

2024 녹색산업 인사이트 insight

2024.12.

건물일체형 태양광 (BIPV)



서울시
녹색산업지원센터

서울특별시

국가녹색기술연구소
NATIONAL INSTITUTE OF
GREEN TECHNOLOGY

CONTENTS

I	기술 개요	01
II	국내외 BIPV 시장 동향	04
III	국내외 BIPV 산업·기업 동향	07
IV	국내외 BIPV 정책 동향	10
V	요약 및 시사점	14
	참고문헌	15








기술 개요

1 건물일체형 태양광 (BIPV, Building Integrated Photovoltaic System) 개요

- **(정의)** 건물일체형 태양광(이하 BIPV)는 태양광 발전 모듈을 건물의 지붕, 입면 등에 적용하여 건축자재의 기능과 전력 생산의 기능을 갖춘 건물 일체형 태양광 발전시스템을 지칭^{1),2)}
- **(특징)** BIPV 시스템은 지붕이나 외벽, 창호 등 다양한 건물 부위에 일반 건축외장재를 대체하며, 기존 건축 자재와 동일한 기능 및 편의성을 제공하고 건물에서 사용하는 전력 관련 비용을 절감할 수 있는 장점이 있음³⁾
 - 건물 에너지 소비 요소 중 점차 증대되고 있는 부분인 전력 부분에 BIPV 시스템을 적용할 경우 에너지 상쇄가 가능하고, 하절기 및 동절기의 전력부하로 인한 전력피크 완화에 기여할 수 있음⁴⁾
 - 또한 시스템의 설치를 위한 별도의 부지가 필요 없으며, 실제 거주 면적이 협소한 지형 조건에 매우 적합하며 신축 또는 기존 건물의 개보수에 모두 적용이 가능하여 그 잠재성이 매우 큼⁴⁾
- **(적용 범위)** BIPV 시스템은 BIPV 모듈을 창호, 외벽, 지붕, 차양 장치 및 루버형 등에 적용이 가능하며 주요 내용은 [표 1-1]와 같음⁴⁾

[표 1-1] BIPV 시스템 적용 범위

구분	주요내용
창호 일체형 BIPV 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 유리창 본래의 기능인 투과성과 채광성을 가지고 있는 것이 특징 • 셀의 배치 변화에 따라 그림자 패턴을 줄 수 있으며, 투과율 조절을 통해 다양한 건축적 기법으로 활용이 가능함 • 가시성 확보를 위해 기존의 유리와 혼합하여 입면에 적용할 수 있음
외벽 일체형 BIPV 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 입면에 적용되는 외벽 일체형 태양광시스템은 건물의 외장자재를 대체할 수 있으며, 새로운 건물뿐만 아니라 기존 건물의 외피를 교체하는 개보수에도 적용이 가능한 장점이 있음 • 모듈의 사이즈 및 형태, 패턴, 색상변화에 따라 다양한 디자인이 가능함 • 건물의 전체 표면적 대비 수직면이 많은 도심형 건물의 경우 건물의 부지를 최대한 활용할 수 있기 때문에 그 잠재력이 매우 큼
지붕 일체형 BIPV 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 지붕의 BIPV는 일사확득이 가장 용이한 방법으로 외피 면적 대비 지붕 면적이 큰 건물에 적합함 • 지붕공사 공법을 그대로 사용하여 쉽게 시공할 수 있고, 기존 지붕 자재와 혼용하여 사용하더라도 시각적으로 일체화된 느낌을 유지할 수 있음 • 지붕 단열을 높이고, 태양광 발전을 할 수 있는 이중 효과가 있음

차양장치 및 루버형 BIPV 시스템		<ul style="list-style-type: none"> 루버와 일체화된 PV시스템의 경우 과도한 직사일광과 현휘를 막아주어 실내 조명부하를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 재실자의 시각적 쾌적성을 확보할 수 있는 장점이 있음 또한 루버의 각도를 태양광 발전을 최적 각도로 맞추어 입면에서도 최대한 발전효율을 유지할 수 있음 루버는 가변형과 고정형 등으로 다양하게 디자인이 가능하나, 하부 음영을 고려하여 모듈의 경사각 및 루버의 간격을 조절하여 디자인해야 함
발코니 적용 BIPV 시스템		<ul style="list-style-type: none"> 발코니가 외부에 노출되어 있는 경우에는 불투명 태양전지를 이용하여 보다 효율을 높일 수 있음 발코니 면적이 넓은 공동주택에 적합한 방식으로, 수직으로 설치되기 때문에 공간의 여유가 생기고 옥상 부분을 녹화, 휴식 공간 등 다른 용도로 활용할 수 있어 공간의 유효성이 증대되는 장점이 있음

※ 출처: 윤종호(2014)⁴⁾를 바탕으로 저자 재구성

■ **(적용 기술)** 건물이라는 특수한 공간에 적용되므로, 제한된 설치 공간에서 최대한의 발전효율이 구현될 수 있도록 개발되고 있음¹⁾

- BIPV 모듈 및 패널이 다양한 환경에서 신뢰성·내구성·심미성을 확보를 위한 기술을 개발 중¹⁾
- 현재 BIPV에 적용가능한 염료감응형 태양전지, 페로브스카이트 태양전지, 유기 태양전지, 양면형 태양전지, 투광형 태양전지 등 다양한 태양전지가 개발되고 있으며, 주요 내용은 [표 1-2]와 같음¹⁾

[표 1-2] BIPV 적용 기술

구분	주요내용
염료감응형 태양전지	<ul style="list-style-type: none"> 염료감응형 태양전지는 염료에 의해 광전현상이 발생하는 원리를 이용한 전지로써, 태양에너지의 흡수 과정과 전하이동 과정이 분리되어 흡수는 염료가 담당하고, 전하의 이동은 전자의 형태로 반도체에서 담당하게 됨 염료감응형 태양전지는 BIPV 용도에 적합한 소자 방식으로 다양한 색채로 디자인이 가능하고 투과성이 좋아 창호에 적합함
페로브스카이트 태양전지	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 태양전지로 각광받고 있는 페로브스카이트 태양전지는 유리창이나 벽 등에 부착하기 용이함 20층 건물에 해당 전지를 설치할 경우 200 kW 규모의 전력 생산이 가능하며, 매해 210톤가량의 이산화탄소를 저감하는 효과가 있을 것으로 전망됨
유기 태양전지	<ul style="list-style-type: none"> 유기 태양전지는 자유로운 흡광 영역의 조절로 R/G/B 등 색상의 조절이 가능함 유기 반도체 박막의 투과도를 조절한 반투명 유기 태양전지는 BIPV에 적용 시 수려한 외관을 창출하는 심미적 효과까지 얻을 수 있음
양면형 태양전지	<ul style="list-style-type: none"> 양면형 태양전지는 모듈 전면뿐만 아니라 후면을 통해서도 발전할 수 있으며 BIPV에 양면형 태양전지를 접목할 경우 입사된 빛을 더 효율적으로 사용할 수 있음 양면형 BIPV에 대한 수요가 높아지고 있으며, 건축물의 기능을 해치지 않고 출력을 높이는 방향에 대한 연구가 진행 중임
투광형 태양전지	<ul style="list-style-type: none"> 투광형 태양전지는 투과도 제어가 자유롭고 광발전 출력이 높아 건물에서 요구하는 투과도 수요를 맞추고 더 많은 전기생산이 가능함 투광형 태양전지는 광발전 성능 저하가 없어 기존 건물의 창호를 투광형 태양전지로 대체하거나 기존 유리에 투광형 태양전지를 추가하여 활용가능 함

※ 출처: 중소벤처기업부(2024)¹⁾를 바탕으로 저자 재구성



■ **(국외 표준화 동향)** 국외에서는 태양광 분야 국제 표준화가 주로 전기 기술 분야 국제표준기구인 IEC(International Electrotechnical Commission)을 통해 이루어지고 있음³⁾

- BIPV 관련 표준으로 2016년 유럽에서 지붕 태양광 기술과 기타 건물형 태양광(BIPV) 기술의 요구 조건을 통합하여 EN 50583-1:2016 (BIPV 모듈)과 EN 50583-2:2016 (BIPV 시스템) 표준이 발간됨³⁾
- 뒤이어 2020년에는 관련 내용들을 좀 더 세분화하고 보완하여 IEC 63092-1:2020 및 IEC 63092-2:2020으로 국제 표준화가 진행되었고, 이와 함께 2021년에는 IEC TR 63226:2021을 발간됨³⁾
- 또한 건물형 태양광 시스템에 필요한 인버터 및 모듈수준 전력전자 장치(MLPE)의 안전성 요구조건은 IEC 62109 시리즈 표준(IEC 62109-1:2010, IEC 62109-2:2011, IEC 62109-3:2020 등)으로 국제 표준화가 진행됨³⁾

[표 1 - 3] 국외 BIPV 표준 관련 주요 내용

구분	주요 내용
IEC 63092-1:2020	• BIPV 모듈이 발전장치로서 갖추어야 할 전기적 내구성, 안정성 등
IEC 63092-2:2020	• BIPV 시스템이 갖추어야 할 요구사항
IEC TR 63226:2021	• BIPV 시스템과 관련된 화재위험 관리 방안
IEC 62109 관련 표준	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 62109-1:2010 : 태양광 발전 시스템용 전력변환장치의 안전성 일반 요구사항 • IEC 62109-2:2011 : 인버터에 대한 특정 요구사항 • IEC 62109-3:2020 : 모듈과 붙어있는 전자 장치에 대한 특정 요구사항

※ 출처: 산업통상자원부(2024)³⁾를 바탕으로 저자 재구성

■ **(국내 표준화 동향)** 큰 틀에서는 IEC와의 부합화를 따르고 있으나, 국내의 여건에 맞는 차별화된 표준화로 국내시장을 넘어서 국제표준을 선도하려는 기반이 다져지고 있음³⁾

- 2023년 11월 국내에서도 BIPV 모듈 및 시스템 요구사항에 대한 IEC 표준 부합화가 이루어졌으며, 이에 따라 KS C IEC 63092-1 및 KS C IEC 63092-2 등이 제정되었음³⁾
- 또한 2023년 11월에 IEC 표준에 부합화한 KS C IEC 62109-3이 제정됨에 따라 기존 KS C IEC 62109-1 및 KS C IEC 62109-2를 포함하여 인버터 및 모듈수준 전력전자 장치(MLPE)에 대한 안전성 요구조건 역시 국내에서 인증이 가능하게 됨³⁾

[표 1 - 3] 국외 BIPV 표준 관련 주요 내용

구분	주요 내용
KS C IEC 63092-1	• 건물 일체형 태양광 발전 모듈 요구사항
KS C IEC 63092-2	• 건물 일체형 태양광 발전 시스템 요구사항
KS C IEC 62109-3	• 태양광 발전 요소와 결합된 전자 장치에 대한 특정 요구사항

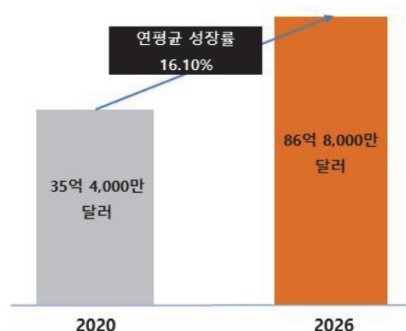
※ 출처: 산업통상자원부(2024)³⁾를 바탕으로 저자 재구성



국내외 BIPV 시장 동향

1 세계시장 동향

- **(세계시장 전망)** 전 세계 BIPV 시장은 2020년 35억 4,000만 달러에서 연평균 성장률 16.10%로 증가하여, 2026년에는 86억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾



※ 출처: Arizton, Building-integrated Photovoltaics Market(2021), 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾에서 재인용

[그림 II-1] 글로벌 건물 일체형 태양광 발전 시장 규모 및 전망

- **(세부 항목별 세계시장 전망)** 전 세계 BIPV 시장은 적용 분야에 따라 지붕, 건물 정면 및 창으로 분류됨⁵⁾
 - 지붕은 2020년 22억 6,000만 달러에서 연평균 성장률 14.70%로 증가하여, 2026년에는 51억 5,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾
 - 건물 정면 및 창은 2020년 12억 8,000만 달러에서 연평균 성장률 18.38%로 증가하여, 2026년에는 35억 3,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾



※ 출처: Arizton, Building-integrated Photovoltaics Market(2021), 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾에서 재인용

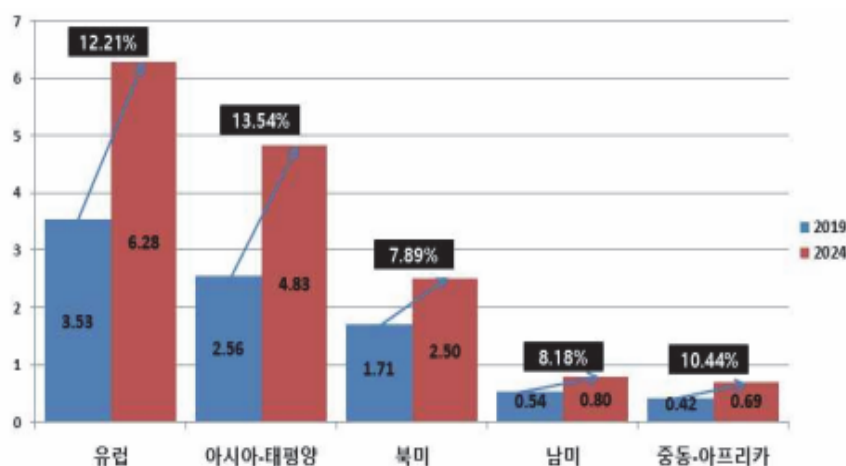
[그림 II-2] 글로벌 건물 일체형 태양광 발전 시장의 적용 분야별 시장 규모 및 전망



■ **(각 국가별 세계시장 전망)** 전 세계 BIPV 시장을 지역별로 살펴보면, 2019년을 기준으로 유럽 지역이 40.30%로 가장 높은 점유율을 차지하였고, 아시아-태평양 지역이 29.22%, 북미 지역이 19.52%, 남미 지역이 6.16%, 중동-아프리카 지역이 4.79%로 나타남⁵⁾

- 유럽 지역은 2019년 35억 3,000만 달러에서 연평균 성장률 12.21%로 증가하여, 2024년에는 62억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾
- 아시아-태평양 지역은 2019년 25억 6,000만 달러에서 연평균 성장률 13.54%로 증가하여, 2024년에는 48억 3,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾
- 북미 지역은 2019년 17억 1,000만 달러에서 연평균 성장률 7.89%로 증가하여, 2024년에는 25억 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾
- 남미 지역은 2019년 5억 4,000만 달러에서 연평균 성장률 8.18%로 증가하여, 2024년에는 8억 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾
- 중동-아프리카 지역은 2019년 4억 2,000만 달러에서 연평균 성장률 10.44%로 증가하여, 2024년에는 6억 9,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾

(단위: 십억 달러)

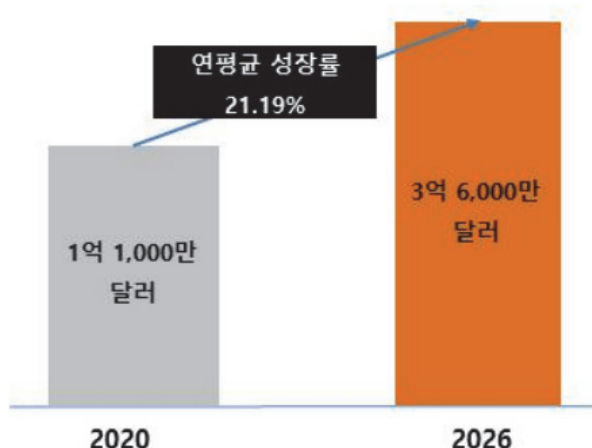


※ 출처: TechNavio, Global Building integrated Photovoltaics Market(2020), 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾에서 재인용

[그림 II-3] 글로벌 건물 일체형 태양광 발전 시장의 각 국가별 시장 규모 및 전망

2 국내시장 동향

- **(국내시장 전망)** 우리나라 BIPV 시장은 2020년 1억 1,000만 달러에서 연평균 성장률 21.19%로 증가하여, 2026년에는 3억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망됨⁵⁾



※ 출처: Arizton, Building-integrated Photovoltaics Market(2021), 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾에서 재인용

[그림 II-4] 우리나라 건물 일체형 태양광 발전 시장 규모 및 전망

- **(정부R&D 투자동향)** 신재생에너지 핵심기술 개발사업 태양광 분야는 '14~'23년 최근 10년간 6,588억원이 지원되었고, '23년에도 약 657억원 지원하여 지속적으로 태양광 R&D 투자 중³⁾
 - 국내 태양광 보급시장 활성화를 위한 결정질 실리콘 분야 기술, 신소재 기반 차세대 태양광 모듈, 적용처 다변화를 통한 태양광 기술, 제도개선 연계 실증 등 관련 R&D 지원을 추진하고 있음³⁾
 - BIPV 관련 R&D는 그간 박막 계열 등 다양한 BIPV 모듈 개발을 지원했으며, 최근에는 건설시장 수요에 기반한 안전성·심미성·경제성 등을 고려한 연구를 추진하고 있음²⁾

[표 II-1] 신재생에너지 핵심기술 개발사업의 태양광 분야 지원 내역

지원연도	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	합계
예산 (억원)	597	513	558	593	672	729	717	798	754	657	6,588

※ 출처: 산업통상자원부(2024)³⁾를 바탕으로 저자 재구성



국내외 BIPV 산업·기업 동향

1 국외 산업·기업 동향

- **(국외 산업 동향)** 현재 미국, 유럽을 중심으로 초기시장이 형성되고 있으며, 중국, 인도, 호주 등에서 보급 확대도 예상됨²⁾
 - BIPV 기술을 주도하고 있는 미국, 유럽 기업은 경제성과 심미성 확보에 중점을 둔 다양한 제품의 개발과 출시를 추진하고 있음²⁾
- **(미국)** 미국의 소규모 태양광(지붕형, 분산형 등) 발전량이 미국 전체 태양광 발전량의 3분의 1을 차지하고 있고⁶⁾, Tesla 등을 포함한 미국 기업들은 지붕형 BIPV 관련 기술을 개발 중⁷⁾

【 표Ⅲ-1 】 국외 BIPV 주요 기업 (미국)

국가명	기업명	주요내용
미국	First Solar ^{5),8)}	<ul style="list-style-type: none"> • First Solar는 Harold McMaster에 의해 설립되었으며, 2010년 기준 세계에서 두 번째로 큰 태양광 모듈 제조업체로 20GW 이상의 모듈을 출하하고 있음 • 태양광을 전기로 변환하는 CdTe 태양광 모듈의 설계, 제조 및 판매에 중점을 두고 있음 • First Solar는 BIPV 장수명 확보에 용이한 폴리올레핀(POE) 봉지재 기술을 적용하여 G2G 모듈을 개발하여 시장점유율을 확대하고 있음
	Tesla ⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 2016년 8월 테슬라는 2006년에 설립된 미국 가정용 태양광시스템 설치 1위 기업인 솔라시티(Solar City)를 인수하여 10월 솔라루프 1세대 제품을 선보인 후, 2019년 3세대 제품을 출시하며 기술경쟁력을 확대하였음 • 솔라루프 3세대 제품은 강화유리로 제작되어 견고하고, 여러 겹의 공기층을 활용하여 열 차단이 우수하며 이용수명이 25년으로 긴 편이고, 외형적으로도 다채로워 짐

※ 출처: 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾, 인더스트리뉴스(2024)⁸⁾, 월간ANDA(2021)⁹⁾ 바탕으로 저자 정리

- **(유럽)** 유럽연합은 2018년 유럽연합 집행위원회로부터 Horizon 2020의 자금을 지원받아 BIPV BOOST 프로젝트를 실행하여 유럽의 BIPV 보급과 확산을 추진 중이며, 독일 등의 국가를 중심으로 다양한 BIPV 관련 기술들을 개발 중^{10),11)}

【 표Ⅲ-2 】 국외 BIPV 주요 기업 (유럽)

국가명	기업명	주요내용
독일	Heliatek ^{5),12),13)}	<ul style="list-style-type: none"> • Heliatek은 건설 부문을 위한 태양에너지 솔루션을 제공하고 있으며, 유기 태양광 필름 관련 기술을 개발하고 있음 • Heliatek은 유기 박막 태양전지(OPV•Organic Photovoltaic) 기술을 개발하여, 건물 일체형 태양광 발전 제품인 HeliaSol에 이를 적용함 • HeliaSol은 후면에 접착제가 통합된 태양광 필름으로 태양광 발전 시스템이 허용되지 않는 지붕이나 외벽에 적용 가능함

국가명	기업명	주요내용
독일	Schuco ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Schuco는 독일의 창호 회사로 건축 파사드, 창호, 문, 건축 외피에 태양광 발전 기능이 결합된 BIPV 관련 제품을 생산함 Schuco의 윈도우 및 파사드 시스템용 BIPV 모듈은 다양한 옵션을 제공하고, IEC 인증을 받아 제품의 성능과 안전성을 확보함
스페인	Tecnalia ^{14),15),16)}	<ul style="list-style-type: none"> Tecnalia는 IEA PVPS Task 15 working group으로 BIPV 관련 기술을 개발하고 있음 BIPV boost에도 참여하여 BIPV 시스템 제조, BIPV 표준화, 유럽의 BIPV 비용경쟁력 등을 분석함 투명 복합재료를 활용하여 구조적으로 우수한 BIPV 태양광 모듈을 개발
스위스	Sika ¹⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> 스위스의 건설 화학 전문사인 Sika는 facade 및 단열유리 설계에 대한 수년간의 경험을 활용하여 BIPV 관련 제품을 개발함 Facade 타입으로 Sikasil® SG-500, Sikasil® SG-20. 단열유리(Insulating Glass) 타입으로 SikaGlaze® IG-5 PIB, Sikasil® IG-16 등을 개발함

※ 출처: 중소벤처기업부(2024)¹⁾, 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾, IT TIMES(2023)¹²⁾, Heliatek 웹페이지¹³⁾, basqye.press(2022)¹⁴⁾, tecnalia 웹페이지^{15),16)}, Sika¹⁸⁾ 등을 바탕으로 저자 정리

- **(중국)** 중국의 BIPV 시장은 대기업 위주로 시작되었고, 2020년부터 국가정책, 비용절감, 기술발전, 탄소 배출저감 등을 이유로 BIPV 시장이 본격 확대됨¹⁾

- 최근 중국에서는 BIPV 관련 기술이 발전하고, 발전효율이 증가하면서 BIPV 발전량이 증가함¹⁸⁾

[표Ⅲ-3] 국외 BIPV 주요 기업 (중국)

국가명	기업명	주요내용
중국	Wuxi suntech Power ^{5),19)}	<ul style="list-style-type: none"> Wuxi suntech Power는 2006년 건물 일체형 태양광 발전 모듈을 전문으로 하는 일본의 대표적인 태양광 모듈 제조업체인 MSK를 인수하였고, 이를 통해 생산능력이 300MW로 확장됨 Wuxi suntech Power의 건물 일체형 태양광 발전 주요 제품으로 Ultra V Series, Ultra S Series 등이 있음 Ultra V Series는 182mm silicon wafer를 활용하여 모듈 효율이 최대 21.5%로 구현됨
	Hanenergy ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Hanenergy는 중국 청정에너지 전문기업으로 BIPV로 건물 외벽을 둘러싸는 프로젝트인 Han Wall를 설치를 완료함 또한 중국 장시성 난창시의 국제 제약혁신 단지(PIIP) 내의 위치한 건물 외벽에 약 6000m² 면적에 BIPV를 시공함

※ 출처: 중소벤처기업부(2024)¹⁾, 연구개발특구진흥재단(2021)⁵⁾, Suntech 웹페이지¹⁹⁾ 등을 바탕으로 저자 정리

- **(일본)** 일본은 주택용 태양광 패널 시장에서 점유율이 크고, 일본 내에서도 주택용 태양광 관련 기술력을 인정받고 있음²⁰⁾

[표Ⅲ-4] 국외 BIPV 주요 기업 (일본)

국가명	기업명	주요내용
일본	Panasonic ²¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Panasonic은 페로브스카이트 태양전지와 가정용 창문을 결합한 '페로브스카이트 태양광발전 유리 (Perovskite photovoltaics glass)'의 프로토타입을 개발함 Panasonic은 다양한 건축구조에 활용가능한 에너지 생성 유리(power-generating glass)" 건축 자재를 개발 중

※ 출처: 워터저널(2023)²¹⁾을 바탕으로 저자 정리



2 국내 산업·기업 동향

- **(주요 연구기관)** 국내에서는 한국건설기술연구원, 한국에너지기술연구원, 한국건설생활환경시험연구원, 공주대학교 등에서 BIPV 모듈 관련 연구를 진행 중

[표Ⅲ-6] 국내 BIPV 주요 연구기관¹⁾

기관명	주요 내용
한국건설기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> 창호형 및 난간 일체형 태양광발전 시스템 개발 공동주택 세대용 ESS와 연계할 수 있는 건물일체형 태양광발전 설비 개발 양반사 다기능 태양광 시스템 개발
한국에너지기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> 고심미성 컬러 BIPV 모듈 제조 기술 개발 건물에너지 효율화를 위한 재생에너지 융복합 외장재 및 열공급시스템 개발
한국건설생활환경시험연구원	<ul style="list-style-type: none"> BIPV 모듈과 인버터를 연결하는 BIPV 시스템 개발 KS인증 연구
공주대학교	<ul style="list-style-type: none"> 컬러 BIPV 커튼월 시스템의 발전량 예측을 위한 해석모델 및 성능평가 기술 개발 제로에너지건물을 위한 투광형 건물일체형 태양광(BIPV) 시스템의 SHGC 성능평가 기술 개발

※ 출처: 중소벤처기업부(2024)¹⁾를 바탕으로 저자 정리

- **(주요 기업)** 국내에서는 중소기업체를 중심으로 BIPV 관련 제품을 생산하고 있으며, 최근 BIPV용 컬러모듈 등을 개발하여 BIPV 제품의 공급 다변화를 추진하고 있음¹⁾

[표Ⅲ-7] 국내 BIPV 주요 기업¹⁾

기업명	주요 내용
알루이엔씨	<ul style="list-style-type: none"> 주력 제품으로 박막형 BIPV와 컬러 결정형 BIPV가 있음 박막형 제품은 컬러 유리화 같이 균일한 투과가 가능한 제품으로 향후 외부를 조망하는 공간에 활발히 적용될 것으로 전망됨 컬러 결정형 제품은 기존 외장재인 알루미늄 시트 패널 또는 복합 패널을 대체해 시장에서 활발하게 공급될 것으로 예상됨 SK건설, 국영지앤엠과 함께 공동주택을 대상으로 한 '창문형 BIPV 시스템'을 공동 개발함
에스케이솔라 에너지	<ul style="list-style-type: none"> 국내 BIPV 시장에서 연간 1MW 이상의 물량을 제작 납품하고 있음 국산화 컬러 BIPV 모듈은 컬러의 심미적 효과와 출력 저하율을 최소화하였으며, 공급 용이성, 내구성 확보를 통해 BIPV 시장 활성화에 적극 참여 중임
SG에너지	<ul style="list-style-type: none"> 건축외장재로 사용되고 있는 복합패널과 가장 흡사한 파스텔톤의 컬러 및 질감을 사용하면서 건축 시장에서 각광받고 있음 기본 12컬러 BIPV 모듈을 출시했으며 고객의 니즈에 따라 모든 컬러의 BIPV 모듈 생산이 가능함
한화건설	<ul style="list-style-type: none"> 국내 최초로 건물일체형 디자인 태양광모듈을 개발 기존 사각형 형태의 태양광 모듈을 4가지 타입의 태양광 모듈(별집모양의 비하이프, 드림트리, 레이어드, Wing 모양)을 개발하여 차별화된 외관을 구현함 한화건설의 태양광 모듈은 아파트 10개동 기준 연간 191MWh를 생산하는 등 전력생산 효율도 우수함

※ 출처: 중소벤처기업부(2024)¹⁾를 바탕으로 저자 정리

IV

국내외 BIPV 정책 동향

1 국외 BIPV 정책 동향

- **(정책 동향)** 국내외 모두 공공 주도에 의해 BIPV 시장이 성장하고 있으며, 세계 태양광 시장 성장에 기여한 주요 정책으로 FIT 제도*가 있으며, 향후 선도국을 중심으로 정책 다각화가 전망됨¹⁾

** FIT 제도 : 신재생에너지로 생산한 전력 가격과 전통 에너지로 생산한 전력 가격 차액을 정부가 보상하는 제도

- **(미국)** 미국 정부는 청정에너지 보급·확대 정책에 기초하여 재생 에너지 전원개발에 대한 지원을 확대하고, 규제를 개선함¹⁾

[표Ⅳ-1] 미국의 BIPV 관련 정책²²⁾

구분	주요내용
재생 에너지 관련 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 청정에너지 보급 확대를 위한 행정명령 발동 및 대규모 자금투입('21) <ul style="list-style-type: none"> - 행정명령 13990호(E.O. 13990) '공중보건 및 환경보호와 기후위기 대처를 위한 과학복원' 발동 - 행정명령 13990호(E.O. 14008) 국내외 기후위기 대처 발동
태양광 에너지 관련 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 에너지 보급을 위해 일반 및 지역태양광(CommunitySolar)확대 전략 발표 <ul style="list-style-type: none"> - (일반태양광*) 2030년까지 30~60GW의 일반에너지 보급 확대가 목표 - (지역태양광**) 2025년까지 최소 5백만가구가 사용 가능한 지역 태양광 에너지 보급 및 확장 솔루션제시 <ul style="list-style-type: none"> * 일반 태양광 에너지 : 1가구 1태양광 발전기 설치를 통해 얻는 에너지 ** 지역 태양광 에너지 : 대규모 태양광 발전소 조성을 통해 지역사회가 공유하는 형태

※ 출처: KOTRA(2021)²²⁾을 바탕으로 저자 정리

- 미국 연방정부와 주정부는 별도의 인센티브 제도를 운영하고 있으며, 지원제도는 재생에너지 활용 여력에 기초하여 각 주가 독립적인 프로그램으로 운용함¹⁾
 - 또한 미국은 단계적으로 '30년까지 모든 건물의 50% 제로에너지화 추진하고, '32년까지 주택용 태양광 최대 30% 세액 공제(IRA)를 추진함²⁾
 - 미국의 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act) 통과에 따라 태양광 수요 지원과 생산설비 확보로 미국 내 태양광 수요가 대폭 확대될 전망³⁾

[표Ⅳ-2] 미국의 BIPV 관련 인센티브 제도²²⁾

구분	주요내용
연방정부	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 제품 설치 시 누릴 수 있는 연방정부 혜택은 6가지(주별 편차 존재) <ul style="list-style-type: none"> - (ITC) 연방 태양광 투자세액공제(Federal Solar Investment Tax Credit), 연방정부의 태양광 패널 인센티브 정책으로 모든 주(州)에 적용



구분		주요내용
		<ul style="list-style-type: none"> - (세금환급) 리베이트(rebate) 태양광 패널 및 발전기 설치 시 지불했던 일부 세금을 환급 - (저금리 대출) 태양광 패널 및 발전기 설치 시 시장금리보다 낮은 이율로 대출 가능 - (자택세) 부동산 보유세 감면, 태양광 패널 및 발전기가 설치된 주택은 추후 낮은 부동산 보유세 적용 - (공급인증서) 태양광 재생에너지증서(SREC), 초과 생산된 전력을 지역 대규모(Utility) 태양광발전소에 판매 가능한 제도(평균5~450달러 수준) - (판매)성과기반 인센티브(Performance-Based Incentives), 넷미터링(Net Metering)을 제도를 통해 고정 금액으로 잉여전력을 판매하는 제도(SREC와 유사)
주정부	New York	<ul style="list-style-type: none"> • NY-Sun Megawatt Block Incentive: 와트당(Watt) 세제 환급이 가능한 제도, 주거 및 비주거용 모두 해당 • Solar Energy System Equipment Credit: 태양광발전기 관련 제품 구매 시 25%(최대 5천 달러)의 세금 감면
	Iowa	<ul style="list-style-type: none"> • Iowa Solar Energy System Tax Credit: 15%의 설치비를 연말소득 정산 때 환급 • Property Tax Exemption: 태양광 패널 설치로 높아진 재산세에서 태양광 설치 비용 제외
	Connecticut	<ul style="list-style-type: none"> • Residential Solar Investment Rebate Program: 와트당 0.463달러 환급, 평균 2천달러의 환급이 이뤄지고 있음 • Energy Conservation Loan Program: 6% 이하의 금리로 최대 2.5만 달러 대출 가능
	Maryland	<ul style="list-style-type: none"> • Residential Clean Energy Rebate Program: 태양광 패널 설치 시 1천 달러 환급 • Solar Renewable Energy Certificates (SRECs): 메가와트(MW)당 SREC에 판매 가능
	Colorad	<ul style="list-style-type: none"> • Community Solar Gardens: 지역 태양광 발전소가 많음으로 이를 활용할 수 있음

※ 출처: KOTRA(2021)²²⁾을 바탕으로 저자 정리

■ **(유럽)** 유럽연합 집행위원회(EU Commission)는 “그린딜 산업계획(Green Deal Industrial Plan)”과 “탄소중립 산업법(Net Zero Industry Act)” 초안을 발표하며 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 EU의 친환경 산업육성 정책을 공개함²³⁾

- 2023년 2월 1일에 발표된 그린딜 산업계획은 풍력, 태양광 등 EU 역내 친환경 산업을 육성하기 위한 기반을 조성하는 것을 골자로 함²³⁾

■ 유럽연합 집행위원회(EU Commission)는 EU 태양광 표준에 따라 2030년까지 대부분 건물에 지붕 태양광 설치를 의무화하는 개정된 건물에너지 성능지침(EPBD)을 공식 채택하여, 신축 건물에 태양광 설치를 추진 중²⁴⁾

[표Ⅳ-3] 유럽의 BIPV 관련 제도

구분	주요내용
독일 ²⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 독일은 2045년까지 탄소중립을 달성하기 위해 재생 에너지 생산을 촉진하고, 태양광 발전설비를 확장하고 있음 • 2023년 1월 1일부터 독일에서는 주거용 건물의 태양광 발전시스템(최대 출력 30kWp)과 저장장치의 공급 및 설치에 대한 부가가치세가 면제됨
스위스 ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 태양광을 BIPV, 지붕, 지상으로 구분하고, BIPV에 대해서 보다 많은 FIT 보조금 지급
프랑스 ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> • BIPV 설치시 일반 태양광의 2배 수준의 FIT 보조금 지급 • 일정 조경 기준을 만족하면 추가 보조금 지급

※ 출처: 산업통상자원부(2022)²⁾, KOTRA(2023)²⁵⁾을 바탕으로 저자 정리

■ **(중국)** 시진핑 주석이 30·60 탄소중립 목표를 제안하면서 건물부문에서 탄소배출 저감이 주요 정책 방향이 됨¹⁸⁾

- 2020년 7월, 국가주건부(國家住建部), 국가발전개혁위원회(NDRC), 공업정보화부, 인민은행 등이 ‘친환경 건물 설립 방안’을 통해 2020년까지 도시 신규 친환경 건물 설립면적을 70%까지 늘릴 것이라고 밝힘¹⁹⁾
- 중국 20여 개 지방정부에서 계획 및 목표 수립, 보조금 지급, 우대 정책 등으로 BIPV 사업을 지원하는 정책을 발표함¹⁸⁾

[표Ⅳ-4] 중국의 BIPV 관련 제도¹⁸⁾

구분	주요내용
베이징시	<ul style="list-style-type: none"> • 조건에 부합하는 친환경 건축물사업에 kWh당 0.4위안(약 70원, 세금 포함) 지원 • 프로젝트 당 최대 800만 위안(약 13억 7,216만 원)의 보조금 지원
상하이시	<ul style="list-style-type: none"> • BIPV 시범사업에 m2당 45위안(약 7,750원)의 보조금을 지급
후베이성	<ul style="list-style-type: none"> • BIPV 사업 성과에 따라 인센티브를 지급할 계획
후난성	<ul style="list-style-type: none"> • 20,000m2 이상의 공공건물에 1종 이상의 재생에너지를 적용할 계획

※ 출처: 에너지경제연구원(2021)¹⁸⁾을 바탕으로 저자 정리

■ **(일본)** 일본 정부는 제6차 에너지기본계획을 통해 태양광발전을 2030년까지 103.5~117.6GW(발전량 기준 14~16%)로 확대할 목표를 제시하였고, 신축 주택의 태양광발전 설치율을 2030년까지 60%로 확대할 목표를 제시함²⁶⁾

- 일본 정부가 제시한 2050년 탄소중립 실현을 고려하여 일본 지자체는 태양광을 중심으로 재생에너지 설비 설치를 의무화를 추진 중²⁷⁾

[표Ⅳ-5] 일본의 BIPV 관련 제도

구분	주요내용
가와사키시	<ul style="list-style-type: none"> • 2025년부터 단독주택에 태양광설비 설치를 의무화할 방침을 결정하였으며, 해당 내용을 담은 조례 개정안을 시의회에 제출 - 태양광 설비 설치 의무화 대상은 총 공급면적 5,000m2 이상인 대규모 주택사업자를 고려하고 있으며, 약 2,000개 신축 단독주택에 태양광설비 설치가 의무화될 것으로 추산됨
교토부	<ul style="list-style-type: none"> • 2022년 4월부터 총면적 300m2 이상 신축 및 증축 시 재생에너지 설비 설치를 의무화
군마현	<ul style="list-style-type: none"> • 2023년부터 총면적 2,000m2 이상 신축 및 증축 시 재생에너지 설치를 규정

※ 출처: 에너지경제연구원(2023)²⁷⁾을 바탕으로 저자 정리

- 또한 도쿄도와 가나가와현은 초기비용 없이 단독주택에 태양광 패널을 설치할 수 있는 서비스인 ‘0엔 solar*’ 이용 확산을 위한 지원제도를 확대할 예정²⁷⁾

* 0엔 solar : 사업자가 무상으로 이용자의 지붕에 태양광 패널을 설치하고 10년간 매월 요금 및 잉여전력 판매수입 등으로 투자비를 회수하는 것이 일반적이며, 이용자 입장에서는 재생에너지 도입 시 발생하는 초기 투자비용의 절감 효과가 있음²⁷⁾



2 국내 산업·기업 동향

- **(국내 정책)** 국내의 경우 산업통상자원부, 지방자치단체 등이 주도하는 신재생에너지 도입 의무화 정책이 시장 성장의 원동력이 되고 있으며, BIPV 관련 정책 및 제도로 BIPV 설치 의무화, 제로에너지건축물 인증, BIPV 설치보조금 제도 등이 운영되고 있음¹⁾

[표Ⅳ-6] 한국의 BIPV 관련 제도

구분	주요내용
설치 의무화 ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 공공건물에 대해 재생에너지 공급 의무비율 설정, BIPV에 대해서는 높은 보정계수를 적용하여 경제성 보완 <ul style="list-style-type: none"> - 태양광(고정식 1.56, 추적식 1.68, BIPV 5.48), 연료전지(2.84), 태양열(1.42~2.57) 등
제로에너지건축물 인증제도 ^{2),28)}	<ul style="list-style-type: none"> • 제로에너지건축물은 건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물로 정의하고 있음 • 제로에너지건축물 인증을 받기 위해서는 기준 ①~③가지 조건을 모두 충족 해야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 기준①. 건축물 에너지효율등급* 인증 1++ 이상 - 기준②. 에너지 자립률* 20% 이상 <ul style="list-style-type: none"> * 건물에서 소비하는 에너지 중 신재생에너지 생산량 비율 - 기준③. 건물에너지관리시스템(BEMS) 또는 원격검침전자식 계량기 설치 등 • 제로에너지건축물 의무화 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 2025년 공공 500㎡ 이상(일부 용도·규모 대상), 민간 공동주택 30세대 이상, 1,000㎡ 의무화 - 2030년 공공 500㎡ 이상(일부 용도·규모 대상), 민간 500㎡ 이상 의무화 - 2050년 전(全) 건물 의무화 • 제로에너지건축물 인증이 '25년 민간건물로 본격적으로 확대 시행될 경우, BIPV 보급이 크게 확대될 것으로 기대됨
설치보조금제도 ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> • BIPV 설치 시 설치비 70% 보조(일반 태양광은 50%)

※ 출처: 산업통상자원부(2022)²⁾, 제로에너지건축물 웹페이지²⁸⁾를 바탕으로 저자 정리

- 서울특별시는 건물형 태양광 확대를 추진하기 위해 건물 태양광 설치 의무화, 벽면 태양광, 경량 태양광 및 건물 일체형 태양광 지원 등을 추진하고 있음²⁹⁾

[표Ⅳ-6] 한국의 BIPV 관련 제도(지자체)²⁹⁾

구분	주요내용
건물 태양광 설치 의무화	<ul style="list-style-type: none"> • 2050년 서울시 전 건물 태양광 적용(태양광 5GW 보급) • 서울시의 학교 옥상 및 주차장, 공공 임대주택의 옥상 및 베란다 태양광 의무 설치 • 도시재생(그린 리모델링) 대상 주택의 태양광 설치 의무화 • 2050 공공·민간 주택 플러스 에너지화(Beyond Net-Zero)
벽면 태양광, 경량 태양광 및 건물일체형 태양광 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 베란다형과 벽면 태양광 설치로 제로에너지 아파트를 구현, 건물 옥상 면적 대비 30% 이상 건물 일체형 태양광 발전 시스템(BIPV)을 설치 • 아파트 벽면 및 베란다용 경량 태양광 모듈 지원 확대 • 건축물에 설치된 태양광의 설치유형 및 기능, 범위에 따라 등급을 부여하고 차등 지원 • 심미성 및 디자인을 고려한 BIPV 적용 시험 건물 및 실증 단지 구축

※ 출처: 유정민 외(2020)²⁹⁾를 바탕으로 저자 정리



요약 및 시사점

- BIPV는 국토 면적이 좁고 도시화로 고층 건물이 많은 우리나라 환경에 최적인 태양광 설비로 많은 주목을 받고 있으며, 별도의 부지가 필요 없고 건물의 디자인과 융화되어 다양하게 활용할 수 있어 주민 수용성 확보에 용이한 것이 가장 큰 장점으로 꼽힘³⁰⁾
- 제로에너지건축물 인증이 '25년 민간 건물로 본격적으로 확대 시행될 경우, BIPV 보급이 크게 확대될 것으로 기대됨²⁾
 - 2025년 공공 500㎡ 이상(일부 용도·규모 대상), 민간 공동주택 30세대 이상, 1,000㎡ 의무화
 - 2030년 공공 500㎡ 이상(일부 용도·규모 대상), 민간 500㎡ 이상 의무화
 - 2050년 전(全) 건물 의무화
- 하지만 BIPV에 대한 정의 외에 설치유형에 따른 별도 분류기준이 없어 BAPV와 구분이 불명확하고, 설치 위치나 유형에 따라 준수해야 할 건축·안전 관련 기준, 전자재료써의 요구성능, 설계·시공 가이드 라인 등 세부 기준이 부재하여 설치유형별 명확한 BIPV 분류 기준, 시공 기준 등의 정립이 필요함²⁾
- 산업통상자원부 주관 신재생에너지보급(건물지원)사업과 서울시와 광주시 등에서 BIPV 보조금 지원 사업을 추진 중이지만, BIPV 지원 금액 규모 확대와 지자체 주도의 BIPV 보급 사업의 확산이 요구됨
 - 2024년 신재생에너지보급(건물지원)사업 BIPV 예산 배정액 : 7,868백만원(설계보조금 337백만원 별도)³⁰⁾
 - 서울시: 지자체 최초 추진. 80% 보조('20년 13억, '21년 20억, '22년 15억)²⁾
 - 광주시: 설치비의 70% 보조('21년 2억, '22년 2억)²⁾
- 또한 건축 설계단계부터 BIPV 적용 활성화를 유도하기 위한 건축정보모델링(BIM)과 연계된 개방형 BIPV DB 및 설계 툴 구축, 인센티브 제도 마련 등이 필요함²⁾



참고문헌

- 1) 중소벤처기업부(2024). 중소기업 전략기술 로드맵(2024~2026), 전략품목 환경분석(건물일체형 태양광 발전시스템) 보고서.
- 2) 산업통상자원부(2022). 건물일체형 태양광(BIPV) 산업생태계 활성화 방안. (2022.10.11.)
- 3) 산업통상자원부(2024). 2024년도 2차 에너지 기술개발 사업 연구 개발 과제 기획보고서(신재생에너지 핵심기술 개발, 태양광).
- 4) 윤종호(2014). 건물일체형 태양광 발전 (BIPV) 기술 동향. 한국전기전자재료학회. v.27 no.1. p1-p7. (2014.1)
- 5) 연구개발특구진흥재단(2021). 글로벌 시장동향보고서(건물일체형 태양광 발전 시장). (2021.5)
- 6) ESG경제(2023). 지난해 미국 소규모 태양광 발전 능력 6.4GW 증가...사상 최대. (2023.9.12.). <<https://www.esgeconomy.com/news/articleView.html?idxno=4589>>
- 7) 화재보험협회(2022). 건축 외장재로서 BIPV(건물일체형 태양광 모듈)의 국내 적용 시 화재 안전성 평가의 고려요인과 국제표준화 제안. WEBZINE Vol. 101. (2022.11). <<https://www.kfpa.or.kr/webzine/202211/sub/disasters7.html>>
- 8) 인더스트리뉴스(2024). 엡스코어 박성철 대표, “BIPV 모듈 ‘내구성·안정성’ 높여 ‘장수명’ 건축외장재로”.(2024.9.5.) <<https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=55297>>
- 9) 월간ANDA(2021). 눈부신 성장 기대되는 미래형 태양광 기술 ‘BIPV’. (2021.8). <<https://monthly.newspim.com/news/view/4673/?yymm=2024-08>>
- 10) Korea-EU Research Centre(2024). (성공사례) 건물 일체형 태양광 발전의 주류화 지원 프로젝트. (2024.7.26.). <<https://k-erc.eu/2024/07/europe-trends/19776/>>
- 11) BIPV Boost 웹사이트. <<https://bipvboost.eu/>>
- 12) IT TIMES(2023). OPV 흡수재 고도화 위해 EU 산학연 뭉쳤다...‘스텝업’ 출범. (2023.7.9.). <<https://www.ittimes.com/news/articleView.html?idxno=2616>>
- 13) Heliatek 웹사이트. <<https://www.heliatek.com/en/products/heliasol/>>

- 14) basque.press(2022). Tecnia: Boosting the integration of photovoltaics in buildings.(2022.10.28.).
 <<https://basque.press/tecnalia-boosting-the-integration-of-photovoltaics-in-buildings/>>
- 15) tecnia 웹페이지.
 <<https://www.tecnalia.com/en/agenda/innovation-in-manufacturing-and-the-bipv-system-bipvboost>>
- 16) tecnia 웹페이지.
 <<https://www.tecnalia.com/en/technologies/photovoltaic-technologies>>
- 17) Sika. SOLAR SOLUTIONS NEW HORIZONS IN SEALING AND BONDING FOR PHOTOVOLTAICS.
 <<https://industry.sika.com/dms/getdocument.get/7dc9720e-92a9-49f2-8fb3-a283d4802143/BRO-Solar-Solutions-Photovoltaic-Industry.pdf>>
- 18) 에너지경제연구원(2021). 중국 지방정부, 건물태양광(BIPV) 사업 활성화 정책 마련. 세계 에너지시장 인사이트 제21-4호. (2021.2.22.)
- 19) Suntech 웹페이지. <<https://www.suntech-power.com/products/ultra-v-series/>>
- 20) KOTRA(2023). 도쿄도 태양광 패널 설치 의무화, 새로운 시장 기회 열린다.(2023.3.9.).
 <https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=80&CONTENTS_NO=2&bbsGbn=242&bbsSn=242&pNttSn=199985>
- 21) 워터저널(2023). [일본] 파나소닉, ‘페로브스카이트 태양광발전 유리’ 사업화. (2023.9.5.)
 <<https://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=70328>>
- 22) KOTRA(2021). 미국 태양광에너지 시장현황 및 인센티브 제도. (2021.12.31.)
- 23) 국가녹색기술연구소(2023). [제도혁신 Insight] 유럽연합의 친환경 산업육성 정책: 그린딜 산업계획과 탄소중립 산업법. (2023.8)
- 24) SOLAR TODAY(2024). [명승엽PD의 이슈리포트] 유럽 등 글로벌 시장 ‘영농형 태양광’ 주목… 예기평 2024년 하반기 정부과제로 지원. (2024.5.1.)
 <<http://m.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=14453>>



- 25) KOTRA(2023). 독일 정부의 신재생에너지 촉진 정책으로 본격화된 주택 태양광 설치 전성기. (2023.9.18.)
〈https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=205840〉
- 26) 에너지경제연구원(2024). 일본 태양광발전협회, 태양광발전 보급 현황 및 전망 제시. 세계 에너지시장 인사이트 제24-16호. (2024.8.12.)
- 27) 에너지경제연구원(2023). 일본 지자체, 단독주택 태양광설비 설치 확대 지원. 세계 에너지시장 인사이트 제23-6호.(2023.3.27.)
- 28) 제로에너지건축물 웹페이지. 〈https://zeb.energy.or.kr/BC/BC00/BC00_01_001.do〉
- 29) 유정민 외(2020). 2050 서울시 탄소배출 제로를 위한 비전과 추진전략. 서울연구원. (2020.6.30.)
- 30) 에너지신문(2022). ‘태양광 시큰둥’ 정부, BIPV로 눈 돌리다. (2022.10.12.).
〈<https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=84442>〉
- 31) 산업통상자원부 웹페이지.
〈<https://www.motie.go.kr/kor/article/ATCLf724eb567/210727/view>〉

2024
녹색산업 인사이트
insight



04554 서울특별시 중구 퇴계로 173 남산스퀘어 빌딩 17층
TEL. 02-6261-0881 https://nigt.re.kr/gtck/g_center.do