



低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

社会システム編

生活シフトによる健康と省エネルギーの
両立の可能性 (Vol.2)

平成 30 年 1 月

**Possibility of Achieving Both Energy Saving and Good Health
by Lifestyle Shift (vol.2)**

Strategy for Social System

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2017-PP-21

概要

夜型生活から朝型生活へのライフスタイルの転換は省エネに有効とされ[1]、居住者の健康増進も期待される。昨年度に引き続き、朝型生活への転換による睡眠快適性と消費電力の変化に関する実証実験を行い、実際に朝型生活へのシフトを行った場合の省エネルギー効果と睡眠への影響を検証した。早寝早起きと世帯構成員全員が同様なリズムで生活した場合に、特に消費電力が削減できる傾向がみられた。生活シフトの睡眠への影響については起床時眠気、疲労回復などについては個人差が大きく、生活シフトの健康に対する副次的な便益の有無までは言及できないものの、省エネに対する一定の示唆が得られた。

Summary

Changing lifestyle from night-oriented to morning-oriented contributes to energy saving[1]. It is also expected to help promote human health. We conducted experiments to verify the influence on sleep comfort and electricity consumption by switching to a morning-oriented lifestyle. The results showed energy saving to be found in some households, especially in the family of which all members accomplished lifestyle shift together with the lives of the same rhythm. Regarding the influence on sleep quality such as sleepiness on awakening and recovery from fatigue, there were differences according to each individual. It could not be asserted that changing lifestyle into a morning-oriented one resulted in the benefit to health promotion; however, it was indicated that lifestyle shift contributed to energy saving.

目次

概要

1. 背景と目的.....	1
2. 実験の方法.....	1
2.1 実験の内容.....	1
2.2 実験機器と分析方法.....	2
3. 実験の結果.....	2
3.1 生活時間シフトの結果.....	2
3.2 電力消費量の計測結果.....	3
3.3 睡眠快適性の計測結果.....	4
4. まとめ.....	6
5. 政策立案のための提案.....	6
謝辞.....	6
参考文献.....	6

1. 背景と目的

地球温暖化対策計画において、家庭では 2030 年に 39%の温室効果ガス（GHG）の排出削減を目指す重要な位置づけとされている。その中で近年、家庭での生活の行動変容による省エネの可能性が注目されている。HEMS（Home Energy Management System）などを通じて世帯のエネルギー消費量のデータが計測された結果、省エネルギーにつながる可能性のある電力消費カーブの統計的な傾向が解析されている。Ozawa et al.[1]は、冬季以外において生活時間が朝型の家庭は夜型の家庭より消費電力が低いことを示している。一方で実際の世帯で生活時間のシフトを行うことで省エネルギーにつながるかについて検証した例は過去にほとんどない。

著者らは昨年度の提案書[2]において、生活シフトとエネルギー消費の関係を検証するために被験者実験を行い、早寝早起きの省エネ効果が世帯構成員の生活リズムの一致にも依存する可能性を示唆し、また睡眠快適性への好影響が観察されたことを示した。一方で、データのサンプル数が不十分であること、ならびに 2 週間の実験期間の長さが生活シフトへの慣れの点で十分でないことが課題として残された。本研究では、9 世帯 20 人の被験者に対して朝型生活へのシフトを依頼し、あわせて電力消費と睡眠快適性を計測する実験を 3 週間の期間でおこなった。実験を通して、朝型生活へのシフトが省エネルギーに寄与するかどうか、また睡眠快適性という副次的な便益が得られるかどうかについて検証することが本研究の目的である。

本文の構成は以下の通りである。2 章では被験者実験の方法について述べる。3 章では昨年度の第 2 回実証実験と今年度の第 3 回の実験結果をまとめる。最後に 4 章では結果を踏まえた政策立案のための提案について述べる。

2. 実験の方法

2.1 実験の内容

表 1 は被験者実験の内容である。計 3 回の実験のうち、第 1 回と第 2 回は被験者には連続した 2 週間の実験への参加を依頼した。生活シフトの影響を測定するために初めの 1 週間は普段通りの生活してもらい、2 週目は 1 時間の早寝早起きを意識した生活をするよう依頼した。第 3 回は 1 週目を普段通りの生活、2 週目と 3 週目を早寝早起きを意識した生活を依頼した。また第 1 回は各世帯に 1 名の参加であったが、第 2 回と第 3 回は世帯構成員が同時に生活シフトを行う効果を見るために、各世帯で複数人の参加を原則とした。本報告ではこの効果に着目するため、第 2 回と第 3 回の実験参加世帯のうち複数人の参加があった世帯を対象として、結果の報告を行う。

また実験の期間中は、健康への影響として睡眠の質と消費電力量を計測した。

表 1 被験者実験の概略

		第 1 回	第 2 回	第 3 回
期間		2015 年 10 月 4 日～ 17 日	2016 年 7 月～8 月の 任意の 2 週間	2017 年 8 月～9 月の 任意の 3 週間
項目	睡眠快適性計測	睡眠効率 主観的申告	マット型計測器	リストバンド型計測器
	消費電力計測	i-cosmos, 省エネナビ		エネゲート
	被験者数	6 世帯 6 人	9 世帯 21 人	9 世帯 20 人

2.2 実験機器と分析方法

睡眠への影響の評価方法と省エネルギー効果の評価方法、ならびに計測に使用した機器について述べる。

(1) 睡眠状態の評価

睡眠状態の評価は、アンケートを用いた主観的評価と機器を用いた客観的評価の2つからなる。主観的評価では、山本ら[3]が作成した起床時睡眠感調査票 (MA 版) を用いた。起床時睡眠感調査票では起床時に 16 問の質問に回答することで 5 つの因子 (表 2) の主観的な評価が数値化される。この評価値を x とすると、大規模母集団により平均値 μ 、標準偏差 σ と推定された分布を用いて、標準化された評価値 z は式 1 のように得られ、この標準化した評価値 z を解析で用いる。

$$z = 10 \times (x - \mu) / \sigma + 50 \quad \text{式 1}$$

表 2 各因子と対応する質問内容

因子	対応するアンケートでの質問	
I. 起床時眠気	集中力があるか	頭がはっきりしているか
	開放感があるか	今すぐ、調査にテキパキと答えられるか
II. 入眠と睡眠維持	ぐっすり眠れたか	睡眠中にしょっちゅう目が覚めたか
	寝つきが良かったか	眠りが浅かったか
	寝つくまでにウトウトしている状態が長かったか	
III. 夢み	悪夢が多かったか	しょっちゅう夢を見たか
IV. 疲労回復	疲れが残っているか	不快な気分であるか
	体がだるいか	
V. 睡眠時間	食欲があるか	睡眠時間が長かったか

客観的評価では、第 2 回実験では Jowbone 社のリストバンド型活動量計「UP2」、第 3 回実験では FITBIT 社のリストバンド型活動量計「ALTA」を用いた。ともに睡眠に関するデータ (就寝時刻、入眠時刻、起床時刻) が取得でき、これを用いて睡眠効率 (実睡眠時間 / 睡眠時間) を算出する。

(2) 省エネルギー効果の評価法

被験者の世帯に合わせて 2 種類の消費電力量の測定機器を用いた。第 1 回実験の 6 世帯と第 2 回実験の 5 世帯については科学技術振興機構低炭素社会戦略センターの「電力使用量見える化実験」に参加しており、同実験の WEB サービス「i-cosmos」にて取得した電力データを利用した。残りの第 2 回実験の 4 世帯は消費電力量測定機器である中国計器社「省エネナビ」を設置して消費電力データを取得した。第 3 回実験の 9 世帯は、エネゲート社の電力計測システム「スマートゲートウェイ」を使用した。また空調機器の影響を考慮するため、T&D 社「おんどとり」によって室温を計測・収集した。

3. 実験の結果

3.1 生活時間シフトの結果

表 3 は第 2 回と第 3 回実験の生活時間のシフトの結果である。ここで就寝時刻の 1 週目平均値に対して 2 週目以降の平均値が早くなった場合を早寝成功、同様に起床時刻の 1 週目平均値に対

して2週目以降で早くなった場合を早起成功とし、両方成功した場合に早寝早起成功とした。第2回実験では21人中11人、第3回実験では20人中12人が早寝早起きの生活時間のシフトを達成した。ただし第2回実験結果と同様に1時間の早寝早起きの依頼に対して、早起きを達成したグループでも平均で20~30分程度と短時間の生活時間のシフトであった。

表3 生活時間シフトの結果

	人数	Ave.シフト時間(h)		
		就寝時刻	起床時刻	
第2回 実験	全被験者	21人	-0.18	-0.26
	早寝早起き成功	11人	-0.38	-0.53
	早寝早起き失敗	10人	0.03	0.04
第3回 実験	全被験者	20人	-0.20	-0.03
	早寝早起き成功	12人	-0.49	-0.33
	早寝早起き失敗	8人	0.22	0.42

3.2 電力消費量の計測結果

(1) 電力消費量の補正モデル

第2回、第3回の実験は夏季に行われたため、電力消費量はエアコンによる消費電力を通して気温に依存する。気温の影響を除去するため、まず電力消費量を気温で説明する回帰モデルを作成した。推定には第2回実験は実験期間の2週間、第3回実験は7月10日~9月10日の1日の世帯ごとの電力消費量のデータと、各日の平均気温を用いた。

(2) 電力消費量の変化

世帯ごとのモデルを用いて、1日の電力消費量の補正を行い、1週目（普段通りの生活）と2週目・3週目（朝型生活）の電力消費量を比較した。計13世帯についての結果を表4に示す。11世帯で生活時間シフトを実行した2週目以降に減少した。13世帯では最大で14%の減少、平均で3%電力消費量が減少している。

表4 朝型シフトによる電力消費量の変化

		平均電力消費量(kWh/日)				
		第1週	第2-3週	変化量	%	補正の備考
第2回	世帯1	4.5	4.5	-0.0	-1%	実験期間のみ回帰
	世帯3	8.8	8.1	-0.7	-8%	補正無
	世帯4	15.1	14.6	-0.4	-3%	実験期間のみ回帰
	世帯6	4.7	4.3	-0.4	-9%	実験期間のみ回帰
	世帯9	12.7	13.6	0.9	7%	実験期間のみ回帰
第3回	世帯1	10.7	10.3	-0.3	-3%	
	世帯3	16.1	14.7	-1.4	-8%	
	世帯4	11.8	11.5	-0.3	-2%	
	世帯5	15.5	15.3	-0.2	-1%	
	世帯6	14.9	13.7	-1.2	-8%	
	世帯7	8.0	6.8	-1.1	-14%	補正無
	世帯8	12.7	12.0	-0.7	-5%	補正無
	世帯9	13.6	15.3	1.7	12%	補正無

昨年度の提案書[2]では、電力消費量は世帯全員が早寝早起きを達成した場合または生活リズムの一致度が高くなった場合に削減効果があると示唆している。これを踏まえて生活時間のシフトおよび世帯内での生活リズムの一致度の変化による電力消費量への影響を評価するため重回帰分析を行った。被説明変数は気温の影響を補正し、世帯ごとに実験期間の平均値と標準偏差を用いて標準化した電力消費量とした。説明変数は世帯全員が早寝を達成したときの効果、世帯全員が早起きを達成したときの効果を測定するためのダミー変数をそれぞれ用意した。さらに説明変数に生活リズムの一致度として設定した就寝時刻のコサイン類似度と起床時刻のコサイン類似度の1週目に対する差分を用いた。

表5は電力データの欠損がなかった13世帯のうち被験者が2人であった11世帯の生活時間のシフトおよび世帯内での生活リズムの変化による電力消費量への影響を評価する回帰分析の結果である。早起き達成ダミーが5%から10%有意で負の係数をとった。一方早寝達成ダミーは有意ではなかった。また生活リズムの一致度の変数は有意ではなかったが、就寝時刻のコサイン類似度は負の係数をとった。したがって電力消費量減少には世帯全員の早起きの達成は有意であり、加えて就寝時刻の一致度が高いとより効果があると示唆される。つまり、家族全員がそろって早寝早起きをすることが、電力消費量を減らすことにつながる可能性がある。

表5 電力消費量への影響の回帰分析

DV 標準化電力消費量				
	切片	0.69 ***	0.74 ***	0.67 ***
	早寝達成ダミー	0.23		
IV	早起き達成ダミー	-0.60 **	-0.54 **	-0.47 *
	就寝時刻のコサイン類似度	-0.33	-0.28	-0.40
	起床時刻のコサイン類似度	3.98	3.98	
	補正R ²	0.02	0.02	0.02
	F値	0.09	0.06	0.06

*, **, ***は夫々10%, 5%, 1%有意水準

3.3 睡眠快適性の計測結果

表7、8はそれぞれ第2回実験の早起き成功した被験者11名と第3回実験の早起き成功した被験者12名に対する生活時間のシフトによる睡眠への影響を評価する回帰分析の結果である(表6に変数の説明を示す)。表7の生活シフト効果ダミーと表8の1週目効果ダミーをみるといずれも有意ではなく、係数はそれぞれ正負混在している。したがって生活時間のシフトによる睡眠快適性への影響は個人差が大きい傾向があるといえる。また表8の1週目効果ダミーと2週目効果ダミーを比較してみると因子I(起床時眠気)、因子III(夢見)では悪化、因子II(入眠睡眠維持)、因子IV(疲労回復)では改善であった。したがって因子II(入眠睡眠維持)、因子IV(疲労回復)は1週間と比較的短期間で改善するが因子I(起床時眠気)、因子III(夢見)では改善までより長期を要することが示唆される。

生活時間のシフトの影響を評価する項目以外をみると、第2回実験と第3回実験ともに因子I(起床時眠気)、因子IV(疲労回復)は入眠時刻が早くなると改善することが1%から5%有意で示された。その他項目では第2回実験と第3回実験で一貫して有意な結果が得られたものはなかった。つまり、早寝早起きへのシフトが睡眠に与える影響は、生活の変化への慣れによって効果がみられるものの、その効果は個人によってかなりばらつきがあることがわかった。

表6 説明変数と被説明変数

	変数	説明
被説明変数	睡眠快適性	1週目の睡眠快適性(因子I~IV)との差
説明変数	入眠時刻	1週目の平均入眠時刻との差
	起床時刻	1週目の平均起床時刻の差
	早起きダミー	1週目の平均起床時刻が6時以降なら0、6時以前なら1
	休日ダミー	平日なら0、休日なら1
	後半ダミー	1週目なら0、2週目なら1(第2回実験のみ)
	2週目ダミー	1週目、3週目なら0、2週目なら1(第3回実験のみ)
	3週目ダミー	1週目、2週目なら0、3週目なら1(第3回実験のみ)

表7 睡眠への主観的影響の回帰分析(第2回実験)

睡眠快適性	因子I 起床時眠気	因子II 入眠睡眠維持	因子III 夢見	因子IV 疲労回復
切片	1.16	-0.56	0.05	1.28
入眠時刻	-1.75 **	0.39	1.37 **	-1.65 **
起床時刻	1.41	4.02 ***	1.69 **	0.98
早起きダミー	-3.29 **	0.20	0.40	-3.27 ***
休日ダミー	0.14	1.69	-0.67	-0.33
後半ダミー	2.35	2.09	1.56	0.66
補正R2	0.06	0.09	0.04	0.05
F値	0.01	0.00	0.05	0.03

表8 睡眠への主観的影響の回帰分析(第3回実験)

DV 睡眠快適性	因子I 起床時眠気	因子II 入眠睡眠維持	因子III 夢見	因子IV 疲労回復
切片	43.20	44.33	52.08	40.55
入眠時刻	-2.54 ***	0.43	1.92 ***	-1.68 ***
起床時刻	0.25	0.08	-0.59	0.45
IV 早起きダミー	-0.41	7.53 ***	4.43 ***	3.02 **
休日ダミー	0.41	0.38	1.89	0.57
1週目効果ダミー	0.47	0.02	0.33	-0.08
2週目効果ダミー	-0.73	0.33	0.62	1.91
補正R2	0.11	0.11	0.06	0.09
F値	0.00	0.00	0.00	0.00

*, **, ***は夫々10%, 5%, 1%有意水準

4. まとめ

生活時間のシフトによる睡眠への影響は個人差が大きく一貫した傾向は得られなかった。そして睡眠快適性の内、入眠睡眠維持、疲労回復といった因子は1週間と比較的短期間で改善する一方、起床時眠気、夢見といった因子では改善までより長期を要することが示唆された。また入眠時刻が早くなると起床時眠気、疲労回復といった因子が改善されることは有意に示された。

電力消費量は生活時間のシフトにより平均 3%減少させる効果があることが確認できた。特に電力消費量減少には世帯全員の早起きの達成は有意であり、加えて就寝時刻の一致度が高いとより効果があると示唆された。

5. 政策立案のための提案

家庭における省エネルギーが求められる中で、規制を適用しにくい家庭への政策として、生活行動のシフトは健康増進という副次的な便益が得られる可能性があり、家庭での対策として優先順位が高い。また HEMS (Home Energy Management System) によるエネルギー消費量の可視化や省エネ情報の提供のような対策との相性もよい。

本研究で行った生活シフトを実現すれば、夜間の電力の削減分の省エネルギー効果が得られることが自明であるが、実際の生活の中で朝型への生活シフトを実現できるかどうかは、生活者の行動に依存する。本研究の生活シフトも「依頼」であり「強制」ではない。その結果、半数程度の世帯が朝型生活にシフトし、そのうち特に世帯全体でシフトした世帯では、省エネルギーが観察された。これより、家庭部門での温暖化対策の社会実装の政策の一環として、生活シフトを取り入れていくことが望まれる。家庭での省エネルギーとしては、例えば住宅の断熱によるヒートショックの軽減と省エネの両立のような政策とセットにして国民に働きかけていくことがよいと考えられる。家庭以外への政策提案としては、個人や事業所レベルでの生活時間のシフトの啓発や推進、あるいはサマータイム導入等への適用が考えられる。

謝辞

本研究の一部は、平成 27 年度・28 年度足立区環境基金助成、ならびに平成 29 年度 JST 社会技術研究開発センター研究開発成果実装支援プログラムによって実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] Akito Ozawa, Ryota Furusato, Yoshikuni Yoshida; Determining the relationship between a household's lifestyle and its electricity consumption in Japan by analyzing measured electric load profiles, Energy and Buildings, Vol.119, 200-210, 2016.
- [2] 吉田好邦, 渡辺剛志, 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書 社会システム編 “生活シフトによる健康と省エネルギーの両立の可能性”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2017 年 3 月
- [3] 山本由華吏, 田中秀樹, 高瀬美紀, 山崎勝男, 阿住一雄, 白川修一郎, “中高年・高齢者を対象とした OSA 睡眠感調査票 (MA 版) の開発と標準化”, 脳と精神の医学, 10, 401-409, 1999.

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

社会システム編

生活シフトによる健康と省エネルギーの
両立の可能性 (Vol.2)

平成 30 年 1 月

**Possibility of Achieving Both Energy Saving and Good Health
by Lifestyle Shift (vol.2)**

Strategy for Social System,
Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies,
Center for Low Carbon Society Strategy,
Japan Science and Technology Agency,
2018.1

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 特任研究員 吉田 好邦 (Yoshikuni YOSHIDA)
客員研究員 渡辺 剛志 (Takeshi WATANABE)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp
<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2018 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。
