムのゲーム体験の流れについて説明する．

体験前に必ず摂取するガムに対しての成分表記とアレルギー表記を行い食物アレルギーの保持者及び，保持の可能性のある体験者に対しては体験を控えるように対策を講じた．体験者が子供の場合には，引率している保護者に対しての確認を義務付けた．次にアルコール消毒液を用いて体験者自身の手で手の消毒も義務付けた．次に体験者が Chewing-DETECTOR を装着しガムを咀嚼しキャリブレーションを行う．体験者は TANK に搭載する人形と好みの色を設定するとゲームが開始される．ゲームは 2 名で行い，スタート地点からゴール地点までどちらが早く到着できるか競い合うゲームシステムである．相手より大きな咀嚼を行い先にゴールに到着すると勝者となる．

4.　展示

飲食物の摂取による咀嚼をゲームコンテンツのトリガーに設定することで子供たちの行動を誘導，誘発し咀嚼回数を増加させる可能性を調査するためディスカバリーラボ ISHIKAWA2014 にて 2 日間展示を行った．展示の様子を図 8 に示す．

展示では，より多くの咀嚼を行おうと，設定した咀嚼周期よりも短く小刻みに咀嚼する姿が見られた．咀嚼が認識できず首を傾げる姿が観測された．このため，大きな咀嚼をリズムよく行わなければならないことを伝えた．我々が，リズムを伝えるために「むしゃ，むしゃ」「もぐ，もぐ」と掛け声を出すと体験者はそれに従い咀嚼する姿が見られた．また，引率する保護者や周りの友人など周囲の聴衆も一緒になって掛け声を出す姿なども見られた．

子供たちにおいて，Chewing DETECTOR が頭からずり落ちないよう頻繁に触れられることにより，咀嚼を計測できなくなることも生じた．Chewing DETECTOR は，体験者が激しく動いた場合でも計測できるよう制作を行った．しかし，ベースとなっているヘッドセットが大人用であったため，子供の頭からはずり落ちそうになったと考えられる．今後, 子供の頭にもフィットするような改良が必要である．

図 8　展示風景
Figure 8　Exhibition.

5.　おわりに

今回，我々は咀嚼に注目し，咀嚼をゲームコンテンツのトリガーに設定することで子供たちの行動を誘導，誘発し咀嚼回数を増加させる可能性のある実世界型の食育シリアスゲームの提案をおこなった．開発した咀嚼タンは、ゲーム実施者とその周りの聴衆が一体となる会場型のゲームとなりうることが展示により明らかになった。

近年よく見られる，ポータブル式のゲーム機は，聴衆の前で注目されながら実施されることはない．インターネットを使用した集団ゲームにおいても，プレイしている自身の姿が実際に注目に晒されるわけではない. これらに対し，会場型のゲームはプレイヤーが聴衆の前で注目されながらゲーム実施される．そしてゲームで成功すると聴衆から賞賛が得られ，その行動が強化されることにつながる．

Skinner BF は，人の行動の大半はオペラント条件付けによって形成される行動とみなすことができると述べている [26]. 刺激に対して起こる自発的・能動的反応（行動）は，引き続くその結果によって強化され，行動変容はこのオペラント条件付けによっておこされるとされている．この場合の強化子はほとんどがご褒美のような価値をともなうイベントの発生（直接的強化，あるいは外的強化）である．

ある行動に対し，行動の結果によってその行動を強化することを随伴性の管理という．ゲームに対し咀嚼する行動

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan

の付随は，現代の子供たちにとって，咀嚼するという行動に対する大きな強化刺激になると考えられる．

会場型のゲームにおいては，ゲームプレイヤーのプレイを観察している聴衆である幼児らは，自分以外の幼児が成功し，ゲームを楽しんでいる姿を見ることによって，自分もできる可能性を感じることができ，自分もゲームに取り組むという行動をとりやすくなる．これは，Bandura A による社会認知理論である．人の学習は自分自身の経験から行動を学ぶだけではなく，人の行動を観察し，模倣することによって学ぶことができるといういわゆる観察学習によるものである．また，人が達成し褒められる，あるいは，より一層頑張る姿を観察することによって，自分の行動も強化されるような代理強化が生じる．この，社会的認知理論における強化子は，先の Skinner BF の強化子がほとんど外的強化（直接的強化）であることに対し，内的強化（代理強化）という考えが加わっていることに特徴がある．この観察学習や代理強化で重要な因子としてあげれらる点として，モデルになる者が，自分とかけ離れていない人物であること，また幼児がプレイし，成功しているのを観察することが重要であり，これらの要因によって，会場型のゲーム設定が有効となることが推測される．

今後も，食行動をゲームコンテンツ内のトリガーに設定することで子供たちの行動を誘導，誘発する体験型の食育シリアスゲームの提案をおこなっていく予定である．

参考文献

1) 日本咀嚼学会編: 咀嚼の本-噛んで食べることの大切さ-,口腔保健協会 (2008).
2) 中村嘉男: 咀嚼する脳-咀嚼運動をコントロールする脳・神経の仕組み-,医歯薬出版(2006).
3) 川端晶子, 斎藤滋: サイコレオロジーと咀嚼,建帛社(1995)
4) 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 V（応用科学　家政学編）,46(2007).
5) 食べもの文化編集部: 子どもの偏食・野菜嫌い―いつかはきっと食べられる，芽ばえ社,(2003).
6) 今田純雄: 『食べることの心理学』,有斐閣(2005).
7) P Pliner: The effects of mere exposure on liking for edible substances.Appetite,3,283(1982).
8) 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.497-487(2001).
9) Massimiliano Zampini, Charles Spence: THE ROLE OF AUDITORY CUES IN MODULATING THE PERCEIVED CRISPNESS AND STALENESS OF POTATO CHIPS, Journal of Sensory Studies, Vol.19, Issue5, pp. 347-363(2004).
10) 小泉直也, 田中秀和, 上間裕二, 稲見昌彦: Chewing JOCKEY　-咀嚼音提示を利用した食感拡張装置の検討-,日本バーチャルリアリティ学会論文誌,Vol.18 No.2, pp141-150(2013).
11) Hiromi Nakamura, Homei Miyashita: Augmented Gustation using Electricity, ACM Augmented Human International Conference2011 (AH2011), 34:1-2(2011).
12) Takuji Narumi, Shinya Nishizaka, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa, Michitaka Hirose: Augmented Reality Flavors: Gustatory Display Based on Edible Marker and Cross-Modal Interaction, CHI'11 Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems, pp.93-102(2011).
13) Takuji Narumi, Yuki Ban, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa, Michitaka Hirose: Augmented perception of satiety: controlling food consumption by changing apparent size of food with augmented reality, CHI '12 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems,pp109-118(2012).
14) 門村亜珠沙, 塚田浩二, 椎尾一郎: TeaTheremin:食事体験を豊かにするインタラクティブな茶器の提案,インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ 2012,147-148, Aomori, Japan, December 6-8 (2012).
15) Manami Katoh, Sayo Nakamura, Sakiko Ikeno, Toshimi Kikuchi, Shinya Kudo, Hiroyuki Kajimoto: ViVi-EAT: Augmentation of Food-flowing Sensation using Tactile Feedback, Laval Virtual ReVolution 2013, Laval, France(2013).
16) W. James: The principles of psychology. New York, Dover Publications. Vol.2(1950).
17) S. Tomkins: Affect, imagery, and consciousness: The Positive affects. Springer, New York, Vol.1(1962).
18) F. Strack, F. Martin and S. Stepper: Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: A non-obtrusive test of the facial feedback hypothesis, Journal of Personality and Social Psychology, vol.54, no.5, pp.768-777(1988).
19) Takuya Iwamoto, Shinji Ogura, Yusuke Sasayama, Keita Mura, Yoshitaka Toda, Takayuki Kosaka: -Blowgun system activated by mouth odor- "La flèche de l'odeur" , Laval Virtual International Conference,pp371-374(2009).
20) Takuya Iwamoto, Yusuke Sasayama, Mitsuo Motoki, Takayuki Kosaka: "Back to the Mouth", SIGGRAPH 2009 Emerging Technologies (2009).
21) 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).
22) 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).
23) 菅原美佳: 鼻閉時の食物咀嚼に関する研究,小児歯科学会,35(4),pp684-698(1997).
24) 弓削公, 斎藤滋: ビデオによる食行動の定量的評価-学校給食時の学童の咀嚼行動について-,日本咀嚼学会,12(1),pp33-41(2002).
25) 浅香めぐみ, 太田勲, 坂口也子, 菅原美佳, 五十嵐清治: 小児の鼻閉時における呼吸周期および咀嚼周期,小児歯科学会,38(1),pp212-217(2000).
26) Eiichi Hata, Yuriko Doi: Behavioral Science-Theory and Application for Health Promotion. (Published Nankodo ,2003).

ⓒ2015 Information Processing Society of Japan