

반도체 조명 표준화 동향

2008. 4. 24

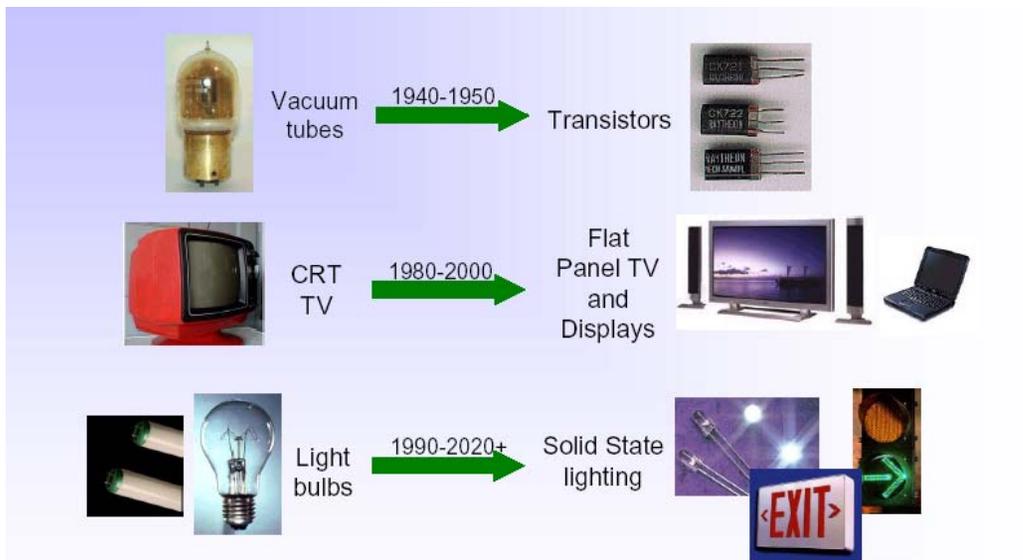
한국광기술원 책임연구원

조 용 익

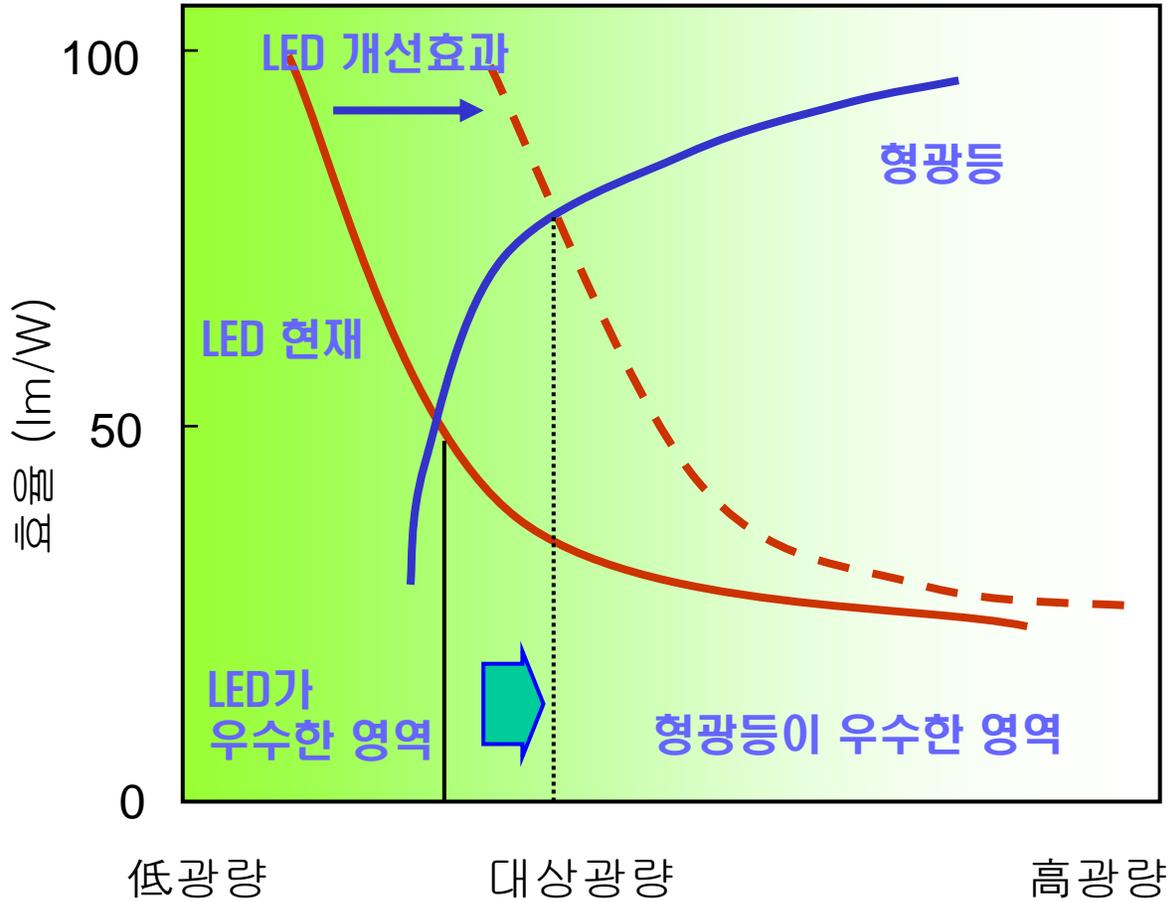
- 1 반도체조명 정의
- 2 반도체조명 시범 보급 사례
- 3 국내외 표준화 동향

조명의 새로운 시대 개척

→ 21세기의 새로운 광원 → LED (Light Emitting Diode)



기존광원과 LED 비교



반도체조명 정의

▶ 반도체조명 (Solid-State Lighting)이란 ?

- LED가 발생하는 가시광선 또는 비가시광선의 빛을 이용한 각종의 일반 또는 특수조명

광원구분	조명구분	반도체조명 응용분야
가시광선	일반조명	사무실, 아파트, 단독주택의 각종 할로겐등, 백열등, 형광등 대체조명
	도시조명	도로, 다리, 건축물, 공항, 운동장, 터널, 정류장
	심리조명	호텔, 리조트, 레스토랑, 클럽, 전시장, 상가, 테마파크, 카지노, 백화점, 심신단련장
	경관조명	실내 및 실외의 직간접 조명, 산책로 유도등
	안전/보안	공장, 회사, 관공서, 지하철, 비상대피유도등, 차선유도등
	생활가전	휴대전화, LCD BLU, PDA, Navigator, 냉장고, 휴대전등, 비상등, 카메라섬광등, 가시광통신, 산업기기조명, 정밀측정, 프로젝션디스플레이, 각종기기용 RGB광원
	광고조명	사인광고, 채널레터, 정보전광판
	수송기기	자동차, 기차, 버스, 선박, 항공기 등의 실내외등, 전조등
	교육정보	박물관, 갤러리, 교육장, TV, 영화, 무대, 과학, 예술, 레저, LED Video Screen
	의료조명	당뇨●혈류진단, 건강정보전달, 수술조명, 병실조명, 내시경, 치과치료
	농업조명	식물성장촉진, 도시농업
해양수산	집어등, 항로표지등, 등대, 도서벽지 무전원가로등, 양식장표시등	
자외선	의료/환경조명	살균, 소독, 탈취, UV Curing
적외선	정보가전	리모콘, 열발생기, 안과열치료기

반도체조명 적용 사례

Gate Zone(門)

● 구간: 광산IC일대(지하도까지)
광산입원전체화단의 진입로 구간이며, 빛으로의 시적 이미지조성.

Relax Zone(安)

● 구간: 지하차도 출구-광주과학기술원 정문
이코트 및 학교 앞입자역, 편안함과, 쾌적한 이미지조성.

Enjoy Zone(樂)

● 구간: 광주과학기술원 정문-한국전자통신연구원
공원시설로 여가 및 휴식의 공간, 테마파크를 느낄수 있는 즐거운 이미지조성.

Techno Zone(尖)

● 구간: 한국전자통신연구원-한국광기술원
연구지원 및 생산지원 시설, 첨단 광산업 이미지조성.

Map Labels: 광주과학기술원, 한국토지개발공사, 엠크코리아, 한국광기술원, 실업인력공단, 한국전자통신연구원, 광주디자인센터, 생암공원, 프르지오아파트, 권인5차아파트, 선경1차아파트, 동아중학교, 일계중학교, 광산IC.

(자료: 한국광산업진흥회)

조례제정

- 2000/2001년 California 에너지 위기 이후 에너지 절감 필요성 인식
- 건물은 전기 소비의 주요 대상

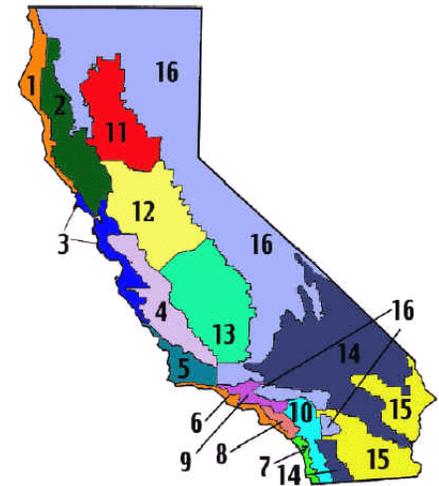
California 건물 에너지 효율 규격: Title 24 (2005.10 적용)

- 신축 주택 조명의 50%이상은 고효율 조명을 사용해야 함

- ▶ 효율이 40 lm/W (600 lumens) 조명기구 사용
- ▶ 백열등 또는 할로겐등은 배제
- ▶ CFL 또는 LED만을 한정

위험성 폐기물의 불법 처분 : Title 22 (2006.2 적용)

- ▶ 형광램프를 위험성 폐기물로 취급 (형광램프의 수는)
- ▶ 1년 징역 및 \$100,000 벌금



California Climate Zone

보급 추진

- Energy Star Program
- 일반, 주거, 상업, 산업, 실외조명이 대상

에너지 수급 구조개혁 촉진 稅制 改定 : 일본



改定 개요

에너지 소비의 증가가 큰 업무용으로 이용되는 **고효율 에너지절약 설비**나 신에너지로서 향후 이용 확대가 기대되는 바이오 메스 이용 설비 등을 추가하여 2년간 연장한다.

설비 취득가격의 30% 특별변상 (중소기업에 대해서는 취득가격의 7% 세금공제)

<신규설비>

업무용 설비: [조명] LED 조명장치

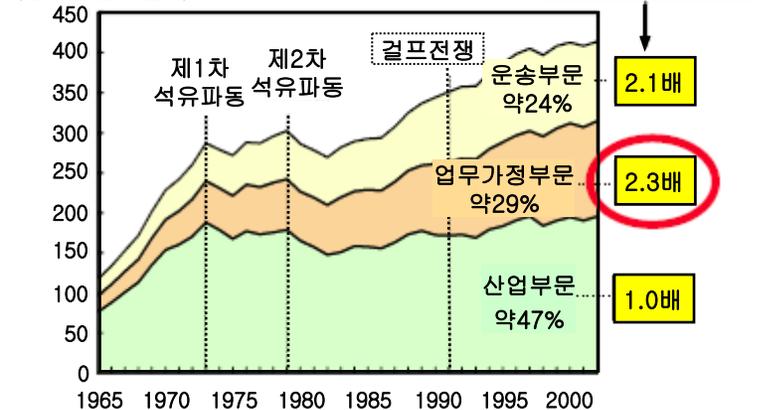
[공조] 고효율공조설비

[단열] 고단열창 유리

신에너지 설비: 목질 바이오 메스 발전설비

바이오 에탄올 제조설비 등

(원유환산백만키)

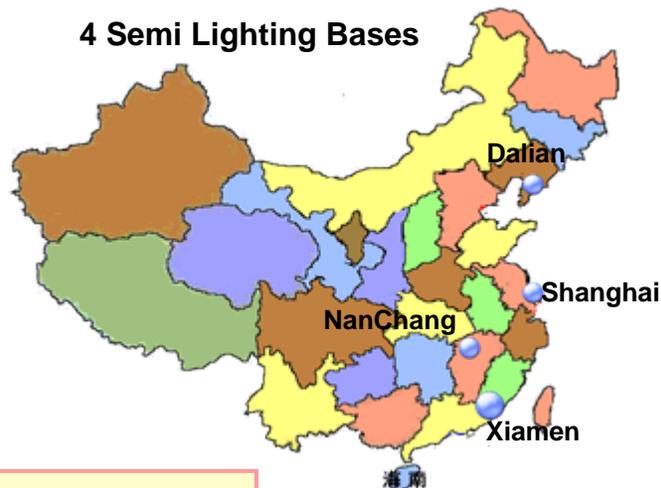


보급 추진

24시간 편의점, 주유소 간판, 동경내 주요도로를 LED로 교체 추진

• 중국의 에너지절약 전략

- ▶ 2004년 총전력 소비량: 2000 Gwhr
- ▶ 조명용 소비량: 220 GWhr/yr (총전력량의 12%)
 - : 2010년 300 GWhr/yr로 증가 예상
 - : **LED사용으로 50% 에너지 절약(2010년)**



City Decorations

- 2004: 도시조명과 illumination을 위한 에너지 절약
 - 1992: 「도시 및 도로 조명 조례」
 - ▶ 경제적, 효율적, 친환경, 건강
 - ▶ **고효율 조명장치의 규격화**
 - ▶ 도시조명과 decoration 종합적인 계획
 - ▶ 건물과 도시조명과의 조화

▶ 정의

- 에너지 절감 및 환경보호를 위해 도시 기반시설에 LED조명 기술을 접목하기 위한 정부와 산업체간 공동체 형성

▶ 참여지역 (3개지역)

- Raleigh (North carolina, USA)
- Toronto (Ontario, Canada)
- Ann Arbor (Michigan, USA)

▶ 참여회사 : Cree, Amtech, Beta LED 등 6개사

▶ 적용분야

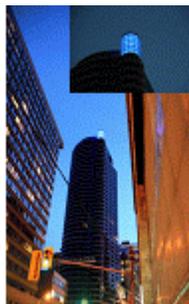
- 주차장, 도로조명, 경관조명, 실내조명, 휴대용 조명 등

▶ 적용분야

- 가로등, 경관조명, 실내조명

▶ 주요사업 내용

- 토론토 전시관내 16개 LED 가로등 : 도시 16만개 가로등 교체
- CN Tower 광색변환 LED 조명 : 60% 전기료 절감
- 44층 콘도미늄 (Palace Pier) 1,300개 4W MR 16 LED 램프
: 4만불/년 전기료 절감, 110톤 온실가스 방출 감소



▶ 적용분야

- 가로등 (Cree LED 사용)

▶ 주요사업 내용

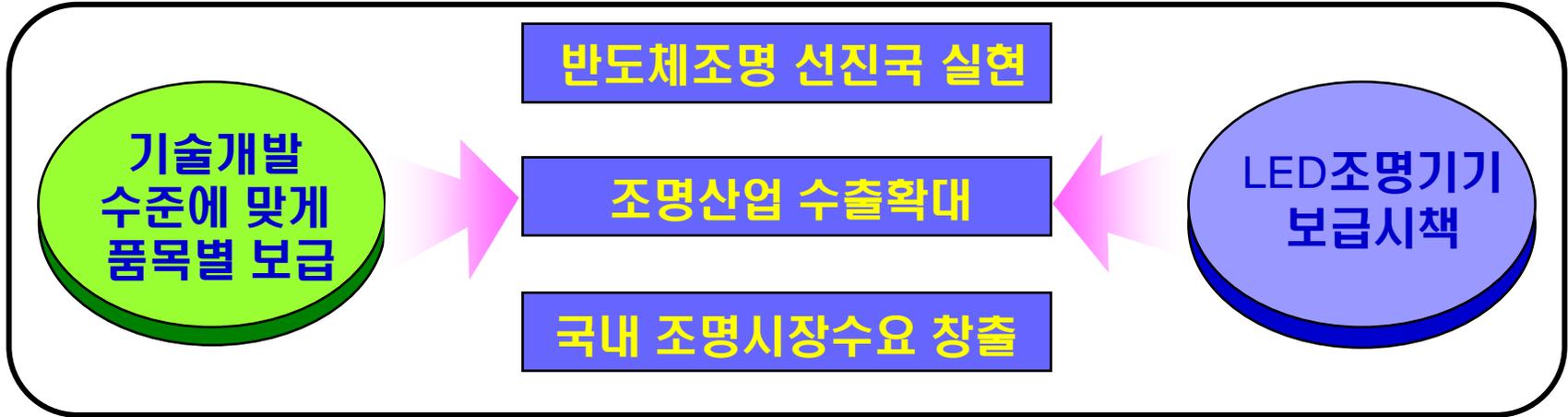
- 약 1,000개 이상 LED 가로등 교체 (120W → 56W)

▶ 주요성과

- 연간 2,200톤 온실가스 방출감소, 50% 에너지 절감

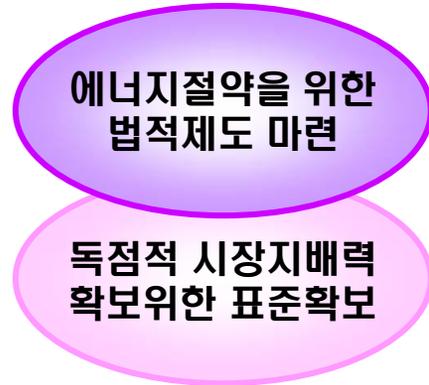
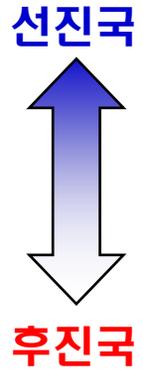
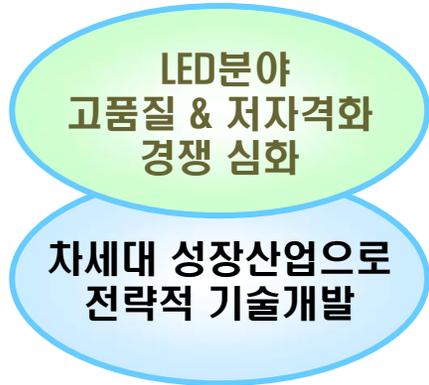


LED조명 15/30 프로젝트 배경

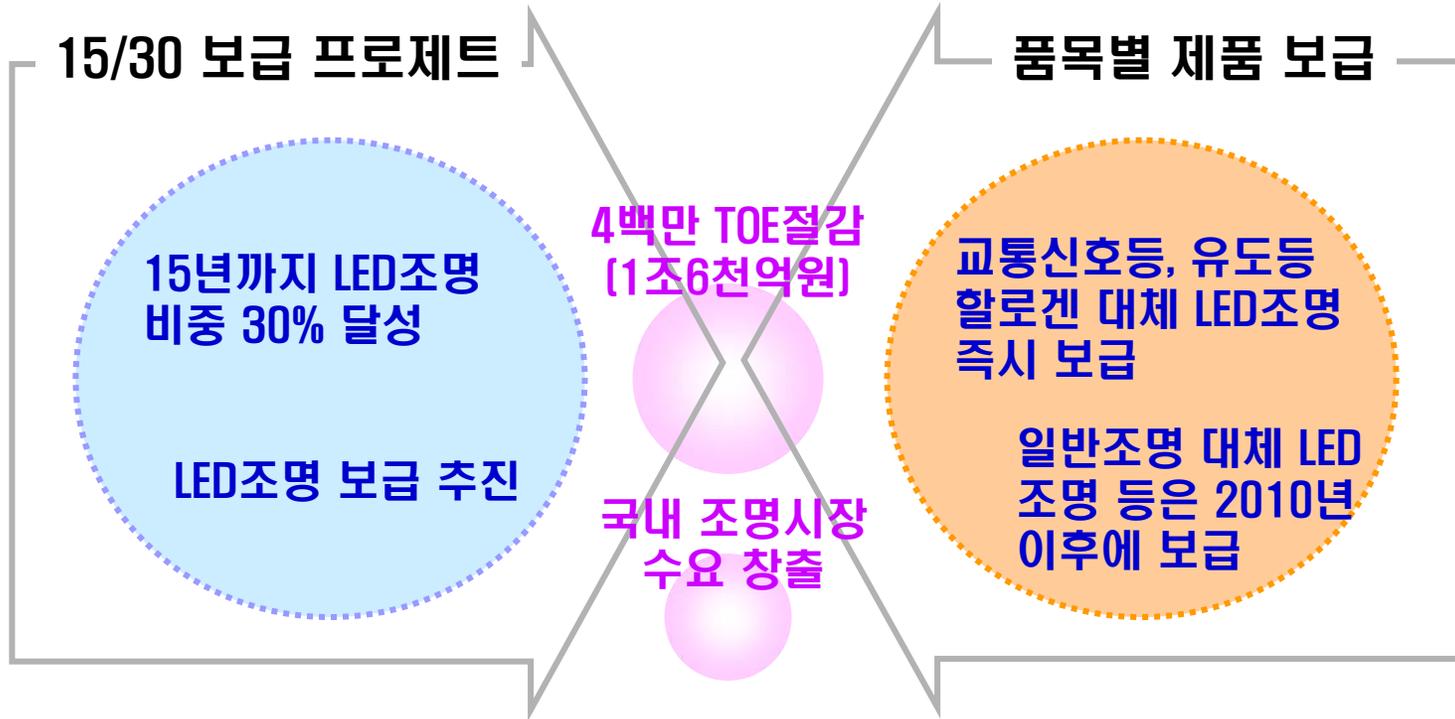


세계시장 선점할 원천기술 부족

국가적차원 반도체조명 보급시급



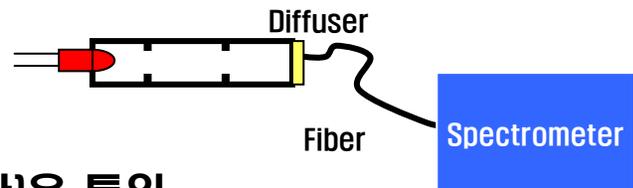
LED조명 보급추진 기본방향



구분	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
시장보급율(%)	0.4	1.2	2.0	3.5	7.0	15.0	20.0	25.0	30.0
에너지절감액(억 원)	174	547	946	1,706	3,499	7,654	10,391	13,184	16,021

각 국의 광학특성 비교속련도 결과

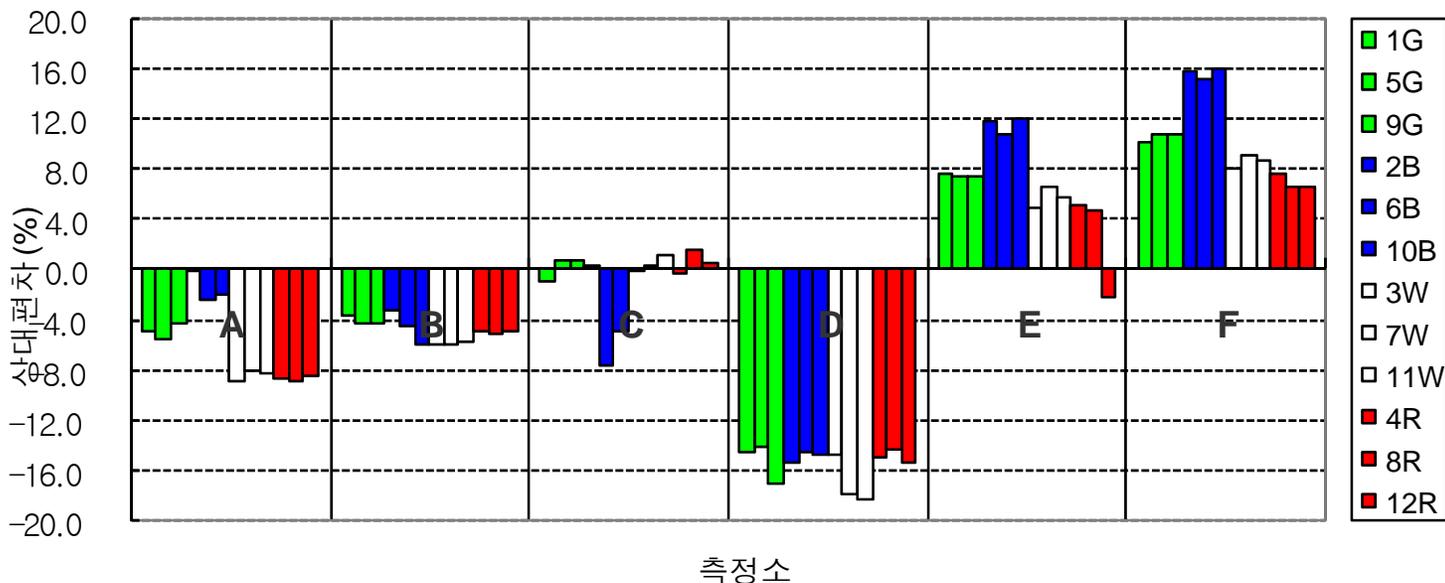
- 측정기관 보유 장비이용
- 동일 샘플을 이용
- 측정조건 (작동전류, 측정거리, 측정시간)은 동일



Sample	일본		대만		한국	
	광도 (cd)	광속 (lm)	광도 (cd)	광속 (lm)	광도 (cd)	광속 (lm)
Red	38 %	23 %	38 %	90 %	108 %	103 %
Green	56 %	16 %	110 %	160 %	110 %	100 %
Blue	74 %	43 %	25 %	85 %	104 %	108 %

- 일본 → 2차 비교속련도 에서 오차 3%로 줄임 (표준 LED 사용)
- 한국 → 2차 비교속련도 에서 오차 15%로 줄임 (CRM LED 사용)

KRISS 값 대비 편차 (환산값)



- LED CRM의 도움으로 신뢰성있는 RRT의 수행이 가능하게 됨.
- 모든 측정소를 현장 방문하여 RRT 측정을 수행함으로써, 1:1 측정 컨설팅.
- RRT 결과로, 각각의 측정소가 안고 있는 문제점을 정량적으로 파악함.
- 보고서를 통해 각 측정소의 일치도 향상을 맞춤 조언함.
- 결과로 최대 16%에 달하는 **측정편차는 4% 이내**가 될 것으로 기대됨.

고출력 LED 측정값 비교

제조사	측정값	Data Sheet
	Luminous Flux [lm]	Luminous Flux [lm]
A	38	52
B	40	45
C	33	27
D	37	52
E	39	51
F	50	55
G	33	40
H	29	35
I	57	70
J	41	40
K	19	53
L	26	45
M	29	43
N	33	39

▶ 측정방법

: 샘플 위치

▶ 측정조건

: 시간, 온도, 지그, 장비크기

▶ 측정환경

: 주변온도

@25°C ambient temperature

- 10 min aging
- MCPCB(20mmx20mm)
- used by 20 inch integrating sphere

Pilot Round Test Partial Results

Photometrics based on LM-79 for Complete luminaires 25°C ambient temperature	Light Output (lm)	Luminaire Efficacy (lm/W)	Correlated Color Temperature (K)	Color Rendering Index
CPTP 06-01 Downlight (manufacturer published, luminous efficacy=40lm/W)	193	12.82	3012	70
CPTP 06-02 Under cabinet Light (manufacturer published, luminous efficacy=55lm/W)	166	16.07		
CPTP 06-03 Downlight (manufacturer published, luminous efficacy=45lm/W)	298	19.3	2724	67.3
CPTP 06-04 Task Light (manufacturer published, luminous efficacy=36lm/W)	114	11.6		

- 제조사 측정값과 실제 측정값의 차이가 심함

TC No.	Title
TC2-46	CIE/ISO standards on LED intensity measurements
TC2-50	Measurement of the optical properties of LED clusters and array
TC2-58	Measurement of LED radiance and luminance
R2-36	Measurement requirements for solid state light sources

- IEC 62031 Safety standard for LED modules - 34A/1237/FDIS
- IEC 62560 Safety standard for self-ballasted LED lamps- 34A/1232/NP
- Performance standard for self-ballasted LED lamps - PRESCO(RTK)075
- IEC TS 62504 Terms and definitions for LEDs and LED modules in
general lighting- 34A/1212/NP
- LED retrofit lamps > 50V (safety) - NP

- ▶ 등기구 일반요구사항 및 시험
- ▶ LED 모듈용 커넥터 일반요구사항
- ▶ LED 모듈용 DC/AC 전원 전자 구동장치 개별 요구사항
- ▶ 일반 조명용 LED 모듈 안전 요구사항
- ▶ LED 모듈용 DC/AC 전원 제어장치 성능 요구사항
- ▶ 램프와 램프장치의 광생물학적 안전성

국내 LED 표준화 경위

현황 파악

- ◆ **LED 표준화 포럼** (03.12 ~ 05.12, 한국표준협회)
 - 국내 최초 LED 표준화 활동 전개
 - LED 포럼 창립 및 운영
 - LED 측정기술 향상을 위한 비교속련도 실시
 - 한국조명위원회 Division2 위원회 구성

LED 표준화 활동 활성화

필요성

- ◆ **LED 표준화 컨소시엄** (05.12 ~ 06.11, 산업자원부)
 - LED/반도체조명 성능평가법 개발
 - LED 표준물질 (CRM) 개발 및 보급
 - LED/반도체조명 지침서 작성
 - 국제조명위원회 (CIE) 기술위원회 활동

표준화 기반 조성

시급성

- ◆ **LED 표준화** (07.11 ~ 12.10, 산업자원부)
 - 반도체조명제품 한국산업규격 작성
 - 우수 국산기술의 국제표준화 추진
 - 보급을 저해하는 조명관련 법규 제·개정
 - 수요창출을 위한 시범사업 제안

보급 및 수요창출

- 다양한 종류의 LED 제품이 시판되고 있으나 **규격, 인증 부재**로 제품의 보급 확대 곤란
 - 백열전구 대체용 LED램프, 문자형간판 등 제품개발을 완료하여도 규격이 없기 때문에 보급에 지장
 - 국외 저가 LED 제품의 대량 유입으로 국내 관련 업체의 경쟁력 약화
 - LED산업의 국제경쟁력 확보와 반도체조명시장 진입이 곤란
- 차세대 조명 시장 선점을 달성하기 위해 'LED 조명 15/30 보급 프로젝트'와 연계하여 보급 및 수요창출을 위한 **장기적인 표준화 지원이 필요**
 - LED 기기별 보급 시나리오에 준하여 대상 제품의 규격 작성 및 인증 시스템 구축이 필요
- 에너지 절감 산업이자 친환경 산업인 반도체조명산업의 **기반기술 확보 및 보급**을 위한 반도체조명 표준화 구축이 시급
 - 일반조명을 반도체조명으로 대체 시 국내 2010년 1.4조원/년, 원유수입 7% 절감

● 목표

반도체조명 선진국 진입을 위한 LED 표준화 확립

● 미션

- 반도체조명제품 보급 활성화로 시장수요 창출
- LED 장점을 극대화 할 수 있는 반도체조명 기술기준 작성
- 우수 국산기술의 국제표준 제안을 위한 LED 국제표준화 선도

● 개발

- 반도체조명제품 성능 시험법 개발 및 측정일치도 향상
- 반도체조명제품 규격작성 및 제품별 인증체계 구축
- LED 보급을 저해하는 전근대적 조명관련 제반법규 선진화

'20년 반도체조명사회를 완성한다는 로드맵을 따라 반도체조명시장으로 전환

반도체조명 수요 가시화

- ▶ 세계적 LED 보급률 1% 내외
- ▶ 국내: '15년 15조원, 세계: '15년 1천억 불
- ▶ 조명 30% 교체: 1조4천억원 에너지 절감

독점적 시장 지배력 확보

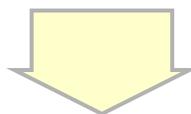
- ▶ 미국: Energy Star Program (DOE 지원)
- ▶ 일본: LED조명추진위원회
- ▶ 한국: 15/30 보급 프로젝트

LED/제품 측정값 오차

- ▶ 반도체조명제품 효율값: 60~70% 오차(DOE)
: Energy Star Program 실시
- ▶ 광도 및 광속값: 100% 오차(LED 표준화포럼)
: 표준화컨소시엄 사업에서 15%로 줄임
- ▶ 측정값 오차로 LED 제품 신뢰성 문제 제기

반도체조명 국제표준화

- ▶ 국제전기기술위원회 (IEC)
: TC34에서 규격 작성 또는 검토 중
- ▶ 국제조명위원회(CIE)
: LED Array, 반도체조명 규격 작성 중
- ▶ Strategies in Light
: 2008년 부터 SSL Workshop 개최



반도체조명시장 선점을 위한 표준화 확립

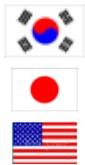
- 반도체조명제품 및 제품을 구성하는 LED 패키지, 모듈의 성능 평가법 및 규격 작성
- 반도체조명제품 시장성과 광원효율을 고려하여 표준화 대상 및 시기 선정
 - 단계별 요소기술의 영향을 받기 때문에 주요 인자 성능을 평가할 수 있는 방법 개발
 - 반도체조명제품 용도에 따른 기술기준 및 규격 작성
 - 시장수요가 시급히 요구되는 반도체조명제품은 우선적으로 표준화를 진행



반도체조명 표준화 추진

新 고유가시대에 대응한 에너지 절약과 국내 LED조명 기술개발 수준에 맞게
 품목별 LED 조명 보급활성화로 2015년까지 LED 조명비중 30% 달성을 목표로 추진

국내외배경



주요표준화대상제품

- 백색LED개발
- 일반조명 광원효율
- 조명제품 상용화
- 표준화 대상



공통대책

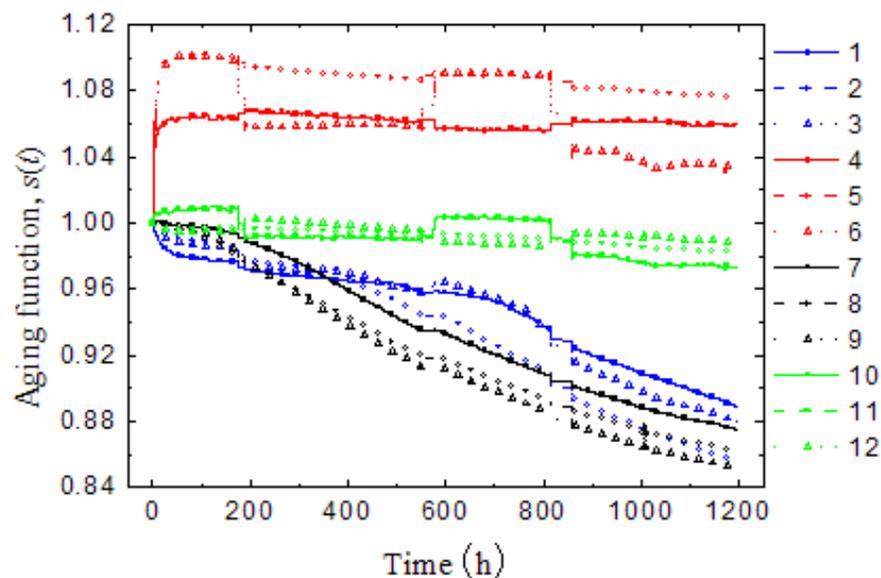
- 사업자 지원 보조금에 따른 초기수요 창출 (고효율기자재 보조금 도입)
- 에너지절약 투자 사업 가치평가의 정리·활용
- 표준화·규격화로 국제경쟁력의 향상

연차별 규격제정

2008	2009	2010	2011	2012
<ul style="list-style-type: none"> •Par type 백색 조명기기 	<ul style="list-style-type: none"> •LED 가로등 •조명용 LED 광학특성 측정 	<ul style="list-style-type: none"> •LED 형광등 •발광다이오드 열저항 측정 •LED 물성 데이터 •LED 측정시스템 교정 및 시험 	<ul style="list-style-type: none"> •국부조명용 광색가변형 조명기기 	<ul style="list-style-type: none"> •고광도 LED 투광기 •일반조명용 LED 램프 •LED 휘도 안정성 •LED 전광판 •LED 헤드라이트 열특성 평가
<ul style="list-style-type: none"> •조명용 백색 LED 모듈 안전성 •UV LED가 피부에 미치는 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •반도체조명신뢰성 기준 •LED 문자형 간판 •LED 표준광원 제작 •자동차용 LED 헤드라이트 성능평가 •자동차용 LED 헤드라이트 안전평가 •실내조명의 글레어 제한 규정 •Blue LED가 피부에 미치는 평가 •조명용 LED모듈 요구사항 	<ul style="list-style-type: none"> •자동차용 LED 헤드라이트 가속수명시험 •LED 재실감지 •고출력 LED 신뢰성 기준 •LED 측정 현장 지침서 •스텐드용 LED 조명기구 	<ul style="list-style-type: none"> •LED 휘도시험 •LED 보안등 •LED 헤드라이트 신뢰성 평가 •실내조명 기준 •패키지 물성 데이터 	<ul style="list-style-type: none"> •KS 규격 제정 •KS 규격 신청 •단체규격제정
<p>IEC/TC34 NP</p>	<p>IEC/TC34 WD</p> <p>CIE Div.2 NP</p> <p>IEC/TC34 NP</p>	<p>•Red LED가 피부에 미치는 평가</p> <p>IEC/TC34 WD</p> <p>CIE Div.2 NP</p>	<p>•옥외조명의 글레어 제한 규정</p> <p>IEC/TC34 CD</p> <p>Draft TC</p>	<p>IEC/TC34 CD</p> <p>Draft TC</p>

12종 LED의 노화 함수

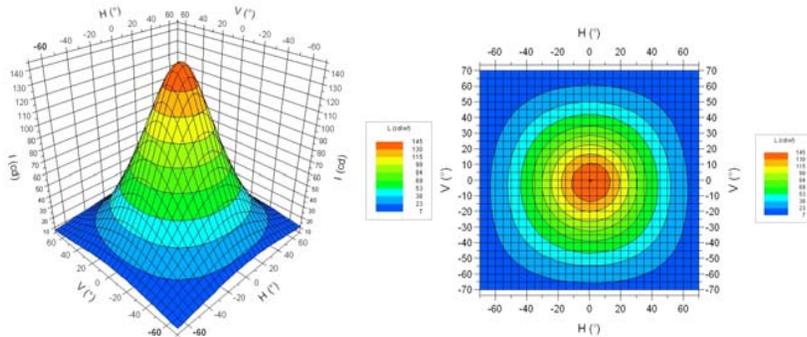
CRM LED 세트



LED Down Light Bulb



Commercial Product

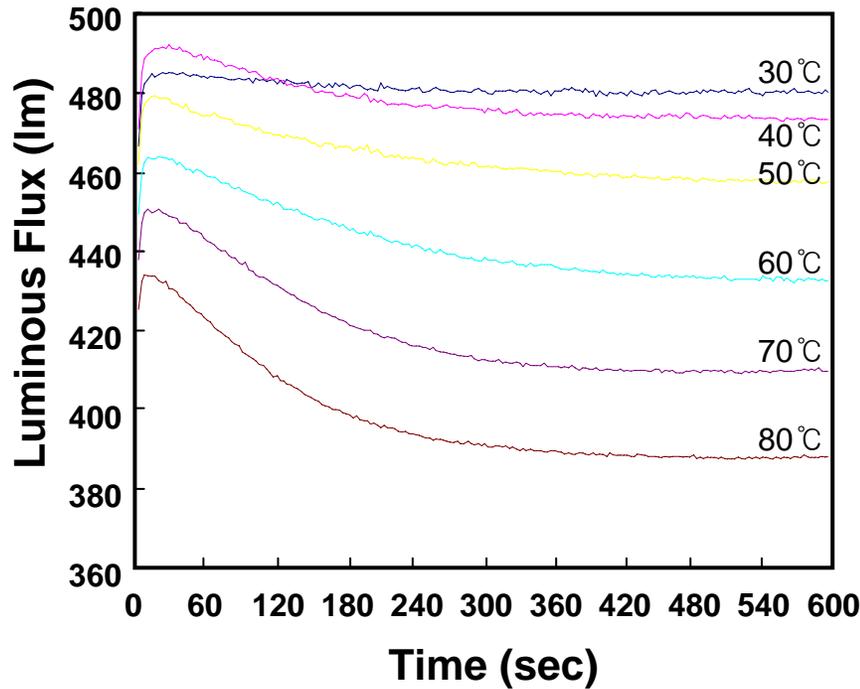


- Power
- Luminous Flux
- Color Rendering Index
- Lifetime
- Safety (moisture resistance and insulation, resistance for heat, over power test)
- Inspection
- Marking

LED Channel Letter

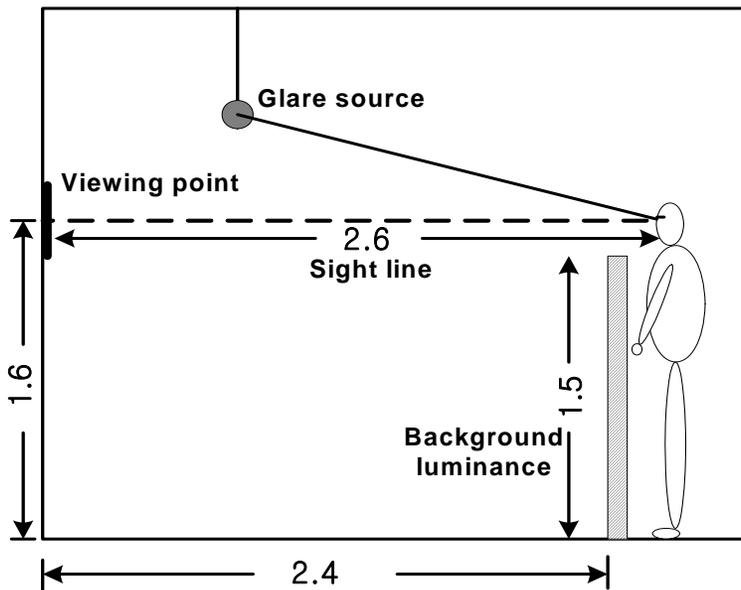


- Luminous intensity
- Chromaticity
- Luminance
- View angle
- Distribution of luminous intensity
- Intensity-efficiency (cd/W)

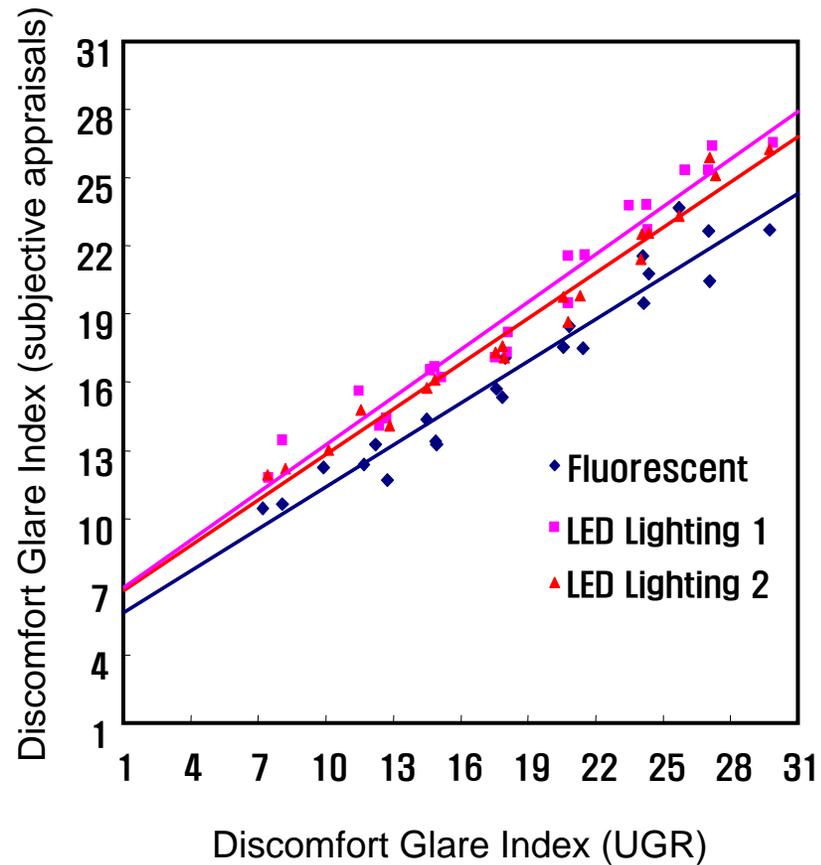


- ▶ Testing of commercially available LED products
- ▶ Purpose
 - Provide objective performance information to public
 - Test procedure development/refinement

Laboratory



Discomfort Glare Index



- ▶ DOE에서 SSL 표준화를 지원
 - 모든 형태의 일반, 주거, 상업, 산업의 조명이 대상
- ▶ 광원 효율을 기준
- ▶ Category A는 20~35lm/W
- ▶ Category B는 고효율 (70lm/W)
- ▶ '08.9월에 효력 발생



www.netl.doe.gov/ssl/

▶ All Luminaires

- Color Spatial Uniformity : 0.004 on CIE 1946 u'v' diagram
- Color Rendering Index : 75 for indoor
- Warranty : 3 years

▶ Device/Arrays

- Lumen depreciation ($L_{70\%}$):
 - 주거 실내용-25,000 h
 - 주거 실외용-35,000h
 - 상업용-30,000h

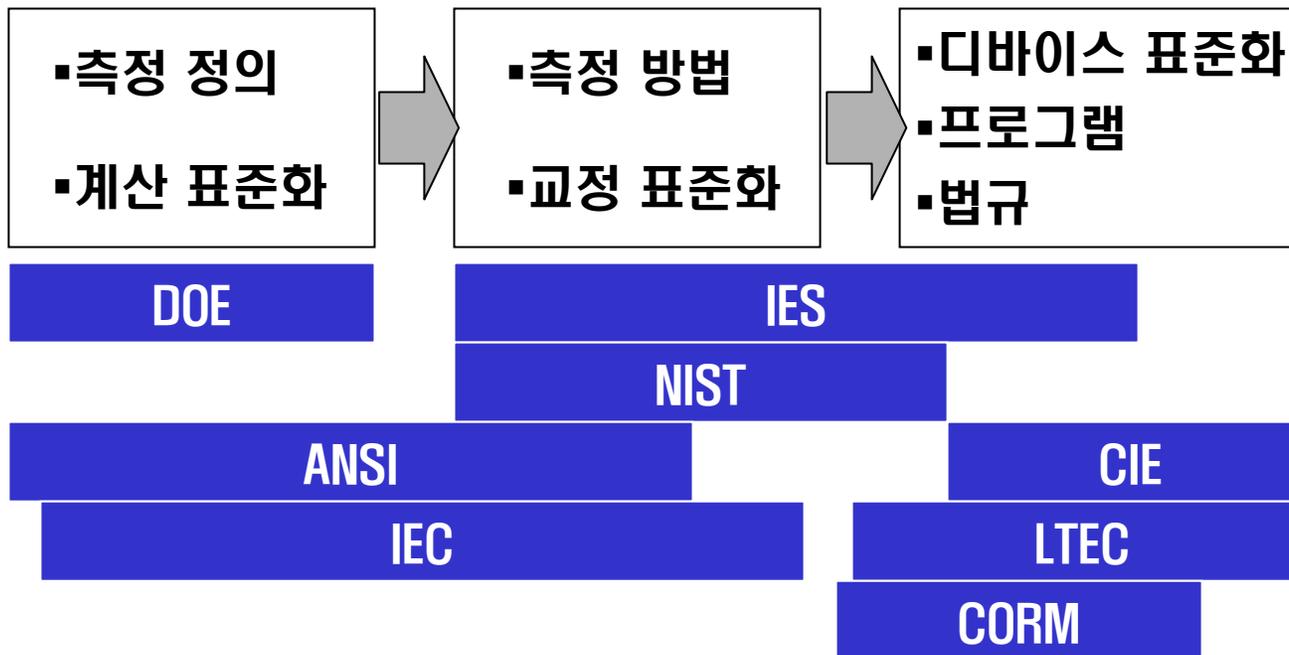
Category A : Near-term Applications

$$\text{Luminaire Efficacy} = \frac{\text{Luminaire light output (fixture efficiency and thermal effects)}}{\text{Luminaire input power}}$$

Niche Application	CFL System Efficacy	Typical Fixture Efficiency	Calculated Luminaire Efficacy
Under cabinet kitchen	58.8	40%	24
Under cabinet shelf mounted task	58.8	50%	29
Portable task	58.8	50%	29
Recessed downlight (residential)	58.8	60%	35
Recessed downlight (commercial)	58.8	60%	35
Outdoor wall mounted porch	58.8	40%	24
Outdoor step	50	40%	20
Outdoor pathway	50	50%	25

- ➔ Chromaticity : ANSI C78.377A
- ➔ Luminous Flux : IESNA LM-79
- ➔ Lumen Depreciation : IESNA LM-80
- ➔ SSL Definitions : IESNA RP-16
- ➔ Photobiological Safety : CIE S009
- ➔ Drivers : C82.xx
- ➔ Colour Quality Scale

DOE 반도체조명 표준화 진행 현황



DOE : Department of Energy

IES : Illuminating Engineering Society

NIST : National Institute of Standards and Technology

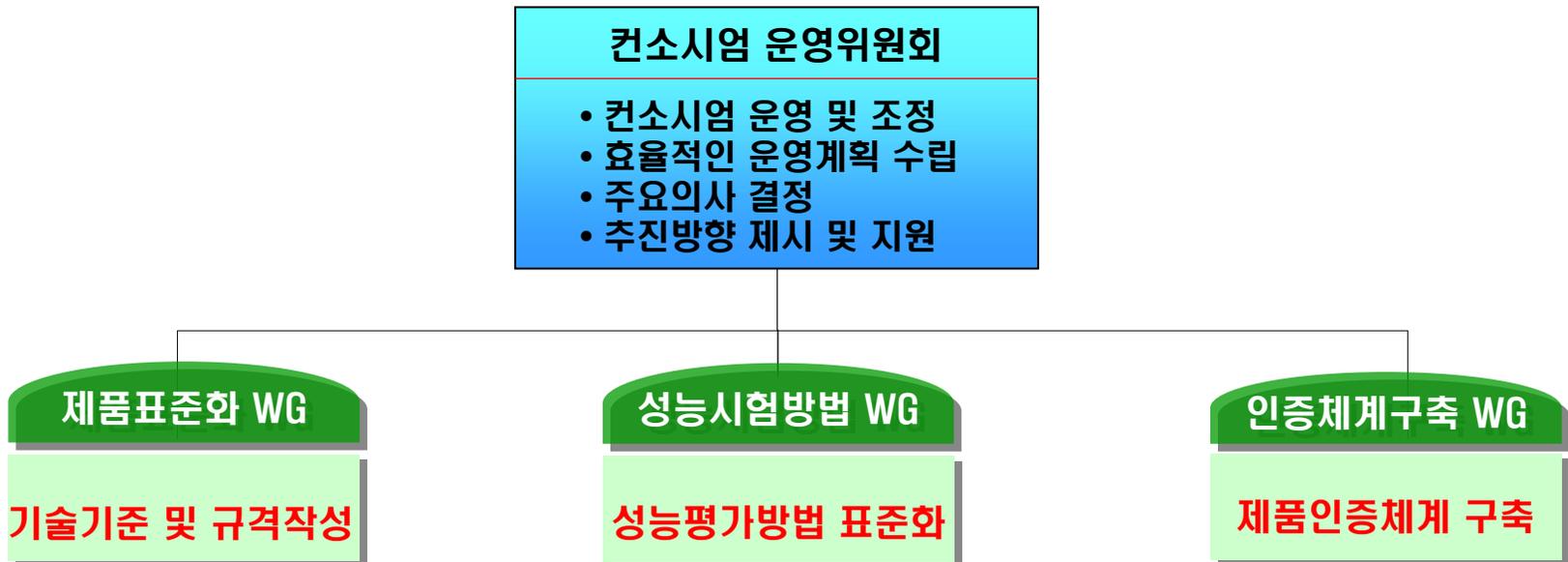
ANSI : American National Standards Institute

CIE : International Commission on Illumination

IEC : International Electrotechnical Commission

반도체조명 분야 국내외 표준화 활동을 통하여 반도체조명제품 규격 작성 및 보급 활성화

- 산업체, 대학, 연구소, 국가기관 등 LED조명 표준화에 기여할 수 있는 전문가로 구성
- 컨소시엄 참여 기업은 WG 활동을 통하여 규격 작성시 충분한 의견 수렴
- 각 WG회의는 매월 정기적으로 개최하여 표준화 작업 내용 검토 및 수정
- 기술표준원과 연계하여 신속한 국내 규격화 추진



규격 작성

- ▶ 규격별 기술기준 검토
- ▶ 제품 규격의 국내 기술수준과의 적합성
- ▶ 연차별 표준화 대상 선정

표준화 활동

- ▶ 국내 우수기술의 국제표준화 추진
- ▶ 국제 표준화 활동 (IEC, CIE 등)
- ▶ LED 전문 위원회 참여

법규 제·개정

- ▶ 제품 보급을 저해하는 관련 법규 선정 및 개선
- ▶ 수요창출을 위한 신규 법규 제정
- ▶ 잠정 규격 및 법규로 시범사업 제안

::: **감사합니다** :::

문의처 : 조 용 익 팀장

한국광기술원 LED 표준·신뢰성팀

전화: 062-605-9360

메일: yicho@kopti.re.kr