

건물형 태양광 시스템 보급 영향 요인 분석

정수경^{1,2} · 장주희³ · 우종률⁴ · 이해석^{4*}

¹서울기술연구원, 수석연구원

²고려대학교 에너지환경정책기술학과 에너지환경대학원, 박사수료

³엔라이트(주), 매니저

⁴고려대학교 에너지환경정책기술학과 에너지환경대학원, 교수

Analysis of Factors Influencing the Diffusion of Building-Integrated Photovoltaic Systems

Jeong Sookyung^{1,2} · Jang Juhee³ · Woo JongRoul⁴ · Lee Hae-seok^{4*}

¹Principal Researcher, Seoul Institute of Technology

²PhD Student, Energy Environment Policy and Technology, Graduate School of Energy and Environment, Korea University

³Manager, ENlighten Co., Ltd.

⁴Professor, Energy Environment Policy and Technology, Graduate School of Energy and Environment, Korea University

†Corresponding author: lhseok@korea.ac.kr

Abstract

This study aims to identify the factors influencing the promotion of Building-Integrated Photovoltaics (BIPV) using the FGI and 1st Delphi methods to omit, add, and group the factors affecting the promotion of BIPV, and applying a 2nd Delphi method to confirm the relationships between the identified factors. A survey of companies engaged in the BIPV industry was conducted to collect data, and statistical analysis, such as exploratory factor analysis and correlation analysis, of the data collected with the Delphi method was performed. The independent variables were classified as BIPV policy environment, market environment, and manufacturing environment, and the dependent variable of BIPV system installation was predicted. The correlations between these variables were then analyzed, making it possible to promote the domestic BIPV industry and devise an efficient strategy for the activation of the BIPV industry before the diffusion of BIPV.

Keywords: 건물형 태양광 시스템(BIPV, Building-Integrated Photovoltaic System), 요인분석(Factor analysis), 상관관계 분석(Correlation analysis)

1. 서론

2015 파리 협정 이후 미국, 유럽 등 선진국을 중심으로 2050 탄소중립 선언하였으며, 우리나라는 '20년 12월 2050 탄소중립 비전을 발표하였다. “대한민국 2050탄소중립 전략”은 에너지 기반 전기·수소 생산 및 활용 확대, 에너지효율 향상 및 탈탄소 미래기술 상용화 촉진 등의 내용을 포함하고 있으며, 2030년까지 2017년 배출량 대비 24.4% 감축을

 OPEN ACCESS



Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.43, No.2, pp.43-54, April 2023
<https://doi.org/10.7836/kSES.2023.43.2.043>

pISSN: 1598-6411

eISSN: 2508-3562

Received: 10 March 2023

Accepted: 22 March 2023

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

목표로, 2050년까지 탄소중립을 목표로 하고 있다¹⁾. 국토면적이 좁고 도심이 밀집한 국내 환경에서는 탄소중립 실현을 위하여 BIPV (building integrated photovoltaic system)의 보급을 확대하는 것이 필수적이다.

글로벌 BIPV 시장은 미국, 유럽을 중심으로 초기 시장이 형성되고 있고, 중국, 인도 호주 등에서 보급 확대가 예상된다. 시장 규모는 '21년 1.6 GW에서 '26년 5.6 GW로 3배 이상 성장이 예측된다²⁾. BIPV국내 누적 설치량은 1 GW 미만이지만, 제로에너지건물 단계적 의무화 및 탄소중립 정책과 최근 발표한 건물일체형 태양광 산업 생태계 활성화 방안(MOTIE, 2022)³⁾의 이행을 기반으로 BIPV 시장의 급격한 성장을 기대하고 있다.

발전용 및 가정용 태양광 모듈의 요인 분석은 많은 연구가 이루어졌으나^{4,5)}, 시장형성이 아직 미흡한 BIPV는 국내 전문가를 대상으로 한 요인분석 선행연구 자료가 없고, 주로 BIPV 연구는 성능 및 유지관리와 관련된 기술적인 측면에서 이루어지고 있다. 2018년에 BIPV 활성화 방안 제안(Yoon et al., 2018)⁶⁾ 연구가 발표된 적이 있으며, 최근 들어 BIPV 정의에 대한 연구(Park et al., 2021)⁷⁾, BIM 기반 BIPV 건축 연구(Jeon et al., 2018)⁸⁾, 학교건물 BIPV 사례 연구(Ko et al., 2022)⁹⁾ 등의 성능 및 유지관리 이외의 관점에서의 다양한 연구가 이루어지고 있다.

본 연구는 본격적인 BIPV 보급확산에 앞서, 선행연구를 바탕으로 도출된 BIPV 보급에 장애가 되는 영향인자를 정책환경, 제조회업, 시장환경, 시스템 설치로 분류하여, BIPV 산업에 종사하는 전문가를 대상으로 설문조사를 실시한 후, 그 결과를 바탕으로 영향요인 도출 및 분석을 실시하여 BIPV 장애요인을 통계분석하고자 하였다. 요인분석(factor analysis)은 많은 변수들의 상호 관련성을 소수의 요인(factor)으로 추출하여 전체 변수들의 공통요인을 찾아내 각 변수가 받는 영향의 정도와 그 집단의 특성을 규명하는 통계분석방법으로, 실제 결과를 초래하게 되는 요인을 찾아냄으로써 목표로 하는 명제를 설명하는 다변량 통계분석방법이다¹⁰⁾. 요인분석의 목적은 여러 개의 변수들에 내재된 정보를 이용하여 불필요한 변수를 제거 및 변수의 통합을 통해 보다 적은 수의 요인으로 압축, 요약하는데 있다.

2. 연구방법

2.1 평가요인의 도출과정과 분석방법

BIPV 보급 확산에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위한 과정은 Fig. 1과 같이 4단계로 구성하였다. 1단계는 선행연구에서 제시한 영향인자 및 항목을 추출하여 예비평가 항목을 도출하고, 2단계는 전문가 패널을 구성해 1단계에서 도출된 예비평가항목의 적절성을 검증하고, 요인 삭제·추가 등의 과정을 거쳐 3단계 델파이 조사 시 배포할 요인 리스트를 구성했다.

3단계에서는 FGI (focus group interview)를 통해 선정된 영향요인과 항목을 대상으로 전문가 패널을 구성하여 델파이(delphi) 조사하였다. 델파이 조사는 평가요인에 대해 우선순위 분석 및 5점 리커트(likert) 척도로 평가하였다.

4단계에서는 탐색적 요인분석(exploratory factor analysis) 및 피어슨 상관관계 분석(Pearson's correlation

analysis)을 수행하였다.

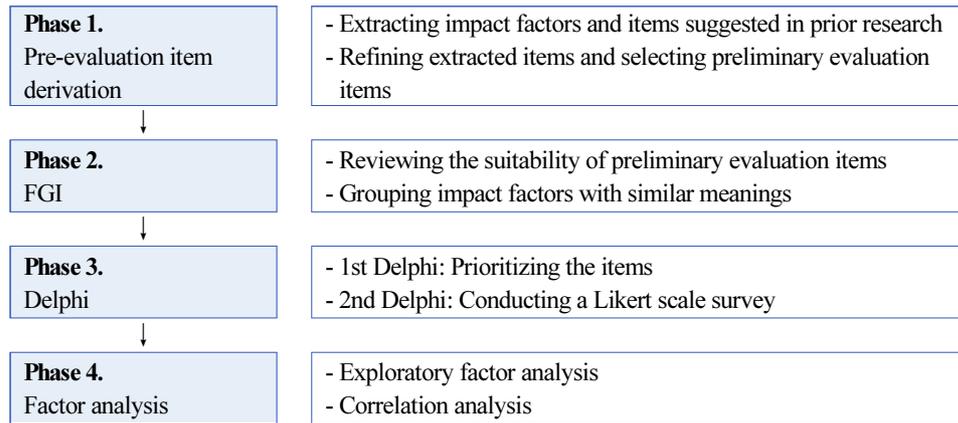


Fig. 1 Analysis Process

2.2 전문가 패널

전문가 패널은 Table 1과 같이 FGI와 델파이 대상의 패널로 구성하였다. FGI 패널은 건물형 태양광 발전 제조·설계·시공·유지보수 관련 기업의 임직원을 대상으로 총 10명으로 구성하였으며, 1차 델파이는 서울시 태양광 신기술 실증단지 구축에 참여한 건물형 태양광 모듈 제조업 10개 기업을 대상으로 구성하였다. 2차 델파이 패널은 건물형 태양광 모듈 제조업뿐만 아니라 설계, 시공, 운영 및 유지보수 기업 등으로 구성된 총 126명의 전문가를 대상으로 구성하였고, 시험기관, 공공기관, 지자체 등의 소속 전문가는 기타로 분류하였다.

Table 1 Expert panel

Occupational field	FGI		1 st Delphi		2 nd Delphi	
	Criteria	No. of people	Criteria	No. of people	Criteria	No. of people
Manufacturing	Employed in BIPV industry over 10 yrs	3	Participated in demonstration	10	Employed in BIPV Industry	49
Design	Employed in BIPV industry over 10 yrs	3	-	-	Employed in BIPV Industry	26
Construction	Employed in BIPV industry over 10 yrs	2	-	-	Employed in BIPV Industry	22
Operation and Maintenance	Employed in BIPV industry over 10 yrs	2	-	-	Employed in BIPV Industry	20
Others	-	-	-	-	Employed in BIPV Industry	9
Total	-	10	-	10	-	126

3. 결과 및 토의

3.1 영향요인의 도출

본 연구자가 설정한 예비평가항목을 FGI 패널의 검토를 거쳐 의미가 비슷한 항목을 통합하고 관련성이 적은 항목을 삭제하여 68개 항목을 선정하였다. 다음으로 서울시 태양광 신기술 실증단지에 참여한 기업을 대상으로 한 1차 델파이 조사는 68개 영향인자 중 우선적인 영향 인자 26개를 도출하였고(Table 2), 2차 델파이 조사는 제조, 설계, 시공, 운영 및 유지보수 등 다양하게 구성된 BIPV 산업 종사자를 대상으로 하였다.

Table 2 Classification of Influencing Factors

Main Category	Subcategory	Influencing Factors		
Policy Environment (Policy Factors)	Raw and Regulation	Revision of Building Act (Fire-resistant Performance)		
		Installation Standards for Solar Power Facilities		
		Building-related Permits under the Building Act		
		Lack of Installation Safety Standards		
		Procedural Issues for Recognition as BIPV		
	Subsidies	Renewable energy supply obligation (installation obligation) Renewable energy regional support program subsidies		
Manufacturing Environment (Technical Factors)	Cell and Module	Limitations of Unit Cost Reduction Long-term Reliability Assurance		
		BIPV Module	Limitations of Aesthetic Appeal Multi-variety Small-scale Production Methods User (Construction Company) Collaboration Business Structure Functional Requirements as Building Materials	
	Market Environment (Social Factors)		Installation Environment	Incomplete Formation of Market Lack of Perception of BIPV among Architects Difficulties in Management due to Mixture of Building and Electrical Fields Lack of Successful Installation Examples (Guidelines, Cases)
				Acceptance
		System Installation	Certification and Permits	Approval of Quality of Building Materials by the MOLIT KS C 8577 Certification Revised Pre-Use Inspection by the Korea Electrical Safety Corporation Problems with BIPV Procurement Registration
Design and Construction	Limitations in Site Selection Limitations of Economic Feasibility (Designer/Contractor) Lack of Guidelines for Design Processes			

3.2 측정도구의 타당도와 신뢰도 분석

본 연구에서 활용한 측정도구의 타당도를 검증하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하였다. 요인분석 방법 중

원래의 변수들의 분산 중 가급적 많은 부분을 설명하는 요인을 추출하면서 정보손실을 최소화하는 주성분 분석을 사용하였고, 요인의 독립성을 유지하면서 요인구조가 가장 뚜렷할 때까지 요인을 회전시키는 베리맥스 회전(varimax rotation)을 사용하여 분석하였다. 요인 분류는 고유값(eigen value)이 1 이상일 때 하나의 요인으로 구성하였으며, 요인 적재량(factor loading)이 .40을 초과하면 해당 요인으로 분류하였다(Song, 2016)¹¹⁾.

(1) 정책환경

정책환경은 7개의 항목으로 요인분석을 실시하였다. 요인분석 결과, KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 측도는 .718로 나타났으며, Bartlett의 구형성 검증 결과 또한 유의하게 나타나(p<.001), 요인분석 모형은 적합한 것으로 판단되었다. KMO 측도는 변수들간의 상관관계가 얼마나 강력한지를 평가하며, 변수들 간의 상호작용이 크면 주성분분석 결과가 신뢰성이 높아지며, 0.5 이상의 값이면 적절한 값으로 인정이 되며, 0.8 이상이면 매우 좋은 값으로 평가한다. Bartlett 검증은 다변량 정규성 가정이 만족되는지 여부를 검증하는 방법으로, 검증 결과 유의확률(p-value)이 0.001보다 작으므로, 변수들 간의 선형 관계가 존재하며 다변량 데이터 분석의 데이터로 적절하다는 것을 의미한다.

정책환경은 2개의 요인으로 분류되었으며, 2개의 요인은 59.116%의 요인 설명력을 보였다. 첫 번째 요인은 5개 항목으로 ‘법·규제’, 두 번째 요인은 2개 항목으로 ‘보조금’으로 구성되었다(Table 3).

Table 3 Results of the policy environment factor analysis

Factors	Subcategory - factor analysis	
	1	2
Revision of Building Act (Fire-resistant Performance)	.719	-.010
Installation Standards for Solar Power Facilities	.519	.465
Building-related Permits under the Building Act	.548	.509
Lack of Installation Safety Standards	.693	.307
Procedural Issues for Recognition as BIPV	.758	-.202
Renewable energy supply obligation (Installation obligation)	.006	.841
Renewable energy regional support program subsidies	-.009	.823
Eigen value	2.141	1.997
Common variance (%)	30.587	28.529
Cumulative variance (%)	30.587	59.116
KMO measure=.718, Bartlett $\chi^2=190.531$ (p<.001)		

(2) 제조환경

제조환경은 타당도를 저해하는(요인적재량 0.4 이하) 1개 중분류 항목인 셀·모듈 항목을 제외하고, 건물형태 양광 중분류 중 1개 소분류 항목인 다품종 소량생산 방식이 제외되어 최종적으로 3개의 항목으로 요인분석을

실시하였다. 요인분석 결과, KMO 측도는 .589로 나타났으며, Bartlett의 구형성 검증 결과 또한 유의하게 나타나($p < .001$), 요인분석 모형은 적합한 것으로 판단되었다.

제조환경은 1개의 요인으로 분류되었으며, 1개의 요인은 56.445%의 요인 설명력을 보였다(Table 4).

Table 4 Results of the Manufacturing environment factor analysis

Factors	Subcategory - factor analysis	
	1	
Multi-variety Small-scale Production Methods	.799	
User (Construction Company) Collaboration Business Structure	.608	
Functional Requirements as Building Materials	.828	
Eigen value	1.693	
Common variance (%)	56.445	
Cumulative variance (%)	56.445	
KMO measure=.589, Bartlett $\chi^2=47.375$ ($p < .001$)		

(3) 시장환경

시장환경은 타당도를 저해하는 1개 항목(시장형성 미흡)이 제외되어 최종적으로 5개의 항목으로 요인분석을 실시하였다. 요인분석 결과, KMO 측도는 .567로 나타났으며, Bartlett의 구형성 검증 결과 또한 유의하게 나타나($p < .001$), 요인분석 모형은 적합한 것으로 판단되었다.

시장환경은 2개의 요인으로 분류되었으며, 2개의 요인은 64.620%의 요인 설명력을 보였다. 첫 번째 요인은 3개 항목으로 ‘설치환경’, 두 번째 요인은 2개 항목으로 ‘수용성’으로 구성되었다(Table 5).

Table 5 Results of the Market environment factor analysis

Factors	Subcategory - factor analysis	
	1	2
Lack of Perception of BIPV among Architects	.676	-0.157
Difficulties in Management due to Mixture of Building and Electrical Fields	.782	0.163
Lack of Successful Installation Examples (Guidelines, Cases)	.713	0.198
Low Power Generation Efficiency Compared to Installation Costs	.120	.877
Limitations of Economic Feasibility (Building Owner)	.019	.883
Eigen value	1.592	1.639
Common variance (%)	31.843	32.777
Cumulative variance (%)	31.843	64.620
KMO measure=.567, Bartlett $\chi^2=96.102$ ($p < .001$)		

(4) 시스템 설치

시스템 설치는 7개의 항목으로 요인분석을 실시하였다. 요인분석 결과, KMO 측도는 .731로 나타났으며, Bartlett의 구형성 검증 결과 또한 유의하게 나타나(p<.001), 요인분석 모형은 적합한 것으로 판단되었다.

시스템 설치 2개의 요인으로 분류되었으며, 2개의 요인은 55.854%의 요인 설명력을 보였다. 첫 번째 요인은 4개 항목으로 ‘인증·인허가’, 두 번째 요인은 3개 항목으로 ‘설계·시공’으로 구성되었다(Table 6).

Table 6 Results of the System installation factor analysis

Factors	Subcategory - factor analysis	
	1	2
Approval of Quality of Building Materials by the MOLIT	.741	.232
KS C 8577 Certification	.748	.042
Revised Pre-Use Inspection by the Korea Electrical Safety Corporation	.582	.372
Problems with BIPV Procurement Registration	.754	.018
Limitations in Site Selection	.292	.710
Limitations of Economic Feasibility (Designer/Contractor)	.098	.656
Lack of Guidelines for Design Processes	.005	.819
eigen value	2.111	1.799
common variance (%)	30.153	25.701
cumulative variance (%)	30.153	55.854
KMO measure=.731, Bartlett $\chi^2=168.098$ (p<.001)		

(5) 신뢰도 분석

본 연구의 설문을 통해 응답자가 일관성 있게 조사에 응하였는지 파악하기 위해 신뢰도 분석을 실시하였다 (Table 7). 신뢰도란 측정대상을 여러 번 측정하였을 때에도 동일한 결과가 나타나고, 어떤 지표를 구성하는 항목들 간에 일관성이 있다는 것을 의미한다.

Table 7 Reliability assessment

Variable	No. of items	Cronbach's α
Policy Environment	Raw and Regulation	.713
	subsidies	.677
	Total	.701
Manufacturing Environment	BIPV Module	.602
	Installation Environment	.559
Market Environment	Acceptance	.743
	Total	.580
System Installation	Certification and Permits	.708
	Design and Construction	.612
	Total	.730

이를 검증하기 위해 크론바흐 알파(Cronbach's alpha) 계수를 이용하였다. 일반적으로 알파 계수가 0.6 이상이면 비교적 신뢰도가 높은 것으로 보고 있는데(Hair et al., 2006)⁹⁾, 모든 변수의 알파 계수가 0.6 이상으로 나타나 신뢰도가 높은 것으로 판단되었다.

3.3 기술통계 분석

본 연구에서 측정한 연구변인의 수준을 파악하기 위해 평균과 표준편차를 산출하였다(Table 8). 정책환경의 평균은 5점 만점에 3.78로 나타났고, 하위요인의 평균은 법·규제 3.80, 보조금 3.74로 나타났다. 제조환경의 평균은 5점 만점에 3.91로 나타났다. 시장환경의 평균은 5점 만점에 3.85로 나타났고, 하위요인의 평균은 설치환경 3.85, 수용성 3.85로 나타났다. 시스템 설치의 평균은 5점 만점에 3.73으로 나타났고, 하위요인의 평균은 인증·인허가 3.66, 설계·시공 3.81로 나타났다. 또한 변수들의 정규성 가정 충족 여부를 판단하기 위해 왜도(skewness)와 첨도(kurtosis)를 산출하였다. 왜도는 절댓값 3 미만, 첨도는 절댓값 10 미만이면 정규분포에 근사하는 것으로 판단하는데(Kline, 2016)¹²⁾, 모든 변수가 정규성 가정을 충족하는 것으로 나타났다.

Table 8 Descriptive statistics

Variable		Minimum value	Maximum value	Average	Standard deviation	Skewness	Kurtosis
Policy Environment	Raw and Regulation	2.00	5.00	3.80	0.55	-0.42	1.10
	Subsidies	1.00	5.00	3.74	0.98	-0.95	0.72
	Total	1.86	5.00	3.78	0.54	-0.54	1.41
Manufacturing Environment	BIPV Module	2.00	5.00	3.91	0.70	-0.75	0.27
Market Environment	Installation Environment	2.00	5.00	3.85	0.68	-0.28	-0.41
	Acceptance	2.00	5.00	3.85	0.76	-0.08	-0.71
	Total	2.40	5.00	3.85	0.55	0.04	-0.56
System Installation	Certification and Permits	2.00	5.00	3.66	0.67	0.01	-0.33
	Design and Construction	2.00	5.00	3.81	0.63	-0.12	-0.16
	Total	2.29	5.00	3.73	0.54	0.06	-0.12

3.4 상관분석

본 연구의 변인 간 상관관계를 파악하기 위해 Pearson의 상관분석을 실시하였다(Table 9). 피어슨 상관관계 분석은 두 변수 간의 선형적인 상관관계를 측정하는 통계적 방법 중 하나로, 상관관계는 -1에서 1 사이의 값으로 표현되며, 0에 가까울수록 두 변수 사이에는 상관관계가 없고, 1에 가까울수록 양의 상관관계가 있으며, -1에 가까울수록 음의 상관관계가 있다³⁾. 시스템 설치 요인에 시장환경, 정책환경, 제조환경 요인 순으로 상관관계가 있으며, 모두 양의 상관관계를 가지고 있다.

시스템 설치는 정책환경($r=.454, p<.001$)과 통계적으로 유의한 정(+)적 상관관계를 보였고, 하위요인인 법·규제($r=.455, p<.001$), 보조금($r=.243, p<.01$)과도 유의한 정(+)적 상관관계를 보였다.

시스템 설치의 제조환경($r=.300, p<.001$)과 유의한 정(+)적 상관관계를 보였다

시스템 설치의 시장환경($r=.503, p<.001$)과 유의한 정(+)적 상관관계를 보였고, 하위요인인 설치환경($r=.366, p<.001$), 수용성($r=.421, p<.001$)과도 유의한 정(+)적 상관관계를 보였다.

정책환경은 제조환경($r=.332, p<.001$), 시장환경($r=.411, p<.001$)과 유의한 정(+)적 상관관계를 보였다.

피어슨 상관관계는 p값이 높을수록, r값이 높을수록 상관관계가 유의미하다. r값 뒤에 표시된 별표(***, **, *)에서 ***가 가장 작은 값을 나타내므로, 정책환경과 법·규제 간의 상관관계는 .871***로 가장 유의미한 상관관계를 가지고, 제조환경과 수용성은 .065로 거의 상관관계가 없다고 할 수 있다.

Table 9 Pearson correlation analysis results

	Policy Env.	Raw and Regulation	subsidies	Manufacturing Env.	Market Env.	Installation Env.	Acceptance	System Installation	Certification and Permits	Design and Construction
Policy Environment	1									
Raw and Regulation	.871***	1								
Subsidies	.720***	.286**	1							
Manufacturing Environment	.332***	.280**	.253**	1						
Market Environment	.411***	.447***	.171	.203*	1					
Installation Environment	.380***	.427***	.139	.224*	.840***	1				
Acceptance	.235**	.236**	.124	.065	.683***	.178*	1			
System Installation	.454***	.455***	.243**	.300***	.503***	.366***	.421***	1		
Certification and Permits	.359***	.334***	.229*	.238**	.337***	.258**	.264**	.890***	1	
Design and Construction	.409***	.446***	.167	.270**	.542***	.375***	.478***	.763***	.384***	1

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

3.5 결과해석

BIPV 시스템 설치 확대를 위한 요인 분석 및 상관관계 분석을 한 결과는 다음과 같다.

- ① 시스템 설치에 정책환경, 시장환경, 제조환경 순으로 유의미한 상관관계를 가진다.
- ② 정책환경은 법·규제, 보조금 2개 요인으로 분류되었으며, 법·규제는 건축법 개정(내화성능) 등의 항목으로 구성되었고, 보조금은 신재생에너지 공급의무비율 등으로 구성되었다.
- ③ 제조환경은 셀·모듈, BIPV 모듈 2개 영향인자였으나, 셀·모듈이 타당도를 저해하여 요인분석 시 제외하였다. 심미적 시인성 확보, 사용자 연계 사업구조, 건축자재로서의 기능 부여는 제조환경의 영향요인이나, 셀·모듈의 단가저감한계, 장기신뢰성 확보는 제조환경에 선형 상관관계를 가지지 못하는 것으로 분석되었다.
- ④ 시장환경은 설치환경과 수용성 2개 요인으로 분류되었으며, 설치환경은 설계사의 인식 부족 등 항목으로 구성되었고, 보조금은 설계사의 BIPV 인식 부족 등으로 구성되었다.
- ⑤ 시스템설치는 인증·인허가, 설계·시공 2개 요인으로 분류되었으며, 인증·인허가는 국토부 건축자재 품질 인정, KS C 8577 인증 등으로 구성되어 있고 매우 높은 유의미한 관계를 가진다. 설계·시공 영향요인은 설계 프로세스별 가이드라인 부재 등으로 구성되어 있고 높은 유의미한 관계를 가진다.

상기와 같이, 본 연구에서 제시하고자 하는 BIPV 보급에 영향을 미치는 요인을 정책환경(정책적 요인), 제조환경(기술적요인), 시장환경(사회적요인)의 각 하부요인에 대해 정리하면 Table 10과 같다. 26개 예비평가항목 중 요인분석 결과 타당도를 저해하는 항목 4개(단가저감 한계, 장기신뢰성 확보, 다품종소량생산방식, 시장형성 미흡)을 제외하고, 총 22개의 영향요인으로 분류하였다. 본 연구 결과는 지난 10월 정부에서 발표한 BIPV 산업생태계 활성화방안에서 제시한 BIPV 관련 시공기준 및 KS 인증 미비, 건축/전기 분야별로 분산된 지원체계, 제품의 경제성·안전성·심미성 요구, BIPV에 대한 이해와 전문성 부족 등의 장애요인을 포함한다. Table 10에서 제시하고 있는 기준 중 정책환경의 법·규제 요인과 시스템 설치의 인증·인허가 요인이 시스템 설치에 특히 큰 영향을 주고 있으며, 이는 최근 개정된 건축법으로 인해 설문조사에 참여한 전문가들이 리커트 척도 조사 시 높은 점수를 준 것으로 추정되며, 이에 대한 대책이 먼저 제안되어야 할 것으로 보인다.

Table 10 Influencing factor

Main Category	Subcategory	Influencing Factors
Policy Environment (Policy Factors)	Raw and Regulation	Revision of Building Act (Fire-resistant Performance)
		Installation Standards for Solar Power Facilities
		Building-related Permits under the Building Act
		Lack of Installation Safety Standards
		Procedural Issues for Recognition as BIPV
	Subsidies	Renewable energy supply obligation (Installation obligation)
		Renewable energy regional support program subsidies
Manufacturing Environment (Technical Factors)	BIPV Module	Multi-variety Small-scale Production Methods
		User (Construction Company) Collaboration Business Structure
		Functional Requirements as Building Materials

Table 10 Influencing factor (Continued)

Main Category	Subcategory	Influencing Factors
Market Environment (Social Factors)	Installation Environment	Lack of Perception of BIPV among Architects
		Difficulties in Management due to Mixture of Building and Electrical Fields
		Lack of Successful Installation Examples (Guidelines, Cases)
	Acceptance	Low Power Generation Efficiency Compared to Installation Costs Limitations of Economic Feasibility (Building Owner)
System Installation	Certification and Permits	Approval of Quality of Building Materials by MOLIT
		KS C 8577 Certification
		Revised Pre-Use Inspection by the Korea Electrical Safety Corporation
		Problems with BIPV Procurement Registration
	Design and Construction	Limitations in Site Selection Limitations of Economic Feasibility (Designer/Contractor) Lack of Guidelines for Design Processes

4. 결론

본 연구결과는 탐색적 요인분석을 바탕으로 BIPV 보급 시스템에 영향을 미치는 요인을 도출하고 상관관계를 분석하였다. 전체 요인의 대그룹은 정책환경(정책적 요인), 제조회업(기술적 요인), 시장환경(사회적 요인)으로 분류하였고, 중분류는 정책환경에 법·규제, 보조금 항목, 제조회업에 건물형태양광 모듈 항목, 시장환경에 설치 환경, 수용성 항목, 시스템설치에 인증·인허가, 설계·시공 항목으로 분류하였다. 각각의 중분류 항목에 불필요하거나 중요도가 낮은, 또는 동일한 특성을 보이지 않는 요인들을 제거하고 독립적인 특성을 가지는 요인을 분석하였다. 본 결과는 BIPV 보급의 장애요인을 통계적으로 분석한 것에는 의미가 있으나, 영향요인을 기반으로 활성화 방안을 제안하지 못했다는 점에서 한계를 가진다. 따라서, 본 연구를 기반으로 계층분석적 의사결정방법(AHP, analytic hierarchy process)을 활용하여 BIPV 보급 활성화를 위한 우선순위를 도출하는 추가적인 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(NRF)의 지원을 받아 수행한 연구입니다(No. 2022M3J7A1066428).

REFERENCES

1. IEA, Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, 2021.
2. Index Market Research, Global BIPV Market Size And Region - Market Industry Analysis, Size, Share, Growth Trends and Forecasts (2019-2026), 2020.

3. MOTIE, Strategies for Activating the Building-Integrated PhotoVoltaic (BIPV) Industry Ecosystem, 2022.
4. Lee, E. and Kim, G., Factors Influencing the Introduction of Home Solar Power Generation Facilities, *The Journal of Humanities and Social Sciences* 21, Vol. 11, No. 5, pp. 2017-2030, 2020.
5. Kim, K., Choi, J., Yoon, Y., and Park, S., A Study on Determinants of Photovoltaic Energy Growth: Panel Data Regression with Autoregressive Disturbance, *Current Photovoltaic Research*, Vol. 10, No. 1, pp. 6-15, 2022.
6. Yoon, J., Assessment of Current Status of Building-Integrated Photovoltaic (BIPV) Technology in South Korea and Proposals for Sector-Specific Promotion Strategies, *The Korean Solar Energy Society*, Vol. 16, No. 2, pp. 21-30, 2018.
7. Park, S. and Oh, C., A Study on Deriving Revision Strategies for the Definition of Building-Integrated Photovoltaic (BIPV) through Expert Delphi Survey in South Korea, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 19, No. 10, pp. 75-86, 2021.
8. Jeon, H., Choi, K., Park, K., and Park, S., Development of BIM based BIPV Architectural Design Environment, *Korea Institute of Ecological and Environmental Architecture*, Vol. 18, No. 1, pp. 71-82, 2018.
9. Ko, J., Nam, W., and Jang, J., A Study of Investigation of Solar Energy Utilization in School Buildings and Analysis of Exterior, *Design Convergence Study*, Vol. 21, No. 6, pp. 1-18, 2022.
10. Choi, C. and You, Y., The Study on the Comparative Analysis of EFA and CFA, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 15, No. 10, pp. 103-111, 2017.
11. Song, J., *Statistical Analysis Method on SPSS/AMOS (2nd edition)*, Paju: 21 Century Book Publisher, 2016.
12. Kline, R., *Principles and Practice of Structural Equation Modeling (4th ed.)*, NY: The Guilford Press, 2016.
13. Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., and Tatham, R., *Multivariate Data Analysis (Vol. 6)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.