

日本日亚化学工业株式会社
白皮书

Dynasolis™照明解决方案



NICHIA
Ever Researching for a Brighter World

Nichia Dynasolis™ White Paper

Dynasolis™ — 真正的人本照明解决方案
日本日亚化学工业株式会社

概要

近年人本照明（HCL）越来越受到瞩目，很多照明生产商也都在研发有助于昼夜节律的人本照明，而日本日亚化学工业株式会社（以下简称为“日亚”）研发的 Dynasolis™ 是真正适合人体昼夜节律的照明解决方案。本资料将对人本照明的理念及青色光对人体健康和幸福度的影响进行解说。另外也会对日亚 Dynasolis™ 的特点、及德国弗劳恩霍夫建筑物理研究所（IBP）对 Dynasolis™ 在人的感知、心理效果上的评价结果进行介绍。

青色光对健康的影响和人本照明（HCL）

光会对人体产生很大的影响。比如我们常说晚上被蓝光照射会干扰睡眠，就是因为蓝光会抑制褪黑素（大脑松果体由血清素转换的可以促进睡眠的激素）的分泌。进一步说是因为人眼的光敏视网膜神经节细胞（ipRGC）对短波长光敏感，所以在短波长光的照射下褪黑素的分泌会受到抑制，使人体的昼夜节律发生紊乱。

虽然蓝光会影响晚上的睡眠，但是蓝色领域波长的光尤其是青色光因为可以增加人的注意力，使人精神集中，提高生产力，所以有助于工作、学习和家务等需要抑制褪黑素分泌的时间段。

一天中各时间段的自然光的特点是，早上太阳发出明亮的蓝色光，光中含有较多的青色光会刺激光敏视网膜神经节细胞。中午太阳光的相对色温（CCT）也达到了较高的 5500~5800K，含有较多短波长的光（青色）。到了下午，太阳光的色温逐渐减少，在日落时降低到了 2700K 以下，这时光中长波长光（黄色~红色）所占比率更大。因为光敏视网膜神经节细胞对长波长的光不敏感，所以在一天的自然光周期中，越接近日落时光敏视网膜神经节细胞所受刺激越小。此自然光的变化直接影响人体的昼夜节律，不仅关系到人的生理，还关系到心理上的健康。

昼夜节律照明是人本照明中的一种，是让灯光模仿自然光的变化以对应人体的昼夜节律。虽然昼夜节律照明可以通过调节影响视觉感官的色温就可以再现出自然光周期的光色，但是因为其中波长在 480nm 附近的蔚蓝色光会刺激光敏视网膜神经节细胞，影响人体的昼夜节律，所以除色温外还需要对非视觉感官的黑视素照度（黑视素照度是衡量昼夜节律影响程度的评价指标）进行调节。也就是说不仅能通过调节视觉因素的色温再现出自然光色变化，还能调节非视觉因素的黑视素照度以在适当的时间和场景下刺激光敏视网膜神经节细胞的照明才能称为真正适合昼夜节律的人本照明。而开发出此昼夜节律照明的关键在于有适当色温和 480nm 含量的发光光谱。



日亚的 Dynasolis™ 照明解决方案

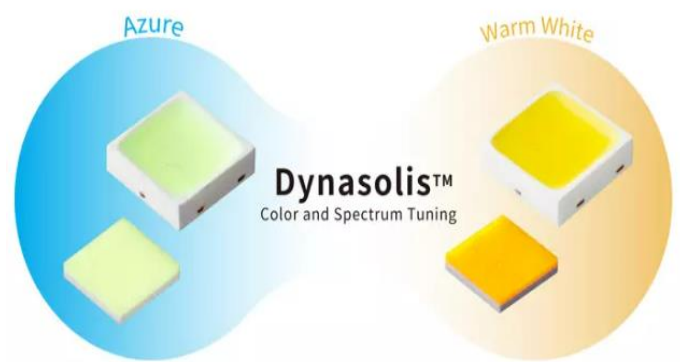
日亚 Dynasolis™ 不仅保持了照明光源重视的高显色性、高发光效率，同时还可以对黑视素照度和色温一起调节使灯光适合人体的昼夜节律，是全新的人本照明解决方案。

黑视素照度是对视觉照度中影响昼夜节律的照度定量所得的结果。发光中的黑视素光的比率越高，负责控制人体生物钟、被称为“幸福激素”的血清素的分泌量就会越多。在现有的人本照明中，只能调节视觉感官色温的照明解决方案占绝大多数，而日亚的 Dynasolis™ 除色温外还很重视影响人体昼夜节律的非视觉感官因素的黑视素等价能量比率 (MEER*) 的影响。

针对昼夜节律照明，WELL 建筑标准 (WELL Building Standard™) 中对由视觉勒克斯和黑视素等价能量比率 (MEER) 相乘得到的等值黑视素勒克斯 (EML) 进行了规定。而 Dynasolis™ 因为黑视素比率高，所以使用 Dynasolis™ 的灯具不仅能满足 WELL 的相关要求，还能取得很高的评分。

Dynasolis™ 使用了两种不同发光色的 LED，一是加大了 480nm 的光输出的蔚蓝色 (Azure) LED 给人带来活力，二是使用了暖白光 LED 使人感觉到宁静。Dynasolis™ 通过这两种 LED 对色温和黑视素照度进行调节，不但可以让灯光颜色再现出一天的自然光变化，还可以在需要的时间段让光敏视网膜神经节细胞受到适当刺激。

Dynasolis™ 因为蔚蓝色 (Azure) LED 的 480nm 波长的光输出功率高，所以高色温区域的黑视素等价能量比率 (MEER) 比标准光源高 (如图 1 所示)。480nm 的光会促进人脑的血清素分泌，使人充满活力。在白天太阳光的照射下，会使人的情绪乐观、精神稳定、神经松弛，还可以提高思考能力，使直觉敏锐，所以可以提高工作效率、减少失误等。另外血清素的分泌还可以减少人体老化原因的活性氧。除此之外



血清素的分泌还有助于褪黑素的生成，如果早上分泌较多的血清素，那么在 14~16 小时后由血清素生成的褪黑素量也会增加，有助于提高睡眠质量。由此看出波长 480nm 的光的能效很多，非常重要。

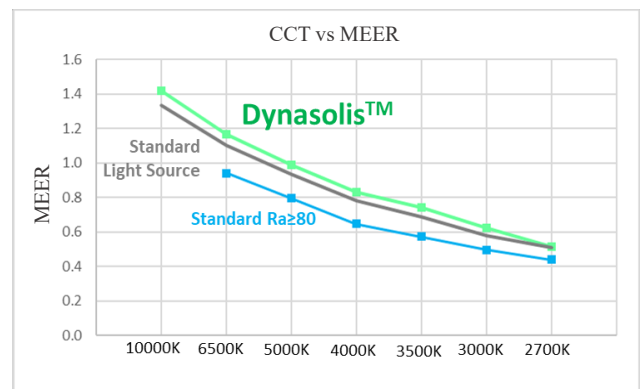


图 1. Dynasolis™、标准光源、Ra>80 通常 LED 的 MEER

图 2 是 Dynasolis™ 和通常的人本照明 (仅能调节色温) 的发光光谱的比较结果。可以看出在 6500K 区域黑视素敏感曲线峰值 480nm 处的差异较大，而且 Dynasolis™ 的调色范围也更广。

Dynasolis™ 除了有丰富的蔚蓝色波长光谱外，还具有高显色性、高发光效率的优点，通常这两个特性为取舍关系，但是对于室内照明这两个特性都非常重要。Dynasolis™ 的显色指数 (CRI) 超过 90，发光效率也和 CRI≥80 的 LED 同等。因此使用 Dynasolis™ 的灯具可以在保持高发光效率的基础上实现人体昼夜节律的最优化。

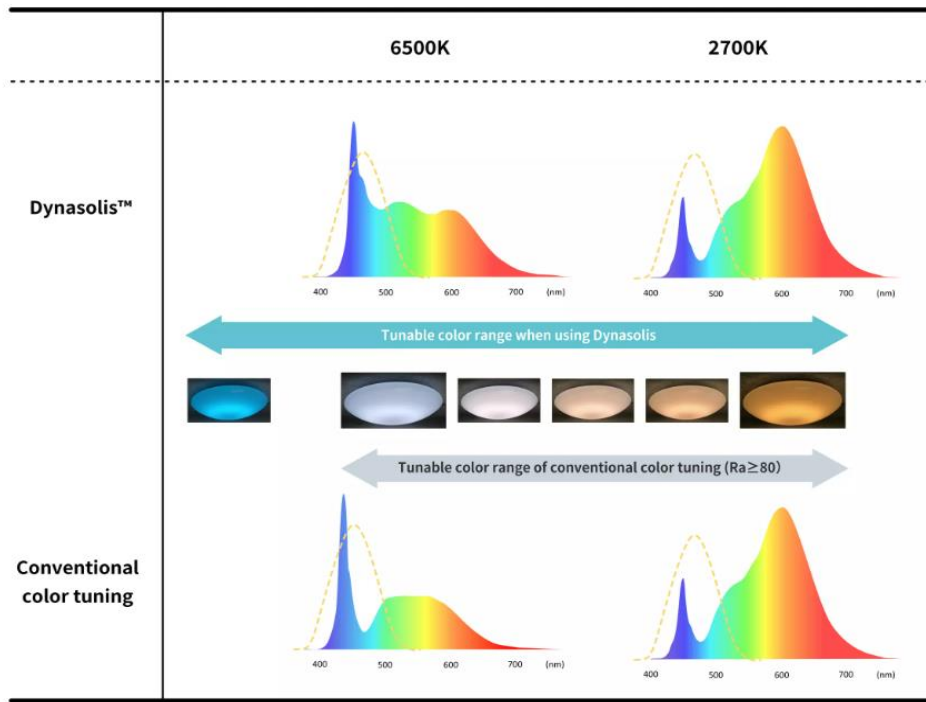


图 2. Dynasolis™和通常人本照明的发光光谱比较

弗劳恩霍夫建筑物理研究所对 Dynasolis™在人的感知、心理效果上的评价

德国的弗劳恩霍夫建筑物理研究所 (IBP) 为了对不同色温、发光光谱的光在人的感知、心理上的影响进行比较, 对通常 LED (CRI83+ 的 2700K、4000K、6000K) 和色温为 2700K、6000K、10000K 时的 Dynasolis™进行了试验。试验以 1 星期为 1 系列, 对约 35 名试验者在不同光照下的人的反应力、注意力、放松程度

进行了评价。反应力评价使用了 AuReTim 试验, 试验方法为在各灯具照射下听到耳机中播放的蜂鸣声时立即按下按钮。注意力评价使用了斯楚普测试, 对人的精神集中程度进行评估。放松程度是通过感觉到的压力大小进行评价, 使用了 PANAS (正负情绪表)。本试验的流程和照明条件如图 3 所示。

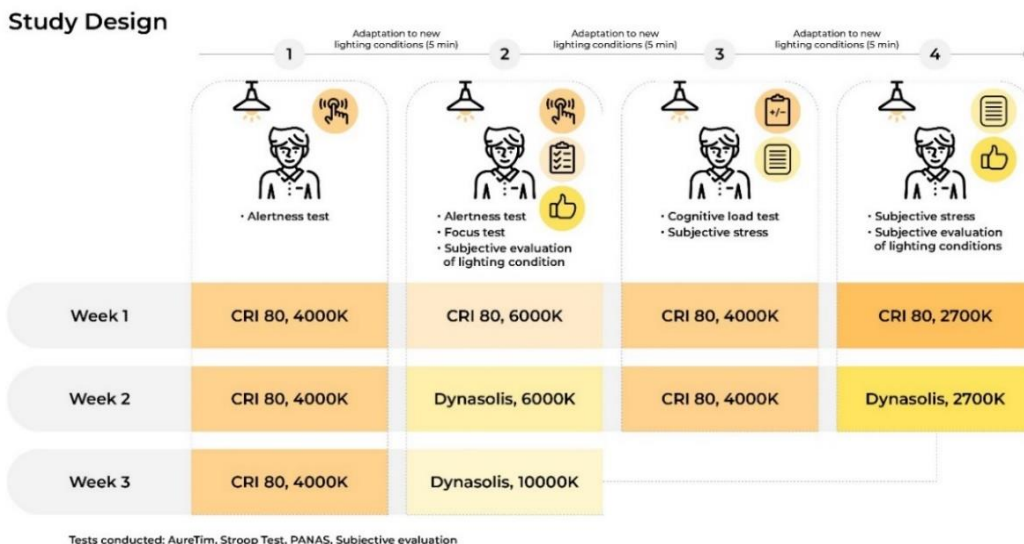


图 3. IBP 的试验流程和照明条件

在对评价注意力影响的斯楚普测试中，要求试验者尽快说出字的颜色，例如用红笔写出的“绿”字的正确答案应该为“红”。结果在相同的6000K色温下，和不含青色光的通常LED相比，Dynasolis™照射下的试验者的反应时间明显缩短（如图4所示）。

在斯楚普测试中也发现即使是相同的Dynasolis™，480nm光量的多少也会影响人的反应时间。和6000K下相比10000K下的试验者的反应更快（如图4所示）。由此可以看出在人的注意力上Dynasolis™远远超过了CRI 80的通常LED，另外也说明480nm的光对注意力的影响很大。

在反应力评价试验中通常LED和Dynasolis™都发现色温对反应力的影响很大。和色温4000K的环境相比，色温6000K下的人的反应力更快。

放松程度评价使用了PANAS测试。测试前先让试验者在设置有4000K的通常LED的房间中适应灯光5分钟，然后为了让试验者感觉到压力对其进行7分钟的感知测试（算数测试），这时使用PANAS测试对试验者感到的压力评价。之后为了让试验者放松，让试验者在新的照明条件（第1个星期使用2700K的通常LED，

第2个星期使用2700K的Dynasolis™）下待5分钟后，再次实施PANAS测试，对放松程度进行确认。结果无论是通常LED还是Dynasolis™，和4000K下相比，2700K下的试验者更放松。另外在相同的2700K下，Dynasolis™下的放松程度和不含青色光的通常LED同等，并且在舒适度及对任务的专心度、适应度等主观因素上也没有发现差异。这是因为在不需要480nm的低色温的场景下，Dynasolis™发光中的480nm的光输出很低。

弗劳恩霍夫建筑物理研究所的试验结果证明了Dynasolis™的优势。和通常的照明解决方案相比，Dynasolis™的可以同时调色温和调黑视素照度的特点更能满足不同场景对人本照明的要求。特别在提高注意力上，Dynasolis™的高色温时人的反应时间得到了大幅改善。不仅如此，Dynasolis™的低色温时也可以让人的精神放松。因此根据弗劳恩霍夫建筑物理研究所的试验结果，使用Dynasolis™可以对应多种多样的需求。例如在酒店等服务场所需要让同一空间中的照明既能有助于工作，又能消除人一天疲劳时，使用Dynasolis™可以通过对色温和发光光谱的调节，让照明对应不同场景的需求。

Stroop test: line color/word conflict

Friedman test, $p < 0.0001$

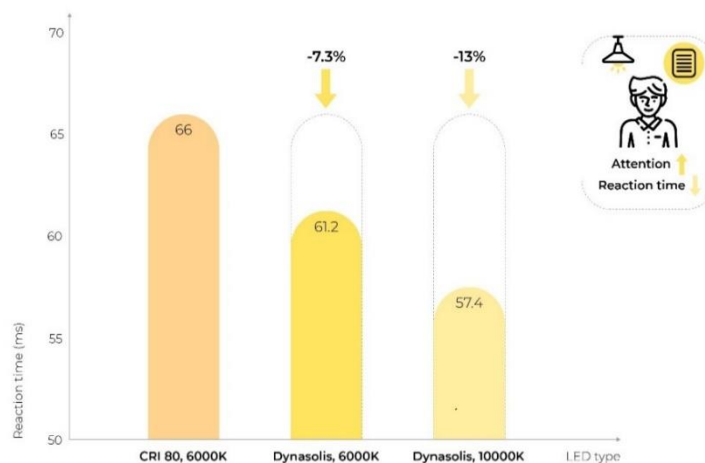


图4. 注意力验证试验结果（斯楚普测试）

为什么选择 Dynasolis™

近年人们对健康和幸福度的意识越来越高,在不久的将来适合人体昼夜节律的人本照明可能成为照明市场的主流。日亚的 Dynasolis™ 不仅可以调节色温和黑视素照度,而且具有高黑视素等价能量比率 (MEER)、高显色性、高光效等优点,满足了对人本照明的所有要求。

Dynasolis™ 的特点在于通过调节色温和可以给人带来活力的蔚蓝色 (Azure) 光量,实现人体昼夜节律的最优化。使用 Dynasolis™ 可以让人清晨在蔚蓝色的灯光下醒来,此光中含有大量 480nm 的光促使人体的血清素分泌,有助于人体昼夜节律的正常化。

参考文献:

日亚化学工业株式会社(2022), *Fraunhofer IBP study confirms the performance of Dynasolis human centric lighting solution* (新闻稿)

Menno Schakel (2020), *ipRGC sensitivity optimized LED spectrum and its application in colour temperature tunable solutions*

Menno Schakel (2022), *Improve alertness, focus and comfort with biologically effective light*

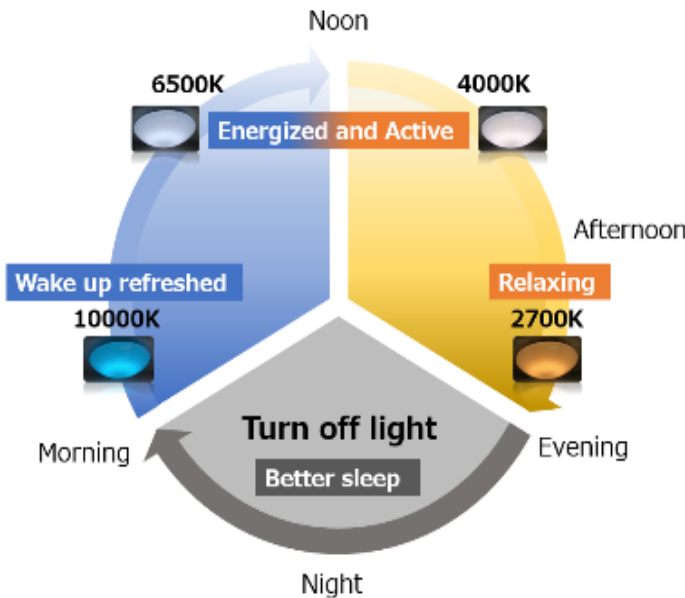


图 5. Dynasolis™ 一天的调色示意图

日亚相信 Dynasolis™ 是确实真正可以给人带来健康和幸福的人本照明,希望能被更多的用户使用。