

【別添資料】 検証結果詳細

自然光の変化に合わせた室内照明の健康維持への貢献を検証 ～在宅勤務時代における睡眠の質の向上に向けて～

研究概要

コロナ禍でライフスタイルや働き方が変わり、睡眠をはじめとする生活リズムが乱れてしまう人が増えています。特に、リモートワークを取り入れているビジネスパーソンにおいて、その傾向が顕著です。

外出頻度の減少やリモートワークの普及によって、自宅（室内）で過ごす時間が増えたことに伴い、自然光（※）を浴びる時間が減少し、スマホやパソコンの画面を見る時間が増えています。また同じ室内でもオフィスと住宅では光環境が異なります。光は生体リズムと深い関係があることが知られています。そのように「光環境」が大きく変化したことが、生体リズムや睡眠の取り方に影響していると推測されます。

今回の研究ではその仮説に基づき、生体リズムや睡眠の質を高める光の条件と、一般家庭やオフィスにおける適切な照明器具の選び方、コントロール方法について検証・考察しました。

（※）太陽を光源として、地球上に到達する光であり、場所、時間帯、天候などによって、明るさ（照度）と角度と色温度が変化します。一日の自然光の変化に影響を受けて人間の生体リズムは形成されています。

研究成果

本研究により、下記のことが明らかになりました。

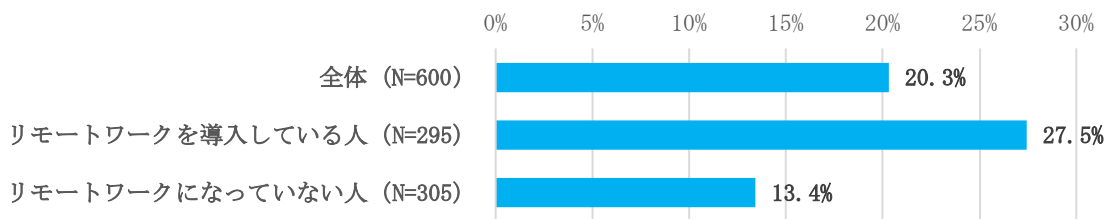
- ビジネスパーソンが仕事中に浴びている光の強さや光色（寒色 / 暖色）は自然光とかけ離れており、昼間に浴びている光が弱く（照度が低く）夜間は白く（色温度が高く）明るい光を浴びすぎている。
- オフィス勤務よりも在宅勤務の方が昼間に浴びている光が弱く（照度が低く）、夜間にメラトニンが分泌されにくくなることから、光環境的に、オフィス勤務よりもさらに生体リズムを乱す要因となりやすい。
- 寝室の照明を、自然光の変化にシンクロして照度・色温度が自動調節されるものにし就寝前1時前の照明を、日没時の自然光に近い暖色光で空間全体を柔らかく照らすものにとすると睡眠を促すメラトニンが分泌され、リラックスした体の状態になりやすく深い睡眠が取れるようになる。

光や照明と生体リズム、睡眠の関係性に関する研究は、過去数多くありますが、コロナ以降の生活環境で検証を行った研究は少なく、本研究は、生活リズムが乱れがちなコロナ禍の健康維持や、住宅やオフィスの照明状態、光環境の設計に役立つことが期待されます。

研究実施背景

600名のオフィスワーカーに調査を行ったところ、コロナ禍において生活リズムを乱している人、特に睡眠に課題を抱えている人が一定数いることがわかった。特に、リモートワークを取り入れている人ほど、その傾向が顕著であった。

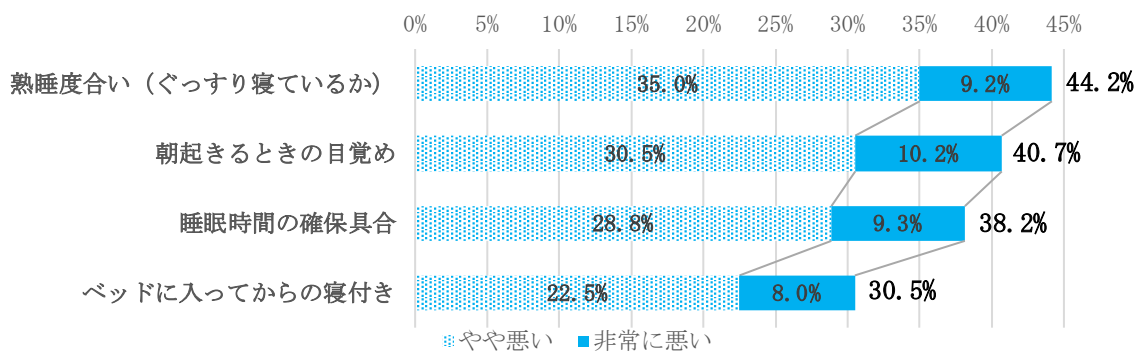
コロナ禍になる前と比べて、生活のリズムが乱れていると感じる人
 全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)



5人に1人がコロナ以降、生活リズムの乱れを感じており、リモートワークになっている人のほうがその傾向が顕著である。

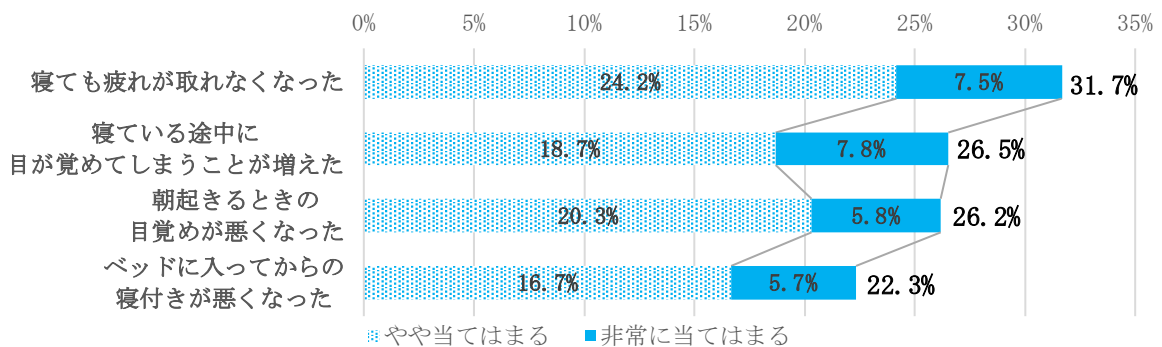
普段の睡眠について

全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)



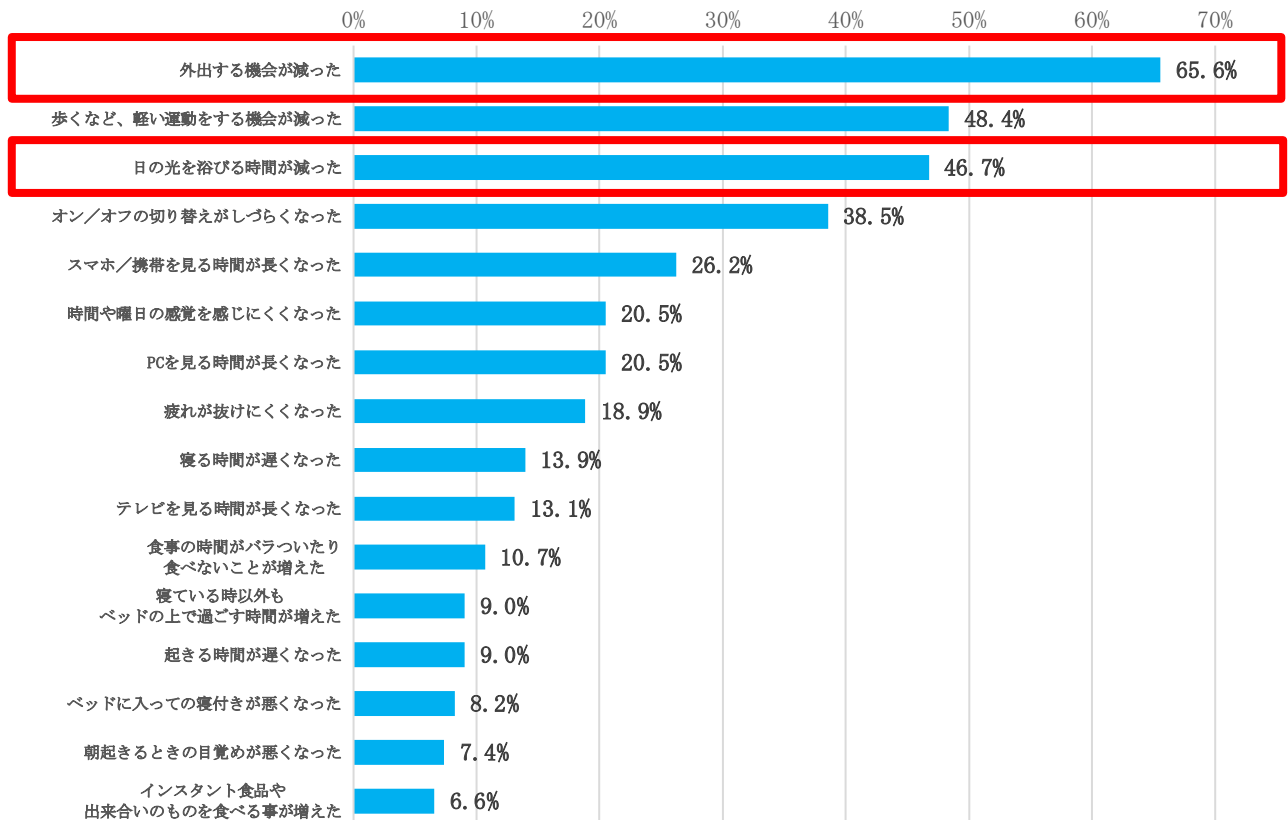
コロナ禍の前後における睡眠の変化

全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)



コロナ前と比べて生活のリズムが乱れていると感じる理由

「コロナ前と比べて、生活のリズムが乱れていると感じる」と答えた人 (N=122)



65%以上の人が、コロナ前と比べて外出する機会が減ったと回答。また、日の光を浴びる時間が減ったという回答も46.7%あった。コロナ禍によって、自然光を浴びる時間・頻度が変化していることがうかがえる。

検証① オフィス勤務/在宅勤務中に浴びる光の照度・色温度計測

検証内容

ビジネスパーソンが仕事中に浴びている光の状態（明るさ、光色）を計測し、コロナ禍における光環境の実態を把握。また、オフィス勤務時と在宅勤務時を比較し、生体リズムや睡眠への影響を考察した。

検証方法・条件

- ・ビジネスパーソン5名に、起床時・就寝時と、仕事中に浴びている光の照度・色温度を2時間ごとに測定。
- ・浴びている照明の光が、自然光の変化や生体リズムに適した光環境とどのぐらい差があるかを検証した。
- ・また、オフィス勤務時と在宅勤務時それぞれ5日ずつ計測し光環境の違いを検証した。
- ・指定の時刻に、照度 (lx)、色温度 (K) を計測。照度は照度計、色温度はスマホアプリで計測した。計測はデスク上に計測機器を置いた状態と、被験者の目の位置、2条件で数値を記録。

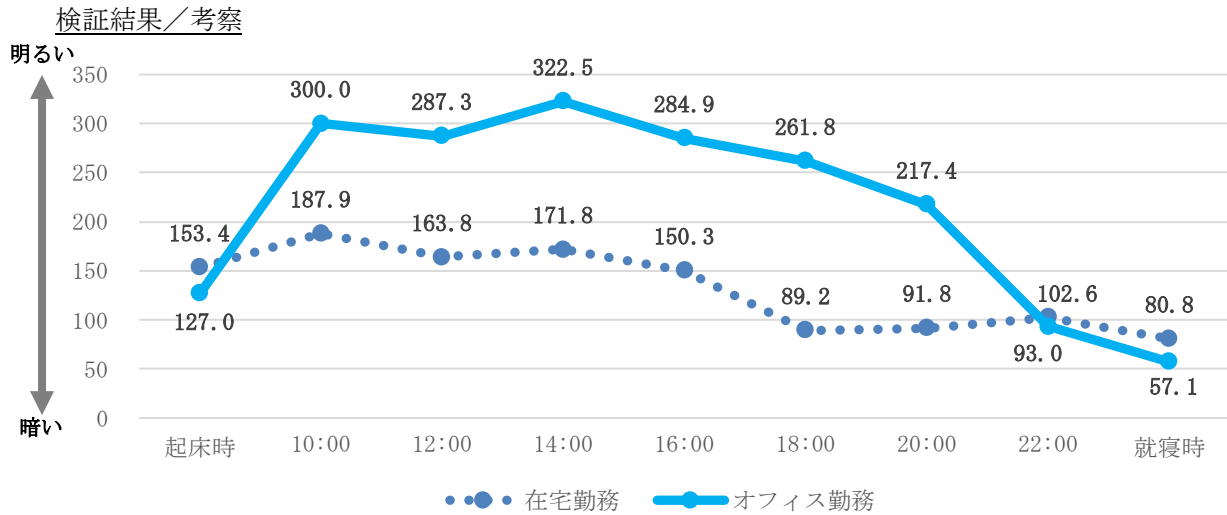


図 ビジネスパーソン5名が平日に浴びている光の照度
目の位置で計測した数値／在宅勤務・オフィス勤務それぞれ5日間、被験者5名の平均値
※20:00の数値のみ4名の平均

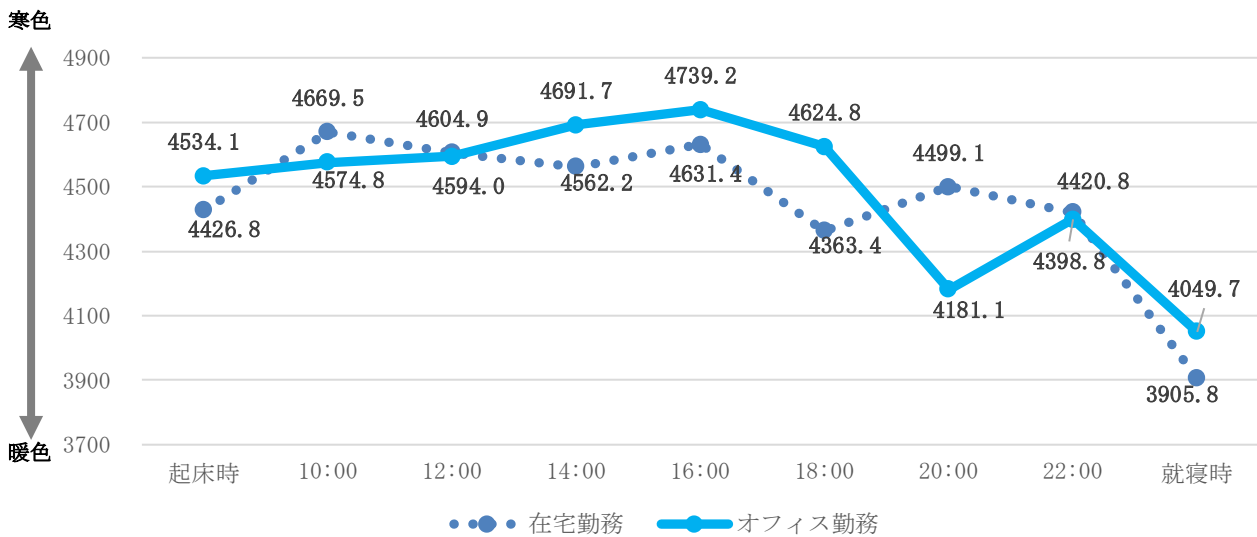


図 ビジネスパーソン5名が平日に浴びている光の色温度
目の位置で計測した数値／在宅勤務・オフィス勤務それぞれ5日間、被験者5名の平均値
※20:00の数値のみ4名の平均

- ・ビジネスパーソンが仕事に浴びている光の強さや光色（寒色 / 暖色）は、自然光の状態とかけ離れている。
- ・一日を通して画一的な光になってしまっており、昼間に浴びている光が弱く（照度が低く）、夜間は白く（色温度が高く）明るい光を浴びすぎている。
- ・オフィス勤務よりも在宅勤務の方が昼間に浴びている光が弱い（照度が低い）。
- ・日中に強い光を浴びる方が、生体リズムが整うため（夜間にメラトニンが分泌されやすくなる）、在宅勤務の方が特に、光環境的にも生体リズムを乱す要因となりやすい。
- ・オフィス勤務も在宅勤務も夜間に必要以上の光を浴びることで、睡眠を阻害していると予想される。

検証② 寝室の照明条件による睡眠の質への影響

検証内容

検証①で、自然光とかけ離れた光を浴びていたり、日中に浴びる光が弱いことが睡眠の質や生体リズムを乱す要因となっている可能性がわかった。②では、これを解決する「適切な照明条件」を探るため、寝室の照明条件が睡眠の質へ及ぼす影響を検証した。現在地の自然光に合わせて調光・調色するとともに、ヘッド（照明の光源部分）を回転させることのできる照明器具を用いた。

検証方法・条件

条件A：通常照明

夜間の寝室の照明を、白色光（5000K）で、通常の明るさ（枕元200ルクス）で照明する。この条件では調光・調色は行わない。就寝時には消灯し、起床時には自分で点灯する。この照明環境で3日間連続過ごしてもらった後の5日間、4人の被験者に睡眠時のデータを取得してもらった。計測器は睡眠時間・睡眠の質を計測できるスマートウォッチを用いた。実験は2021年3月に実施した。

条件B：自然光シンクロ照明

自然光の明るさと色色（色温度）に合わせて自動調光する照明モードを寝室に使用した。就寝時間と起床時間を各自で設定し、就寝予定1時間前から暖色光（2700K）で照明した。壁と天井を照らす間接照明とし、空間全体を薄暗い明るさ（枕元1ルクス）とした。これは、日没時の自然光に近い状態を照明器具で再現した状態である。就寝時には消灯し、起床設定時刻の30分前から徐々に照明が点灯していく。この照明環境で3日間連続過ごしてもらった後の5日間、4人の被験者に睡眠時のデータを取得してもらった。実験は同じく2021年3月に実施した。

検証結果／考察

取得したデータを下記に示す。AとBは照明条件、a～dは被験者種別（a～cは20代女性、dは20代男性）を示す。Aa1は照明条件A、被験者aの1日目のデータを表している。

表 照明条件による睡眠取得データ

条件A:通常照明						条件B:シンクロ照明					
被験者 (a~d)・ 測定日	睡眠時 間(分)	レム睡 眠(分)	浅い睡 眠(分)	深い睡 眠(分)	深い睡 眠比率 (%)	被験者 (a~d)・ 測定日	睡眠時 間(分)	レム睡 眠(分)	浅い睡 眠(分)	深い睡 眠(分)	深い睡 眠比率 (%)
Aa1	435	111	234	90	20.7	Ba1	400	84	236	80	20.0
Aa2	503	131	288	84	16.7	Ba2	301	84	131	86	28.6
Aa3	317	63	230	24	7.6	Ba3	391	61	225	105	26.9
Aa4	468	85	297	86	18.4	Ba4	541	87	335	119	22.0
Aa5	458	85	268	105	22.9	Ba5	356	59	226	71	19.9
Ab1	399	112	209	78	19.5	Bb1	384	103	191	90	23.4
Ab2	386	99	223	64	16.6	Bb2	400	126	191	83	20.8
Ab3	370	82	202	86	23.2	Bb3	409	128	169	112	27.4
Ab4	391	105	212	74	18.9	Bb4	375	92	213	70	18.7
Ab5	394	114	211	69	17.5	Bb5	390	106	205	79	20.3
Ac1	394	76	246	72	18.3	Bc1	512	136	228	148	28.9
Ac2	354	69	199	86	24.3	Bc2	342	52	236	54	15.8
Ac3	420	89	224	107	25.5	Bc3	325	86	146	93	28.6
Ac4	330	74	161	95	28.8	Bc4	370	109	155	106	28.6
Ac5	257	57	113	87	33.9	Bc5	327	36	204	87	26.6
Ad1	373	103	214	56	15.0	Bd1	338	116	148	74	21.9
Ad2	391	127	190	74	18.9	Bd2	431	137	220	74	17.2
Ad3	401	113	223	65	16.2	Bd3	422	128	204	90	21.3
Ad4	436	129	227	80	18.3	Bd4	363	79	217	67	18.5
Ad5	451	146	246	59	13.1	Bd5	384	119	174	91	23.7
平均値	396	99	221	77	19.7	平均値	388	96	203	89	22.9

照明条件AとBを比較すると、睡眠時間は条件A（通常照明）の方がやや長くなっているものの差はあまりない。一方、レム睡眠や浅いノンレム睡眠は、条件Aの方がやや長くなっている。顕著な結果が得られたのは、深い睡眠時間である。条件Aは平均77分間に対して、条件Bは89分間と10分以上長くなっている。両者には有意傾向（P値=0.055）がみられた。

また一晩の睡眠時間に対する深い睡眠時間の比率は、条件Aが19.7%なのに対して、条件Bでは22.9%となった。P値は0.048であり、5%水準で有意である。深い睡眠の比率は、20代であると20~25%が適切であるといわれている。この結果から、通常照明は睡眠時間が取れていても全体的に浅くなっていることが分かる。一方、自然光の変動を考慮したシンクロモードの照明環境にすることで、「深い睡眠」が取りやすくなっている。

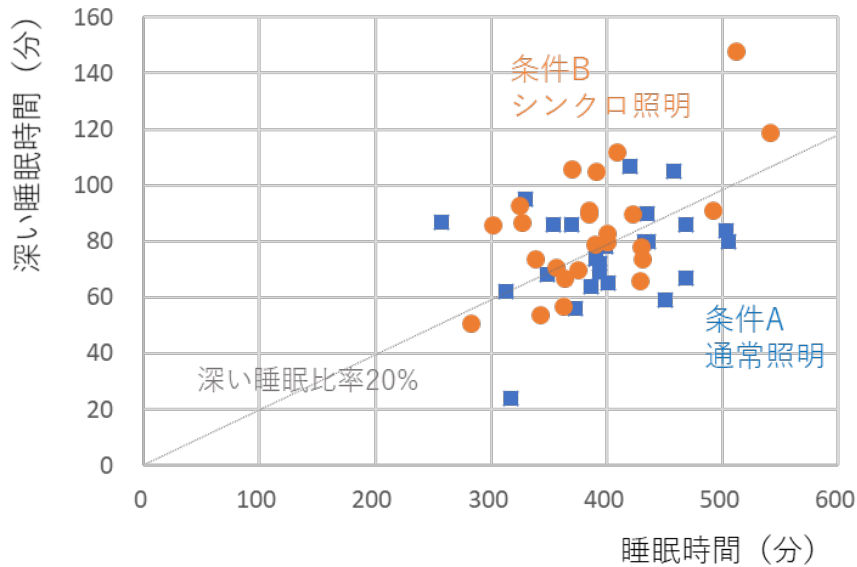
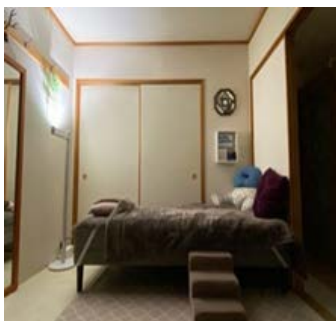


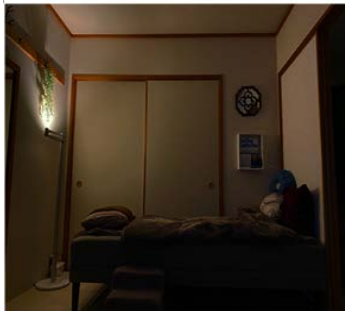
図 寝室照明条件ごとの睡眠時間と深い睡眠時間との関係
シンクロ照明の条件Bの方が深い睡眠の比率が有意 (p<0.05) に高まっている。

条件Aの写真と睡眠データの例



睡眠時間は長く確保できているものの、深い睡眠が十分取れていないことが示されている。特に就寝直後に深い睡眠状態に入っていくことができていない。長波長の白い光が眼に入射することによって、脳が覚醒することとメラトニンの分泌が阻害されていることが原因として考えられる。

条件Bの写真と睡眠データの例



就寝直後に深い睡眠が90分ほど続いている。合計の睡眠時間は条件Aと変わらなくても、熟睡度が高い。既往研究では、就寝後の90分間にいかに深いノンレム睡眠が取れるかが、睡眠の質を上げるために重要であるといわれている。ベッドに横になったときに光源が直接目に入らないように、上向きの間接照明とし、日没時の自然光の光色で空間全体を包むように照らしている。このような光環境で過ごすことで、睡眠を促すメラトニンが分泌され、リラックスした体の状態になりやすいと考えられる。

検証③ 光や照明器具に関する一般生活者の意識調査

検証内容

検証①②によって、光や照明を適切な明るさ（照度）、光色（色温度）にコントロールすることが、生体リズムや睡眠の質向上に重要ということがわかった。

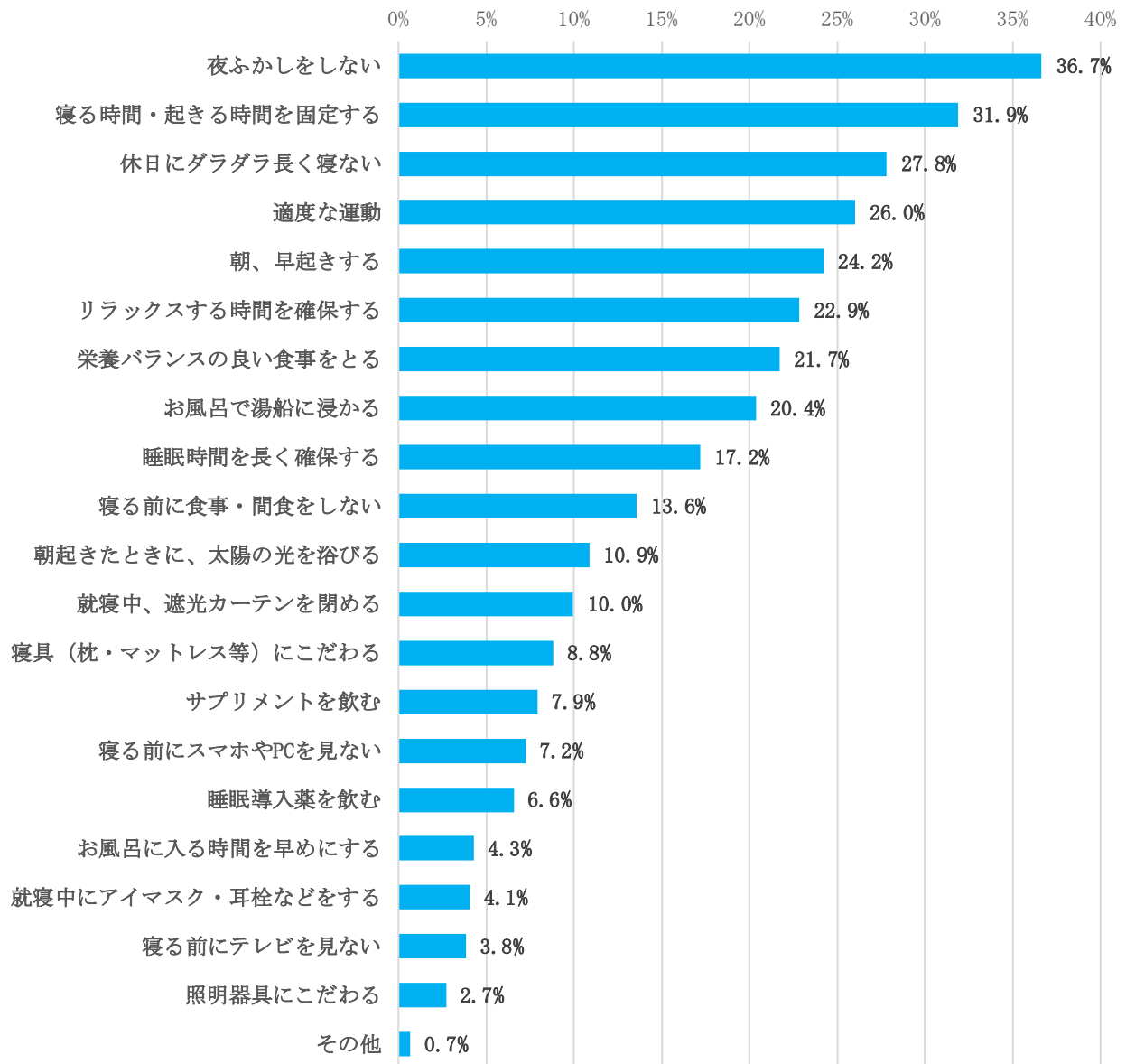
在宅時間（屋内滞在時間）が増える、コロナ共存時代のライフスタイル・働き方においては特に、光環境に起因する生体リズムや睡眠の乱れが生じやすいため、生活者自身が環境整備への意識を持つことが重要である。

現状、一般生活者は光や照明器具に関してどのような意識を持っているかを、オフィスワーカー600名へアンケート形式で調査した。

検証結果／考察

睡眠の質を高めるために実践していること

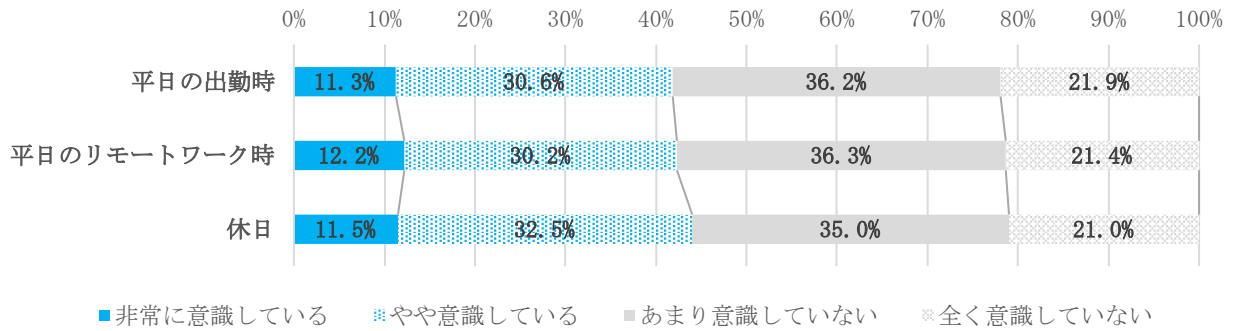
「睡眠の質を高めるために実践していることがある」と答えた人 (N=442)



睡眠の質を高める取り組みを何もしていない人が26.3%。起床・就寝時間や睡眠時間に気を遣っている人は多いが、照明器具や、就寝前のスマホ、PC閲覧など「光」に関するケアを行っている人はごく少数であった。

日常生活で「太陽の光」を浴びることをどのくらい意識的に行なっているか

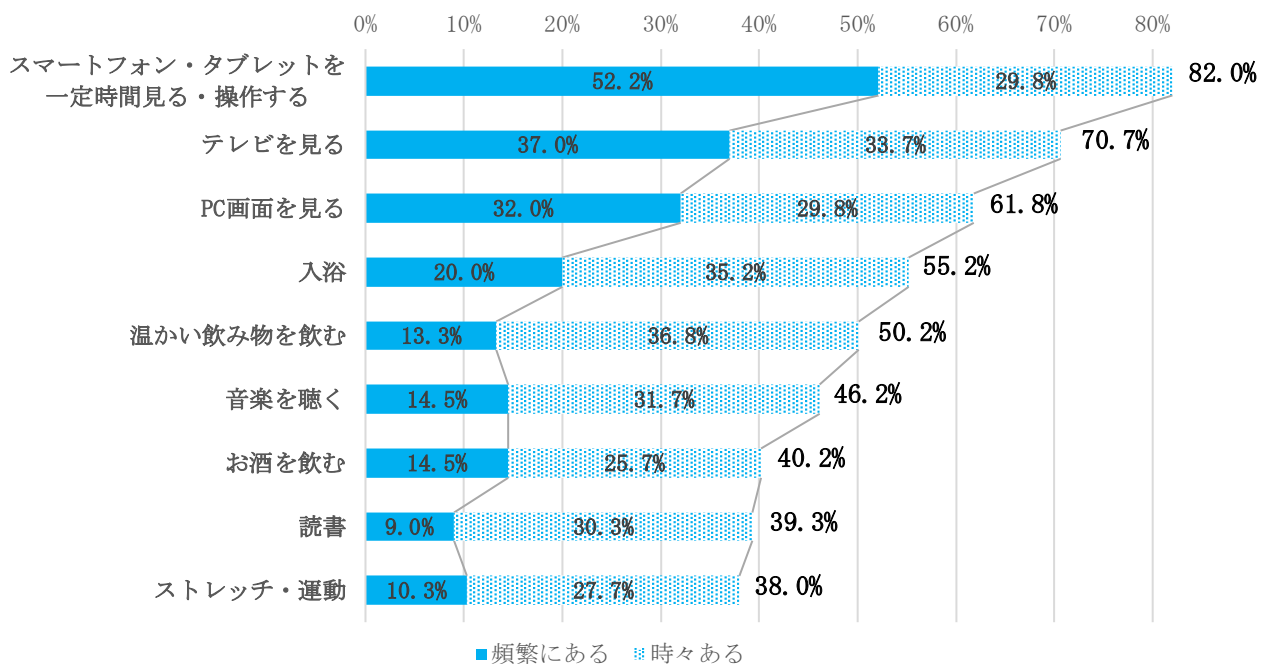
全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)



平日・休日問わず、半数以上の方が日常生活で太陽の光を浴びることを意識していない。

寝る直前(1時間以内)の行動

全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)



寝る前(就寝1時間以内)に、ブルーライトや白色の光、照度の強い光を浴びることは、睡眠に悪影響があると言われているが、6割以上が習慣的にスマートフォンやタブレット、PC画面を見てしまっている。

自宅の照明器具の調光・調色機能有無

表 調光機能について

	A: 設置している 人数	B: 調光機能が ある人	C: 調光機能が ついている割合 (B÷A)
【寝室】天井シーリングライト	441	265	60.1%
【寝室】ペンダントライト	54	17	31.5%
【寝室】フロアライト/間接照明	39	18	46.2%
【寝室】デスクライト	38	22	57.9%
【リビング】天井シーリングライト	395	220	55.7%
【リビング】ペンダントライト	78	18	23.1%
【リビング】フロアライト/間接照明	30	10	33.3%
【リビング】デスクライト	6	2	33.3%
【書斎・ワークスペース】天井シーリングライト	257	122	47.5%
【書斎・ワークスペース】ペンダントライト	36	9	25.0%
【書斎・ワークスペース】フロアライト/間接照明	20	8	40.0%
【書斎・ワークスペース】デスクライト	73	24	32.9%

自宅の照明器具に関して、光の強さを調節する「調光」機能は、天井シーリングライトで約5～6割、フロアライト/間接照明やペンダントライトでは2割～3割前後だった。

表 調色機能について

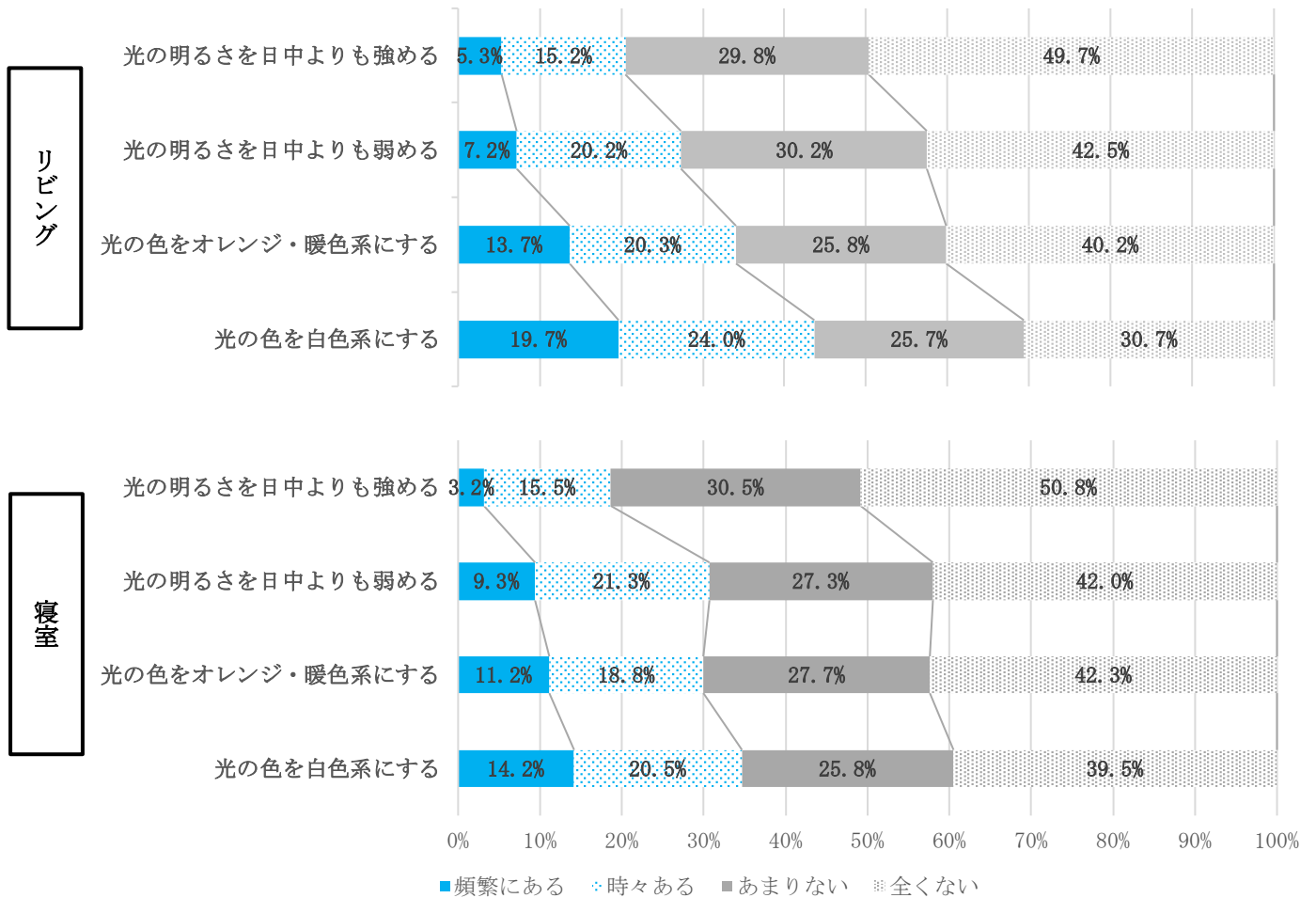
	A: 設置している 人数	B: 調色機能が ある人	C: 調色機能が ついている割合 (B÷A)
【寝室】天井シーリングライト	441	124	28.1%
【寝室】ペンダントライト	54	7	1.6%
【寝室】フロアライト/間接照明	39	7	1.6%
【寝室】デスクライト	38	9	2.0%
【リビング】天井シーリングライト	395	105	23.8%
【リビング】ペンダントライト	78	13	2.9%
【リビング】フロアライト/間接照明	30	5	1.1%
【リビング】デスクライト	6	2	0.5%
【書斎・ワークスペース】天井シーリングライト	257	46	10.4%
【書斎・ワークスペース】ペンダントライト	36	7	1.6%
【書斎・ワークスペース】フロアライト/間接照明	20	5	1.1%
【書斎・ワークスペース】デスクライト	73	14	3.2%

光の色を調節する「調色」機能がついた器具の比率はさらに少なく、設置している人のうち、わずか1割～2割程度だった。

睡眠や生体リズムを整えるために、光の強さや色をコントロールするという意識は非常に薄い。

夕方から就寝まで、自宅の照明をどうしているか

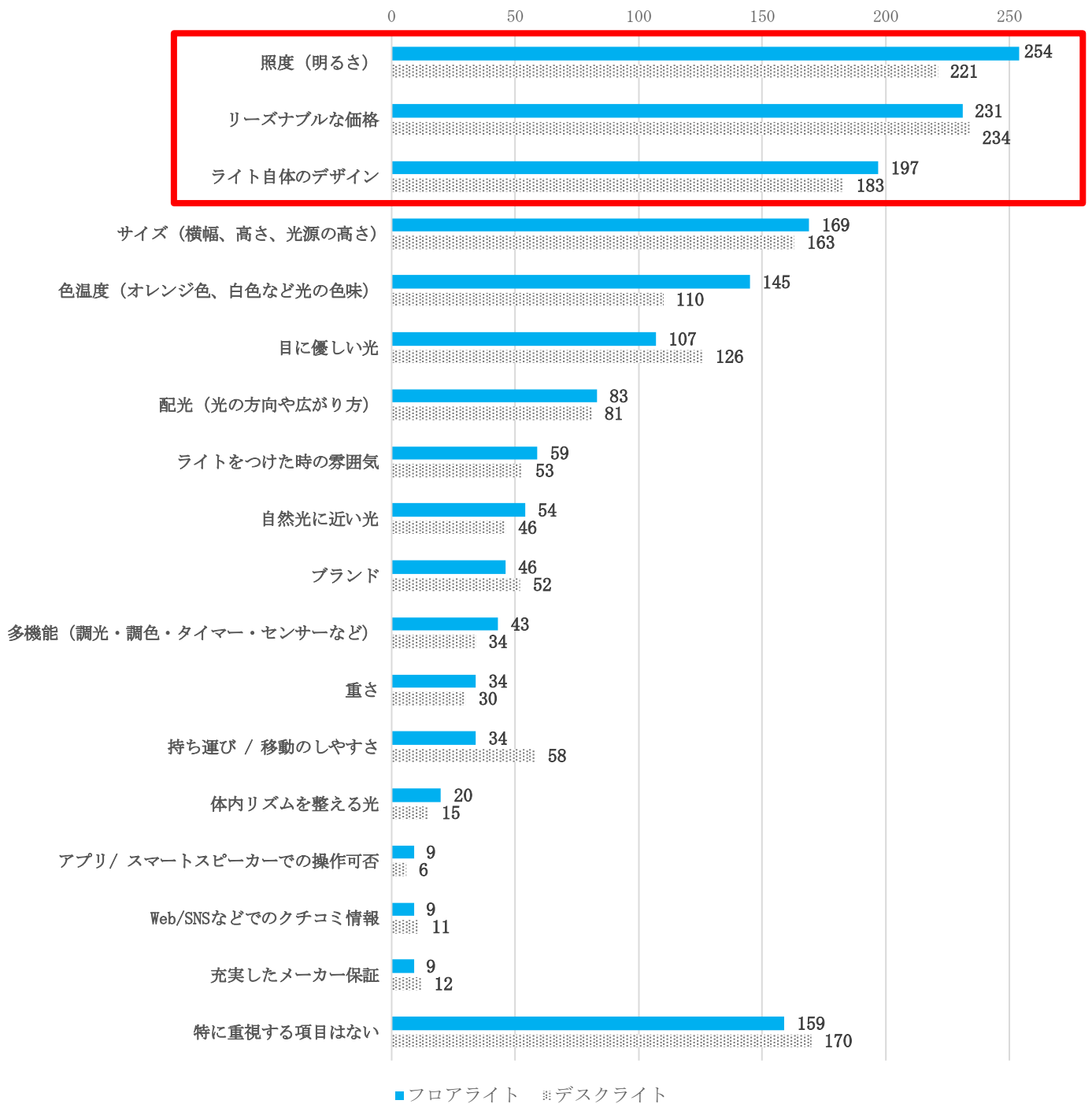
全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)



夕方以降に照明の明るさや色を、自然光に近いものに調節している人は3割前後にとどまった。自然光の明るさ（照度）と色温度が下がっている時間帯にもかかわらず、日中と同じ白い光・強い光を浴びてしまっている人が多いと推測される。

照明器具の選び方、選ぶ基準

全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600) ※複数回答



照明器具を選ぶ基準については、照度（明るさ）、デザインや価格を重視する人が多く、調光・調色機能や、自然光に近い光かどうか、体内リズムを整える光かどうかはあまり重視されていない。

本アンケート調査から、多くの人は自分が浴びる光への意識が低く、生体リズムや睡眠にとって良い照明の選び方を認識していないことがわかった。

検証結果を踏まえた総合的な提言

外出頻度の減少やリモートワークの普及によって、自宅（室内）で過ごす時間が増えたことに伴い、自然光や照明器具による「光環境」が大きく変化したことが、生体リズムや睡眠に影響していると考えられた。問題の一つは日中に浴びる光の量が十分でないことであり、もう一つは就寝前に強い光を目に当てていることである。この両者がメラトニンの正しい分泌を阻害し、深い睡眠を得ることを妨げている。

長時間を自宅で過ごすオフィスワーカーにとって、生体リズムを整える光環境をつくることは重要であるものの、時間帯によって光の強さを手動で切り替えることはわずらわしく、現実的でない。その地域と時刻に合った光環境をトラッキングして室内に再現することと、人々の生活リズム（就寝時間や起床時間）に合わせた自動的な調光システムが健康維持につながるだろう。本研究で用いたシンクロ照明の他、今後は各自の生体情報をモニタし、それに対応して変化するような調光システムが生まれていくのではないだろうか。

検証概要

①オフィス勤務／在宅勤務中に浴びる光の照度・色温度計測

検証期間：2021年3月～4月

検証日数：オフィス出勤5日間、在宅勤務 5日間

被験者：5名（ビジネスパーソン／男性）

②寝室の照明条件による睡眠の質への影響

検証期間：2021年3月

検証日数：条件A、Bそれぞれ5日間

被験者：4名（男性1名、女性3名）

使用機材（照明器具）

使用する場所の自然光と連動することができるDyson Lightcycle Morph™フロアライトを使用。

※ダイソン株式会社 特別協力

使用機材（睡眠データ計測）

スマートウォッチ「Fitbit Sense」

③コロナ禍における生活リズム、睡眠に関する調査

光や照明器具に関する一般生活者の意識調査

調査方法：WEBアンケート方式

調査の対象：全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女（N=600）

※年代・性別 均等割付

調査実施日：2021年3月