

2022년 해외 스마트그리드 산업 동향

WORLD SMART GRID TREND

2022. 03



동 자료에 수록된 각종 통계자료, 조사결과 등은 내부 업무목적에 따라 작성된 것으로
수집된 자료의 범위, 작성 시기, 작성기준 등에 따라 그 결과가 달라질 수 있으므로
참고용으로만 활용하시기 바랍니다.

우리 소는 동 자료 내용의 정확성, 타당성 등에 대하여 보장하지 않으며
동 자료의 내용을 임의로 인용하거나 상업적으로 활용함으로써 발생하는
문제들에 대하여 우리 소에 법적 책임이 없음을 알려드립니다.

목 차

I. 해외 스마트그리드 산업동향	1
1. 미국	1
1.1 공공 부문	1
1.2 민간 부문	3
2. 유럽	6
3. 기타	8
II. '스마트그리드 관련 MI 로드맵' 분석	9
1. 요약	9
2. 서론	12
3. 본론	14
3.1 제1장 Green Powered Future Mission	14
3.2 제2장 VRE 100% 시스템을 위한 3가지 핵심영역	20
3.3 제3장 로드맵: 글로벌 혁신의 우선순위 및 이행방안	24
4. 주요 메시지 및 향후 행보	31

I 해외 스마트그리드 산업 동향

1. 미국

1.1 공공 부문

1.1.1 EV 인프라 산업

미국은 정부 주도로 전기차 전환 및 충전 인프라 구축을 통해 클린에너지마켓(Clean-Energy Market)에서 미국의 경쟁력을 제고하려 하고 있다. 바이든 행정부는 미국 전역에 EV 충전기 개발 및 배치 지원을 위한 실행계획 발표하였으며 초당적 인프라 법안(Bipartisan Infrastructure Law)을 통해 50만 개의 EV 충전시설 구축 투자할 예정이다. 이는 미 역사상 가장 큰 EV 충전 투자이다. 행정부는 EV 전환과 관련한 팩트 시트를 발표하고, EV 이해관계자들은 이를 지지하는 성명을 발표하였으며 ‘30년까지 미국 EV 판매 점유율 50% 달성을 위한 로드맵 설정하여, EV 공급망 확보에 70억 달러 이상 투자할 예정이다. 미국 에너지부(DOE)와 미국 교통부(DOT)가 에너지 및 교통 합동 사무국(Joint Office of Energy and Transportation)의 창설을 통해 EV충전 인프라 구축을 위한 공동 노력을 하고 있으며, DOE와 DOT는 NEVI(National Electric Vehicle Infrastructure) 구축 공식 프로그램에 따라 5년간(‘22~ ‘26년) 전국 EV 충전 네트워크 구축에 50억 달러 투자를 발표했다. EV 전략 핵심 요소는 EV 배터리의 자국 내 생산 확대와 부품 역시 미국 내 제작 및 가공을 지원하는 것이다.

1.1.2 전력 계통

미 에너지부(DOE: Department of Energy)는 전력 계통 탈탄소화를 진행하기 위하여 관련 연구개발 및 사업 투자 지원을 시행하고 있다. 분산 전원 활성화 그리드 연구개발에 4,500만 달러, 흐름 전지사업에 1,790만 달러, 첨단 그리드용 EV 배터리에 29.1억 달러를 각각 투자한다.

구분	내용
①그리드연구개발	신재생에너지는 미국 내 가장 큰 신규 전력 공급원이 될 예정이므로, 신재생에너지의 전력 계통 연결을 원활히 하고, 계통 복원력 강화 목적으로 투자
②사업지원(흐름전지)	흐름전지* 및 장기 ESS의 미국 내 제조를 활성화하기 위한 R&D 프로젝트 지원 * 외부적으로 저장된 전해질을 사용하는 전기화학적 배터리
③EV배터리(그리드용)	첨단 그리드(Advanced Grid)용 EV배터리에 대해 재료 정제 및 생산, 배터리 셀 및 팩 제조시설, 재활용 시설 등

그리드 이니셔티브 구축(Building Better Grid Initiative)을 시작하며 200억 달러 이상의 연방 자금 조달을 통해 극심한 기상 이변에 직면한 전력망을 안정적이고 탄력적으로 ‘35년까지 100% 청정에너지, ‘50년까지 탄소배출 제로 목표를 달성하고자 한다. 바이든 정부의 ‘Bipartisan Infrastructure Law(초당적 인프라 법안)’을 기반으로 전국의 고용량 송전선로 개발 및 장거리 HV시설 건설을 지원하여 국가 전력망의 현대화 추진을 도모한다. 현재 미국 송전선로와 변압기의 70% 이상은 25년 이상 노후화된 것이며 송전계통은 2050년까지 3배 확대를 필요로 한다. “America’s Strategy to Secure the Supply Chain for a Robust Clean Energy Transition”라는 보고서를 통해 에너지 자립도를 높이고, 청정에너지 제조 및 혁신에 글로벌 리더로서 미국의 역할을 확립하는 전략을 발표하였다.

1.1.3 지자체의 대응

몇몇 지자체와 기업은 자체적으로 탈탄소사회에 선제적으로 대응 중이다. **일리노이주**는 2050년까지 100% 청정에너지를 실현한다는 법안을 통과시켜 전력 부분의 탈탄소화를 진행하고, **캘리포니아**는 신규 기후 관련법을 통해 가뭄, 해수면 상승 등 기후 위험으로부터 주 전역을 보호키 위한 투자로 150억 달러 규모의 투자를 진행하며, 이중 39억 달러를 무공해 차량 보급에 진행할 예정이다. ‘캘리포니아 청사진’을 통해 2022-23년 에너지, EV 분야에 예산 확대안을 발표하며 청정 운송에 60억 달러, 청정 에너지에 20억 달러 투자 제안했다. **뉴멕시코주** EMNRD(Energy Minerals & Natural Resource Dept)의 에너지 보존 및 관리부서(ECMD)는 향후 8년(‘22~‘30년)의 신뢰성, 보안, 경제성, 재생에너지 확대 등을 포함하는 그리드 현대화 로드맵 발표했다. **미시시피** PSC는 상계거래(Net metering) 프로그램 확대 및 중소소득(Low-to-Moderate Income, LMI) 고객에 태양광 계통 병입 우선 채택을 통해 주거용 옥상 태양광 설치 장려한다. **메릴랜드** 에너지 관리국(MEA, Maryland Energy Administration)은 Resilient Maryland 프로

그램을 통해 마이크로그리드, 전력 시스템 복원 설비, DER 시스템 등에 약 30만 달러의 자금 지원하며 Resiliency Hub Grant Program에서 학교, 도서관 등 커뮤니티 기관에 정전 시 비상전원을 제공하는 복원 허브(resiliency hubs) 구축을 위해 약 250만 달러의 기금을 마련했다. 또한 메릴랜드 총회는 미국 최초로 효율성 법(efficiency legislation)을 통과시켜 저소득층 거주자를 대상으로 에너지 효율 상승 및 요금 절감을 위한 기반을 마련하기도 하였다. 뉴저지 BPU(Board of Public Utilities)는 가든 스테이트(Garden State) 전역의 24개 주요 관광지 EV충전기 설치에 100만 달러 이상의 보조금을 지급하여 관광 진흥 및 EV 구매를 유도한다. 뉴욕시는 지방법 97(LL97) 실행 계획을 통해 EV, 재생 가능 연료, 태양광 설비 등에 40억 달러의 예산을 투입하여 2030년까지 온실가스 배출량을 50% 감축할 예정이다. Hitachi Energy는 녹색관세(green tariffs) 전환, EACs(Energy Attribute Certifications)구입, 90개 국가와의 PPAs를 통해 ‘30년까지 자체적으로 탄소중립을 이루고자 한다.

1.1.4 보안

스마트그리드 분야에서 미래의 사이버 및 물리적 보안 위협에 따라 보안훈련 등을 진행하고 있다. NERC(North American Electric Reliability Corporation)의 경우 2년마다 시행되는 전력산업, 연방정부, 주정부의 700개의 기관관계자가 모여 전력망 보안 및 사고 대응훈련을 진행하고 있다. NERC는 또한 러시아의 우크라이나 침공에 따른 미합중국구토안보부(DHS)의 “Shields up” 경고에 따라 사이버 및 물리적 보안 구조 강화로 사이버 공격에 대비하고 있다. 백악관 또한 해당 위협에 관한 팩트시트를 발표, 유틸리티의 사이버 보안 강화를 위한 민관 활동 계획 시작하며 부서 및 기관에 새로운 사이버보안 및 네트워크 방어 조치를 명령하도록 지시했다. 정부는 CISA(미국 내 국가 사이버 방어 기관)의 Shields-Up 캠페인 등 민간 부문이 사이버 인식과 대비를 강화하도록 지원할 것을 지시했다.

* Shields-Up 캠페인 : 조직에서 사이버 보안 개선을 위한 무료 서비스 카탈로그 제공, 리더의 역할, 랜섬웨어 대응 프로세스, 보안 권고사항 등 마련

1.2 민간 부문

1.2.1 EV 인프라 산업

미국의 전기차 DC 급속 충전소 네트워크인 **Electrify America**는 미국 전역에 140개 이상의 DC급속 충전소 설치 완료하여 EV산업 활성화 촉진하고 있다. **Alliant Energy**은 미국 전력회사 협회(Ameren Corporation)에 가입하여 전기차 보급 활성화 및 EV충전 인프라를 확대할 계획이다. **Siemens**는 백악관에서 바이든 대통령과의 만남에서 e-Mobility 인프라 시장 관련 주요 미국 제조시설에 5,400만 달러 투자를 약속했으며 확장 가능한 디자인의 모듈식 EV충전기 설계 및 올인원 솔루션으로 EV충전 인프라를 빠르고 효율적으로 공급하는 EV충전 프로토타입 (VersiCharge XL)을 개발하였다. 또한 EV충전 관련 기술 개발에 노력으로 **Itron**은 EV와 전력망 통합 최적화, EV충전 일정 및 요금 관리, DER과의 통합 등 소프트웨어 EV충전 최적화 솔루션을 출시했다. **PG&E와 Ford**가 협력하여 양방향 EV충전 기술을 탑재한 경량 트럭 F-150 Lightning을 실증하여 계통과의 상호작용 및 신뢰성 기여도 평가할 예정이다.

1.2.2 태양광 산업

미국의 태양광 시장에서 설비의 가격은 상승했으나 배포는 확대될 것으로 보인다. Solar Market Insight 보고서에서 SEIA(미국 태양광 산업 협회)에 따르면 공급망 문제(supply-chain challenges), 무역 조치(trade actions), 법적 불확실성 (legislative uncertainty) 등에 의해 태양광 가격은 지난해 18% 상승했다. 21년도 4분기 완공될 예정인 유틸리티 규모 태양광 설비용량의 1/3이 최소 1분기가 지연되었고, 올해 완공 예정인 설비용량의 13%는 1년 이상 연기 혹은 전면 취소되었다. 이러한 역풍에도 PV수요는 높아 21년도 PV설치 용량은 23.6GW로 전년대비 19%증가, 미국 내 신규 발전 용량의 46% 차지하며 미국 전체 전력 생산의 3.9%를 차지하고 있다. SEIA의 CEO, Abigail Ross Hopper는 ‘태양광 투자 세액 공제 (solar Investment Tax Credit)의 장기 연장’ 정책이 통과되고, 제조업 투자가 이뤄지면 향후 10년간 PV설치가 66% 증가할 것이라 발표했다.

1.2.3 전력계통

그리드 안정화를 위한 ESS 투자 및 기술 개발의 일환으로 **PNNL**(DOE 산하 태평양 북서부 국립 연구소)은 그리드 스케일의 대용량, 장기간 저장이 가능한

Vanadium redox flow전지 기술에 대해 반독점 상용 라이선스를 생산했다. **Duke Energy Florida**는 플로리다주 3개 카운티에 34MW 규모의 배터리 프로젝트를 완료하여 올해 총 50MW 저장용량을 운영하는 6개의 배터리 사이트를 운영할 계획이다. 3MWh 용량의 에너지 센터를 통해 주파수 응답, 전압 및 VAR 지원, DR 및 자원 최적화 등 다양한 유스케이스 시연에 활용할 예정으로 송전 분야를 비롯한 양질의 일자리 창출, 청정에너지 접근성 확대 등 다방면의 효과가 예상된다. 디트로이트 지역 기반의 에너지 업체인 **DTE Energy**는 미시간주 남동부 송전망에 5년간 70억 달러 투자하여, 전기차, 자동화, 기상 위기상황 등에 대비한다. 또한 그리드현대화/클린비전 계획을 IOU에 제출하여 미시간주의 전력망과 에너지저장장치 및 발전 시스템에 3억 8,800만 달러 투자를 제안했다. **PG&E** 역시 캘리포니아에 송전망 구축을 위한 마이크로그리드 프로젝트 추진 및 개인용 마이크로그리드 백업 전력전송 미터기를 개발하여 고객과 백업 전원의 상호연결을 통해 계통의 복원력을 높였다. 일리노이주의 전기 유틸리티인 **ComEd**는 ‘11년부터 전력망 투자 사업을 통해 전력계통 전반에 걸쳐 신뢰성을 68% 향상시켜 1700만 건 이상의 정전 방지, 30억 달러 이상의 정전 비용을 절감했다. **PNNL**(Pacific Northwest National Lab)은 ERCOT의 협조를 통해 텍사스 그리드를 모델링하여 transactive energy system 시뮬레이션(소비자와 유틸리티의 협력으로 동적제어가 가능한 시스템)에서 최대 부하가 9~15% 감소, 일일 부하변동률 20~44% 감소 등으로 해당 시스템을 미국 전역에 배치할 경우 연간 최대 500억 달러 절감 가능해 고객의 연간 전기요금을 약 15% 절약할 수 있다고 결론지었다.

1.2.4 에너지전환

IOU는 PSC(공공서비스사업규제위원회)에 계획을 제출하며 에너지전환을 적극적으로 이행하고 있다. Ameren Missouri는 Missouri PSC에 Smart Energy Plan을 제출하여 향후 5년 동안 전력망의 현대화를 위해 84억 달러 투자 계획을 밝혔다. 조지아주 내 전력 서비스를 제공하는 투자자 소유 공공 유틸리티인 Georgia Power는 Georgia PSC에 2022 통합자원계획(IRP)을 제출하여 석탄발전 폐기, ‘35년까지 RE 약 11.5GW 확보, ‘30년까지 ESS 1GW 확보 등 고객 및 지역사회 에너지 요구에 대응하는 혁신적인 로드맵 제시했다. Con Edison은 New York PSC에 ‘24~‘34년에 최대 1,000MW의 대규모 PV발전을 통해 저소득층을 위한 에너지비용 절감에 사용을 제안했다.

1.2.5 신기술 활용

미래 기술을 바탕으로 지능형전력망 확산을 위한 노력도 적극적으로 이루어지고 있다. IEEE의 양자컴퓨팅 기술의 컨퍼런스, 연구, 교육 프로그램 등의 선두 커뮤니티인 IEEE Quantum은 Quantum Computing Climate Change Summit을 출범하여 양자컴퓨팅 기술을 개발할 때 기후변화 대응을 고려하며 추후 Quantum VPPs, 수소에너지 등에 활용하고자 한다. Sharper Shape라는 기업은 유틸리티 디지털트윈 기술에 시간적 요소를 추가한 4차원의 LDT(Living Digital Twin) 기술을 개발하여 연속적인 업데이트를 통한 예측 인텔리전스를 유틸리티에 지원한다. 샌안토니오의 ‘40년까지 탄소 순배출량 80% 감소를 위해 해당 지역의 시립 유틸리티인 CPS Energy의 ‘Flexible Path Resource Plan’에 따라 Quidnet의 GPS(Geo-mechanical Pumped Storage)기술을 활용하여 장기 에너지저장장치로 양수 발전을 이용한다.

1.2.6 이용자 참여

가정용 고객의 그리드 참여 확대하기 위한 다양한 노력을 진행 중이다. 100% 재생에너지 전환을 목표로 하와이의 Swell Energy는 자사 고객을 대상으로 가정용 태양광 패널에 결합된 ESS에 상당한 경제적 인센티브 제공 한다. 에너지 관리 솔루션 제공 업체 Lumin은 스마트폰 앱을 이용해 홈 마이크로그리드를 구축하여 가정에서 에너지 공급과 소비를 맞출 수 있도록 하고 있다. Joule community power 은 지역 주최자(local organizers)와 협력으로 CCA를 통해 뉴욕 주 시민들이 청정에너지를 선택할 기반을 마련하여 고정되고, 경쟁력 있는 요금으로 청정에너지 제공하는 프로그램을 관리하고 있다. CCA(Community Choice Aggregation)란 개별 소비자를 대신하여 지방정부가 주도로 구매력을 통합(aggregating purchase power)하고, IOU의 송배전 서비스를 제공받아 소비자에게 저렴하게 전기를 공급하고, IOU 독점에서 벗어나 지역사회에 청정에너지에 대한 더 많은 권한을 부여하는 것이 목적이다. PearlX Infrastructure은 텍사스 내 임차인을 위한 최초의 주거용 청정 에너지 프로젝트인 ‘Project TexFlex’에서 커뮤니티 태양광-저장장치 VPPs를 통해 계통의 신뢰성, 복원력 확대 및 에너지 빈곤 감소에 기여하고자 한다. Enersponse은 Samsung SmartThings와의 파트너십을 체결하여 기상 악화, 시스템 중단 등의 요인에 실시간으로 대응하여 에너지 사용을 효율화하고 스마트 홈 기기를 자동화하는 서비스를 제공할 예정이다.

2. 유럽

2.1 EU

ENTSO-E, 우크라이나와 유럽 계통의 동기화를 위해 노력하고 있다. ‘17년 전력망 연계 합의 완료에도 설비구축, 규제, 전력시장 합의 등에 따라 지연되었지만, 러시아의 침공으로 전력 공급을 우선적으로 지원하는 데 필요 핵심 조건만 파악하여 EU의 시스템과 ‘시험 동기화’를 시작했다.

* ENTSO-E : European association for the cooperation of TSOs for electricity, 유럽송전시스템운영자네트워크

2.2 영국

영국기업인 EV Energy는 EV를 활용하여 상용 VPP를 시행했다. 해당 기업은 UK Research & Innovation(UKRI)의 ‘Prospering from the Energy Revolution’ 프로그램을 통해 총 102만 달러 자금을 지원 받았다. 전력망 혼잡도가 높은 Norfolk와 Essex 지역에서 EV충전을 조정하여 17시~18시 전력 소비를 90% 절감, 전력망 부담 완화하고 있다.

2.3 프랑스

산업계에서는 첨단배전기술(ADMS 3.9)을 발표하여 정전에 대응하고, 최적화된 그리드 운영을 통해 안정성과 효율성 향상시키고자 한다.

2.4 스위스

산업계에서 HVDC를 위한 디지털 트윈 시스템을 런칭해 전력 품질 자산을 디지털화함으로써 향후 분산에너지 통합 등 탈탄소화에 기여하고자 한다.

2.5 오스트리아

오스트리아의 송전사업자(TSO)인 APG는 SmartWires와 협력 계약으로 단상, 모듈식, transformerless SSSC(Static Synchronous Series Compensator)의 특성을 지닌 전력전자설비를 통해 회로의 리액턴스를 조정하여 조류 흐름 실시간 제어하는 기술인 ‘SmartValve’를 개발하여 송전제약 완화 및 안정도 확보하고 있다.

2.6 핀란드

핀란드의 송전사업자(TSO)인 Fingrid는 데이터 허브를 통해 중앙집중식 전력 시장 정보교환 시스템 구현한다. 핀란드 전체 전력시장의 정보(약 380만개의 데이터 포인트)의 흐름을 통해 다양한 서비스를 제공하며 소비자, 공급자, 운영자 등 모든 당사자들의 가시성 향상을 통해 운영 능력 향상을 도모한다.

3. 기타국가

3.1 캐나다

산업계는 NRCAN(Natural Resources Canada, 캐나다 천연자원부)의 프로그램을 통해 마이크로그리드 구축 및 태양광 확산을 추진하고 있다. GE Digital 등은 ‘The Smart Grid Program’ 이 자금을 지원하는 SPEEDIER(Smart, Proactive, Enabled Energy Distribution-Intelligently, Efficiently, Responsive) 프로젝트를 통해 배전단에 islandable(섬형) 마이크로그리드를 구축하여 165가구의 정전에 대응하고 있다. Ameresco는 ‘Investing in Canada Infrastructure Program: Green Infrastructure stream’ 으로 자금을 조달받아 Slemon Park에 마이크로그리드를 구축하여 피크부하 관리 및 연간 약 4,500톤의 Co2감소를 예상하고 있다. Mitres은 PV brick(태양광 벽돌)을 개발하여 최대 330W/panel의 용량을 가지는 건물 일체형 태양광(BIPV)으로 태양광 확산에 기여한다. 온타리오주의 독립형 전력 계통 운영자(IESO)는 전력 효율적 공급을 위해 스마트그리드플랫폼 실증사업에 140만 캐나다 달러(약 13억) 투자하여 계통운영 간 상호운용성 등을 테스트하고 있다.

3.2 이스라엘

이스라엘 전기차용 XFC(Extreme Fast Charging) 배터리 기술 회사 StoreDo은 고속 충전 배터리 기술 로드맵(100inX)에서 ‘24년까지 5분 충전, ‘32년까지 2분 충전으로 100마일 주행이 가능한 실리콘 기반 양극 XFC 리튬이온 전지 기술 계획을 발표했다.

3.3 호주

호주에서 가스 및 전기 시장 운영·개발·계획 기능을 수행하는 호주의 전력 시스템 및 시장 운영업체인 AEMO는 기존시장 운영체계에 분산전원(DER)을 추가하여 향후 그리드 시장에서 DER이 중추적 역할을 할 수 있도록 노력하고 있다.

II ‘스마트그리드 관련 MI 로드맵’ 분석

1. 요약

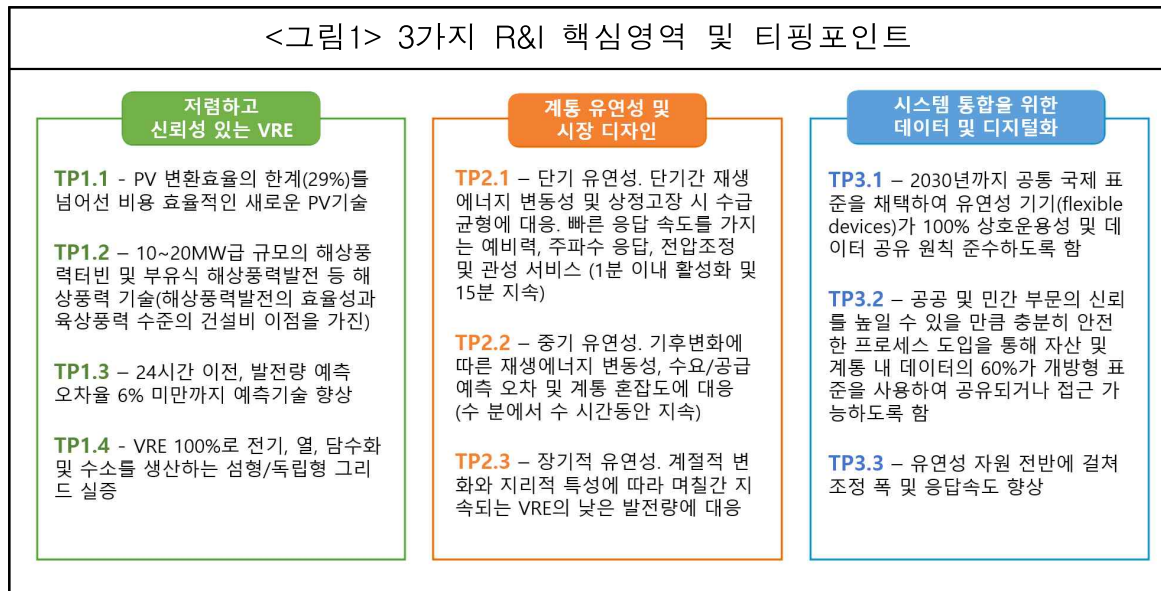
글로벌 기후 목표 달성을 위해서는 향후 10년 동안 에너지 부문의 탄소배출량을 극적으로 감축해야 한다. 이로 인해 전 세계 전력 시스템은 풍력 및 태양광 발전과 같은 변동성 재생에너지(VRE, Variable Renewable Energies)의 비중이 확대됨에 따라 우리는 전례 없는 문제에 직면하고 있다. 이미 많은 지역에서 VRE는 가장 경제적인 발전 방식이 되었지만, VRE의 간헐적인 특성은 기존의 전력 시스템의 보안 및 신뢰성의 문제로 이어져 확산이 더디게 이루어지고 있다. 청정 에너지로의 전환 없이는 2050년까지 net zero 목표를 달성하기 어렵기 때문에 이러한 과제를 극복해야 할 필요가 있다.

Green Powered Future Mission의 목표는 다음과 같다. **2030년까지 기후와 지리에 관계없이 재생에너지 100%로 전원을 구성하는 동시에 에너지시스템의 비용 효율성, 안전성, 탄력성을 유지하는 것이다.** 10년간의 Mission으로 기존의 시스템을 변화시킬 혁신적인 솔루션을 시연하면서 청정에너지로의 전환이 가속될 수 있을 것이다. Mission Innovation(이하 MI) 회원국, 민간 기업 및 국제기구의 지원을 통해 혁신을 위한 자원과 노하우를 통합하는 민관협력 모델을 기반으로 해당 Mission을 달성하고자 한다.

Green Powered Future Mission은 R&I(Research and Innovation, 연구 및 혁신)에서 글로벌 전력 시스템의 혁신을 주도하며 청정에너지 혁명을 일으키며 다양한 주요 이니셔티브와의 시너지 효과를 낼 수 있을 것이다. 이를 위해 다음과 같이 세 가지 R&I 핵심영역(Pillar)을 선정하고 있다.

- ① **저렴하고 신뢰성 있는 VRE:** 다양한 기후 및 시스템 구성에서 VRE의 비용을 줄이고 기술의 효율성, 탄력성, 신뢰성을 높임
- ② **계통 유연성 및 시장 디자인:** 규제 및 혁신적인 시장 디자인을 지원하는 유연성 자원 솔루션을 개발함
- ③ **시스템 통합을 위한 데이터 및 디지털화:** 상호운용이 가능한 데이터 교환 및 효율적인 시스템 통합으로 에너지시스템의 디지털화를 가속화하며 VRE를 온전히 구현함

Mission의 목표를 달성하기 위해서 3가지 핵심영역에 대하여 핵심 티핑포인트(Tipping Points, TP)를 선정했다.

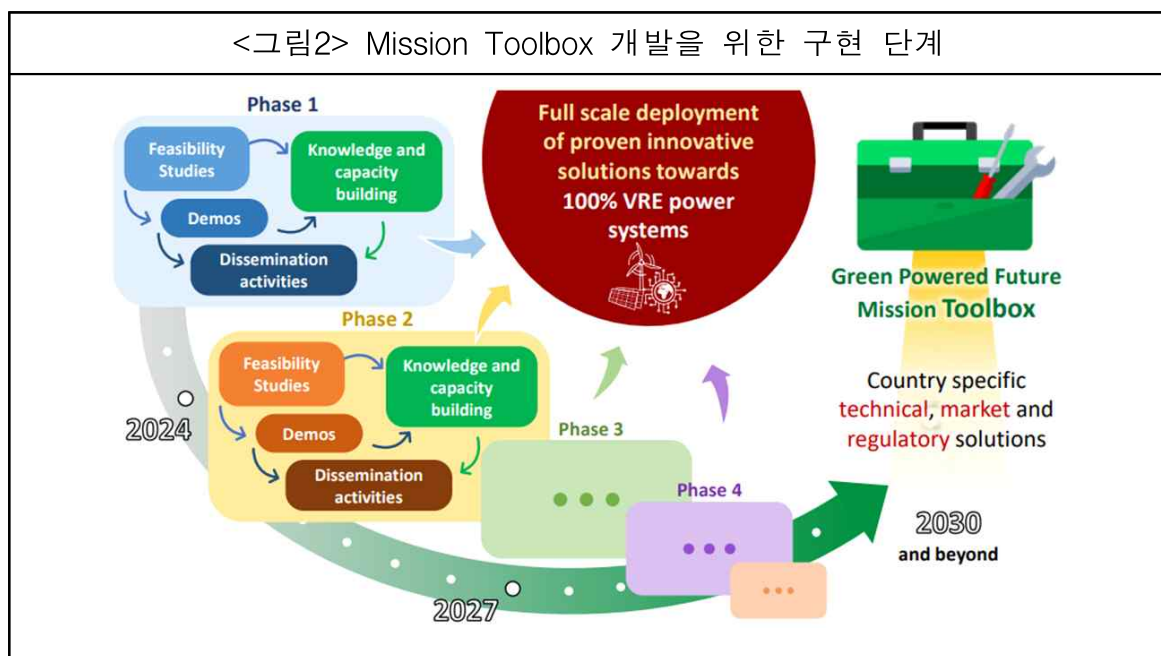


이 로드맵은 17개의 R&I 핵심영역과 상위 100개의 혁신을 위한 우선순위를 선정하고, 2030년까지 티핑포인트 및 Mission의 목표를 달성하고자 개발되었다. 우선순위 달성을 위해서는 타당성 조사, 파일럿 및 실증단계에서 검증이 진행될 것이다. 추가로 기술, 규제 및 시장 측면을 전반적으로 고려하면서 지식 공유, 역량 강화 및 보급지원이 이루어질 예정이다. Mission에서는 회원들과의 협업 및 유사한 목표를 가지는 기존 이니셔티브와의 협력을 통해 혁신 우선순위를 동시에 해결할 수 있다. 또한 기후정책 및 규제를 개선하고 정보를 공유하며 빠르게 목표에 도달할 수 있을 것이다.

해당 Mission이 전 세계를 대상으로 광범위한 시스템 조건에서 작동하기 위해서는 솔루션의 확장성이 보장되어야 한다. Mission Action Plan이 개발 중에 있으며, 이는 선정된 혁신 우선순위를 다루는 실질적인 조치가 될 것이다. 동시에 Mission에서 아래와 같은 **주요 메시지**를 결정했고, 정부, 민간기업, 국제기구 및 R&I 커뮤니티 전반에 걸쳐 협력할 것을 촉구하고 있다.

- 유사한 문제에 직면한 국가 간의 지식 공유를 통해 혁신 솔루션을 강화하고, 혁신과제는 전 세계를 대상으로 하지만 솔루션은 각 현지 특성에 따라 다름을 인지한다.

- 에너지시스템 내 이해관계자의 참여를 도모하며 다양한 부문의 전문지식 및 역할이 서로 공유되어 혁신적인 솔루션을 개발 및 배포한다.
- ‘저렴하고 신뢰성 있는 VRE의 통합’, ‘계통 내 유연성’ 및 ‘데이터’가 핵심 영역임을 인지한다.
- 실제 규모의 실증을 통해 혁신 솔루션을 검증하여 배포를 촉진시킨다. 확산이 용이한 파일럿 프로그램 및 대규모의 실증 프로젝트를 설계 및 시작한다.
- PV, 해상풍력, VRE 통합 시스템, 독립형 전력시스템, 에너지저장장치 및 계통 안정화 기술의 개발을 통해 VRE의 경제성 및 신뢰성을 향상시킨다.
- 높은 재생에너지원의 비중을 가진 시스템에서의 새로운 기술, 시장 솔루션 및 규제 프레임워크 등 지능형전력망의 개발을 지원한다.
- 미래 에너지시스템의 중추적인 역할로 디지털화를 설정한다.
- VRE의 비중이 높아지며 분산 전원을 수용하는데 배전단의 전력망이 중요하며 에너지 전환에 있어 중심 역할을 할 것임을 인지한다.
- 계통 내 유연성 확보에 중요한 저장장치, 수요측의 유연성, EV스마트충전 이니셔티브 등을 지원한다.
- 시스템 간의 통합을 통해서 계통 내 유연성 확보에 대한 실질적인 솔루션이 될 수 있다.
- 새로운 기술, 시장 솔루션 및 규제 프레임워크의 배포 등 디지털화 및 시스템 운영능력의 향상을 통해 계통 내 유연성 확보가 가능하다.



2. 서론

글로벌 기후 목표를 달성하기 위해 향후 10년 동안 에너지 부문의 탄소 배출량을 극적으로 감축해야 한다. 동시에 전 세계적으로 전력 시스템은 전례 없는 문제에 직면하고 있다. 이에 변동성 재생에너지의 대규모 통합, 최종 에너지 소비의 전기화 및 다방면의 접근 가능성을 실현시키는 것은 매우 중요하다. 이미 많은 지역에서 VRE는 가장 경제적인 발전 방식이 되었지만 빠른 재생에너지 확대를 위해선 더 과감한 행동이 필요한 상황이다.

2050년까지 온실가스 배출 순 제로를 달성하겠다는 정부의 야심은 ‘거대한 도전’이다. IRENA 시나리오에 따르면 재생에너지원은 2050년까지 전력 수요의 86%를 담당해야 하며 풍력과 태양광과 같은 변동성 재생에너지원은 이 중 3분의 2를 차지해야하지만 현재 전 세계적으로 VRE의 평균 점유율은 10% 미만이다.

청정에너지 혁신이 크게 가속되지 않으면 이 목표를 달성할 수 없다. 그러나 VRE의 간헐적인 특성이 전력 공급에 있어 보안 및 신뢰성에 문제가 되고 있다. 높은 비중의 분산형 VRE를 통합하며 비용을 낮추기 위해서는 유연성 자원을 통해 수급균형을 맞추는 것이 중요하다. 현재 상용화된 기술로는 에너지시스템의 안전성 및 유연성을 유지하며 VRE의 비중을 높이기엔 충분하지 않다.

2021년은 앞으로 10년 간의 노력에 있어 중요한 시작이며 UN 기후변화 프레임워크 컨벤션의 COP26(the 26th Conference of the Parties)은 세계적인 기후변화 문제에 인식을 높이고 적극적인 대응을 촉구하는 중요한 시점이다.

제 2기 Mission Innovation에서 시작된 Green Powered Future Mission은 글로벌 혁신 우선순위에 대한 공동 로드맵을 만들고, 이를 통해 청정에너지로의 전환을 위한 대규모 R&I 투자, 에너지 정책 및 국제적 협력을 이루고자 한다. 로드맵에서 에너지시스템의 현대화 및 탈탄소화를 가속화하기 위한 상위 100개의 글로벌 혁신 우선순위와 3가지 R&I 핵심영역을 선정했다: i) 저렴하고 신뢰성 있는 VRE, ii) 계통 유연성 및 시장 디자인, iii) 시스템 통합을 위한 데이터 및 디지털화

또한 진행 중인 에너지 전환과 미래의 전력 시스템은 보다 지속 가능하고 공정해야 한다. 그렇기에 모든 국가가 녹색 에너지의 미래를 위해서 자금조달 및 기술에 대한 노하우를 공유받을 필요가 있다.

이 로드맵은 글로벌한 범위를 다루고 있지만, 혁신적인 솔루션은 현지를 기준으로 검증되고 구현되어야 한다. 그렇기에 각국에서 자체적으로 지리, 시스템 조건 및 국가 전략에 적합한 혁신적인 솔루션을 선택하고, 맞춤형하는 “툴박스

(toolbox)”를 구축하고자 R&I 활동은 대규모 실증, 재현성 시험 및 디지털 솔루션을 통해 진행될 것이다.

Power Mission R&D 활동 및 실증 사업자는 VRE의 비중이 높은 시스템에서의 적절한 솔루션과 우수 사례를 모든 사람이 이용할 수 있도록 하며 규제 당국, 개발자 및 산업계에 자신감을 주고, 안정적이며 안전한 전력 공급을 보장해주어야 한다. 그 결과 Mission은 글로벌 탈탄소화 목표를 달성하는데 필요한 에너지 전환을 가속화시킬 수 있게 될 것이다.

이 로드맵은 MI회원국의 정부, 전력 부문의 리더(TSO, DSO, RTO, 기술 개발자 등) 및 국제기구를 포함한 광범위한 이해관계자가 참여하는 협의 프로세스를 기반으로 작성되었다는 점이 중요하다. 마지막으로 ‘Power Mission Action Plan 2022-2024’의 기반으로 Mission 참여 구성원들의 헌신적이며 대담한 행동을 강조 및 설명하면서 제안된 혁신적 솔루션을 검증하기 위한 실증으로 이어지게 될 것이다.

3. 본론

3.1 제1장 Green Powered Future Mission

Mission Innovation 2.0의 첫 번째 미션으로 시작한 Green Powered Future Mission(이하 Power Mission)은 최대 100% VRE를 통해 스마트하고 유연한 전력계통을 목표로 하고 있다. Power Mission은 중국, 이탈리아 및 영국이 공동으로 주도하는 27개 회원국의 국제연합으로, MI 회원국, 국제 기구 및 민간기업이 포함된다.

3.1.1 범위 및 목표

Power Mission은 다양한 지리 및 기후 환경에서 전력 계통이 2030년까지 발전 믹스의 VRE를 최대 100%까지 효율적으로 통합하는 동시에 비용 효율적이며 안전하고 탄력적인 계통을 유지할 수 있음을 입증하고자 한다.

Power Mission은 현재 시스템을 혁신하기 위한 10개년의 솔루션이며 아래 3개의 R&I 주제로 구성된다.

- 비용 합리적이며 안정적인 VRE
- 계통 유연성 및 시장 설계
- System Integration을 위한 데이터 및 디지털화

3.1.2 Power Mission 연합

Power Mission 연합은 MI 2.0 회원국, 민간기업, 국제기구를 비롯한 전세계 25개 회원국이 주도하는 형태이다. 회원국 간 약속을 통해 글로벌 전력계통의 변화를 향한 R&I를 주도하면서 향후 10년간 청정에너지 혁신으로 이끌 것이다. 민간 협력을 통해 자원과 지식을 효율적으로 한데 모아 혁신에 따르는 장벽을 해소하고자 한다. 자원, 기술 및 전문지식의 통합은 비용 효율, 영향 규모, 수많은 과제를 동시에 해결할 수 있는 능력 및 글로벌한 시각의 측면에서 이점을 가져다줄 것이다.

<그림3> Power Mission 회원국



3.1.3 COP26을 향한 첫 번째 도약

2021년 6월 CEM12/MI-6에서 미션 발족과 함께 발표된 공동 미션 선언에 따라 Power Mission 회원국들은 10년 내 목표 달성을 위한 주요 글로벌 혁신 우선 순위 및 증거 중심의 경로를 구축하기 시작했다. 이 작업은 로드맵의 기초 단계에서 에너지 전환을 위한 혁신 요구사항에 대해 청사진을 그리는 것을 목표로 한다. 파트너 중앙 위원회(partners central committees)와 워킹그룹 및 워크숍을 소집하면서 거버넌스 구조를 확립하기 시작했다. 공동 로드맵 개발 전략이 승인되며 각 핵심영역(pillar)의 신흥 기술 동향에 대한 일련의 국내외 이해관계자 참여 회의와 landscape study를 진행했다. 해당 회의를 통해 2030년까지 전 세계 전력 시스템에 최대 100%의 VRE를 통합을 목표로 설정하며 이에 필요한 글로벌 혁신 요구사항을 식별했다.

3.1.4 주요 이니셔티브와의 연계 및 시너지 효과

해당 미션에서 공통 목표(효율적인 높은 비중의 VRE 통합)를 공유하는 여러 이니셔티브 및 이해 관계자는 서로 효과적으로 협력하는 것이 중요하다. 이를 위해서 Power Mission은 다음과 같은 주요 협력 지침 원칙을 따른다.

- 우수 사례를 활용하고 진행 중인 이니셔티브의 경험을 바탕으로 구축한다. 기존의 지식을 바탕으로 현재의 문제점과 그에 따른 혁신 우선순위를 더 잘 이해할 수 있다.
- 정책 입안자들을 참여시켜 탈탄소화 전략을 가장 잘 지원할 수 있도록 한다.
- 효과적인 데모 프로젝트의 시작과 R&I솔루션의 신속한 배포를 위해 민간 부문 및 산업계 종사자를 참여시킨다.
- 국제기구와의 협력하여 혁신 우선순위가 포괄적이며 글로벌하게 관련되어 있는지 확인한다.

위 원칙에 따라 Power Mission에서는 기존 이니셔티브와의 시너지 효과를 통해 MI 2.0에서의 다른 미션과 연계 및 다른 국제적인 이니셔티브 및 주요 산업 단체와의 파트너십을 체결할 것이다. 효과적인 협업을 위해 담당자가 지정되며 정보와 지식의 교환을 위한 정기적인 회의를 개최하며 주요 글로벌 이니셔티브와의 예정된 협업을 통해서 Power Mission이 다루지는 않는 부문을 보완하며 시너지 효과를 낼 수 있을 것이다.

해당 Mission에서 이미 확립되었거나 시너지 효과 및 협업하고자 하는 **주요 이니셔티브**는 다음과 같다.

□ MI 2.0 미션 (www.mission-innovation.net)

Mission Innovation(이하 MI)는 청정에너지 연구, 개발 및 실증에 대해 행동과 투자를 촉진시키기 위한 글로벌 이니셔티브다. 2021년 6월 미션 2단계(MI 2.0)를 시작했으며, Green Powered Future, Clean Hydrogen, Zero-Emission Shipping 총 **3개의 Mission**으로 구성되어 있다. 세 가지 미션에서 정부, 공공기관, 기업, 투자자 및 학계를 민간 파트너십으로 한데 모아 협력을 통해 전 세계적으로 경제적이고, 신뢰성 있는 청정에너지 혁신을 목표로 하고 있다. 해당 로드맵인 Green Powered Future 미션 외의 두 가지 미션에 대한 설명은 아래와 같다.

○ 청정수소(Clean Hydrogen Mission)

이 미션은 종단 간 비용(end-to-end costs)을 줄임으로써 청정 에너지의 비용 경쟁력을 높이는 것을 목표로 하고 있다. 또한, 전 세계적으로 100개 이상의 대규모 통합 수소 밸리(hydrogen valley)를 제공하는 데 최선을 다하고 있다. 청정

수소는 탄소 저감이 어려운 부문(예. 공업과 난방)을 탈탄소화할 잠재력이 있는데 이 부문은 전 세계 배출량의 2/3를 차지하며 재생에너지의 잠재력을 최대한 발휘하는 데 도움이 된다.

미션에서는 청정 수소 혁신을 가속화하기 위해 국가, 기업, 투자자 및 연구기관 간 역동적이고 야심찬 동맹을 구축하고 있다. 이는 수소 밸리의 발전과 글로벌 청정 수소 경제 구축을 촉진하기 위한 연구, 개발 및 혁신에 대한 국제 협력을 포함하고 있다. 따라서 Power Mission과 Clean Hydrogen Mission 사이의 상위 협력은 수소 밸리의 시너지 효과를 지속적으로 활용하기 위해 필수적이다. 전력 부문에 중점을 둔 수소 밸리 및 주력 프로젝트는 미래에 두 미션 간의 주요 협력 주제가 될 것이다. 이는 글로벌 청정 수소 경제를 향한 미션 이노베이션, 국가, 조직 및 국제 협력을 통해 지식 교류 및 우수 사례를 발전시킬 것이다.

○ 무공해 선박 (Zero-Emission Shipping Mission)

이 미션은 무공해 연료로 운항할 수 있는 선박이 2030년까지 연료 소비량 기준으로 전 세계 심해 함대의 최소 5%를 구성하도록 하는 명확한 목표를 정했다. 추가적으로 이 중 최소 200척의 선박이 주요 심해 항로에서 이러한 무공해 연료를 주로 사용하는 것이다. 2030년 이전에 이를 달성하기 위해, 선박 미션은 에너지 및 해양 가치 사슬 전반에 걸쳐 협력하며 시너지 창출과 선박, 연료 및 항구의 연료 인프라 발전을 촉진하는 데 중점을 둔다. 이러한 연료 중 일부는 재생 가능 자원으로 생산된 전기로 전기 화학적 변환 경로를 통해 생산되어 전체 수명 주기 동안 탄소 배출 제로를 보장할 것이다. 이러한 전기 연료 작업과 관련하여 무공해 선박과 Green Powered Future Mission 간의 협력은 전기 연료 생산의 임계 규모에 도달하고 비용을 낮추는 데 핵심적으로 작용한다.

□ 국제 스마트그리드 액션 네트워크 (ISGAN) (www.iea-isgan.org)

ISGAN은 IEA의 TCP와 CEM의 이니셔티브로 설립되었으며, 그리드 전문가들로 구성된 국제 플랫폼이다. ISGAN은 26개 회원국과 광범위한 이해관계자로 대표되는 유럽집행위원회로 구성되어, 고위급의 정부 우선순위를 지원하고 전 세계적으로 더욱 스마트하고 깨끗한 전력망의 개발 및 배포를 촉진한다. ISGAN과 효과적으로 협력하는 방법에 대한 논의가 원활하게 진행되고 있으며 과거 ISGAN-MI IC1 스마트그리드 활동의 실적을 기반으로 활동할 예정이다.

이러한 잠재적 협력을 통해 연구소 및 도구 네트워킹(networking of research laboratories and tools), 전문가 교육에서 미래 에너지 시스템의 핵심 개념에 대한 공통 프레임워크 구축에 이르기까지 광범위하고 중요한 상호 이익을 얻을 수 있다. 관련 주제로는 유연성, 탄력성, 소비자 중심적 시각으로 최종 소비자에 대한 권한 부여 및 디지털화된 서비스가 포함된다(이것에만 국한되는 것은 아님). 두 이니셔티브는 상호 이익을 위해 각자의 작업을 활용하고, 광범위한 전문가, 정부, 규제기관 및 학계 연구 네트워크를 바탕으로 보다 깨끗한 전력망으로 나아가는 길을 만들기 위해 최선을 다하고 있다.

□ 글로벌 전력계통 변화(Global Power System Transformation: G-PST) 컨소시엄 (www.globalpst.org)

이 이니셔티브는 저공해 및 저비용, 안전하고 신뢰할 수 있는 전력계통으로의 전환을 촉진한다는 점에서 Power Mission과 목표를 공유하고 있다. Power Mission과 G-PST와 관련된 다양한 이해관계자를 고려했을 때, 두 이니셔티브 모두 정보의 상호 교환 및 전략적 관점에서 이점을 얻을 수 있다. 특히 G-PST는 Pillar 1 아래 6개의 핵심 공동 연구 프로그램(인버터 설계, 안정성 도구 및 방식, 미래의 제어실, 계획, 복원 및 블랙 스타트, 서비스 등)을 진행하고 있다. G-PST는 지식 교류, 교차 학습, 조직화된 다양한 봉사활동 및 이해관계자 교육이 두 프로그램에 공통적으로 정보를 제공하는 분야를 찾기 위해 Power Mission과 협력할 것이다.

□ 국제 에너지 기구(IEA) 디지털 수요 기반 전력 네트워크(3DEN) 이니셔티브 - IEA 3DEN (*3DEN: Digital Demand-Driven Electricity Networks)

전력계통의 탈탄소화, 청정 전기화, 탄력성 향상, 보안 및 유연성에 대한 발전을 가속화하는 것은 청정에너지 전환의 핵심 요소이다. 청정에너지 혁신을 주도하기 위한 국제협력 및 조치는 매우 중요하며 디지털화는 효율성을 높이고 시스템을 최적화하며 새로운 기회를 창출하는데 점점 더 중요한 역할을 하게 된다.

IEA는 3DEN 이니셔티브를 통해 해당 분야의 국내 및 국제 활동을 지원하고 자 증거 기반의 실행 가능한 정책 지침을 분석 및 개발하고 있다. 이탈리아 생태 전환부가 지원하는 3DEN은 특히 분산 에너지 자원을 효과적으로 사용할 수 있다는 점에서 IEA 및 광범위한 국제 에너지 커뮤니티가 디지털 기술을 통해 훨씬

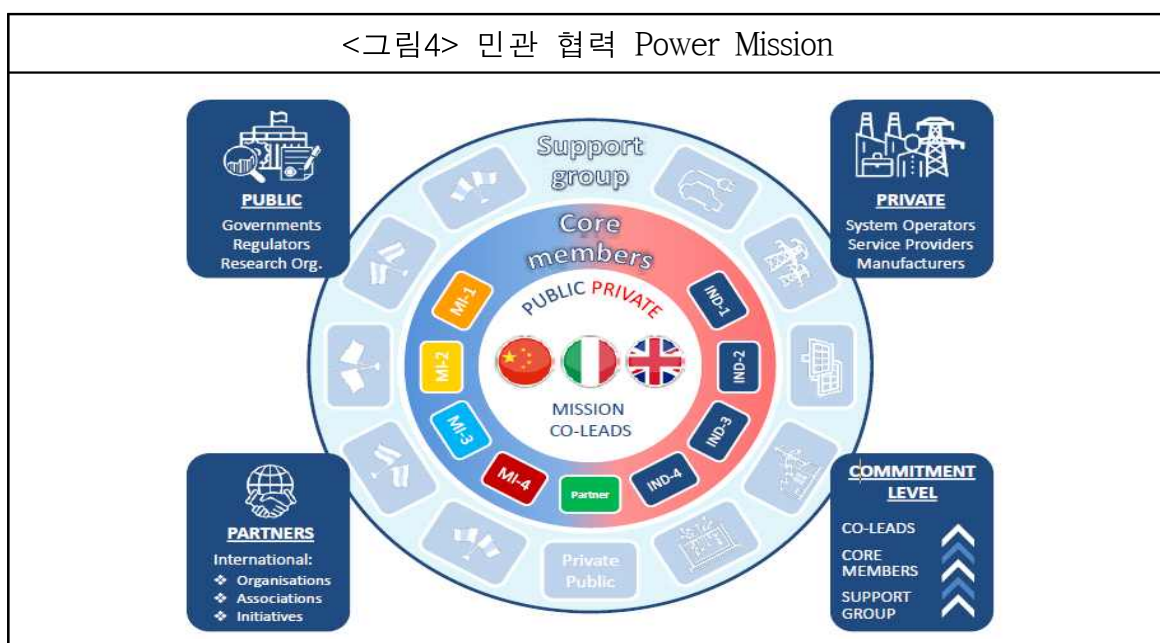
깨끗하고 탄력적인 전력계통의 발전 방법을 탐구할 수 있도록 지원한다. 이 프로젝트는 규제 혁신, 새로운 비즈니스 모델, 투자 확대 기회, 기술 배포 및 활용에 대한 분석 및 정책 지침을 제공할 것이다. 혁신, 연구, 개발이 최우선 순위이며 3DEN 이니셔티브는 R&D 활동에 대한 투자를 동원하고 대규모 실증 프로젝트를 구현하기 위한 로드맵의 개발을 지원한다. 보다 깨끗하고 혁신적인 전력 계통의 발전을 위해 Green Powered Future Mission 아래 IEA와 MI 간의 유익한 협력과 교류는 높게 평가되어 왔다.

□ 에너지 전환을 위한 스마트 네트워크(SNET)에 대한 유럽 기술 및 혁신 플랫폼(ETIP) (www.etip-snet.eu)

*SNET: Smart Networks for Energy Transition, ETIP: European Technology & Innovation Platform

유럽 기술 및 혁신 플랫폼(ETIP)은 전략적 에너지 기술 계획(SET)의 프레임 워크에서 유럽 위원회가 전체 에너지 부문에 걸친 다양한 이해관계자를 포괄한 다수의 전문가를 한데 모아 생성되었다.

에너지 전환을 위한 ETIP 스마트 네트워크(SNET)의 역할은 유럽의 에너지 전환을 지원하기 위해 연구, 개발 및 혁신을 인도하는 것이다. MI와의 협력으로 탈탄소화 과정의 최전선에 서 있는 유럽의 추진력을 활용해야 한다. 주로 RES(Renewable Energy System)의 확대, 대규모 VRE의 활용을 통한 그리드 보안 운영, 효율적인 섹터 통합 및 용도가 변경된 인프라를 위한 고급 계획 방법론이 있다.



3.2 제2장 VRE 100% 시스템을 위한 3가지 핵심영역

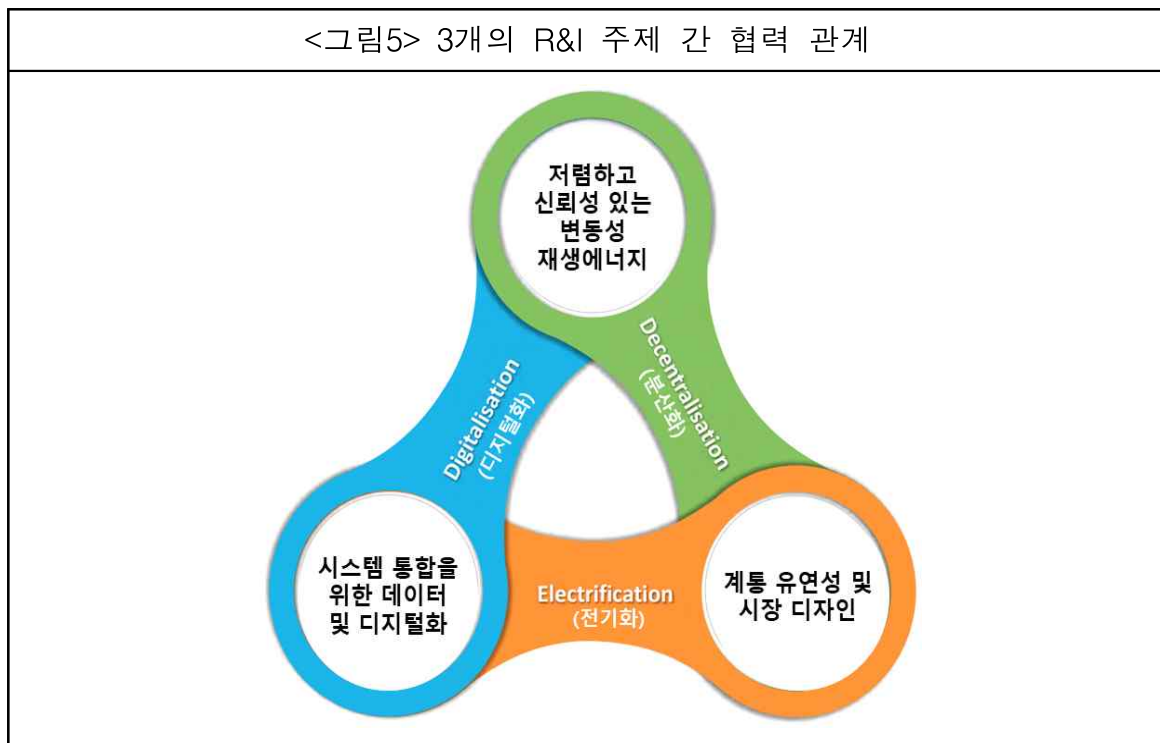
Green Powered Future Mission은 3개의 R&I(Research and Innovation, 연구 및 혁신) 주제로 구성되며 정부, 산업체 및 계통 운영자에게 VRE 100% 시스템까지 도달할 수 있도록 10가지 Tipping Points(TP)*를 제시하고 있다.

*Tipping Point, 티핑포인트 : 튀어오르는 지점, 어느 순간을 기점으로 폭발적으로 특정 경향성을 나타내는 것

3.2.1 R&I 핵심영역 및 Tipping Points 요약

높은 비중의 변동성 재생에너지를 효율적으로 통합하기 위해서는 기술 및 경제적 관점에서 에너지시스템의 디자인, 운영 및 계획을 재고하는 체계적인 접근 방식이 필요하다.

Power Mission에서의 목표를 달성하고자 전 세계 전문가들의 지원을 받아 2030년까지 해결해야 할 가장 중요한 문제와 변화 요소를 선정했다. 결과적으로 Power Mission에서 에너지시스템의 핵심 영역을 구분한 3개의 R&I 핵심영역과 10개의 티핑포인트(TP)를 선정했다. 이를 통해 정부, 산업 및 계통 운영자에게 비용 효율성, 보안 및 복원력을 유지하면서 변동성 재생에너지 100%로 전원믹스를 구성할 수 있도록 도와줄 것이다.



핵심영역(Pillar) ①

저렴하고 신뢰성 있는 VRE (Affordable and Reliable VRE)

중국의 주도로 이루어지며 해당 영역에서는 다양한 기후 및 시스템 구성에서 VRE의 비용을 줄이고 효율성, 탄력성, 신뢰성을 높이는 것을 목표로 하고 있다. 해당 주제의 티핑 포인트는 다음과 같다.

- **TP1.1** - PV 변환효율의 한계(29%)를 넘어선 태양전지 및 시스템 등 새로운 PV 기술은 고효율, 저비용 및 높은 신뢰도 제공
- **TP1.2** - 10~20MW의 해상풍력터빈 및 부유식 해상풍력발전 등 해상풍력 기술 (해안선, 섬, 연안에 광범위하게 배치하며 해상풍력발전 효율의 이점과 육상풍력 수준의 건설비용이 가능함)
- **TP1.3** - PV 및 풍력발전에 대해 24시간 이전, 발전 예측 오차를 6% 미만으로 예측 기술의 향상
- **TP1.4** - VRE 100%로 전기, 열, 담수화 및 수소를 생산하는 섬형, 독립형 그리드 실증. PV 및 풍력발전의 계통 내 높은 효율로 연계되고, 기여할 수 있는 새로운 기술 및 하드웨어 실증

핵심영역(Pillar) ②

계통 유연성* 및 시장 디자인 (System Flexibility and Market Design)

이탈리아의 주도로 이루어지며 계통 유연성 향상을 위한 솔루션 개발과 동시에 관련 시장 및 규제의 영향을 파악하고자 한다. VRE가 확대됨에 따라 계통 내 화석 연료 기반의 발전소는 폐지되고 있다. 이에 대비하여 Mission의 R&D 활동에서 기술/비기술적 장벽을 해결하기 위한 혁신적인 솔루션을 식별, 개발 및 검증한다.

*유연성: 수요와 공급의 변동성과 불확실성에 대처하여 비용 효과적으로 장기적으로 공급 안정도를 보장하는 전력 계통의 능력

- **TP2.1** - 단기간 재생에너지의 변동성과 상정고장 시 수급균형에 대응하는 단기 유연성. 빠른 응답속도를 가지는 예비력, 주파수 응답, 전압조정 및 관성 서비스 (1분 이내 활성화 및 15분 지속)
- **TP2.2** - 재생에너지의 기후변화에 의한 변동성, 수요/공급 예측의 오차 및 계통 혼잡도에 대응하는 중기 유연성 (수 분에서 수 시간동안 지속)
- **TP2.3** - 계절적 변화와 지리적 특성에 따라 며칠간 지속되는 VRE의 낮은 발전량에 대응하는 장기적 유연성

핵심영역(Pillar) ③

시스템 통합을 위한 데이터 및 디지털화 (Data and Digitalisation for System Integration)

영국의 주도로 이루어지며 에너지 부문에 혁명을 일으킬 잠재력이 있는 디지털화를 다룬다. 디지털화는 송배전망과 발전원 이용의 최적화, 다양한 에너지 시스템 간 상호연계, 말단 부하의 전기화를 촉진시킨다. 2030년까지 해당 Mission은 상호운용이 가능한 데이터 교환 및 효율적인 시스템 통합으로 유연한 적응형 아키텍처를 지원하면서 에너지시스템의 디지털화를 가속화 할 것이다.

- **TP3.1** - 상호운용성을 위한 표준: 2030년까지 공통 국제 표준을 채택하여 유연성 기기(flexible devices)의 100% 상호운용성 및 데이터 공유 원칙 준수
- **TP3.2** - 안전하고 탄력적인 디지털 에너지시스템: 공공 및 민간 부문의 신뢰를 높일 수 있을 만큼 충분히 안전한 프로세스를 도입하여 자산 및 계통 내 데이터의 60%가 개방형 표준을 사용하여 공유 및 접근 용이성 확대
- **TP3.3** - 통합 솔루션: 플랫폼 및 에너지 시스템 간의 통합을 통해 운영 통제 및 비상계획 개선. 밸런싱 또는 보조 서비스를 제공하는 유연성 자원 전반에 걸쳐 조정폭과 응답속도 개선

3.2.2 Tipping Points 달성에 발생 가능한 문제점

이러한 Tipping Points를 달성하기 위한 현재의 진행 속도는 너무 느리다. Power Mission에서는 포괄적인 landscape study를 통해 2030년까지 Tipping Points 달성 과정에서 발생 가능한 문제점을 확인했다.

핵심영역(Pillar) ①

- 복잡한 조건에서 작동하는 경량 풍력 터빈 모델의 느린 개발 속도
- 심해 부유식 해상풍력 기술의 더딘 상용화
- 특정 기후 및 극한의 기상 상황에서 PV 성능 보장의 어려움
- 가혹한 상황에서 PV 패널의 성능 저하
- 수상 부유식 PV 기술 설계의 어려움 및 해당 분야의 전문가 부족
- VRE 발전 패턴 예측의 정확도가 떨어지며 운영 예비력 감소

핵심영역(Pillar) ②

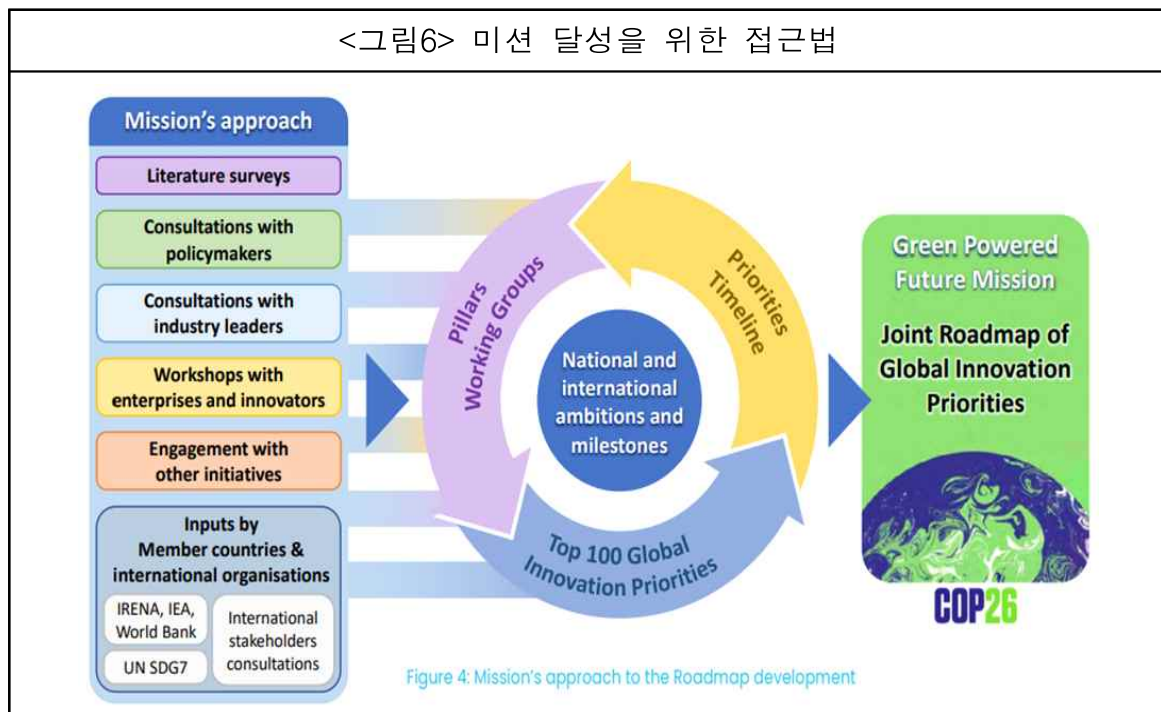
- VRE 비중이 높아 관성이 낮은 계통에 대한 불안정성
- 자원이 늘어남에 따라 계통 운영자가 기존의 디지털 및 사이버 보안 데이터 공유 톨과 제어 플랫폼 사용이 불가능한 상황
- 규제 프레임워크 및 시장 규칙이 새로운 시장 참여자들(VRE사업자, Aggregator 등)을 막음
- 다양한 유연성 자원을 관리에 배전과 송전시스템 운영자 간의 협력 부족

핵심영역(Pillar) ③

시스템 통합을 위한 데이터 및 디지털화 (Data and Digitalisation for System Integration)

- 디지털 상호연결성 부족으로 새로운 데이터 기반 비즈니스 모델 혁신 저해
- 부적절한 수준의 데이터 수집, 가시성, 접근성 및 상호 운용성
- 단편적이고 공유되지 않는 데이터로 에너지시스템 내 데이터의 가용성 및 이용이 낮음
- 많은 양의 데이터를 처리하는 전문 기술이 거의 없음
- 디지털 도구 및 혁신(빅데이터 분석, 머신러닝, AI) 구현에 대한 이해가 낮음
- 시장 디자인 및 거버넌스 구조를 재정의하는 정책 및 규제의 느린 발전

<그림6> 미션 달성을 위한 접근법



3.3 제3장 로드맵: 글로벌 혁신의 우선순위 및 이행방안

Green Powered Future Mission은 목표 달성을 위해 해결해야 할 상위 100개의 글로벌 혁신 우선순위를 설정하고 있다. 향후 조치를 안내하기 위한 각 우선순위는 긴급성, 중요성 측면에서 결정되었다. 이 로드맵은 10년 동안의 주요 미션 활동을 자세히 설명하는 지침이 될 것이다.

3.3.1 로드맵 소개

10년간의 Mission 목표 달성을 위해 17개의 R&I 주제와 상위 100개의 혁신 우선순위를 정의하고 있고, 해당 로드맵은 티핑 포인트에 달성을 위한 획기적인 기술 요구사항일 뿐만 아니라 공동연구, 실증 및 지식 공유를 통해 해결해야 하는 근본적인 내용을 포함하고 있다. 로드맵 구현을 위해 타당성 조사, 파일럿 및 실증 단계에 이어 지식 보급 및 모범 사례 공유로 구성된 다단계 구현(multi-phase implementation) 방식이 채택되었다.

3.3.2 혁신을 위한 우선순위 설정

10년간의 Mission에 대한 요구사항과 식별된 글로벌 혁신 우선순위에 대해 Power Mission은 각각의 상대적인 긴급성, 중요성을 고려하여 우선순위를 설정했다. 이를 통해 Power Mission에서 효과적으로 자원을 집중시키며 목표를 체계적으로 달성할 수 있게 된다. 일련의 워크숍, 국제 간 이해관계자 회의 및 설문조사를 통해 아래에 따라 우선순위가 평가되었다.

- **중요성 및 영향:** 티핑 포인트 달성에 잠재적 영향이 얼마나 중요한지
- **긴급성:** 현재 이니셔티브에서 불가능한 티핑 포인트 달성을 위해 극복해야 하는 현재의 장벽을 해결해야 하는 정도가 얼마나 중요한지
- **상호의존성:** 후속 우선순위를 구현하기 위해 과제의 진행 정도가 얼마나 중요한지
- **파일럿 프로젝트 및 실증:** 파일럿 프로젝트 또는 실증이 얼마나 중요한지

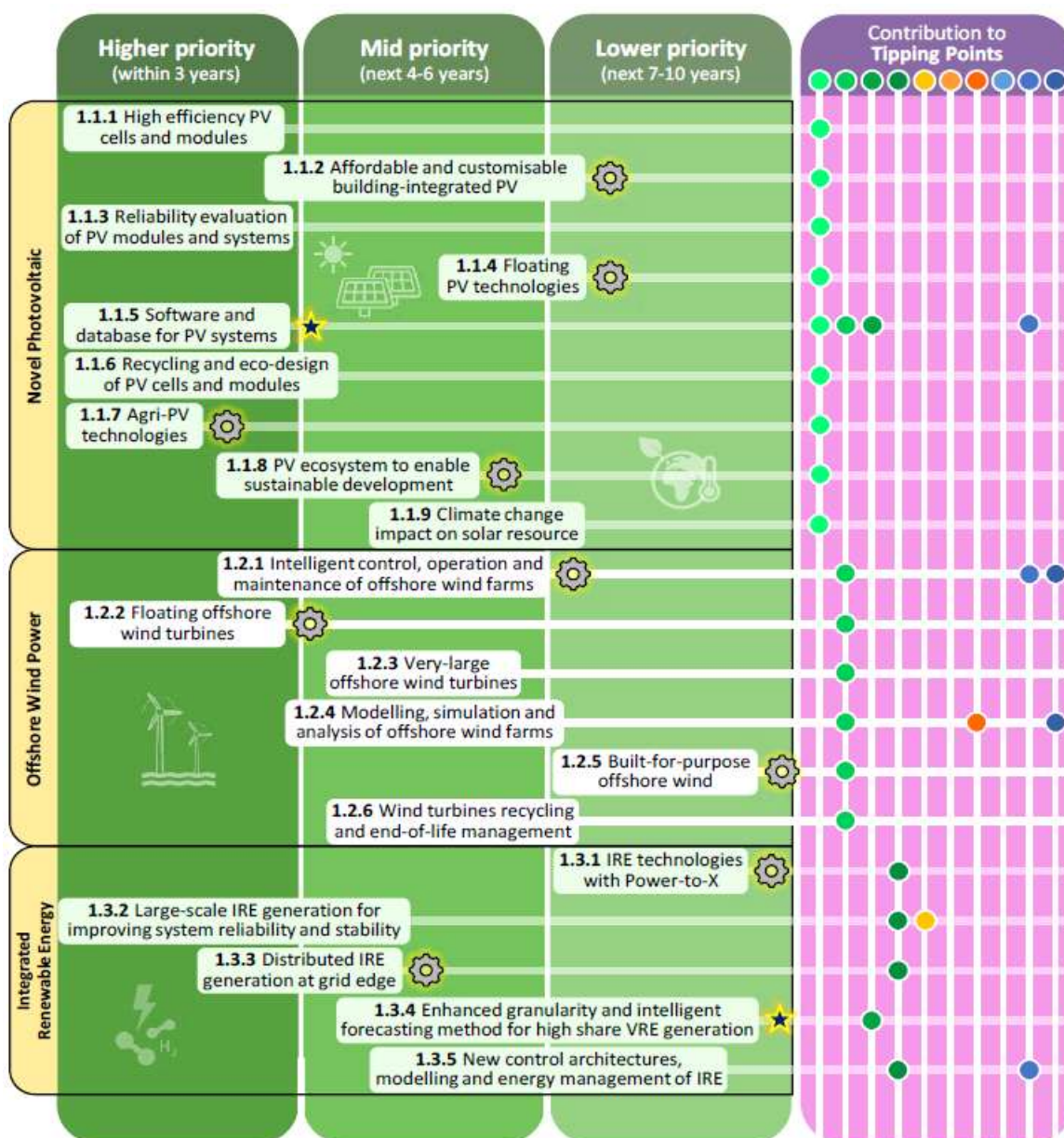
다음 그림들은 17개의 R&I 테마와 관련한 혁신 우선순위다. ‘높은 우선순위’의 혁신은 가장 긴급하고, 가장 높은 기술적 성숙도를 가지며 Mission 이행의 첫 3년 동안의 주요한 역할을 할 것이다. ‘중간 우선순위’의 혁신은 4~6년 내에 주요한 역할을 할 것이다. ‘낮은 우선순위’의 혁신은 R&D 초기 단계로 장기적으로 6~10년 내 발전될 것이다.

또한 Mission 이해관계자들은 다음과 같이 우선순위에 표식을 매겼다.

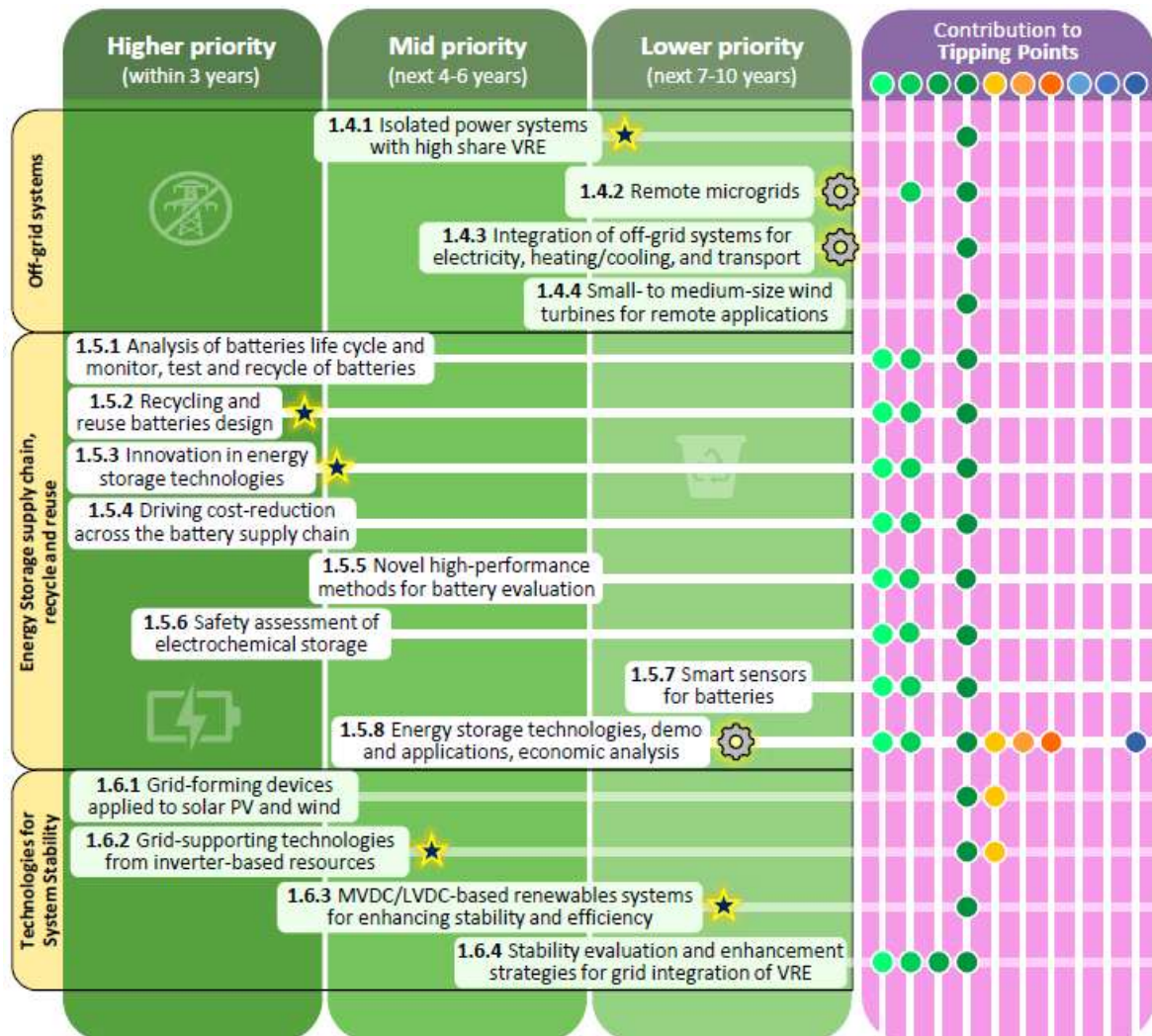
표 식	설 명
	혁신 우선순위로 데모 프로젝트가 예상될 경우
	데모 프로젝트가 “있으면 좋을 것”으로 표시된 경우

 TP 1.1 Novel PV technologies	 TP 2.1 Short-term flexibility	 TP 3.1 Standards for Interoperability
 TP 1.2 Offshore wind technologies	 TP 2.2 Mid-term flexibility	 TP 3.2 Secure & digitalised energy system
 TP 1.3 Improve forecasting tools	 TP 2.3 Long-term flexibility	 TP 3.3 Integrated platforms
 TP 1.4 Off-grid VRE-based systems		

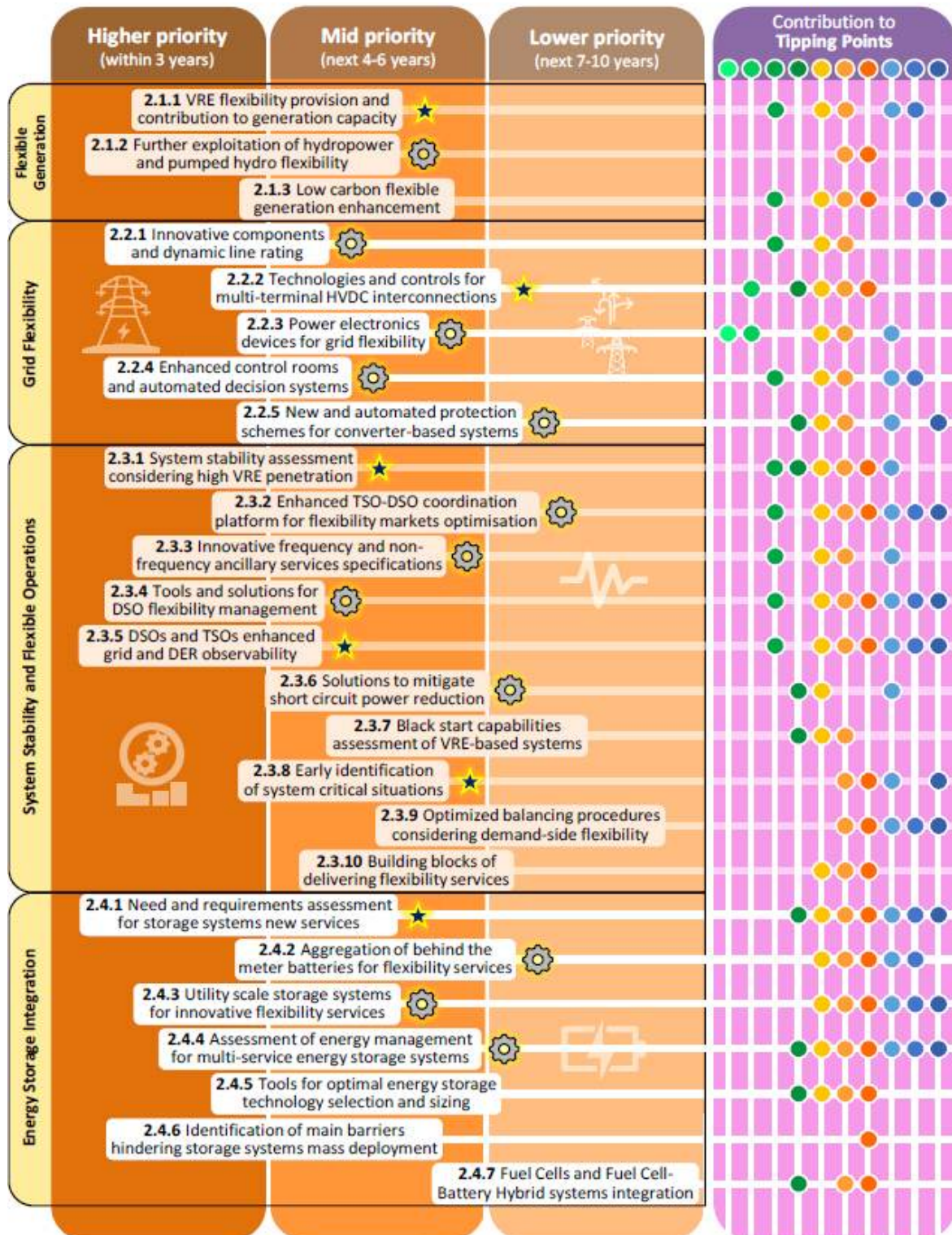
〈 Pillar1- 저렴하고 신뢰성 있는 VRE 〉



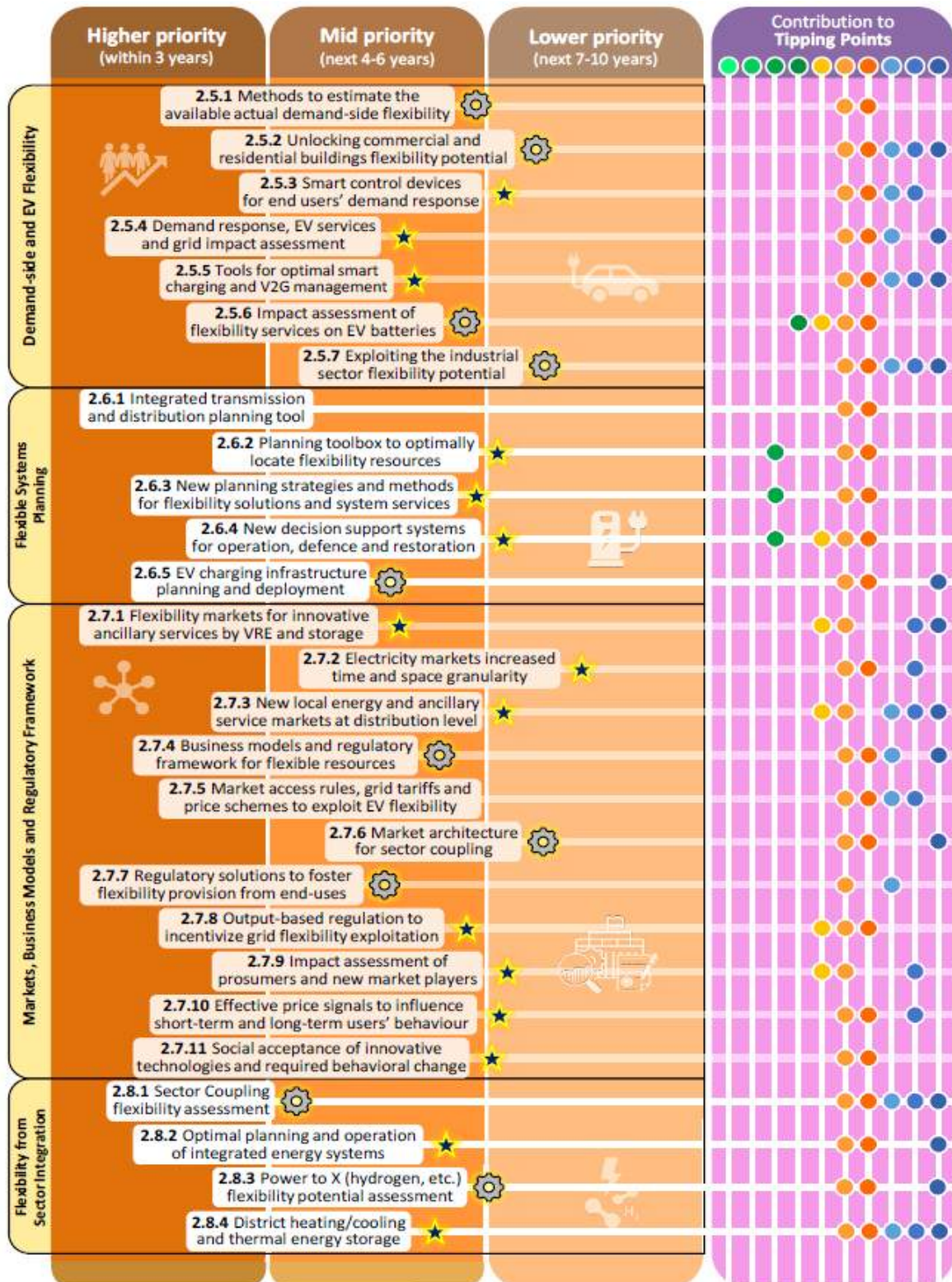
〈 Pillar1- 저렴하고 신뢰성 있는 VRE 〉



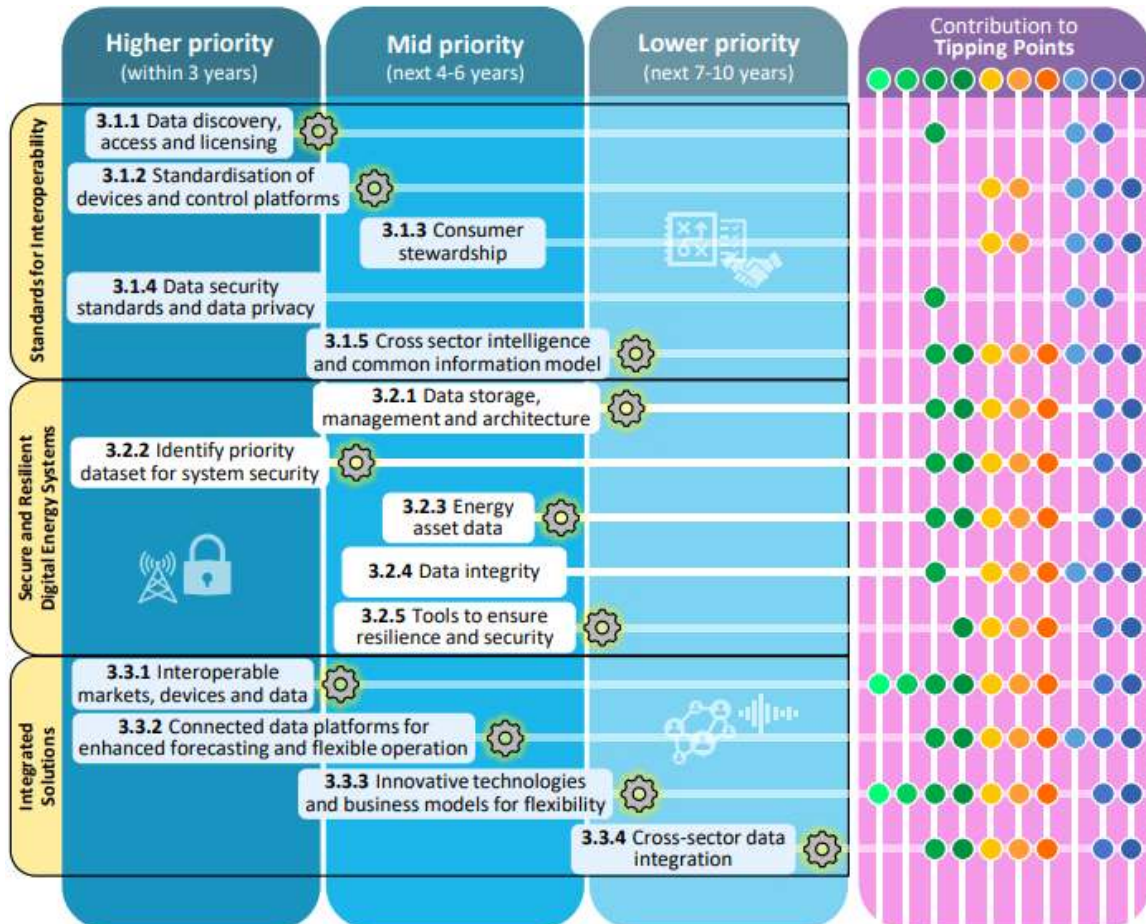
〈 Pillar2- 계통 유연성 및 시장 디자인 〉



〈 Pillar2- 계통 유연성 및 시장 디자인 〉



〈 Pillar3- 시스템 통합을 위한 데이터 및 디지털화 〉



3.3.3 로드맵 구현: The Mission Action Plan

이 로드맵은 Green Powered Future Mission의 우선순위를 보여주지만, 다음 단계로 미션 목표를 달성하는 데 필요한 자원을 고려하는 상세한 액션 플랜을 또한 만들어야 한다.

로드맵에 반영된 바와 같이, 혁신적인 솔루션에 대한 실증 단계는 중요하다. 성공적인 실증을 위해서는 타당성 조사, 실증 참여자의 선정 및 검증, 지식과 능력 개발, 보급 활동 등을 포함한 단계 설정을 통해 미션의 우선순위가 체계적으로 구현되어야 한다.

이에 대한 접근법으로 Power Mission에 참여하는 자원과 전문지식을 최대한 활용하면서 다양한 혁신 우선순위에 대해 동시다발적으로 대응할 수 있다. 또한 기술, 규제, 시장 측면을 고려하여 필요한 속도에 확실하게 대응할 수 있다.

또한 광범위한 시스템 조건에서 혁신적 솔루션의 확대를 위한 파일럿 프로젝트를 개발하기 위해 복제 가능성(replicability)과 확장성(scalability)을 통합하고자 한다. 게다가 추가성(additionality)은 권장되는 접근법이며 기존 파일럿 방식이나 그리드 현대화 이니셔티브를 통해 이미 우선순위를 목표로 하는 기존 이니셔티브의 영향을 증가시킨다.

Power Mission의 멤버들은 혁신 우선순위 목록 전반에 걸쳐 이미 높은 관심을 보이며 혁신 솔루션을 검증하여 미션 액션 플랜을 개발하고 이행하는데 전념하고 있다.

4. 주요 메시지 및 향후 행보

로드맵은 VRE 최대 100% 비중의 에너지시스템을 실현하기 위해 노력해야 하는 가장 관련성이 높은 R&I 테마와 관련된 글로벌 혁신 우선순위를 선정하고 있다. 우선순위는 긴급성 및 영향성의 측면에서 순위가 매겨졌으며, 향후 10년간의 Green Powered Future Mission에서의 연합 전략과 노력을 보여준다.

Power Mission의 모든 참여자의 노력으로 로드맵이 제작되었으며 미션의 목표를 달성하는 데 가장 관련성 높은 R&I 노력을 선정했다.

4.1 주요 메시지

- 시스템 혁신과제는 전 세계를 대상으로 하지만 솔루션은 각 현지 특성과 전력 시스템의 특성에 따라 다를 수 있다. 비슷한 문제점을 지닌 국가들 사이의 지식 공유를 통해 효과적인 혁신의 발전을 이뤄낼 수 있다.
- 혁신 솔루션을 개발하고 공유하는데 다양한 전문지식의 공동 작업이 필요하므로 모든 에너지시스템 내 이해관계자들의 적극적인 참여가 필요하다.
- 계통 내 유연성, 디지털화 및 데이터는 주요 핵심: 주요 핵심과 관련한 혁신 우선순위는 여러 개가 존재하며 이를 모두 다루어야 효과적이다.
- 혁신 솔루션을 효과적으로 통합하기 위해서 기술 외에도 새로운 비즈니스 모델 및 시장 설계 또한 필수적이다.
- 혁신 솔루션의 효과적인 배포를 위해서 현장에서 실제 규모의 실증이 필요: 적절한 데모 프로젝트를 설계, 추진 및 검증해야 한다. Power Mission의 참여자는 특히 다양한 혁신 우선순위를 포함한 데모 프로젝트를 지원하며 미션의 목표를 달성하고자 노력하고 있다.
- 다양한 기후와 환경을 고려한 저렴하고 신뢰할 수 있는 VRE 구축과 PV, 해상 풍력, 에너지저장장치 기술 및 시스템 통합의 혁신의 중요한 요소다.
- 높은 비중의 VRE를 통합하려면 새로운 기술, 시장 솔루션 및 규제 프레임워크를 포함한 강화된 시스템 운영 및 도구가 필요하다.
- 디지털화는 중요한 실현 도구이며 미래의 에너지시스템에서 점점 더 중요한 역할을 할 것이다.
- 저장장치, 수요측 유연성, EV 스마트 충전은 계통 내 유연성과 VRE의 활용 측면에서 중요한 자원이 될 것이다.
- 효과적인 시스템 간의 통합은 계통 내 유연성 확보에 대한 실질적인 솔루션이

될 수 있다.

- VRE 비중의 확대에 따라 배전망은 시스템 문제를 해결하는 핵심 요소이다.

4.2 향후 행보

이 로드맵의 특징은 공공 및 민간 부문의 이해관계자와 국제기관에서의 정보를 통합하는 것 외에도 대규모의 데모 프로젝트를 지원하면서 Mission의 구성원이 혁신 요소를 식별하는 것이다. Power Mission 목표를 달성하기 위해 구현해야 할 실질적이고 구체적인 핵심 조치인 Mission Action Plan 2022-2024의 실현 가능 여부가 중요하다.