

東京大学大学院新領域創成科学研究科
環境システム学専攻

平成 29 年度

修士論文

生活時間シフトの推奨による省エネ効果と睡眠への影響の検証

2018 年 2 月 22 日提出
指導教員 吉田 好邦 教授

渡辺 剛志

第 1 章 序論	1
1.1 背景	1
1.1.1 地球温暖化問題と日本の現状	1
1.1.2 家庭部門におけるエネルギー消費の現状	4
1.1.3 サマータイムについて	6
1.2 先行研究	7
1.2.1 生活周期による家庭のエネルギー消費量の傾向に関する研究	7
1.2.2 サマータイムの省エネルギー効果に関する研究	13
1.2.3 サマータイムの健康への影響に関する研究	14
1.3 本研究の目的と構成	16
1.3.1 先行研究における課題の整理	16
1.3.2 本研究の目的	16
1.3.3 本論文の構成	17
第 2 章 生活周期による電力消費量の検証	18
2.1 利用する電力データ	18
2.2 生活周期の分類	21
2.3 世帯単位での生活周期による電力消費量の分析	22
2.3.1 世帯単位での生活周期	24
2.3.2 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果	25
2.4 本章のまとめ	27
第 3 章 生活時間シフト運動による省エネ効果と睡眠への影響の検証	28
3.1 実験概要	28
3.1.1 実験設計と参加世帯	28
3.1.2 実験のスケジュール	30
3.1.3 データ	31
3.1.3.1 電力消費量	31
3.1.3.2 主観的睡眠感	32
3.1.3.3 睡眠効率	34
3.1.3.4 その他の計測機器と調査票	35
3.2 実験結果	36
3.2.1 生活時間シフトの結果	36
3.2.1.1 全参加者の生活時間シフトの結果	36

3.2.1.2	各実験の生活時間シフトの結果	39
3.2.1.3	生活時間シフトの結果まとめ	40
3.2.2	電力消費量の結果	40
3.2.2.1	第1回実験の電力消費量の結果	40
3.2.2.2	第2回実験・第3回実験の電力消費量の結果	42
3.2.2.3	電力消費量の気温影響補正	46
3.2.2.4	第2回実験・第3回実験の気温影響補正電力消費量の結果	48
3.2.2.5	電力消費量の結果まとめ	50
3.2.3	主観的睡眠感の結果	50
3.2.3.1	因子Ⅰ起床時眠気の結果	51
3.2.3.2	因子Ⅱ入眠と睡眠維持の結果	54
3.2.3.3	因子Ⅲ夢見の結果	56
3.2.3.4	因子Ⅳ疲労回復の結果	59
3.2.3.5	因子Ⅴ睡眠時間の結果	61
3.2.3.6	主観的睡眠感結果のまとめ	63
3.2.4	睡眠効率の結果	64
3.3	省エネルギー効果の検証	67
3.3.1	cos 類似度	69
3.3.2	回帰モデル	70
3.3.3	回帰分析結果	70
3.4	睡眠への影響の検証	71
3.4.1	回帰モデル	72
3.4.2	回帰分析結果(第2回実験)	73
3.4.3	回帰分析の結果(第3回実験)	75
3.4.4	回帰分析結果まとめ	77
3.5	本章のまとめ	77
第4章 結論		79
参考文献		81
謝辞		82
付録		83
(ア)	本研究実証実験への協力依頼文書(第1回)	83
(イ)	本研究実証実験への協力依頼文書(第2回, 第3回)	86

(ウ) 本研究実証実験参加者への説明書(第1回)	88
(エ) 本研究実証実験参加者への説明書(第2回, 第3回)	100
(オ) 起床時睡眠感調査票(MA版)	105
(カ) 起床時のアンケート調査票	106

図目次

図 1.1 人為的な温室効果ガスの推移 ¹⁾	2
図 1.2 気候変動によるリスク, 気温の変化, CO ₂ 累積排出量との関係 ¹⁾	2
図 1.3 主要国の約束草案の比較 ³⁾	3
図 1.4 日本の温室効果ガス排出量の推移 ⁴⁾	4
図 1.5 日本の2030年度電源構成見通し ⁵⁾	4
図 1.6 日本の部門別二酸化炭素排出量の推移 ⁶⁾	5
図 1.7 1世帯当たりのエネルギー消費量の推移(エネルギー源別) ⁷⁾	5
図 1.8 日の出, 日の入りの時刻の変化とサマータイム ⁸⁾	6
図 1.9 世界のサマータイム実施状況(2011年11月) ⁸⁾	7
図 1.10 周期別世帯数 ⁹⁾	8
図 1.11 12時間周期の世帯の電力消費カーブ ⁹⁾	8
図 1.12 24時間周期の世帯の電力消費カーブ ⁹⁾	9
図 1.13 24時間・12時間周期世帯の電量消費量の差異 ⁹⁾	11
図 1.14 24時間・12時間周期世帯の電力消費量の差異(世帯人数別) ⁹⁾	12
図 1.15 24時間・12時間周期世帯の消費電力の差異(照明電力差を除外) ⁹⁾	13
図 1.15 就寝時間, 起床時間と睡眠時間の推移 ¹⁴⁾	15
図 1.16 サマータイムと睡眠・健康に関する主な要点 ¹⁵⁾	16
図 2.1 電気式給湯器が全電力消費に占める割合 ⁹⁾	18
図 2.2 分析対象世帯と一般持家戸建世帯の地域分布	19
図 2.3 分析対象世帯と一般世帯の世帯人数分布	20
図 2.4 分析対象世帯と一般世帯の平均年間電力消費量	21
図 2.5 フーリエ変換による周波数解析	21
図 2.6 世帯単位の生活周期	25
図 2.7 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果(春季)	26
図 2.8 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果(夏季)	26
図 3.1 参加者への送付資料(第2回実験)	31
図 3.2 省エネナビの実機	32
図 3.3 スリープスキャンの設置イメージ	34

図 3.4	UP2(左)とFitbitALTA(右)の実機	35
図 3.5	全参加者の時間シフトの分布	37
図 3.6	各世帯の電力消費量の平均推移(第1回実験)	41
図 3.7	各世帯の電力消費量の変化(第1回実験)	42
図 3.8	各世帯の電力消費量の平均推移(第2回実験)	43
図 3.9	各世帯の電力消費量の平均推移(第3回実験)	44
図 3.10	各世帯の電力消費量の変化(第2回実験)	45
図 3.11	各世帯の電力消費量の変化(第3回実験)	45
図 3.12	実験期間における気温の推移(第2回実験)	46
図 3.13	実験期間における気温の推移(第3回実験)	47
図 3.14	各世帯の気温影響補正電力消費量の変化(第2回実験)	49
図 3.15	各世帯の気温影響補正電力消費量の変化(第3回実験)	50
図 3.16	主観的睡眠感の結果(因子Ⅰ起床時眠気)	51
図 3.17	主観的睡眠感の結果(因子Ⅱ入眠と睡眠維持)	54
図 3.18	主観的睡眠感の結果(因子Ⅲ夢見)	56
図 3.19	主観的睡眠感の結果(因子Ⅳ疲労回復)	59
図 3.20	主観的睡眠感の結果(因子Ⅴ睡眠時間)	61
図 3.21	睡眠効率の結果	65
図 3.22	電力消費量と生活時間類似度の関係	68
図 3.23	電力消費量と生活時間シフト・生活時間類似度の関係	68

表目次

表 1.1	24時間周期世帯と12時間周期世帯の電力消費量の比較 ⁹⁾	9
表 1.2	24時間・12時間周期世帯の電力消費量の比較(夏季・世帯人数別) ⁹⁾	11
表 1.3	自主的サマータイムによる省エネシミュレーション結果 ¹¹⁾	14
表 2.1	世帯単位での生活周期による電力消費量の結果まとめ	27
表 3.1	実験日程と対象世帯	29
表 3.2	実験日程の詳細	29
表 3.3	実験スケジュール	30
表 3.4	OSA 睡眠調査票の質問と重み	33
表 3.5	全参加者の生活時間シフトの結果	37
表 3.6	各実験の生活時間シフトの結果	39
表 3.7	各世帯の単回帰モデルの結果	48
表 3.8	主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅰ起床時眠気)	52
表 3.9	主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅱ入眠と睡眠維持)	54

表 3.10	主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅲ夢見)	57
表 3.11	主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅳ疲労回復)	59
表 3.12	主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅴ睡眠時間)	62
表 3.13	主観的睡眠感の t 検定結果	64
表 3.14	睡眠効率の結果詳細	65
表 3.15	睡眠効率の t 検定結果	67
表 3.16	cos 類似度結果	69
表 3.17	省エネルギー効果の検証 モデルの変数一覧	70
表 3.18	省エネルギー効果の検証 重回帰結果	71
表 3.19	省エネルギー効果の検証 結果まとめ	71
表 3.20	睡眠への影響の検証 モデルの変数一覧	72
表 3.21	睡眠への影響の検証 相関係数(第 2 回実験 生活時間シフト成功 11 名)	73
表 3.22	睡眠への影響の検証 相関係数(第 2 回実験 生活時間シフト失敗 10 名)	73
表 3.23	睡眠への影響の検証 重回帰結果(第 2 回実験)	74
表 3.24	睡眠への影響の検証 結果まとめ(第 2 回実験)	74
表 3.25	睡眠への影響の検証 重回帰結果(第 3 回実験)	76
表 3.26	睡眠への影響の検証 結果まとめ(第 3 回実験)	76

第1章 序論

本章では研究背景と目的をまとめる。研究背景として日本にと世界における地球温暖化への取り組みを示し、特に日本では家庭部門での省エネルギー化が課題であることを示す。また省エネルギーへの取り組みとしてサマータイムを取り上げ基礎知識の整理をする。次に先行研究として家庭の生活周期とエネルギー消費の傾向に関する研究やサマータイムに関連する研究などを紹介する。最後に以上の背景と先行研究をふまえ、先行研究の課題をまとめて本研究の目的と概要を示す。

1.1 背景

1.1.1 地球温暖化問題と日本の現状

地球温暖化とは人為的な活動により二酸化炭素やメタンといった温室効果ガスが増大し地球の気温が上昇する現象である。産業革命以降、化石燃料の消費や人口増加に伴い、温室効果ガス濃度が上昇し、気温も上昇している。特に近年の温室効果ガスの排出量は急激に増加しており、1970年～2000年の期間は年率1.3%の増加であった一方、2000年～2010年の期間では年率2.2%の増加率となっている(図1.1)。結果気温の上昇が進み、世界各地で気候変動が起き水資源への影響、生態系への影響や農作物への影響がでている。また熱波、干ばつや台風といった極端な気象が頻繁に発生するようになり日々の生活にも直接影響を与えており深刻な問題として世界的に受け止められている。

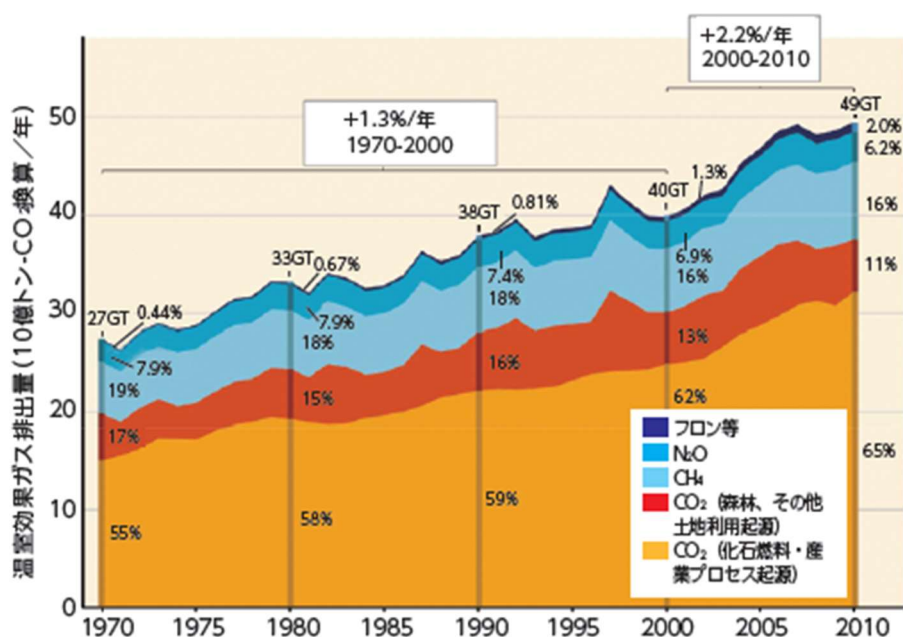


図 1.1 人為的な温室効果ガスの推移¹⁾

この地球温暖化問題を世界共通の問題として捉え対処していくために 1992 年には国連環境開発会議において気候変動枠組み条約が採択された。以降国際的な温暖化対策の枠組みが掲載されている。特に具体的な温室効果ガス削減の数値目標が取り決められたのは 1997 年の気候変動枠組み条約締約国会議(COP3)で採択された京都議定書であり、先進国は 2008 年から 2012 年の間に 1990 年比 5%以上の削減義務を負った。このとき日本は 6%の削減義務を負った。また 2009 年の気候変動枠組み条約締約国会議(COP15)では数値目標は設定されなかったもののコペンハーゲン合意として産業革命以前から気温上昇を 2°C以内に抑えることが合意された。

このように世界的に地球温暖化に取り組んできたにもかかわらず、地球温暖化はいまだ改善されていない。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が 2014 年に発表した第 5 次評価報告書²⁾では 2081 年～2100 年平均気温は 1986 年～2005 年の平均気温に対して最小 0.3°C最大 4.8°Cと予測されている。図 1.2 左は気温上昇に対する各リスクのレベルを表しており、2°C上昇でほとんどのリスクが高くなっている。このことから 2100 年における深刻な影響のリスク回避するために現状を大幅に上回るペースで地球温暖化対策に取り組まなければならないと指摘されている。

IPCC 第 5 次評価報告書も踏まえ 2015 年の気候変動枠組み条約締約国会議(COP21)ではパリ協定が採択され、産業革命以前に比べて気温上昇を 1.5°Cに抑えるため温室効果ガス主要排出国を含む全ての国が削減目標をもった(2015 年採択当時、2017 年にアメリカは離脱宣言)。一部の先進国のみ削減義務があった京都議定書と比べ、発展途上国も含めたすべての国が共に地球温暖化問題に取り組むことになり大きな前進をみせた。また日本はこのパリ協定において 2030 年度に 2013 年比 26%削減という野心的な目標を掲げており(図 1.3)、地球温暖化問題に対して世界をリードする取り組みを行うとしている。

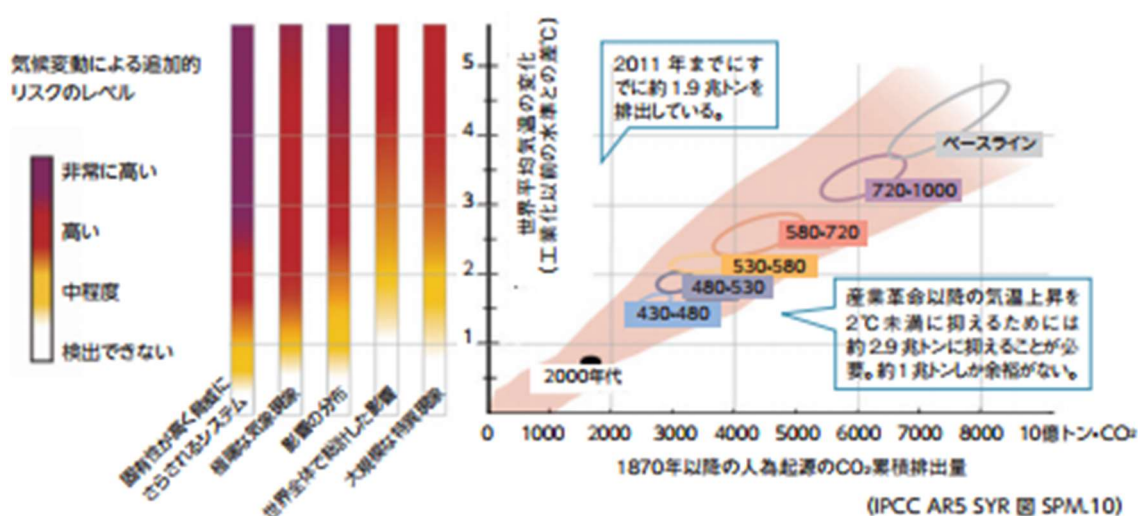


図 1.2 気候変動によるリスク,気温の変化,CO₂ 累積排出量との関係¹⁾

国名	1990年比	2005年比	2013年比
日本	▲18.0%	▲25.4%	▲26.0% (2030年までに)
米国	▲14~16%	▲26~28% (2025年までに)	▲18~21%
EU	▲40% (2030年までに)	▲35%	▲24%
中国	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに2005年比でGDP当たりの二酸化炭素排出を60~65%削減 2030年頃に二酸化炭素排出のピークを達成 		
韓国	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに、対策を講じなかった場合の2030年比で37%削減 		

図 1.3 主要国の約束草案の比較³⁾

一方日本国内に目を向けると2011年の東日本大震災以降、日本のエネルギー政策は大きな大転換を迫られている。東日本大震災における原子力発電所事故以降多くの原子力発電所が運転停止状態であり、運転再開の為に安全性確認や地元住民などに対する対応に未だ多くの時間を必要としている。このような状況下で、温室効果ガスの排出量が多い火力発電所から脱するはずであったエネルギー政策から一変し火力発電所への依存が非常に高まってしまっている。この結果2013年度には日本の温室効果ガス排出量は上昇に転じてしまった(図 1.4)。

前述のような国内状況からパリ協定で掲げた野心的な目標を遂行し地球温暖化問題対策をけん引していくために発電構成の見直しが必要となった。総合資源エネルギー調査会が2015年に発表した2030年度電源構成の見通し(図 1.5)によると電源コストを現状より低減し、高い温室効果ガス削減目標掲げて世界をリードするためには、20%程度の再生可能エネルギー導入と共に17%程度の省エネルギーの推進が必要とされている。

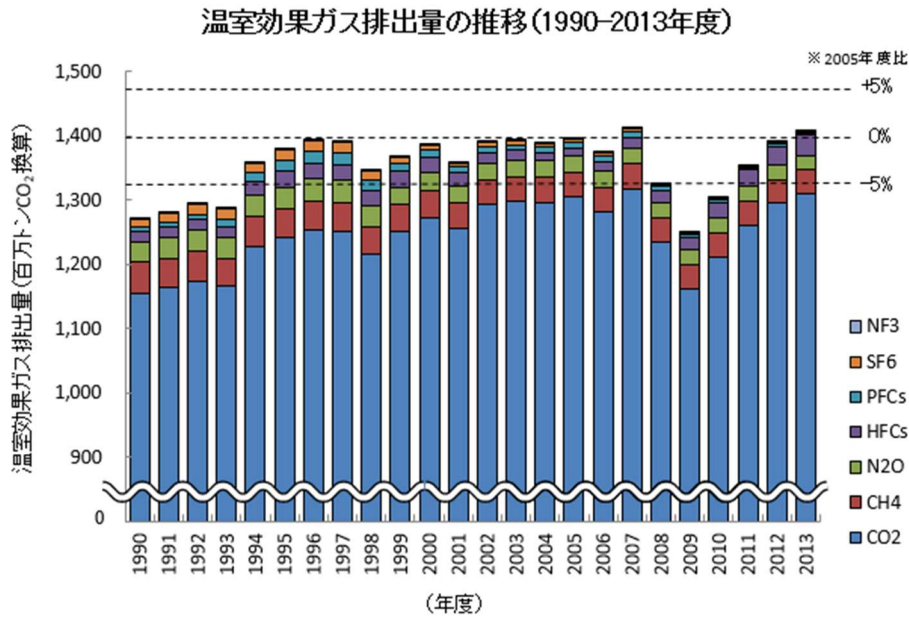


図 1.4 日本の温室効果ガス排出量の推移⁴⁾

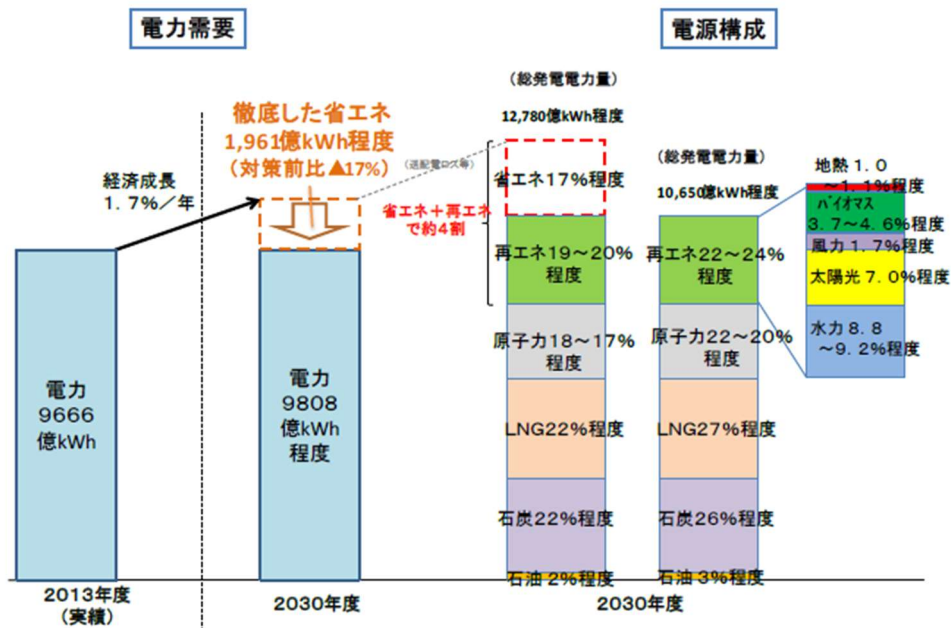


図 1.5 日本の2030年度電源構成見通し⁵⁾

1.1.2 家庭部門におけるエネルギー消費の現状

日本の各部門における二酸化炭素排出量は1990年度比で産業部門は13.1%減、運輸部門は5.9%増だが近年は減少傾向である。一方家庭部門は48.1%増と業務部門の50.9%に次いで多い(図

1.6). このことから家庭部門の温室効果ガス削減は未だ課題があるといえる。また温室効果ガスインベントリオフィス⁴⁾より家庭の二酸化炭素排出の内訳は電力由来が45.3%と最も大きく、図1.7より家庭のエネルギー消費に占める電力の割合が非常に伸びてきている。このことから日本における更なる温室効果ガス削減のためには家庭部門に改善の余地があり、家庭部門の温室効果ガス削減には特に省エネが重要になってきていることがわかる。

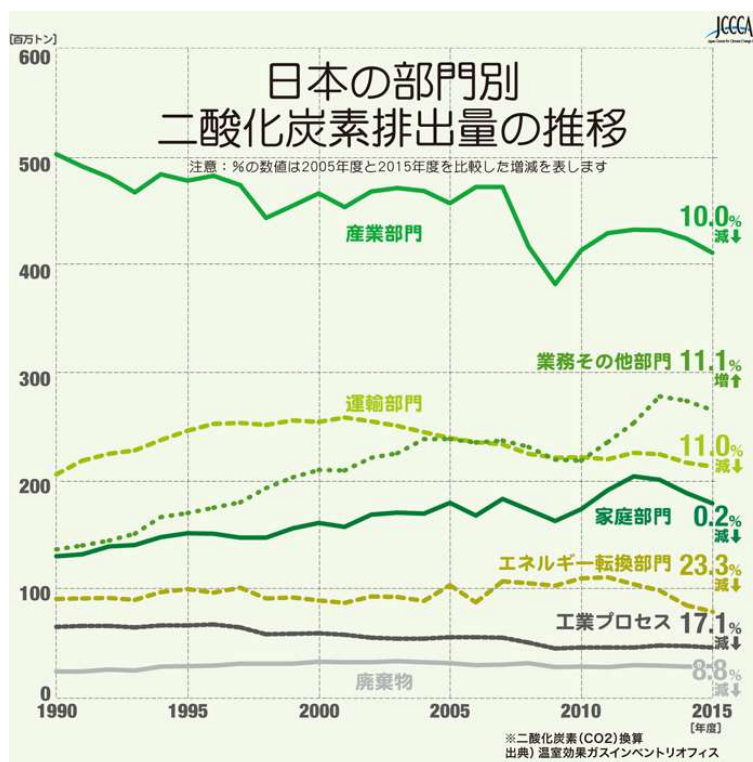


図 1.6 日本の部門別二酸化炭素排出量の推移⁶⁾

【第 212-2-5】 家庭部門におけるエネルギー源別消費の推移

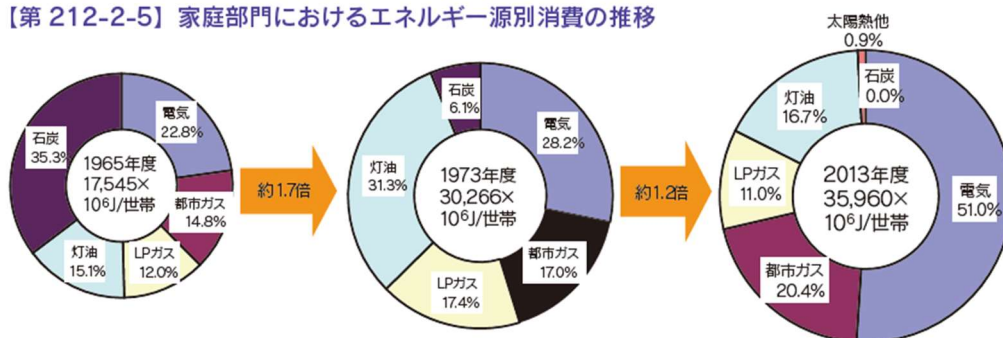


図 1.7 1世帯当たりのエネルギー消費量の推移(エネルギー源別)⁷⁾

ここで家庭部門における省エネの策として住宅に備わる電化製品などに関する技術的な省エネと住民の省エネ(節電)行動促進の2つに分けられる。技術的な省エネに関しては GDP 当たりエネルギー消費

量が世界平均より低いことや図 1.5 にあるように産業部門の温室効果ガス排出量が減少傾向である事から、世界の中でも既に高い水準のであると考えられる。但し電力消費量の大きい古い電化製品を使用し続けている世帯は依然として多い。これら世帯に対して電力消費量が低くなった新しい電化製品に更新していくことで得られる省エネルギーのポテンシャルは大きいと考えられる。次に住民の省エネ行動について、これは東日本大震災直後において節電の必要性が広くアナウンスされた際に節電が広く実施され大きな省エネが達成できたことから注目されている。このことから住民の意識を変える事、住民の行動を変えることによる家庭部門での電力消費量削減ポテンシャルは依然として高いと考えられる。

1.1.3 サマータイムについて

サマータイムとは、ある地域全体で図 1.8 のように夏に標準時間から 1 時間程度早めた夏時間に移行することで日が昇っている時間を有効活用し夜間の照明電力を削減することで省エネを実現しようとする制度である。欧米では日中の光を有効活用する制度として Daylight Saving Time(DST)と呼ばれている。

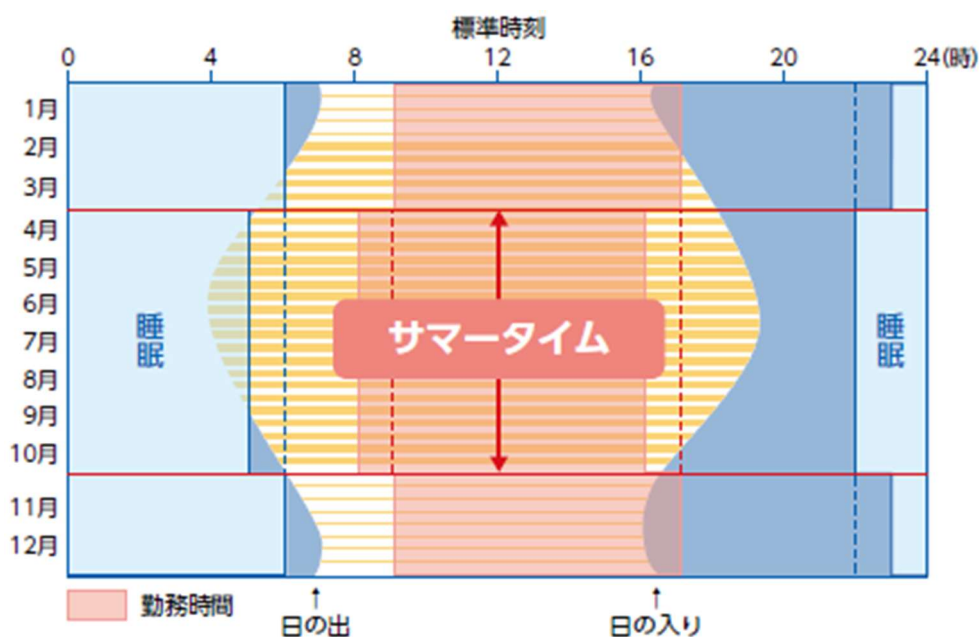


図 1.8 日の出,日の入りの時刻の変化とサマータイム⁸⁾

このサマータイムは 18 世紀にベンジャミン・フランクリンによって提唱された以降、ドイツ・イギリスを皮切りに欧米諸国を中心に導入が進んだ。実は日本においても 1948 年から 1951 年に実施されていたが残業量増加など労働条件の悪化を理由として 1952 年には廃止された。また長年サマータイムを導入していたロシアにおいても、切り替え時期に救急車の出動や心筋梗塞による志望者が増加することや省エネ効果がほとんどなかったことを理由に 2011 年に廃止した。このように期待された省エネ効果がみられなかったこ

とやサマータイム切り替え直後における健康・社会への問題点から廃止する国も増えてきており、現在では図 1.9 で示す通りサマータイムを導入している国は EU やアメリカなどとなっている。



図 1.9 世界のサマータイム実施状況 (2011 年 11 月)⁸⁾

1.2 先行研究

本節では家庭の生活周期とエネルギー消費の傾向に関する研究やサマータイムに関連する研究の整理を行い現状の把握と課題の考察を行う。まず生活周期による家庭のエネルギー消費量の傾向に関する研究を紹介し日本の家庭部門における省エネ策を考察する。次に本研究で取り組む家庭への省エネ策と類似したサマータイムについての研究を整理し、課題の整理をする。

1.2.1 生活周期による家庭のエネルギー消費量の傾向に関する研究

Ozawa et al.(2016)⁹⁾では国内住宅メーカーの協力の下、全国 730 世帯の 1 年間の電力消費データをフーリエ変換により周波数解析などを行った。この電力データの分析により電力消費周期の傾向や生活周期ごとの電力消費量の傾向が明らかにしている。

各世帯について週ごとにフーリエ変換を行い最も影響がある周期を調べた結果が図 1.10 である。横軸は 2013/10/5～2014/9/30 の各週を、縦軸は世帯数を表している。そして各積み上げ棒グラフにおける赤棒は 12 時間周期の世帯を、青棒は 24 時間周期の世帯を表している。この結果より年間を通じて 12 時間周期と 24 時間周期が多く、冬は 12 時間周期が増え、夏は 24 時間周期が増える傾向にある事を明らかにしていた。

周期別世帯数推移 (24時間/12時間/その他)

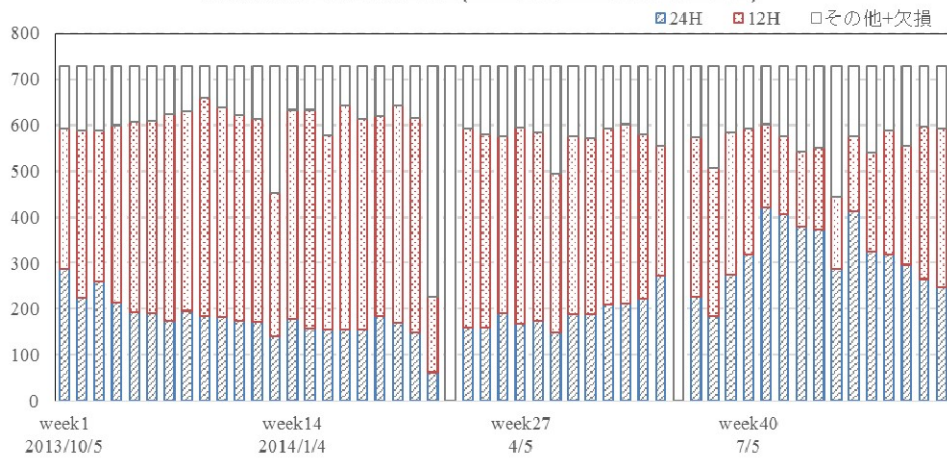


図 1.10 周期別世帯数⁹⁾

また 12 時間周期と 24 時間周期について電力消費カーブをみると、12 時間周期の電力消費カーブは朝と夜に大きなピークが来ていることがわかる(図 1.11)。一方 24 時間周期の電力消費カーブは夜に大きなピークが来ている(図 1.12)。このことから 12 時間周期の世帯は 24 時間周期の世帯に比べて朝の活動が多い世帯であることが分かり、大まかな傾向として 12 時間周期世帯を朝型生活の世帯、24 時間周期の世帯を夜型生活の世帯であると推測されていた。そして冬に 12 時間周期が増え、夏に 24 時間周期が増える理由として空調需要が影響していると考察されている。冬においては冷え込んだ朝に暖房を稼働する傾向にあり朝のピークが大きくなりやすい。一方夏は朝は涼しいので空調の稼働はなく、むしろ暑さが残っている夜間における空調の需要が大きく夜間のピークが大きくなりやすいとしていた。

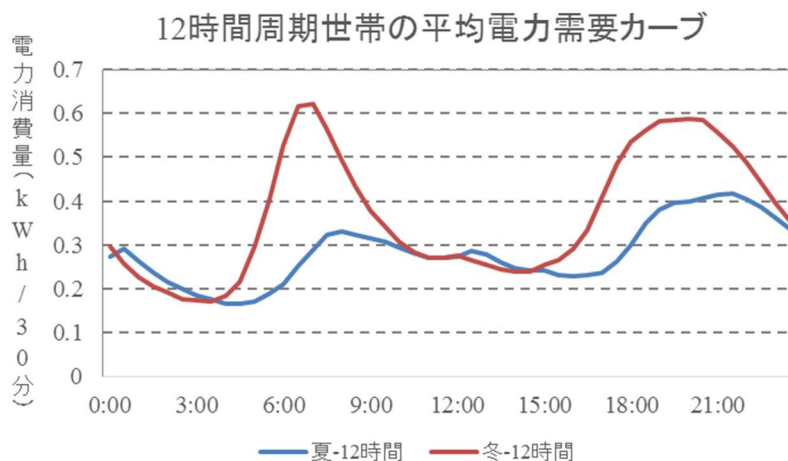


図 1.11 12 時間周期の世帯の電力消費カーブ⁹⁾

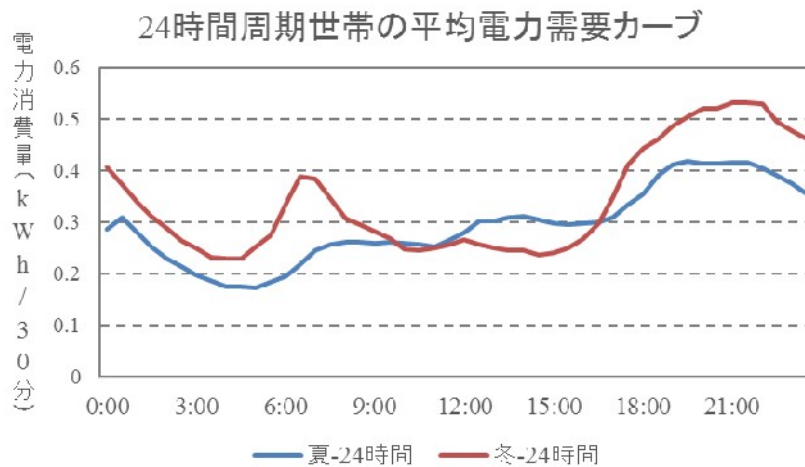


図 1.12 24 時間周期の世帯の電力消費カーブ⁹⁾

次に多くの世帯が分類されていた 12 時間周期と 24 時間周期について電力消費量を比較した結果が表 1.1 と図 1.13 である。表 1.1 では各週における 24 時間周期の世帯の平均電力消費量と 12 時間周期の世帯の平均電力消費量を比較し、その差について t 検定の結果をまとめたものである。また図 1.13 は 24 時間周期世帯の平均電力消費量と 12 時間周期の平均電力消費量の差の推移を表している。

図 1.13 で見れる通り 12 時間周期と 24 時間周期の電力消費量の差は季節により傾向が異なっている。11 月 23 日から翌 3 月 1 日まででは 24 時間周期の世帯の方が平均電力消費量が低く、それ以外の時期では 12 時間周期の方が平均電力消費量が低い。これに加えて表 1.1 の結果より夏季と冬季においては 1%有意水準で差がある事が示されている。以上のことから夏季においては 12 時間周期の世帯の方が 24 時間周期の世帯より電力消費量が低く、冬季においては 24 時間周期の世帯の方が 12 時間周期の世帯より電力消費量が低いということが示されている。

表 1.1 24 時間周期世帯と 12 時間周期世帯の電力消費量の比較⁹⁾

週		世帯数		平均消費電力量 (kWh/世帯/日)			差の有意性(両側) ***:1%, **:5%, *:10%	
week	開始日	24H	12H	24H	12H	その他	p 値	
1	2013/10/5	289	306	10.80	9.60	9.27	0.0%	***
2	2013/10/12	227	362	10.10	9.41	8.51	1.4%	**
3	2013/10/19	261	329	10.94	10.08	9.47	0.4%	***
4	2013/10/26	215	386	10.26	10.05	9.68	26.0%	
5	2013/11/2	194	414	10.66	10.33	9.24	17.4%	
6	2013/11/9	192	419	11.96	12.62	12.54	6.7%	*
7	2013/11/16	174	452	12.63	12.64	10.62	49.3%	

8	2013/11/23	197	435	13.66	13.22	11.94	19.1%	
9	2013/11/30	186	476	14.10	13.76	11.38	26.4%	
10	2013/12/7	183	456	14.47	15.42	13.63	5.2%	*
11	2013/12/14	176	449	16.15	17.20	14.56	4.5%	**
12	2013/12/21	172	442	16.39	17.33	15.49	8.4%	*
13	2013/12/28	143	311	16.89	18.01	13.18	8.9%	*
14	2014/1/4	180	455	16.44	18.04	14.66	0.9%	***
15	2014/1/11	160	475	17.54	19.01	14.29	3.3%	**
16	2014/1/18	158	421	17.14	17.54	15.05	30.5%	
17	2014/1/25	157	487	16.10	16.30	14.05	37.1%	
18	2014/2/1	157	457	16.28	17.66	17.21	2.5%	**
19	2014/2/8	185	435	19.22	20.31	17.46	8.4%	*
20	2014/2/15	170	473	18.52	18.50	13.53	48.9%	
21	2014/2/22	152	466	15.78	15.39	14.38	28.2%	
22	2014/3/1	62	166	15.79	17.19	14.65	8.4%	*
23	2014/3/8	0	0	-	-	-	-	
24	2014/3/15	161	435	13.88	13.51	11.90	24.5%	
25	2014/3/22	162	420	12.67	11.85	10.63	3.7%	**
26	2014/3/29	194	384	11.09	10.73	9.83	15.9%	
27	2014/4/5	168	430	11.97	11.66	10.22	23.8%	
28	2014/4/12	174	411	10.72	10.59	9.85	36.6%	
29	2014/4/19	150	346	10.65	10.81	10.02	36.2%	
30	2014/4/26	191	385	10.23	9.61	8.94	3.1%	**
31	2014/5/3	191	381	9.58	9.35	8.66	23.7%	
32	2014/5/10	212	384	9.54	9.22	8.90	15.7%	
33	2014/5/17	213	390	9.70	9.23	8.50	5.3%	*
34	2014/5/24	224	356	9.70	9.18	8.47	4.4%	**
35	2014/5/31	274	284	10.20	9.39	9.00	0.5%	***
36	2014/6/7	0	0	-	-	-	-	
37	2014/6/14	228	345	10.20	9.22	8.89	0.1%	***
38	2014/6/21	186	320	10.38	9.26	9.57	0.1%	***
39	2014/6/28	275	311	10.68	9.69	9.86	0.1%	***
40	2014/7/5	318	276	11.67	11.02	10.14	2.9%	**
41	2014/7/12	422	180	12.53	11.56	10.71	0.8%	***
42	2014/7/19	408	168	13.19	11.83	10.89	0.1%	***

43	2014/7/26	379	164	13.72	12.83	11.68	2.7%	**
44	2014/8/2	374	178	14.09	13.61	11.83	17.0%	
45	2014/8/9	289	157	12.64	11.52	10.01	1.2%	**
46	2014/8/16	415	161	13.94	13.42	11.90	14.5%	
47	2014/8/23	328	214	11.94	10.89	11.16	0.2%	***
48	2014/8/30	319	271	11.13	10.09	9.67	0.1%	***
49	2014/9/6	297	259	10.98	10.03	9.78	0.2%	***
50	2014/9/13	267	333	9.99	9.19	9.00	0.3%	***
51	2014/9/20	249	345	10.03	9.37	9.21	1.5%	**

周期による電力消費量の差の変化

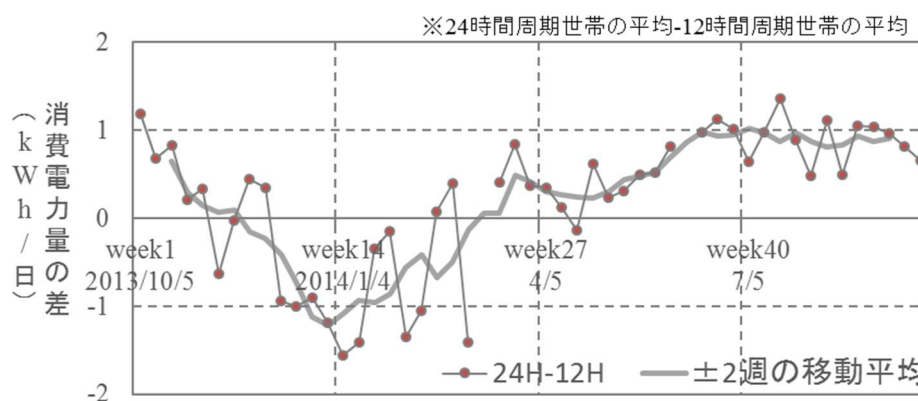


図 1.13 24 時間・12 時間周期世帯の電量消費量の差異⁹⁾

さらに世帯人数を考慮した結果が表 1.2 と図 1.14 である。図 1.14 より 3 人世帯を除き 2 人世帯・4 人世帯・5 人世帯以上では冬季で 24 時間周期の世帯の方が電力消費量低く、夏季では 12 時間周期の世帯の電力消費量が低く全体と同様の結果であった。表 1.2 から夏季においては 12 時間周期世帯と 24 時間周期世帯の差が有意である週が多い事が示されている。以上から夏季においては世帯人数の大小にかかわらず 12 時間周期世帯の方が 24 時間周期世帯より電力消費量が低いことが示されていた。

表 1.2 24 時間・12 時間周期世帯の電力消費量の比較(夏季・世帯人数別)⁹⁾

		消費電力量の差(24 時間世帯平均-12 時間世帯平均)(kWh/日)							
		*印は両側検定による差の有意性(***:1%, **:5%, *:10%)							
week	開始日	2 人世帯	3 人世帯		4 人世帯		5 人以上		
1	2013/10/5	0.5	1.3	**	1.4	**	2.4	**	
2	2013/10/12	0.6	0.6		2.0	**	2.5	**	
3	2013/10/19	-0.2	1.6	***	1.3	*	1.7	*	

4	2013/10/26	0.5		-0.2		0.5		2.0	
37	2014/6/14	0.4		0.8	*	1.7	**	0.1	
38	2014/6/21	0.6		1.5	**	3.4	***	1.3	
39	2014/6/28	1.0	*	0.3		1.1	*	2.5	**
40	2014/7/5	1.0	*	1.2	**	1.8	**	1.6	
41	2014/7/12	1.2	*	1.0	*	1.3	*	2.1	
42	2014/7/19	2.4	***	1.3	*	0.4		3.6	**
43	2014/7/26	1.7	**	1.6	**	2.2	***	1.7	
44	2014/8/2	2.2	**	-0.4		1.4	*	0.5	
45	2014/8/9	1.3	*	1.1		0.6		5.2	***
46	2014/8/16	1.6	*	-0.8		1.1		-0.3	
47	2014/8/23	0.7		0.2		1.4	**	2.2	**
48	2014/8/30	1.5	***	1.3	**	1.7	**	2.1	*
49	2014/9/6	0.8		1.1	**	1.2	*	0.5	
50	2014/9/13	0.5		1.0	**	1.8	**	1.7	*
51	2014/9/20	0.3		0.7		1.7	**	1.9	*

周期による消費電力量の差異(人数別)

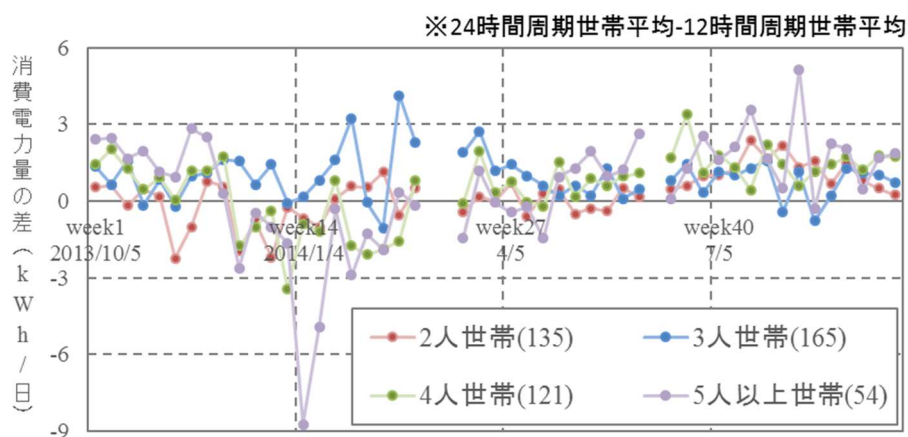


図 1.14 24 時間・12 時間周期世帯の電力消費量の差異(世帯人数別)⁹⁾

最後に図 1.13 の結果に対して照明の影響を除いたものが図 1.15 である。図 1.15 より照明を除いた場合、春季秋季では 24 時間周期世帯と 12 時間周期世帯の電力消費量に差がなくなっていることが指摘されている。このことから 12 時間周期世帯と 24 時間周期世帯の電力消費量の差を引き起こしているのは空調需要であるとしていた。

周期による消費電力量の差の変化

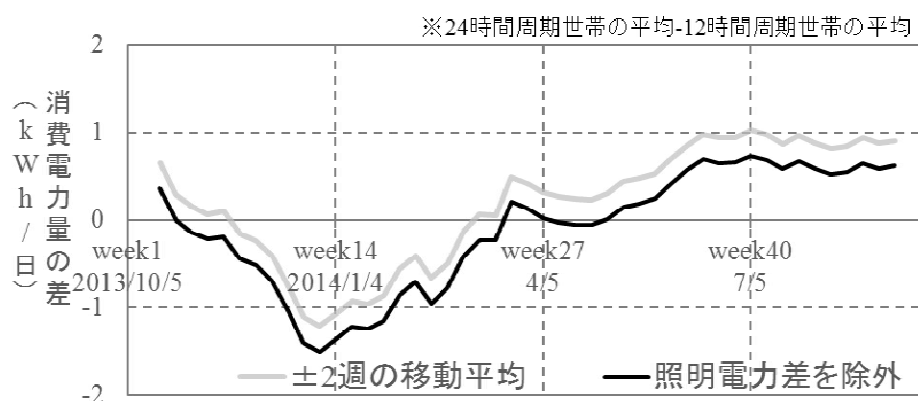


図 1.15 24 時間・12 時間周期世帯の消費電力の差異(照明電力差を除外)⁹⁾

1.2.2 サマータイムの省エネルギー効果に関する研究

多くの研究においてサマータイムによる省エネルギー効果には疑問が挙げられている。

Kotchen and Grant(2011)¹⁰⁾ではアメリカインディアナ州における 700 万世帯のデータを用いた 2007 年のサマータイム導入時の結果をまとめている。図 1.16 サマータイム導入による電力消費量の変化を表している。縦軸はサマータイムによる電力消費量増分の影響を 95%範囲で評価したものである。横軸は 1 ヶ月を 3 つの期間にわけた 36 ポイントとなっている。この結果よりサマータイム導入による電力消費量は 2007 年通年で平均 1%であった。しかしながら日照時間が短くなり気温も下がる秋ではサマータイムによる電力消費量の増加は大きく約 2~4%であったと報告されている。

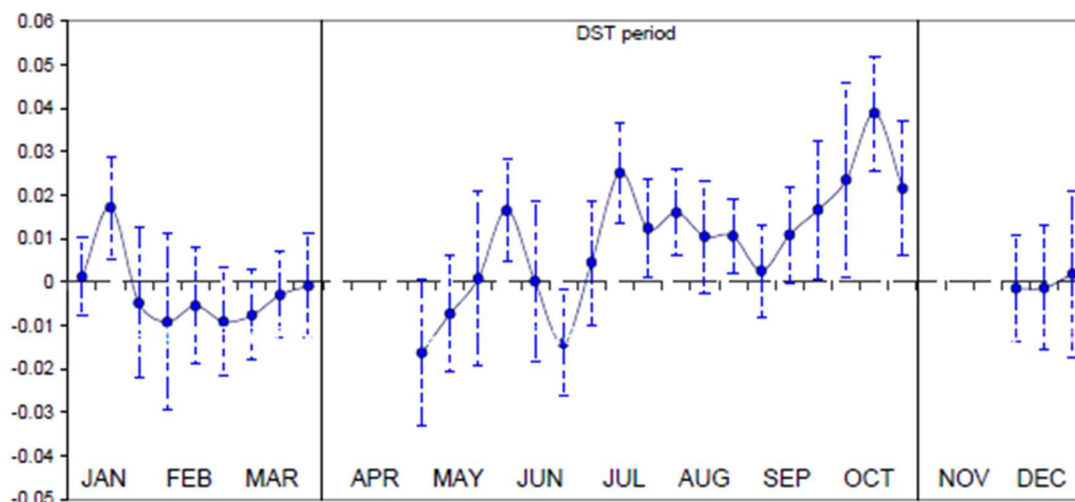


図 1.16 サマータイムによる電力消費量の変化¹⁰⁾

また 2000 年のシドニーオリンピック時にオーストラリアではサマータイムの延長が行われた。サマータイムの延長により夕方の電力消費量の節約がされた一方、朝の電力消費量が増加してしまい結局としては省エネ効果がなかった報告されている。

次に日本における研究をみていく。大阪大学による大阪市をモデルとしたサマータイム導入シミュレーション⁸⁾が行われている。この結果ではサマータイム導入により家庭の照明電力は 0.02%減少する一方で冷房需要が 0.15%増加することから結果的に 0.13%の電力消費量増加が見込まれるとでている。また今中(2011)¹¹⁾では東日本大震災以降における夏季におけるピーク電力需要の削減対策の 1 つとして自主的サマータイムの導入を検討した。東京電力管内を対象にした簡易的なシミュレーションではあるが、自主的サマータイム導入によるピーク負荷削減効果は 1%程度しかなく誤差といえるものであったと結論付けられている(表 1.3)。

表 1.3 自主的サマータイムによる省エネシミュレーション結果¹¹⁾

理想的な最大限の削減幅(万 kW)	7月平日	8月平日	9月平日
1時間シフト	29	38	23
2時間シフト	62	88	46

1.2.3 サマータイムの健康への影響に関する研究

サマータイムによる睡眠への影響や健康への影響を報告する研究が多くなされている。

サマータイムによって起床時間なども強制的に変わることになる、しかしながら生体リズムは容易には変更することができずこのミスマッチにより特に睡眠への影響があるとされている。以上から代表的なサマータイムによる健康への影響として生体リズムへの影響、眠りの質への影響、眠りの量への影響が挙げられている。

生体リズムへの影響に関しては 30 年以上前から非常に多くの研究がされている。Harrison(2012)¹²⁾は英国においてサマータイム開始時期と終了時期それぞれについて 1 週間の調査を行った。サマータイム開始時期には朝のぼんやりが続き 1 週間たっても生体リズムは新しい時間に同調できていないことが報告されている。一方サマータイム終了時には 1 週間で生体リズムが同調することが報告されている。このことから特にサマータイム開始時に生体リズムに対する大きな影響があるとされている。

眠りの質への影響についても多くの研究がある。Lathi et al.(2006)¹³⁾はフィンランドにおいてサマータイム切り替わり時の睡眠効率の変化について調べている。サマータイム開始時と終了時共に睡眠効率の悪化がみられ、特に開始時では 10%ほどの睡眠効率の低下があり睡眠の質への悪影響があったとされている。

眠りの量への影響についても同様に研究がされている。Lathi et al.(2006)¹³⁾ではサマータイム開始時に 1 時間程度の睡眠時間の減少が報告されている。

Kentermann et al.(2007)¹⁴⁾はドイツにおいて 55,000 人を対象とした大規模な調査を行い以上の影響をまとめている。生体リズムへの影響ではサマータイム開始時には 4 週間以上たっても生体リズムはあらたな時間に同調できなかった。サマータイム終了時には平均 3 週間で生体リズムはあらたな時間に同調できていた。さらに朝型人間と夜型人間を比較すると夜型人間では生体リズムへの影響が大きかった。次に眠りの量への影響ではサマータイム開始時に睡眠時間減少することが報告されている(図 1.15)。

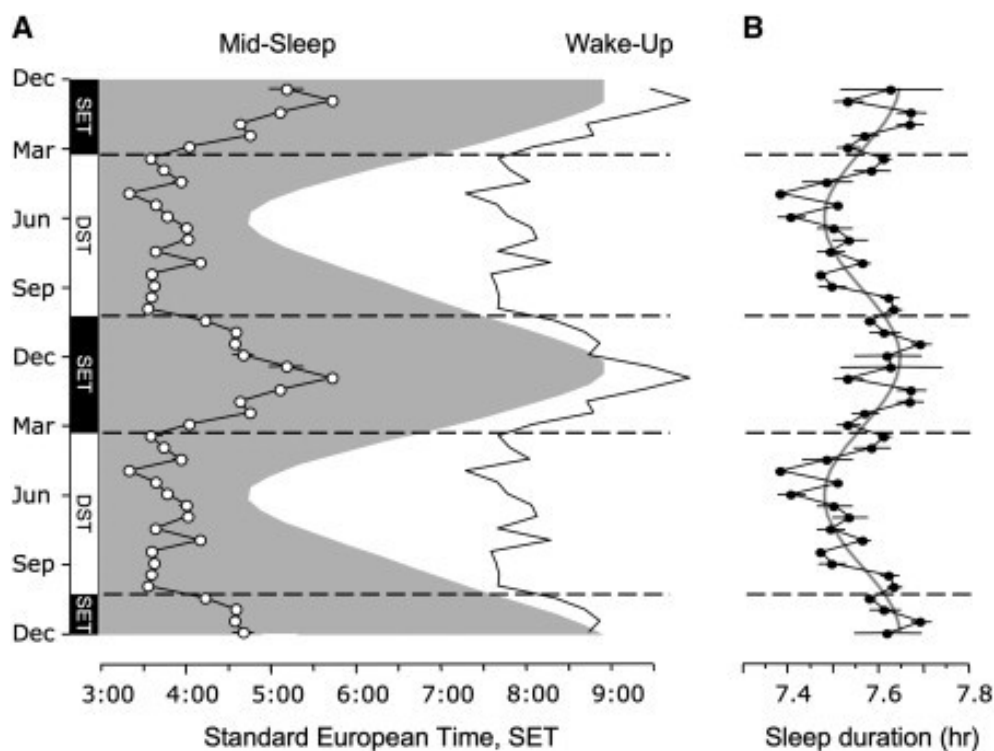


図 1.15 就寝時間、起床時間と睡眠時間の推移¹⁴⁾

またこのほかのリスクについて、土井(2015)¹⁵⁾ではサマータイムによる健康への影響、サマータイムによる健康リスクが高い人に関する研究についてまとめているので紹介する(図 1.16)。前述の通りサマータイム開始時終了時には生体リズムへの影響がある事が確認されている。この生体リズムへの影響による健康被害として心臓病が挙げられ、スウェーデンにおける研究でサマータイム開始時には心筋梗塞発生リスクが5%上昇することが報告されている。サマータイムによる健康への影響を受けやすいグループとしては睡眠時間が短いひとや高齢者、循環器系疾患がある人などが挙げられており特に注意が必要としている。

- | |
|---|
| <p>1. 睡眠への影響</p> <p>(1) DSTの開始(春)・終了(秋)の後、概日リズムが再同調するまでに、数日から数週間を要する。</p> <p>(2) 睡眠が断片化し、睡眠効率が低下する。</p> <p>(3) DSTの開始後、睡眠時間が減る(30～60分程度)。</p> <p>(4) DSTの終了後、睡眠時間が増える(40分程度)。</p> <p>2. 健康への影響</p> <p>(1) DSTの開始(春)後に急性心筋梗塞の発症が増える。</p> <p>(2) DSTの終了(秋)後の急性心筋梗塞の発症は、増える、あるいは変わらない(減少するとの報告はない)。</p> <p>3. リスクグループ</p> <p>(1) 睡眠時間が短い、または不足している人</p> <p>(2) 夜型化傾向の人</p> <p>(3) 高齢者</p> <p>(4) 循環器疾患(心疾患、糖尿病、高血圧)の既往歴のある人</p> <p>(5) 循環器疾患の薬を服用している人</p> <p>4. 地理的環境</p> <p>1日の中で日照時間の占める割合に季節性のある比較的緯度が高い地域で、かつ、DSTの期間中、戸外の気温・湿度が野外活動に適している地域</p> |
|---|

図 1.16 サマータイムと睡眠・健康に関する主な要点¹⁵⁾

1.3 本研究の目的と構成

1.3.1 先行研究における課題の整理

生活周期による家庭の電力消費量の傾向に関する研究の課題を以下に整理する。

・生活周期によって電力消費量の傾向について 12 時間周期の世帯グループと 24 時間周期の世帯グループの比較はされたが、同一世帯に対する生活周期別の電力消費量傾向については検証されていない。

次にサマータイムに関する先行研究の課題を以下に整理する。

- ・サマータイムによって得られる期待される省エネ効果が定かではない
- ・サマータイムは市民に強い負担が大きく健康被害がある
- ・現状日本においてサマータイム以外の生活時間シフトの検証が見当たらない

1.3.2 本研究の目的

本研究では前項で示した課題を踏まえ、以下の 2 点を概要とする研究を行うことで生活時間シフト推奨を通じた日本の家庭部門の省エネルギー化推進に資する事を目的とする。

- ・夏季における家庭の省エネ策として生活時間シフトを推奨する事の有用性の検証

まず Ozawa et al.⁹⁾の結果を拡張し生活周期の変更が省エネに繋がることを示す。この結果をふまえ、省エネがより重要な夏季において、省エネな生活周期への変更へつながるよう 1 時間の早寝早起きをする生活時間のシフトを推奨する実験をおこなう。足立区住民から参加者を募集して 2～3 週間の実

験を行い、生活時間シフト推奨が省エネに有用かどうか検証した。生活時間シフト推奨は省エネに有用であることが期待され本検証によって家庭部門における新たな省エネ策の取り組みに資することが狙いである。

・生活時間シフトの推奨が住民に与える健康面での影響の検証

先行研究において示されたサマータイムの健康面に対する問題点について本研究で取り組む生活時間シフトの推奨ではどうなるかを実証実験によって知見を得る。健康への影響として特に睡眠に着目し、アンケートによる主観的な睡眠質と睡眠計による客観的な睡眠質について集計・計測を行うことで検証する。サマータイム開始日と終了日で突然生活時間が変わるサマータイムと比較して緩やかな生活時間シフトが想定される生活時間シフト推奨では健康への影響が低いと考えられる。このことから生活時間シフト推奨を省エネ策として導入する際の健康に関する問題点がサマータイムよりも低い事を示すことが狙いである。

1.3.3 本論文の構成

第1章では研究の背景、目的及び概要を述べた。

第2章では実証実験の実施にあたり Ozawa et al.⁹⁾で示された生活周期による電力消費量の傾向が世帯単位で成立していることを検証する。

第3章では第2章での結果を踏まえ、夏季に省エネになるよう生活時間シフトに取り組んだ場合の実際の省エネルギー効果と生活時間シフトによって生じる睡眠への影響の2点について検証する。

最後に第4章では本研究における成果とこれからの課題の整理を行う。

第2章 生活周期による電力消費量の検証

本章では生活周期による電力消費量の傾向を世帯単位で検証する。Ozawa et al.⁹⁾では全国 730 世帯の電力データに対してフーリエ変換による分析を行い、夏季では 12 時間周期世帯グループのほうが 24 時間周期世帯グループより省エネルギーであり、冬季では 24 時間周期世帯グループの方が 12 時間周期世帯グループより省エネルギーであることを示した。生活周期シフト推奨を実施するにあたり、生活周期による電力消費量の傾向が世帯単位で成立していることを検証する。

2.1 利用する電力データ

Ozawa et al.⁹⁾で利用されていたデータと同じ住宅メーカーのサービス向上の目的で使用許可を得た 2666 世帯から、諸条件により抽出された 730 世帯について 2013 年 10 月 1 日から 2014 年 9 月 30 日までのデータを利用する。またこのとき個人情報とは切り離れた状態で各分析を行っている。

2.1.1 生活周期と関連のない電力消費

ここで生活周期をフーリエ変換による電力データ分析により分類するという目的のため、生活周期に関係のない電力消費を除いて考える必要がある。具体的に生活周期に関係のない電気機器として電気式給湯器や蓄熱暖房機器などが挙げられ、どちらの機器も価格の安い深夜電力を用いて翌日のお湯の用意や暖房用熱蓄積を行う。また図 2.1 で示す電気式給湯器の例のように、これら機器による生活周期に関連のない深夜電力消費は世帯の全電力消費量に比較して非常に大きいため、除いてからフーリエ変換による生活周期の分析を行うことが必要であるといえる。

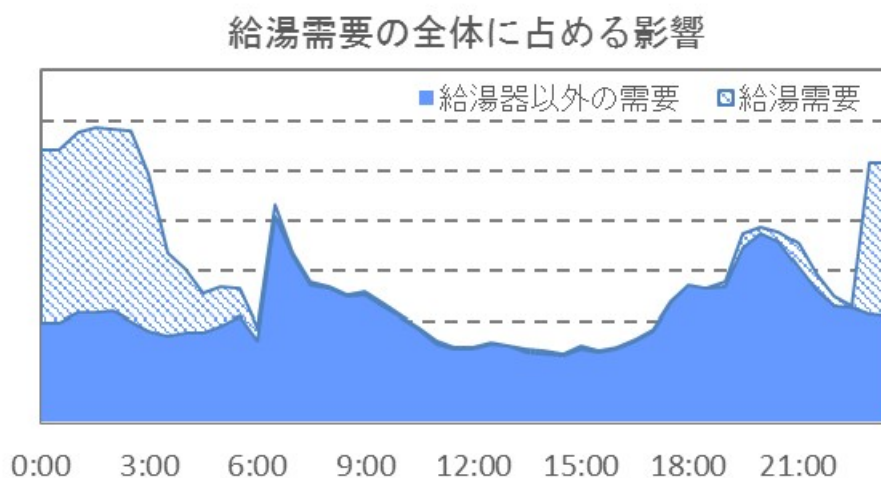


図 2.1 電気式給湯器が全電力消費に占める割合⁹⁾

2.1.2 分析対象世帯

使用許可を得ている電力データは一部の世帯で電気式給湯器や蓄熱暖房機の電力消費を除くことができなかった。したがって分析対象は次の2つの条件を満たす730世帯とした。(条件1)前項で述べた生活周期と関連のない電力消費を分類できること、(条件2)分析期間中のデータ欠損が1日当たり1個未満と少ないこと。以降では本分析の一般性を検証するため、全国一般世帯と本分析対象世帯の比較をまとめていく。

始めに分析対象世帯の所属地域をみる。図2.2は全国を10地域に分類した際の分析対象730世帯の分布と2010年度国勢調査^(2.1)の「持家」かつ「一戸建てまたは長屋建て」のデータを用いて一般世帯を集計した分布である。対象世帯は北関東・甲信・南関東・中部地域が多く偏りがあり、この点注意が必要である。これはデータ使用許可を得た住宅メーカーの営業が強い地域・弱い地域の差によって生じていると考えられる。

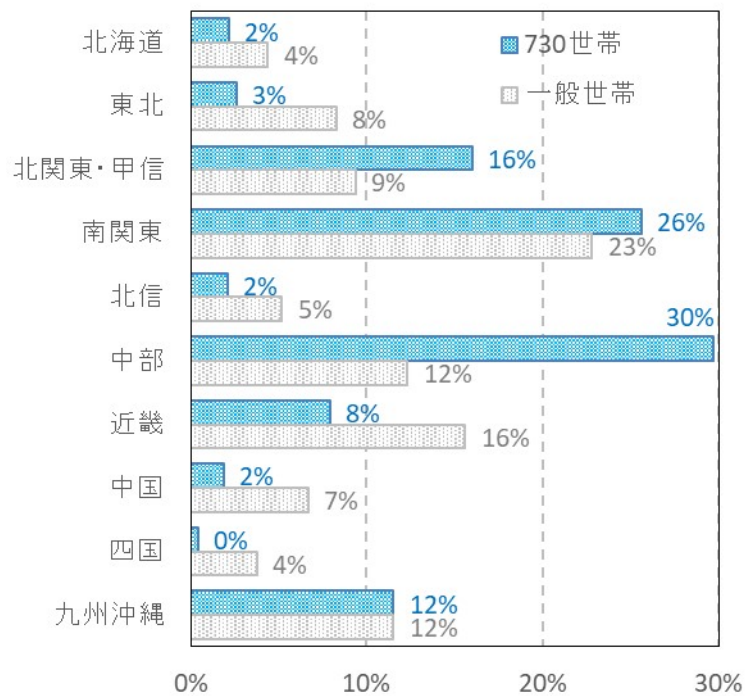


図 2.2 分析対象世帯と一般持家戸建世帯の地域分布

次に分析対象世帯の世帯人数をみる。分析対象730世帯の世帯人数分布と三菱総研報告書^(2.2)の一般戸建住宅世帯人数のデータを用いて一般世帯を集計した分布である。ここで分析対象730世帯の世帯人数情報は住宅に設置済みのHEMSに登録されている情報を利用したが、730世帯中ア255世帯は世帯人数が0人または1人で登録されているという問題点があった。これは戸建て住宅にお

いて現実的にあり得ない数値であり登録不備であると考えられる。したがって分析対象 730 世帯に対してはこの 255 世帯を除いた 475 世帯についての分布を示している。2 人以上世帯について一般世帯と比較すると 4 人以上世帯の構成比は同じであった。一般世帯と比較して分析対象世帯では 2 人世帯より 3 人世帯の比率が高いという違いがあり、この点注意が必要である。これは今回使用許可を得た電力データは比較的最近の新築物件において HEMS が設置されたものであるためと考えられる。3 人世帯というのは親 2 人と子供 1 人という構成であり、2 人は夫婦 2 人といった構成である。したがって 3 人世帯は子供ができたのに伴い新築物件を購入する理由がある一方 2 人世帯には新築物件を購入する特段の理由がないといえる。

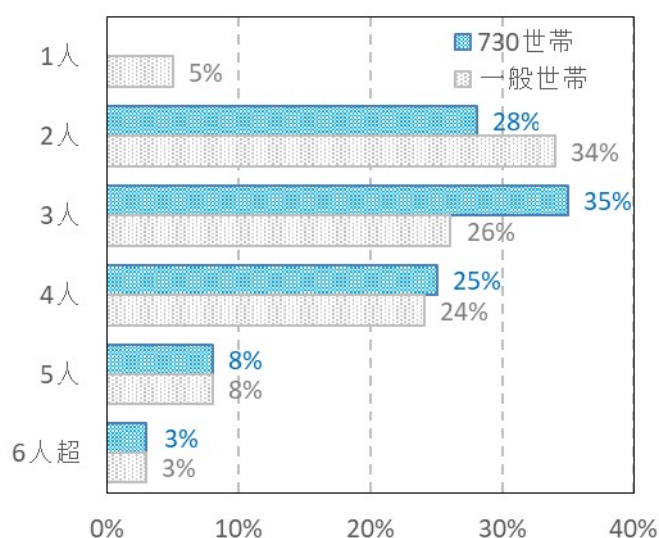


図 2.3 分析対象世帯と一般世帯の世帯人数分布

最後に電力消費量についてみる。図 2.4 は分析対象 730 世帯の平均年間電力消費量と三菱総研報告書^(2.2)の一般戸建住宅世帯電力消費量のデータを用いて平成 23 年度・平成 24 年度一般世帯の平均年間電力消費量を集計したものである。一般世帯と比較して分析対象世帯は 9~188kWh/年, 0.1~3.0%少ない程度であり大きな差はないといえる。

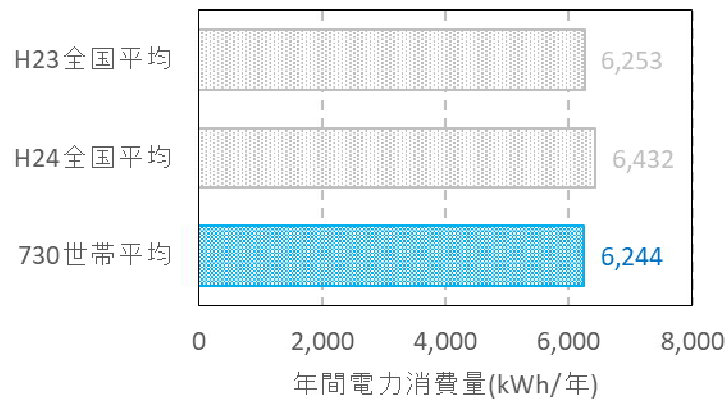


図 2.4 分析対象世帯と一般世帯の平均年間電力消費量

以上より特定の住宅メーカーの HEMS 付き住宅の電力データを利用していることに起因する対象世帯の所属地域分布と世帯人数について多少の偏りがあったためこの点は留意が必要である。しかしながら電力消費量は一般世帯と大きな隔たりはなく十分なデータ数があることから分析結果は十分に意味があるといえる。

2.2 生活周期の分類

Ozawa et al.⁹⁾にならって統計ソフト R の高速フーリエ変換関数(FFR)を用いて 1 週間ごとに生活周期を分類している。フーリエ変換は周波数解析において一般的に用いられており、図 2.5 のように家庭の電力データを周波数関数の和によって表すことができる。ここで角周期 ω の影響度は角周期 ω の正弦関数余弦関数の係数の 2 乗和であるパワースペクトルを用いて各周波数の影響度を評価する。そして最も影響度の大きい周波数を家庭の生活周期と定義している。

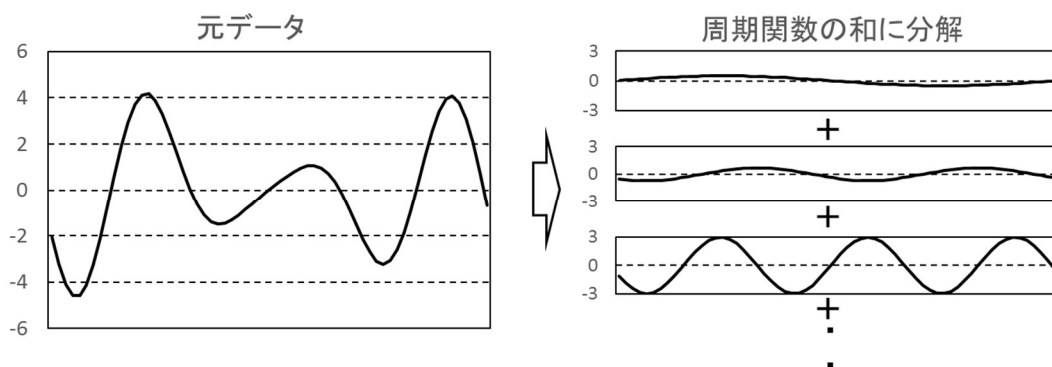


図 2.5 フーリエ変換による周波数解析

フーリエ変換の公式(式 2.1)は時間 t に関して連続な関数 $f(t)$ に対して用いることで角周波数 ω の周期関数について係数 $F(\omega)$ を得ることができる。またフーリエ逆変換の公式(式 2.2)ではフーリエ変換によって得られた係数 $F(\omega)$ を用いることでそれぞれの角周波数の周期関数で元の関数 $f(t)$ が表すことができる。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt \quad \dots \text{(式 2.1)}$$

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{i2\pi\omega t} d\omega \quad \dots \text{(式 2.2)}$$

本分析で用いる電力データは 30 分毎の離散データとなっている。したがってフーリエ変換を離散データに用いることができるよう拡張したのが離散フーリエ変換(式 2.3)を用いた。N 個の離散時系列データに対して用いられる離散フーリエ変換では角周波数 ω は $2\pi k/n$ に対応する。

$$F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n)e^{-i\frac{2\pi}{N}nk}, k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots \text{(式 2.3)}$$

2.3 世帯単位での生活周期による電力消費量の分析

1.2.1 項でまとめたようにほとんどの世帯で図 1.11 のように朝と夜にピークがある 12 時間周期か図 1.22 のように夜にピークがある 24 時間周期に分類することができた。そして夏季においては 12 時間周期の世帯の方が 24 時間周期の世帯よりも消費電力が低い(図 1.15)ことが示されている。本節ではこの生活周期による消費電力の傾向が世帯単位で成立していることを示し、家庭の省エネに結び付けるアドバイスとして適切であることを確認する。

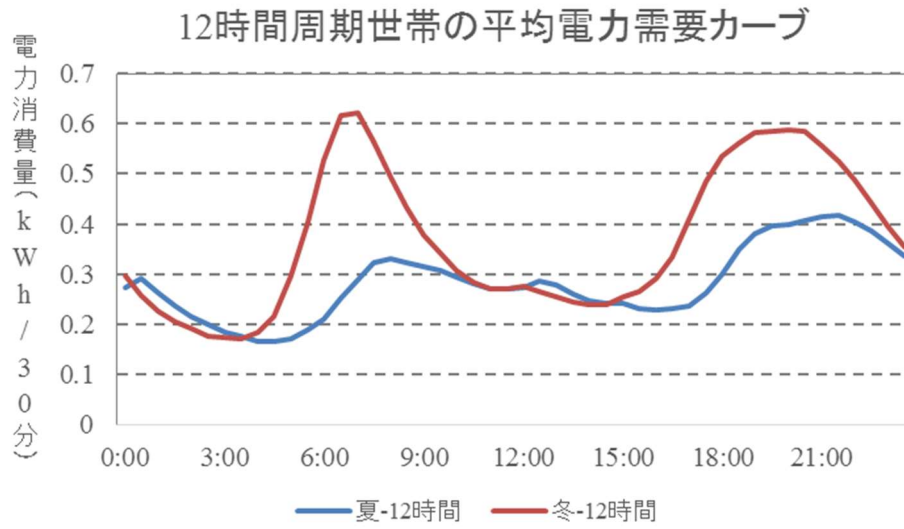


図 1.11 12 時間周期の世帯の電力消費カーブ⁹⁾ (再掲)

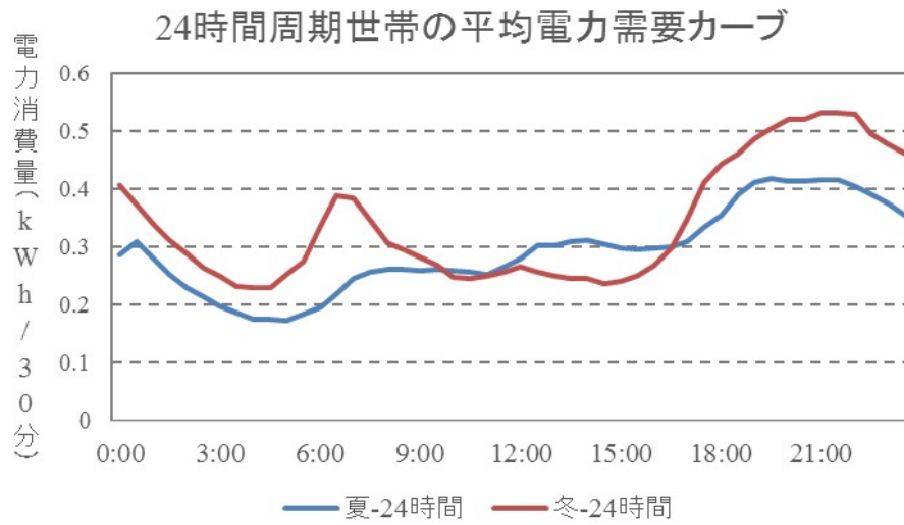


図 1.12 24 時間周期の世帯の電力消費カーブ⁹⁾ (再掲)

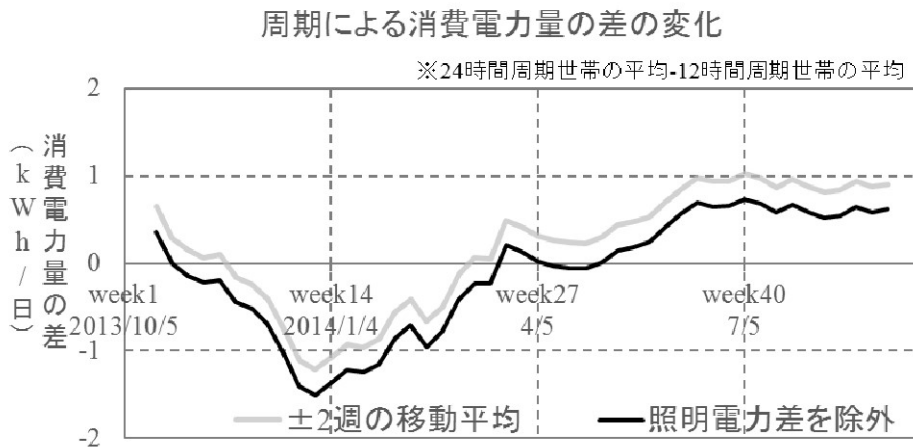


図 1.15 24 時間・12 時間周期世帯の消費電力の差異(照明電力差を除外)⁹⁾ (再掲)

2.3.1 世帯単位的生活周期

図 2.6 は春季と夏季について世帯単位的生活周期をまとめたものである。図 1.15 より 12 時間周期の方が 24 時間周期より電力消費量が低い夏季は 2014/6/14～2014/8/29 の各週、加えて比較のため電力消費量の違いがなかった春季は 2014/3/15～2014/5/15 の各週とした。

春季においては 730 世帯中 2 世帯で 12 時間周期も 24 時間周期も取らない世帯があった。残りの 728 世帯中で 12 時間周期があったのは 650 世帯、24 時間周期があったのは 491 世帯であり、12 時間周期の方に偏りがあった。そして 12 時間周期と 24 時間周期共にあった世帯は 413 世帯(57%)であり、この世帯を対象として春季の分析を行う。

夏季においては 730 世帯中 5 世帯で 12 時間周期も 24 時間周期も取らない世帯があった。残りの 725 世帯中で 12 時間周期があったのは 601 世帯、24 時間周期があったのは 663 世帯であり、12 時間周期の方に偏りがあった。そして 12 時間周期と 24 時間周期共にあった世帯は 539 世帯(74%)であり、この世帯を対象として春季の分析を行う。

春季と夏季の世帯単位的生活周期をみると春季では 12 時間周期に大きく偏り、両方の周期をとる世帯は夏季より少なくどちらか一方の周期をとる世帯が多かった。一方夏季は 12 時間周期をとる世帯と 24 時間周期をとる世帯は共に多く、また多くが両方の周期をとっていた。これには空調需要が関係していると考えられる。夏季においては空調需要により生活周期の変化による電力需要の変化が顕著に表れ、生活周期の判定が変わる。一方春季では生活周期の変更による電力消費量への影響は照明程度なので小さく、生活周期の判定が変わるほど影響が出ないと考えられる。そのため夏季では生活周期の変化が出る一方、春季では生活周期の変化は出づらく固定化される。

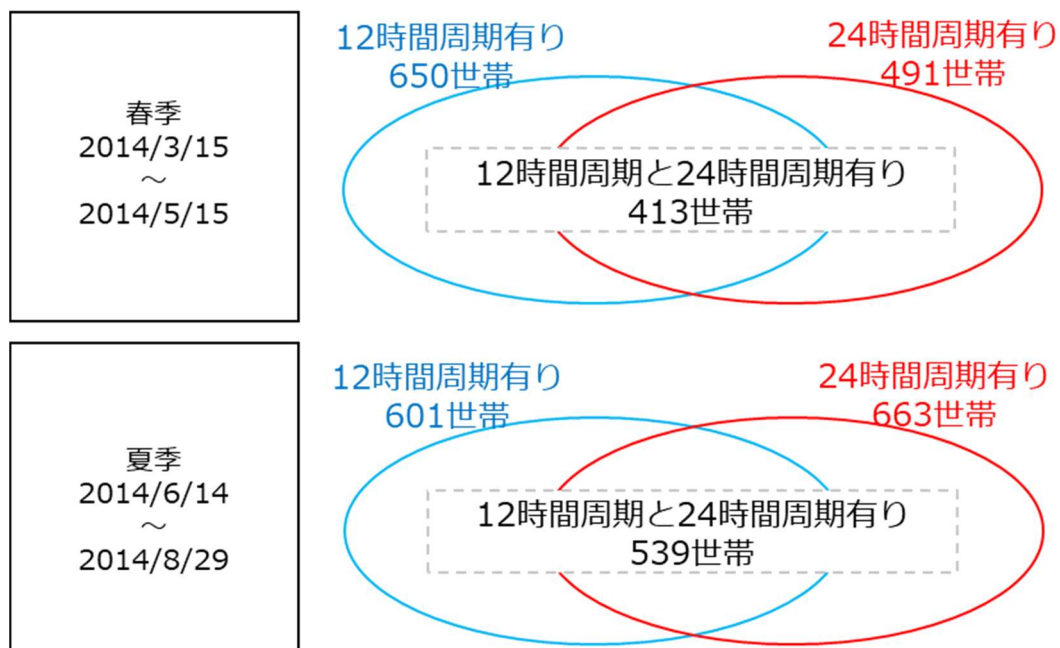


図 2.6 世帯単位的生活周期

2.3.2 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果

図 2.7 は春季において 12 時間周期と 24 時間周期が両方あった 413 世帯について生活周期による平均電力消費量の比較結果である。横軸に 24 時間周期の週の平均電力消費量をとっており、左上側は 24 時間周期の方が電力消費量が低いこと、右下側は 12 時間周期の方が電力消費量が低いことを示す。各プロットはそれぞれの世帯を表す。左上側・右下側ともに同程度分布しており差はあまり確認できなかった。図 2.8 は夏季における 12 時間周期と 24 時間周期が両方あった 539 世帯について生活周期による平均電力消費量の比較結果である。フォーマットは図 2.7 に準ずる。左上側に比較して右下側に集中しており 24 時間周期の週と比較して 12 時間周期の週の方が電力消費量が低い世帯が多かったことが確認できる。

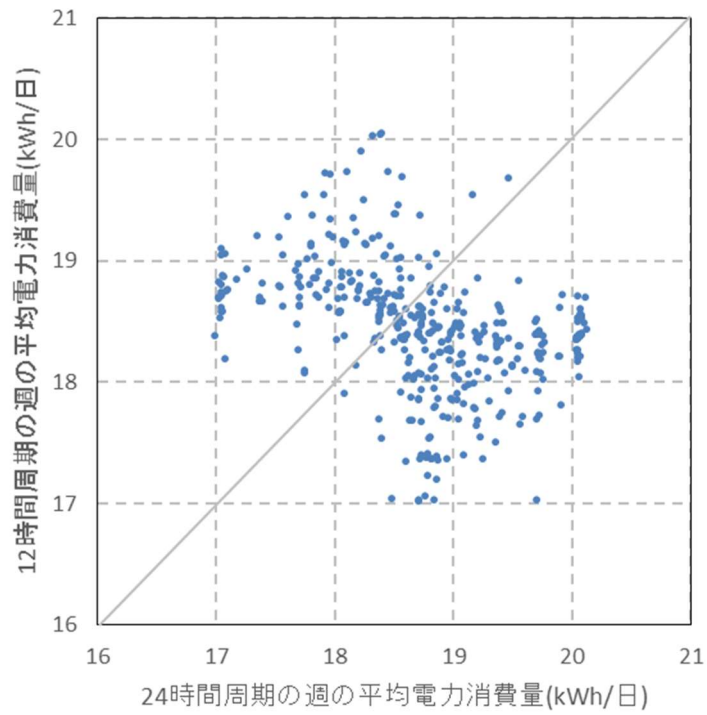


図 2.7 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果(春季)

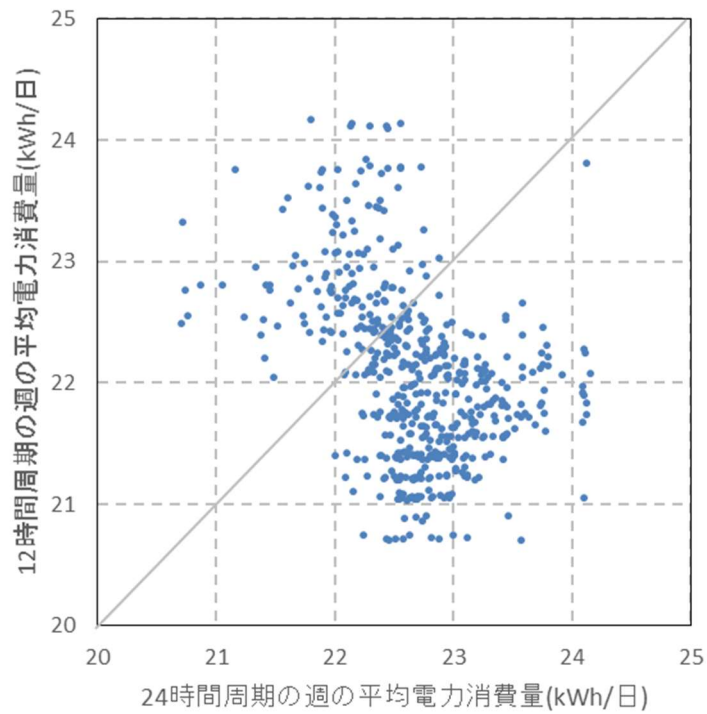


図 2.8 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果(夏季)

表 2.1 は春季と夏季の結果をまとめたものである。世帯数の分布をみると 12 時間周期の週の電力消費量が 24 時間周期の週の電力消費量より低かったのは春季で 62%、夏季で 74%と偏っていることが確認でき、世帯単位においても夏季において生活周期が 12 時間周期の方が 24 時間周期より電力消費量が低い傾向があったといえる。

表 2.1 世帯単位での生活周期による電力消費量の結果まとめ

		世帯数		平均電力消費の差の平均 12 時間周期の週-24 時間周期の週 (kWh/日)
春季	12 時間周期 < 24 時間周期	254	62%	-1.01
	12 時間周期 > 24 時間周期	159	38%	0.90
	計	413	100%	-0.27
夏季	12 時間周期 < 24 時間周期	399	74%	-1.13
	12 時間周期 > 24 時間周期	140	26%	0.91
	計	539	100%	-0.60

2.4 本章のまとめ

本章で夏季では Ozawa et al.⁹⁾において示された 12 時間周期世帯グループのほうが 24 時間周期世帯グループより省エネルギーであるということを踏まえ、この生活周期による電力消費量の傾向が世帯単位で成立していることを検証した。

まず世帯単位で生活周期の変化をみると春季では 12 時間周期または 24 時間周期の片方に固定化されている世帯が多く、生活周期が変化したのは 57%ほどであった。一方夏季では両周期ともとる世帯が多く 74%ほどであった。これは空調需要有無による電力需要の変化の大きさによる違いに起因していると考えられ、春季や秋季でのフーリエ変換による生活周期分類の方法や感度について注意が必要であることが分かった。

世帯単位での生活周期による電力消費量の差については夏季において 74%の世帯で 12 時間周期のほうが 24 時間周期より電力消費量が低かった。これより世帯単位でも夏季において 12 時間周期の方が省エネルギーである傾向がわかった。春季についても同様の結果であったが、前述の春季における生活周期分類の注意点から結果には注意が必要である。

以上の夏季での 12 時間周期の低電力消費傾向が世帯単位でも成立しているという結果をふまえ、第 3 章では実際の生活周期シフトの効果の実証実験を行った。

第3章 生活時間シフト運動による省エネ効果と睡眠への影響の検証

本章では第2章での結果を踏まえ、省エネになるよう生活時間シフトに取り組んだ場合の実際の省エネルギー効果と生活時間シフトによって生じる睡眠への影響の2点について検証する。

実証実験では電力消費量の削減がより重要である夏季について省エネになるよう生活周期を12時間周期から24時間周期へシフトを試みた。具体的には実証実験参加者へ1時間程度の早寝早起き(生活時間シフト)を推奨することで夜にピークがある24時間周期から朝と夜にピークがある12時間周期へ近づくようにしている。この生活時間シフトによる省エネルギー効果が実際にあるかどうか検証を行った。

また類似した取組みであるサマータイムに関する研究において健康への悪影響が指摘されている。本実験で取り組む強制力の低い緩やかな生活時間シフトにおける健康への影響を、睡眠に着目して検証を行った。

なお、本実験は東京大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した。

3.1 実験概要

本節では実験概要について実験設計と参加世帯、実験のスケジュール、実験に用いた各種計測機器と調査票について説明する。

3.1.1 実験設計と参加世帯

本実験では2-3週間に渡る実験をのべ24世帯47名の東京都足立区住民を対象に計3回実施した(表3.1)。表3.2は実験日程の詳細である。

第1回実験は2015年10月4日から10月17日までの2週間、各世帯1名ずつ6世帯6名の東京都足立区住民を対象に実施した。科学技術振興機構のi-cosmos(電力使用量見える化実験)に参加している東京都足立区の33世帯に対し本実験への協力依頼文書(付録(ア))を送付して参加者を募集している。

第1回実験より各世帯から複数名の実験への参加の必要性が示され、これを改善点として第2回実験を設計した。また実験期間の制約から参加を見送った世帯が多かったことから、実験期間を柔軟に設定できるよう改善している。第2回実験は2016年7月から8月までの間で任意の連続した2週間、各世帯原則2名以上9世帯21名の東京都足立区住民を対象に実施した。第1回実験と同様にi-cosmosに参加している東京都足立区の33世帯に対して本実験への協力依頼文書(付録(イ))を送付して参加者を募集、さらにあだち環境ゼミナールの参加者に対しても類似した本実験への協力依頼文書を配布して募集している。

第2回実験までは生活時間シフト後の影響は1週間分までの検証であった。新たに生活時間シフト後2週目以降の影響を検証できるよう第3回実験を設計した。第3回実験は2017年8月から9月までの間で任意の3週間、各世帯原則2名以上9世帯20名の東京都足立区住民を対象に実施した。第1回実験、第2回実験と同様にi-cosmosに参加していた東京都足立区の33世帯に対して本実験の協力依頼文書(付録イ)を一部修正したものを送付して参加者募集している。

表 3.1 実験日程と対象世帯

	第1回(2015)	第2回(2016)	第3回(2017)
日程	10/4~17	7~8月で任意に選択	8月で任意に選択
期間	2週間	2週間	3週間
参加者数	6世帯,6人	9世帯,21人	9世帯,20人
募集方法	i-cosmos 参加 33世帯	i-cosmos 参加 33世帯 あだち環境ゼミナール	i-cosmos 参加 33世帯

表 3.2 実験日程の詳細

	世帯	開始日	終了日
第1回実験 (2015.10)	1	10月4日	10月18日
	2	10月4日	10月18日
	3	10月4日	10月18日
	4	10月4日	10月18日
	5	10月4日	10月18日
	6	10月4日	10月18日
第2回実験 (2016.7-8)	1	7月4日	7月18日
	2	7月3日	7月17日
	3	7月31日	8月14日
	4	7月24日	8月7日
	5	8月3日	8月17日
	6	7月17日	7月31日
	7	7月11日	7月25日
	8	7月21日	8月4日
	9	7月23日	8月6日
第3回実験 (2017.8-9)	1	8月1日	8月22日
	2	8月5日	8月26日
	3	8月2日	8月23日
	4	8月6日	8月27日

	5	8月1日	8月22日
	6	8月18日	9月8日
	7	8月20日	9月10日
	8	8月17日	9月7日
	9	8月7日	8月28日

3.1.2 実験のスケジュール

本実験では参加者に1週目は普段通りの生活を、2週目以降は普段より1時間程度の早寝早起きを意識した生活を行うよう依頼した。普段通りの生活の1週目と1時間程度の早寝早起きの2週目以降について3.1.3項で示す各種計測機器と調査票で得た結果を比較することで生活時間シフトの影響を検証している。

実験開始1週間から1ヶ月前に各種計測機器、調査票及び説明書(付録(ウ)、付録(エ))を送付し、計測機器の設定やテストを行う。その後実験スケジュール(表3.3)に従って計測機器による測定及び毎朝調査票(付録(オ)、付録(カ))への記入に取り組んでいる。図3.1は第2回実験で実際に送付した資料の外観である。

表 3.3 実験スケジュール

	1日目	2	...	7	8	...	14or21	15or22 起床迄
生活時間	普段通り				1時間程度の早寝早起き			
電力計測機器	自動で計測							
調査票2枚	翌日起床後記入							
睡眠計測機器	自動で計測							
温湿度計	自動で計測							

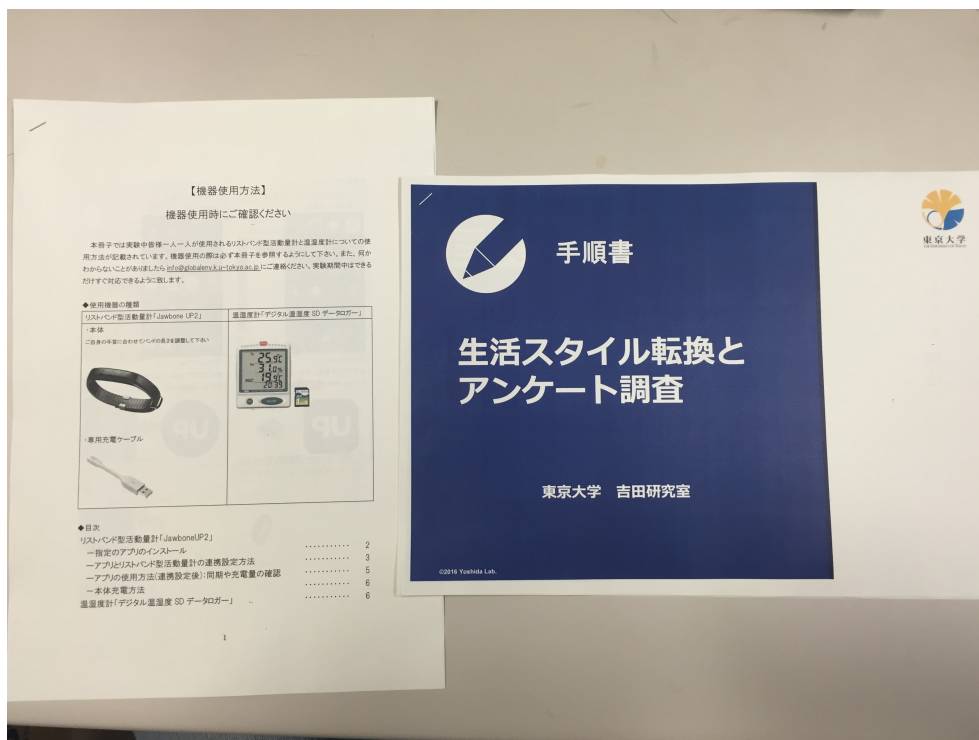


図 3.1 参加者への送付資料(第 2 回実験)

3.1.3 データ

3.1.3.1 電力消費量

電力消費量計測のため ENEGATE 社の「スマートゲートウェイ」及び中国計器工業社の「省エネナビ CK-5」を用いている。いずれの機器においても電力消費量の 30 分値が得られる。

i-cosmos 参加世帯では既に ENEGATE 社の「スマートゲートウェイ」が取り付けられており、この電力データの利用許可を取り電力データを取得した。あだち環境ゼミナール参加者では電力計測機器は未設置であったため、中国計器工業社の「省エネナビ」を実験期間中のみ設置し電力データを取得した。

図 3.2 は第 2 回実験で実際に送付した「省エネナビ」の実機である。



図 3.2 省エネナビの実機

3.1.3.2 主観的睡眠感

本実験では主観的な睡眠の質として睡眠障害として代表的な不眠症の症状に着目した。内山¹⁶⁾によると不眠症の主たる臨床症状は入眠障害・睡眠の維持障害・早期覚醒・熟睡障害である。これらの症状について参加者の少ない負担で評価できる山本ら¹⁷⁾によって開発された OSA 睡眠調査票 (MA 版)¹⁸⁾ (付録(オ))を用いた。参加者には翌朝起床時に OSA 睡眠調査票 (MA 版)への記入を依頼した。

OSA 睡眠調査票 (MA 版)は記入時間を十分にとることができない臨床現場や多くの選択肢をもつ選択肢に適切に反応できない中高年・高齢者を対象とした起床時の睡眠感を評価する心理尺度である。作成にあたり日本の 26-75 歳 (男女 670 名)に対して調査を行っており信頼性は十分高く、多くの研究で利用されている。

OSA 睡眠調査票 (MA 版)の集計方法について、4 択の 16 問の質問に回答することで起床時眠気、入眠と睡眠維持、夢見、疲労回復、睡眠時間の 5 種の因子に対する評価を行うことができる。表 3.4 は各因子に対応する質問とその重みを表している。各因子に対応する質問の回答によって得られた重みの平均が評価値となり、点数が高いほど良好な睡眠が得られていることを示す。また実際の分析では母集団 (山本ら¹⁷⁾が調査した男女 670 名)において得られた平均と分散を用いて標準化されたものを平均 50, 最大 100, 最小 0 になるよう調整した標準化評価値 Z_c を用いる。

実際の標準化評価値 Z_c は式 3.1 と式 3.2 によって得られる。 Z_{in} は因子 i 、日番号 n の評価値、 X_{ij} は因子 i 、対応する質問番号 j の重み、 N_i は因子 i の対応する質問数である。そして $Z_{c_{in}}$ は因子 i 、日番号 n の標準化評価値、 μ_i は因子 i の母集団平均値、 σ_i は因子 i の母集団標準偏差である。

$$Z_{in} = \left(\sum_j^{N_i} X_{ij} \right) / N_i \quad \dots \text{ (式 3.1)}$$

$$Z_{c_{in}} = \frac{(Z_{in} - \mu_i)}{\sigma_i} \times 10 + 50 \quad \dots \text{ (式 3.2)}$$

表 3.4 OSA 睡眠調査票の質問と重み

因子	対応する質問	選択肢 (重み)				対応する質問
		非常に	やや	やや	非常に	
1.起床時眠気	集中力がある	35	22	12	0	集中力がない
	頭がはっきりしている	32	20	10	0	頭がぼーっとしている
	今すぐ、調査にテキパキと答えられる	29	18	10	0	答えるのは面倒である
	解放感がある	33	21	11	0	ストレスを感じる
2.入眠と睡眠維持	ぐっすり眠れた	30	18	9	0	ぐっすり眠れなかった
	睡眠中にしょっちゅう目が覚めた	0	11	18	29	睡眠中に目が覚めなかった
	眠りが浅かった	0	11	21	32	眠りが深かった
	寝つきが良かった	27	15	9	0	寝つきが悪かった
	寝付くまでにウトウトしている状態が多かった	0	11	19	30	寝付くまでにウトウトしている状態が少なかった
3.夢み	悪夢が多かった	0	8	15	29	悪夢は見なかった
	しょっちゅう夢を見た	0	10	18	30	夢を見なかった
4.疲労回復	疲れが残っている	0	13	22	32	疲れが取れている
	不快な気分である	0	11	22	34	爽やかな気分である
	体がだるい	0	12	21	32	体がしゃきっとしている
5.睡眠時間	食欲がある	33	20	9	0	食欲がない

	睡眠時間が長かった	34	23	12	0	睡眠時間が短かった
--	-----------	----	----	----	---	-----------

3.1.3.3 睡眠効率

本実験では客観的な睡眠の質として多くの研究で利用されている睡眠効率を利用した。睡眠効率は式 3.3 のようにベッドに入っている就寝時間に対する実際に睡眠した時間の効率であらわされる。睡眠効率算出に必要なデータを計測するために各種睡眠計測機器を用いている。

$$\text{睡眠効率} = \text{睡眠時間} \div \text{就寝時間} \quad \dots \text{ (式 3.3)}$$

第 1 回実験ではタニタ社のマット型睡眠計「スリープスキャン」を用いている。睡眠時の体動を計測することで睡眠効率などのデータを取得できる。睡眠前に電源を入れて計測することを依頼した。図 3.3 は「スリープスキャン」の設置イメージであり、マット下の白破線部に敷かれている。



図 3.3 スリープスキャンの設置イメージ

第 1 回実験で日中の活動量を別機器で計測し、参加者の負担となっていた。参加者の負担を軽減するため第 2 回実験では日中の活動量と睡眠情報を一括して計測できる Jawbone 社のリストバンド型

活動量計「UP2」を用いている。加速度計により日中の運動量に加え睡眠情報などのデータを取得できる。実験期間中は充電や特別な理由がない限り常時着用し計測することを依頼した。

第3回実験では Jowbone 社の「UP2」と同様の機能をもった Fitbit 社のリストバンド型活動量計「Fitbit ALTA」を用いている。図 3.4 は実際に送付した「UP2」と「Fitbit ALTA」の実機である。



図 3.4 UP2(左)と FitbitALTA(右)の実機

3.1.3.4 その他の計測機器と調査票

OSA 睡眠調査票と睡眠計の結果を補足するために活動量計、温湿度計及び起床時のアンケート調査票(付録(カ))用いている。

日中の運動量は睡眠快適性へ影響を与えうる要素である。第1回実験では Panasonic 社の活動量計「デイカロリー」を実験期間中は特別な理由がない限り常時着用し計測することを依頼した。第2回実験以降は前項で紹介した睡眠情報も計測できる活動量計を用いている。

睡眠時の温湿度は睡眠快適性へ影響を与えうる要素である。第1回実験では T&D 社の温湿度計「おんどり」を、第2回実験以降は A&D 社の温湿度計「温湿度 SD データレコーダー」を設置して計測することを依頼した。

また、体調不良や計測忘れなどの特段の事情があった場合を記録するため、起床時のアンケート調査票を依頼した。

3.2 実験結果

本節では実験結果として生活時間シフト運動による生活時間シフトの実施状況，電力消費量の変化，主観的睡眠感の変化，睡眠効率についてまとめる。

3.2.1 生活時間シフトの結果

本実験では参加者に 1 週目は普段通りの生活を，2 週目以降は普段より 1 時間程度の早寝早起きを意識した生活を行うよう依頼した。参加者がどれほどこの依頼を達成できたか各実験の生活時間シフトの結果を確認する。

3.2.1.1 全参加者の生活時間シフトの結果

図 3.5 と表 3.5 は全参加者の起床時のアンケート調査から得られた生活時間シフトの結果である。図 3.5 は縦軸を 1 週目の平均起床時刻に対する 2 週目の平均起床時刻の増減，横軸は 1 週目の平均就寝時刻に対する 2 週目の平均起床時刻の増減を表している。したがって第 3 象限が早寝早起き達成していることになる。表 3.5 は 1 週目と 2 週目以降の平均就寝時刻と平均起床時刻は起床日 0 時を基準とし，前日時刻は負の数で表している。シフト時間及び睡眠時間増減は 1 週目の平均に対する増減を表している。シフト時間を見ると 47 名中 35 名で平均就寝時刻が早くなり，47 名中 32 名で平均起床時刻が早くなっていた。一方でほとんどの参加者でシフト時間は 1 時間に満たず，1 時間程度の早寝早起きという依頼に対する達成度は低かった。

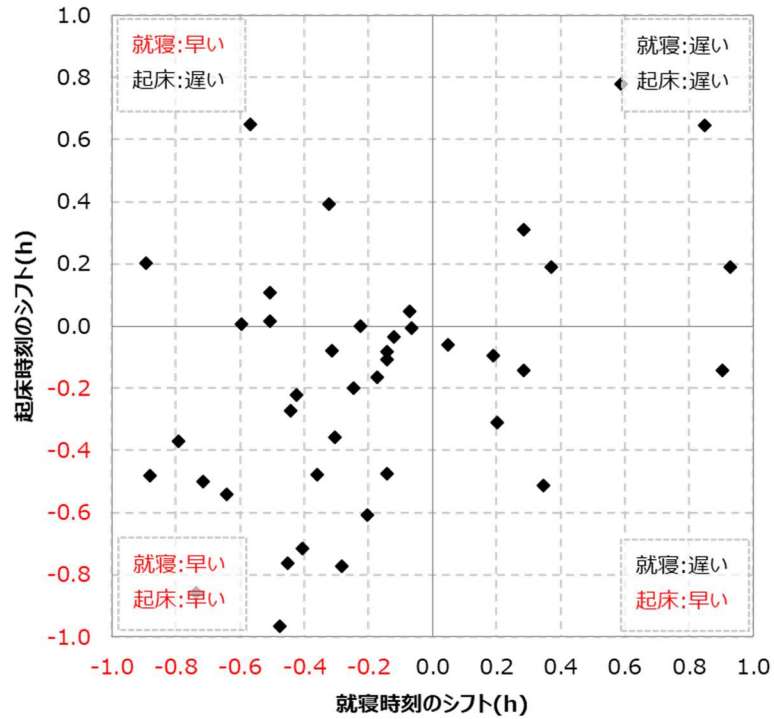


図 3.5 全参加者の時間シフトの分布

表 3.5 全参加者の生活時間シフトの結果

世帯	参加者	1 週目		2 週目以降		シフト時間(h)		睡眠 時間 増減 (h)	
		平均 就寝 時刻	平均 起床 時刻	平均 就寝 時刻	平均 起床 時刻	平均 就寝 時刻	平均 起床 時刻		
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	-1.1	6.1	-0.7	5.6	0.3	-0.5	-0.9
	2	2	1.0	6.0	0.4	6.6	-0.6	0.7	1.2
	3	3	-0.3	6.9	-1.3	6.3	-1.0	-0.7	0.4
	4	4	1.1	5.9	-0.6	5.9	-1.6	0.0	1.6
	5	5	-2.1	6.3	-2.6	4.6	-0.6	-1.7	-1.1
	6	6	2.3	7.7	-0.3	7.4	-2.6	-0.3	2.2
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	-1.0	6.0	-1.1	6.1	-0.1	0.0	0.1
		2	-0.5	6.3	-1.0	6.4	-0.5	0.0	0.5
		3	0.1	6.0	-0.1	6.0	-0.2	0.0	0.2
	2	4	-1.3	4.7	-2.0	4.2	-0.7	-0.5	0.2
		5	0.3	6.7	0.0	7.0	-0.3	0.4	0.7
		6	0.3	5.5	0.1	5.3	-0.2	-0.2	0.0
		7	0.4	6.7	0.5	6.7	0.0	-0.1	-0.1

	3	8	-1.8	6.3	-0.9	6.2	0.9	-0.1	-1.0	
		9	-1.9	6.3	-0.9	6.5	0.9	0.2	-0.7	
	4	10	-0.0	8.4	-0.3	7.6	-0.3	-0.8	-0.5	
		11	-1.6	6.6	-1.4	6.5	0.3	-0.1	-0.4	
	5	12	-2.0	5.4	-2.2	4.8	-0.2	-0.6	-0.4	
	6	13	-1.8	5.7	-2.0	5.2	-0.1	-0.5	-0.3	
		14	0.5	7.1	0.0	6.1	-0.5	-1.0	-0.5	
	7	15	-0.4	6.8	-0.5	6.8	-0.1	-0.1	0.1	
		16	-0.7	5.0	-1.5	5.2	-0.9	0.2	1.1	
	8	17	-0.4	6.2	-1.1	5.4	-0.7	-0.9	-0.1	
		18	-0.1	6.5	-0.5	6.3	-0.4	-0.2	0.2	
		19	-0.1	6.2	-0.5	5.8	-0.4	-0.5	-0.1	
	9	20	-0.6	6.6	-1.0	5.9	-0.4	-0.7	-0.3	
		21	-1.0	5.8	-0.8	5.7	0.2	-0.1	-0.3	
	第3回実験 (2017.8-9)	1	1	-2.1	4.9	-2.2	4.8	-0.1	-0.1	0.0
			2	-1.9	4.9	-2.5	4.4	-0.6	-0.5	0.1
		2	3	-1.1	3.1	-0.5	4.8	0.6	1.6	1.0
			4	1.4	5.5	0.6	5.2	-0.8	-0.4	0.4
		3	5	-0.9	6.6	-0.6	6.8	0.4	0.2	-0.2
			6	-0.6	6.2	-0.3	6.5	0.3	0.3	0.0
		4	7	1.0	6.9	0.1	6.4	-0.9	-0.5	0.4
8			0.4	6.8	-0.0	6.0	-0.5	-0.8	-0.3	
5		9	-0.9	6.4	-1.0	6.3	-0.2	-0.2	0.0	
		10	-0.7	5.7	0.2	6.3	0.8	0.6	-0.2	
6		11	-1.1	7.0	-1.2	6.9	-0.1	-0.0	0.1	
		12	1.1	7.0	0.7	6.8	-0.4	-0.3	0.2	
7		13	0.3	6.7	-1.3	6.0	-1.6	-0.8	0.8	
		14	-0.8	6.3	-1.4	6.3	-0.6	0.0	0.6	
8		15	-1.8	4.5	-1.8	4.5	-0.1	-0.0	0.1	
		16	0.0	5.9	-0.5	6.0	-0.5	0.1	0.6	
		17	0.9	6.0	0.6	5.9	-0.3	-0.1	0.2	
		18	-0.7	5.8	-0.1	6.6	0.6	0.8	0.2	
		19	-0.9	4.9	-0.7	4.6	0.2	-0.3	-0.5	
9		20	-1.3	5.4	-1.6	5.1	-0.3	-0.4	-0.1	

3.2.1.2 各実験の生活時間シフトの結果

表 3.6 は各実験における生活時間シフトの結果をまとめたものである。平均シフト時間は平均就寝時刻や平均起床時刻の参加者平均である。また前段で生活時間シフトの達成は参加者によって異なることが示されており、以降では生活時間シフトを達成した参加者と生活時間シフトを達成しなかった参加者を区別して分析する。今回平均就寝時刻と平均起床時刻を用いて、両時刻共に早くなった参加者を生活時間シフト成功と定義、いずれか時刻のみ早くなったまたは両時刻遅くなった参加者を生活時間シフト失敗と定義した。

第 1 回実験では平均就寝時刻が平均 52 分、平均起床時刻が平均 25 分早くなった。そして睡眠時間は平均 35 分伸びた。また生活時間シフト成功の参加者は半数の 3 名であり、平均 85 分の早寝と平均 54 分の早起きを行っていた。同様に生活時間シフト失敗の参加者も半数の 3 名であり、平均就寝時刻は平均 18 分の早くなった一方で平均起床時刻は平均 3 分遅くなった。

第 2 回実験では平均就寝時刻が平均 11 分、平均起床時刻が平均 16 分早くなった。そして睡眠時間は平均 5 分短くなった。また生活時間シフト成功の参加者は約半数の 11 名であり、平均 23 分の早寝と平均 32 分の早起きを行っていた。同様に生活時間シフト失敗の参加者も約半数の 10 名であり、平均就寝時刻は平均 2 分、平均起床時刻は平均 2 分遅くなった。

第 3 回実験では平均就寝時刻が平均 12 分、平均起床時刻が平均 2 分早くなった。そして睡眠時間は平均 18 分伸びた。また生活時間シフト成功の参加者は約半数の 12 名であり、平均 29 分の早寝と平均 20 分の早起きを行っていた。同様に生活時間シフト失敗の参加者も約半数の 8 名であり、平均就寝時刻は平均 13 分、平均起床時刻は平均 25 分遅くなった。

表 3.6 各実験の生活時間シフトの結果

		人数	平均シフト時間(h)		平均睡眠 時間増減 (h)
			平均 就寝時刻	平均 起床時刻	
目標		-	-1.00	-1.00	0.00
第 1 回実験 (2015.10)	全参加者	6 人	-0.86	-0.42	0.58
	生活時間シフト成功	3 人	-1.42	-0.89	0.49
	生活時間シフト失敗	3 人	-0.30	0.05	0.67
第 2 回実験 (2016.7-8)	全参加者	21 人	-0.18	-0.26	-0.08
	生活時間シフト成功	11 人	-0.38	-0.53	-0.16
	生活時間シフト失敗	10 人	0.03	0.04	0.01
第 3 回実験 (2017.8-9)	全参加者	20 人	-0.20	-0.03	0.30
	生活時間シフト成功	12 人	-0.49	-0.33	0.22
	生活時間シフト失敗	8 人	0.22	0.42	0.41

3.2.1.3 生活時間シフトの結果まとめ

1 時間程度の早寝早起きという生活時間シフトの依頼に対して、全実験では平均就寝時刻が平均 18 分、平均起床時刻が平均 11 分程度しか早くならなかった。生活時間シフト成功の参加者に絞ると、第 1 回実験は十分な生活時間シフトを達成していた。しかし第 2 回実験と第 3 回実験では平均 20 分から 30 分程度の生活時間シフトとなっており依頼に対して十分ではなかった。この第 1 回実験と第 2 回実験・第 3 回実験の間の生活時間シフト達成度の差の理由は参加者の意識の違いだと考えられる。第 1 回実験では 1 世帯 1 名の参加者であったのに対し、第 2 回実験・第 3 回実験では原則 1 世帯複数名の参加者を募集した。このため第 1 回実験では意識の高い応募者 1 名のみである一方、第 2 回実験・第 3 回実験では応募者に巻き込まれた意識があまり高くない他の参加者が増えたと考えられる。以上を踏まえると生活時間シフトの達成度が高かった第 1 回実験はバイアスがかかっており、達成度が低かった第 2 回実験・第 3 回実験の結果の方が生活時間シフト推奨の際の結果として妥当といえる。

3.2.2 電力消費量の結果

本実験では第 2 章での結果を踏まえ、参加者に省エネになるよう生活時間シフトに取り組むよう依頼した。参加者の生活時間シフトへの取り組みによってどれほど省エネ効果が得られたか各実験の電力消費量の結果を確認する。

ここで第 1 回実験は秋季に 1 世帯 1 名で実施した一方第 2 回実験・第 3 回実験は夏季に 1 世帯複数名で実施している。したがって第 1 回実験と第 2 回実験・第 3 回実験は大きく設定が異なることからこれらを分けて結果を確認する。また第 2 回実験・第 3 回実験は夏季に実施しており、1 週目と 2 週目以降の気温変動が大きい場合がある。したがって第 2 回実験・第 3 回実験に関しては気温の影響を補正した電力消費量についても確認する。

3.2.2.1 第 1 回実験の電力消費量の結果

図 3.6 は第 1 回実験全参加世帯の 30 分毎時間帯別平均電力消費量推移を表している。黒実線は 1 週目の時間帯別平均電力消費量、赤実線は 2 週目の時間帯別平均電力消費量である。まず電力消費量のピークについて 1 週目と 2 週目を比較する。1 週目をみると世帯番号 2・4・5・6 で朝と夜に電力消費量のピークがあり、世帯番号 1・3 では朝にのみピークがあった。生活時間シフトに取り組んだ 2 週目を 1 週目と比較すると世帯番号 5 を除きほとんどの世帯で明確な電力消費量のピークの移動は確認できなかった。次に朝と夜の電力消費量について 1 週目と 2 週目を比較する。世帯番号 2・5 では 0 時頃の電力消費量が減少し 6 時頃の電力消費量が増加した。これは生活時間シフトの影響がでたと見える。世帯番号 3・6 では朝と夜の電力消費量について変化がほとんどなく、生活時間シフトの影響は

でいなかった。世帯番号 1 では昼の電力消費量が増加し、世帯番号 4 では全時間帯で電力消費量が増加していた。これは世帯の他の構成員の生活時間による影響が考えられる。

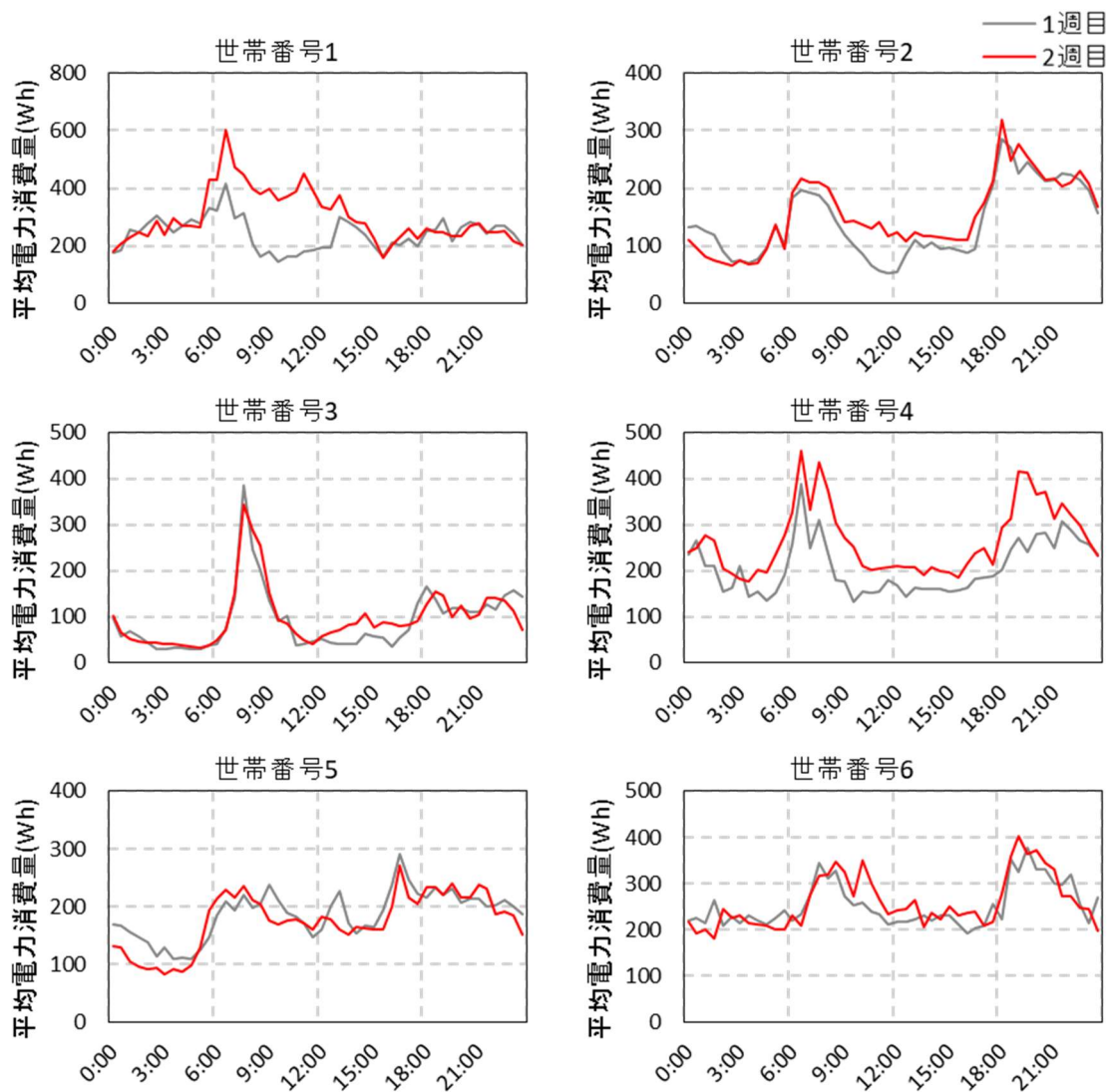


図 3.6 各世帯の電力消費量の平均推移(第 1 回実験)

図 3.7 は第 1 回実験全世帯の日当たり電力消費量の変化を表している。黒棒グラフは 1 週目の日当たり電力消費量、赤棒グラフは 2 週目の日当たり電力消費量である。6 世帯中 5 世帯において電力消費量が増加しており、生活時間シフトで期待される省エネ効果に反している。しかし図 3.6 でみてきた通り、参加者以外の世帯の構成員の生活時間シフトがなされておらず世帯番号 1・3・4・6 では生活時間シフトの影響が期待できない。生活時間シフトの影響が確認できた世帯番号 2・5 に絞ってみると、世帯番号 5 では 0.5kWh/日減少していた。一方、世帯番号 2 では 0.8kWh/日増加している。しかし図

3.5 の世帯番号 2 のグラフを見ると昼の電力消費量が大幅に増加しており、電力消費量の増加は生活時間シフトによらない昼の活動増が原因と考えられる。

以上から第 1 回実験では実験設計に課題があったものの、明確な生活時間シフトの影響が確認できる世帯番号 5 では省エネ効果があったといえる。

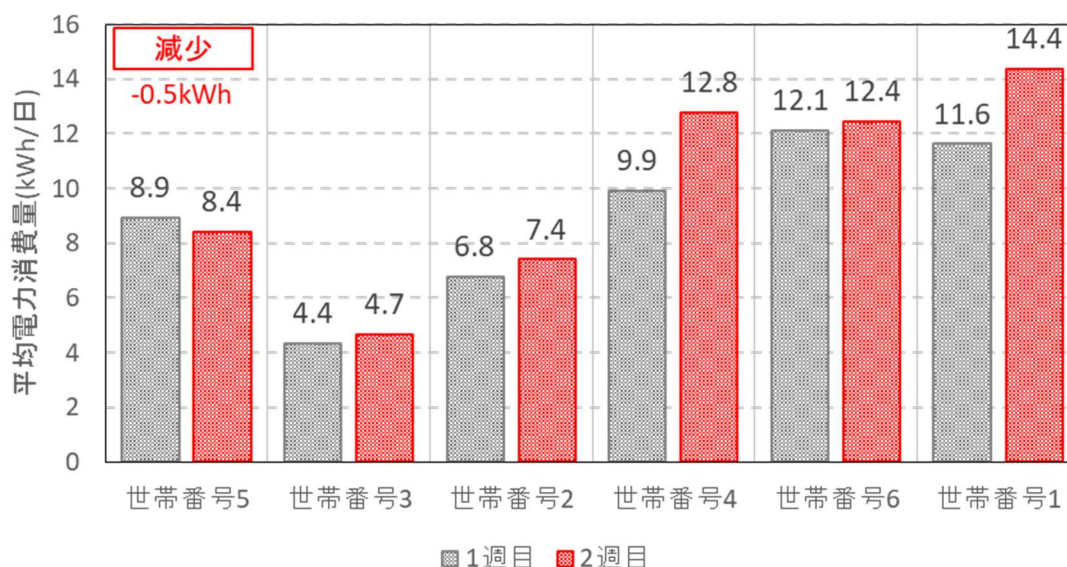


図 3.7 各世帯の電力消費量の変化(第 1 回実験)

3.2.2.2 第 2 回実験・第 3 回実験の電力消費量の結果

第 1 回実験では世帯の他の構成員の生活時間シフト実施状況はまちまちであるという課題が明らかになった。本研究実証実験への説明書(付録(ウ))内では、「よろしければ他のご家族の方々も代表者の方と一緒に生活時間の朝型シフトを実施してみてください」と提案したのみであったためである。この課題を踏まえ第 2 回実験・第 3 回実験では原則 1 世帯複数名参加を条件として実施している。ここで第 2 回実験世帯番号 5・7 及び第 3 回実験世帯番号 2 は計測に不備があり電力消費量データが取得できなかった。このため全 18 世帯中 15 世帯に対して分析を行う。

図 3.8 は第 2 回実験の各参加世帯の 30 分毎時間帯別平均電力消費量推移、図 3.9 は第 3 回実験の各参加世帯の 30 分毎時間帯別平均電力消費量推移を表している。黒実線は 1 週目の時間帯別平均電力消費量、赤実線は 2 週目以降の時間帯別平均電力消費量である。電力消費量のピークについて 1 週目と 2 週目以降を比較すると、第 2 回実験世帯番号 4・8・9、第 3 回実験世帯番号 4・6 で朝の電力消費量のピークが早まっていることが確認できる。これら朝の電力消費量のピークが早まった第 2 回実験の 3 世帯について朝と夜の電力消費量について 1 週目と 2 週目以降を比較すると、総じて全時間帯で電力消費量が増加していた。これは 2 週目以降の気温が高く、気温の影響が出てしまったからと考えられる。同様に第 3 回実験の 2 世帯についてみると世帯番号 4 は夜の需要が減少し朝

の需要が増えている一方、世帯番号6では全時間帯で電力消費量が減少していた。この理由も気温の大幅な減少が原因と考えられる。

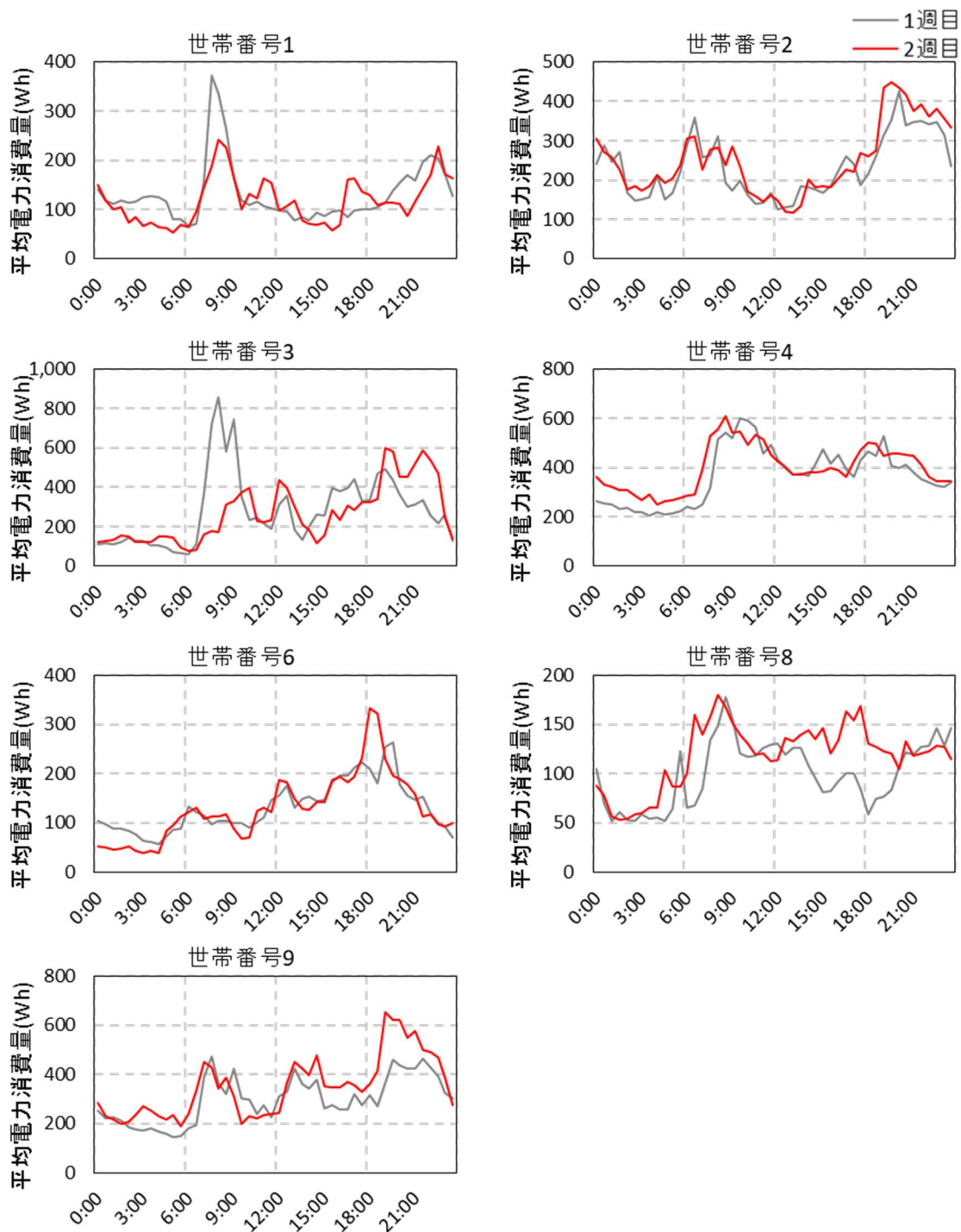


図 3.8 各世帯の電力消費量の平均推移(第2回実験)

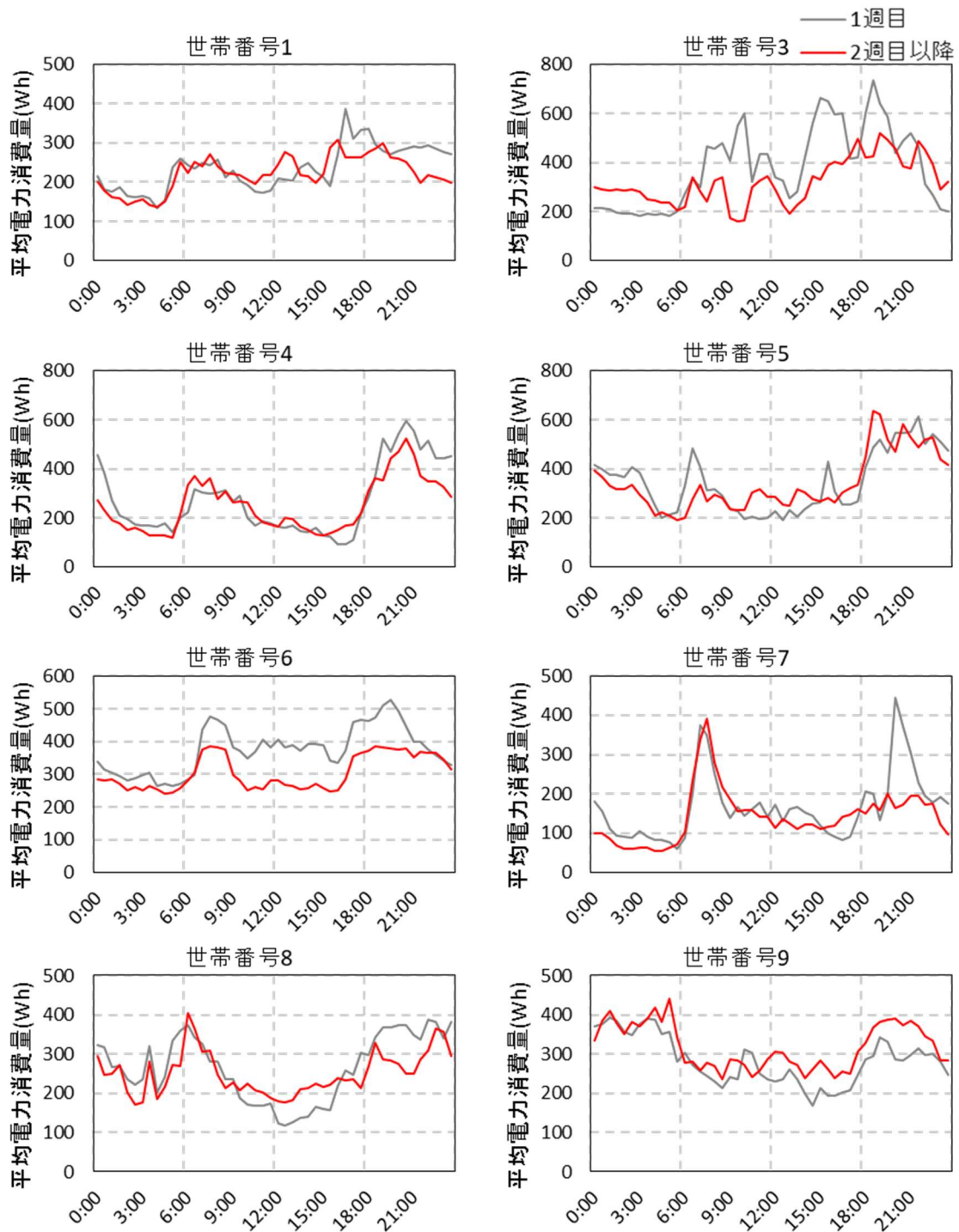


図 3.9 各世帯の電力消費量の平均推移(第3回実験)

図 3.10 は第2回実験各世帯の日当たり電力消費量の変化, 図 3.11 は第3回実験各世帯の日当たり電力消費量の変化を表している。黒棒グラフは1週目の日当たり電力消費量, 赤棒グラフは2週目以降の日当たり電力消費量である。15世帯中5世帯において電力消費量が増加, 10世帯で電

力消費量が減少した。しかしこれらの結果は気温の影響を強くうけている点に注意する必要がある。次段以降でこの気温の影響について補正を行う。

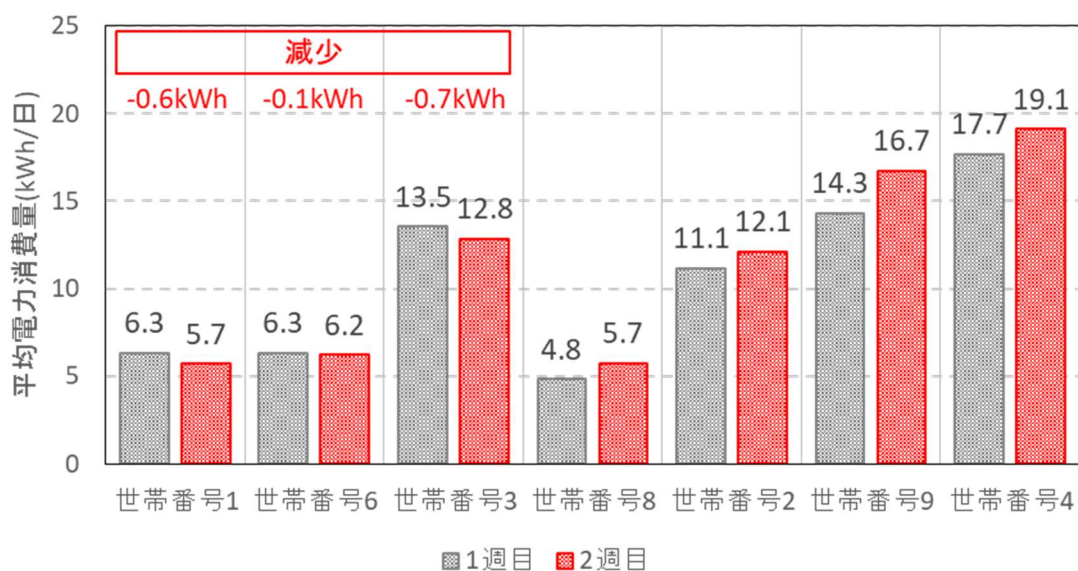


図 3.10 各世帯の電力消費量の変化(第2回実験)

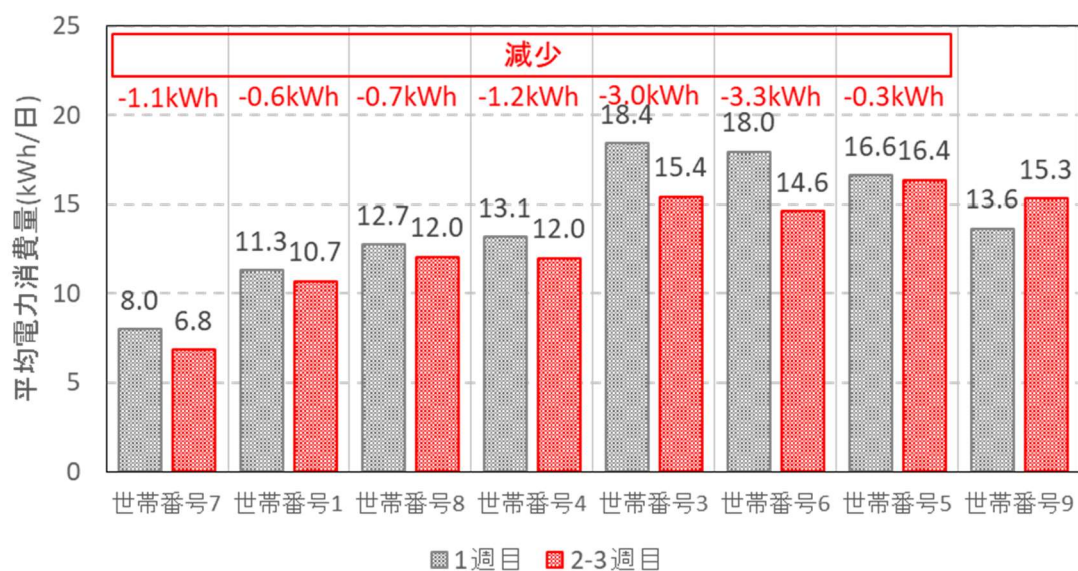


図 3.11 各世帯の電力消費量の変化(第3回実験)

3.2.2.3 電力消費量の気温影響補正

まず実験期間中の気温変動が大きく気温影響補正が必要であることを確認する。東京都の日平均気温・日最高気温のデータは気象庁ウェブサイト¹⁹⁾よりダウンロードして用いた。図 3.12 と図 3.13 は各実験期間における気温の推移を表している。赤破線が最高気温、青破線が平均気温である。また、グラフ下部の色分けされた線は各世帯の実験実施期間を示している。見やすくするため実験実施期間が早い順に世帯を並べている。最高気温に着目すると第 2 回実験世帯番号 4・6・8・9 と第 3 回実験世帯番号 4・9 などでは 2 週目以降に最高気温が大きく上がっている。一方第 3 回実験世帯番号 1・3・5・6・7・8 では 2 週目以降に最高気温が大きく下がっている。このことからほとんどの世帯で気温による影響を受けていると考えられ気温影響補正は必要であるといえる。

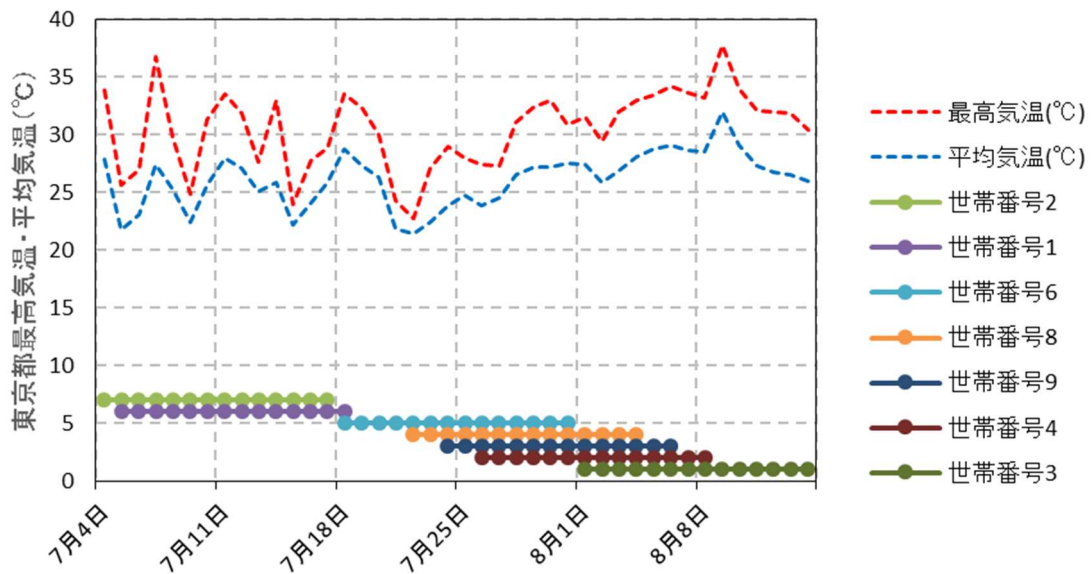


図 3.12 実験期間における気温の推移(第 2 回実験)

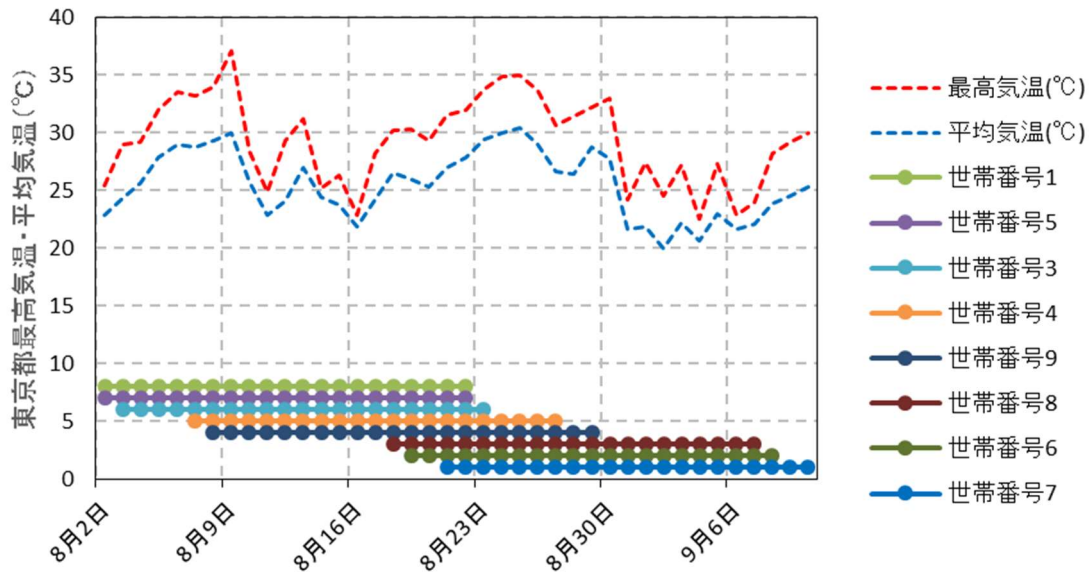


図 3.13 実験期間における気温の推移(第 3 回実験)

次に気温影響の補正方法を述べる. 今回気温変動の影響のみを補正するので, 被説明変数を電力消費量, 説明変数を気温変動の変数とした単回帰モデル(式 3.4)を用いた. E_{in} は世帯番号 i , 日番号 n の 0 時から 24 時までの電力消費量(kWh), X_{in} は同様に世帯番号 i , 日番号 n の気温変動の変数である.

$$E_{in} = \alpha_i + \beta_i X_{in} + \varepsilon \quad \dots \text{(式 3.4)}$$

夏季における気温変動の影響は主に気温が高くなることによる冷房需要の増大である. ゆえに気温がある境界温度を超えたら気温変動の影響が発生する変数を設定するのが妥当である. この境界温度を超えたら発生する気温変動の影響は平均気温または最高気温などに対して設定できるが, 平均気温と最高気温の双方について検討した結果大きな差は生じなかったのでより妥当そうな最高気温について温度境界温度を設定したものを気温変動の変数とした. また境界温度は電力計測機器によりエアコンの稼働状況と最も一致するよう設定した結果, 境界温度は 27.5°C , エアコン稼働状況との一致度は 80.3% であった. 以上より気温変動の変数 X_{in} は式 3.5 となった. 最高気温が 27.5°C を超えた場合は最高気温- 27.5 の値をとり, 下回った場合は 0 を取る. $\max.T_{in}$ は世帯番号 i , 日番号 n の最高気温である.

$$X_{in} = \text{MAX}((\max.T_{in} - 27.5), 0) \quad \dots \text{(式 3.5)}$$

作成した単回帰モデルに夏季の実測値を代入し、各世帯の気温変動の変数に対する係数 β_i を求めた。得られた β_i を用いて実験期間中の気温影響を式 3.6 のようにして補正を行った。 $adj.E_{in}$ は気温影響を補正した電力消費量(kWh)である。

$$adj.E_{in} = E_{in} - \beta_i X_{in} \quad \dots \text{ (式 3.6)}$$

3.2.2.4 第 2 回実験・第 3 回実験の気温影響補正電力消費量の結果

第 2 回実験の気温影響補正はデータ取得都合上実験期間中の 14 日分のデータで回帰モデルを求めた。第 3 回実験の気温影響補正では 7 月 1 日から 9 月 10 日までの 72 日分のデータで回帰モデルを求めた。ただし第 3 回実験の気温影響補正ではデータ欠損があった日のデータ、最高気温が 27.5°C 超なのに同期間の平均電力消費量を下回る場合は異常値として除外している。最高気温が 27.5°C 超にもかかわらず電力消費量が小さいのは旅行など住宅にいないイレギュラーな場合と考えられるので除外するのが適切とした。

表 3.7 は各世帯の単回帰モデルの結果である。15 世帯中 9 世帯で気温変動の変数は 10%以下で有意となった。第 2 回実験世帯番号 3 と第 3 回実験世帯番号 4 についても P 値が 0.2 以下と比較的小さい、注意は必要であるが気温変動の影響が一定程度あるといえる。以上の 11 世帯については気温変動の影響が十分であり得られた係数 β_i を用いて気温影響補正を行う。このとき回帰モデルを求める時と同様に第 3 回実験の気温影響補正では最高気温が 27.5°C 超なのに同期間の平均電力消費量を下回る場合は異常値として気温影響補正を行わない。一方、第 2 回実験世帯番号 8 と第 3 回実験世帯番号 7・8・9 は補正 R2 値が負であり気温変動の変数による単回帰モデルは適切と言えない。これら 4 世帯については気温変動の影響がなかったとして気温影響補正を行わなかった。

表 3.7 各世帯の単回帰モデルの結果

	世帯番号	サンプル数	平均電力消費量 (kWh)	β_i	P 値	補正 R2
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	14	6.0	0.33	0.041 **	0.25
	2	14	11.6	0.56	0.019 **	0.33
	3	14	13.2	0.92	0.167	0.08
	4	14	18.4	0.86	0.013 **	0.36
	6	14	6.3	0.76	0.000 ***	0.69
	8	14	5.3	-0.00	0.996	-0.08
	9	14	15.5	0.63	0.003 ***	0.49
第 3 回実験 (2017.8-9)	1	38	11.6	0.26	0.046 **	0.08
	3	29	13.6	0.51	0.057 *	0.10

	4	17	11.7	0.34	0.116		0.10
	5	38	17.2	0.67	0.002	***	0.22
	6	14	16.2	0.76	0.009	***	0.40
	7	21	6.9	0.00	0.993		-0.05
	8	41	12.8	-0.06	0.681		-0.02
	9	41	15.0	0.11	0.402		-0.01

*,**,***は夫々10%,5%,1%有意水準

図 3.14 と図 3.15 はそれぞれ気温影響補正をした日当たり電力消費量の変化結果である。黒棒グラフは 1 週目の日当たり電力消費量、赤棒グラフは 2 週目以降の日当たり電力消費量である。第 2 回実験世帯番号 1・3・6 と第 3 回実験世帯番号 1・3・4・5・6・7・8 の 10 世帯では補正前と変わらず電力消費量が減少していた。第 2 回実験世帯番号 6 は約 0.3kWh 減少幅が大きくなっていったが、その他 9 世帯では減少幅が小さくなった。最も減少幅が小さくなったのは第 3 回実験世帯番号 6 で約 1.9kWh 分小さくなった。補正前では電力消費量が増加していた 5 世帯では第 2 回実験世帯番号 4 は補正により減少に変化し、残りの 4 世帯は補正前と変わらず増加していた。また全 15 世帯では電力消費量は平均 0.13kWh 減少、最大 1.36kWh 減少であった。1 週目比でみると平均 0.8%減少、最大 14.2%減少であった。さらに電力消費量が減少した 11 世帯に絞ってみると電力消費量は平均 0.62kWh 減少、1 週目比では平均 5.7%減少している。

以上から簡易的であるものの気温影響補正をした上でも 2 週目以降での電力消費量減少があり、生活時間シフト推奨による省エネ効果が確認できた。

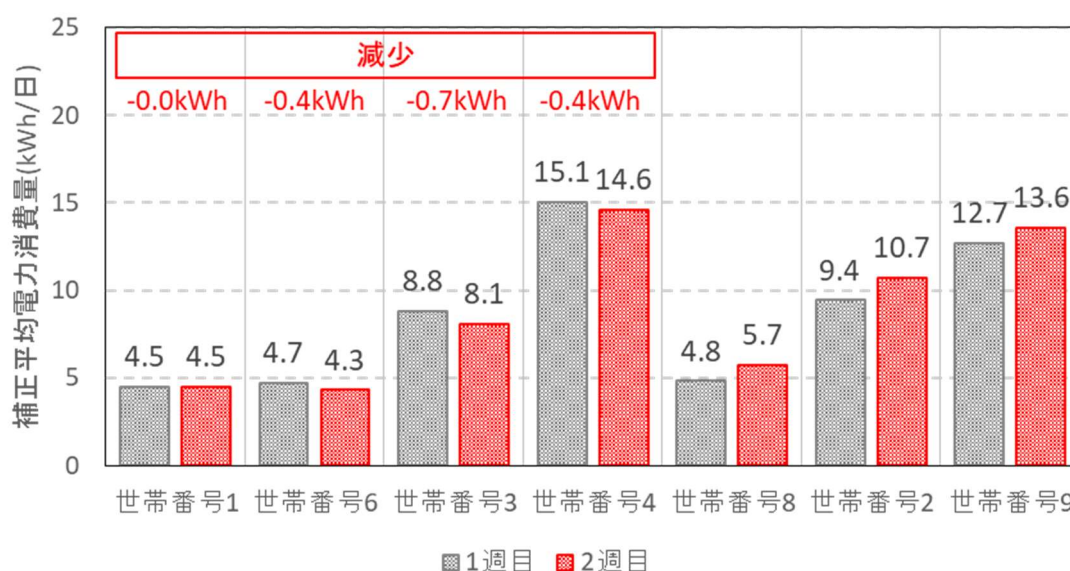


図 3.14 各世帯の気温影響補正電力消費量の変化(第 2 回実験)

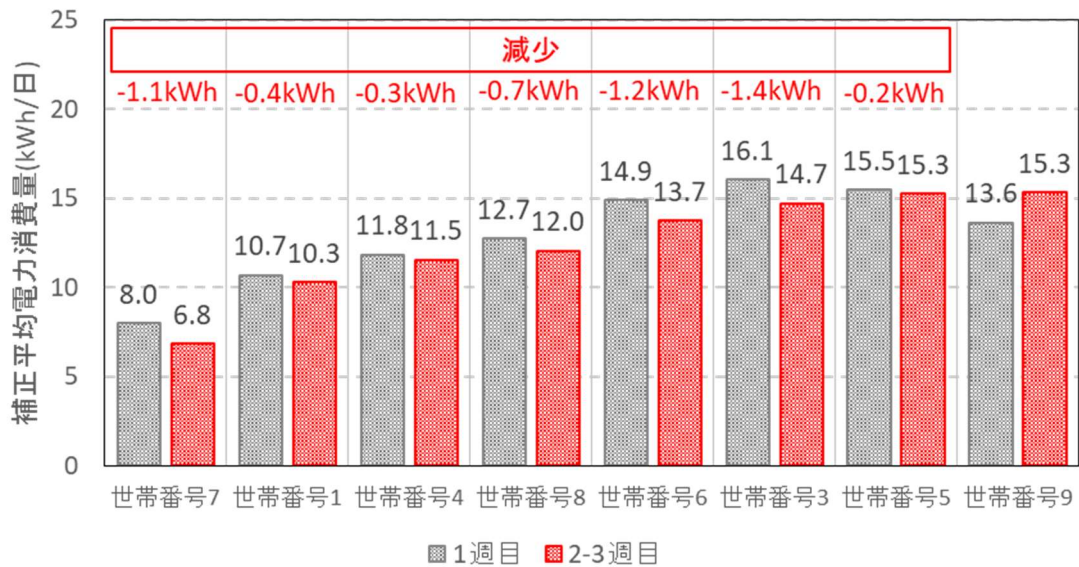


図 3.15 各世帯の気温影響補正電力消費量の変化(第3回実験)

3.2.2.5 電力消費量の結果まとめ

第1回実験では電力消費量について生活時間シフトが確認できたのは6世帯中1世帯のみであった。1世帯1名の参加であったため、他の世帯では世帯全員での生活時間シフト取り組みがされていなかったことにより生活時間シフト推奨の効果が得られなかったと推測される。

第2回実験・第3回実験では気温影響補正した電力消費量について15世帯中11世帯で減少した。全15世帯では電力消費量は平均0.13kWh減少、1週目比でみると平均0.8%減少しており全体として生活時間シフト推奨の効果が確認できた。1世帯複数名の参加であったため世帯全体の生活時間シフトが促されこのような結果につながったと考えられる。

以上より生活時間シフト推奨による省エネ効果が確認でき、特に世帯全員での生活時間シフトへの取り組みが重要であることが推測される。これらを踏まえ3.4節では生活時間シフトによる省エネ効果を世帯全員の取り組みに着目して検証する。

3.2.3 主観的睡眠感の結果

本実験では参加者に生活時間シフトに取り組むよう依頼した。参加者の生活時間シフトへの取り組みによって主観的な睡眠へどのような影響があったか各実験の起床時睡眠調査票の結果を確認する。

OSA睡眠調査票(MA版)により起床時眠気、入眠と睡眠維持、夢見、疲労回復、睡眠時間の5種の因子に対する評価値が得られているので因子ごとに確認していく。また3.2.1.1段で生活時間シフトの達成は参加者によって異なることが示されており、本段でも3.2.1.2段と同様に生活時間シフトを達成した参加者と生活時間シフトを達成しなかった参加者を区別して分析する。平均就寝時刻と平均起床

時刻を用いて、両時刻共に早くなった参加者を生活時間シフト成功と定義、いずれか時刻のみ早くなったまたは両時刻遅くなった参加者を生活時間シフト失敗と定義している。

3.2.3.1 因子 I 起床時眠気の結果

図 3.16 全参加者の因子 I 起床時眠気の結果である。横軸に 1 週目の平均標準化評価値、縦軸に 2 週目以降の平均標準化評価値をとっており、左上側は主観的な睡眠質が改善、右下側は悪化していることを示す。また赤色丸印プロットは生活時間シフト成功の参加者、黒色バツ印プロットは生活時間シフトが失敗の参加者を表す。

図 3.16 をみると全体として多くが 1 週目から 2 週目以降で増減が小さい斜線付近へ集中している。一方で、斜線から大きく離れ増減が大きかった参加者も一定数いる。また生活時間シフトの成功・失敗別にみると分布に大きな違いは見られなかった。

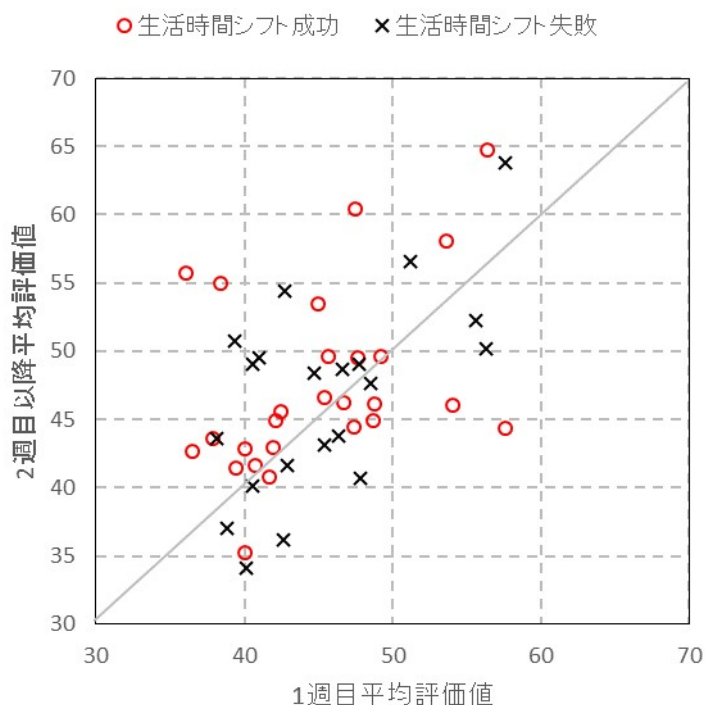


図 3.16 主観的睡眠感の結果(因子 I 起床時眠気)

表 3.8 は全参加者の因子 I 起床時眠気の結果の詳細である。1 週目と 2 週目以降の平均標準化評価値 Z_c と 1 週目平均標準化評価値に対する 2 週目標準化評価値の増減を表している。2 週目で評価値が増加、すなわち因子 I 起床時眠気が改善した参加者は第 1 回実験では 6 名中 4 名、第 2 回実験では 21 名中 15 名、第 3 回実験では 20 名中 9 名であった。第 1 回実験・第 2 回実験と比較して第 3 回実験では全体として悪化傾向であったといえる。

表 3.8 主観的睡眠感の結果詳細(因子 I 起床時眠気)

	世帯	参加者	平均標準化評価値		
			1 週目	2 週目以降	増減
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	55.6	52.3	-3.3
		2	40.5	40.2	-0.4
		3	45.7	49.6	3.9
		4	42.8	54.4	11.7
		5	53.6	58.1	4.5
		6	36.0	55.8	19.7
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	40.1	34.1	-6.0
		2	40.6	49.0	8.5
	2	3	51.2	56.5	5.3
		4	49.2	49.6	0.3
		5	46.6	48.7	2.1
		6	54.0	46.0	-8.0
		7	41.0	49.5	8.5
	3	8	56.3	50.2	-6.1
		9	44.7	48.4	3.7
	4	10	36.5	42.7	6.1
		11	42.6	36.2	-6.4
	5	12	48.8	46.1	-2.7
		13	40.0	42.9	2.8
	6	14	42.0	42.9	1.0
		15	45.0	53.4	8.4
	7	16	38.1	43.6	5.4
		17	42.1	44.9	2.8
	8	18	38.4	55.0	16.6
		19	45.4	46.6	1.2
	9	20	48.7	45.0	-3.7
		21	47.8	49.1	1.3
第 3 回実験 (2017.8-9)	1	1	40.7	41.6	0.9
		2	56.4	64.7	8.3
	2	3	39.4	50.7	11.3
		4	40.0	35.2	-4.8
	3	5	46.3	43.8	-2.5

		6	48.5	47.6	-0.8
	4	7	41.7	40.8	-0.9
		8	47.5	60.5	13.0
		9	46.7	46.2	-0.5
	5	10	42.9	41.6	-1.3
		11	39.5	41.5	2.0
	6	12	37.9	43.6	5.7
		13	42.5	45.6	3.1
	7	14	38.8	37.1	-1.7
		15	47.7	49.5	1.8
	8	16	57.6	63.8	6.2
		17	47.4	44.4	-3.0
		18	45.4	43.1	-2.3
		19	47.8	40.7	-7.1
	9	20	57.6	44.3	-13.3

3.2.3.2 因子Ⅱ入眠と睡眠維持の結果

図 3.17 全参加者の因子Ⅱ入眠と睡眠維持の結果である。フォーマットは図 3.16 に準じている。全体として 1 週目から 2 週目以降で増減が小さい斜線付近へ集中している。特に斜線に乗っている増減がなかった参加者が多くみられ、因子Ⅰ起床時眠気と比較するとばらつきが小さかった。また因子Ⅰ起床時眠気と同様に生活時間シフトの成功・失敗別にみると分布に大きな違いは見られなかった。

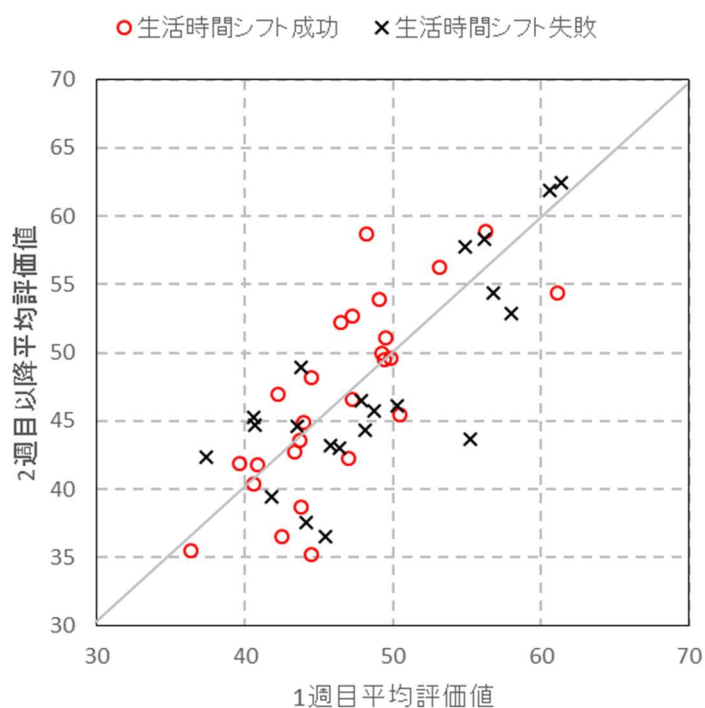


図 3.17 主観的睡眠感の結果(因子Ⅱ入眠と睡眠維持)

表 3.9 は全参加者の因子Ⅱ入眠と睡眠維持の結果の詳細である。フォーマットは表 3.8 に準じている。2 週目で評価値が増加，すなわち因子Ⅱ入眠と睡眠維持が改善した参加者は第 1 回実験では 6 名中 1 名，第 2 回実験では 21 名中 12 名，第 3 回実験では 20 名中 9 名であった。第 2 回実験・第 3 回実験と比較して第 1 回実験では悪化傾向であったといえる。

表 3.9 主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅱ入眠と睡眠維持)

	世帯	参加者	平均標準化評価値		
			1 週目	2 週目以降	増減
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	58.0	52.9	-5.0
	2	2	50.3	46.1	-4.1
	3	3	43.7	43.6	-0.1

	4	4	48.8	45.7	-3.1
	5	5	48.2	58.7	10.4
	6	6	49.9	49.6	-0.3
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	43.8	49.0	5.2
		2	37.4	42.4	5.0
	2	3	61.4	62.5	1.1
		4	50.5	45.4	-5.0
		5	40.7	44.7	4.0
		6	47.2	52.7	5.4
		7	47.9	46.4	-1.4
	3	8	55.2	43.6	-11.6
		9	40.6	45.2	4.6
	4	10	42.2	46.9	4.7
		11	44.1	37.5	-6.6
	5	12	36.4	35.5	-0.8
		13	39.7	41.9	2.2
	6	14	43.8	38.7	-5.1
		15	49.1	53.9	4.8
	7	16	45.8	43.2	-2.6
		17	44.0	44.9	0.9
	8	18	47.2	46.6	-0.7
		19	49.2	49.9	0.7
	9	20	44.5	35.2	-9.2
		21	54.9	57.8	2.9
第 3 回実験 (2017.8-9)	1	1	61.1	54.4	-6.7
		2	56.3	58.9	2.6
	2	3	56.2	58.3	2.2
		4	46.5	52.2	5.7
	3	5	46.4	43.0	-3.4
		6	48.1	44.3	-3.8
	4	7	43.4	42.7	-0.7
		8	53.2	56.2	3.1
	5	9	42.5	36.5	-6.0
		10	56.8	54.4	-2.4
	6	11	40.6	40.4	-0.2

		12	44.5	48.2	3.7
	7	13	40.8	41.7	0.9
		14	43.5	44.6	1.1
		15	47.0	42.3	-4.7
	8	16	60.6	61.9	1.3
		17	49.4	49.5	0.0
		18	41.8	39.4	-2.4
		19	45.4	36.5	-8.9
	9	20	49.5	51.1	1.6

3.2.3.3 因子Ⅲ夢見の結果

図 3.18 全参加者の因子Ⅲ夢見の結果である。フォーマットは図 3.16 に準じている。全体として 1 週目から 2 週目以降で増減が小さい斜線付近へ集中している。特に評価値 60 付近で斜線に乗っている増減がなかった参加者が非常に多くみられ、分布が一点に偏っている。また因子Ⅰ起床時眠気・因子Ⅱ入眠と睡眠維持と同様に生活時間シフトの成功・失敗別にみると分布に大きな違いは見られなかった。

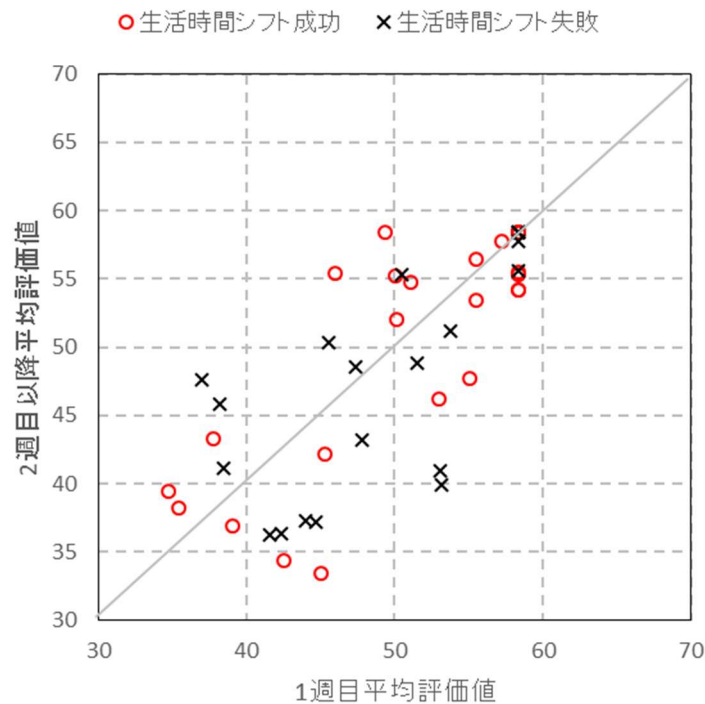


図 3.18 主観的睡眠感の結果(因子Ⅲ夢見)

表 3.10 は全参加者の因子Ⅲ夢見の結果の詳細である。フォーマットは表 3.8 に準じている。2 週目で評価値が増加，すなわち因子Ⅲ起床時眠気が改善した参加者は第 1 回実験では 6 名中 1 名，第 2 回実験では 21 名中 10 名，第 3 回実験では 20 名中 5 名であった。また評価値が 58.4 から変化しなかった参加者は第 2 回実験では 21 名中 6 名，第 3 回実験では 20 名中 3 名と非常に集中していた。

表 3.10 主観的睡眠感の結果詳細(因子Ⅲ夢見)

	世帯	参加者	平均標準化評価値		
			1 週目	2 週目以降	増減
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	41.6	36.3	-5.3
	2	2	51.5	48.8	-2.7
	3	3	45.1	33.5	-11.6
	4	4	53.1	40.9	-12.2
	5	5	49.4	58.4	9.0
	6	6	55.1	47.7	-7.4
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	38.2	45.8	7.6
		2	36.9	47.6	10.6
	2	3	58.4	58.4	0.0
		4	58.4	58.4	0.0
		5	44.7	37.1	-7.5
		6	58.4	58.4	0.0
		7	45.5	50.4	4.8
	3	8	58.4	58.4	0.0
		9	50.5	55.3	4.8
	4	10	50.1	55.2	5.1
		11	38.5	41.1	2.6
	5	12	39.1	36.9	-2.1
	6	13	37.7	43.3	5.6
		14	53.0	46.2	-6.8
	7	15	58.4	58.4	0.0
		16	47.4	48.5	1.2
	8	17	51.0	54.7	3.7
		18	55.5	53.5	-2.0
		19	55.5	56.4	1.0
	9	20	58.4	55.5	-2.9

		21	58.4	58.4	0.0
第3回実験 (2017.8-9)	1	1	58.4	54.2	-4.2
		2	58.4	58.4	0.0
	2	3	58.4	55.6	-2.8
		4	50.2	52.1	1.9
	3	5	53.7	51.1	-2.6
		6	47.8	43.2	-4.6
	4	7	46.0	55.4	9.4
		8	58.4	58.4	0.0
	5	9	34.7	39.5	4.7
		10	58.4	57.8	-0.6
	6	11	45.3	42.2	-3.1
		12	58.4	54.2	-4.2
	7	13	42.5	34.4	-8.2
		14	44.0	37.3	-6.7
	8	15	58.4	55.3	-3.1
		16	58.4	58.4	0.0
		17	57.2	57.8	0.6
		18	42.4	36.4	-6.0
		19	53.2	39.9	-13.2
	9	20	35.4	38.3	2.8

3.2.3.4 因子IV疲労回復の結果

図 3.19 全参加者の因子IV疲労回復の結果である。フォーマットは図 3.16 に準じている。全体として 1 週目から 2 週目以降で増減が小さい斜線付近へ集中している。生活時間シフトの成功・失敗別にみると生活時間シフト成功の参加者が左上、生活時間シフト失敗の参加者が右下と別れている。

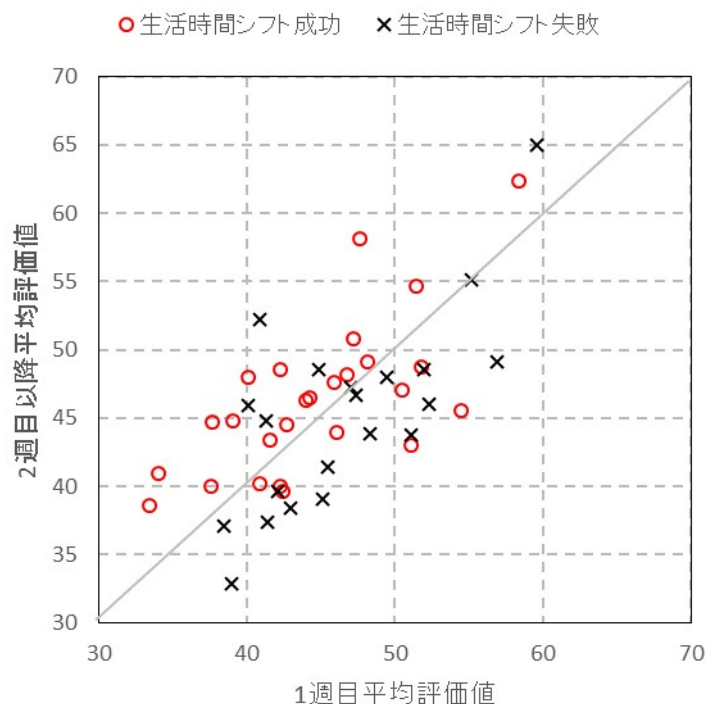


図 3.19 主観的睡眠感の結果(因子IV疲労回復)

表 3.11 は全参加者の因子IV疲労回復の結果の詳細である。フォーマットは表 3.8 に準じている。2 週目で評価値が増加、すなわち因子Ⅲ起床時眠気が改善した参加者は第 1 回実験では 6 名中 3 名、第 2 回実験では 21 名中 11 名、第 3 回実験では 20 名中 10 名であった。全実験において同様の傾向であった。

表 3.11 主観的睡眠感の結果詳細(因子IV疲労回復)

	世帯	参加者	平均標準化評価値		
			1 週目	2 週目以降	増減
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	51.1	43.8	-7.3
	2	2	43.0	38.4	-4.6
	3	3	37.7	44.7	7.0
	4	4	52.3	46.0	-6.3

	5	5	51.4	54.6	3.2
	6	6	39.0	44.8	5.8
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	41.4	37.4	-4.0
		2	41.3	44.8	3.5
	2	3	55.2	55.1	-0.1
		4	48.2	49.1	0.9
		5	47.0	47.2	0.2
		6	54.5	45.5	-9.0
		7	40.1	45.9	5.8
		8	56.9	49.1	-7.8
	3	9	44.9	48.5	3.6
		10	33.5	38.6	5.1
	4	11	39.0	32.8	-6.1
		12	46.1	44.0	-2.1
	6	13	50.5	47.1	-3.4
		14	44.2	46.5	2.3
	7	15	40.1	48.0	7.9
		16	47.4	46.6	-0.8
	8	17	42.7	44.6	1.9
		18	42.3	48.6	6.3
		19	46.8	48.1	1.3
	9	20	42.5	39.7	-2.8
		21	45.5	41.4	-4.1
第 3 回実験 (2017.8-9)	1	1	51.8	48.8	-3.0
		2	58.3	62.4	4.0
	2	3	40.9	52.2	11.2
		4	42.3	40.0	-2.3
	3	5	49.4	47.9	-1.5
		6	52.0	48.6	-3.4
	4	7	47.2	50.8	3.6
		8	47.6	58.2	10.5
	5	9	40.9	40.2	-0.7
		10	42.1	39.6	-2.5
	6	11	37.6	40.1	2.4
		12	34.1	41.0	6.9

7	13	41.6	43.4	1.8
	14	38.5	37.1	-1.3
	15	45.9	47.6	1.7
	16	59.6	65.0	5.4
	17	44.0	46.3	2.3
	18	48.3	43.8	-4.5
	19	45.1	39.1	-6.0
9	20	51.1	43.0	-8.1

3.2.3.5 因子V睡眠時間の結果

図 3.20 全参加者の因子V睡眠時間の結果である。フォーマットは図 3.16 に準じている。全体として多くが1週目から2週目以降で増減が小さい斜線付近にも集中しているが、左上側の増分が大きかった領域に偏りがある。また生活時間シフトの成功・失敗別にみると分布に大きな違いは見られなかった。

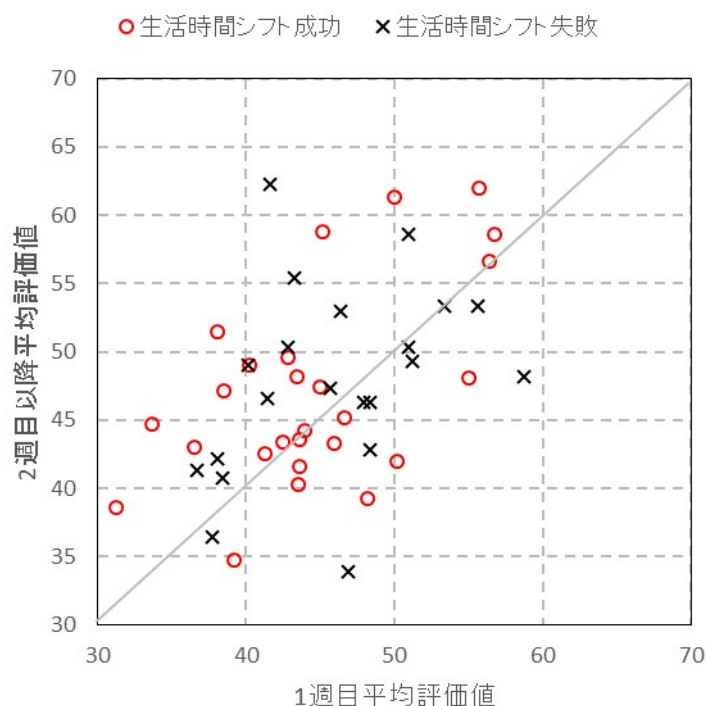


図 3.20 主観的睡眠感の結果(因子V睡眠時間)

表 3.12 は全参加者の因子V睡眠時間の結果の詳細である。フォーマットは表 3.8 に準じている。2週目で評価値が増加、すなわち因子Ⅲ起床時眠気が改善した参加者は第1回実験では6名中5

名, 第 2 回実験では 21 名中 12 名, 第 3 回実験では 20 名中 12 名であった. 全実験において因子 V 睡眠時間が改善したという傾向であった.

表 3.12 主観的睡眠感の結果詳細(因子 V 睡眠時間)

	世帯	参加者	平均標準化評価値		
			1 週目	2 週目以降	増減
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	58.8	48.2	-10.6
		2	41.4	46.6	5.1
		3	33.7	44.7	11.0
		4	41.6	62.2	20.6
		5	56.4	56.6	0.2
		6	45.2	58.8	13.6
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	37.7	36.4	-1.3
		2	38.0	42.2	4.2
	2	3	42.8	50.3	7.5
		4	45.0	47.5	2.5
		5	40.1	49.0	8.9
		6	43.4	48.2	4.8
		7	46.4	53.0	6.6
	3	8	55.6	53.3	-2.3
		9	53.4	53.3	-0.1
	4	10	44.0	44.2	0.2
		11	48.4	42.8	-5.6
	5	12	43.6	43.6	0.0
		13	41.3	42.5	1.2
	6	14	39.2	34.8	-4.5
		15	38.0	51.4	13.4
	7	16	50.9	50.3	-0.6
		17	42.5	43.4	0.9
	8	18	50.0	61.3	11.3
		19	46.7	45.2	-1.5
	9	20	48.2	39.2	-8.9
		21	46.9	33.9	-13.0
1	1	1	56.8	58.6	1.8
		2	55.7	61.9	6.3

第3回実験 (2017.8-9)	2	3	43.3	55.4	12.2
		4	43.6	41.6	-2.0
	3	5	51.2	49.3	-1.9
		6	45.7	47.4	1.7
	4	7	36.5	43.0	6.4
		8	40.2	49.0	8.8
	5	9	50.1	42.0	-8.2
		10	38.4	40.8	2.3
	6	11	43.5	40.3	-3.2
		12	38.5	47.1	8.6
	7	13	31.2	38.6	7.4
		14	36.6	41.3	4.7
	8	15	42.8	49.6	6.8
		16	50.9	58.6	7.7
		17	46.0	43.3	-2.7
		18	48.0	46.3	-1.6
	9	19	48.4	46.3	-2.1
		20	55.0	48.1	-6.9

3.2.3.6 主観的睡眠感結果のまとめ

因子Ⅰ起床時眠気、因子Ⅱ入眠と睡眠維持と因子Ⅲ夢見の3つの因子では1週目から2週目以降で改善した参加者と悪化した参加者は同程度であった。次に因子Ⅳ疲労回復では生活時間シフト成功の参加者が改善傾向の一方、生活時間シフト失敗の参加者は悪化傾向と差があった。最後に因子Ⅴ睡眠時間では全参加者が改善傾向であった。

また各実験でみると因子Ⅰ起床時眠気と因子Ⅱ入眠と睡眠維持では差があったが他の因子では差は特に見られなかった。また因子Ⅲ夢見に関しては標準化評価値が58.4から変化しない参加者が多く、結果には注意が必要である。標準化評価値58.4は因子Ⅲ夢見に対応する質問2つともで最高評価を選択した場合、すなわち夢を全く見なかった場合の数値である。

サンプル数が少ない点で限界はあるが各グループの主観的睡眠化の標準化評価値の平均値についてWelchの両側t検定を行い確認する(表3.13)。生活時間シフト成功の参加者でみるとどの因子でも1週目と2週目以降での差は10%水準で見ると有意ではなかった。しかし因子Ⅰ起床時眠気と因子Ⅴ睡眠時間についてはP値が0.2以下と比較的小さく、他の因子と比較して生活時間シフトによる改善効果が期待される。生活時間シフト失敗の参加者でみるとどの因子でも1週目と2週目以降での差はP値が大きく、差があるといえなかった。1週目平均値と2週目以降平均値の差について生活時間シフト成功の参加者と生活時間失敗の参加者を比較すると、因子Ⅳ疲労回復のみ5%水準で有意であっ

た. 因子IV疲労回復については生活時間シフト成功の参加者は生活時間シフト失敗の参加者と比較してよかったといえる. この t 検定の結果はこれまでの分析と一致している.

表 3.13 主観的睡眠感の t 検定結果

		因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV	因子 V
生活時間シフト成功	1 週目の平均値	45.0	46.6	51.1	44.7	44.5
	2 週目以降の平均値	47.6	46.8	50.6	46.4	47.1
	P 値	0.16	0.87	0.84	0.31	0.18
生活時間シフト失敗	1 週目の平均値	45.5	48.9	49.5	46.7	45.9
	2 週目以降の平均値	46.7	47.6	47.9	45.3	48.0
	P 値	0.54	0.56	0.53	0.48	0.33
1 週目と 2 週目以降の差	生活時間シフト成功の平均値	2.5	0.3	-0.5	1.7	2.6
	生活時間シフト失敗の平均値	1.2	-1.3	-1.5	-1.5	2.0
	P 値	0.50	0.24	0.51	0.03	0.79

以上の分析から因子IV疲労回復では生活時間シフトによる改善があった可能性が推測される. またほかの因子については生活時間シフトによる有意な差は確認できない. 因子 V 睡眠時間の P 値は 0.79 と非常に大きくほとんど影響ないといえる. これらを踏まえ 3.5 節では生活時間シフトによる主観的睡眠感への影響を因子 I から因子IVについてより詳細に検証する.

3.2.4 睡眠効率の結果

本実験では参加者に生活時間シフトに取り組むよう依頼した. 参加者の生活時間シフトへの取り組みによって客観的な睡眠へどのような影響があったか各実験の睡眠効率の結果を確認する. 第 2 回実験参加者番号 14 と第 3 回実験参加者番号 1 は計測に不備があったため睡眠効率算出に必要なデータが取得できなかった. このため全 47 名中 45 名に対して睡眠効率の結果をまとめる.

図 3.21 は各参加者の睡眠効率の結果である. 横軸に 1 週目の平均睡眠効率, 縦軸に 2 週目以降の平均睡眠効率をとっており, 左上は睡眠効率が改善, 右下は悪化していることを示す. また赤色丸印プロットは生活時間シフト成功の参加者, 黒色バツ印プロットは生活時間シフトが失敗の参加者を表す. 全体として多くが 1 週目から 2 週目以降で増減が小さい斜線付近, 特に 95% 付近へ集中している. また生活時間シフトの成功・失敗別にみると, 生活時間シフト成功の参加者が全体にまんべんなく広がっている一方, 生活時間シフト失敗の参加者は右下側へ集中している.

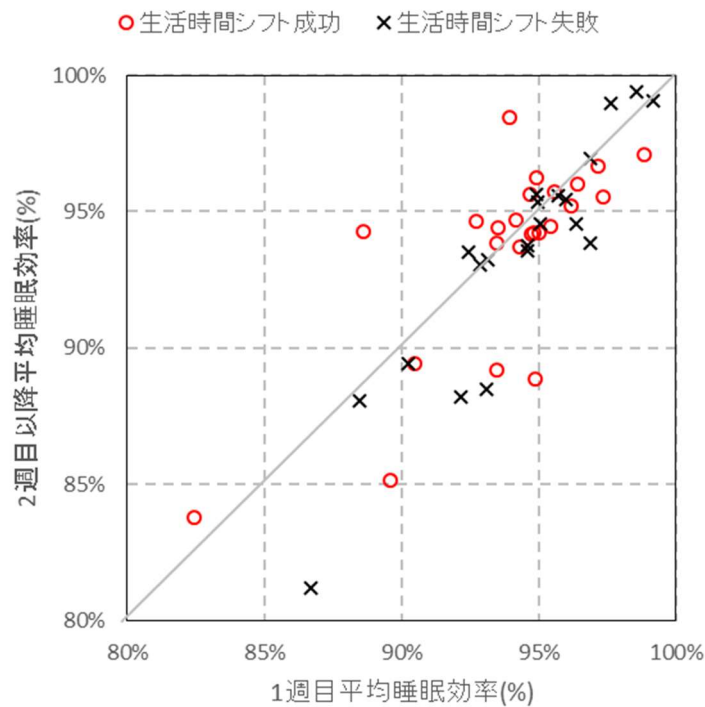


図 3.21 睡眠効率の結果

表 3.13 は各参加者の睡眠効率の結果の詳細である。1 週目と 2 週目以降の平均睡眠効率と 1 週目平均睡眠効率に対する 2 週目以降睡眠効率の増減を表している。2 週目で睡眠効率が改善した参加者は第 1 回実験では 6 名中 3 名、第 2 回実験では 20 名中 5 名、第 3 回実験では 19 名中 8 名であった。第 1 回実験・第 3 回実験と比較して第 2 回実験では全体として悪化傾向であったといえる。

表 3.14 睡眠効率の結果詳細

	世帯	参加者	平均睡眠効率		
			1 週目	2 週目以降	増減
第 1 回実験 (2015.10)	1	1	99%	99%	-0.1%
	2	2	97%	97%	0.1%
	3	3	99%	97%	-1.8%
	4	4	99%	99%	0.8%
	5	5	89%	94%	5.6%
	6	6	95%	94%	-0.8%
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	1	88%	88%	-0.4%
		2	95%	94%	-1.0%
	2	3	92%	88%	-3.9%

		4	97%	96%	-1.8%
		5	95%	96%	0.7%
		6	93%	95%	1.9%
		7	93%	88%	-4.6%
	3	8	96%	95%	-1.8%
		9	93%	93%	0.1%
	4	10	90%	85%	-4.4%
		11	93%	93%	0.2%
	5	12	82%	84%	1.3%
	6	13	95%	89%	-6.0%
		14	-	-	-
	7	15	95%	94%	-0.5%
		16	87%	81%	-5.5%
		17	93%	94%	0.4%
	8	18	96%	96%	0.2%
		19	93%	89%	-4.3%
	9	20	90%	89%	-1.0%
		21	90%	89%	-0.8%
第3回実験 (2017.8-9)	1	1	-	-	-
		2	94%	95%	0.5%
	2	3	97%	94%	-3.0%
		4	94%	98%	4.5%
	3	5	98%	99%	1.4%
		6	96%	95%	-0.6%
	4	7	96%	95%	-1.0%
		8	97%	97%	-0.5%
	5	9	95%	94%	-0.9%
		10	96%	96%	-0.1%
	6	11	95%	96%	0.9%
		12	95%	94%	-0.6%
	7	13	94%	94%	0.9%
		14	95%	94%	-0.8%
	8	15	95%	96%	1.3%
		16	95%	95%	0.4%
			17	94%	94%

		18	92%	94%	1.1%
		19	95%	95%	-0.5%
	9	20	96%	96%	-0.4%

サンプル数が少ない点で限界はあるが各グループの睡眠効率の平均値について Welch の両側 t 検定を行い確認する(表 3.15)。生活時間シフト成功の参加者、生活時間シフト失敗の参加者共に 1 週目と 2 週目以降での差は有意といえなかった。1 週目平均値と 2 週目以降平均値の差についても生活時間シフト成功の参加者と生活時間失敗の参加者で P 値が 0.37 であり有意な差があるとは言えなかった。

表 3.15 睡眠効率の t 検定結果

		睡眠効率
生活時間シフト成功	1 週目の平均値	93.9%
	2 週目以降の平均値	93.6%
	P 値	0.78
生活時間シフト失敗	1 週目の平均値	94.3%
	2 週目以降の平均値	93.4%
	P 値	0.46
1 週目と 2 週目以降の差	生活時間シフト成功の平均値	-0.3%
	生活時間シフト失敗の平均値	-0.9%
	P 値	0.37

以上の分析から睡眠効率の観点から見た客観的な睡眠質は生活時間シフトによる影響はほとんどなく安定していると示唆される。客観的な睡眠質の評価法としては睡眠効率以外に睡眠中の体動の数あり、今後はサンプル数を増やすとともに睡眠中の体動数の観点からの分析を加えることでより確度を上げる必要がある。

3.3 省エネルギー効果の検証

本節では 3.2.1 項でまとめられた結果を踏まえ第 2 回実験と第 3 回実験の結果に対して生活時間シフトによる省エネ効果を世帯全員の取り組みに着目して回帰分析を用いて検証する。また世帯全員での生活時間シフトの際に図 3.22 で示すように生活時間の類似度が電力消費量に与える可能性があるためこれも同時に考慮する。

ここで生活時間の類似度とは世帯の構成員間での生活時間帯の類似度合いを指す。例えば世帯の構成員 A と B がいた場合、構成員 A の生活時間帯が朝 6 時から夜 23 時に対し構成員 B も同じ時間帯で寝起きする場合類似度は高いといえる。また構成員 A が前述の生活時間帯の時、構成員 B が

朝 7時から夜 24 時の生活時間帯であった場合類似度は低い。生活時間の類似度が低い場合、生活時間の類似度が高い場合と比べて世帯全体で見たときの生活時間が長いため電力消費量が多くなると推測される。

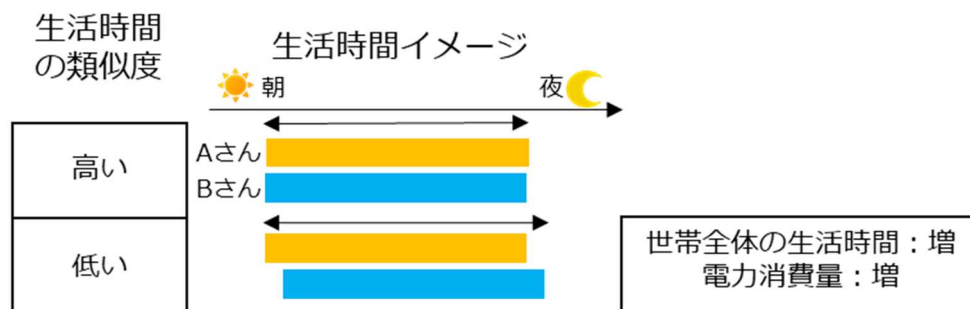


図 3.22 電力消費量と生活時間類似度の関係

以上から生活時間シフトを世帯全員が取り組んだ場合であっても世帯の生活時間の類似度によって電力消費量の増減は変わってくる。生活時間の類似度が変わらなければ電力消費量の減少は生活時間シフトによるものだけと考えられる。生活時間の類似度が改善した場合は更なる電力消費量の減少が見込まれる。生活時間の類似度が悪化した場合は電力消費量の増減について生活時間シフトの効果が減じられてしまうと考えられる。

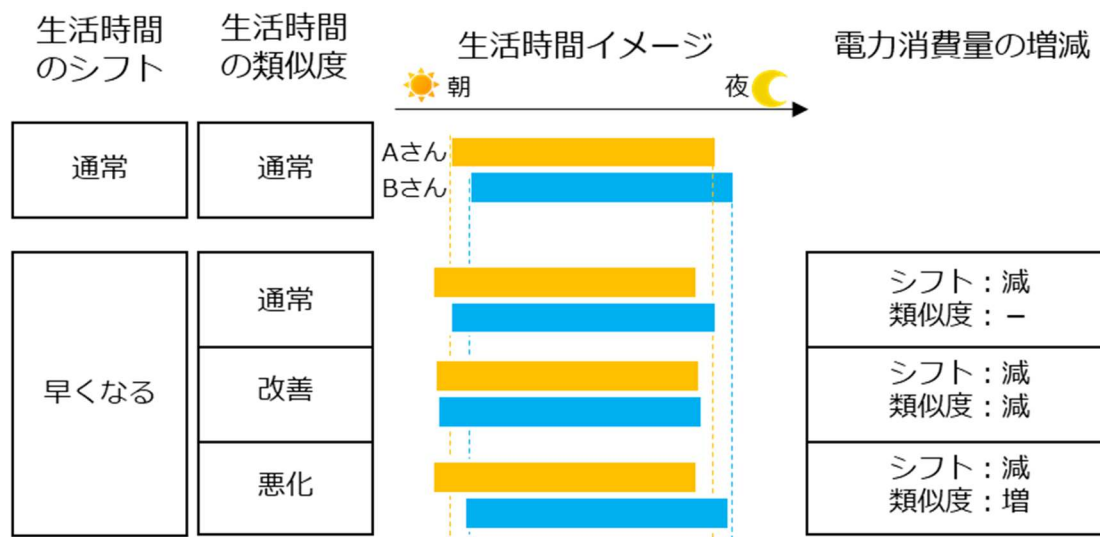


図 3.23 電力消費量と生活時間シフト・生活時間類似度の関係

3.3.1 cos 類似度

今回生活時間の類似度の指標として就寝時刻の cos 類似度と起床時刻の類似度を用いた。cos 類似度は式 3.7 によって求めることができ、1 に近づくほど類似度が高い事を示す。1 週目と 2 週目以降の cos 類似度を就寝時間と起床時間のそれぞれ求めてその差を比較する。また cos 類似度は 2 変数以上の類似度を求めることができないので参加者が 2 名以外の第 2 回実験世帯番号 2 と第 3 回実験世帯番号 2・8 を除外し、12 世帯を対象に求めた。

$$\cos(\vec{p}_i, \vec{q}_i) = \frac{\vec{p}_i \cdot \vec{q}_i}{|\vec{p}_i| |\vec{q}_i|} \quad \dots \text{ (式 3.7)}$$

表 3.16 は cos 類似度の結果である。就寝時刻の cos 類似度をみると最大 0.98 から最小 -0.86 と大きく幅がある。また増減は 12 世帯中 6 世帯で増加、すなわち改善した。一方起床時刻の cos 類似度は最大 1 から最小 0.76 でありほとんどが 0.9 超と類似度が非常に高かった。これは起床時刻が出勤時間などによる制約からある程度固まる一方、制約のない就寝時刻は世帯内で非常に個人差が大きい事が原因と考えられる。

表 3.16 cos 類似度結果

	世帯 番号	就寝時刻の cos 類似度		起床時刻の cos 類似度		cos 類似度増減	
		1 週目	2 週目以降	1 週目	2 週目以降	就寝時刻	起床時刻
第 2 回実験 (2016.7-8)	1	0.40	0.26	1.00	0.99	-0.13	-0.01
	3	0.62	0.93	1.00	0.99	0.31	-0.01
	4	0.53	0.21	0.99	1.00	-0.32	0.00
	6	-0.86	-0.05	1.00	0.99	0.81	-0.01
	9	0.89	0.77	1.00	1.00	-0.12	-0.00
第 3 回実験 (2017.8-9)	1	0.98	0.96	1.00	0.99	-0.01	-0.00
	2	-0.53	0.06	0.77	0.90	0.59	0.13
	3	0.63	-0.37	0.98	1.00	-1.01	0.02
	4	-0.27	-0.08	1.00	1.00	0.19	-0.00
	5	0.76	0.22	0.99	0.99	-0.54	0.00
	6	-0.53	-0.23	0.93	0.76	0.30	-0.17
	7	-0.15	0.57	0.99	0.99	0.72	0.00

3.3.2 回帰モデル

式 3.8 で表せられる電力消費量を生活時間シフト状況と生活時間類似度の 2 つで説明する重回帰モデルを用いた。被説明変数 DV_i は全ての世帯を一括して比較できるように各世帯の平均と分散で標準化した電力消費量を用いる。そして説明変数 IV_{ij} は表 3.19 で示される各変数である。

$$DV_i = \alpha_i + \beta_i IV_{ij} - \varepsilon \quad \dots \text{ (式 3.8)}$$

生活時間シフトを世帯全員で取り組んだ影響を評価するためのダミー変数として世帯全員が 1 週目平均値と比較して早寝を成功した場合に 1 をとる変数をいれている。同様に早寝を成功した際の影響を評価するダミー変数を入れた。次に生活時間類似度の影響を評価するための変数として 3.3.1 項に従って就寝時刻と起床時刻の \cos 類似度の増減をそれぞれ入れた。いずれの説明変数も省エネすなわち係数が負になることが期待される。

表 3.17 省エネルギー効果の検証 モデルの変数一覧

	変数	説明	想定
DV	標準化電力消費量		
IV	世帯全員が早寝達成ダミー	世帯全員が 1 週目平均就寝時刻より早くなった = 1	-
	世帯全員が早起き達成ダミー	世帯全員が 1 週目平均起床時刻より早くなった = 1	-
	就寝時刻の \cos 類似度の増減	1 週目との差分	-
	起床時刻の \cos 類似度の増減	1 週目との差分	-

3.3.3 回帰分析結果

表 3.18 は重回帰分析の結果、表 3.19 は結果まとめである。すべての説明変数を用いたモデル 1 つと省エネルギー効果がない説明変数を除いたモデル 2 つ、計 3 つのモデルについて係数の結果をまとめている。また各説明変数間の相関係数は低く多重共線性の問題がないことを確認した。生活時間シフトの影響を表す説明変数をみると、いずれのモデルでも世帯全員が早起き達成ダミーは 5% から 10% 水準で有意に省エネルギー効果があった。一方世帯全員が早寝達成ダミーの係数は有意でなかったが正、すなわち電力消費量増の傾向の値であった。次に生活時間類似度の影響を表す説明変数をみると、有意でないが就寝時刻の \cos 類似度の変化の係数は省エネルギー傾向の値を取った。一方起床時刻の \cos 類似度の変化の係数は有意ではなく、電力消費量増の傾向の値を取った。

以上から生活時間シフトの取り組みにおいて省エネに特に影響があるのは世帯全員での早起き達成であることが示された。早寝ではなく早起きが効果がある理由として推測されるのは計画性の違いではないかと考えられる。早起きというのは平時において自然と生じるものではなく、寝たいという衝動に反して強い意志を持って起床しているはずである。すなわち早起きというのは計画性が必要であり、早起きのために

早く寝ることを意識しており、早寝早起きが同時成立している可能性が高い。一方早寝は単に疲れて早く寝てしまっている場合も容易に想定でき、その場合早起きは同時に成功しえない。したがって計画的な早寝早起きは省エネに有用、すなわち世帯の構成員全員が生活時間シフトを意識した生活を取ることは省エネ効果があるといえる。次に生活時間類似度については有意な結果は得られなかった。但し類似度の指標として cos 類似度には 2 変数超の間には適用できないなど課題がある。したがって、他の指標による生活時間類似度の影響については再検討の余地がある。

表 3.18 省エネルギー効果の検証 重回帰結果

DV 標準化電力消費量				
	切片	0.69 ***	0.74 ***	0.67 ***
	世帯全員が早寝達成ダミー	0.23		
IV	世帯全員が早起き達成ダミー	-0.60 **	-0.54 **	-0.47 *
	就寝時刻のcos類似度の変化	-0.33	-0.28	-0.40
	起床時刻のcos類似度の変化	3.98	3.98	
	補正R2	0.02	0.02	0.02
	F値	0.09	0.06	0.06

*, **, ***は夫々10%, 5%, 1%有意水準

表 3.19 省エネルギー効果の検証 結果まとめ

	変数	説明	想定	結果
DV	標準化電力消費量			
IV	世帯全員が早寝達成ダミー	世帯全員が 1 週目平均就寝時刻より早くなった=1	-	-
	世帯全員が早起き達成ダミー	世帯全員が 1 週目平均起床時刻より早くなった=1	-	
	就寝時刻の cos 類似度の変化	1 週目との差分	-	
	起床時刻の cos 類似度の変化	1 週目との差分	-	

3.4 睡眠への影響の検証

本節では 3.2.3 項でまとめられた結果に対して生活時間シフトの影響を主観的睡眠感の因子 I から因子IVへの影響をそれぞれ分析する。特に今回着目している夏季についてこれら分析を行うので第 2 回実験と第 3 回実験の結果を対象とした。また第 3 回実験では生活時間シフト推奨の影響をより長期間で評価し、時間の経過により慣れなどによって睡眠への影響が変化していくかも合わせて検証する。

3.4.1 回帰モデル

式 3.9 で表せる主観的睡眠感の変化を生活時間の変化と生活時間シフト推奨の効果を表す変数等で説明する重回帰モデルを用いた。被説明変数 DV_i は主観的睡眠感の因子 i の標準化評価値、説明変数 IV_{ij} は表 3.20 で示される各変数である。

$$DV_i = \alpha_i + \beta_i IV_{ij} - \varepsilon \quad \dots \text{ (式 3.9)}$$

生活時間の変化の影響を表す変数として入眠時刻の変化、起床時刻の変化及び睡眠時間の変化を用いた。次に生活時間シフト運動の効果を評価するため 2 週目、3 週目にそれぞれ 1 を取るダミー変数を入れた。3 週目ダミー変数は第 3 回実験の場合のみ用い、生活時間シフト運動開始から 1 週目（実験 2 週目）から 2 週目（実験 3 週目）と時間がたつにつれ主観的睡眠感への影響の変化があるか評価する。この他にいくつか睡眠快適性に影響を及ぼすと考えられるダミー変数を入れた。休日は通常と異なる生活時間である可能性が高い事からこの影響を除くために土日祝日に 1 をとるダミー変数を入れている。そしてもともと早起きの人には更なる早起きにより過度な早起きになり悪影響があるのではないかと考えられる。この影響を評価するため対象 41 名の 1 週目平均起床時刻 6 時より 1 週目平均起床時刻が早い場合に 1 をとるダミー変数を用意した。なお早起きダミーに該当する対象者は対象 41 名中 17 名であった。

各説明変数の想定される係数の符号についてまとめる。睡眠時間が延びると睡眠質は改善するはずである、したがって正の係数。そして入眠時刻の変化は早くなる、すなわち負の方向に変化すると睡眠時間がより延び睡眠質が改善するはずであるから負の係数。同様に起床時間の変化は正の係数となると想定される。生活時間シフト運動に関しては全体としてサマータイムでの先行研究にあるように切り替え初週が悪くなり徐々に適応していくことで改善していくと考えられる。したがって 2 週目ダミーよりも 3 週目ダミーの方が係数が大きくなると想定される。早起きダミーに関しては前述の通り過度な早起きは悪影響があると考えられるので負の係数。平休日ダミーは十分な休みが取れることから係数は正になると想定される。

表 3.20 睡眠への影響の検証 モデルの変数一覧

	変数	説明	想定
DV	主観的睡眠感の変化(因子 I-IV)	1 週目の平均値との差分	
IV	入眠時刻の変化	1 週目の平均値との差分	-
	起床時刻の変化	1 週目の平均値との差分	+
	睡眠時間の変化	1 週目の平均値との差分	+
	早起きダミー	1 週目の平均起床時刻が 6 時以降 = 0, 6 時以前 = 1	-
	平休日ダミー	平日 = 0, 休日 = 1	+
	2 週目ダミー	2 週目以外 = 0, 2 週目 = 1	-

3 週目ダミー	3 週目以外=0,3 週目=1	+
---------	-----------------	---

3.4.2 回帰分析結果(第2回実験)

まず入眠時刻の変化・起床時刻の変化と睡眠時間の変化の間には強い相関が想定されることから説明変数の相関係数を確認する。表 3.21 は第 2 回実験の生活時間シフト成功 11 名における説明変数間の相関係数表である。表 3.22 は同様に生活時間シフト失敗 10 名の相関係数表である。入眠時間の変化と睡眠時間の変化の相関係数はそれぞれ-0.65と-0.75 強い負の相関、起床時刻の変化と睡眠時間の変化の相関係数もそれぞれ 0.53と 0.43と強い正の相関があった。ここで主観的睡眠感について考えた時に睡眠時間の変化だけでなく、入眠時刻の変化と起床時刻の変化を合わせた通常と異なる生活時間まで合わせて考慮するのが適切に説明できると考えられる。以上から各説明変数の相関係数の評価等より多重共線性を避けるため入眠時刻・起床時刻の 2 つを入れたモデルについて重回帰分析を行う。

表 3.21 睡眠への影響の検証 相関係数(第 2 回実験 生活時間シフト成功 11 名)

	入眠時刻 の変化	起床時刻 の変化	睡眠時間 の変化	早起き ダミー	平休日 ダミー	2週目 ダミー
入眠時刻の変化	1					
起床時刻の変化	0.30	1				
睡眠時間の変化	-0.65	0.53	1			
早起きダミー	0.02	0.05	0.02	1		
平休日ダミー	0.29	0.30	-0.03	-0.00	1	
2週目ダミー	-0.24	-0.38	-0.09	-0.00	-0.00	1

表 3.22 睡眠への影響の検証 相関係数(第 2 回実験 生活時間シフト失敗 10 名)

	入眠時刻 の変化	起床時刻 の変化	睡眠時間 の変化	早起き ダミー	平休日 ダミー	2週目 ダミー
入眠時刻の変化	1					
起床時刻の変化	0.22	1				
睡眠時間の変化	-0.79	0.43	1			
早起きダミー	-0.10	-0.00	0.09	1		
平休日ダミー	0.09	0.03	-0.06	-0.00	1	
2週目ダミー	0.01	0.03	0.00	0.00	-0.00	1

表 3.23 は生活時間成功と失敗した参加者それぞれについての重回帰分析の結果、表 3.24 は結果まとめである。各主観的睡眠感の因子について各説明変数の係数の結果をまとめている。

まず生活時間シフト成功した参加者の結果をみる。生活時間シフト運動の影響を表す 2 週目ダミーをみるとすべての因子で有意ではなかった。このことから生活時間シフト運動が主観的睡眠質へ影響を与える可能性は低いと示唆される。次に生活時間のシフトの影響を表す入眠時刻の変化・起床時刻の変化をみる。入眠時刻の変化は因子 I 起床時眠気・因子IV疲労回復に対し 5%有意で負の係数をとり

想定通りであった。因子Ⅲ夢見では5%有意水準で正の係数をとっており想定に反したが、3.2.3.3段で述べた通り因子Ⅲ夢見の標準化評価値には同じ値をもつものが多いというデータ上の問題点があり結果には注意が必要である。起床時刻の変化は因子Ⅱ入眠睡眠維持と因子Ⅲ夢見に対して1%から5%有意水準で正の係数をとって想定通りであった。早起きダミーは因子Ⅰ起床時眠気と因子Ⅳ疲労回復については1%から5%有意水準で負の係数をとってこれも想定通りであった。また休日ダミーの係数はすべての因子で有意ではなかく想定と異なった。生活時間シフト失敗の結果(表3.24)をみると概ね同様の結果であった。

表 3.23 睡眠への影響の検証 重回帰結果(第2回実験)

生活時間シフト成功11名

DV 主観的睡眠感の変化	因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ
	起床時眠気	入眠睡眠維持	夢見	疲労回復
切片	1.16	-0.56	0.05	1.28
入眠時刻の変化	-1.75 **	0.39	1.37 **	-1.65 **
起床時刻の変化	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
2週目ダミー	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

生活時間シフト失敗9名

DV 主観的睡眠感の変化	因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ
	起床時眠気	入眠睡眠維持	夢見	疲労回復
切片	-0.36	0.14	0.71	0.29
入眠時刻の変化	-2.73 ***	-0.97 *	1.15 *	-2.08 ***
起床時刻の変化	0.57	0.93	-0.82	0.31
早起きダミー	1.04	0.07	-1.17	-0.99
休日ダミー	0.18	-0.55	-1.26	0.03
2週目ダミー	1.69	0.06	2.41	-0.92
補正R2	0.11	-0.01	0.02	0.05
F値	0.00	0.56	0.20	0.04

表 3.24 睡眠への影響の検証 結果まとめ(第2回実験)

生活時間シフト成功 11 名

DV	変数	想定	結果			
	主観的睡眠感の変化		因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ
IV	入眠時刻の変化	-	-	/	+	-

起床時刻の変化	+		+	+	
早起きダミー	-	-			-
平休日ダミー	+				
2週目ダミー	0				

生活時間シフト失敗 10 名

		変数	想定	結果			
DV	主観的睡眠感の変化			因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV
	入眠時刻の変化	-	-	-	+	-	
IV	起床時刻の変化	+					
	早起きダミー	0					
	平休日ダミー	+					
	2週目ダミー	0					

3.4.3 回帰分析の結果(第3回実験)

第3回実験について生活時間シフト推奨の効果の経時変化に着目して回帰分析を行う。また第2回実験の回帰分析同様、入眠時刻の変化・起床時刻の変化を入れたモデルのみ回帰分析を行う。

表 3.25 は生活時間成功と失敗した参加者それぞれについての重回帰分析の結果、表 3.26 は結果まとめである。各主観的睡眠感の因子について各説明変数の係数の結果をまとめている。

まず生活時間シフト成功した参加者の結果をみる。生活時間シフト推奨の影響を表す 2 週目ダミーをみるとすべての因子で有意ではなかった。次に 3 週目ダミーをみると因子 IV 疲労回復のみ 5%有意水準で正の係数をとっていた。したがって 3.2.3.6 段における生活時間シフト成功した参加者が因子 IV 疲労回復で改善があったというのは 3 週目効果によるところが大きいと考えられる。また因子 II 入眠睡眠維持から因子 IV 疲労回復までの 2 週目ダミーと 3 週目ダミーの係数を比較すると 3 週目ダミーの係数の方が大きく、2 週目から 3 週目で改善の傾向があることが示唆される。これは想定した通りである。次に生活時間のシフトの影響を表す入眠時刻の変化・起床時刻の変化をみる。入眠時刻の変化は因子 I 起床時眠気・因子 IV 疲労回復に対し 1%から 5%有意水準で負の係数を取り想定通りであった。しかし因子 II 入眠睡眠維持・因子 III 夢見では 5%有意水準で正の係数をとっており想定に反した。起床時刻の変化は因子 I 起床時眠気と因子 IV 疲労回復に対して 1%から 5%有意水準で正の係数を取り想定通りであった。早起きダミーは因子 I 起床時眠気と因子 IV 疲労回復については 1%有意水準で負の係数を取りこれも想定通りであった。また休日ダミーの係数はすべての因子で有意ではなく想定と異なった。次に生活時間シフト失敗した参加者の結果をみると因子 II 入眠睡眠維持から因子 IV 疲労回復までの 2 週目ダミーと 3 週目ダミーを比較したときに 3 週目ダミーの係数の方が小さく、2 週目から 3 週目で悪化している傾向がある事が示唆される。これは生活時間シフト成功の参加者と逆の傾向であり、この点からも生活時間シフト成功参加者の主観的睡眠感は 2 週目から 3 週目へ慣れによる改善が示唆される。

表 3.25 睡眠への影響の検証 重回帰結果(第3回実験)

生活時間シフト成功12名

DV 睡眠快適性	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV
	起床時眠気	入眠睡眠維持	夢見	疲労回復
切片	-2.38	-2.35	0.74	-3.73
入眠時刻	-1.58 ***	0.75 **	0.96 ***	-0.74 **
起床時刻	0.57 *	0.34	-0.20	0.79 **
IV 早起きダミー	-3.89 ***	1.18	0.63	-3.27 ***
休日ダミー	0.13	0.19	1.72	0.27
2週目ダミー	1.04	0.24	-0.10	0.48
3週目ダミー	-0.14	0.60	0.37	2.50 **
補正R2	0.08	0.00	0.02	0.08
F値	0.00	0.42	0.12	0.00

生活時間シフト失敗8名

睡眠快適性	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV
	起床時眠気	入眠睡眠維持	夢見	疲労回復
切片	-0.94	-0.14	-0.43	-0.65
入眠時刻	-3.83 ***	-1.08 ***	0.73	-4.10 ***
起床時刻	3.88 ***	1.48 ***	-0.42	3.86 ***
早起きダミー	1.42	0.17	0.55	1.37
休日ダミー	0.46	0.14	0.39	-0.47
2週目ダミー	-1.43	-0.51	-3.27 **	-1.39
3週目ダミー	-0.71	-3.70 ***	-4.94 ***	-1.55
補正R2	0.35	0.12	0.06	0.36
F値	0.00	0.00	0.01	0.00

*, **, ***は夫々10%, 5%, 1%有意水準

表 3.26 睡眠への影響の検証 結果まとめ(第3回実験)

生活時間シフト成功 12 名

DV	変数	想定	結果			
			因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV
IV	主観的睡眠感の変化					
	入眠時刻の変化	-	-	+	+	-
	起床時刻の変化	+	+			+
	早起きダミー	-	-			-
	平休日ダミー	+				
	2週目ダミー	0				

3 週目ダミー	0				+
---------	---	--	--	--	---

生活時間シフト失敗 8 名

DV	変数	想定	結果			
			因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV
IV	主観的睡眠感の変化					
	入眠時刻の変化	-	-	-	/	-
	起床時刻の変化	+	+	+	/	+
	早起きダミー	0	/	/	/	/
	平休日ダミー	+	/	/	/	/
	2 週目ダミー	0	/	/	-	/
3 週目ダミー	0	/	-	-	/	

3.4.4 回帰分析結果まとめ

生活時間シフト推奨においてサマータイムでの先行研究で挙げられた睡眠への悪影響は確認できなかった、また生活時間シフト運動が 2 週目か 3 週目へと経過すると因子 II 入眠睡眠維持から因子 IV 疲労回復では改善傾向にあることが示された。これは生活時間シフトを意識したことによる副産物として生活習慣改善した可能性があり、この点についてはサンプル数を増やして検証の余地がある。

また主観的睡眠感の因子により差はあるものの特に因子 I 起床時眠気と因子 IV 疲労回復については入眠時刻が早くなると改善し起床時刻が遅くなると改善することがわかった。また元々早起きであった人が更なる早起きに取り組んだ場合主観的睡眠感に対して逆効果であることも分かった。

生活時間シフト推奨に関しては全体としてサマータイムでの先行研究にあるように切り替え初週が悪くなり徐々に適応していくことで改善していくと考えられる。

3.5 本章のまとめ

本章では及び第 2 章での結果を踏まえ、省エネになるよう生活時間シフトに取り組んだ場合の実際の省エネルギー効果と生活時間シフトによって生じる睡眠への影響の 2 点について検証した。具体的には実証実験参加者へ 1 時間程度の早寝早起き(生活時間シフト)を推奨するところで夜にピークがある 24 時間周期から朝と夜にピークがある 12 時間周期へ近づくようにしている。

生活時間シフトの推奨に対して、全実験では平均就寝時刻が平均 18 分、平均起床時刻が平均 11 分程度しか早くならなかった。また実際に 1 週目の平均就寝起床時刻より早くなった参加は約半数であり、さらに平均 20 分から 30 分程度の生活時間シフトとおよそ半分の達成度であった。これは生活時間シフトが 100%実行されるサマータイムと比較すると非常に緩やかといえる。

生活時間シフト推奨による省エネ効果は第 2 回実験・第 3 回実験では気温影響補正した電力消費量について 15 世帯中 11 世帯で減少した。全 15 世帯では電力消費量は平均 0.13kWh 減少、1 週目比でみると平均 0.8%減少しており全体として生活時間シフトの効果が確認できた。また回帰分析

の結果より世帯の構成員全員が生活時間シフトを意識した生活を取ることは省エネ効果があるといえる。

生活時間シフト推奨による睡眠への影響は主観的睡眠感・睡眠効率ではないことが示唆された。また生活時間シフト推奨が2週目か3週目へと経過すると因子Ⅱ入眠睡眠維持から因子Ⅳ疲労回復では改善傾向にあることが示され、これは生活時間シフトを意識したことによる副産物として生活習慣改善した可能性がある。

以上より生活時間シフト推奨による省エネ効果が期待できることと生活時間シフト推奨による睡眠への影響がないことが示せた。

第4章 結論

本章では本論文の成果と今後の課題点のまとめを行う。

第1章では主に家庭の省エネルギー策に関連する背景事項の解説を行った。その中で整理された課題次の通りであった。

- ・生活周期によって電力消費量の傾向について12時間周期の世帯グループと24時間周期の世帯グループの比較はされたが、同一世帯に対する生活周期別の電力消費量傾向については検証されていない。

- ・サマータイムによって得られる期待される省エネ効果が定かではない
- ・サマータイムは市民に強い負担が大きく健康被害がある
- ・現状日本においてサマータイム以外の生活時間シフトの検証が見当たらない

これらの課題をふまえ次の2点について研究を行った。

- ・生活周期によって電力消費量の傾向が世帯単位においても成り立つことを検証し(第2章)、この結果を元に夏季に省エネになるような生活時間シフト推奨を一般世帯に対して行いその有用性を検証する(第3章)

- ・前述の生活時間シフト推奨による住民への健康面、特に睡眠に関する影響を検証(第3章)

第2章では、先行研究によって示された夏季では12時間周期世帯グループのほうが24時間周期世帯グループより省エネルギーであるということを踏まえ、この生活周期による電力消費量の傾向が世帯単位で成立していることを全国730世帯に対して検証した。

世帯単位での生活周期による電力消費量の差については夏季において74%の世帯で12時間周期のほうが24時間周期より電力消費量が低かった。これより世帯単位でも夏季において12時間周期の方が省エネルギーである傾向がわかった。春季についても同様の結果であったが、春季に対してはフーリエ変換による生活周期分類の感度の課題が示唆された。

第3章では第2章の結果をふまえ省エネになるよう生活時間シフトに取り組んだ場合の実際の省エネルギー効果と生活時間シフトによって生じる睡眠への影響の2点について足立区住民のべ24世帯47名に対して2～3週間の実験を計3回行い検証した。具体的には実証実験参加者へ1時間程度の早寝早起き(生活時間シフト)を推奨すると夜にピークがある24時間周期から朝と夜にピークがある12時間周期へ近づくようにしている。

生活時間シフト推奨による実際の生活時間シフトの達成率は半数の参加者が生活時間シフトを達成し1時間の早寝早起きに対して20～30分と半分程度でしかなかった。生活時間シフトの実行率

100%となるサマータイムと比較して、実行した参加者の割合も実行した生活時間シフトの時間も緩やかなものであったといえる。

生活時間シフト推奨による省エネ効果は第2回実験・第3回実験では気温影響補正した電力消費量について15世帯中11世帯で減少した。全15世帯では電力消費量は平均0.13kWh減少、1週目比でみると平均0.8%減少しており全体として生活時間シフトの効果が確認できた。また回帰分析の結果より世帯の構成員全員が生活時間シフトを意識した生活を取ることは省エネ効果があるといえた。

また生活時間シフト推奨による睡眠への影響は主観的睡眠感・睡眠効率に対してないことが示唆された。また生活時間シフト推奨が2週目か3週目へと経過すると因子Ⅱ入眠睡眠維持から因子Ⅳ疲労回復では改善傾向にあることが示され、これは生活時間シフトを意識したことによる副産物として生活習慣改善した可能性がある。

次に生活時間シフト推奨の省エネルギー効果と睡眠への影響についての検証の課題について整理を行う。

第1に本研究ではサンプル数・サンプルの分布に関し未だ課題がある。計3回の実験を行い約24世帯47名に対して実験を行ったが統計解析のサンプル数としては十分ではなく今後更なる積み増しが必要である。またサンプルの所属地域も足立区でしか行っておらず、将来全国レベルで実行した際の有用性を示すためには実験のサンプルも全国に渡る必要がある。

第2に実験期間の長さに関する課題がある。本研究においても生活時間シフト推奨後2週間までの検証を行ったが1週目と比較して2週目で睡眠への影響の変化が確認できた。時間経過による省エネ、健康への影響についてはさらに検証する必要がある。

第3に健康への影響の指標に関し未だ課題がある。本研究では睡眠しか検証しておらずその他病気に対する影響は評価できていない。但し、想定される健康への影響として睡眠が最も大きいので他の病気に関しては優先度が低いといえる。

最後に本研究結果により生活時間シフト推奨は家庭部門における省エネ策として有用でありサマータイムと比較して睡眠への悪影響が低いことが示された。今後前述の課題に取り組むことで生活時間シフト推奨の有用性が確立され、将来的に日本の家庭部門の省エネルギー化に資する事を期待する。

参考文献

- 1) 環境省「STOP THE 温暖化 2015」<<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stop2015/>>
- 2) ipcc(2014)「Climate Change 2014: Synthesis Report」<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf>
- 3) 経済産業省「約束草案関連資料」<http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougijutsu/c_hikyuu_kankyo/yakusoku_souan_wg/pdf/007_s01_00.pdf>
- 4) 室効果ガスインベントリオフィス(2015)「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2013年度)確報値」<<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>>
- 5) 資源エネルギー庁資料(2015)「長期需給見通し 骨子(案)」<http://www.enecho.meti.go.jp/commit/com/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/008/pdf/008_07.pdf>
- 6) 全国地球温暖化防止活動推進センター「すぐ使える図表集」<http://jccca.org/chart/chart04_05.html>
- 7) 資源エネルギー庁資料(2015)「エネルギー白書 2015」<<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015pdf/>>
- 8) 一般社団法人日本睡眠学会サマータイム制度に関する特別委員会(2012)「サマータイムー健康に与える影響ー」<http://www.jsr.jp/data/pdf/summertime_20120315.pdf>
- 9) Akito Ozawa, Ryota Furusato, Yoshikuni Yoshida(2016), "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.
- 10) Matthew J. Kotchen and Laura E. Grant(2011), "Does Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from a Natural Experiment in Indiana", The Review of Economics and Statistics, Vol.93 (4)
- 11) 今中健雄(2011)「時刻、休日、連休シフトによる夏季ピーク負担削減効果」, (財)電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー<<http://criepi.denken.or.jp/serc/discussion/index.html>>
- 12) Harrison Y(2012), "Individual response to the end of Daylight Saving Time is largely dependent on habitual sleep duration", Biol Rhythm Res, 44, 391-401.
- 13) Lahti TA, Leppamaki S, Ojanen SM, et al. (2006), "Transition into daylight saving time influences the fragmentation of the rest-activity cycle", J Circadian Rhythms, 4, 1.
- 14) Kantermann T, Juda M, Mrosovsky M, Roenneberg T(2007), "The human circadian clock's seasonal adjustment is disrupted by daylight saving time", 17(20)
- 15) 土井由利子, 石原金由, 内山真(2015)「サマータイム制度ー睡眠及び健康についてー」, 保健医療科学, 64(2), pp104-111
- 16) 内山真編(2002)「睡眠障害の対応と治療ガイドライン」, 143-152
- 17) 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(1999)「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.
- 18) OSA 睡眠調査 MA 版<http://www.jobs.gr.jp/osa_ma.html>
- 19) 気象庁 HP 過去の気象データ検索<<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>>

謝辞

本論文を締めくくるにあたって、東京大学新領域創成科学研究科における研究活動の中でお世話になった方々に謝辞を述べさせていただきます。

指導教員である吉田好邦教授には、日頃のゼミや打ち合わせにおいて的確な指示・指摘で研究を正しく方向に導いて頂きました。また LCS シンポジウムでのポスター発表など多くの外部での発表の機会を与えて頂きました。ここに深く感謝いたします。

副査を務めて頂いた大友順一郎准教授には、異なる視点から示唆に富むご指摘をして頂きました。大変感謝申し上げます。

株式会社ミサワホーム総合研究所には、家庭の電力需要データの提供をして頂きました。貴重な家庭の電力データを使用させていただき感謝しております。

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には、icosmos 電力データを研究に使用させていただきました。同センターの磐田朋子様には、朝型生活への転換の実証実験に際しては被験者の募集の際にご尽力を賜り、加えて icosmos 電力データの使用方法に関してご教示をいただきました。

また本研究の一部は、平成 28 年度足立区環境基金助成、並びに平成 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ました。ここに記して謝意を表します。

吉田研究室の皆様には、ゼミや研究室での日常生活において非常にお世話になりました。素晴らしい先輩、同期、後輩に囲まれて楽しく大学院生活を送ることができました。皆様との出会いは私の人生の財産だと思っています。

最後に、これまでの私を支えてくれた家族に深く感謝致します。

2017 年 1 月 26 日 渡辺剛志

付録

(ア)本研究実証実験への協力依頼文書(第1回)

生活スタイルの転換とアンケート調査への協力のお願い

このご案内は、i-cosmos(電力使用量見える化実験)にご参加中の足立区の皆様に、東京大学と科学技術振興機構が実施する「生活スタイルの転換とアンケート調査」の研究プロジェクトへのご協力をご依頼するものです。もしご協力頂けない場合でも不利益を受けることは一切ありませんのでご安心ください。

どんな研究プロジェクトなの？

i-cosmos をご利用されている世帯に対して、研究プロジェクトへのご協力をお願いし、お引き受けいただける世帯に対して行います。研究は、東京大学と科学技術振興機構が実施主体となって行います。夜型生活から朝型生活へ生活スタイルを変える効果をアンケート調査とともに分析します。

協力して頂く方は世帯につき1名で、その方には2週間のうち1週目はこれまで通りの生活を、2週目は朝型生活を心掛けて頂きます。また睡眠の質を評価するために、睡眠センサー、昼間時の活動量及び寝室の睡眠環境(温湿度計での計測)を計測し、睡眠時の快適性等に関するアンケートを実施します。

協力するとどうなるの？

協力していただける世帯には、9月下旬～10月上旬頃に宅配便にて以下をお送りいたします。

1. 機器類

- ・睡眠計スリープスキャン：マットを普段お使いの寝具の下に敷くだけです。寝具の厚さ30cmまで測定可能で、体に触れることもなく、普段通りの睡眠を維持できます。
- ・活動量計：ポケットやベルトにつけるだけで一日の消費カロリーを記録します。

日常生活への影響はほとんどありません。

- ・温湿度計：寝室の温度と湿度を測ります。最初に設置したあとは何もする必要はありません。

以上、データは機器に付属のメモリ等に自動的に保存されるため、データの記録については特に何もする必要はありません。

- ##### 2. アンケート用紙：一日一回、その日の睡眠について記入していただく簡単なアンケートです。アンケートの回答には、1日あたりおよそ1～2分程度を必要とします。

実際にお願いくことは、普段の生活1週間と、朝型生活を心掛けた1週間を過ごして頂くことと、アンケートに回答して頂くことです。2週間が経過した後、すべての機器とご記入頂いたアンケート用紙は宅配便(着払い)にて返送していただきます。謝礼として後日、2万円を贈呈します(ご指定の口座への振込)。また睡眠計、活動量計などの計測データについては、ご自分のものについてはご希望に応じてデータをお渡しいたします。

研究プロジェクト内でデータを分析する際には、氏名・住所などの個人情報を取り除き、代わりに新しく符号をつけ、どなたのものか分からないようにした上で厳重に保管し、個人情報の保護、プライバシーの尊重に最大限の注意を払います。



そもそも朝型生活って何？

ひとくちに朝型生活といっても、いろいろあります。最近話題の「ゆう活」は、朝早い時間に仕事を始め、早めに仕事を終えることで、まだ明るい夕方の時間を有効に活用し、生活を豊かにしようという取組ですが、仕事の都合で実行が難しい場合もあるでしょう。今回ご協力いただく「朝型生活」とは、今までのあなたの生活を可能な範囲で、朝型に変えていただくことをお願いするものです。たとえば就寝と起床を1時間早めて、夜に行っていた行動を朝に移動するのはひとつの例です。あなたのできる範囲で生活を朝型にシフトして頂ければ結構です。

ただしご協力いただく方は、朝型生活への転換を実際に心掛けていただくことが可能な方である必要があります。よって9月下旬～10月上旬に予定されている2週間の期間に旅行や出張などで不在が見込まれる方、そもそも普段から不規則な生活の方は、ご協力いただくことができません。また可能な範囲でよいのでなるべく家族全体で朝型生活を心掛けていただければ幸いです。

協力する場合の手続きは？

ご協力いただくかどうかは、あなたの自由意思に委ねられています。ご協力いただける方は同封のお申し込み用紙に記入の上、返信用封筒で9月10日（木）までにご返送ください。なお、機材の数量の都合上、応募が多数の場合にはご依頼をしかねる場合があります。その場合にはその旨をご連絡いたしますが、何卒ご容赦ください。

協力できない場合の手続きは？

その場合には、特に何もする必要はありません。

※個人情報の保護について 研究にあたっては研究協力者の皆様に不利益が生じないように個人情報の保護、プライバシーの尊重に努力し最大限の注意を払います。あなたのデータを分析する際には、氏名・住所などの個人情報を取り除き、代わりに新しく符号をつけ、どなたのものか分からないようにした上で（連結可能匿名化）、厳重に保管します。また研究の成果は、氏名など個人情報が特定できないように匿名化した上で、学会発表や学術雑誌及びデータベース上で公表します。

※協力者にもたらされる利益及び不利益 この研究が、皆様に即座に有益な情報をもたらす可能性は、現在のところ低いと考えられます。しかし、この研究の成果は、今後の環境学研究の発展に寄与するための重要な基礎的成果となるものが期待されています。一方、予想される不利益としては、質問紙の回答やインタビューデータからプライバシー情報が漏洩するリスクが一般的には考えられますが、自筆の質問紙は、電子データ化した後に鍵のかかるキャビネットに保存し、研究終了後一定の期間を経た後にシュレッダーで廃棄するという厳重な予防策を実施します。

※研究終了後の資料等の取扱方針 あなたからいただいた資料等は、あなたの同意が得られた場合に限り約5年間保存させていただきます。新たな研究を行う際の貴重な資源として利用させていただきたいと思っております。ただし、この研究に参加する同意を撤回された場合には、資料等は連結不可能化された解析データをのぞき直ちに廃棄します。なお、将来、これらの資料等を新たな研究に使用する場合は、改めて東京大学倫理審査専門委員会の承認を受けた上で用います。

※その他 この研究は、東京大学倫理審査専門委員会の承認を受けて実施するものです。なお、この研究に関する費用は、足立区環境基金助成金、東京大学の運営費から支出されています。利害関係が想定される企業等で研究責任者や分担者あるいはその家族が活動して収入を得ていることはありません。ご意見、ご質問などがございましたら、お気軽に下記までお寄せください。

お問い合わせ先

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻 吉田 好邦
〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 東京大学環境棟 460
メールアドレス： info@globalenv.k.u-tokyo.ac.jp

ご協力いただける場合にはこの用紙にご記入の上、返信用封筒にて郵送願います。後日、ご連絡を差し上げます。

お申し込み用紙

記入日 年 月 日

お名前：

ご連絡先（メールアドレス）：

ご連絡先（電話番号）：

i-cosmos のユーザ ID（わかる方のみ記入）：

(イ)本研究実証実験への協力依頼文書(第2回,第3回)

有名リストバンド型活動量計プレゼント！！

東京大学 研究プロジェクト協力者募集 「生活スタイルの転換影響評価」

謝礼

- ①2万円(銀行振り込み)
- ②1万5千円相当リストバンド型活動量計(Jawbone UP2予定)



研究プロジェクト内容

- 【目的】 夜型生活から朝型生活への生活スタイルの本質の影響をリストバンド型活動量計を用いた計測とアンケート調査等によって定量的な分析を行う
- 【協力内容】 朝型生活を意識する事、リストバンド型活動量計の装着^①、寝室への温度湿度計の設置、1日1回睡眠に関するアンケート^②、省エネナビ^③の設置^④
- ・呼称につけるだけなので日常生活への影響はほとんどありません
 - ・記入時間は1回あたり約1～2分程度です
 - ・分電盤へのセンサー設置とパソコンへのソフトインストールが必要となります
- 【期間】 2週間 (7月～8月で任意に連続した2週間を選択)
- 【対象者】 下記2点を了承していただける方
- ①プロジェクト協力期間中に旅行・出張など無く規則正しく生活して頂けること
 - ②世帯で複数人ご協力頂けること^⑤
- ^⑤参加人数分の賞品と贈與いたします
- 【募集人数】 15名程度
- 【お申し込み方法】 お問い合わせ先へ次の3点を記載したメールをご送信ください
- ・代表者氏名、参加人数、参加者全員の年齢
- 【お申し込み締切】
6月1日(水)



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

お問い合わせ先
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻
吉田好邦 渡辺剛志
Mail: info@globalenv.k.u-tokyo.ac.jp



リストバンド型活動量計プレゼント！！

東京大学 研究プロジェクト協力者募集 「生活スタイルの転換影響評価」

謝礼

- ①2万円(銀行振り込み)
- ②1万5千円相当リストバンド型活動量計(FITBIT ALTA)



※選択可能な色(写真左から)：ティール、プラム、ブルー、ブラック

研究プロジェクト内容

- 【目的】 夜型生活から朝型生活への生活スタイルの転換の影響をリストバンド型活動量計を用いた計測とアンケート調査等によって定量的な分析を行う
- 【協力内容】 朝型生活を意識する事、リストバンド型活動量計の装着^{※1}、寝室への温度計の設置、1日1回睡眠についてのアンケート^{※2}
※1手首につけるだけなので日常生活への影響はほとんどありません
※2記入時間は1回あたり約1～2分程度です
- 【期間】 3週間（7月～8月で任意に連続した3週間を選択）
- 【対象者】 下記2点を了承していただけの方
①プロジェクト協力期間中に旅行・出張など無く規則正しく生活して頂けること
②世帯で複数人ご協力頂けること^{※4}
※4参加人数分の贈品を贈させていただきます
- 【募集人数】 15名程度
- 【お申し込み方法】 同封の申込用紙を記入の上ご返送ください
- 【お申し込み締切】 6月末

その他ご質問ございましたらお気軽にお問い合わせ先までご連絡ください



東京大学
The University of Tokyo

お問い合わせ先
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻
吉田好邦 渡辺剛志
Mail: info@glbale.nk.u-tokyo.ac.jp



(ウ)本研究実証実験参加者への説明書(第1回)

はじめにこの冊子をお読みください

◆研究プロジェクトにご協力して頂ける皆様へ

この度は研究プロジェクトへのご協力を頂きまして、誠にありがとうございます。先日のご案内の通り、今回私たちは夜型生活から朝型生活へのライフスタイルの転換が生活に及ぼす影響を評価することを目的としています。

この冊子には、調査の中で皆様にご協力して頂くことの説明を記載しておりますので、必ず全ての内容をよくお読みいただきますようお願い致します。

なお、調査結果は個人が特定できないことに配慮の上、学術目的のみで利用し、個人情報には厳重に管理し、一定の期間を経て破棄されます。何卒ご協力のほど、よろしくお願い致します。

ご不明な点等ございましたら、下記の連絡先までお問い合わせください。

メールアドレス：info@globalenv.k.u-tokyo.ac.jp

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻 吉田 好邦
〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 東京大学環境棟 460

◆目次

調査開始前チェックシート	2
調査の概要	3
調査のスケジュール	4
生活行動の転換について	6
送付物一覧	7
スリープスキャンの使い方	8
デイカロリの使い方	9
おんどりの設置のしかた	10
起床時睡眠感調査票, 毎日の生活に関するアンケートについて	11
機材の返送方法	13

◆調査の概要

今回の調査では、世帯につき 1 名の方について、以下のようなご協力を頂きたいと考えております。

■調査期間

極力 10/4(日)~10/17(土)の 2 週間の期間でご協力して頂きたいと考えております。

※以下のような場合は多少日程を変化させることも可能ですので、ご相談ください。

- ・連休中、旅行で夜にご家庭にいらっしゃらない日があり、計測が行えない
- ・急な体調不良で、生活リズムを保つのが困難である

■生活行動の転換

・1 週目(10/4(日)~10(土))はこれまで通りの生活をしていただきます。

・2 週目(10/11(日)~17(土))は朝型にシフトした生活をしていただきます。

具体的には、1 時間程度の早寝早起きを 10/11(日)の就寝、10/12(月)の起床より 1 週間の間、意識的に実践して頂きます。⇒詳しくは [p6](#)

■各種データの計測と調査票への回答

上記の調査機関の間、お送りした機器にて生活データの計測を行っていただきます。各機器の使用法、調査票の記載方法についての詳細は、後述いたします。

- ・スリープスキャン (睡眠時体動計)・・・睡眠時の体の動きを計測します。⇒[p8](#)
- ・デイカロリ (昼間活動量計)・・・昼間の活動量を計測します。⇒[p9](#)
- ・おんどとり (温湿度計)・・・寝室の温度・湿度を計測します。⇒[p10](#)
- ・毎日起床後に「起床時睡眠感調査票」及び「毎日の生活に関するアンケート」に、回答して頂きます。⇒[p11](#)

■調査器具及びアンケート結果の回収

10/18(日)朝の調査終了後、調査器具や調査票を着払い宅配便にて返送していただきます。

詳しくは後述いたします。⇒[p13](#)

◆調査のスケジュール

※10/4(日)～10/17(土)の期間で調査を行っていただく場合のスケジュールを記載します。
本紙の各項目をお読みになった後、流れのご確認のためにご利用ください。

➤ 10/3(土)まで

- ・本紙をよく読み、調査の内容や各器具の使用方法を十分に理解して下さい。
- ・スリープスキャン、おんどりの設置を完了して頂きます。

➤ 10/4(日)

- ・起床後、デイカロリによる歩数の計測を開始します。(⇒就寝まで)
- ・就寝前にスリープスキャンの記録を開始し、睡眠時の計測を行います。
- ・翌日の起床後、スリープスキャンの記録を終了します。
- ・続いて、「起床時睡眠感調査票」と「毎日の生活に関するアンケート」に記入します。
これが一日の流れとなります。

➤ 10/5(月)～10/10(土)

同様に毎日、各種の計測を続けていただけます。

➤ 10/11(日)

11日夜の就寝および翌日の起床から、早寝早起き生活への変化をして頂きます。
1週目の睡眠時間記録を見直し、2週目の生活のイメージ作りをお願いします。

➤ 10/12(月)～10/17(土)

各種の計測を続けていただけます。

➤ 10/18(日)

18日起床後の「起床時睡眠感調査票」と「毎日の生活に関するアンケート」の記入をもって、調査は終了です。

各機器・調査票を段ボールに詰め、着払いで宅配便にて発送していただけます。

➤ 荷物到着確認後

メールにて、謝金(2万円)のお支払いの手続きをいたします。

調査スケジュール表

※10/4(日)~10/17(土)の14日間で調査を行う場合

	金 2日	土 3日	日 4日	月 5	火 6	水 7	木 8	金 9	土 10	日 11	月 12	火 13	水 14	木 15	金 16	土 17	日 18日
生活リズム			通常	早寝早起き(11日就寝~18日起床)													
ダイカロリ			4日起床~就寝の 歩数計測	5日~16日は同様に ・起床~就寝の歩数計測 ・睡眠の計測 ・起床後の調査票の記入 を毎日忘れずに行って下さい。													
スリープ スキャン	設置		4日夜の睡眠を計測	17日起床~就寝 の計測で終了													
「調査票」 「アンケート」			4日夜の睡眠について、 5日起床後調査票に回答	17日夜の計測で終了 18日起床後の回答で終 了													
おんどとり	設置		(設置後自動で計測)	(自動で計測)													
				機器・調査票を 段ボールに詰め、 着払いで郵送 (18日以降)													

◆生活行動の転換について

今回私たちは夜型生活から朝型生活へのライフスタイルの転換が生活に及ぼす影響を評価することを目的としています。そこで、世帯の代表者の方には以下のような「早寝早起き生活への転換」を行っていただきます。

- 1週目(10/4(日)~10(土))は自然な、これまで通りの生活
 - 2週目(10/11(日)~17(土))は1週目と比較して、朝型にシフトした生活
- ※10/4~10/17の日程で調査を行う場合

■具体的には、1時間程度の早寝早起きを10/11(日)の就寝、10/12(月)の起床より1週間の間、意識的に実践して頂きます。

※就寝は「寝る準備ができ、布団・ベッドに入る」時間

※起床は「布団・ベッドから出て、生活行動を始める」時間 の事を指しています。

実践例としては・・・「いつも通りなら24時就寝・7時起床をするところだけど、23時就寝6時起床にして、その分夜やる予定の仕事や読書を朝に回そう」といった考え方です。

※1週間前と比べてそれぞれの曜日に、厳密に1時間早寝早起きする必要はありません。
(例えば、1週目は月曜24時、火曜23時就寝であったからといって、2週目は必ずしも月曜23時、火曜22時として頂く必要はありません。各日、「いつも通りより1時間早く」を意識した結果、一週間の平均で1時間程度早くなるようなイメージです。

■2週目に入る際に一度1週目に記録した睡眠感調査票を見直してご自身の自然な生活を知り、翌週の朝型生活のイメージ作りをすることを推奨いたします。

■代表者以外のご家族の方も、よろしければ一緒に生活リズムを変化させてみて下さい。

◆送付物一覧

送付いたしました段ボール箱内に、以下のものが全て入っていることをご確認ください。
よくご確認して頂いた上で、万一不足のものがございましたらご連絡ください。

※段ボールに詰まっています着脱のためのビニール類は、返送の際にご利用して頂きたいので、捨てずに保管していただけますと幸いです。

①クリアケースに入っているもの

- ・本冊子「はじめに」、別紙
- ・スリープスキャン説明書
- ・デイカロリ説明書
- ・宅急便 着払い用の送り状
- ・デイカロリ本体

(※デイカロリ本体以外は、クリアファイル内に入っています。)



②スリープスキャン箱に入っているもの

- ・本体
- ・ACアダプタ
- ・延長コード、抜け防止クリップ

③延長コード

段ボール内にそのまま入っています。



④おんどとりと三脚

おんどとりは三脚に固定されており、ビニールシートに巻かれた状態で入っています。
センサーがおんどとりに刺さっていることをご確認ください。



ビニールに巻かれた状態



ビニールを取った状態

◆スリープスキャン（睡眠時体動計）の使い方

✓ 行っていただくこと

①設置 ②毎就寝時のスイッチオン ③毎起床時のスイッチオフ

※SD カードは挿入済みです。設置して電源に繋ぐだけで使うことができます。

この機器は、あなたの睡眠時の体の動きを計測することで、眠りの質を客観的に評価する目的で使用します。



■使い方

➤ 寝室への設置

- ・就寝時の体の向きと垂直に、肩～腰上の高さに設置します。右上図、および簡単操作ガイドの図を参考にしてください。
- ・電源に接続します。届かない場合は、延長ケーブルをお使い下さい。
- ・電源に接続後、機材正面の画面に正しい時刻が表示されている事をご確認ください。
(万一時刻が大きく異なる場合は、簡単操作ガイドの3.を参考に、設定をお願いします。)

➤ データの計測

- ・毎日、お休みになる際
一寝る準備ができ、布団・ベッドに入る際に、本体の **Start/Stop** スイッチを押して下さい。
10秒間のカウントダウンののち、計測がスタートします。
- ・毎朝、起床された際
一布団・ベッドから出て生活行動を始めた際に、**Start/Stop** スイッチを3秒程度、長押しして下さい。計測がストップします。
※調査の2週目では、これらの時刻が1週目と比較して、それぞれおよそ1時間早くなるようにお願い致します。

■注意事項

- ・SD カードは取り外さないでください。

◆デイカロリ（昼間活動量計）の使い方

✓ 行っていただくこと

①起床時に装着 ②就寝時に取り外し

※電源がすでに入った状態でお送りしています。本体のボタン操作は一切不要です

この機器は、起床から就寝までの皆様の活動量を測定する事を目的として使用します。はじめに取り出した際、右図のような画面が表示される事を確認してください。



■使い方

- 説明書(クリアファイル内)の、「装着」の項を参考に装着してください。
※説明書では、はじめに初期設定を行うように書いてありますが、情報の入力はありません。そのままお使いいただけます。
- 調査期間中は、各日の起床～就寝の間、可能な範囲で身に付けて下さい。

■注意事項

- ・電池を抜いたり、リセットボタンを押したりしないようお願い致します。
- ・手に持ったり動かしたりしても画面が表示されなくなりましたら、ご連絡ください。
- ・装着したまま車・電車・自転車等に乘っていただいても構いませんが、その際は「毎日の生活に関するアンケート」へのご記入をお願い致します。

◆おんどとり（温湿度計）の設置方法

✓ 行っていただくこと

①設置のみ

※電源がすでに入った状態でお送りしています。本体のボタン操作は一切不要です

この機器は、寝室の快適性(温度・湿度)を知るために使用します。右図と以下の注意点を参考にして、寝室に設置してください。



■設置の仕方

➢ 三脚の設置に関して

- ・三脚は、寝室の壁より 30cm以上離して(無理な場合は可能な限り)置いて下さい。
- ・足を2段以上伸ばした状態で置いて頂けるのが理想です。
- ・空調機器をお使いの場合、送風が直接当たる場所への設置は避けて下さい。

➢ おんどとり本体に関して

- ・右下図のような画面が表示されている事をご確認ください。
- ・本体にセンサーがしっかりと刺さっている状態を保って下さい。
- ・センサーは、三脚や室内の他の物に可能な限り近づけないようにして下さい。
(温度・湿度が正しく計測できなくなる恐れがあります)

設置終了後

自動で計測を続けますので、設置後は何もしていただく必要はございません。よろしければ時折、本体の面が表示されている事、センサーが刺さっており、室内の他の物に触れない状態である事をご確認いただけると幸いです。



■注意事項

- ・おんどとり本体の電源を切ったり、電池をとりはずしたりしないで下さい。
- ・ご到着時や、調査期間中に画面が表示されなくなりましたら、ご連絡ください。

◆起床時睡眠感調査票, 毎日の生活に関するアンケートについて (続き)

■「睡眠時睡眠感調査票」記入方法

➤ 記入時刻/日付

調査票に記入する際の時刻/日付を書いてください。

➤ 睡眠時間

① 昨晚、おやすみになった時刻

→ 寝る準備ができ、布団・ベッドに入った時刻を記入してください。

※完全に寝付くことが出来た時刻を書く必要はございません。

② 今朝、目覚めた時刻

→ 布団・ベッドから出て、生活行動を始めた時刻を記入してください。

③ 昨夜の睡眠時間

→ ①②をもとに記入してください。

(補足)

※①はスリープスキャンのスイッチを入れ計測を開始する時間、②は計測終了の時間と同じです。

※2週目の早寝早起き実践期間においては、①②の時刻が普段と比較してそれぞれおよそ1時間早くなるようお願い致します。

➤ 睡眠の質に関して

あなたのその日の睡眠について最も近いものを4箇所から選択して下さい。

回答に迷った際も、いずれかを選択して下さい。

■「毎日の生活に関するアンケート」記入方法

昨日の生活や睡眠に対していくつかの質問がありますので、あてはまるものがあればチェックして下さい。

また、「3. 昨日夜の睡眠に関して」以外の項目は就寝前に書いて頂くこともできます。その際は、「昨日」を「本日」と読み替えてご回答ください。

◆機材の返送方法

標準的な日程の場合、18日(日)起床後の調査票・アンケート記入をもって調査は終了です。皆様にはその後、機材を宅急便にて返送して頂くことになります。

■段ボールに機材・用紙類を詰める

送付物一覧 (p7) を参考に、はじめに送られてきた機材や用紙を全て段ボールに詰めます。お手数ですが、以下の点にご注意の上梱包作業を行っていただくと幸いです。

- ・スリープスキャン関連資材は、もとの通りに箱に詰める
- ・おんどり+三脚は、もとの通りにビニールで巻く
- ・おんどり本体とセンサーの接続部分に負担の大きい詰め方は避ける

→返送時は、センサーを抜いて頂いても構いません。その際はセンサーをクリアファイル内に入れて下さい。

- ・紙類とデイカロリは、クリアケース内に入れる
- ・最後に全体の保護のため、衝撃緩和用のビニールを詰める

■発送する

着払い用の送り状を使って、段ボールを発送していただきます。

■発送の期限について

発送は、可能な限り 10/22(木)までに行ってください。

発送が終わりましたら、連絡先(info@globalenv.k.u-tokyo.ac.jp)まで、ご連絡をお願い致します。また、22日までの発送が難しい場合も、予めご連絡頂きますようお願い致します。

(工)本研究実証実験参加者への説明書(第2回,第3回)



生活スタイル転換とアンケート調査
手順書

目次

0.はじめに	2
1.事前準備(機器到着時)	5
2.1週目手順	7
3.2週目手順	22
4.終了後	37

©2016 Yoshida Lab.

0.はじめに

- 1.事前準備(機器到着時)
- 2.1週目手順
- 3.2週目手順
- 4.終了後

★研究プロジェクトにご協力して頂けるみなさまへ

この冊子には、調査の中で皆様にご協力して頂くことの説明を記載しておりますので、必ず全ての内容をよくお読みいただきますようお願い致します。

なお、調査結果は個人が特定できないことに配慮の上、学術目的のみで利用し、個人情報厳重に管理し、一定の期間を経て破棄されます。何卒ご協力のほど、よろしくお願いいたします。

ご不明な点等ございましたら、下記の連絡先までお問い合わせください。

メールアドレス：info@globalenv.k.u-tokyo.ac.jp
 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻
 吉田 好邦、渡辺 剛志

0.はじめに

- 1.事前準備(機器到着時)
- 2.1週目手順
- 3.2週目手順
- 4.終了後

★プロジェクト概要

【期間】 世帯毎に設定して頂いた2週間。

補足 参加者全員が期間中に旅行・出張などなく生活するという条件を満たせる、7月～8月の間の連続した2週間を設定して頂いています。

【生活行動の転換】

1週目はこれまで通りの生活、2週目は1時間程度の早寝早起きをする朝型生活に転換して頂きます。

【データ測定とアンケートへの回答】

プロジェクト協力期間中、送付した機器により生活データや睡眠量の計測を行って頂きます。

【謝礼】 現金2万円と使用したリストバンド型活動量計

★スケジュール(世帯毎に設定して頂いた2週間)

	前日	1日目	2・・・7	8・・・13	14日目	終了後
生活リズム		通常		1時間程度の早寝早起き		
リストバンド型活動量計	充電	初日起床から装着し活動量と睡眠を計測	常時装着し計測(※少なくとも2-3日に一度はアプリとの同期と充電)		15日目起床後計測終了	ご自身のアカウントでご自由にお使いください
アンケート2枚		初日の睡眠について、2日目起床後に回答	起床後の記入を毎日忘れずに行ってください		15日目起床後に回答して終了	クリアケースに入れて返却
温湿度計	設置	(自動で計測)			15日目起床後計測終了	SDカードはクリアケースへ、本体はそのまま返却

0.はじめに

1.事前準備(機器到着時)

2.1週目手順

3.2週目手順

4.終了後

★別冊子『機器使用方法』を参照しながら各項目をチェックして進めて下さい

①別冊子『機器使用方法』をよく読んで機器使用方法を理解する

②リストバンド型活動量計を設定

※新品をご用意しています。機器の動作確認の為一度開封しています。

注1：必ずリストバンド型活動量計は個人が管理し、印をつけるなどして他の参加者の機器と混同しないようにして下さい。

注2：アプリとリストバンド型活動量計を連携する際に、他の参加者のリストバンド型活動量計が近くにあると誤ってそちらと連携してしまう可能性があります。これを防ぐために他の参加者のリストバンド型活動量計から10m以上離れた上で連携の設定に取り組んでください。

- 指定のアプリ(無料)を皆様一人一人のスマートフォン/タブレットにダウンロード
- 次ページに記載されているアカウント情報を使ってアプリにサインイン
- アプリとリストバンド型活動量計を連携
- 実際に活動量計とアプリを利用し、活動量や睡眠量のデータが同期できているかどうか確認
- (前日)充電

③温湿度計を設定

※開封後の箱は返送の際に使用しますので捨てずに保管してください

- 電源が入る事を確認し、一旦電源を切る。
- (前日)温湿度計を冷房等の風が当たらず、寝床の高さと同じ程度の高さの場所に設置する

0.はじめに

1.事前準備(機器到着時)

2.1週目手順

3.2週目手順

4.終了後

★リストバンド型活動量計 アカウント情報

このアカウント情報はプロジェクト協力期間中、皆様一人一人に固有のものになります。プロジェクト協力期間中は必ずこのアカウントのみを使用し、念のためアカウント情報を家族含めほかの人に教えないようにして下さい。

プロジェクト協力期間終了後は各個人のアカウントを作成し使用して下さい。以後こちらから情報は取得できなくなりますので安心してリストバンド型活動量計をご利用できます。

Jawbone Account

メールアドレス	adachi.XXX@yahoo.co.jp
パスワード	XXX

生活スタイル転換とアンケート調査
手順書

2 章 1週目手順

0.はじめに
1.事前準備(機器到着時)
2.1週目手順
3.2週目手順
4.終了後

©2016 Yoshida Lab.

- ★1日目
- 起床後、リストバンド型活動量計を装着し計測を開始
- ★2日目就寝から8日目起床まで
- リストバンド型活動量計をできるだけ常に装着し計測
 - 起床後、「起床時睡眠感調査票」と「毎日の生活に関するアンケート」(次ページ以降)に記入
 - 適宜リストバンド型活動量計を充電,同期する(電池は最大で9日間持ちますが余裕をもって週に一回お願い致します)
※同期はBluetoothを有効にしてアプリを起動するとできます

これが一日の流れとなります。

次ページから「起床時睡眠感調査票」と「毎日の生活に関するアンケート」が交互に1週間分あります。破らずそのまま順番に記入して下さい。睡眠の質についての項目では最も近い物を4か所から選択して下さい。回答に迷った際も必ずいずれかを選択して下さい。

青 就寝は「寝る準備ができ、布団・ベッドに入る」時間を指しています。
黒 起床は「布団・ベッドから出て生活行動を始める」時間を指しています。

7

生活スタイル転換とアンケート調査
手順書

3 章 2週目手順

0.はじめに
1.事前準備(機器到着時)
2.1週目手順
3.2週目手順
4.終了後

©2016 Yoshida Lab.

- ★8日目就寝から15日目起床まで
- 1週目の睡眠時間記録を見直し、1時間程度の早寝早起き生活をイメージした上で2週目の生活をお願いします。
- リストバンド型活動量計をできるだけ常に装着し計測
 - 起床後、「起床時睡眠感調査票」と「毎日の生活に関するアンケート」(次ページ以降)に記入
 - 適宜リストバンド型活動量計を充電,同期する(電池は最大で9日間持ちますが余裕をもって週に一回お願い致します)
※同期はBluetoothを有効にしてアプリを起動するとできます

1週目と同様にこれが一日の流れとなります。

生活転換のイメージ例として「いつも通り(1週目)は24時就寝・7時起床をするところだけ、23時就寝・6時起床にしてその分夜の仕事や読書を朝に回そう」といった具合です。また、1週間前と比べてそれぞれの曜日において厳密に1時間早寝早起きする必要はありません。

青 例えば、1週目は月曜24時、火曜23時就寝であったからといって、2週目は必ずしも月曜23時、火曜22時として頂く必要はありません。各日、「いつも通りより1時間早く」を意識した結果、一週間の平均で1時間程度早くなるようなイメージです。

22



4

章

終了後

0.はじめに

1.事前準備(機器到着時)

2.1週目手順

3.2週目手順

4.終了後

★各項目をチェックしながら進めて下さい

①データ同期とアンケート記入確認

- 活動量計データ確認完了のメールを確認
- アンケートに2週間毎日回答してあることを確認

注：睡眠データ等が失われる可能性があるので活動量計データ確認完了のメールを受け取るまで絶対に連携を解除しないで下さい

情報 代表者様のメールアドレスへ活動量計データ確認完了のメールを
説明 info@globalenv.k.u-tokyo.ac.jpから送信します

②本冊子と温湿度計の整理

- 温湿度計の電源を切ってからSDカードを取り出す
- SDカードを皆様一人一人のクリアケースに入れる

情報 寝室を共有している場合はどちらか一方のクリアケースに入れてください
説明 寝室を共有する方の氏名_____

- 本冊子を皆様一人一人のクリアケースに入れる

③代表者へクリアケースとSDカードを抜いた状態の温湿度計を返却

ご協力ありがとうございました。以降、謝礼として差し上げるリストバンド型活動量計はご自身のアカウントを作成しご自由にお使いください。

(才)起床時睡眠感調査票(MA版)

Copyright (C) 2004 Shuichiro Shirakawa. All Rights Reserved.

起床時睡眠感調査票 (MA版)

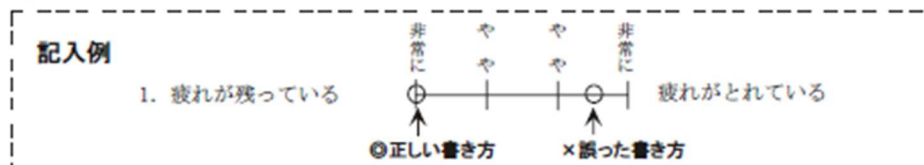
朝、目覚めたらすぐ記入してください

記入時刻 午前・午後 時 分

この調査票は、あなたの睡眠の状態についてお聞きするものです。
睡眠の時刻等について記入してください。午前・午後はどちらかを○で囲んでください。

- ① 昨夜、おやすみになった時刻 (午前・午後) 時 分
- ② 今朝、目覚めた時刻 (午前・午後) 時 分
- ③ 昨夜の睡眠時間 およそ 時間 分

昨夜の睡眠の状態や現在の心身の状態についてお聞きします。4箇所の縦線は各質問項目の状態の程度を示しています。記入例を参考に、あなたの状態にあてはまる線上に○印で囲んでください。



	非常に	やや	やや	非常に	
1. 疲れが残っている					疲れがとれている
2. 集中力がある					集中力がない
3. ぐっすり眠れた					ぐっすり眠れなかった
4. 解放感がある					ストレスを感じる
5. 身体がだるい					身体がシャキッとしている
6. 食欲がある					食欲がない
7. 寝つくまでにウトウトしていた状態が多かった					寝つくまでにウトウトしていた状態が少なかった
8. 頭がはっきりしている					頭がボーとしている
9. 悪夢が多かった					悪夢はみなかった
10. 寝付きがよかった					寝付きが悪かった
11. 不快な気分である					さわやかな気分である
12. しょっちゅう夢をみた					夢をみなかった
13. 睡眠中にしょっちゅう目が覚めた					睡眠中に目が覚めなかった
14. いますぐ、調査にテキパキと答えられる					答えるのは、めんどうである
15. 睡眠時間が長かった					睡眠時間が短かった
16. 眠りが浅かった					眠りが深かった

(カ)起床時のアンケート調査票

◆毎日の生活に関するアンケート

回答日 月 日 () 起床時

※このアンケートは、起床時に「起床時睡眠感調査票」と一緒に書いて頂くことを想定して作成していますが、「3. 昨日夜の睡眠に関して」以外の項目は就寝前に書いて頂くこともできます。その際は、「昨日」を「本日」と読み替えてご回答いただき、翌日朝に「3」への回答をお忘れにならないようご注意ください。

以下の項目のうち、昨日の生活に当てはまるものがあればチェックしてください。

1. あなたのご健康に関して

昨日は非常に体調が悪く、調査に支障が出た。

具体的に→ ()

2. 昨日昼のあなたの活動に関して

都合により、「デイカロリー」を長時間装着できなかった。(連続1時間以上程度)

大まかにその時間帯→ ()

「デイカロリー」をつけたまま、車・電車・自転車のいずれかに乗った。

あてはまるものにチェック (車 電車 自転車)

「デイカロリー」を外した状態で、強度の高い運動を行った。

3. 昨日夜の睡眠に関して

夜間自宅におらず、スリープスキャンを用いた計測が行えなかった。

やむを得ない事情(お仕事等)で、睡眠時間が短くなってしまった。

睡眠の途中で目覚めてしまい、一旦読書等の活動を行ったのち、再び寝た。