

# 시스템조명 통합평가 및 사용자 맞춤형 가이드라인 개발 연구\*

- 사무공간 설계방법을 중심으로 -

## A Study of Integrated Evaluation of System Lighting and User Centered Guideline Development

- Focused on the Lighting Design Method for Office Space -

**Author** 김주현 Kim, Ju-Hyun / 정희원, 한국조명연구원, 연구원  
고재규 Ko, Jae-Kyu / 정희원, 한국조명연구원, 연구원  
조미령 Cho, Mee-Ryoung / 정희원, 한국조명연구원, 책임연구원

**Abstract** Lighting in indoor space is being changed to system lighting converged with IT technology. Office space lighting with incandescent lamps and fluorescent lamps was completed through overall lighting plan by illumination in most cases, but convergence between LED lighting and IT technology enables the technology of responding to user requirements to be realized. Optical physical quantity suitable for humans and the lighting environment in accordance with user's sensibility, based on space function and user's behavior, would contribute to the improvement of service productivity, energy reduction, and enhancement of emotional satisfaction by providing user optimized lighting solution. Thus, user-customized system lighting guidelines to be applied with integration indicators of optics and sensibility are required. For the design elements required by users, environmental factors, product characteristics, optical characteristics, and sensibility factors are drawn from the design cases for office space and the survey, and the design check list and evaluation indicators are considered to reflect the requirements in the design and requirement indicators to give integrated satisfaction for optics and sensibility are developed. Purpose-centered design method from the user's viewpoint is applied to function-focused design through scenario, and it should be applied flexibly, as the new lightning design method solutions, to the concept design stage of space lighting design and device development. This paper, therefore, presents user-customized guidelines by pursuing the optics and sensibility evaluation and design method combining the requirement conditions and scenario, to be used for lighting content development and design.

**Keywords** 시스템조명, 사용자 맞춤형 디자인, 통합평가, 설계방법  
System Lighting, User-centered Design, Integrated Evaluation, Design Method

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경과 목적

조명은 빛을 내는 성능 중심의 조명에서 인간의 감성과 공간의 목적을 반영한 사용자 맞춤형 조명으로 요구되어지고 있다.

시스템조명은 IT기술과 조명의 결합을 통해 컨트롤이 가능하고 사용자의 요구사항에 부합하여 콘텐츠가 실공간 제공되는 차세대 조명이라 할 수 있다.

건축의 구조, 마감에 따라 조명기구를 선택하거나 공

간의 전반조도만 고려하여 설계되어지던 방식을 넘어, 사용 목적과 생체리듬에 따라 적절한 빛의 밝기와 색이 변하는 최적화된 시스템조명을 구현할 수 있게 되었다.

이에 따라 공간·행위별 조명의 요구조건에 맞는 기준 지표를 설계에 반영하기 위해 평가지표를 체계화하여야 하며, 시환경 요소에 대한 광학과 감성의 통합적인 지표를 시나리오화 하여 시스템조명의 콘텐츠와 설계방법에 적용되어야 한다.

사용자 맞춤형 가이드라인 제시를 위해 통합적으로 만족시킬 수 있는 평가방법 및 설계방법에 대한 방향을 모색하여 조명기구 개발 및 공간조명 설계에 도입 활용하고자 한다.

\* 이 논문은 2014년도 산업통상자원부 한국산업기술평가관리원의 LE D시스템조명기술개발사업 지원에 의하여 연구되었음. (10042955)

## 1.2. 연구 방법 및 범위

시스템조명 통합평가 및 사용자 맞춤형 가이드라인 개발은 사무공간을 대상으로 하였다. 사용자의 요구조건, 시환경 요소, 감성요인을 고려한 예상 시나리오를 시스템조명 콘텐츠 개발과 설계방법에 적용하고자 한다.

연구방법은 첫째, 최근 사무공간의 사례에서 보여지는 요구사항과 조명설계 특징을 정리하고, 국내외 설문조사에서 나타나는 환경적 요인, 제품적 특성, 광학적 특성 등 시스템조명의 설계요소로 도출하였다.

둘째, 요구사항을 설계에 반영하기 위해 조명 요구사항 평가지표 방법에 대한 문헌적 자료를 고찰하고, 지표를 평가할 수 있도록 평가항목을 체크리스트화 하였다.

셋째, 조명계획에 있어 계획하고자 하는 시환경 요소를 적절하게 설계에 반영하고자 조명환경 요소를 체계화하였으며, 광학물리량은 국내외 표준 ISO 8995, EN 12464-1, KS A 3011에서 제시하는 조도, 글레어, 균계도, 연색성을 적용하였다. 그 외 색온도, 조명방식, 속도는 선호도 실험을 통해 도출된 지표를 사용하였다.

넷째, 감성요인 적용방법으로 사무공간에서 느껴지는 감성을 감성어휘로 평가하는 방법을 사용하여 광학물리량에 따른 감성영역 지표를 분석하였다.

끝으로 분석된 요구조건 지표, 시환경 요소, 광학·감성 지표를 시나리오화 하여 통합된 지표로 사용자를 만족시킬 수 있는 시스템조명의 설계방법으로 제시하였다.

## 2. 사무공간의 사용자 중심화

### 2.1. 사무공간 기능 요구의 변화

1960년대에 사무공간은 커뮤니케이션과 인간관계, Flexibility와 Information Technology의 중요성이 부각되기 시작했다<sup>1)</sup>.

1980년대에 사무공간은 오피스의 개인환경과 조직환경 두 가지 측면에서 플래닝 되었으며, HVAC시스템과 자동 조절되는 보안 및 유지 기능을 갖춘 ‘인텔리전트 빌딩’, ‘스마트 빌딩’이라는 용어가 창조된 시기였다. 사무실의 OA화만으로 바람직한 사무환경을 만들 수 없다는 것을 경험하게 되면서 안전성, 능률성, 쾌적성에 대한 인식이 차츰 새롭게 대두되는 시기이기도 했다.

새로운 사무공간은 창조적인 사고와 기술을 요하는 시대적 특성에 부응하여 더 많은 창의력의 발휘와 능력을 활성화시켜줄 수 있는 다양하고 세부적인 접근이 요구되어지고 있다<sup>2)</sup>. 창의적이고 효율적인 작업을 위해서는 좀

더 유연한 공간과 다양한 사고를 이끌어 낼 수 있는 환경적 요소가 필요하다. 제품분야에서도 기술과 품질 요소의 기본적인 사항이고, 개인의 취향과 개성을 충족시킬 수 있는 제품을 찾게 되었다.

이와 같은 사회 환경 속에서 다양화된 소비자의 욕구에 대응할 수 있는 서비스 제공이 필요하며 기능과 기술만으로 충족될 수 없는 감성적인 설계 접근 방법이 필요하다.

<표 1>은 사용자의 다양한 요구를 반영한 국외 사무공간 사례이다. LED조명과 센서 연동, 제어가 가능한 시스템조명 제품으로 설계 시 요구사항과 조명환경 설계의 특징을 다음과 같이 요약하였다.

<표 1> 국외 사무공간 요구사항과 설계의 특징

공간	요구사항	설계 특징	조명기구
	구글은 작업환경과 생활환경을 뺄 수 없는 요소로 규정하여 작업공간과 생활이 결합된 사무공간을 요구	조명 컨셉은 반사글레어를 피하고 시각적 작업에 적합한 조도에 초점을 둠	
	아우디는 업무에 집중할 수 있는 조명환경과 최대한 에너지 및 Co2 절감을 위한 계획으로 기존의 형광등 조명을 대체하기 위한 동일한 시스템을 요구	조명제어 시스템에 의해 시간에 따라 조명이 ON-OFF 되며, 일광에 따라 조도를 조절함	
	독일 도이체뱅크는 지속가능성과 친환경 건축을 위한 장기적인 조명계획으로 DGNB, LEED과 같은 친환경 건축물로 인증을 위한 조명을 요구	채광의 효과적인 사용으로 인공조명 및 블라인드를 자동제어 가능하도록 계획함	
	해의 유명 조명설계회사 아름은 인간의 생리·감성을 만족할 수 있는 빛의 밝기와 색온도가 시간의 변화에 따라 조절되거나 개인이 조절할 수 있는 조명을 요구	자연광의 원리와 인간의 생활 리듬을 이용하여 빛의 밝기 조절. 빛의 밝기를 높여서 점심시간 이후 떨어질 수 있도록 스마트앱으로 개별 조절하게 함	
	유니레버는 직접·간접 두 가지 기능이 가능한 가구형 스탠드 조명으로 전 직원이 개별 조명 사용하고 편안하고 능률적인 조명환경을 요구	간접조명은 Uplight 되어 사무실 전반조명으로 사용되고 있다. 직접조명은 개인별로 조절하게 하여 기존조명에 대비 80%까지 에너지절약이 됨	

업무 특성에 따라 다양한 조명환경이 요구되며, 에너지절약을 위한 자연광과 시간에 따라 조절되는 시스템조명이 적용된 것을 볼 수 있다. 광학적 특성은 물론이며 조명제어, 어플리케이션 분야의 개발 또한 활발하게 이루어지고 있다.

### 2.2. 사무공간의 요구조건

1) McGregor, D., The Human Side of the Enterprise, McGraw-Hill, New York, 1960

2) 김지이, 국내 사무공간의 공용공간에 나타난 감성적 표현 특성에 관한 연구, 건국대학교, 2007

(1) 국내설문조사

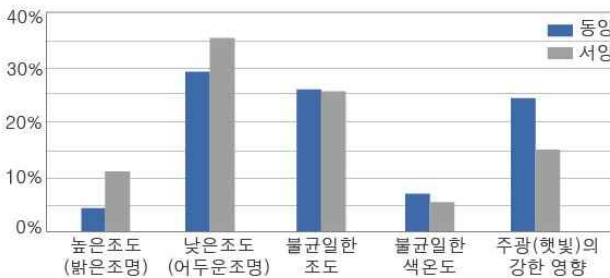
사무실 근무자 104명을 대상으로 현 사무실 조명환경에 대한 현황을 조사하였다.

개인적 매개변수인 성별과 연령, 업무종류와 근무환경 매개변수인 건물형태, 주광의 영향, 책상위치에 따른 사무실 조명환경 만족도 평가를 실시하였다.

<표 2> 사무공간 조명환경 만족도 조사

요인	유의수준 ( p<0.05 )
성별	
연령별	
사무형태별(사무공간, 회의실, 휴게실, OA 실)	밝음(P<0.01), 조음한(p=0.01)
작업종별	매력있는(P=0.01)
머무는 시간	조음한(p=0.039), 눈부심(p=0.014)
건물형태(빌딩, 아파트형)	매력있는(p<0.001), 즐거움(p=0.009), 조음한(p=0.01), 명확한(p<0.001), 깨끗한(p=0.016), 따뜻한(p=0.038), 눈부심(p=0.005),
주광유입	매력있는(p=0.003), 즐거움(p=0.011), 편안함(p=0.022), 눈부심(p<0.001), 밝음(p<0.001)
주변 환경	즐거움(p=0.019), 명확한(p=0.019), 눈부심(p<0.001), 밝음(p=0.002)
책상과 창문거리	조음한(p=0.016), 명확한(p=0.023), 깨끗한(p=0.034), 눈부심(p=0.001), 밝음(p=0.001)

조사에 따르면 성별과 연령에서 유의한 차이를 보이지 않았으며, 작업종, 공간, 건물형태, 주광유입, 주변 환경, 책상위치는 유의수준으로 나타났다.



<그림 1> 업무 시 집중에 방해되는 요인

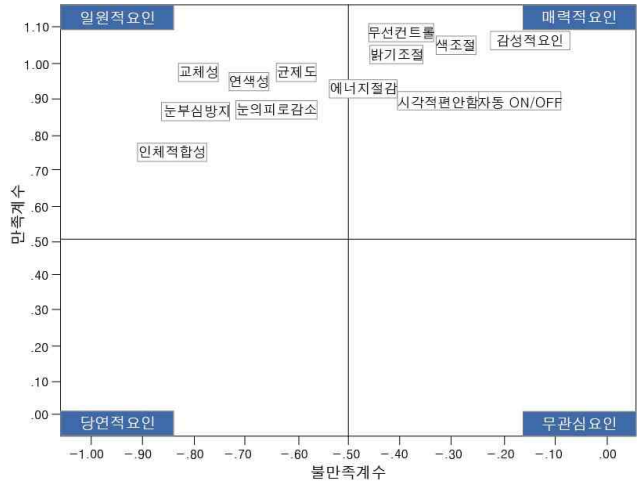


<그림 2> 하루 중 가장 피곤한 시간 <그림 3> 눈의 피로를 많이 느끼는 작업

<그림 1>을 보면 낮은 조도에서 집중에 가장 방해가 되는 요인으로 나타났으며, 다음으로 불균일한 조도 즉 균제도의 영향으로 도출되었다. <그림 2>는 하루 중 가장 피곤을 느끼는 시간으로 점심시간 직후와 늦은 오후, <그림 3>은 눈의 피로를 가장 많이 느끼는 작업으로 컴퓨터 정밀 작업으로 나타났다.

이에 따라 사무공간에서 시간별, 작업종별 사용자가 만족할 수 있는 적절한 조도설정, 균제도, 눈의 피로도를 줄일 수 있는 조명방식에 대한 고려가 충분히 이루어져야 하며, 시스템조명의 기본적인 설계요소로 반영되어야 한다.

다음으로 시스템조명에서 요구되는 기능을 세분화하여 각 기능별 중요도 분석을 위해 전문가 30인과 일반인 62명을 대상으로 각 기능별 쌍대비교 설문을 실시하여, 시스템조명에서 요구하는 서비스 품질 요인 수준을 분석하였다.



<그림 4> 시스템조명 서비스 품질 요인

조명환경에서 광학적인 요소는 일원적인 요인으로 도출되었으며, 감성적 요인을 포함하는 밝기 조절, 색온도 조절, 제어시스템과 같은 시스템조명의 특수 요인은 서비스 품질의 매력적 요인으로 나타났다.

아래 <표 3>은 전문가와 일반인이 생각하는 시스템조명에서 요구되는 기능의 중요도를 비교한 표이다.

<표 3> 시스템조명에서 요구되는 기능의 중요도 평가

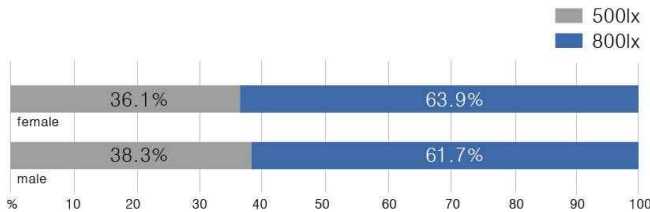
순위	전문가	일반인
1	인체적합	감성만족도
2	에너지 절감	동작센서(자동 ON/OFF)
3	눈부심 감소	색온도조절
4	감성만족도	무선컨트롤
5	색 재현성	조절능력
6	높은 균제도	에너지절감
7	밝기조절	시각적 편안함
8	교체용이	밝기조절
9	무선컨트롤	높은 균제도
10	색온도조절	눈부심 감소
11	동작센서(자동 ON/OFF)	색 재현성
12	조절능력	교체용이
13	광학센서	인체적합성

전문가는 인체적합성과 에너지 절감을 가장 중요하다고 보았으며, 일반인은 감성만족도와 조절 가능한 컨트롤 기능을 시스템조명에서 가장 중요한 기능으로 평가하였다.

(2) 국외설문조사

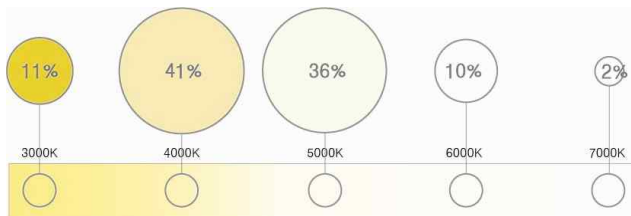
독일의 프라운호퍼연구소(Fraunhofer IAO)와 조명기

구 회사 Z사 연구소에서 공동으로 연구하여 2014년 3월에 발표한 “Lighting quality perceived in offices”에 따르면 건축, 인테리어디자인, 조명디자인은 사용자와 활동(Activity)의 요구에 초점이 맞춰지고 있다고 보고되었다<sup>3)</sup>. 사무공간에서의 광원과 광원의 질은 대부분 비슷하게 사용되었고, 색온도는 3000~7000K 사이로 광범위하게 사용되는 것으로 나타났다.



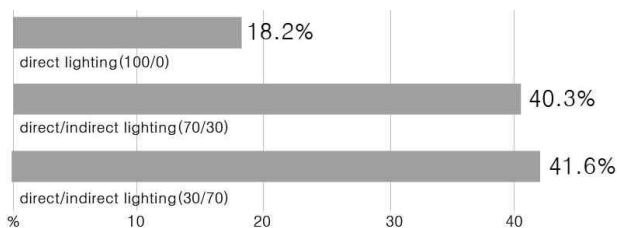
<그림 5> 사무공간 전반조도 선호도

표준 EN, KS 조도기준은 아직까지 약 500lx 이지만 조사결과 500lx 보다 800lx 조도기준을 60% 이상 선호하는 것으로 나타났다. 관련 표준보다 요구되는 조도 수준은 상향된 것으로 보인다.



<그림 6> 사무공간 색온도 선호도

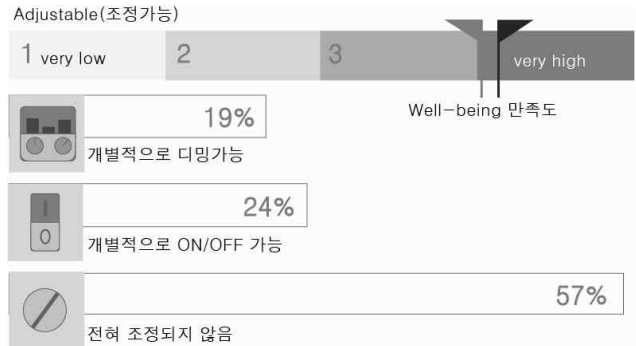
색온도에 대한 선호도 평가에서는 3000K~7000K 중 4000K와 5000K 대를 가장 선호하는 것으로 나타났다.



<그림 7> 조명방식 선호도 평가

현재 사무실에서 50%이상은 직접조명을 사용하고 있으나 위에 선호하는 조명방식은 직간접 조명을 가장 많이 선호하였으며, 직접(70%)/간접(30%)일 때 보다 직접(30%)/간접(70%)의 직간접조명을 조금 더 선호한 것으로 나타났다.

3) <http://www.zumtobel.com/com-en/office>



<그림 8> 조명 개별 조절에 따른 웰빙 만족도

<그림 8>를 보면 현재 개별적으로 디밍할 수 있는 사람은 1868명 중 19%, 온오프 가능한 사람은 24%, 전혀 조절할 수 없는 사람은 57%로 나타났다. 이에 조명을 개별적으로 조절 가능하다면 웰빙에 대한 만족도가 매우 높을 것으로 조사되었다.

### (3) 조명환경 실험 평가

2013년 12월부터 2014년 1월 말까지 2달 동안 사무공간의 공간별, 행위별 조명환경을 평가하기 위해 전문가 9명, 일반 내국인 45명, 일반 외국인 21명으로 기초적인 조명물리량인 조도, 색온도, 조명방식의 실험을 진행하였다. 광학 물리량을 변화시켜 공간별 각 수준에서 감성요인을 어휘로 평가하였고, 이를 각 행위 실험에 대입하여 행위에 적절한 조도와 색온도의 지표를 도출하였다.

기초 조명물리량 실험에서 나온 조도와 색온도는 스케일에 따라 행위에 대입하여 밝기감, 눈부심, 선호도, 분위기, 집중감, 시인성 등의 세부평가를 진행하였다. 리커트 척도 평가방법으로 분석한 결과 사무공간의 읽기 및 쓰기 작업과 컴퓨터 작업 시 조도와 색온도 지표를 도출하였다. 도출된 지표는 <표 4>와 같다.

<표 4> 사무공간 행위에 따른 조도 및 색온도 평가 지표

행위	조도(lx)	색온도(K)
읽기/쓰기	830	5200
컴퓨터	680	4900

<표 5> 조도별 조명방식 및 직간접 비율 평가방법

평가대상	독립변인	통제변인	평가방법	분석방법
조명방식 직/간접 조명비율	1) 조도: 300lx, 500lx, 750lx 2) 조명방식 직접(30) : 간접(70) 직접(50) : 간접(50) 직접(70) : 간접(30)	색온도 4000K	리커트척도 (Likert Scale, 5점 척도)	ANOVA 빈도분석

직간접 비율은 조도가 높고 낮음에 상관없이 전체 광속의 직접(30%)/간접(70%) 비율이 가장 편안하게 느끼는 것으로 나타났다.

사무공간의 요구조건에 대한 조명환경 실험 평가 결과는 독일의 프라운호퍼연구소(Fraunhofer IAO)와 조명기

구 회사 Z사 연구소에서 공동으로 연구한 결과와 거의 동일하게 나타났다.

### 2.3. 사용자 요구조건 평가 지표

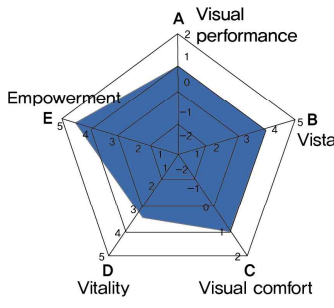
독일 조명기구 회사 Z사 연구소에서는 공간에서 빛의 질을 평가하는 지표를 개발하여 “Human aspects”와 “Energy efficiency”를 합쳐 “Humanergy Balance”로 개념화 하였다. 인간의 신체와 심리적인 요인을 정량화하는 인체공학 조명 평가지표 “ELI(Ergonomic Lighting Indicator)와 경제성과 생태학적인 측면을 정량화 할 수 있는 지표 “LENI(Lighting Energy Numeric Indicator)”를 개발하였다<sup>4)</sup> <표 6>은 사용자 요구조건 평가항목을 체크리스트화 한 것이다.

<표 6> 사용자 요구조건 평가항목의 체크리스트

평가항목	세부내용	평가점수				
A 시각적 성능 (Visual performance)	시각적으로 공간 전체가 동일해야한다	-2	-1	0	1	2
	극심한 변화가 없어야한다	-2	-1	0	1	2
	색 구별은 일반적인 정도로 요구되어야한다	-2	-1	0	1	2
	강한그림자가 없어야한다	-2	-1	0	1	2
B 환경 (Vista)	조명디자인은 인테리어와 자연스럽게 조화되어야한다	1	2	3	4	5
	조명 컨셉에 맞도록 계획되어야한다	1	2	3	4	5
	시각적인 인상을 주어야한다	1	2	3	4	5
	조명기구 디자인이 중요하다	1	2	3	4	5
C 시각적 안정감 (Visual comfort)	눈부심이 없어야 한다	-2	-1	0	1	2
	공간과 조명기구는 안정감이 있어야한다	-2	-1	0	1	2
	밝고 매력적인 인상을 제공해야한다	-2	-1	0	1	2
	플리커가 없어야한다	-2	-1	0	1	2
	어두운 영역이 없어야 한다	-2	-1	0	1	2
D 활력 (Vitality)	작업영역의 조도는 균일해야한다	-2	-1	0	1	2
	기분을 좋게 해야한다	1	2	3	4	5
	자극 시키는 효과가 있다	1	2	3	4	5
	필요한 밝기를 조절해야한다	1	2	3	4	5
	가능한 자연스럽게 해야한다	1	2	3	4	5
	생체리듬이 특히 고려되어야한다	1	2	3	4	5
E 조절 및 제어 (Empowerment)	두통과 건강의 원인에 대해 보호되어야한다	1	2	3	4	5
	사용자가 개별적으로 조명을 조절해야한다	1	2	3	4	5
	다양한 연출이 고려되어야한다	1	2	3	4	5
	조명이 자동적으로 전환되어야한다	1	2	3	4	5
	자연광 센서에 의해 조명이 제어되어야한다	1	2	3	4	5
	조명기구 설치 및 이동이 유연해야한다	1	2	3	4	5

4) Zumtobel, The Lighting Handbook, 2013, p.22

사용자의 요구조건을 정량적으로 평가하여 인체에 적합한 조명평가지표로 활용할 수 있다. ELI의 5가지 기준 지표는 Visual performance, Vista, Visual comfort, Vitality, Empowerment 이다.



<그림 9> 인체공학 조명 평가지표 “ELI(Ergonomic Lighting Indicator)

Visual performance는 조명관련 표준에 준거한 시각적인 작업을 위한 기능을 평가한다. 조도, 균제도, 연색성, 그림자, 휘도대비, 글래어 등을 평가한다.

Vista는 건물에서 공간의 인상과 분위기를 향상시킬 수 있는 요소인 건축설계, 마감, 조명기구 디자인 등 시각적인 평가를 한다.

Visual comfort는 공간의 지각하기 위한 조도, 균제도, 휘도대비, 모델링, 플리커, 자연광이 미치는 심리적인 평가이다.

Vitality는 웰빙, 생체리듬, 자연광 등 웰빙의 느낌이나 건강에 긍정적인 영향을 미치는 것을 평가한다.

Empowerment는 사용목적에 따라 조명환경을 조절하고 일광을 제어하며 조명 시나리오를 선택 및 그룹제어 등 유연하게 조절할 수 있는 권한에 대한 평가이다.

전체적으로 고르고 넓게 퍼진 형태가 가장 이상적이지만 공간의 기능과 사용자의 요구조건을 면밀하게 평가하여 5개의 평가 차트 중 가장 적합한 조명을 선택하고 설계하는 것이 경제적인 측면에서 바람직할 것이다.

### 3. 사무공간 광학·감성 지표

#### 3.1. 사무공간의 시환경 요소

시각을 통해서 인식되는 환경을 ‘시환경’이라고 하며, 시환경에 있어서 보이는 각종 대상을 ‘시대상’이라고 한다. 생리 및 심리적 효과가 고려된 광환경 또는 조명된 환경을 조명환경이라고 한다.<sup>5)</sup>

조명계획에 있어서 계획하고자 하는 시환경을 적절하게 설계하기 위해 시각적 효과에 대한 설계방법을 체계적으로 기술하는 것이 필요하다.<sup>6)</sup>

5) 조계술 외, 조명핸드북, 성인당, 2010, p.254

6) 조계술 외, 조명핸드북, 성인당, 2010, p.258



<표 7> 사무공간의 조명환경 요소 체계화

시환경 요소		요인			
		시각자극(광학요인)	시각효과		
시대상	작업면	서류, 책상면 등	조도	명시(식별) 밝기(분위기 및 인상)	
			균제도	얼룩(명시의 방해) 그림자(명시의 장애) 밝기 차와 그림자 (빛의 연속적 요소)	
			휘도, 조명위치 조명방식 및 위치	반사글레어 밝기(분위기 및 인상)	
		컴퓨터	키보드	조도	명시(식별)
			모니터	휘도, 조도	명시(식별)
				휘도, 조명방식 및 위치	반사글레어(명시의 장애)
	상대의 얼굴	조도	밝기(인상)		
		광의 방향성	입체감 (모델링)		
	환경	공간의 구성	사용자	조도	밝기(인상)
			주변	광의 방향성	입체감 (모델링)
				조도	밝기(분위기)
			천장 벽 바닥	반사율	작업면과 주변(각면)의 조도와 휘도의 비 주변(각면내의 조도와 휘도의 비)
작업면과					
주변(각면)의 조도와 휘도의 비					
조명기구 발광면		휘도, 면적, 배치	불체글레어 밝기(인상)		
		장식성			
창(주광)		휘도	근무과제와의 대비	명시의 장애 /실루엣	
			직광	불체글레어	
광원	분광분포	광색			
	발광파형	연색성 깜박거림			

시환경 요소는 사용자의 요구조건을 반영할 수 있는 설계요소이고, 분류된 환경요인과 광학요인은 조명환경의 질과 사용자의 시각적 만족감을 높일 수 있다.

<표 8> 주요규격의 요구수준(KS, JIS, EN, ISO(CIE), ANSI)

광학 요구 기준	규격 분석 평균 값 (표준편차)		
조도	사무실 / 키보드, 설계	휴게실	회의실
	475 / 708 (50/188)	133 (82)	383 (133)
글레어	사무실 / 키보드, 설계	휴게실	회의실
	16/19	22	19
균제도	사무실 / 키보드, 설계	휴게실	회의실
	0.7	0.4	0.6
연색성	사무공간 -> 80		
색온도	색표현	상관색온도(ISO, EN, JIS)	
	Warm	~ 3300K	
	Intermediate	3300~5300K	
	Cool	5300K ~	

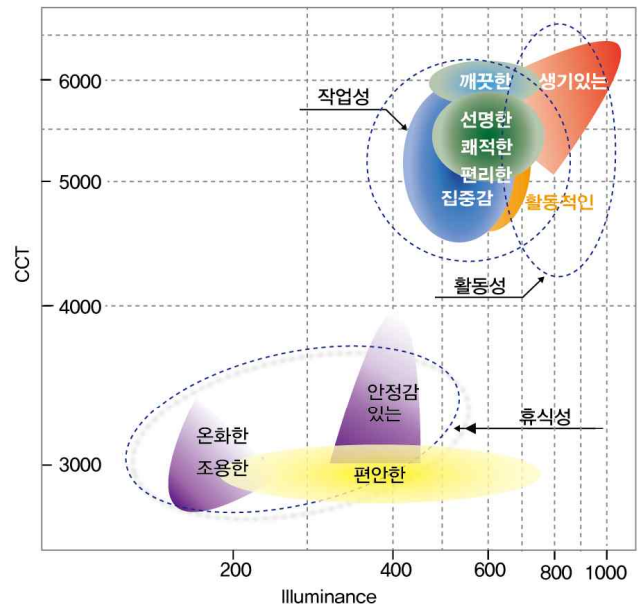
사무공간에서 시각자극 요인인 광학 요구기준을 살펴보면 <표 8>과 같다. 세계 주요 표준 중 대표적으로 사용되고 있는 EN, ISO 및 IESNA 표준과 국내 KS와 일본의 JIS의 조명 표준 나타낸 표이다.

사무공간 전반조도 기준은 <표 8>과 같이 아직까지

약 500lx이지만, 앞서 <그림 5>와 <표 4>에서 언급한 것과 같이 500lx보다 800lx를 60% 이상 선호하여, 요구되는 조도 수준은 상향하였음을 밝힌바 있다.

### 3.2. 사무공간의 감성 적용

사무공간 공간별 행위별 감성적인 요인을 적용하기 위해 조도와 색온도 물리량의 각 수준에 대한 감성요소를 조사하였다. 사무실에서 유발되는 감성어휘 12개를 선정하여 감성어휘와 어울리는 조도와 색온도를 평가하도록 하였다. “생기있다”, “온화하다”, “안정감있다”, “활동적이다”, “집중감있다”, “선명하다”, “쾌적하다”, “편안하다”, “활동적이다”, “깨끗하다”, “조용하다”, “편리하다”와 같이 12개의 어휘에 어울리는 조도와 색온도를 평가한 결과 <그림 10>과 같은 광학물리량이 도출되었다.



<그림 10> 광학·감성 통합평가 지표

위의 지표는 조도와 색온도를 감성적인 요인과 연계하여 분석된 광학·감성 통합지표이다.

사용공간의 단순 목적을 바탕으로 설계되어지던 조도 기반의 설계방식에서 공간별, 행위별, 감성요인별로 세부적으로 기준지표를 적용함으로써 사용자의 생리·심리 만족도를 높인 감성평가 방법이라 할 수 있다.

### 3.3. 사무공간의 시나리오

사무공간 행위에 대한 기존 문헌과 국내외 표준에서 나타내는 행위를 정리하고, 표적집단면접법(Focus Group Interview)을 통해 공간, 행위패턴, 사용목적에 따라 조명환경을 고려하되 타인에게 방해되지 않는 일반적이고 보편화된 상황의 최종 행위패턴을 도출하였다.

<표 9> 사무공간 행위패턴 도출

공간	문헌	국내외 표준(KS,JIS,ISO,EN)	FGI <sup>7)</sup>
사무실	일반서 류작업(서류 정리, 원고쓰기, 도면작성), VDT, 단순 작업, 사고적 작업, 회의, 전화	서류정리, 배포, 집필, 타이핑, 읽기, 쓰기, 데이터 처리, 기술제도, CAD, 키보드 식별, VDT, 우편물 분류, 설계와 예술품 제작, 접수, 보관	컴퓨터, 읽기, 쓰기, 대화, 전화, 휴식, 이동
회의실	발표, 회의	회의실 (별도 행위 구분 없음)	발표, 회의, 판서, 빔에 의한 발표, 필기, 타이핑(노트북)
휴게실	휴식(차를 마심, 잡담, 수면)	휴게실 (별도 행위 구분 없음)	휴식, 대화, 독서, 전화, 수면

시스템조명의 사용자 중심 디자인 방법을 위해 공간, 사용자, 행위에서 일어나는 인터랙션까지 사용되는 상황 전반에 걸친 고려가 필요하게 되었다.

<표 10> 사무공간 시스템조명 예상 시나리오

공간	시간	시나리오	제품기능
사무실	오전 09:00-12:00	아침의 따사로운 햇살이 창가에 비스듬히 비추어 들어와 컴퓨터 작업을 방해하지 않되 블라인드가 자동으로 내려오고 블라인드로 인해 손실된 광량을 LED조명이 은은하게 비추어 준다	조도센서 연동 및 자동 디밍
	오후 15:00-18:00	집중력이 떨어지기 쉬운 오후시간 조도와 색온도는 집중력을 강화할 수 있는 모드로 조절된다. 창가를 통해 은은하게 자연광이 비추고 있어 블라인드는 자동으로 올라가고 작업하기 최적의 조명환경을 유지한다	조도센서 연동 및 자동 디밍, 색온도 컨트롤
	저녁 19:00-21:00	해가 지고 자연광의 유입은 낮아지고 조명은 자동으로 점점 밝아지고 있다. 업무가 많아 야근을 하는 작업면을 비추는 조명은 간접조명으로 눈의 피로감을 최소화시킨다. 야근하는 부서 및 자리마다 사용자를 인식하여 그룹제어 된다	조도센서 연동 및 자동 디밍, 색온도 컨트롤, 그룹제어
회의실	09:00-18:00	빔 프로젝트를 켜자 조명은 서서히 밝기를 낮추며 빔의 가시성을 높인다. 또한 문서와 빔을 동시에 볼 수 있도록 책상위에 국부조명이 비추어 진다 프리젠테이션이 끝나자 조명이 밝아지고 갑작스러운 밝기 변화로 눈의 피로 최소화 할 수 있는 간접조명이 켜진다. 화이트보드에 글을 써 내려갈 때 조명과 발표자에 의한 반사와 그림자가 생기지 않도록 보드 위에는 조명의 방향이 자동으로 조절된다	빔 프로젝트와 조명의 연동, 자동 디밍, 빛의 각도 자동 제어
휴게실	오전 09:00-12:00	커피를 마시며 대화를 나눈다. 서로에게 편안함을 느낄 수 있는 조명이 연출된다	자동 디밍, 색온도 및 색 컨트롤, 사용자 선택형 모드 중심, 구역별 제어
	오후 13:00-18:00	지속된 업무에 지치고 피곤한 몸을 전환하기 위해 상쾌한 느낌의 조명연출이 정신을 맑게 도와준다	

<표 10>은 사무공간 시스템조명 예상 시나리오로 제품 및 서비스와 관련된 사용자 관점 'User Needs'을 중심으로 근본적인 사용자 요구사항을 발견하고 보다 창의적이고 혁신적인 디자인을 개발과 다른 차원의 관점을 찾을 수 있도록 시나리오화 한 것이다.<sup>8)</sup> 조명기구와 인간, 그리고 조명환경과의 총체적인 기능의 조화가 필요하다.

7) FGI(Focus Group Interview): 표적집단면접법  
8) 최현진, 체계적인 디자인 수립을 위한 연구, 이화여자대학교, 2005

<표 11> 공간별 / 행위별 선호하는 조명방식

공간	행위	적용(설치) 위치	조명방식 (배광에 의한 방식)						기구타입 (기구 형태에 따른 타입)														
			전반조명		위상조명		국부조명		천장조명		트랙조명		벽부조명		바닥조명								
			전조	벽	바닥	국부조명	가조명	직간접	이리트	위상(이리트)	플로어워셔	스포트라이트	매인(천장)조명	진부(천장)조명	트랙(트랙)조명	팬던트(트랙)조명	브래킷	바닥조명	플로어스탠드	테이블스탠드	간접화조명	간접화조명	
사무실	읽기																						
	쓰기																						
	컴퓨터																						
	빔																						
	회의																						
	회의																						
	판서																						
	휴식																						
	독서																						
	대화																						
	다과																						

<표 12> 사무실 통합 시나리오 예

시간	행위	시나리오	조명방식	색온도	조도
9:00 ~ 12:00	서류 작업	집중을 요하는 문서작업 시 국부조명 점등, 원하는 작업광량과 집중하기에 적절한 조도와 색온도가 조절		5200K	830lx
12:00 ~ 13:00	-	남아있는 사람의 자리만 점등되고 주변조도는 낮아짐		4900K	본인 자리
					680lx
13:00 ~ 18:00	컴퓨터 (문서, 설계)	문서와 설계 작업 시 VDT를 고려한 모드로 설정 (컴퓨터 작업 시 눈부심 저하를 위하여 디밍 장치를 통해 전반조명 혹은 국부조명의 조명이 조절됨)		4900K	3M 부터 20% 이상
					680lx

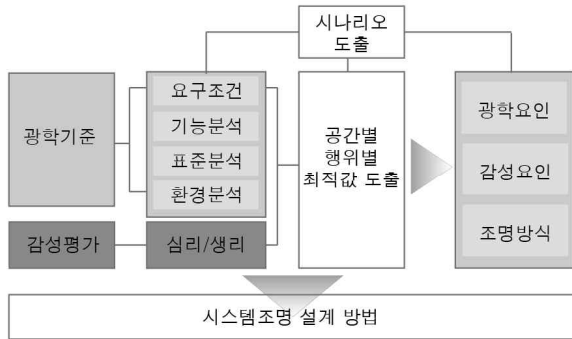
사용자의 요구조건을 바탕으로 공간별, 행위별 분석된 예상 시나리오에 선호하는 조명방식과 광학·감성 물리량 지표를 적용하여 통합시나리오를 구성하였다. <표 12> 통합시나리오는 사무실의 일부 행위를 예로 보여준 것이다.

## 4. 시스템조명 설계가이드

<표 13> 사용자 맞춤형 시스템조명 (광학·감성 통합지표)

공간	행위	조명환경제어여부									
		조도(lx)		글레어 UGR	연색성 Ra	색온도 (K)	균제도 (Uo)	제어방식 (Type)	제어(변환)속도 (초)	조명방식	시스템
		수평면조도	연직면조도								
사무실	읽기, 쓰기 설계 (Paper)	830	-	19	80	5200	0.6 / 0.7	log	5	직접	SYSTEM 1
	컴퓨터	680	-	19	80	4900	0.6	log	5	직간접	SYSTEM 2
회의실	법 회의	40	-	19	80	4400	-	log	5	간접	SYSTEM 3
	회의	770	-	19	80	4000	0.6	log	5	직간접	SYSTEM 4
	판서	610	-	19	80	4000	0.7	log	5	직접	SYSTEM 5
휴게실	휴식	100	-	22	80	2700	0.4	log	5	간접	SYSTEM 6
	독서	570	-	19	80	3500	0.7	log	5	직간접/건축화	SYSTEM 7
	대화	620	-	22	80	3100	0.6	log	5	직간접/건축화	SYSTEM 8
	다과	470	-	22	80	3000	0.4	log	5	직간접/건축화	SYSTEM 9

<표 13>은 <표 7>사무공간 조명환경 요소의 체계화를 바탕으로, 시각효과를 위한 사용자 맞춤형 시스템조명의 통합지표이다. 글레어, 연색성, 균제도는 관련 표준 수준을 적용하였으며 조도, 색온도, 제어방식, 제어속도, 조명방식은 실험평가를 바탕으로 설정된 물리량이다. 각각의 설계요소는 시스템화 되어 설계자 및 사용자가 공간과 행위에 따라 인체 적합한 감성 통합 평가 지표를 선택하여 사용할 수 있다. 시스템화 된 지표는 시스템조명의 SCENE 또는 MODE로 조명기구의 콘텐츠 요소로 활용 가능하다.



<그림 11> 시스템조명 설계방법

시스템조명의 설계방법은 사용자의 요구를 반영하여 작업별 행위를 세분화하여 작업특성에 맞게 조명환경이 고려하였다는 점이 특징이다. 또한 조닝과 개별적인 국부조명을 사용함으로써 필요한 작업의 조명 양만큼 조절되어 에너지 절감 또한 높일 수 있을 것이라 본다.

예상 시나리오 적용 방법은 행위에 의해 제안되는 목적을 강조하다 보면 시스템의 특징적인 구성요소에 치우칠 수 있다는 단점이 있으므로 설계 시 주의가 필요하다. 따라서 <표 13>은 일반화한 광학·감성 통합 물리량으로서 수요자와 개발자가 통합된 개발 지표를 쉽게 적용할 수 있도록 개발된 통합지표이다.

## 5. 결론

IT기술과 LED조명과의 결합을 통해 사용자 요구 환경에 부합되는 콘텐츠가 실시간 제공되는 시스템조명의 개발로, 다양한 사용자의 요구사항과 공간의 사용목적, 행위에 따라 다각도로 만족할 수 있는 시스템조명 디자인 방법에 대한 연구이다.

이에 따라 사용목적과 요구사항에 대한 정확한 지표 도출을 위해 ELI 지표를 사용하여 조명의 인체공학 평가지표로 사용자의 요구사항을 정량적으로 개념화할 수 있는 방법을 고찰하였다. 또한 요구사항에 대한 설문조사 방법을 사용하여 현재 조명상황을 평가하고, 요구되는 조명 환경, 기능, 광학요소를 제시하였다.

개인적 매개변수인 성별과 연령에서는 유의한 차이를 보이지 않아 사무공간에서는 개인적인 성향과 라이프스타일에 대한 반응은 이루어지지 않았으나, 작업의 종류와 시대상제, 환경적인 영향에는 유의수준으로 나타나 시나리오 구성요소의 스토리 단계에 적용하였다.

또한, 조명계획에 있어서 계획하고자 하는 시환경을 적절하게 설계하였을 때 조명환경의 질과 사용자의 시각적 만족감을 높일 수 있으므로, 광학요인의 시각적 효과를 체계적으로 분류하여 고찰하였다.

가장 기본적이면서 필수적인 부분인 광학물리량은 빛의 수행 기능의 정량적인 값으로 국내외 표준과 평가실험으로 도출된 수준을 제시하였으며, 공간별, 행위별, 감성요인별로 세부적으로 통합 지표화 하여 사용자의 생리·심리 만족도를 높인 광학·감성 지표를 도출하였다. 사용자는 통합화된 지표가 저장된 시스템을 선택하고, 사용목적에 따라 디밍 및 컨트롤하여 시스템조명 설계 솔루션으로 유연하게 적용하여야 할 것이다.

시스템조명 설계방법에 있어서는 무엇을 위한 디자인이고, 어떤 디자인 방법이 필요할 것인지, 디자인 개발 관리를 위한 디자인 방법의 범위를 확장하였다. 즉 시나리오를 통해서 기능 중심 디자인에서 목적 중심의 디자인



인으로 진화시켰다. 이에 따라 공간 조명설계와 기구 개발 단계상의 컨셉 디자인과 평가방법에 함께 기여하여 분석과 종합의 과정을 동시에 고려하여 제안할 수 있도록 하였다.

<표 13>사용자 맞춤형 시스템조명 가이드 지표는 현장 검증하여, 향후 최적의 시스템조명 환경으로 콘텐츠 개발과 설계 가이드라인에 적용 가능할 것으로 본다.

따라서 본 논문은 사용자 맞춤형 가이드라인 제시를 위해 요구조건과 시나리오를 통합한 광학·감성평가 및 설계방법을 모색하였으며, 시스템조명 환경의 질과 사용자의 감성만족도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 조계술 외, 조명핸드북, 2판, 성인당, 일본, 2010
2. <http://www.zumtobel.com/com-en/office.html>
3. Zumtobel, The Lighting Handbook, 2013
4. 실내조명기준 KS, A 3011:2011
5. Lighting of indoor work places, ISO 8995:2002
6. Lighting of work places, BS EN 12461-1:2011
7. McGregor, D., The Human Side of the Enterprise, McGraw-Hill, New York, 1960
8. 김지이, 국내 사무공간의 공용공간에 나타난 감성적 표현 특성에 관한 연구, 건국대학교, 2007
9. 최현진, 체계적인 디자인 수립을 위한 연구, 이화여자대학교, 2005

[논문접수 : 2014. 10. 31]

[1차 심사 : 2014. 12. 08]

[게재확정 : 2014. 12. 12]