

高齢者の視覚特性を考慮した補光による 高齢者施設入居者への効果に関する2症例

Visually Comfortable Supplementary Lighting for the Elderly: Effects on Elderly People's Circadian Rhythms – Two cases with different degrees of dementia

上野 早織
Saori Ueno

川瀬 由布
Yu Kawase

山村 泰典
Yasunori Yamamura

藤野 雅史
Masafumi Fujino

野口 公喜
Hiroki Noguchi

要 旨

一般照明より高照度の補光を日中に行うことで、高齢者における概日リズムの乱れを抑制する効果が期待されるが、高齢者の視覚特性を考慮しない場合、快適性を損なう恐れがある。そこで、独自に行った高齢者による主観評価結果から、高齢者が快適に感じる日中の補光シーン（1000 lx・昼白色）、夕方シーン（250 lx・温白色）などの照明要件を抽出し、その照明要件を満たす照明スケジュール（以下、補光）による高齢者施設に入居する認知症者への効果を検証し、認知症度が異なる2症例を報告する。軽度認知症者では、補光前に比べ補光後では夜間の離床時間が減少し、睡眠・覚醒リズムの改善が見られた。また、重度認知症者では、補光前後で就寝前半期における睡眠効率が約20%増加し、問題症状の発生頻度も減少した。

Abstract

It is well known that supplementary light exposure in daytime, which provides higher illuminance than general lighting, improves circadian rhythmicity in the elderly. If the aging of visual functions in the elderly is not considered, however, there is a risk of impairing their comfort. Therefore, based on the results of our study conducted independently, we determined a dynamic supplementary lighting schedule (SLS) including a daytime supplemental lighting scene (1000 lx, natural white) and an evening scene (250 lx, warm white) under which the elderly feel comfortable, and then verified the effects on elderly residents of the SLS, report two cases with different degrees of dementia. As results, the time for getting out of bed in the resident with mild cognitive impairment decreased and improved the sleeping/waking rhythm by the SLS compared with the conventional lighting environment. Moreover, nocturnal sleep time in the resident with severe dementia resident improved by 20% and problem behavior decreased by the SLS compared with a conventional lighting environment.

1. はじめに

現在、わが国の高齢化率は27.7%[1]であり、健康寿命の延伸および介護者への対策は社会課題である。加齢により、さまざまな機能低下が認められるが、概日リズムも例外ではない。特に、高齢者は若年者に比べ昼夜のめりはりが希薄になる傾向がある[2]。また、これらの機能低下は、認知症者などによく見られる昼夜逆転や夜間徘徊（はいかい）などの行動につながる可能性も報告されている[3]。高齢者が夜に睡眠しない場合、高齢者自身のQOL（Quality of Life）の低下をもたらすだけでなく、介護者の負担も大きくなることが想定される。

2. 背景と目的

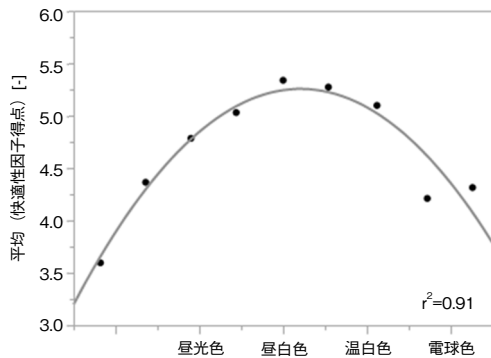
通常の照明よりも高照度である補光を日中に行うことにより、高齢者における概日リズムの乱れを抑制する効果が期待される。既往研究を参考にすると、高齢者に対する補光の照度は、顔面照度2500 lx[4]程度であること

が多い。

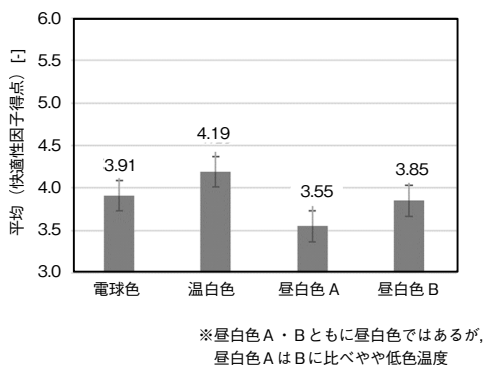
しかし、このような高照度環境は、高齢者にとって快適ではない恐れがある。高齢者は若年者に比べ水晶体の透過率が低下し、光が散乱しやすい。そのため、眩（まぶ）しく感じやすい傾向がある[5]。そこで、認知症高齢者における概日リズムの弱体化を抑制する効果が認められたGlennaらの補光条件[6]を参考とし、顔面照度1000 lxを本検証の補光条件として設定した。この照度水準で相関色温度と快適性に関する主観評価（男性18名、女性17名、平均年齢71.4歳±5.0歳）を行ったところ、高齢者は昼白色を快適と感じることがわかった（第1図）。

また、夕方において低照度・低色温度環境を提供することにより、概日リズムを整えるうえでより好ましい効果が期待でき[7]、一般的には電球色などに設定されることが多い。しかし、この低照度・低色温度環境も高齢者が日常生活を送るうえでの視覚特性に適さない可能性がある。水晶体の透過率低下や黄変化などにより、高齢者は若年者に比べ薄暗さや黄ばみを感じやすい傾向がある[8]ためである。そこで、夕方に概日リズムへの悪影響が

想定されない照度水準下（顔面照度250 lx）における相関色温度と快適性の主観評価（男性9名，女性15名，平均年齢69.3歳±4.0歳）を行ったところ，温白色が高齢者にとって望ましい光環境であることがわかった（第2図）。



第1図 高照度環境における相関色温度と快適性
Fig. 1 Correlated color temperature and subjective comfortability in high illuminance spaces for the elderly



第2図 低照度環境における相関色温度と快適性
Fig. 2 Correlated color temperature and subjective comfort in low illuminance spaces for the elderly

以上により，日中の補光シーン（1000 lx・昼白色），夕方シーン（250 lx・温白色）の照明要件を抽出した。本研究では，これらの照明要件を満たした照明スケジュール（以下，これを単に補光と呼ぶ）で，高齢者施設における入居者の概日リズムに対してどのような効果があるかを明らかにすることを目的とする。ここでは，効果が見られた代表例として，認知症度が異なる重度認知症者と軽度認知症者の2例について報告する。

3. 方法

本研究は，2017年6月～2018年5月において2つの介護老人保健施設の食堂兼リビングで行った。まず，従来の照明環境（以下，補光前）で10日間の評価を行った後，従

来の照明器具（天井付け）を撤去したうえで，時間に応じた調光調色制御を行うことができる照明器具（天井付け）を設置した。その後，補光に関する評価として多く採用されている期間である4週間の補光および最終10日間において評価を行った[9]。

3.1 点灯条件

照明スケジュールは，朝食および昼食前後の計2時間において日中の補光シーン（1000 lx・昼白色）を点灯し，その後，低照度・低色温度へと違和感が生じないように徐々に移行し，夕食前後は夕方シーン（250 lx・温白色）を点灯するものとした。なお，朝食と昼食の間の時間帯は，食堂兼リビングではなく各個室で過ごす入居者が多いため，日中の補光シーンに比べ低照度である一般的な照度値に設定した。一方，従来の照明（補光前）では，時間に応じた調光調色制御は行われず，顔面照度250 lx・昼白色の照明環境であった。

3.2 対象者

以下の2名の事例について報告，考察する。

【ID1】83歳 女性 MMSE 22点 軽度認知症 [10]

【ID2】96歳 男性 MMSE 1点 重度認知症 [10]

3.3 評価項目および評価手法

睡眠の計測は，シート型睡眠センサ（パラマウントベッド（株）製 眠りSCAN^{（注1）} 1110）を入居者のベッドマット下に設置し，身体的な拘束がない状態で行った。また，このセンサに付属している専用の解析ソフトを用いて睡眠・中途覚醒・離床の各時間を色分けした睡眠記録を作成した。加えて，在床の有無（有：睡眠と中途覚醒，無：離床）に基づいて，カイ二乗ピリオドグラムを用いて睡眠・覚醒リズムの周期性を解析し，グラフ化したうえで統計的に有意差がある睡眠・覚醒リズムの周期（グラフ上では直線より値が高いピーク値の時間が周期となる）を抽出した。なお，上記の睡眠センサは，終夜睡眠ポリグラフ検査（PSG）との睡眠判定に関する一致率が92.2%[11]である。

入居者の行動の変化に関するチェックシートは問題行動評価尺度（TBS）施設内版（Troublesome Behavior Scale：以下，TBS）[12]を使用し，スタッフにより記入された。TBS総括評点は，定められた採点基準（各症状が日に1回以上で4点，週に4回以上で3点，週に2～3回で2点，週に1回以上で1点，なしで0点を算出）をもとに合算したものである。なお，今回は，TBSで定められた採点基準が，

（注1）パラマウントベッド（株）の日本国内における登録商標。

1週間あたりの頻度であるため、評価期間の10日間に見られた頻度を7日間に換算したうえで算出した。

また、認知症度が重度の方だけでなく、軽度の方にも見られる行動変化を確認するため、入居者の行動変化に関する独自のチェックシート項目として、第1表に示す8項目を設定した。これらの項目は、2016年の国際アルツハイマー病会議で発表された認知症の発症に先立って見られる「軽度行動障害（以下、MBI）」[13]の症状と、事前評価においてスタッフから効果が期待されるとヒアリングした内容を参考にして設定した。チェックシートは、スタッフにより、補光前に比べ補光後に変化が見られた否かが判定された。

統計解析は、統計解析ソフトJMP^(注2) Ver.14を用いて行い、ウィルコクソン符号順位検定を行った。有意水準は0.05とした。

第1表 チェックシート項目

Table 1 Check sheet items

① 無表情であることが減った
② 口数やリアクションが増えた
③ 好奇心や興味をもつことが増えた
④ 不安が強くなり心配しがちなことが減った
⑤ 嫌なことを言ったり怒りっぽいことが減った
⑥ 介助の際の抵抗や拒否が減った
⑦ 就寝時間になっても床に入らないことが減った
⑧ 起床時間になっても床から出ないことが減った

3.4 倫理的配慮

本研究は、一般社団法人人間生活工学研究センターの倫理審査による承諾を得たうえで、事前に対象者およびその家族に実施内容を十分に説明し、同意を得たうえで行われた。

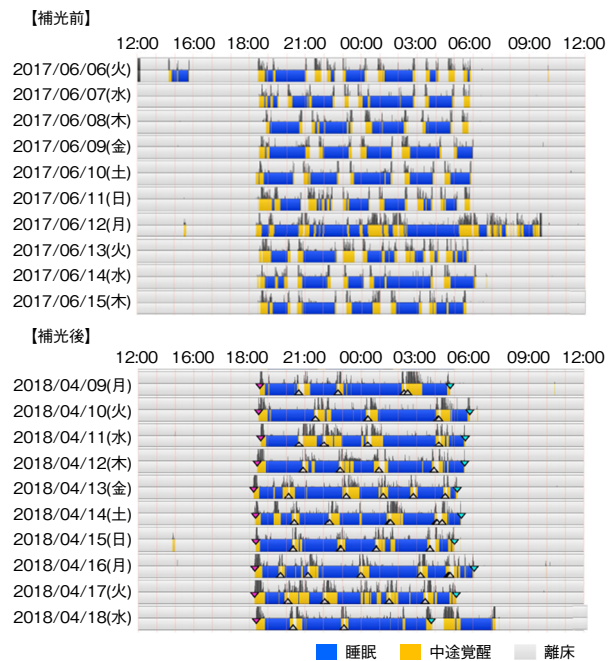
4. 結果

4.1 入居者の睡眠

シート型睡眠センサによる睡眠記録を参照すると、ID1は、補光前に比べ補光後は就寝後の離床回数が少なくなり、その上、離床時間も減少していることがわかる（第3図）。また、ID2は、補光前における就寝時間にばらつきが見られたが、補光後は一定の時刻に就寝する日が多くなり、就寝時刻が早くなっている傾向が読み取れる（第4図）。

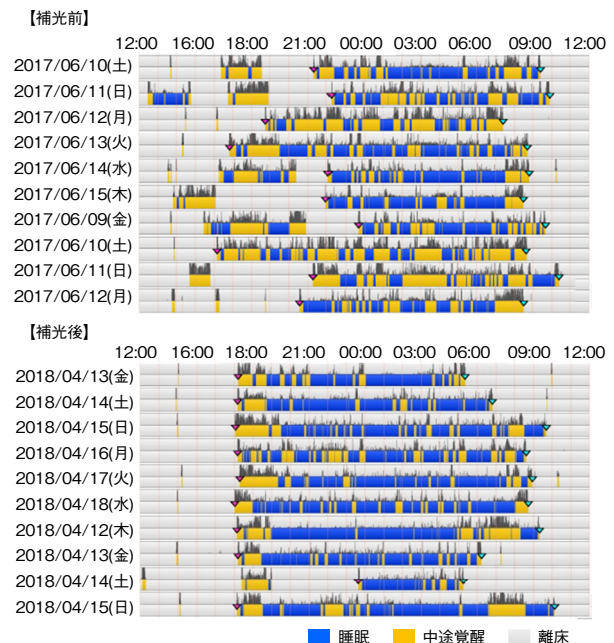
施設の就床時間に基づいて21:00～翌6:59（以下、就床

全体期）における睡眠について分析した。その結果、ID1では補光前における睡眠時間の割合は中央値が51.1%であったが、補光後は59.3%となり8.2%（49分）増加し、有意な差が見られた（ $p=0.0257$ ）。また、中途覚醒時間の割合は補光前後でほぼ変化は見られなかったが、離床時間の割合は補光前に比べ補光後では10.1%（60.5分）減少



第3図 睡眠記録_ID1

Fig. 3 Sleep record_ID1



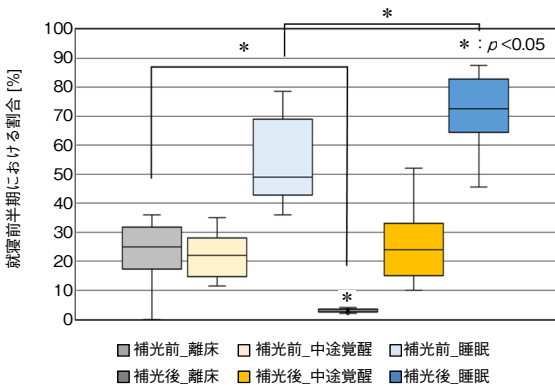
第4図 睡眠記録_ID2

Fig. 4 Sleep record_ID2

(注2) SAS Institute Inc.の米国およびその他の国における登録商標または商標。

し、有意な差が見られた ($p=0.0028$)。ID2では補光前における睡眠時間の割合は中央値が54.6%であったが、補光後は77.1%となり22.5% (135分) 増加し、有意な差が見られた ($p=0.0065$)。離床時間の割合は補光前後ではほぼ変化は見られなかったが、中途覚醒時間の割合は補光前に比べ補光後では16.3% (97.5分) 減少し、有意な差が見られた ($p=0.0036$)。

高齢者では問題行動と睡眠相の関連を指摘する報告があることから[14]、就床時間を3等分したうちの前半期である21:00~0:19 (以下、就床前半期) における睡眠について分析した。その結果、ID1では第5図に示すとおり補光前における睡眠時間の割合は中央値が49.0%であったが、補光後は平均72.5%となり、23.5% (47.0分) 増加し、有意な差が見られた ($p=0.0025$)。また、補光前後における中途覚醒の割合に大きな変化は見られなかったが、離床時間の割合は補光前に比べ補光後では22.5% (45.0分) 減少し、有意な差が見られた ($p=0.0191$)。



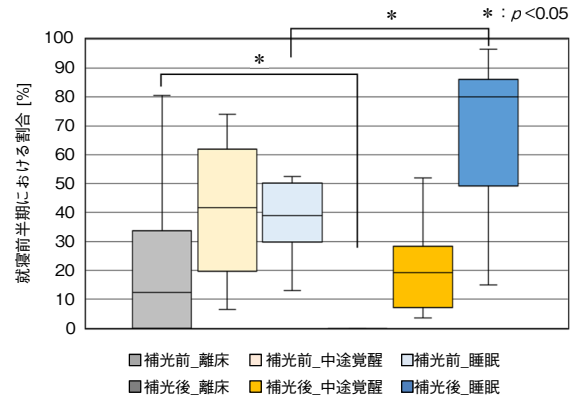
第5図 就寝前半期における睡眠の変化_ID1
Fig. 5 Changes in sleep_ID1

ID2では第6図に示すとおり補光前における睡眠効率は中央値が39.0%であったが、補光後は80.0%となり、41.0% (82.0分) 増加し、有意な差が見られた ($p=0.0081$)。また、離床時間は補光前に比べ補光後では12.3% (24.5分) 減少し、有意な差が見られた ($p=0.0212$)。中途覚醒時間は補光前に比べ補光後では19.3% (38.6分) 減少したが、有意な差は見られなかった。

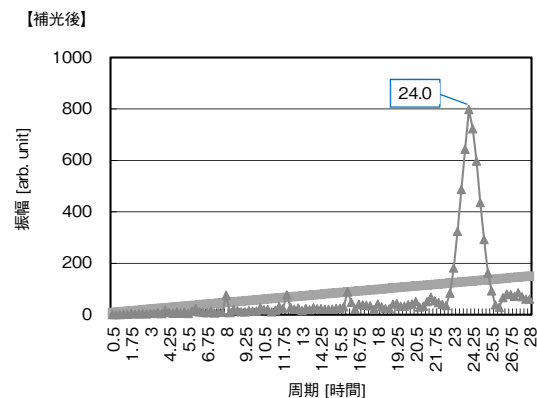
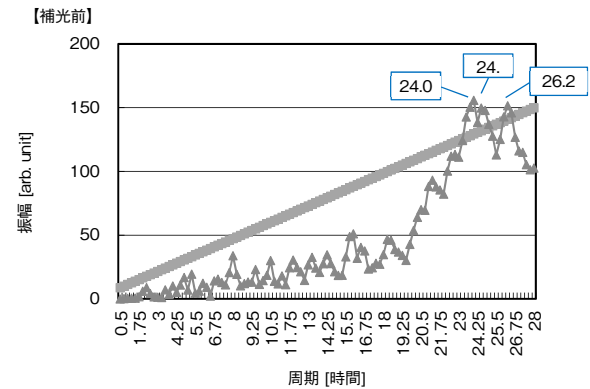
日中 (7:00~19:29) の仮眠について分析したところ、ID1における仮眠時間は補光前後における大きな変化は見られず、平均70分程度であった。また、ID2における仮眠時間は、補光前が平均274.7分であったが、補光後は平均216.0分となり、58.7分減少したが、有意な差は見られなかった。

睡眠・覚醒リズム周期について分析したところ、ID1では補光前における周期は約24時間、約26時間など複数

の周期が存在し、周期性に乱れが見られ、かつ周期性も低かった。しかし、補光後における周期は、約24時間の単一周期となっており周期性も明瞭化していた (第7図)。また、ID2では補光前および補光後における周期はいずれも約24時間の単一周期であった。



第6図 就寝前半期における睡眠の変化_ID2
Fig. 6 Changes in sleep_ID2



* カイニ乗ピリオドグラムでの周期性を解析した結果を示す

第7図 睡眠・覚醒リズム_ID1
Fig. 7 Sleeping/waking rhythm_ID1

4.2 入居者の行動

行動の変化については、ID1では補光前後のいずれにおいてもTBSの項目が定める問題行動は発生せず、TBS総括評点は0点であった。ID2では、補光前に「徘徊（4回/週）」や「スタッフへのまつわり（6回/週）」、「夜の騒ぎ（1回/週）」などの行動が見られ、特に「まつわり」の頻度が高かったが、補光後は「スタッフへのまつわり（1回/週）」以外の行動は見られなくなった。TBS総括評点は、補光前が7点であったが補光後は1点となった。

また、補光前に比べて補光後に良好化した行動としては、ID1では「起床時間になっても床から出ないことが減った」、「心配しがちなことが減った」、「口数やリアクションが増えた」、ID2では「口数やリアクションが増えた」が該当した。

5. 考察

ID1は、就寝全体期および就寝前半期のいずれにおいても、補光前に比べ補光後では、主に離床時間が減少した分、睡眠時間の増加が見られた。また、睡眠記録によると、補光前は夜間帯の睡眠分断が多く見られたが、補光後は中途覚醒後の再入眠が容易になっている様子が見える。また、睡眠・覚醒リズムの周期については、補光前では複数の周期が存在しリズムの乱れが生じていたが、補光後では単数の周期となりリズムが安定化した。

認知症発症のリスクとして、人との会話など社会的活動が関係するという報告もあり[15]、特に、認知機能の大きな低下が見られないMCIにおいては、人とのコミュニケーションを活発にとることは、認知機能の維持・向上において重要であるとされる。ID1では補光後、心配しがちなことが減ったなどの気分の良化だけでなく、口数やリアクションの増加があったことから、認知機能の維持・向上についても効果が期待される。

ID2は、睡眠記録で読み取れる通り、補光前に比べ補光後では、就寝時間のばらつきが少なくなっているだけでなく、就寝後の中途覚醒時間および離床時間が減少している。特に、就寝前半期における睡眠効率、補光前に比べ補光後では大幅な良化が見られた。また、補光前に見られた問題行動は、補光後では「徘徊」や「夜の騒ぎ」などの行動が見られなくなった。

Voileらは、問題行動が見られる者は睡眠相が後退していると報告している[14]。ID2においては補光前に比べ、就寝前半期の睡眠効率が大幅に増加し、睡眠記録からも睡眠相の前進化傾向を読み取ることができる。Voilerらの報告同様の睡眠相と問題行動の関係性が確認され、睡眠相調整による問題行動低減の可能性が示唆されるが、そ

の生理的なメカニズムなどについてはさらなる研究が必要である。

従来の補光では、高齢者の視覚特性を考慮した照明条件は設定されてこなかった。それは、空間における快適性よりも睡眠など生体への影響を重視していたためであったが、今回の検証を通して、快適性と生体への効果の両立が可能であることが示唆された。また、担当する介護スタッフの人数が日中に比べて少ない夜間帯では、入居者に問題行動がある場合、介護スタッフへの負担が増える可能性が高い。そのため、夜間帯における入居者の睡眠良好および問題行動の減少により、副次的に介護スタッフの負担減少も期待される。

ただし、本報告は入居者における少数数での結果であり、今後は集団を対象とした検証が必要である。また、入居者および介護スタッフを対象とした評価を実施し、入居者への効果と介護スタッフの負担との関係性についても検証していくことが望まれる。

6. まとめ

本報告では、加齢による視覚特性の変化を考慮した補光により、重度認知症者と、軽度認知症者それぞれに対する概日リズムへの効果を示した。さらに、補光後、軽度認知症者では気分の良化などが認められ、重度認知症者では問題行動が減少する効果が得られたことから、補光によって入居者のQOLが高められる可能性が示唆された。また、補光によって入居者が夜間に落ち着きを保つことにより、昨今深刻となっている介護スタッフの負担を減らす一助となることが期待される。

本研究の推進にあたり、技術指導をいただきました睡眠評価研究機構の白川修一郎先生、国立研究開発法人国立長寿医療研究センター 老年学・社会科学研究センターの島田裕之先生に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 平成30年版高齢社会白書（概要版）第1節、内閣府、https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2018/html/gaiyou/s1_1.html, 参照 May 7, 2020.
- [2] 三島和夫, “高齢者の睡眠と睡眠障害,” 保健医療科学, 64巻, 1号, pp.27-32, 2015.
- [3] 大川匡子, “加齢と生体リズム -痴呆老年者の睡眠リズム異常とその新しい治療,” 神経研究の進歩, 36巻, 6号, pp. 1010-1019, 1992.
- [4] Mishima K et al., “Diminished melatonin secretion in the elderly due to insufficient environmental illumination,” The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, vol.86, no. 1, pp. 129-134, 2001.

- [5] 鶴飼一彦, “高齢者の視覚,” 照明学会誌, 80巻, 7号, pp. 463-466, 1996.
- [6] Glenna A. Dowling et al., “Effect of timed bright light treatment for rest-activity disruption in institutionalized patients with Alzheimer’s disease,” *International Journal of Geriatric Psychiatry*, vol. 20, no. 8, pp. 738-743, 2005.
- [7] 樋口重和, “光とヒトのメラトニン抑制,” *時間生物学*, 14巻, 1号, pp. 13-20, 2008.
- [8] 栗木一郎 他, “加齢による水晶体黄変が色覚におよぼす効果,” *照明学会誌*, 84巻, 2号, pp. 107-116, 2000.
- [9] 伊藤敬雄 他, “アルツハイマー型痴呆患者の認知機能障害に対する高照度光療法の影響,” *Journal of Nippon Medical School*, 66巻, 4号, pp. 229-238, 1999.
- [10] 日本老年医学会, “認知機能の評価法と認知症の診断,” https://www.jpn-geriat-soc.or.jp/tool/tool_02.html, 参照 May 7. 2020.
- [11] Takamasa Kogure et al., “Automatic sleep/wake scoring from body motion in bed: Validation of a Newly Developed Sensor Placed under a Mattress,” *Journal of Physiological Anthropology*, vol. 30, no. 3, pp. 103-109, 2011.
- [12] 朝田隆 他, “痴呆患者の問題行動評価票 (TBS) の作成,” *日本公衆衛生雑誌*, 41巻, 6号, pp. 518-527, 1994.
- [13] International Society to Advance Alzheimer’s Research and Treatment (ISTAART) Neuropsychiatric Symptom Professional Interest Area, “MBITEST.ORG,” <https://mbitest.org>, 参照 May 7. 2020.
- [14] Ladislav Volicer et al., “Sundowning and Circadian Rhythms in Alzheimer’s Disease,” *Am J Psychiatry*, no.158, issue5, pp.704-711, 2001.
- [15] Hui-Xin Wang et al., “Late-Life Engagement in Social and Leisure Activities Is Associated with a Decreased Risk of Dementia: A Longitudinal Study from the Kungsholmen Project,” *Am J Epidemiol*, vol. 155, no. 12, pp. 1081-1087, 2002.

執筆者紹介



上野 早織 Saori Ueno
ライフソリューションズ社
ライティング事業部
Lighting Business Div., Life Solutions Company



川瀬 由布 Yu Kawase
ライフソリューションズ社
ライティング事業部
Lighting Business Div., Life Solutions Company



山村 泰典 Yasunori Yamamura
ライフソリューションズ社
ライティング事業部
Lighting Business Div., Life Solutions Company



藤野 雅史 Masafumi Fujino
ライフソリューションズ社
ライティング事業部
Lighting Business Div., Life Solutions Company



野口 公喜 Hiroki Noguchi
ライフソリューションズ社
ライティング事業部
Lighting Business Div., Life Solutions Company
博士 (工学)