

快適度を下げずに電力ピークシフトに貢献する行動を 学習可能なシリアスゲームの提案

中村 仁美^{†1} 上山 芳隆^{†1} 荒川 豊^{†1} 安本 慶一^{†1}

概要: 効率の良い発電を行うには、ピーク需要の平滑化（以下ピークシフトと呼ぶ）が有効な方策であるが、ピークシフトを実現するためには消費者によるピークシフトに貢献する行動が不可欠である。しかし、消費者は快適度をなるべく下げないような具体的なピークシフト貢献行動に関する知識がなく、現状では、電力会社の一方的かつ大まかな要請に従うほかない。本稿では、ピークシフト貢献行動を容易に学習可能なシリアスゲームを提案する。学習のためには、電力使用を共有する系（会社やビル、集合住宅など）において、(1) 時間軸に沿った全体の電力の使用状況および予定が分かること、(2) 各居住者の電力使用行動（家電などの使用に対応）の時間帯をずらすことにより、その居住者の快適度がどれだけ低下するかが分かること、(3) 自身の努力だけではピークシフトが限定的である場合に、他の居住者への協力を促せること、が必要である。提案するゲームは、複数の仮想的な居住者が集合住宅で生活している状況において、プレイヤーが一人の居住者の電力消費行動を変更することでピークシフトを実現するという形式をとる。各電力消費行動を、縦が消費電力、横が使用時間のブロックで表現し、共同体の全居住者のブロックを時間軸上に積み重ねて表示することで、時間帯ごとの電力需要を直観的に把握できるようにするとともに、プレイヤーがブロックを移動した際に、行動の種類や変更時間に応じて居住者の快適度が減少する仕組みを設ける。さらに、自身がブロックをずらすだけではピークを低くできない場合に、他のプレイヤーにブロックの移動を呼びかけ、応じた場合に特別な得点を得る制度なども導入した。上記で述べたゲームを実装中であり、今後複数の被験者により、ピークシフト行動の学習効果を評価することを予定している。

キーワード: 電力ピークシフト, シリアスゲーム

1. はじめに

現在日本の発電システムでは消費者の需要に合わせた発電を行っている [1]。電力の需要がピークに達する時間帯にはそれに合わせ発電設備の稼働数を増加させ、需要の少ない時間帯には稼働数を減少させている。発電所の運転、停止にはそれに伴うコストがかかるため、同じ発電量であれば発電所を稼働させ続けるほうが効率のよい発電を行うことができる。効率のよい発電を行うためにはピーク需要を平滑化（以下ピークシフトと呼ぶ）し、ピーク時とそれ以外の需要の差を縮め発電所の運転、停止の切り替えを減少させる必要がある。ピークシフトを実現するためには消費者の協力が必要不可欠である。消費者がピーク需要を避けるように電力の消費を行うことで、ピークシフトを実現することができる。しかし、一般に消費者はどのような行動をとればピークシフトに貢献できるかを理解していないため、

ピークシフトを実現するためには消費者にピークシフトに貢献するような行動を学んでもらう必要がある。一般的な学習方法として書籍などの学習教材を使用した学習方法があるが、この学習方法では消費者が飽きて学習を中止する可能性がある。またピークシフト貢献行動は電力需要から自身の電力消費予定を柔軟に変更する必要があるため、長期的な学習が必要になると考えられる。従って、ピークシフト貢献行動の学習には長期間自発的に学習を行い続けられるような学習の仕組みを作る必要がある。

本稿では、消費者に長期的に自発的な学習を促すようなシリアスゲームを提案する。シリアスゲームとは教育を始めとする社会の諸領域の問題解決のために利用されるデジタルゲームのことである [2]。ゲームはプレイヤーのレベルに適した制約設定、ポイントやトロフィーなどのフィードバック・報酬といった人を作業に没頭させる仕組みを持っている [3]。これらのゲームの仕組みをピークシフトの学習に取り入れることにより、消費者の長期的かつ自発的な学習を促すことを目標とする。

^{†1} 現在、奈良先端科学技術大学院大学
Presently with Nara Institute of Science and Technology

提案するゲームの目的はプレイヤーに快適度をなるべく低下させないピークシフト貢献行動を学習させることにある。そのためには、使用電力を共有する系（会社やビル、集合住宅など）において、(1) 時間軸に沿った全体の電力の使用状況および予定が分かること、(2) 各居住者の電力消費行動（家電などの使用に対応）の時間帯をずらすことにより、その居住者の快適度がどれだけ低下するかが分かること、(3) 自身の努力だけではピークシフトが限定的である場合に、他の居住者への協力を促せること、が必要である。提案するゲームでは、複数の仮想的な居住者（以下アバタと呼ぶ）がそれぞれの生活スタイルで電力消費行動を行っている集合住宅をピークシフトの対象とし、各アバタに対し、その電力消費行動の変更をゲームプレイヤーが操作するものとする。そして、上記(1)を反映するため、各アバタの今後の電力消費行動を消費電力の大きさを縦方向、使用時間を横方向にとったブロックで表現し、全アバタのブロックを時間軸上に積み重ねて表示する。これにより、プレイヤーはピークとそうでない時間帯を直観的に把握し、自身の操作するアバタのブロックを適切にずらすことで、ピークシフトに貢献し、ピークの削減度合いに応じた得点を得る。上記(2)を反映するため、アバタの快適度（家電を使用したい時間帯に使用できたかを表す度合い）を導入し、プレイヤーがブロックを移動することにより、快適度が減少する仕組みを設ける。この際、実世界と同様に、アバタの生活スタイルや行動の種類、ブロックを移動する時間の大きさに応じて、快適度の減少度合いを設定する。アバタの快適度をゲームの得点に反映するため、一定期間毎に快適度に応じたボーナス得点を加えるとともに、快適度が一定の閾値を下回ると、ブロックの移動を制限するなどの仕組みを導入する。ただし、快適度は時間の経過とともに徐々に回復させるものとする。上記(3)を実現するため、プレイヤーはピークを解消したい時間帯を指定し、他のプレイヤーにその時間帯に存在するブロックの移動を促す仕組みを設ける。このようなプレイヤー間の協力によるピークシフトにボーナス得点を与えることで、一人では達成できないピークシフトへの積極的な参加を促す。以上のゲームをプレイし高得点を目指すことで、プレイヤーは、快適度を低下させずにピークシフトに貢献する行動を学習することができると考えている。

以下、2章で関連研究に就いて述べ、3章でピークシフト貢献行動を効率よく学習させるための要件を述べる。4章で、提案するゲームの基本設計について述べ、5章で具体的なゲームデザインを行う。最後に、6章で本稿のまとめを述べる。

2. 関連研究

本章では、シリアスゲームに関する既存研究とエネルギー問題を扱うソーシャルゲームおよびアプリケーション

に関する既存研究について概説する。

2.1 省エネルギーを目標とするソーシャルゲーム

Liuら[4]は、家庭内の省エネルギーを目標とするゲームEcoIslandの提案、評価を行った。EcoIslandでは、ユーザが自身で省エネルギーの目標値を設定することができる。消費電力は家電に取り付けられたセンサに表示される消費電力をプレイヤーが携帯電話を使ってゲームに送信することでゲームに反映される。目標の達成度により、画面の状態やゲーム内のアバタのアドバイスが変化し、目標が達成されるとゲーム内のアイテムを獲得することができる。評価実験ではEcoIslandを使用した場合と使用しなかった場合の省エネルギーに対する意識や実際の消費電力の比較を行っている。その結果、EcoIslandを使用した場合にはプレイヤーがより省エネルギーを意識するようになったという結果が得られた。

この研究における問題点は、目標値をプレイヤー自身で設定している点、および消費電力を自己申告で行っている点が挙げられる。また、この研究では省エネルギーを目標として消費電力のみで達成度を評価しているが、我々の提案手法はピークシフトを目標として消費電力と快適度により達成度を評価しており、その点で異なっている。

2.2 省エネルギー度合いのランキングやユーザ同士のインタラクションを取り入れたアプリケーション

Fosterら[5]は、ランキングやユーザ間のインタラクションなどのソーシャルネットワークの要素をシステムに取り入れることによって、ユーザに競争を促すアプリケーションの提案、評価を行った。実験ではソーシャルネットワークを取り入れたアプリケーションと取り入れてないアプリケーションの比較を行い、ソーシャルネットワークを取り入れたアプリケーションを使用した回数、取り入れていない場合の5倍になるという結果が得られた。

この研究ではランキングによりユーザ同士の競争を促しているが、我々の提案手法では、ピークシフトを実現するためにユーザ同士の競争に加え協調行動を促すという点で異なっている。

2.3 子供を対象とした食事に関するシリアスゲーム

Kadomuraら[6]は、子供を対象とした食事に関するシリアスゲームHUNGRY PANDA 2の提案を行った。HUNGRY PANDA 2ではフォークの持ち手に加速度センサと色センサを埋め込み、フォークの状態と皿に残っている食材やフォークに刺さっている食品の情報をスマートフォンに送信する。スマートフォンでは食事状況のフィードバックを、ゲームのキャラクタであるパンダを通して画像と音声で行う。様々な色の食材を食べるとゲームのスコアが上がり、食事中にフォークを机に置いたりフォークを持った

まま食事をしない状態が続く場合には食事再開を促すような画像とメッセージが表示される。以上により、プレイヤーが正しい食事の仕方を学習することができる。

この研究は、子供に栄養的にバランスの良い食事を摂り、食事に集中させるよう、センサ付きフォークを用いて行った食事行動がゲーム中のアバタと連動している点で直接的な学習法であると言える。一方、我々の提案手法は、ピークシフト貢献行動によるアバタの快適度変化がプレイヤーの実際の生活行動と連動しておらず間接的な学習となっている点で異なる。我々の提案手法への実際の生活行動と連動させる仕組みの導入については今後の課題である。

2.4 健康的な食事習慣の学習を促すゲーム

Andrea ら [7] は、大人を対象に健康的な食事習慣の学習を促すゲーム OrderUP! の提案、評価を行った。OrderUP! ではゲーム内に存在する複数人のキャラクターに対し、プレイヤーは選択肢の中から最も健康的な料理を勧める。プレイヤーには料理をどれだけ素早く選択することができたか、選択した料理により変化するキャラクターのスコア、そして選択肢の正誤がフィードバックとして与えられる。被験者に OrderUP! を使用してもらい食事習慣に関する調査を行ったところ、ゲームで遊ぶことにより自らの食事習慣に対して意識する機会が増えたという意見が挙げられた。

この研究ではゲーム内の複数のキャラクターに対し料理の推薦を行っているが、我々の提案手法ではゲーム内の1体のアバタに対し消費行動を推薦するという点で異なっている。

3. ピークシフト貢献行動の学習に対する問題と解決すべき課題

本章ではピークシフト貢献行動の学習を行うための前提条件を示し、解決すべき課題を明らかにする。

3.1 想定環境と前提条件

東京電力では、法人契約において、過去1年間の各月の最大需要電力のうち最も大きい電力を契約電力としている [8]。契約電力により基本料金が決まり、需要電力が契約電力を一度でも超えると契約電力が上がるため、電気料金を抑制するためピークシフトは必要である。本研究においては、複数の世帯が入居している集合住宅が法人契約しているものと想定し、集合住宅内でのピークシフトを対象とする。

3.1.1 想定する集合住宅と居住者

対象とする集合住宅を A とする。集合住宅 A に入居している世帯は簡単のため全て単身とし、全世帯（居住者）の集合を $A.Resident = \{u_1, \dots, u_n\}$ と表記する。ここで、 n は集合住宅 A の入居世帯数である。

3.1.2 居住者の電力消費行動

各居住者 u_i は、独自の生活スタイルのもと、好きな時間に家電を使用する。家電を使用する行動を電力消費行動と呼ぶ。居住者が使用する家電のうち使用時間帯の変更が可能なものの集合を $Appliance$ と表記する。居住者 u_i により家電 $d \in Appliance$ を時刻 t_1 から t_2 まで使用する電力消費行動（予定含む）を $Action_i(d, t_1, t_2)$ と表記する。

3.2 ピークシフト貢献行動

$n = 3$ の時、居住者 u_1 (緑)、 u_2 (黄)、 u_3 (赤) の電力消費行動（予定）が図1のようであったとする。図において、同じ色の連続するブロックは一つの電力消費行動に相当し、赤い線は契約電力を表しているとする。図において、2カ所で契約電力を超えているところがあり、このままでは、それ以降の契約電力が上がり、電気料金が上がってしまう。そこで、 u_1 あるいは u_2 が 12-14 時、17-18 時に予定している電力消費行動（緑、黄）を他の時間帯にずらす（例えば、8-10 時または 19 時以降）ことで契約電力内に収めることができる。このように、居住者が、自身が予定する電力消費行動の時間帯をずらし A 内の需要電力を下げる行動をピークシフト貢献行動と呼ぶ。

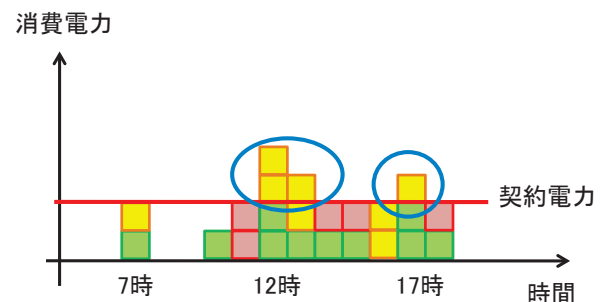


図1 複数居住者の電力消費行動による需要電力の時間推移

3.3 想定するゲーム：目的と要件

想定するゲームはマルチプレイヤーゲームであり、各プレイヤーは集合住宅 A の居住者 $A.User$ のいずれかになりすまし、 A 全体における今後の需要電力の推移を見ながら、電力貢献行動を行う（すなわち、自身の電力消費行動をずらす）ことでポイントを得る。より多くのポイントを得ることがゲームの直接の目的である。ただし、ゲームをプレイする人数が A の居住者数 n に満たない場合には、コンピュータが人間のプレイヤーの代わりを行うものと想定する。

本ゲームをプレイすることで、プレイヤーが、電力重要がピークになりやすい時間帯とその対処法を効果的に学習できることを最終的な目的とする。

3.4 ゲームが備えるべき要件

提案するゲームでは、他の居住者も含めた集合住宅全体

の電力需要が契約電力を超えないよう、かつ、ゲーム中の自分の分身であるアバタの快適度をできるだけ下げないようなピークシフト貢献行動を学習できることが求められる。そのためゲームが備えるべき要件は次の3点である。

- (1) 要件 1: 予定されている電力消費行動およびピーク電力需要が容易に把握できること
- (2) 要件 2: アバタの快適度の低下がプレイヤーのデメリットとして実感できること
- (3) 要件 3: 自身の努力のみではピークシフトを実現できない場合に対処できること

以下では、各要件について詳細に述べる。

要件 1: ピーク需要や電力消費予定の直観的把握が可能なこと

ピーク需要は居住者一人ひとりの電力消費行動によって時間帯や大きさなどの性質が変化する。消費者がピークシフトに貢献するためには、どの時間帯がピーク需要なのか、また自身の電力消費行動予定がピーク需要にどれだけ影響しているのかを把握し、その上で自身の予定を変更する必要がある。従って、ユーザにピークシフト貢献行動を学習してもらうためには、まずピーク需要や自身の消費予定の可視化が必要不可欠である。さらに、これらの要素を直観的に理解できるような工夫も必要となる。

要件 2: アバタの快適度低下が実感可能なこと

実世界では居住者が家電を使用する時間帯を変更すると、本来使用したい時間に使用できなくなり、快適性が損なわれる。この快適性の変化は、使用する家電やどれだけ時間をずらすかによって異なる。快適性が著しく損なわれるような予定変更を居住者が頻繁に行うことは難しいと考えられる。しかしゲーム内では予定変更によるプレイヤーへのデメリットが生じにくいいため、実世界では実現困難な予定変更も行いやすい。実現困難なピークシフト貢献行動を学習すると、実世界でピークシフトを実現することが不可能になってしまう。この問題を解決するためには、ゲーム内でも実世界における不快感のようなデメリットを設け、実現不可能な予定変更を行わせないような仕組みを作る必要がある。

要件 3: 自身の努力のみではピークシフトが実現できない場合への対処

プレイヤーは自身（のアバタ）の電力消費行動を変更することができるが、自身以外の居住者の電力消費行動を変更することができない。そのため、ピーク需要が大きい時や既にピーク需要の時間帯から自身の予定をずらしている場合には、それ以上ピークシフトに貢献することができない。予定変更によるピークシフト貢献度からポイントやトロフィーなどのフィードバックを受け取る仕組みだけの場合、ピーク需要の時間帯に電力消費の予定が無いプレイヤーはそれ以上のポジティブなフィードバックを得ることができなくなってしまう。よって、そのようなプレイヤーが、他

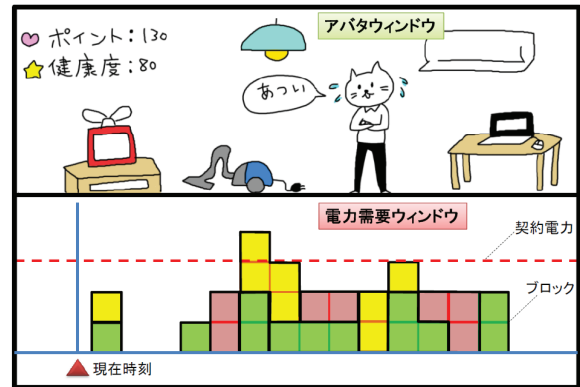


図 2 ゲーム画面のイメージ

のプレイヤーに予定を変更してもらうことで、ポジティブなフィードバックを獲得できる機会を設ける必要がある。

4. ピークシフト貢献行動を学習するためのシリアスゲーム：基本構成とアイデア

本章では、提案するゲームの基本構成と3章で述べた要件を満たすために導入する仕組みについて述べる。

4.1 ゲームの基本構成

プレイヤーの端末上に表示されるゲーム画面のイメージを図2に示す。ゲーム画面の上半分（図2のアバタウィンドウ）には、プレイヤーの分身であるアバタ（集合住宅の一區画に入居する居住者）が家電を使用し、生活を送っている様子が表示される。また、同ウィンドウ左には、これまでに得たポイントとアバタの現在の快適度が表示される。画面の下半分（図2の電力需要ウィンドウ）には、集合住宅全体の時間ごとの電力需要が、プレイヤーのアバタを含む全アバタの電力消費予定の積み重ねにより表示される。ここで横軸は時間を表しており、現在時刻から就寝時刻までの電力消費予定がアバタごとに色分けされた四角のマスで表示される。ここで、一つのマスは横方向が1時間、縦方向が200Wに相当するものとする。太線で囲まれた複数のマスの塊を「ブロック」と呼び、一つのブロックは一つの電力消費行動に相当する。また、ウィンドウ左の垂直方向の青線は現在時刻を表わしており、時間の経過とともにブロックは左にスライドしていく。また、水平方向の赤点線は契約電力を表わしている。プレイヤーは、この電力需要ウィンドウにおいて、ピークシフトのため自身のブロックをDrag&Dropにより他の時間帯に移動することができる。ただし、青線の現在時刻に差し掛かったブロックは移動できないものとする。

以下では、3章で挙げたゲームの要件1-3を満たすために、ゲームに取り入れるアイデアについて詳しく述べていく。

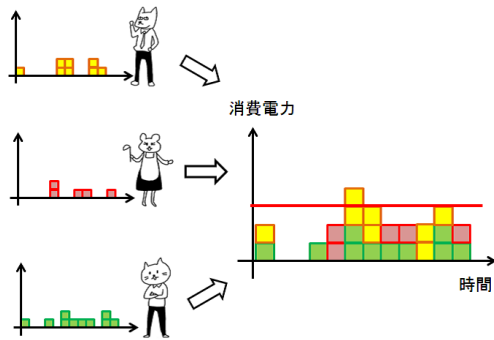


図 3 個人の電力需要と全体の電力需要

4.2 要件 1 を満たすアイデア: ピーク需要・電力消費予定のブロックによる表示

ユーザにピークシフトに貢献する行動を学習してもらうためには、まずピーク需要や自身の消費予定の可視化が必要不可欠である。提案するゲームでは、前節で述べたとおり、個々の電力消費行動を図 2 で示したようなブロックで表現する。ゲーム画面の電力需要ウィンドウには、図 3 のように複数アバタのブロックを積み上げ、系内の電力需要を表現する。ブロックの色は自身のものと他プレイヤーのもので区別し、直観的に自身の消費電力や電力需要を把握することができるようにする。

4.3 要件 2 を満たすアイデア: 予定変更によるアバタの快適度の変化

プレイヤーに実世界でも実行可能な予定変更を学習してもらうために、提案するゲームに**快適度**というパラメータを導入する。快適度は家電を使用したい時間帯に使用できたかを表す度合いであり、実世界における予定変更時に生じる不快感を反映するものである。ゲーム内の快適度は家電を使用したい時間帯に使用するようにより予定変更を行うと向上し、使用したい時間帯から別の時間帯に予定変更を行うと低下する。本ゲームでは快適度を著しく下げようとする予定変更を行うと、貢献ポイントを獲得しづらくなるという仕組みを入れる。よって、プレイヤーがより多くの貢献ポイントを獲得するためには、快適度を著しく低下させないような予定変更を行う必要がある。快適度の変化度合いは、家電の種類と変更する時間帯によって異なるため、これらをゲームに反映する。

4.4 要件 3 を満たすアイデア: 他のプレイヤーとの協調によるピークシフト

既にピーク需要時に電力消費予定がないプレイヤーは、自身の予定を変更してピークシフトに貢献することができない。提案するゲームでは、このようなプレイヤーがポジティブなフィードバック（ゲームポイント）を獲得する機会を設ける。ゲーム内では、上記で述べた既にピークシフトへの行動を実施済みのプレイヤーは、電力需要が一定の値を超

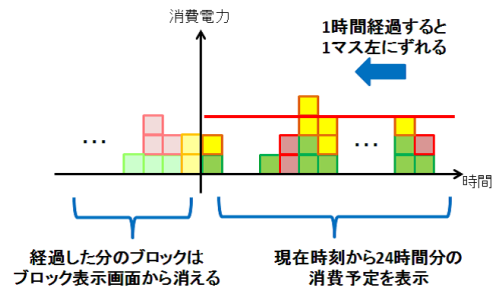


図 4 ブロック表示画面と時間経過

えている時間帯に電力消費行動を予定している他のプレイヤー全員に対して予定変更を依頼できるようにする。依頼が受け入れられた場合には、依頼元プレイヤーと協力したプレイヤーに対して、特別報酬ポイントを与える。このような仕組みを通して、居住者間の協調により効果の高いピークシフト貢献行動を達成できることを、プレイヤーが学習できるようにする。

5. ゲームの詳細設計

本章では、4 章でのゲームの基本構成とアイデアを踏まえ、ゲームの詳細を設計していく。

本ゲーム内でのプレイヤーの目標は、ピークシフトに貢献するような予定変更を行うことで得られるポイント（以下貢献ポイントと呼ぶ）をより多く獲得することである。電力需要がしきい値を超えている時間帯の電力消費行動をずらす行為を、ゲーム内でのピークシフト貢献行動とみなす。ピークシフトに貢献するような予定変更を行うことでユーザは貢献度に応じたポイントを獲得できるが、アバタは家電を使用したい時間に使用できず快適度が低下する。また、電力消費がしきい値（契約電力）を超えてしまった時には、ペナルティとして、関連するプレイヤーからポイントを没収する。さらに、本ゲームでは、プレイヤー間の協調のため、他のプレイヤーにブロックの移動を依頼することを可能にしている。

以下では、まず、アバタの電力消費行動について、5.1 節で述べ、予定変更による貢献ポイントの獲得、ピークシフトを達成できなかった時のペナルティ、アバタの快適度の変化、他のプレイヤーへのブロック移動の依頼について、5.2、5.3、5.4、5.5 節で、それぞれ詳細に述べる。

5.1 アバタの電力消費行動

ゲームでは、1 人のプレイヤーに対し 1 体のアバタが対応する。各アバタは好みの電力消費行動を持っており、それを基に消費電力を表すブロックの配置が行われる（ゲーム開始時には、現在時刻から一定時間分のブロックが初期配置される）。図 4 のようにブロック表示画面には現在から一定時間（24 時間など）後までの電力消費予定が表示され、ゲーム内で 1 時間経過するとブロック全体は 1 マス

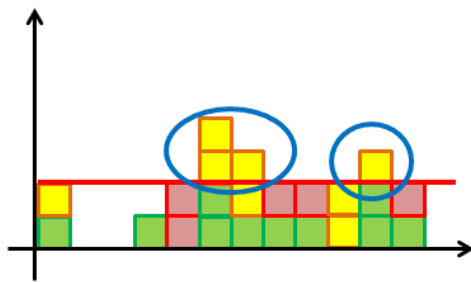


図 5 ピークシフトが必要な場面

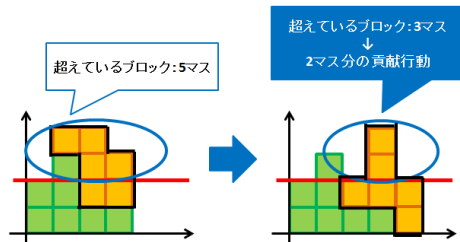


図 6 ピークシフト貢献行動の例

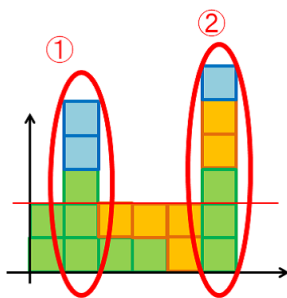


図 7 ユーザへのペナルティの配分

つ左に移動する。経過した分のブロックは動かすことができなくなり、ブロック表示画面からも消える。

ゲームでは、 n 体のアバタ、つまり n 人の居住者を 1 つの系とし、 n 人のプレイヤー（コンピュータプレイヤーを含む）でゲーム内におけるピークシフトの実現を目指す（実装では、 $n = 7$ 程度を想定している）。ゲーム内では図 3 のように、同じ画面に系内全員のブロックを積み上げ、これを系内全体の電力需要とする。

5.2 電力消費予定の変更によるポイントの獲得

本ゲーム内では、契約電力に相当する電力のしきい値が設定されており、そのしきい値を超えている時間帯の電力需要がピークシフトの対象になる。ピークシフトを行う必要がある場面の例を図 5 に示す。プレイヤーは、図 6 のようにブロックを移動させることによって、しきい値より上にあるブロックの数を減少させる。しきい値より上にあるマスを減らした数によって、プレイヤーが獲得する貢献ポイントの値が決まる。

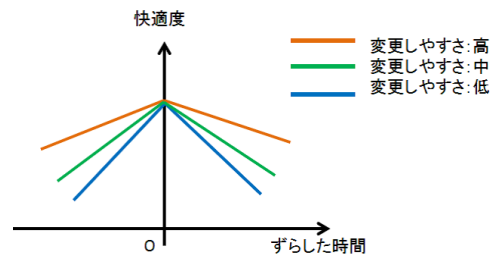


図 8 快適度のグラフ

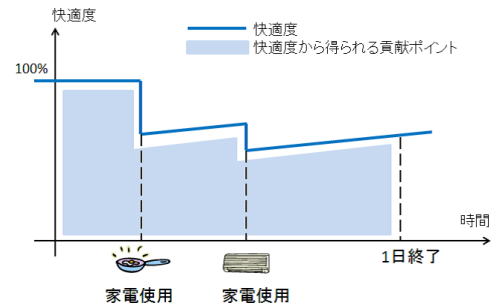


図 9 時間経過と快適度の関係

5.3 ピークシフトを達成できなかった場合のペナルティ

しきい値を上回ったまま電力消費行動が行われた場合は、プレイヤーにピークシフトを達成できなかった事によるペナルティを課す。ペナルティポイントをしきい値からの超過幅をもとに決定し、しきい値を上回っていた時間帯に電力消費行動を行っていたプレイヤーの貢献ポイントから、それぞれの消費電力に応じた割合を没収する。ペナルティポイントを超えマス数 $\times 30$ とした場合、図 7 の (1) では、ペナルティポイントは 90 となり、緑のプレイヤーと青のプレイヤーは、それぞれ 54、36 ポイントが没収される。また、図 7 の (2) では、ペナルティポイントは 120 となり、緑、黄、青のプレイヤーが、それぞれ、60、40、20 ポイントが没収されることになる。

5.4 ブロック移動による快適度の変化

前述のように、アバタが家電を使用したい時間帯から予定を変更すると、快適度が低下する。快適度の低下度合いは、予定変更を行う家電と本来使用したい時間帯からどれだけ移動させるかによって決定する。本ゲームでは、予定変更する時間、家電によって変化する快適度の関数を定義する。快適度の低下度合いを図 8 のような 3 種類の関数で定義する。快適度は家電の種類にも依存するため、家電の予定変更の行いやすさにより 3 種類のうちのどの関数を使用するかを決定する。

快適度が一定の閾値を下回ると、プレイヤーは予定変更を行えなくなる。予定変更が不可能になるとプレイヤーは貢献ポイントを獲得できなくなるため、多くの貢献ポイントを獲得するにはプレイヤーが快適度のしきい値を下回らないような予定変更を行う必要がある。

時間経過と快適度の変化の例を図9に示す。快適度は(予定を変更された)家電を使用するタイミングで低下し、低下した快適度は時間経過とともに徐々に回復する。快適度を高く保ったプレイヤーを優遇するため、ゲーム内で日付が変わる際に、1日分の快適度の積分値が貢献ポイントに追加することとする。この仕組みにより、快適度を高く保つことでより多くの貢献ポイントを獲得できる。従って、より多くの貢献ポイントを獲得するためには、プレイヤーはアバタの快適度の低下を最小限に抑えつつ予定変更を行う必要がある。

5.5 他のプレイヤーへのブロック移動の依頼

既にピークシフトに貢献しているプレイヤーも貢献ポイントを設ける機会として、本ゲームではそのようなプレイヤーが予定変更の依頼を提出できるような仕組みを導入する。予定変更の依頼はピーク需要に電力消費予定がないプレイヤーが、ピーク需要時に電力消費予定があるプレイヤーに対して提出することができる。長期間では、プレイヤーの自発的なピークシフト貢献行動を期待するため、予定変更の依頼は、現在時刻から3時間後までの電力消費予定に対して提出することができる。

依頼を出した時間帯のピークシフトが実現されると、依頼主と予定変更を行ったプレイヤーは追加の貢献ポイントを獲得することができるようにする。これにより、既にピークシフトに貢献しているプレイヤーも貢献ポイントを獲得する機会が発生し、さらにプレイヤー同士の協調行動を促すことも可能になる。

6. まとめ

本稿では、電力消費者にピークシフトの学習を促すためのシリアスゲームを提案した。提案するゲームは、集合住宅内など、電力消費を共有する複数の居住者が生活している環境を対象とし、電力使用予定の変更によるピークシフトへの貢献、予定変更による快適度の変化、および他の居住者との協調によるピークシフトという3つの要件を満たすための仕組みを導入することにより、電力消費者の自発的な学習を促すことができる。

今後、提案したゲームの実装を進め、被験者による実験を行う予定である。その際、貢献ポイントや快適度の変化の度合いなどのゲームパラメタの最適な値や、被験者の習熟度や熱中度、学習したピークシフト貢献行動の実世界での実現可能性などについて調査することを検討している。

参考文献

- [1] 電気事業連合会. 電力需要の負荷平準化 - 電力事情について. <http://www.fepc.or.jp/enterprise/jigyuu/juyou/>.
- [2] 藤本徹. シリアスゲーム - 教育・社会に役立つデジタルゲーム. 東京電機大学出版局, 2007.

- [3] Jane McGonigal. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin Press HC, The, 1 2011.
- [4] Y. Liu, T. Alexandrova, and T. Nakajima. Gamifying intelligent environments. In *Proceedings of the 2011 international ACM workshop on Ubiquitous meta user interfaces*, pp. 7–12. ACM, 2011.
- [5] D. Foster, S. Lawson, M. Blythe, and P. Cairns. Watsup?: motivating reductions in domestic energy consumption using social networks. In *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, pp. 178–187. ACM, 2010.
- [6] Azusa Kadomura, Cheng-Yuan Li, Yen-Chang Chen, Hao-Hua Chu, Koji Tsukada, and Itiro Sii. Sensing fork and persuasive game for improving eating behavior. In *Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*, pp. 71–74. ACM, 2013.
- [7] Andrea Grimes, Vasudhara Kantroo, and Rebecca E Grinter. Let's play!: mobile health games for adults. In *Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing*, pp. 241–250. ACM, 2010.
- [8] 東京電力. 契約電力の決定方法(実量制). <http://www.tepco.co.jp/e-rates/corporate/data/decision/index-j.html>.