目的

異なるオフィスの照明環境(蛍光灯、CoeLux照明)に滞在したときの日中作業時の 覚醒水準、自律神経活動、作業効率、心理負担、及び夜のメラトニン分泌に及ぼす 影響を検討することで、オフィス環境におけるCoeLux照明の優位性を示すことである。

諸測定で何を評価するのか?

生理評価

1) 脳の覚醒水準 : あたまの冴え

2) 自律神経活動 :精神的緊張度

3) 夜間のメラトニン分泌量:睡眠・サーカディアンリズムなど ⇒**長期的生産性に影響**

⇒即時的生産性に影響

作業効率

- 1) 選択反応時間
- 2) 計算課題

心理評価

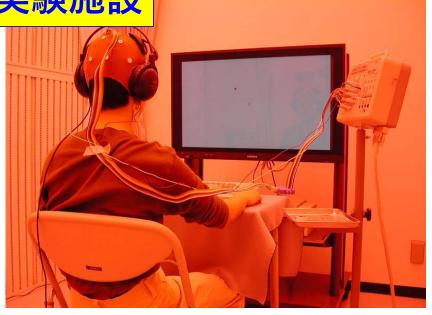
1) 照明による環境評価

環境適応研究実験施設

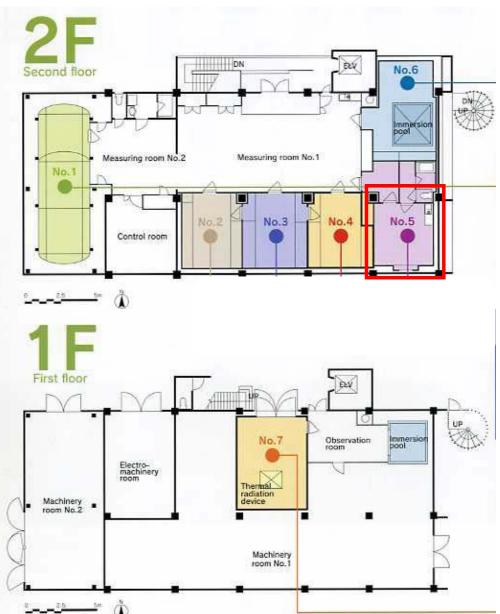












No.5 実験室

CoeLux

FL

方法

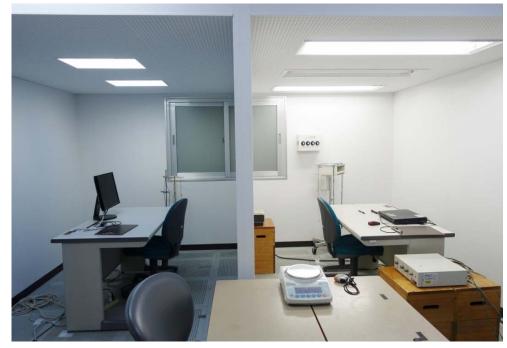
被験者:成人男性10名(平均23.6±0.7歳)

実験開始:2017年11月上旬から12月中旬

実験室:九州大学大学院芸術工学研究院

環境適応研究実験施設No5





それぞれの空間サイズ (同じサイズ)

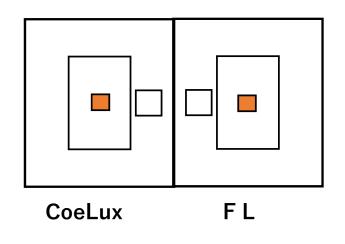
幅:1960mm 奥行き:2700mm 高さ:1940mm

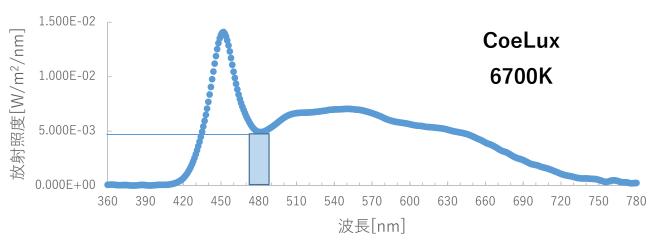
照明条件

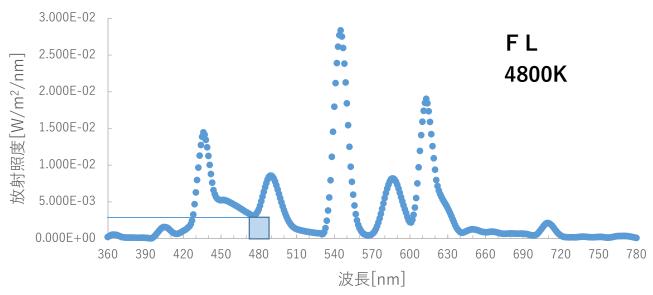
眼の位置(垂直面) 机上面

各照明光の分光分布

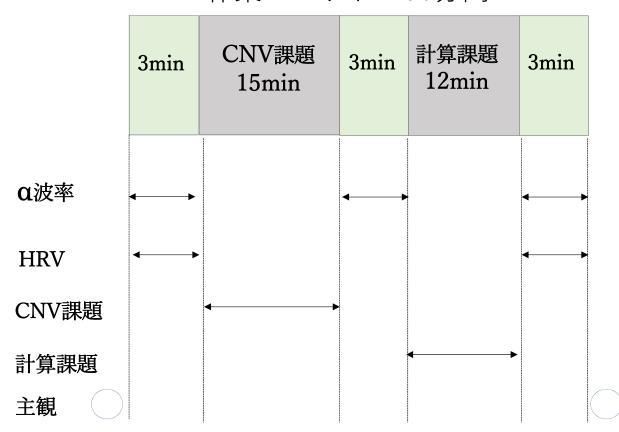
計測点: 机上面のオレンジ







作業1セット:36分間

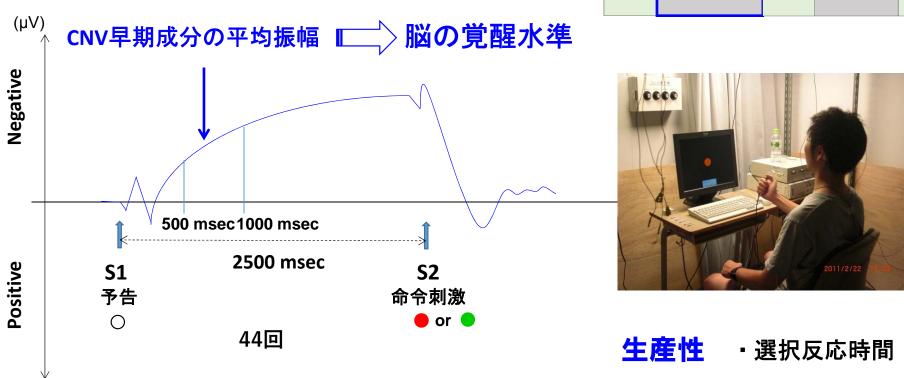


作業1セット:36分間

随伴性陰性変動 (CNV) paradigm

(ERP: Event Related Potential)

3min CNV課題 3min 計算課題 3min 12min



計算課題:

被験者は隣り合った数字を足していく。

被験者 日付 条件

 $4\,6\,9\,5\,8\,7\,4\,6\,3\,4\,5\,6\,3\,7\,9\,3\,5\,6\,4\,3\,9\,8\,4\,3\,9\,6\,4\,5\,8\,3\,6\,5\,9\,3\,4\,5\,9\,6\,3\,5\,8\,3\,4\,9\,6\,5\,7\,6\,9\,8\,3\,4\,9\,6\,5\,8\,9\,5\,7\,3\,9\,7\,6\,9\,5\,3\,4\,7\,8\,9\,7\,5\,8\,6$ $3\,8\,4\,5\,9\,7\,8\,3\,9\,7\,5\,3\,8\,4\,6\,7\,9\,4\,3\,5\,7\,9\,8\,7\,5\,4\,6\,3\,9\,5\,3\,6\,7\,4\,3\,8\,7\,5\,4\,7\,5\,8\,4\,9\,8\,3\,5\,4\,9\,7\,8\,4\,5\,8\,6\,5\,9\,7\,3\,4\,7\,5\,3\,8\,7\,9\,8\,4\,3\,5\,4\,6\,3\,8$ $63\,9\,4\,6\,9\,3\,8\,6\,5\,4\,8\,5\,7\,9\,4\,6\,5\,7\,6\,3\,9\,4\,7\,5\,9\,3\,8\,4\,6\,7\,8\,6\,9\,4\,8\,3\,7\,9\,5\,7\,8\,6\,4\,5\,9\,6\,8\,5\,4\,9\,6\,3\,4\,7\,5\,4\,9\,5\,3\,9\,5\,4\,9\,7\,3\,8\,9\,7\,8\,9\,7\,3\,9$ $5\,7\,8\,5\,4\,9\,6\,3\,7\,8\,3\,7\,4\,8\,5\,3\,9\,5\,4\,7\,8\,4\,6\,5\,8\,9\,7\,4\,5\,9\,4\,6\,3\,9\,7\,4\,9\,8\,6\,4\,3\,9\,4\,3\,6\,7\,5\,6\,8\,5\,7\,9\,8\,5\,6\,4\,5\,6\,9\,4\,8\,5\,6\,3\,9\,4\,5\,3\,8\,6\,7\,8\,6\,3$ 593647349746935796479847653465964589785974538593489634834574837693693486387384689389349789738643643958739876856438637698439863974634974689567384365879658345864386358738738567537945743857468768978376854379367389735946936835 $8\,4\,7\,8\,3\,6\,8\,7\,6\,5\,4\,8\,6\,4\,3\,9\,4\,6\,3\,7\,8\,3\,4\,8\,3\,4\,6\,3\,4\,9\,6\,7\,8\,5\,6\,9\,5\,3\,6\,7\,9\,5\,6\,4\,3\,6\,5\,9\,8\,3\,4\,9\,8\,5\,6\,4\,8\,5\,6\,3\,9\,5\,4\,9\,8\,3\,4\,7\,6\,9\,7\,8\,3\,4$ 73876987986534586953793784938794869349835968468573964378956956347958763463 $4\,8\,7\,3\,9\,7\,6\,9\,8\,4\,7\,8\,3\,6\,7\,8\,9\,5\,4\,6\,8\,4\,3\,8\,4\,5\,9\,7\,4\,9\,8\,7\,6\,4\,9\,5\,6\,8\,4\,5\,8\,6\,3\,7\,5\,6\,7\,5\,4\,7\,9\,6\,4\,5\,6\,8\,5\,7\,3\,8\,5\,9\,4\,6\,9\,3\,7\,8\,9\,3\,8\,5\,7\,8$ $65\,39\,53\,46\,95\,73\,69\,73\,56\,45\,87\,65\,98\,79\,86\,37\,64\,73\,45\,94\,58\,94\,83\,97\,34\,69\,83\,48\,57\,63\,48\,56\,97\,45\,38\,76\,85$ $7\,4\,5\,6\,8\,4\,9\,6\,4\,9\,5\,3\,9\,6\,7\,4\,6\,9\,3\,8\,9\,7\,3\,4\,9\,5\,7\,9\,6\,4\,7\,9\,3\,8\,7\,3\,6\,8\,3\,7\,9\,6\,7\,8\,3\,7\,6\,9\,3\,6\,8\,9\,4\,8\,6\,9\,5\,7\,3\,9\,4\,7\,5\,4\,8\,3\,9\,7\,8\,5\,6\,3\,5\,6$ 89379675476546375863593478543896583489685795849543947634857695679458736954 $3\,9\,7\,8\,9\,4\,3\,7\,8\,9\,5\,3\,6\,8\,9\,5\,7\,9\,5\,6\,3\,5\,8\,9\,5\,6\,7\,5\,3\,8\,9\,4\,5\,8\,4\,5\,7\,4\,5\,7\,3\,8\,9\,6\,3\,9\,5\,4\,7\,9\,5\,8\,4\,3\,7\,5\,8\,7\,6\,4\,8\,6\,7\,4\,5\,7\,4\,8\,7\,5\,4\,7\,5\,8$ $9\,8\,3\,6\,8\,7\,9\,5\,4\,6\,3\,4\,5\,6\,3\,7\,6\,8\,9\,7\,3\,5\,7\,6\,9\,4\,8\,9\,5\,8\,9\,3\,4\,5\,3\,8\,6\,5\,4\,9\,3\,5\,6\,7\,8\,9\,5\,7\,4\,5\,9\,7\,5\,6\,9\,7\,8\,9\,7\,8\,6\,3\,4\,6\,3\,8\,7\,4\,9\,3\,8\,7\,4\,3$ $8\,7\,5\,4\,9\,8\,6\,7\,4\,6\,9\,3\,8\,7\,4\,5\,9\,7\,4\,5\,8\,6\,4\,9\,5\,7\,9\,5\,8\,9\,6\,5\,4\,3\,5\,6\,7\,4\,9\,6\,4\,7\,3\,4\,9\,7\,4\,8\,6\,7\,5\,9\,6\,7\,9\,6\,5\,9\,4\,8\,3\,4\,8\,3\,5\,4\,9\,3\,8\,4\,9\,8\,5\,3$ $4\,5\,6\,3\,4\,7\,9\,4\,3\,6\,4\,8\,3\,4\,9\,3\,5\,6\,8\,7\,3\,5\,8\,4\,9\,7\,4\,9\,3\,6\,7\,4\,5\,3\,4\,6\,7\,3\,9\,5\,4\,8\,3\,9\,5\,6\,7\,4\,3\,5\,8\,4\,5\,9\,4\,6\,5\,4\,9\,8\,6\,3\,5\,7\,6\,5\,4\,3\,6\,5\,9\,4\,3\,5$ $7\,9\,5\,7\,6\,9\,5\,8\,6\,3\,9\,8\,5\,3\,7\,8\,9\,3\,8\,5\,4\,3\,8\,5\,4\,8\,7\,5\,6\,4\,5\,6\,4\,5\,6\,4\,5\,6\,3\,5\,7\,3\,4\,7\,9\,5\,6\,4\,5\,8\,7\,3\,8\,5\,4\,3\,7\,6\,9\,7\,6\,8\,7\,5\,8\,9\,6\,7\,3\,8\,6\,5\,4\,8\,9\,4\,3$ $6\,7\,4\,5\,6\,8\,5\,3\,9\,7\,8\,4\,3\,7\,4\,6\,9\,7\,5\,9\,6\,7\,8\,4\,7\,6\,5\,7\,4\,3\,8\,5\,4\,3\,5\,9\,7\,4\,6\,7\,9\,3\,7\,8\,4\,6\,3\,5\,4\,7\,5\,3\,6\,9\,7\,8\,4\,9\,8\,6\,3\,4\,6\,3\,4\,9\,3\,4\,8\,9\,5\,7\,8\,5$ 38946976385367839689346856385689579576943753486798378495748578574386746735 作業1セット:36分間

3min CNV課題 3min 計算課題 3min 12min

生産性・回答数・正答率

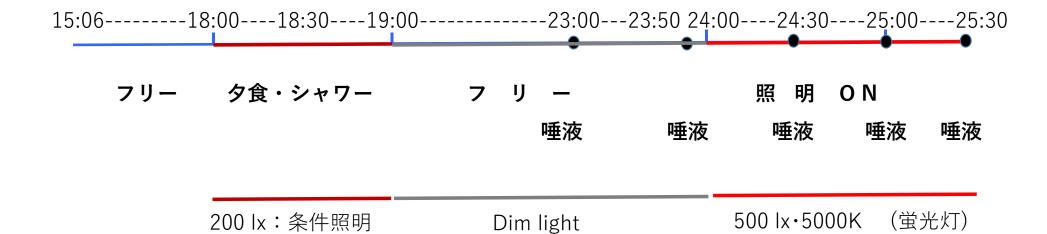
実験タイムスケジュール

9:00-9:50 準備

作業 1 休憩 作業 2 昼 休 み 作業 3 休憩 作業 4

______ 条件照明 (CoeLux or 蛍光灯: 440 lx)

(CoeLux or 蛍光灯)



主観評価

M Canazei, M Laner, S Staggl, W Pohl, P Ragazzi, D Magatti, E Martinelli, P Di Trapani: Room- and illumination-related effects of an artificial skylight. Lighting Res. Technol, 0:1-20, 2015.

M Canazei: Senior Scientist

Bartenbach

Wilfried Pohl: Director Research

Member of the

Management Board

Paolo Ragazzi: Lighting System

Designer

Davide Mgatti: Technology Program

Manager

Paolo Di Trapani: CEO, CoeLux

この論文で用いられた主観評価項目のうち、 蛍光灯と比較して有意な違いを示した 「部屋の雰囲気」に関する7項目、 「部屋の照明」に関する6項目、 「自然との連続感」に関する1項目 を抽出し、これらの評価項目を本実験で用いた。

部屋の雰囲気に関して

威嚇的な 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 居心地よい 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 拘束的な 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 安全な 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 7:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 1:全くない 2:少し 3:ある 4:非常にある 4:非常に

部屋の照明に関して

心地よい				心力	也よくない
魅力的				魅力	力的でない
自然な				人	工的
まぶしい				まぃ	ぶしくない
暗い				明	るい
均一				不均	匀一
	1	2	3	4	5

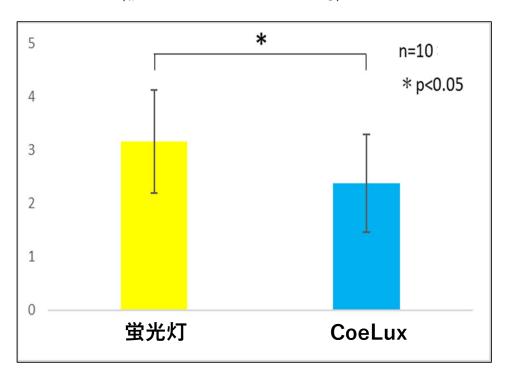
自然との連続感について

自然との連続感 1: 全くない 2: 少し 3: ある 4: 非常にある

結果:主観評価

部屋の照明に関して「魅力的」

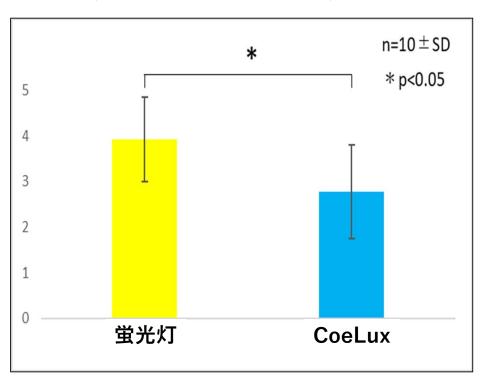
(値が小さい方が魅力的)



結果:主観評価

部屋の照明に関して「自然な」

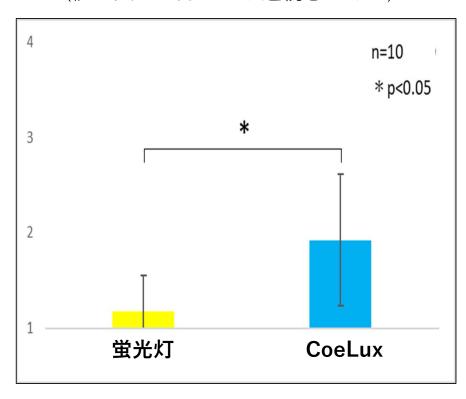
(値が小さい方がより自然)



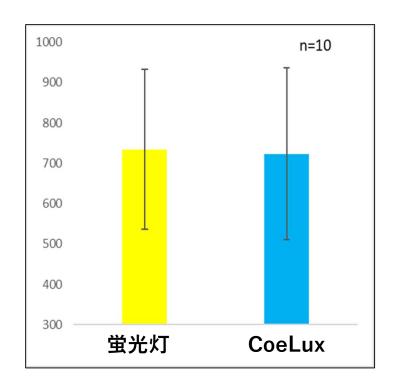
結果:主観評価

自然との連続感について「自然との連続感」

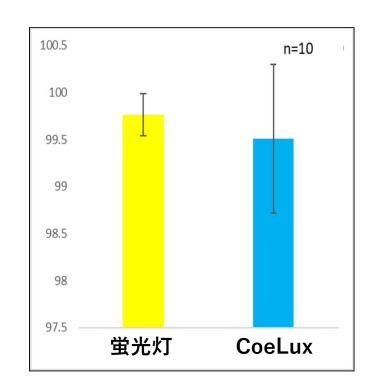
(値が大きい方がより連続感がある)



結果:作業の生産性 (計算課題)

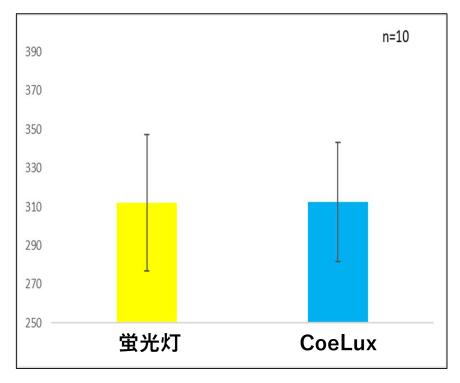


計算課題の回答数



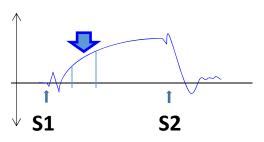
計算課題の正答率

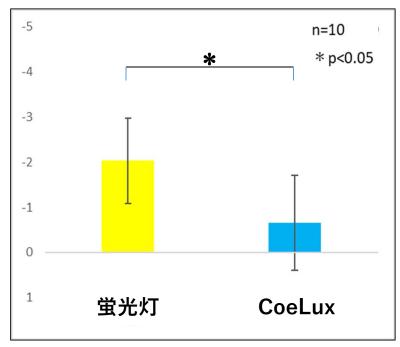
結果:作業の生産性 (選択反応時間)

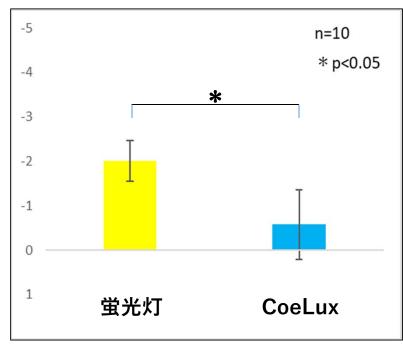


ボタン押し課題の選択反応時間

結果:脳の相動的覚醒水準 (早期CNV振幅)





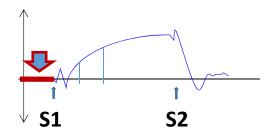


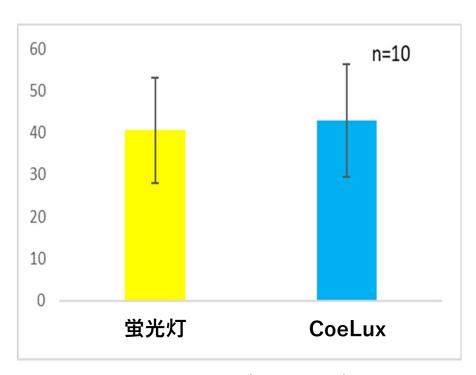
早期CNV振幅, Fz部位

早期CNV振幅, Cz部位

(一の値が大きいほうが覚醒水準が高い)

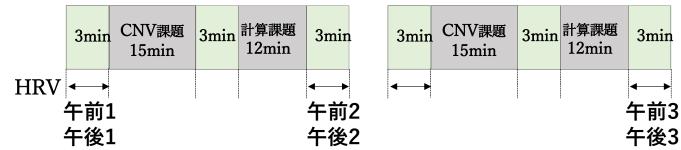
結果:脳の持続的覚醒水準 (α波率)

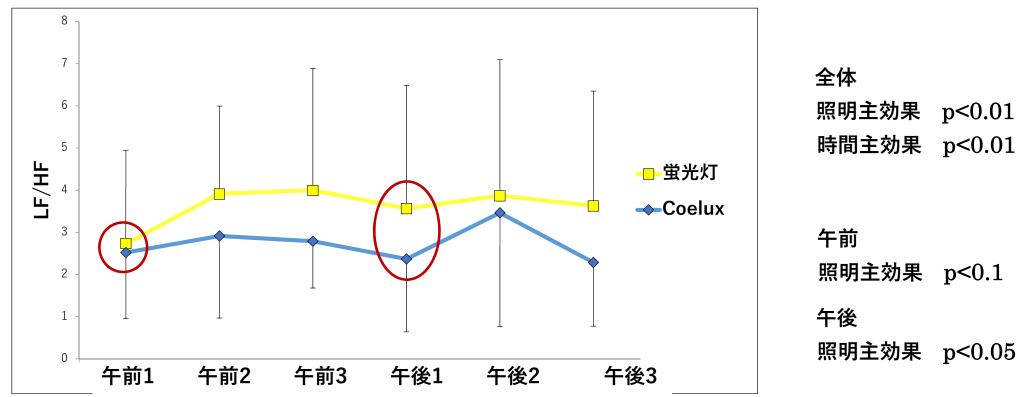




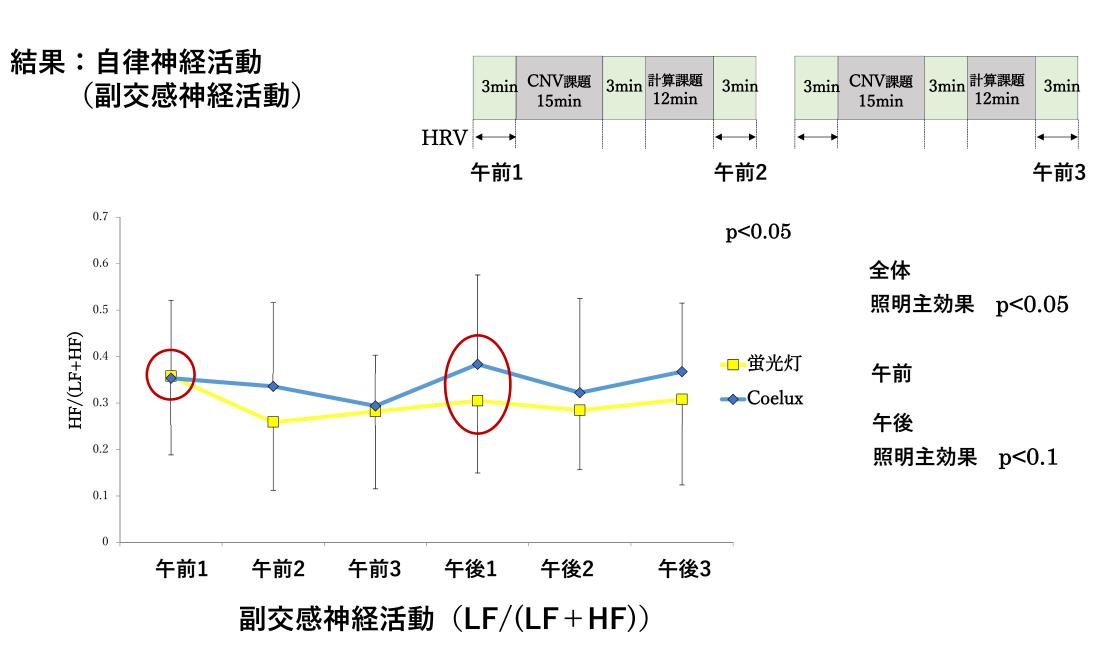
α波率(Pz部位)

結果:自律神経活動 (交感神経活動)

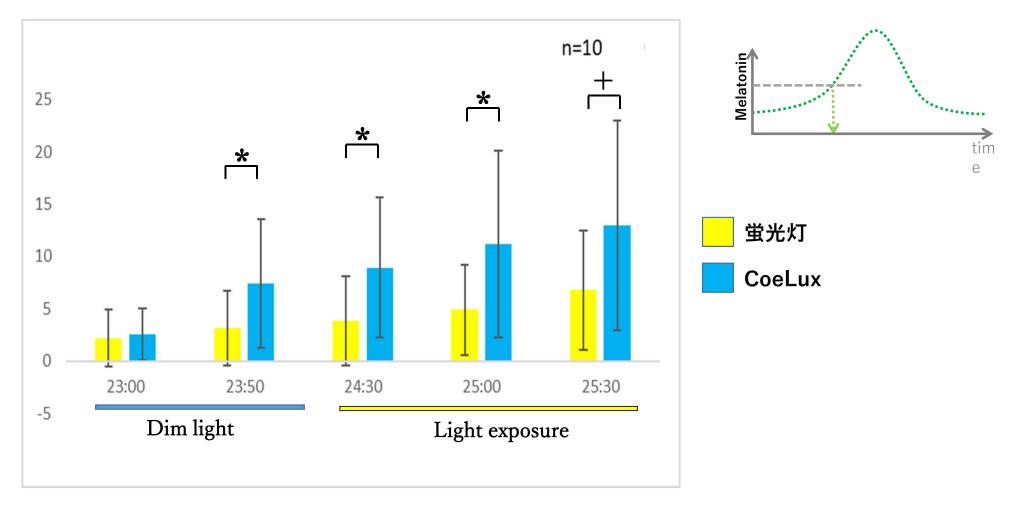




交感神経活動(LF/HF)



結果:メラトニン分泌量



夜間の暗照明(dim light)時と光曝露時のメラトニン分泌量

1. 心理評価

「部屋の照明」に関する"魅力的"、"照明の自然さ"、および「自然との連続感」で CoeLuxの方が蛍光灯より肯定的な評価

⇒ 模擬太陽光としての心理的な効果がオフィス空間でも発揮されることを示唆

2. 生理評価

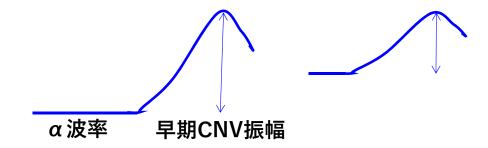
1) 脳の覚醒水準 : あたまの冴え

2) 自律神経活動 :精神的緊張度

⇒即時的生産性に影響

3) 夜間のメラトニン分泌量:睡眠・サーカディアンリズムなど ⇒長期的生産性に影響

2. 生理評価



- 1) 脳の覚醒水準
 - α 波率 : 日常の覚醒水準・持続的覚醒水準 ⇒ CoeLux = FL
 (ベースライン)
 - ・早期CNV振幅:特定の刺激への覚醒水準・相動的覚醒水準 ⇒ **CoeLux** < **FL**CoeLux条件では眠気増大で生産性に影響か?

 (Fz・Cz)

眠気は、α波率で評価 ⇒ **差なし** 生産性は、選択反応時間と一位加算回答数・正答数で評価 ⇒ **差なし**

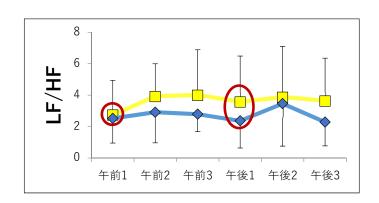
平常の覚醒度は同じだが、 作業に特化した覚醒度は蛍光灯の方が高いのに生産性は同じ

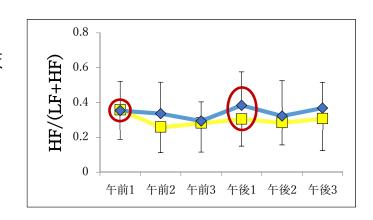
⇒ CoeLuxの方がよりリラックスして作業できる

2. 生理評価

- 2) 心拍変動からみた**自律神経活動**
- ・**交感神経活動** ⇒ 午前と午後の全体で、**CoeLux** < **FL** 午前1で同水準だが、FLは午前2, 3で増大、このまま午後1以降で差が持続。
- ・副交感神経活動 ⇒ 午前と午後の全体で、CoeLux > FL 午前1で同水準だが、FLは午前2,3で減少傾向、このまま 午後1以降で差が持続。
 - ⇒ CoeLuxの方がよりリラックスして作業できる

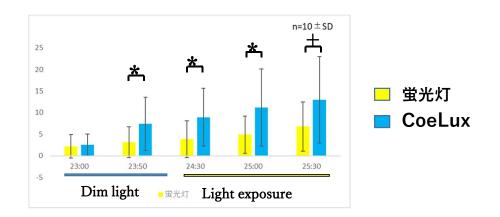


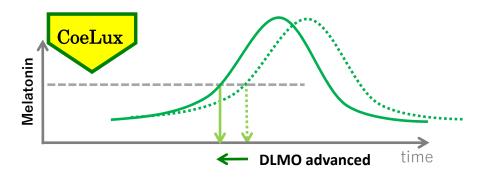




2. 生理評価

- 3) 夜間のメラトニン分泌量
- ・光曝露前のdim light下で 23:00 差なし 23:50 CoeLux > FL ⇒ MLのリズム位相が前進
- ・光曝露下で CoeLux > FL を維持





日中のCoeLux曝露によって、夜間のメラトニン分泌開始を早め、 よい睡眠の条件を整えるとともに、一定のサーカディアンリズム を維持できる。

⇒ 長期的な快適性や生産性の維持を可能とする。

まとめ: CoeLuxの優位性

心理的:

模擬太陽光としての心理的な効果 ("魅力的"、"照明の自然さ"、"自然との連続感") がオフィス空間でも発揮される。

生理的:

- 1. 平常の覚醒度は同じで、作業は蛍光灯ほどの緊張を要さずに遂行できる。
- 2. 自律神経の活動度においても作業は蛍光灯ほどの緊張を要さずに遂行できる。
- 3. メラトニン増加開始時刻の前進によるサーカディアンリズムの維持と、就寝前の メラトニン増加による睡眠の質の改善が期待される。

生產性:

選択反応時間、計算課題の回答数と正答率にいずれも蛍光灯と差がなかった。