

発電貢献による運動不足解消装置の開発

Development of a solving lack of exercise device by contributing to power generation

前田 悠¹ 中津壮人¹

Yu MAEDA¹, Takehito NAKATSU¹

¹ 大阪公立大学工業高等専門学校

¹ Osaka Metropolitan University College of Technology

Abstract: In recent years, the lack of exercise among Japanese people has become a social problem. Therefore, we designed and manufactured a bicycle-type power generation device that includes a mechanical battery as a mechanism, and verified whether it is effective in relieving lack of exercise. We observed behavior using the machine we created. As a result, although it was attractive, it was not effective in relieving lack of exercise.

1. 緒言

1-1. 必要なのはわかってても運動不足

近年、日本人の運動不足が社会課題となっている。運動不足自体は、個人的な問題であるが、不健康な人が増えることで、社会が負担する医療費が増大するなど、社会にとって大きな問題となる^[1]。運動することにより約2割もの医療費削減が可能である^[2]とするデータもある。しかし、人々は運動をしたほうがいいことを既に知っているが、なかなか行動には移せてはいない。

このような状況に対して、運動増進についての呼びかけやプロジェクトが様々実施されている。一例として、公益社団法人日本糖尿病協会が開いている“歩いて学ぶ糖尿病ウォークラリー”というイベントがある。このイベントは、参加者がグループごとに3キロから5キロをウォーキングしながらチェックポイントでクイズに答えていくというもので、知的好奇心をきっかけに歩くことを狙ったものである。このように運動意識を上げるための多くの取り組みがなされているが、厚生労働省が行ったアンケートでは、運動習慣のある人の割合が平成22年から令和元年にかけて下がっており^[3]運動不足はより進んでしまっている。

1-2. 運動不足の原因と解決方針

では、なぜ運動不足になるのか。先の厚生労働省のアンケート調査によると「仕事や家事で忙しい」「面倒くさい」という理由が運動できていない大きな要因となっている^[3]。つまり、日常行動選択肢の中

で運動の優先順位が低いことが伺える。言葉やルールによって運動を直接促す場合、その意義は認識されても、そのきっかけがイベントの時や言われた時だけと限定的で、普段の生活の隙間時間では他の行動より低い優先順位のために運動は後回しになっていると考えられる。このような振る舞いをするのは、人には意思決定をする際、選択肢の価値の認識に双曲割引がかかっているためである。運動効果はすぐに現れないことから、他の日常行動よりも低い価値となってしまい、先延ばしをしてしまう。

つまり、運動不足を解消するには、いかに目の前に効果を示せるか、効果を大きく見せるかが大事であるとの仮説を立てる。そして、そのために本研究では運動効果を実感しやすくする仕掛けを検討することにする。

2. 運動不足解消に資する自転車発電装置

2-1. 運動不足心理を考慮した装置の設定

運動不足につながる背景をさらに整理すると、運動を始めることに抵抗がある、運動を行う時間が無いという2つの要因がある。そこで、前者には運動をしたくなる動機を増やすこと、後者には隙間時間で成立する運動ができる機能を備えることで解決することを考える。動機を増やす部分で、目の前で効果が実感できる要素と効果を大きく見せる要素を組み込むことにする。

まず、隙間時間で成立する運動を考えた際に、ジムにあるトレーニングマシンのような方法がよいと考え、今回は自転車型の装置とした。運動したくな

る動機づけは、通常のアロバイクでは時間や運動量を数値で示すことで工夫している。しかし、その数値が「楽しそう」や「やりたくなる」に直接働きかけられていない。そこで、動機づけを体感的に感じさせるため、自身の運動量が機械的な運動に変換される様子として視覚的に認識できるようにする。具体的にはフライホイールバッテリーによって運動の可視化を行う。さらにフライホイールバッテリーのエネルギーを再利用して発電しおもちゃのクレーンゲームで遊ぶことができるものを製作する(図1)。クレーンゲームの景品は、おみくじにした。人は、他者の存在を意識して行動が変わる。他の人に貢献する行動は、自分のための行動よりも動機づけが高くなるという見込みをたてた。発電貢献で動くおみくじにすることで自分のためだけでなく、自分が漕いでいることで友達がおみくじを引けるように人のためになるという2重の動機づけを狙ったものになっている。

この自転車発電装置は、運動をする装置の使い方が直感的にわかる側面(親近性)とフライホイールバッテリーが見える珍しさの側面(新規性)を兼ねており、誘引性を高める要素⁴⁾を取り入れられていると考える。

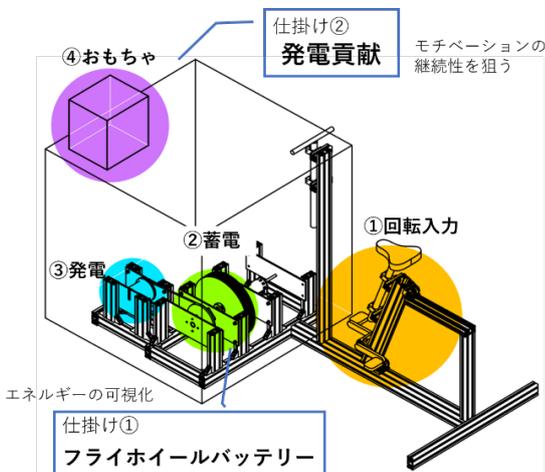


図1 自転車発電装置

2-2. フライホイールの蓄エネルギー量の設定

今回は隙間時間での運動を狙ったものであるから、運動負荷を基準に動作時間を設計するのではなく、クレーン型おみくじを遊ぶことができる最小限の範囲に設計することを考える。

クレーンゲームは市販の家庭用ものを流用し、その必要エネルギー2.25Wの1分稼働分に対しフライホイール部に貯められる回転エネルギーを上回る収

支になるように、フライホイールのサイズやギアの選定を行った。なお損失は全エネルギーの20%としている。

理論計算に基づきフライホイールは比重7.8g/cm³の鋼材で直径300mm厚み32mmの円板に設定した。ケイデンス80rpmで168Jのエネルギーが蓄積される。

2-3. 製作した仕掛装置の発電性能評価

自転車発電装置の設計を行い、実際に製作した。製作時にスプロケットや軸受に抵抗が大きくあったため、フライホイールの厚みは板を重ねる量で調整可能な可変式にしている。

想定通りの性能があるか、所定のケイデンスを与えた後、クレーンゲームの稼働時間を計測して検証を行った。予備実験時点で機械損失が想定20%を大きく超えることが判明したため、以降のフライホイールの厚みは設定できる最大の89.6mmに設定し、改めて各ケイデンスについて5回計測し、その平均値を求めている。実測値と理論値をグラフに表すと図2のようになる。

理論計算と大きく異なる稼働時間であることがわかった。ただし、ケイデンスが上がった分の入力エネルギーが増えた割合に比例して、稼働時間が延びることが確認できた。このようになったのは、理論計算の際に、機械損失の見込みを誤ったからだと考える。特に、ハブダイナモの交流から直流定電圧に変換する回路の損失は一切考慮されておらず、今回用いた変換回路は定電圧にするレギュレーターの仕組みが発熱によって過剰な電力をカットする仕組みだったことが後に判明している。

幸い、クレーンゲームでおみくじを引くのに必要な時間は見込んだ1分より少なく、20秒程度であったため、仕掛けとしては成立できた。

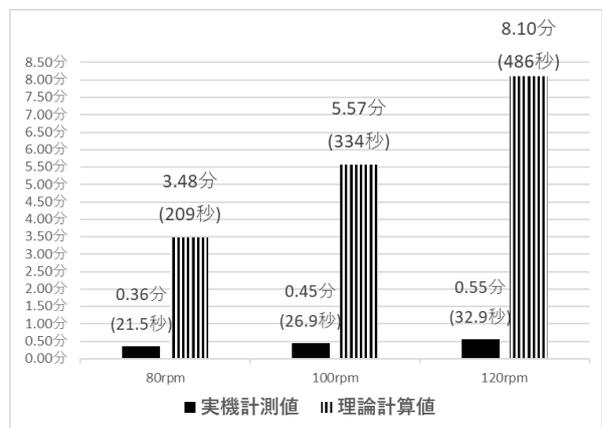


図2 理論値と実機の稼働時間比較

3. 行動観察

3-1 行動観察の概要

普通の自転車と自転車発電装置を設置して、仕掛けとしての誘引性の差を見る対照実験を行った。実験場所は、目に止まりやすく安全が確保しやすい教養棟1階の玄関を選んだため、被験者の多くは3年生となった。1週目は一般的な自転車を設置し、2週目は自転車発電装置を設置して利用者の数の違いや反応の違いがあるのかを行動観察した。1週目を12月11,12,14日(月火木曜日)、2週目を12月18,19,21日(月火木曜日)の昼休みの20分間で行った。記録は手元の集計表に「スルー」「見たが通過」「見て立ち止まった」「立ち止まった」「乗って漕いだ」の分類をして集計した。なお、詳細記録として乗った人の乗車時間と最大ケイデンスも測定し、発言や目立った行動も書き留めた。

3-2 行動観察の結果

行動観察結果のうち、行動分類ごとの集計を図3に示す。また、2つの状況設定の差を比較しやすいよう週ごとに集計したものが表1である。

4. 考察

行動観察結果について仕掛けの誘引性と継続性、そして自転車発電装置の運動不足解消効果の考察をする。

まず、誘引性については、自転車発電装置に誘引性があったと考える。普通の自転車では乗った人

表1 行動観察の結果

	スルー	見たが通過	立ち止まった	乗って漕いだ	合計
1週目					
計	95人	8人	6人	1人	110人
平均	32人	3人	2人	0人	37人
割合	86.4%	7.3%	5.5%	0.9%	100.0%
2週目					
計	65人	24人	14人	5人	108人
平均	22人	8人	5人	2人	36人
割合	60.2%	22.2%	13.0%	4.6%	100.0%

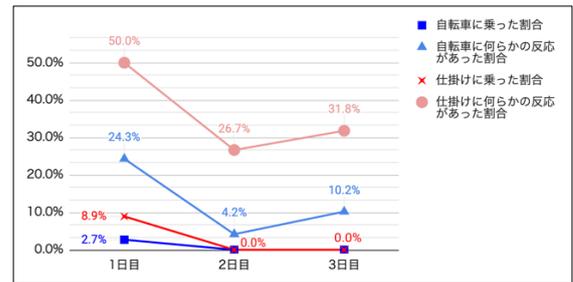


図4 継続性についてのグラフ

は0.9%で、何らかの反応があった人は13.6%。自転車発電装置では乗った人は4.6%で、何らかの反応があった人は39.8%。利用した人が乗った人の割合だと約5.1倍増えており、何らかの反応があった人は約3倍増えている。フィッシャーの正確確率検定を行ったところ、自転車と自転車発電装置に乗った群に対しては $p=0.117$ となり、自転車と自転車発電装置に何らかの反応を示した群に対しては $p<0.001$ となった(表2)。有意水準を0.05とおくと、乗る行動では有意な差はなく、何らかの反応においては有意

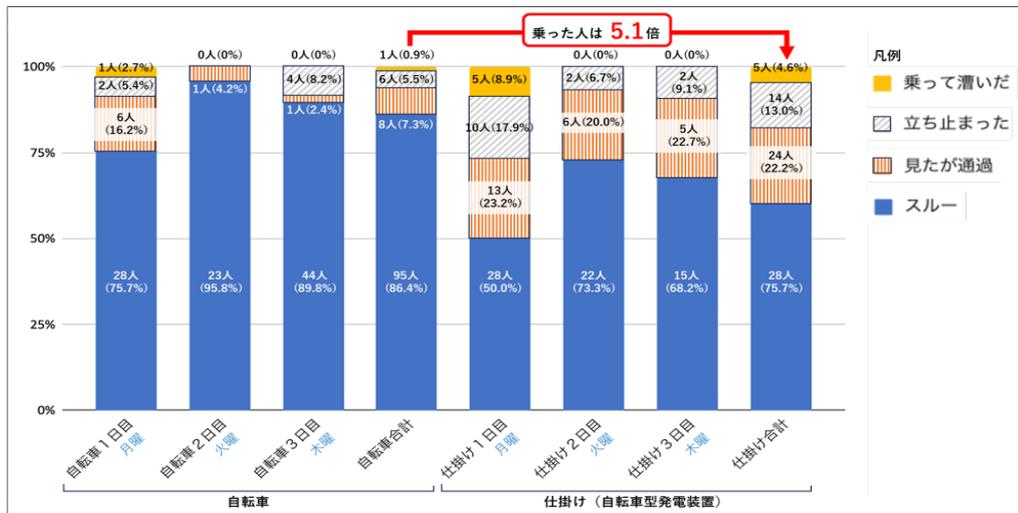


図3 100%積み上げ表示の行動分類

表2 フィッシャーの正確確率検定の結果

(a) 自転車と仕掛けの乗った割合の有意性について

変数	グループ			P値 ²
	N	自転車 N=110 ¹	仕掛け N=108 ¹	
X	218			0.117
0 (乗ってない)		109(99.1)	103(95.4)	
1 (乗った)		1(0.9)	5(4.6)	

¹n(%)
²フィッシャーの正確確率検定

(b) 自転車と仕掛けの反応があった割合の有意性について

変数	グループ			P値 ²
	N	自転車 N=110 ¹	仕掛け N=108 ¹	
X	218			<0.001
0 (反応なし)		95(86.4)	65(60.2)	
1 (反応あり)		15(13.6)	43(39.8)	

¹n(%)
²フィッシャーの正確確率検定

な差があったと言える。正確度 95%とするサンプルサイズは 300 であるが、今回十分なサンプル数ではないことをふまえれば、誘引性があった可能性がある。

次に、継続性については、仕掛け効果の継続性はなかったと考える。図 4 に各日ごとの乗った人の割合と何らかの反応があった人の割合の推移を示す。

自転車も自転車発電装置も 1 日目は乗る人がいたが 2 日目以降はなかった。つまり、装置に何度もやりたい魅力はつくりだせなかったということだ。

最後に運動不足解消については、仕掛けに運動不足解消の効果はなかったと考える。仕掛けを利用し

乗る人はいたが、継続性がなかった。運動不足の解消には一過性の効果では意味がない。また装置としての運動負荷の設定についても、今回は隙間時間の利用を優先したため、健康維持ができるほどの運動負荷は設定できていない。

5. まとめ

自転車発電装置は、仕掛けとして誘引性は、自転車に比較して乗った割合として 5.1 倍ほどあったがそれは初回のみで継続性は発揮されなかった。そのため、運動不足は解消できなかったが、笑顔を増やすことができた。

謝辞

本研究の実施にあたり、多くの方々にご支援いただきました。実験に参加頂いた皆様に、感謝いたします。

参考文献

- [1] 令和元年度 国民医療費の概況,厚生労働省, (2021)
- [2] スポーツや身体運動の促進による医療費削減効果, 文部科学省, (2014)
- [3] 令和元年度国民健康・栄養調査報告, 厚生労働省, (2019)
- [4] 松村真宏: 実践仕掛け学 問題解決につながるアイデアのつくり方, 東洋経済新報社, (2023)