

# OLED 조명산업 내 R&D 유망 분야 발굴

정회원 심진보\*, 김유진\*<sup>o</sup>

## The Detection of Promising R&D Fields in OLED Illumination Industry

Jin Bo Sim\*, You Jin Kim\*<sup>o</sup> *Regular Members*

### 요약

본 연구는 OLED 조명산업을 대상으로 직관적 방법론을 이용한 R&D 유망 분야 발굴 연구를 수행했다. 이를 위해 국내 조명산업 전문가 69명을 패널로 구성하여 1개월에 걸친 심층면접 및 설문조사를 진행하였다.

본 연구는 OLED 조명산업을 패널, 패널용 소재/부품, 제조장비, 조명시스템의 4개 분야로 대분류하고, 각 분야별로 핵심기술을 선정하여 총 14개의 R&D 기능분야를 세분류했다. 각 분야별 기술경쟁력을 평가한 결과, 우리나라의 기술경쟁력이 가장 높게 평가된 분야는 OLED 패널 분야로 나타났으며, 반면에 OLED 패널용 소재/부품의 기술경쟁력이 낮은 것으로 평가되어 개선책이 요구된다.

한편, 경제성, 정책부합성, R&D 효과성을 종합적으로 평가하여 7개 R&D 유망 분야를 선정했다. OLED 패널의 4가지 핵심기술인 백색, 투명, 색가변, 플렉시블 OLED 패널 제조 기술이 가장 유망한 분야로 평가되었고, 다음으로 면광원용 유기소재, 기판 소재/부품, 대면적 기판형성 장비가 유망 분야로 평가되었다.

**Key Words** : Promising Technology, Intuitive Method, OLED illumination, OLED Panel, R&D Fields

### ABSTRACT

This study performed a detecting research of promising R&D field utilizing intuitive methodology regarding OLED illumination industry. For this, 69 professionals of the illumination industry in Korea were composed as a panel to hold an in-depth interview and survey for 1 month.

The study classified the OLED illumination industry as 4 fields of panel, material/component for panel, manufacturing equipment, and lighting system, and selected core technology for each field, and divided it into a total of 14 possible fields for R&D. As a result of evaluating the technological competitive power for each field, the field in Korea which received the highest technological competitive power was OLED panel, and contrarily, technological competitive power of material/component for OLED panel showed the lowest, which requires improvement.

Meanwhile, evaluating economical aspect, conformity to policy, and effectiveness of R&D in general, 7 promising R&D fields were selected. The 4 core technologies of OLED panel, which are, white, transparent, color change and flexible OLED manufacturing technology were evaluated as the most promising fields, and next, organic material for surface light source, material/component for substrate and equipment for forming large sized substrate were evaluated as promising fields.

### 1. 서론

기술개발은 기업과 국가의 미래 성장동력 창출을 위한 기초과업이다. 특히, 본격적으로 시장이 형성되

\* 한국전자통신연구원 (jbsim@etri.re.kr, prettyyj@etri.re.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2011-07-287, 접수일자 : 2011년 7월 12일, 최종논문접수일자 : 2011년 11월 4일

기 전에 선도적인 기술을 보유하는 경우 경쟁국 또는 경쟁사에 비해 선점이익(First-mover advantage)을 누릴 수 있기 때문에 선제적인 기술개발은 그 중요성을 더한다. 그러나 실제로 소비자의 수용과 시장확산을 이루어 낼 수 있는 신기술을 개발하는 과정에는 높은 불확실성이 따르기 마련이다. 따라서 한정된 R&D 자원을 어떤 신기술 개발에 투자해야 불확실성을 줄이고, 그 성공확률을 높일 수 있을 것인가라는 질문은 오랫동안 R&D 관련 연구자들의 화두였다. 그래서 1990년대부터는 연구기획단계에서 유망기술 분야를 조기에 탐색하기 위한 방법론에 대한 관심이 높아져 왔다.

지금까지 다양한 유망기술 발굴 방법론이 제안되어 왔는데, 크게는 직관적 방법론, 탐구적 방법론, 규범적 방법론으로 대별할 수 있겠다<sup>1)</sup>. 직관적 방법론은 전문가 지식을 이용하여 유망기술을 발굴하는 기법으로, 브레인스토밍, 전문가 심층면접, 델파이 분석, 교차영향분석 등을 이용한다. 탐구적 방법론은 과거부터 현재까지의 트렌드를 분석하여 미래의 연속적 변화를 예측하는 기법을 말하는데, 상관관계분석, 트렌드 모니터링, 기술계량분석, 성장곡선 분석법 등이 대표적이다. 마지막으로 규범적 방법론은 미래의 요구 등 특정 규범을 설정한 후 현재의 실현가능성을 분석하는 기법으로, 시나리오 분석, 형태학적 기법, 임무흐름도, 시물레이션 등을 이용한다.

기술예측에는 이렇게 다양한 방법론의 이용이 가능하지만, 예측의 목적 및 자원 등에 따라 선택은 달라진다<sup>2)</sup>. 따라서 이상의 방법론 가운데 어떤 방법론이 예측의 정확성을 가장 높일 수 있는가라는 질문에 답하는 것은 곤란하다. 실제 해당 기술이 어떤 산업군에 속해 있는지, 언제 실용화 또는 상용화가 가능한지, 어떤 기술유형에 해당하는지, 어떤 목적으로 유망기술을 발굴하는지에 따라 상황별로 적합한 방법론이 다르기 때문이다. 특히, 관련 산업과 시장이 태동하지 않은 상태에서의 유망기술 발굴은 더욱 난해하다.

이러한 배경 하에서, 본 연구는 OLED 조명산업에서의 유망기술 분야 발굴을 위한 연구를 수행하였다. OLED 조명은 OLED 디스플레이와는 달리 현재까지 시장이 제대로 형성되지 못한 상태에서 관련 기술개발이 진행되고 있는 산업분야다. 즉, 소비자들은 관련 제품을 접해본 경험이 없기 때문에 스스로 필요성과 수용의도를 판단하기 어려운 반면에 전문가들은 관련 기술의 연구개발 상황에 대해 어느 정도 지식을 가지고 있는 상황인 것이다. 따라서 본 연구는 OLED 조명산업 내에서의 유망기술 분야 발굴에 있어 직관적

방법론을 이용하는 것이 적합하다는 판단 하에, 국내 조명산업 전문가들을 패널로 구성하여 브레인스토밍, 심층면접, 설문조사를 수행하고자 한다.

본 연구의 목적을 보다 상세하게 서술하자면 다음과 같다. 첫째, OLED 조명산업의 현황과 성장가능성을 살펴보겠다. 둘째, OLED 조명 분야의 국내 기술경쟁력을 현시점에서 명확하게 재평가하여 강·약점을 분석하겠다. 셋째, 합리적 프로세스를 통해 OLED 조명 분야에서의 R&D 유망 분야를 발굴하고자 한다.

## II. OLED 조명산업의 현황과 성장가능성

### 2.1 OLED 조명의 개념과 특성

조명은 빛을 인간생활의 모든 방면에 이바지하도록 하는 것을 목적으로 하는 기술을 말한다. 조명은 일반적으로 실내조명과 실외조명, 특수조명으로 분류되며 일반인이 사용하는 광원은 실내조명이 대부분이다.

2010년 현재, 세계 조명용 램프의 연간 소비량은 약 3천억 개이고, 72조원 대의 시장을 형성하고 있다. 또한, 조명으로 전 세계 소비전력의 약 20%가 소비되고 있으며, 연간 17억 톤의 CO<sub>2</sub>가 배출되고 있다<sup>3)</sup>. 이러한 조명산업의 중요성과 비중 때문에 세계 각국은 조명 관련 전력사용의 효율성을 높이고, CO<sub>2</sub> 배출을 감소시키기 위한 노력을 기울이고 있으며, 그 일환으로 반도체 조명인 LED와 OLED 조명 개발에 박차를 가하고 있다.

OLED(Organic Light Emitting Diode)는 유기화합물에 전류가 흐르면 빛을 내는 전계발광현상을 이용해 스스로 빛을 내는 자체발광형 유기전기발광소자이다. OLED 조명은 이러한 OLED를 이용하는 조명을 총칭하는데, 수은·납 등 중금속을 사용하지 않고 친환경 유기소재를 이용하는 발광다이오드를 가리킨다<sup>4)</sup>.

OLED 조명은 점이나 선광원 뿐 아니라 넓은 면적의 패널조명의 구현도 가능하고, 두께 2~3mm의 초슬림 제품도 제작할 수 있으며, 눈부심도 거의 없어 백열한 빛이 필요한 실내조명에 적합하다. 그리고 디스플레이에서 요구되는 미세패턴과 박막트랜지스터(TFT), 화소 형성 등과 같은 단위 공정들이 필요 없고, 공정단가가 저렴해서 디스플레이용 OLED와는 달리 중소기업에서도 생산이 가능하다는 장점이 있다. 또한, TV 등 높은 색재현율이 요구되는 디스플레이 응용에서는 색순도가 좋은 청색 유기소재의 개발이 요구되지만, 조명에서는 백색광의 색온도가 낮아 청색 유기소재의 의존도가 낮다는 점에서 시장 형성 측면에서도 유리하다.

## 2.2 OLED 조명산업의 현황과 전망

OLED 조명은 가격이 상대적으로 저렴해다 활용 분야도 많기 때문에 우리나라를 비롯해, 일본, 독일 등의 주요 화학 및 전자업체들이 잇따라 OLED 조명 사업으로 진출하고 있는 중이다. 이미 일본, 유럽, 미국 등에서는 2003년경부터 정부의 주도 하에 산학연이 주축이 되어 원천기술을 개발해왔고, 2011년에는 상용화가 가능할 것으로 전망된다. 현재까지는 본격적으로 시장이 형성되고 있지는 않지만, 프로토타입의 제품이 일부 판매되고 있다.

현재 OLED 면광원 제품을 생산중인 업체는 일본의 도호쿠다바이스가 유일하며, 시제품을 생산중인 곳은 오스람과 필립스, 루미오텍 등으로 2009년에 OLED 조명 시제품을 출시했다. 오스람과 필립스는 2011년부터 양산에 들어가고, 플라스틱 기판을 사용한 OLED 조명제품을 개발 중인 GE는 2010년 시생산, 2011년 본격 양산에 들어갈 것으로 예측된다. 또한 코니카미놀타가 2011년에 생산설비 구축에 들어가고, 유리 기판형 OLED 조명을 개발 중인 파나소닉전공도 2011년 양산을 목표로 하고 있다. 이밖에 유럽 손(Thorn)라이팅, 폴리포토닉스, 레돈OLED라이팅 등도 2011년 이후 양산을 계획하고 있다.

현재까지 OLED 조명은 형광등에 비해 가격이 10배 정도 비싸기 때문에 당분간 특수시장용으로 국한될 것으로 예측되지만, 2011년 이후 급성장하여 2020년 이내에 주력 시장으로 자리 잡을 것이라고 많은 전문가들이 예상하고 있다. 유비리서치(2010)에 따르면, 향후 OLED 조명이 점진적으로 백열등 및 형광등을 대체할 것이며, 2010년 전 세계 600만 달러 규모에서 2015년에는 29억 달러 규모로 성장, 연평균 244%의 높은 성장률을 기록할 것으로 예상된다. 또한, 2020년

에는 세계 조명시장 가운데 약 60%를 점유할 것으로 예상된다<sup>[5]</sup>.

국내에서도 OLED 조명산업은 성장가능성이 높은 고부가가치산업 분야로 꼽히고 있다. 또한 OLED 조명산업은 전 세계적으로 태동기를 갖 벗어나고 있는 단계이기 때문에 OLED 디스플레이에서 보유한 공정 기술 등의 노하우를 잘 살리면 세계시장을 선도할 수 있는 유망한 산업군으로 육성할 수 있을 것이다.

## III. 국내 OLED 조명산업의 기술경쟁력

### 3.1 국내 OLED 조명 관련 기술경쟁력 기존 평가

국내 OLED 디스플레이 분야는 전 세계 생산량 가운데 50%를 차지하고 있으며, 그 기술경쟁력 역시 세계적 수준으로 평가되고 있다. 반면에 OLED 조명분야는 그 출발이 늦었던 관계로 선진국 또는 선도기업과 비교하여 60~70%의 기술력 수준인 것으로 평가되고 있다. 특히, 고효율·저비용 공정기술, 구동기술 등의 핵심 기반 기술은 선진국들이 이미 선점하고 있는 상황이다.

2010년 상반기 현재, OLED 고효율·장수명 소자기술, 백색 OLED 기술, OLED 조명 제품 기술 전반에 걸쳐 선진국의 기술력과 동등하거나 우월한 분야는 하나도 없으며, 전반적으로 기술수준이 매우 낮은 편으로 평가되어 왔다.<sup>[4]</sup>

OLED 조명은 원재료와 부품장비를 공급받아 가공 및 조립하는 시스템산업으로서 주요 후방산업은 유리 기판, 유기소재, 제조장비 등이 있으나, 우리나라는 생산구조는 자본력 있는 대기업이 설비투자를 하고 중소기업으로부터 장비와 부품소재를 조달받는 전형적인 하도급형 분업구조로서 공공성면에서 파급효과가

표 1. 국내 OLED 조명산업 기술경쟁력에 대한 기존 평가

분야	기술항목	선진국 대비 기술수준				
		부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
OLED 고효율 장수명 소자 기술	• 외광 효율 개선 기술		○			
	• 장수명 소자 기술	○				
	• 저소비 전력 고효율 기술		○			
	• 기타 기술	○				
백색 OLED 기술	• 단층 · 다층 OLED 기술		○			
	• 적층 OLED 기술		○			
	• 색변환 OLED 기술	○				
OLED 조명 제품 기술	• 설계 기술	○				
	• 공정 기술	○				
	• 응용 제품 기술		○			

자료원: 한국전자통신연구원, OLED 조명, 2010.6, p.10<sup>[4]</sup>

큰 산업이지만, 매우 취약한 구조를 가지고 있어 부품 소재 및 장비기술에서는 선진국에 비해 열악한 실정이다.<sup>[6]</sup>

이러한 상황 하에서 국내 OLED 조명기술 분야에는 해결해야 할 많은 과제가 산적해 있다. 대량생산을 위한 검증된 대면적 장비기술이 부재하고, 장비의 핵심부품도 60% 이상을 해외로부터의 수입에 의존하고 있다. OLED 디스플레이에서 원천기술에 대한 로열티를 지급해왔던 사례를 비추어볼 때, 조명도 원천기술에 대한 로열티 지급이 불가피한 상황이다. 또한 디스플레이와는 달리 전방산업인 등기구 등 조명업체의 국가경쟁력이 취약한 점도 해결해야 할 숙제다.

### 3.2 OLED 조명 분야별 기술경쟁력 재평가

2010년 말, 본 연구는 OLED 조명 관련 기술경쟁력 재평가를 위해 국내 조명 관련 전문가 69명을 대상으로 세부 분야별 설문조사 및 심층면접을 수행하였다. 본 기술경쟁력 평가에서 우리나라의 OLED 조명 관련 기술경쟁력은 전반적으로 해외 선진국 및 선도 기업에 비해 낮지 않은 것으로 평가되었다. 이는 2010년 초에 행한 ETRI의 정성적 평가에 비해서도 높은 수준이다(표 2).

OLED 조명산업 중 우리나라의 기술경쟁력이 가장 높게 평가된 분야는 OLED 패널 분야로 나타났으며, 반면에 OLED 패널용 소재/부품의 기술경쟁력이 낮은 것으로 평가되었다.

OLED 패널 분야에서 선도적인 해외 기업으로는 GE, 필립스, 오스람 등을 꼽을 수 있다. 이들 기업은

패널에 대한 대규모 투자를 진행 중이며, 고효율이면서 평균수명이 5000시간 이상인 백색 OLED 조명 패널의 개발을 추진 중에 있다. 국내에서는 LG화학, 네오부코오롱, 금호전기 등이 조명용 OLED 패널을 개발하고 있다.

세부 분야별로 기술경쟁력을 비교해 볼 때, 백색 OLED 패널의 기술경쟁력은 평균 6.63점 수준으로 해외 선진국과 비슷한 수준으로 평가되고 있었다. 또한, 투명 OLED 패널 분야는 평균 6.46점, 색가변 OLED 패널 분야는 평균 6.29점, 플렉시블 OLED 패널 분야는 평균 6.12점 수준으로 평가되었다. 이는 OLED 패널 분야의 국내 기술경쟁력 수준이 해외 선진국과 충분히 경쟁할 만한 수준으로 평가되고 있음을 보여준다.

OLED 패널용 소재/부품 분야에서 선도적인 해외 기업으로는 제록스, 다우케미컬, 듀폰, 소니, 미쓰비시 화학, Merck, 필립스, Eikos, Symmorphix, GE, 다우코닝 등을 들 수 있는데, 이들 기업은 유기반도체재료 및 유기절연체재료, 유기전극재료, 플라스틱 기판재료 개발을 위한 연구를 수행 중에 있다. 국내에서는 고려대, 경상대, 홍익대, 동아대, SAIT, 한국화학연구원, 경희대, 서울대, 순천대, LG화학, 덕산하이메탈, SFC, 제일모직, 대주전자재료, 삼양사 등에서 OLED용 유기소재 개발을 위한 투자와 연구개발을 진행 중에 있다.

전반적으로 소재/부품 분야의 기술경쟁력은 OLED 패널 분야에 비해 떨어지고 있는데, 세부 분야별로 보면, 면광원용 유기소재 분야의 기술경쟁력은 평균 5.66점으로 평가되었고, 기판 소재/부품 분야는 평균 5.65점, 봉지 소재/부품 분야는 평균 5.57점으로 모두 선진국 또는 선도기업의 기술력에 비해 낮게 평가되

표 2. 국내 OLED 조명산업 기술경쟁력 평가 결과

대분류	중분류	국내 기술경쟁력 수준 (해외선진국 또는 선도기업의 기술력 수준을 6.0으로 가정했을 경우)
OLED 패널 (평균: 6.38/10점)	백색 OLED 패널	6.63
	투명 OLED 패널	6.46
	색가변 OLED 패널	6.29
	플렉시블 OLED 패널	6.12
OLED 패널용 소재/부품 (평균: 5.63/10점)	면광원용 유기소재	5.66
	기판 소재/부품	5.65
	봉지 소재/부품	5.57
대면적 제조장비 (평균: 6.02/10점)	대면적 기판형성 장비	6.16
	유기증착 장비	6.40
	봉지장비	5.93
	프린팅 장비	5.69
	검사 및 Repair 장비	5.91
조명시스템 (평균: 5.99/10점)	구동부품/모듈	6.12
	등기구	5.85

었다.

#### IV. OLED 조명산업 내 R&D 유망 분야 도출

##### 4.1 유망 분야 도출 프로세스와 평가항목 개발

2000년대 이후 유망기술 발굴을 위한 방법론으로는 계량서지학(Bibliometrics) 기반의 정보분석 방법론<sup>[7-13]</sup>, 전문가 설문 및 면접조사 기반의 직관적 방법론<sup>[14-18]</sup>, 트렌드 분석 기반의 탐구적 방법론<sup>[19,20]</sup>, 시나리오 분석 기법을 이용한 규범적 방법론<sup>[2]</sup> 등이 빈번하게 사용되어 왔다.

본 연구는 이상의 방법론 가운데, OLED 조명산업의 현실에 적합한 방법론으로 전문가 지식을 활용하는 직관적 방법론을 활용하고자 한다. OLED 조명은 OLED 디스플레이와는 달리 아직까지 시장이 형성되지 못한 상태이기 때문에 소비자들의 제품 이용 경험이 없어서 스스로 필요성과 수용의도를 판단하기 어려운 반면, 전문가들은 관련 기술의 연구개발 상황에 대해 어느 정도 지식을 가지고 있는 상황이다. 따라서 본 연구는 OLED 조명산업 내에서의 유망기술 분야 발굴을 위해 국내 조명산업 전문가들을 패널로 구성하여 브레인스토밍, 심층면접, 설문조사를 수행하였다.

한편, 유망기술 분야를 도출하는데 있어 직관적 방법론을 이용하는 연구들은 주로 경제적 측면, 정책적 측면, 기술적 측면을 종합적으로 판단하고 있다. 김은선 외(2006)는 디지털 콘텐츠 세부산업의 유망성을 평가하기 위한 5단계 프로세스를 제안했다. 즉, 수요요건 측면(시장규모, 유효시장성, 소비자 트렌드), 공급요건 측면(투자자본, 진입장벽, 업계재구조 가능성), 산업전망(성장성, 수익성, 신시장창출가능성, 산업라이프사이클), 기술요건(기술수준 및 격차, 기술실현 시기), 정책영향(정부지원 및 규제정책)에 대한 평가 및 분석을 차례대로 수행하는 방식으로 유망 분야를 도출하고 있는 것이다.<sup>[15]</sup> 최문기 외(2007)는 IT 기반 미래 핵심기술을 도출하는 연구에서 ‘사례분석 → 과제선정 및 분류 → 델파이조사 → 전문가 심층 인터뷰’

순의 연구 프로세스를 활용했다. 동 연구에서는 전문가들을 대상으로 기술의 중요성 및 유망성(순수 기술 중요도, 사회·경제적 파급효과), 기술의 상용화 시기와 기술격차, 기술개발 및 확보방안(국내 기술개발 수준, 정부 관여도, R&D 방안)을 종합적으로 평가하도록 하는 연구방법을 사용하고 있다.<sup>[17]</sup>

기획재정부는 국가연구개발사업을 선정하는데 있어 ‘예비타당성조사 운용지침’을 활용하고 있는데, 동 지침은 연구개발사업의 경제성 분석, 정책성 분석, 기술성 분석을 평가 항목으로 활용하고 있다. 여기서 경제성 분석은 대상사업의 국민 경제적 파급효과와 투자적합성을 분석하는 것이고, 정책적 분석은 해당 사업과 관련된 정책의 일관성 및 추진의지, 사업 추진상의 위험요인, 사업 특수평가 항목 등의 평가항목들을 분석하는 것이며, 기술성 분석은 기술개발계획의 적절성, 기술개발의 성공가능성, 기존 기술 및 사업과의 중복성 등을 분석하는 것이다. 단, 상기 3가지 분석에 있어 가중치는 경제성에 30~50%, 기술성·정책성에 50~70% 범위 내에서 적용하는 것을 기준으로 하고 있다.<sup>[21]</sup>

본 연구에서는 이상의 기존 연구들을 검토하여 신규 산업분야인 OLED 조명산업 내에서 R&D 유망 분야를 발굴하는데 적합한 프로세스를 그림 1과 같이 구성하였다. 그림에서와 같이 본 조사는 크게 두 가지 연구부분(4개 Step으로 구성)으로 나뉘는데, 먼저 브레인스토밍과 세미나, 그리고 관련 기술전문가 자문을 통해 전문가 패널을 구성하고(Step1), OLED 조명 관련 R&D 분야를 분류하는 연구(Step2)가 선행되었다. 다음으로 구성된 패널을 대상으로 면접조사와 설문조사를 실시하여 해당 분야별 경제성, 정책부합성, R&D 효과성을 평가하고(Step3), 평가점수를 종합하여 유망 분야를 도출하는 연구(Step4) 순으로 진행되었다.

한편, 본 연구에서의 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 측정을 위한 측정항목들은 기존 연구들을 참고하여 표 3과 같이 구성하였다. 또한, 각 평가 분야별로 가중치는 기획재정부의 운용지침을 준용하여 경제성

표 3. 유망 분야 도출을 위한 분야별 평가항목 구성

평가 분야	가중치	평가항목 (총 10개 항목)
경제성	40%	OLED 조명산업 내에서 해당 분야의 향후 ① 시장규모, ② 시장성장률, ③ 타 산업으로의 파급효과, ④ 수익성 정도에 대한 개인적 판단 정도
정책 부합성	20%	OLED 조명산업과 관련하여 해당 분야가 ⑤ 현재의 정부정책에 적합한 정도와 ⑥ 향후 관련 정책화가 가능한 정도에 대한 개인적 판단 정도
R&D 효과성	40%	OLED 조명산업 내에서 해당 분야에 대한 우리나라의 R&D 경쟁력에 대한 개인적 판단 정도로, ⑦ 현재의 기술경쟁력 수준, ⑧ 개발경쟁력(경험·노하우·R&D 역량), ⑨ 기술선도 가능성, ⑩ 기술개발효율성으로 구성

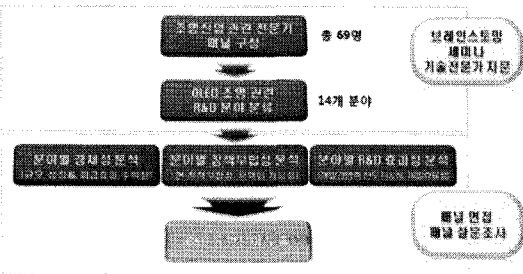


그림 1. OLED 조명 관련 R&D 유망 분야 도출 프로세스

에 40%, 정책부합성에 20%, R&D 효과성에 40%를 부여하였다.

4.2 OLED 조명관련 R&D 분야 분류

브레인스토밍, 세미나, 기술전문가 자문을 거쳐 선정된 OLED 조명 관련 R&D 가능 분야는 총 14개로 그림 2와 같다. 여기서 중분류는 OLED 조명과 관련한 기술 분야로 결정하였고, 소분류는 중분류 분야별 핵심기술들로 구성하였다.

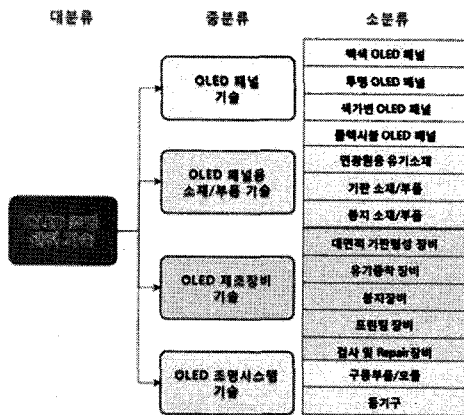


그림 2. OLED 조명 관련 R&D 분야 분류

4.3 분야별 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 평가

4.3.1 OLED 패널 기술 분야

OLED 패널의 핵심기술로 부각하고 있는 분야는 백색 OLED 패널, 투명 OLED 패널, 색가변 OLED

패널, 플렉시블 OLED 패널의 4개 분야다.

첫째, 백색 OLED 패널은 전통조명을 대체할 수 있는 에너지 절감형 OLED 백색 면광원으로, 백열등 대체 목적에서 에너지 효율 제고로 응용분야 확대가 가능하다는 장점이 있다. 현재 선진국들(미국, 유럽, 일본 등)은 시장진입 단계에 있으며, 국내기술력은 선진국과 동등한 수준으로 평가되고 있지만 아직까지 시장진입에는 이르지 못하고 있다.

둘째, 투명 OLED 패널은 양극과 음극을 투명하게 형성하여 기판의 양방향으로 조사할 수 있는 기능의 조명을 말한다. 우리나라는 현재 관련 기술을 개발 중인데, 현재까지는 선진국들과 동등한 기술력을 보유하고 있는 것으로 평가되고 있다.

셋째, 색가변 OLED 패널은 목적에 따라 색 및 색 온도가 가변하는 OLED 면광원으로, 감성조명으로 응용분야가 확장될 가능성이 높다. 우리나라는 기술개발을 시작하고 있는 단계지만, 선진국과 동등한 기술력 수준을 갖추고 있는 것으로 평가된다.

넷째, 플렉시블 OLED 패널은 금속박막, 플라스틱과 같은 유연한 기판 위에 제작되어 가볍고, 깨어지지 않으며 다양한 형태를 가질 수 있는 면조명을 의미하는데, 교통, 의료 등 다양한 산업으로의 확대가 가능하다는 장점이 있다. 현재 선진국들은 플렉시블 패널에 대한 기술개발을 진행 중에 있지만, 국내에서는 관련 기술개발이 전무한 실정이다.

이상 4가지 OLED 패널 기술 분야 각각에 대한 전문가들의 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 평가 결과는 표 4와 같다.

OLED 패널 가운데 향후 경제성이 가장 높을 것으로 기대되는 분야는 플렉시블 OLED 패널 분야인데, 특히 경제적 파급효과(평균 7.54/10점)와 수익성(평균 7.4/10점)이 높을 것으로 기대되고 있다. 반면에 해당 분야의 기술경쟁력이 크게 떨어지는 관계로 R&D 효과성이 상대적으로 낮게 평가되었다. 한편, OLED 패널 가운데 가장 높은 평가를 받은 분야는 백색 OLED 패널로, 곧 시장진입이 기대되고 있고, 기술경쟁력 역시 선진국과 동등한 수준이기 때문에 시기적으로 R&D 성과물을 조속히 창출해 내야 할 필요가 있겠

표 4. OLED 패널 기술 분야별 평가 결과

중분류	소분류	경제성	정책부합성	R&D 효과성	종합평가
		가중치 0.4	가중치 0.2	가중치 0.4	10점 기준
OLED 패널 기술	백색 OLED 패널	2.842	1.438	2.933	7.213
	투명 OLED 패널	2.760	1.404	2.900	7.064
	색가변 OLED 패널	2.820	1.386	2.809	7.015
	플렉시블 OLED 패널	2.906	1.448	2.706	7.060

다. 전력을 시스템에 맞게 배분하는 제어와 변환기능을 가진 반도체로, 단순히 전력을 조절 및 전달하는 역할에서 에너지 효율제고 및 시스템 안정성과 신뢰성을 좌우하는 역할로 그 역할이 확장되고 있다.

4.3.2 OLED 패널용 소재/부품 기술 분야

OLED 패널용 소재/부품 기술에서 핵심 분야는 면광원용 유기소재, 기판 소재/부품, 봉지 소재/부품의 3개 분야다.

첫째, 면광원용 유기소재는 조명에서 요구되는 효율, 수명, 연색 특성을 확보할 수 있는 유기소재를 총칭하는데, 현재 디스플레이용 소재는 국산화율이 높으나(80% 이상), 조명용 소재의 개발은 전무한 실정이다.

둘째, 기판 소재/부품은 조명의 효율 향상 및 가격 경쟁력 확보를 위한 저가형 기판(플렉시블 기판 포함), 절연막, 투명전극, 광추출 필름 등을 의미하는데, 현재 기술개발 단계에 있으며, 아직까지 관련 소재/부품을 일본과 미국 등 해외로부터 수입에 의존하고 있는 실정이다.

셋째, 봉지 소재/부품은 OLED 조명의 수명 특성 확보를 위하여 수분과 산소를 차단하고, 발열을 해소할 수 있는 소재/부품을 말하는데, 현재 기술개발 단계에 있으며, 역시 해외로부터의 수입에 의존하고 있는 실정이다.

이상 3가지 OLED 패널용 소재/부품 기술 분야 각각에 대한 전문가들의 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 평가 결과는 표 5와 같은데, OLED 패널 기술에 비해 OLED 패널용 소재/부품은 전반적으로 낮은 평가를 받고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 OLED 패널을 제작하는 기술만을 보유하고, 그 소재/부품을 해외 수입에 의존하는 것은 장기적으로 OLED 조명산업의

경쟁력을 약화시킬 수 있다는 측면에서 바람직하지 않다. 특히, 면광원용 유기소재는 OLED 디스플레이 분야에서의 높은 국산화율을 바탕으로 빠른 시간 내에 선진국들의 기술력 수준에 도달할 수 있을 것으로 기대되므로, 향후 조속한 R&D가 요구되는 분야라 하겠다.

4.3.3 OLED 제조장비 기술 분야

OLED 제조장비 가운데 중요한 분야는 대면적 기판형성 장비, 유기증착 장비, 봉지장비, 프린팅 장비, 검사 및 Repair 장비 등 5개 분야이다.

첫째, 대면적 기판형성 장비는 4세대급 이상 면적의 전(顛)공정 장비로, 기존의 포토리소그라피 공정을 대체할 수 있는 저가형 공정 장비인데, 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 기술개발 초기 단계에 있다.

둘째, 유기 증착장비는 4세대급 이상 면적을 갖는 기판의 유기물, 금속을 증착하는 장비로, 생산속도 및 소재소비효율을 높여 패널의 원가를 절감할 수 있는 공정 장비를 말한다. 현재 전 세계적으로 기술개발 초기 단계에 있다.

셋째, 봉지장비는 4세대급 이상 면적을 갖는 기판의 봉지장비로, 생산속도를 높여 패널의 원가를 절감할 수 있는 장비를 의미한다. 역시 전 세계적으로 기술 개발 초기 단계에 있다.

넷째, 프린팅장비는 용액 소재 기반의 조명용 OLED 패널을 제조하는 원가절감형 공정 장비로, 유기소재 기반의 전자소자, 디스플레이 등으로 활용이 가능하다. 역시 현재 전 세계적으로 기술개발 초기 단계에 있다.

다섯째, 검사 및 Repair 장비는 패널의 제조 공정 단계별 검사 장비, 면광원 성능 평가 장비, 불량 패널

표 5. OLED 패널용 소재/부품 기술 분야별 평가 결과

중분류	소분류	경제성	정책부합성	R&D 효과성	종합평가
		가중치 0.4	가중치 0.2	가중치 0.4	10점 기준
OLED 패널용 소재/부품 기술	면광원용 유기소재	2.810	1.370	2.382	6.562
	기판 소재/부품	2.782	1.354	2.393	6.529
	봉지 소재/부품	2.682	1.344	2.365	6.391

표 6. OLED 제조장비 기술 분야별 평가 결과

중분류	소분류	경제성	정책부합성	R&D 효과성	종합평가
		가중치 0.4	가중치 0.2	가중치 0.4	10점 기준
OLED 제조장비 기술	대면적 기판형성 장비	2.756	1.386	2.386	6.582
	유기증착 장비	2.724	1.356	2.285	6.365
	봉지장비	2.598	1.312	2.229	6.139
	프린팅 장비	2.746	1.320	2.239	6.305
	검사 및 Repair 장비	2.516	1.268	2.267	6.051

표 7. OLED 조명시스템 기술 분야별 평가 결과

중분류	소분류	경제성	정책부합성	R&D 효과성	종합평가
		가중치 0.4	가중치 0.2	가중치 0.4	10점 기준
OLED 조명시스템 기술	구동부품/모듈	2.586	1.248	2.308	6.142
	등기구	2.520	1.256	2.349	6.125

의 보수(repair) 장비를 총칭한다. 현재 관련 장비는 전량 미국, 일본 등 해외로부터의 수입에 의존하고 있는 실정이다.

이상 5가지 OLED 제조장비 기술 분야 각각에 대한 전문가들의 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 평가 결과는 표 6과 같다. 평가 결과, 대면적 기판형성 장비 분야만 6.5 이상의 종합평가를 받았을 뿐, 나머지 4개 분야의 평가치는 OLED 패널 분야에 비해 낮았다. 하지만 세계적으로 기술개발 초기 단계에 있기 때문에 향후 선도가능성에 있어 모두 높은 평가를 받았다는 특징이 있다.

4.3.4 OLED 조명시스템 기술 분야

OLED 조명시스템은 구동 부품/모듈과 등기구로 구성된다. 여기서 구동 부품/모듈은 조명용 패널의 전원공급과 관련한 부품/모듈 및 구동용 부품/모듈을 총칭하는데, OLED용 전류제어 전원공급 및 구동부품은 현재 연구개발 단계에 있다. 또한, 등기구는 박형의 OLED 면광원을 이용한 등기구를 총칭하는데, 현재 미국, 유럽, 일본 등 해외 선진국들은 적극적으로 기술개발을 진행 중에 있지만, 국내에서는 이제 막 관련 R&D를 시작하고 있는 중이다.

OLED 조명시스템 기술 분야 각각에 대한 전문가들의 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 평가 결과는 표 7과 같으며, 전반적으로 OLED 조명 기술 분야 가운데 평가치가 가장 낮게 나타난 분야다.

4.4 OLED 조명산업 내 R&D 유망 분야 도출

본 조사는 OLED 조명과 관련하여 R&D 가능 분야를 14개로 분류하고, 각 분야에 대한 경제성, 정책부합성, R&D 효과성 평가를 진행하였다.

14개 분야의 평균 평가점수는 약 6.54점으로, 본 연구에서는 이 평균점수를 상회하는 평가를 받은 분야들을 유망 분야로 선정하기로 했다. 이 기준에 따라 14개 분야 가운데 모두 7개 분야가 R&D 유망 분야로 선정되었다(그림 3).

V. 결론 및 제언

OLED 조명은 환경 친화적이고, 에너지 절감효과가 뛰어나기 때문에 LED 조명과 함께 기존 조명을 대체할 차세대 광원으로 주목을 받고 있다. 그러나 국내 OLED 디스플레이 산업이 세계 최고 수준의 생산력과 기술경쟁력을 가지고 있는 반면에, OLED 조명 분야는 그 출발이 늦었던 관계로 선진국과 비교하여 60~70%의 기술력을 갖추고 있는 것으로 평가되고 있다. 특히, 고효율·저비용 공정기술, 구동기술 등의 핵심 기반 기술은 선진국들이 이미 선점하고 있는 상황이다. 따라서 OLED 조명 분야의 국내 기술경쟁력을 현실점에서 명확하게 재평가하여 강·약점을 찾아내고, 합리적 프로세스를 통해 R&D 유망 분야를 발굴하는 사회과학적 연구가 필요한 시점이다.

본 연구는 이러한 목적을 위해 국내·외 전문가자료 분석을 통해 OLED 조명산업의 현황과 전망을 종합해 보았고, 국내 조명산업 전문가 69명을 패널로 구성하여 현실점에서의 국내 기술경쟁력을 분석하고, R&D 유망 분야를 도출하였다. 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, OLED 조명산업을 패널, 패널용 소재/부품, 제조장비, 조명시스템의 4개 분야로 대분류하고, 각 분야별로 핵심기술을 선정하여 총 14개의 R&D 가능 분야를 세분류한 후 각 분야별 기술경쟁력을 평가한 결과, 우리나라의 기술경쟁력이 가장 높게 평가된 분야는 OLED 패널 분야로 나타났으며, 반면에 OLED 패널용 소재/부품의 기술경쟁력이 낮은 것으로 평가되어 개선책이 요구된다.

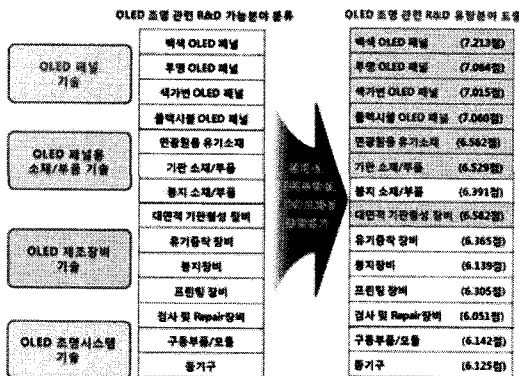


그림 3. OLED 조명산업 내 R&D 유망 분야 도출 결과



둘째, 14개 R&D 가능분야를 대상으로 경제성, 정책부합성, R&D 효과성을 종합적으로 평가하여 7대 R&D 유망 분야를 도출할 수 있었다. OLED 패널의 4가지 핵심기술인 백색, 투명, 색가변, 플렉시블 OLED 패널 제조 기술이 가장 유망한 분야로 평가되었고, 다음으로 면광원용 유기소재, 기판 소재/부품, 대면적 기판형성 장비가 유망 분야로 평가되었다.

이상의 연구결과를 토대로 OLED 조명산업의 각 유망 분야별 바람직한 R&D 전략 및 정책 방향을 다음과 같이 제안하는 바이다.

첫째, 투명 OLED 패널 분야에서는 선도전략(First-mover strategy)을 취하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 투명 OLED 패널은 양극과 음극을 투명하게 형성하여 기판의 양방향으로 조사할 수 있는 기능의 조명을 말하는데, 현재 기술개발의 초기 단계로 선진국(미국, 유럽, 일본) 등과 동등한 수준의 기술력을 보유한 것으로 평가되고 있으며, 우리나라 역시 투명 패널 분야에서는 상당한 노하우를 축적하고 있다. 따라서 투명 OLED 패널 분야에 대한 적절한 R&D 투자가 이루어질 경우, 해당 분야에서 세계적인 선도 기술을 창출해 낼 가능성이 클 것으로 판단된다.

둘째, 색가변 OLED 패널 분야에서는 차별화 전략(Differentiation strategy)이 성패를 좌우할 것으로 보인다. 색가변 OLED 패널은 목적에 따라 색 및 색온도가 가변하는 OLED 면광원으로, 전통조명대체에서 감성조명으로 응용분야가 확장될 가능성이 높은 분야이며, 현재 기술 개발 진급단계로 선진국(미국, 유럽, 일본) 등과 동등한 기술력 수준에 있는 것으로 평가되고 있다. 향후 OLED 조명은 환경·인간·빛이 교감하는 그린 휴먼 라이팅(Green Human Lighting)으로서, 조명문화의 패러다임 변화를 주도할 것으로 예상된다. 특히, 색가변 OLED 패널은 감성조명을 실현할 수 있다는 큰 장점을 가지고 있기 때문에, 빛, 온도, 습기 등 외부환경에 대한 센서기술에 대한 R&D와 연계할 경우, 소비자들의 감성에 어필할 수 있는 OLED 조명이 개발될 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 플렉시블 OLED 패널 분야에는 집중 투자 전략(Focusing Strategy)을 취할 필요성이 있다. 플렉시블 OLED 패널은 금속박막, 플라스틱과 같은 유연한 기판 상에 제작되어 가볍고, 깨어지지 않으며 다양한 형태의 면조명을 말한다. 이 패널은 교통, 의료 등 응용분야로의 확대가 가능하다는 장점이 있으며, 현재 선진국(미국, 유럽, 일본) 등은 기술개발 초기 단계에 있지만, 국내에서는 관련 기술개발이 전무한 실정이다. 따라서 열악한 국내 플렉시블 OLED 패널 분야의

개척을 위해 집중적인 투자를 행할 경우, 조속한 시간 내에 선진국이나 선진기업을 따라잡을 수도 있을 것으로 판단된다. 즉, 미개척 분야에 대한 집중 투자로 해당분야를 활성화시키는 효과를 기대할 수 있다는 것이다.

넷째, 백색 OLED 패널 분야와 대면적 기판형성 장비 분야에서는 저원가·고효율 전략(Low cost & high efficiency strategy)이 바람직하다고 판단된다. 백색 OLED 패널은 전통조명을 대체할 수 있는 에너지 절감형 OLED 백색 면광원으로 백열등 대체 목적에서 에너지 효율 제고로 응용분야 확대가 가능하다는 장점이 있는 분야이며, 현재 선진국(미국, 유럽, 일본)은 시장 진입 단계이며, 국내기술은 선진국과 동등한 수준으로 평가되고 있다. 따라서 백색 OLED 패널 분야에서의 경쟁 포인트는 바로 원가와 효율성이다. 국내에서 저원가·고효율의 백색 OLED 패널을 개발하여 조명기구 관련 업체에 기술이전을 행하는 경우, OLED 조명기구의 시장확산을 크게 촉진시킬 수 있을 것으로 판단되며, 자동차, 농림업 등 응용분야의 수요창출에도 기여할 수 있을 것이다. 또한, 대면적 기판형성 장비에서는 그 효율성을 높여 OLED 조명 제품의 원가를 절감시키는 기술을 개발하는 것이 급선무다.

마지막으로, OLED 패널용 소재/부품 기술 가운데서 유망 분야로 평가된 면광원용 유기소재와 기판 소재/부품 분야에서 시급한 것은 국산화(Localization)다. OLED 패널 기술이 아무리 세계적 수준이라 할 지라도 조명용 소재의 개발이 전무한 상황 하에서는 원재료를 수입에 의존할 수밖에 없다. 결국, 소재/부품의 국산화를 이루지 못할 경우 OLED 조명제품의 부가가치가 낮아지고, 장기적으로 기술경쟁력 우위를 유지하기도 어려울 것이 분명하다. 따라서 정부 주도 하에 OLED 패널용 소재/부품의 개발에 대한 R&D 투자가 이루어지는 것이 바람직하겠다.

본 연구는 OLED 조명산업 내 유망 R&D 분야 발굴을 위해 직관적 기술예측 방법론을 사용하였다. 이는 OLED 조명산업의 현실을 감안한 것이지만, 직관적 방법론이 소수의 전문가 견해에 의존한다는 한계점을 분명히 가지고 있음은 분명하다. 향후 OLED 조명기구의 상용화가 이루어지고, 대량생산과 시장확산이 진행될 경우, 소비자들의 새로운 조명니즈가 부각될 것이다. 따라서 앞으로도 OLED 조명과 관련한 유망 분야 발굴 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이며, 소비자 조사를 포함한 보다 체계적이고, 포괄적인 접근법이 고려되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 정석운·남세일·홍석·한창희(2006), “기업의 미래기술예측을 위한 방법론 및 사례 연구,” *한국전자거래학회지*, 제11권, 제1호, pp.69-88.

[2] 임현·한종민·손석호·황기하(2010), “시나리오를 이용한 과학기술예측조사의 정책 활용도 제고에 관한 연구. 신재생에너지 시나리오”, *기술혁신연구*, 제18권 제1호, pp.53-74.

[3] 조병선·전황수·심진보·김유진·하영욱(2010), *차세대 조명산업의 유망주 OLED 조명*, 한국전자통신연구원.

[4] 한국전자통신연구원(2010), *OLED 조명*.

[5] *유비산업리서치*(2010), 2010년 OLED 연간보고서.

[6] 원동규·박영욱(2009), *OLED 조명기술*, 한국과학기술정보연구원.

[7] Harhoff, D., F. M. Scherer, and K. Vogel(2003), “Citations, Family Size, Opposition and the Value of Patent Rights,” *Research Policy*, Vol.32, No.8, pp.1343-1363.

[8] Newman, M. E. J.(2004), “Coauthorships Networks and Patterns of Scientific Collaboration,” *PNAS*, Vol.101, pp.5200-5205.

[9] 고병열·노현숙(2005), “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망아이템 발굴,” *기술혁신학회지*, 제8권, 제2호, pp.860-885.

[10] Moed, H. F., Wolfgang, G., and Schmoch, U.(2005), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, Kluwer Academic Publishers.

[11] 이우형·김한주·박준철(2008), “정보분석 방법론을 활용한 유망기술 탐색”, *정보시스템연구*, 제17권, 제3호, pp.235-254.

[12] 김방룡·황성현(2009), “특허 정보를 활용한 IT 유망기술 도출에 관한 연구,” *한국통신학회논문지*, 제34권, 제10호, pp.1021-1030.

[13] 이형호·심현동·김영욱·변재완(2009), “이동통신 서비스 개발을 위한 유망기술 발굴 프레임워크”, *경영과학*, 제26권, 제3호, pp.101-115.

[14] Rowe, G., G. Wright, and A. McColl(2005), “Judgment Change during Delphi-like Procedures; The Role of Majority Influence, Expertise, and Confidence,” *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.72, No.4, pp.377-399.

[15] 김은선, 박동운, 박영서(2006), “디지털 콘텐츠 산업의 유망 분야 비교분석 연구”, *한국콘텐츠학회 2006 추계학술대회 논문집*, 제4권, 제2호, pp.737-740.

[16] Landeta, J.(2006), “Current Validity of Delphi Method in Social Sciences,” *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.73, No.3, pp.293-299.

[17] 최문기·최새술·이정옥·조혜정(2007), “IT 기반 미래 핵심기술 도출을 위한 탐색적 연구,” *Telecommunications Review*, 제17권, 제1호, pp.22-35.

[18] 심진보·하영욱(2010), “스마트그리드산업에서의 유망 IT R&D 분야 도출”, *한국통신학회논문지*, 제35권, 제9호, pp.1416-1427.

[19] 유영상·박정석·정내양·박찬근·허채영(2008), “통계적 메타분석을 응용한 미래기술개발로드맵 도출에 관한 연구,” *한국산업정보학회 논문지* 제13권, 제4호, pp.98-107.

[20] 한억수·김태완·기영민·홍성태(2010), “유망 IT 융합기술 분야 발굴 시뮬레이션,” *전자통신동향분석*, 제25권, 제1호, pp.11-22.

[21] 기획재정부(2009), *예비타당성조사 운용지침*

심진보 (Jin Bo Sim)

정회원



1997년 2월 충남대학교경영학 석사  
 2006년 2월 충남대학교 경영학 박사  
 2006년 3월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
 <관심분야> 정보통신서비스, 마케팅전략, 기술마케팅

김유진 (You Jin Kim)

정회원



1997년 2월 건국대학교 소비자학 석사  
 2009년 2월 건국대학교 이학 박사  
 2007년 11월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
 <관심분야> 소비자행동, 정보통신서비스, 산업분석