

대한전기학회 전력기술부문회 분산전력망 기술위원회

# 국내 DSO 체계 도입 관련 주요 이슈 분석

2024. 4.26

한국전력공사 배전계획처  
오준석

## 1. Power System에서 Distribution의 역할은 극히 제한적이었음

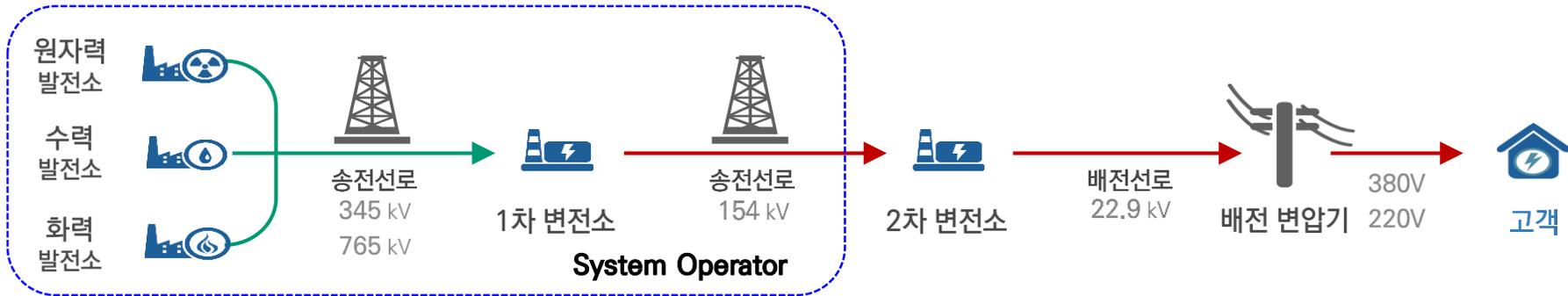
### □ 전통적인 전력계통 구조(Generation-Transmission-Distribution-Customer)

- 전력계통(Power System)의 의미는 Generation과 Transmission 범위 내에서 거의 정의되어 있음
  - Generation에 의한 Power Flow, Stability, Dispatch 등 → Transmission에서의 검토 중심

### □ Customer에게 전기를 Distribution하기 위한 Network 유지보수 및 확충 역할이 전부

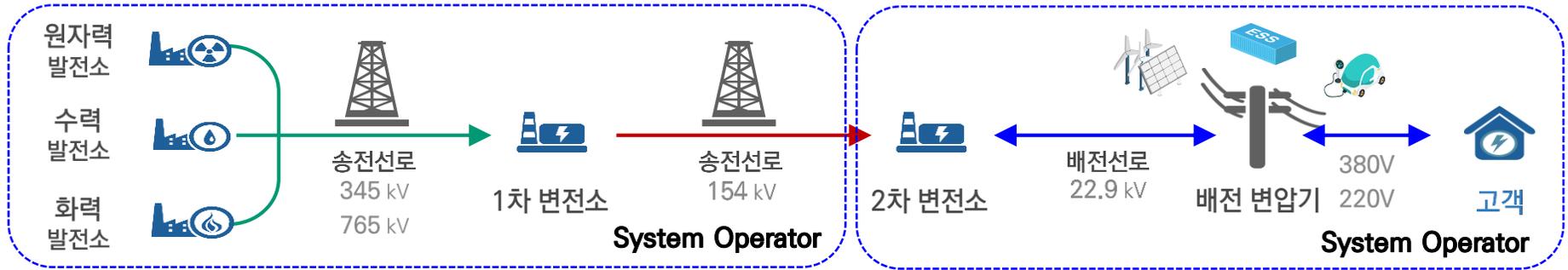
- 전국에 산발된 개별 수용가의 안정적 전력공급중심 → 정전 최소화, 신속 복구조치

→ Radial의 배전계통은 Network 구성의 송전계통보다 계통해석 등 상대적 기술 난이도 ↓



## 2. Distributed Energy Resources의 등장, Distribution의 중요성 확장

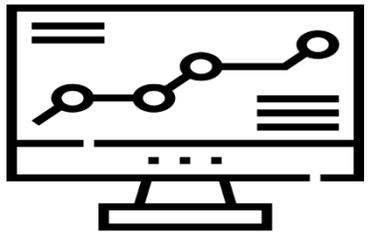
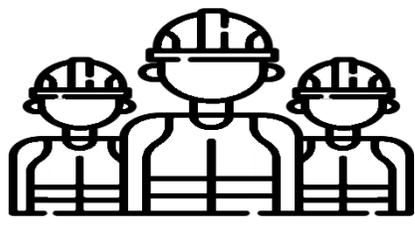
- 변화하는 전력계통 구조(Generation-Transmission-Distribution-**DER**-Customer)
  - 전력계통의 의미가 Distribution에서 DER이 연결된 계통 전체로 확대됨 [Customer≒DER]



- (Inverter Based) 무관성 전원의 계통연계 → 양방향조류, 보호체계, 안정도 해석, 품질유지 등 신뢰도 변화
- (Uncertainty) 변동성 발전 확대 & 수요패턴 변화 → Non-dispatch, 예비력 증가, 감시제어 등 운영 변화
- (Liberty) 자급자족, 직거래 등 다양화 → 전력수요&공급이 상존하는 하나의 Market으로 혁신 추진
- (Digitalization) 분산된 자원의 통합 → 전력통신, 사이버보안 등 Grid의 Hyper-Connection 진화

# 국내 법 제도로 살펴보는 전력계통 운영체제

□ 전기사업법에 의거, 계통운영자(ISO)와 단일 송전사업자(TO)-단일 배전사업자(DO)로 구성

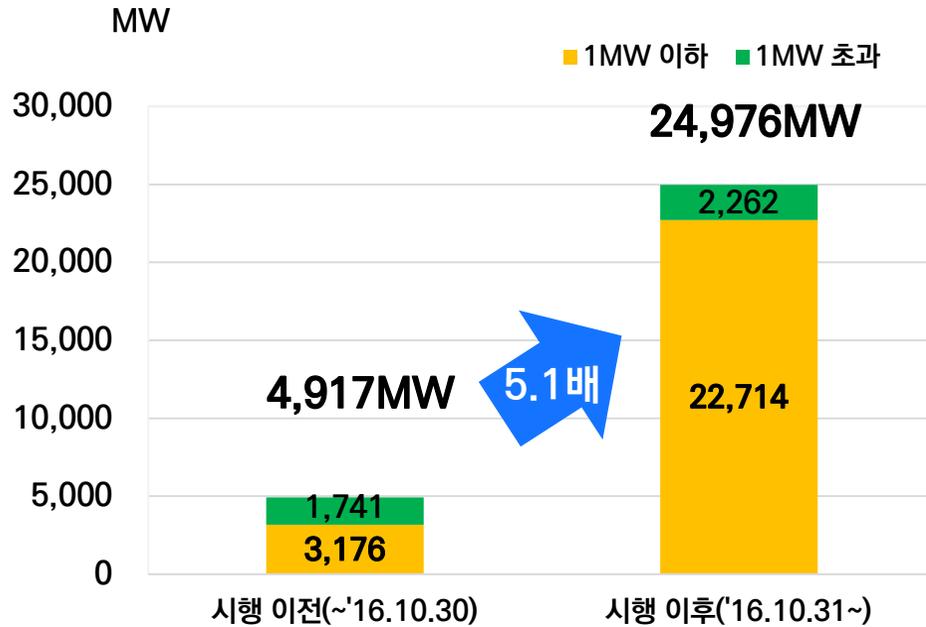
시장운영(Market Operator)	계통운영(System Operator)	설비소유(Network Owner)
		
		
<p>※ 전기사업법 제36조(업무)                      전기사업법 제43조(전력시장운영규칙)                      전기사업법 제45조(전력계통의 운영방법)</p>		<p>※ 전기사업법 제27조                      (송전사업자 등의 책무)                      전기사업법 제45조                      (전력계통의 운영방법)</p>
<p>전력시장 및                      소규모 전력중개시장                      개설 운영</p>	<p>345kV 이상 송전망                      154kV 이상 송전망(일부)                      제주지역 송전망</p>	<p>소유설비 운전에 따른 안전관리                      전력거래소 운영 외 송전망 운영</p>

## 배전망 운영은?

# 1. 체계적 준비할 틈 없이 배전계통 분산에너지가 급속도로 증가

□ '16.10.31 1MW 이하 무제한 접속제도 시행으로 배전계통 분산에너지 급증

무제한 접속보장 시행 전후 배전망 분산에너지 신청 비교



지역별 1MW 이하 소규모 재생에너지 신청현황(시행이후)

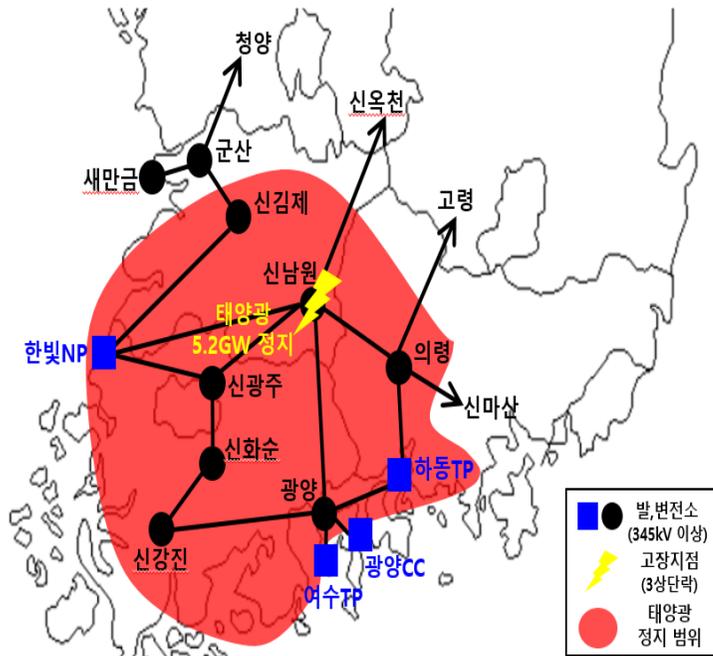


## 2. DER에 대한 그리드코드 정립 및 감시제어 인프라 구축 필요성 증폭

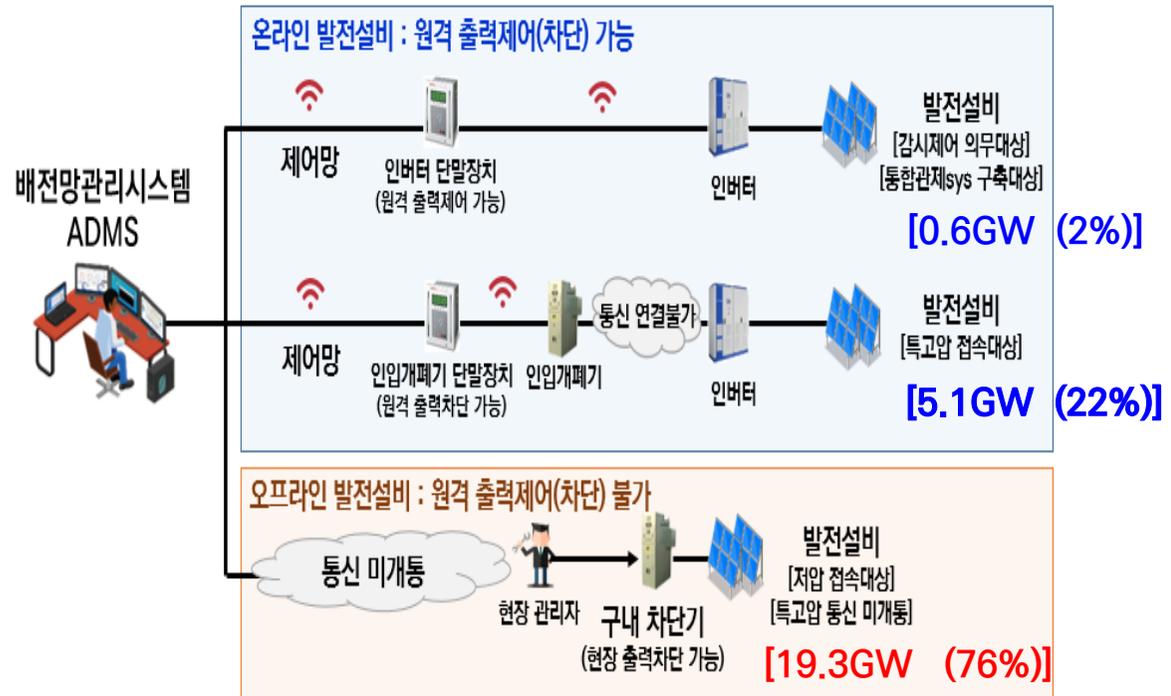
□ 미국 및 유럽 DER로 인한 정전사태, 일본의 태양광 출력제한 상황 등 해외 선례 존재

\* 그간 송전계통과 배전계통의 상호 커뮤니케이션 미흡으로 범계통적 대응 부족

FRT가 없는 재생에너지로 인한 계통파급 사례



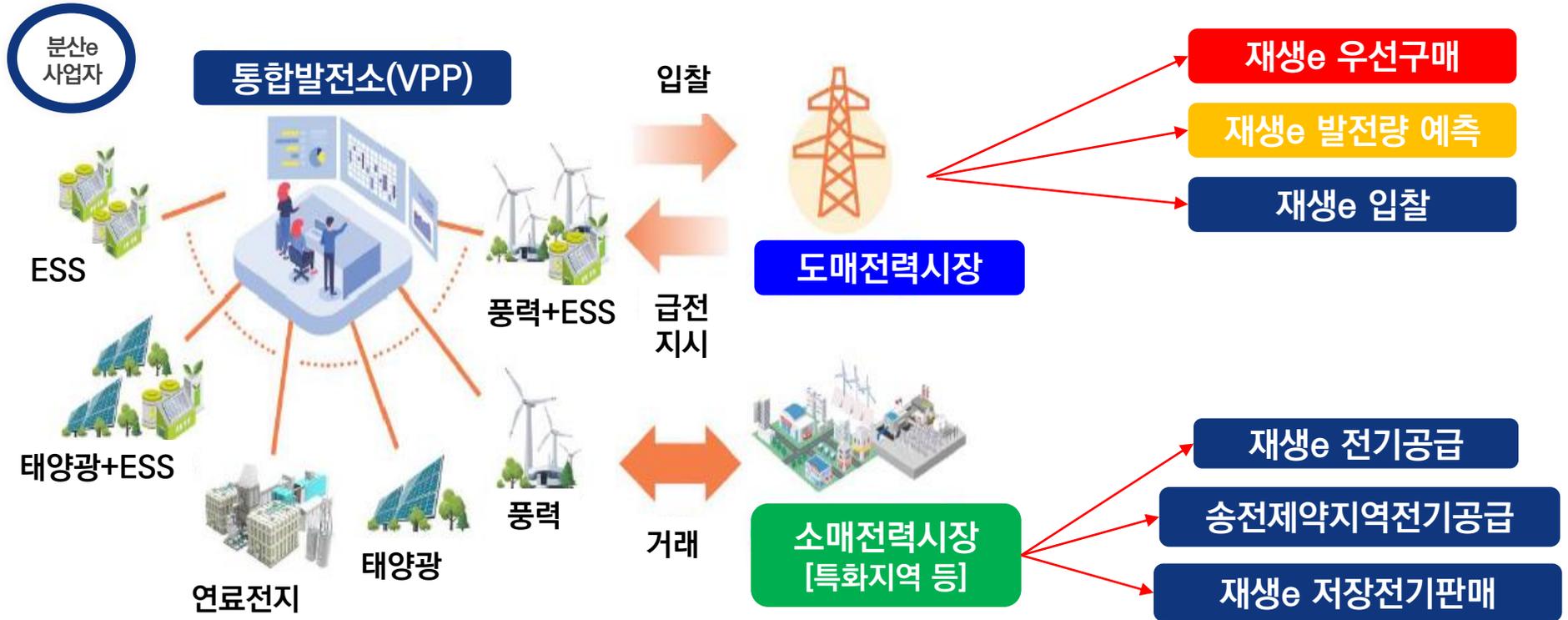
배전계통의 감시제어 인프라 운영체계



### 3. 최근 법 개정(전기사업법,분산법)으로 인해 전력시장의 변화 가속도는 증가

□ 통합발전소(VPP)를 기반으로 배전계통 분산에너지가 도매/소매시장에서 다양한 역할 참여

\* 경직된 거래(재생e는 무조건 구매)를 벗어나 경쟁체제 기반의 자유로운 시장으로의 변화를 추구



## 분산에너지 관련 주요 이슈 시사점 → 국내 DSO의 필요성

- 분산에너지가 늘어나면서 **배전계통에서의 영향이 전체 전력계통으로까지 파급 ↑**
  - 생산전력을 무조건 계통에 주입하는 분산에너지 제어구조(Grid-Following)로 양방향 전력조류
  - 전체계통의 발전비중에서 무관성 전원 비중이 증가하여 계통관성 및 회복력 저하
  - System Operator가 Distribution System의 영향을 간과하고 계통운영할 수 없는 상태
    - 지역별 밀집정도, 응동자원 현황 등 Grid Status에 따른 계통운영&협력방안 고민 필요
- 분산에너지 활성화는 전세계적 방향이므로 거스를 수 없음 → **수용가능한 전력계통으로 전환이 필수**
  - 현행 전력계통 체계에서 유연하게 운전할 수 있는 분산에너지의 수용 인프라 마련
    - 분산에너지에 대한 계통요구사항 정의, 감시제어수단/방법/체계 정의 등 → 실제 구현까지 추진
- 분산에너지의 다양한 역할 제시 → 단순 전력생산이 아닌 **계통상황에 맞추는 발전기 역할 확대**
  - 전력 도/소매시장에서의 필요에 응동하는 Dispatch → 다양한 Market Model 실증 및 촉진

▶ 배전계통의 DER 자원을 Stable & Controllable하게 관리, 전력계통 운영을 Support할 수 있는 지역단위 계통운영자로서의 역할 필요 → **Distribution System Operator(DSO)의 필요성 대두**

# 국내 에너지 정책 및 계획 관련 DSO 내용

## 1. 제3차 에너지기본계획(19.6)

- 분산에너지 공급 시스템 확충을 위한 주요 과제 제시
  - 분산전원 제어관리 강화, 계통유연성 증대를 위한 전력망 관리체계 고도화 등
    - 중장기 분산에너지 활성화 추진전략 로드맵 수립 선언

## 2. 제 5차 신재생에너지 기본계획('20.12)

- 재생e 주력전원화를 위한 전력계통 대전환의 방안으로 배전망운영자(DSO) 도입 제시
  - 지역단위 DSO가 변동성 불확실성에 대응토록 책무와 역량을 강화하는 한편, 계통운영자(SO)와 유기적 협조체계 구축 필요성 언급

## 3. 제 23차 에너지위원회, 분산에너지 활성화 추진전략('21.6)

- 배전계통 운영제도를 통한 지역별 관리체계 마련 선언
  - 배전망운영자(DSO) 도입 추진, 이를 뒷받침할 분산에너지 활성화 특별법 제정('23.6)

- (제16조) 배전사업자의 적정설비 설치, 관리 의무 → DNO의 전통적 의무
  - (배전설비 설치·관리 고시) 분산에너지 수용에 **적합한 배전설비를 설치·관리**하는 기준 수립
  - (배전망관리방침) 배전사업자의 **배전망관리 의무 이행을 위한 운영규칙**(가칭 “배전망운영규칙”) **공개**
  - (분산에너지 출력차단) 배전망 **접속을 차단할 수 있는 세부적인 사항** 위임
  
- (제17조) 배전망의 안정적 운영 의무 → **DSO의 핵심 조항(Key Clause)**
  - (배전망 안정적 운영) 분산에너지의 **출력예측, 감시, 평가를 통한 안정적 계통운영** 의무 부여
  - (정보제공) 안정적 계통운영에 필요한 **정보제공 및 통신설비 구비**에 관한 사항
  - (전력거래소 협조체계) 전력계통 **안정적 운영에 필요한 정보 상호 공유 및 협조체계 구축**
  
- (제18조) 배전망 증설, 운영 계획 의무 → DNO의 전통적 의무
  - (분산에너지 실태조사) 배전망 증설·운영계획 수립을 위한 **실태조사 및 정보수집**에 관한 사항
  - (배전망 증설·운영 계획) 배전사업지역 내 분산에너지 체계적 수용을 위한 **배전설비계획 체계 확립**

▶ **그간 법적으로 정의하지 않았던 배전계통에 대한 안정적 운영 의무를 부여하였다는 점에서, 국내 전력산업 형태를 고려한 DSO의 역할을 정의하고 이행체계를 마련하는 것이 필요한 시점**

## 1. DER로 인해 변화된 배전계통을 관리하기 위한 새로운 역할 정의

- 기존에는 수요/발전의 계통연계, 기본적인 망 유지보수 및 설비계획에 국한되었다면
- 앞으로는 기존역할에 더불어 **배전계통에 대한 피크/혼잡 관리와 자원활용 극대화를 통한 유/무효전력 공급능력 관리 및 지원, 전력시장 활성화 등** 적극적 역할 고민

## 2. DER의 계통영향을 고려한 송전계통과 배전계통 간의 관계 정립

- 그동안 송전계통은 계통신뢰도 유지 중심, 배전계통은 안정적 공급 중심의 역할 수행
- 앞으로는 **송전계통과 배전계통이 모두 신뢰도 유지를 위해 협력**해야하는 관계로 확대
  - 배전계통 지역단위 수요/발전정보[설비, 운영정보 등] 공유, 협조적 계통운영체계 등

## 3. DER을 통합 관리하는 가상(통합)발전소와의 협력방안 검토

- 분산되어 있는 DER을 관리·운영하는 VPP가 결국에는 계통운영 조정의 중요 Key
- ISO가 Plant에 대한 계통/시장 역할 수행하듯이, **DSO가 VPP에 대한 역할 수행 필요**
  - VPP 발전계획 검토, 급전지시, 계통운영을 위한 지시 등

## 앞으로 고민해야할 사항 (향후 제기 될 수 있는 이슈들)

### 4. 분산전력 시스템에서의 통합 ICT 기술 및 정책 방향 수립

- 전력시스템-VPP-DER 간의 물리적,논리적 표준, 통신 연계를 위한 프로토콜 정의 등
- 국내 주변 정세를 고려한 & 민·관 동시 수용가능한 사이버 보안 정책 등
- \* 전력망은 국가 중요한 기간망이지만 민간 전력통신분야에서는 취약점 노출 가능

### 5. 지역 내 계통/시장 데이터 관리·정련을 통한 신 가치 창출

- 지역 배전망에서의 활동(소비,생산,요금,위치 패턴 등)을 수집·관리 → 의미있는 서비스 제공
- \* 지역단위 데이터를 수집하는 단말기 & 고객을 관리하는 미터링시스템을 활용
- 결국 소비자에게는 스마트한 전력사용패턴을 제시, DSO는 효율적 망계획,운영 방안을 구상

### 6. 궁극적으로 DSO 체계를 통해 얻을 수 있는 종합적인 편익 정의

- 계통(시장)의 편익 : 설비구축·제도운영 Cost 절감, 정보활용을 통한 추가 Benefit
- DER의 편익 : 에너지공급 및 보조서비스 Price / VPP의 편익 : DER 중개 Price 확보
- 고객의 편익 : Charge 절감(가격신호 동작, 망투자&시장최적화 등 반영)
- 국가(사회)의 편익 : 총 에너지 비용 절감 → 국가경쟁력 ↑ (공공요금 합리적 최적화)

**감사합니다!**