

# 2019년도 G015 연차총회 참석 결과 보고

'19. 10.



작성자 : 계통기술팀 차장 허성일 (☎8621)

# 1. 목 적

- GO15 연차총회 및 운영위원회 참석
- 2019년도 한중일 경영진회의 실무협의

# 2. 출장개요

- 가. 출장지 : 상트페테르부르크(러시아)
- 나. 출장기간 : 2019.10.1.(화) ~ 10.6.(일) (4박 6일)
- 다. 출장자 : 조영탁 이사장, 한승구 계통운영처장, 계통개발팀 옥기열 팀장, 계통기술팀 허성일 차장
- 라. 소요예산 : ₩14,397,698원 (여비교통비/해외업무수행여비)
- 마. 주요일정

일 시	내 용	비고
10.01(화)	· 출 국(인천 17:50 - 상트페테르부르크 21:30)	
10.02(수)	· GO15 연차총회 참석	회원기관
10.03(목)	· GO15 운영위원회 참석	회원기관
10.04(금)	· 제3차 한중일 경영진회의 실무자 협의	CSG, TEPCO, KPX
10.05(토)	· 입 국(상트페테르부르크 13:15 - 인천 6일 09:40)	

\* GO15 의장(SO-UPS), 사무국, 회원기관 임원, 운영위원, 워킹그룹 리더 등 약 40명 참석

### 3. 주요 토의내용

#### 가. GO15 연차총회(Steering Board Meeting) (10.02, 수)

##### 전략워킹그룹(Strategic Working Group) #1, 2 활동실적 보고 및 토의 (10.02, 화, 오전)

###### ○ SWG#1(Pathways to a Low Emission Future)

- 저탄소 사회로 전환되는 추세에 따라 계통운영자의 준비사항 검토
- 2019년도 웹-세미나를 통해 발표된 회원기관별 추진 사례(총 25건) 요약

###### ○ SWG#2(Resilience Models)

- 정전 발생 후, 신속하고 안정적인 계통복구\*를 위한 고려사항 방안
- 운영, 사이버보안, 전력인프라 3가지 측면에서 기관별 추진 사례 공유
- Cigre 워킹그룹과 분야별 협력 추진 토대 구축 ; 공동 세미나 개최 등

##### 협동프로젝트(Joint Project) #1, 2 활동실적 보고 및 토의 (10.02, 화, 오전)

###### ○ JP#1(The Value of Power Grid)

- 에너지전환시대에 전력망의 가치 변화양상과 준비과제 논의
- 보고서 발간하여 교육 및 홍보(Cigre총회, GO15포럼발표) 목적으로 활용

###### ○ JP#2(Digitalization of Energy Sector)

- 회원기관 설문조사를 통해 에너지부문 디지털기술 적용동향과 방향성 제시

##### 2020년 활동을 위한 전략과제 논의 (10.02, 화, 오후)

###### ○ (SWG#1) 2019년도 워킹그룹 유지하되, 3개의 중점추진과제로 재편

- ① 전력망의 안정성 및 계통 관성(Grid Instability and Inertia)
- ② 재생e 출력예측과 변동성(Renewable Forecasting and Variability)
- ③ 시장참여 모델 및 유연성(Market Incentive Model and Flexibility)

###### ○ (SWG#2) Cigre 워킹그룹과 실질적 협력(Webinar 등) 강화 추진

□ GO15 운영개선 및 국제 인지도 향상 방안 논의 (10/02, 화, 오후)

- GO15 외연확대를 위한 신규 회원 유치 논의 (독일, 멕시코)
- 국제 에너지 관련 학회 및 기관과의 협력 확대 (오픈포럼 활성화)
  - 워킹그룹의 구체적 이행방안 도출을 위해 Cigre 등과 실질적 협력 필요
- GO15오픈포럼(다자교류) 및 GO15/ICER 워크숍 격년 개최
  - 2020년 GO15포럼은 연차총회와 병행(영국), ICER 의장 패널 초청

나. GO15 운영위원회(Governing Board Meeting) (10.03, 수)

□ 2대 전략과제(SWG)와 Joint Project 기관별 참여의사 및 일정 논의

- 과제별 주관기관에서 과제목적 및 추진일정표 작성 후 기관의견 수렴, 참여기관 확정

프로젝트	주요 논의 내용	논의 결과
SWG#1	사례연구 결과 기반 3개 T/F 구성, 운영 - (TF1)전력망 안정성 및 계통 관성 - (TF2)신재생 출력예측 및 변동성 - (TF3)시장 참여 모델 및 유연성	3개 주제 집중, 영국 NG 주도, 회원기관 참여
SWG#2	기존 3개 영역별 주요 토픽 선정 - (TT1)계통운영측면의 Resilience(ESKOM) - (TT2)사이버, IT측면의 Resilience - (TT3)전력설비측면의 Resilience(TERNA)	T/T1, T/T3은 CIGRE 협력, T/T2는 JP로 전환하여 추진
JP#1	GO15 리뷰, 백서 발간(교육홍보활용) '20 CIGRE 파리총회 및 GO15포럼 발표	회원기관 참여 개방 및 확대
JP#2	에너지부문 디지털기술 적용 설문 디지털 트렌드 및 전력망 적용방향성 제시	회원기관 참여 개방 및 확대

□ 기관주제발표(Zero Carbon Operation by 2025, NG) 등

바. 한·중·일 협력방안 실무자 협의 (10.04, 금)

□ 회의 형식, 발표자료 준비, 세부 프로그램 등 실무협의

## 4. 출장소감

### 1. 국제사회 전력산업 동향

#### [저탄소 및 에너지 전환시대 준비]

- 파리협약(COP21) 이후, 각국의 신재생 전원확대 계획 및 저탄소 시대에 대비하여 계통운영자로서의 준비사항에 관심이 높음
- 2019년에 이어 2020년에도 전략워킹그룹의 주제를 신재생전원 확대 및 저탄소시대 계통운영자의 준비와 관련된 주제로 유지

2019년 워킹그룹 실적	2020년 워킹그룹 목표
저탄소 및 신재생 전원 확대에 대비하여 계통운영자의 분야별 준비사항 및 기관사례 중심의 대책 공유	2019년 기관대책사례 중 중요 관심 주제에 대해 심층탐구 및 국제협력을 통해 구체적인 성과물(준비, 이행과제) 도출

#### 중요 관심 주제

- 전력망의 안정성과 계통 관성 (Grid Instability and System Inertia)
  - 신재생 출력예측과 변동성 (Renewable Forecasting and Variability)
  - 시장참여모델 및 유연성 확보 (Market Incentive Model and Flexibility)
- 특히, 신재생 에너지원 증가에 따른 당면 사항으로,
    - ① 소규모 태양광을 포함한 신재생 전원의 감시체계 구축(Visibility),
    - ② 신재생 변동성 대응 계통 주파수 유지 및 추가 예비력 확보 (Fast Response & Reserve),
    - ③ 신재생 발전예측(Forecasting)을 꾀고 있음.

## [미래전력계통 대응 준비]

□ De-Marginalization, Decentralization, Digitalization의 전력산업 동향을 새로운 기회와 도전으로 보고 필요한 과제를 발굴, 준비

### <기회와 도전>

- (공급과 수요측 모두 변동성과 불확실성 증대) 배전망 연계 분산자원과 전력사용시간대를 조정하는 스마트 부하의 증가로 수요패턴 변화, 재생에너지 도입에 따른 전력수요 변화율 증가
- (TSO/DSO간 협업 필요성 증대) 수요예측, 지역간연계, 데이터공유 등을 위한 TSO/DSO 협조가 더 중요 (송배전접속규칙 개정 등)
- (시장제도/장기계획 개선) 인버터 부하 및 재생에너지원의 증가는 신뢰도 기준, 시장제도 및 장기수급계획 방식의 변화 요구

### <준비 과제>

- 재생e 수용성 및 실시간 감시를 위한 전력망설비(IT 등) 투자
- 유연성자원 확충을 위한 전력시장제도 개선(가격신호 제공)
- 자원의 가용성 및 유연성, 가시성 확보 노력 경주

가용성 (Availability)	수급 균형을 항시 맞추는 능력 ▶ 15분 시장 도입 및 단기 예비력 확보(준비중)
유연성 (Flexibility)	수요, 공급의 변화를 예측 및 관리하는 능력 ▶ Fast AGC* 도입, 에너지저장설비 등
가시성 (Visibility)	분산자원 발전량, 조류방향 변화를 관제하는 능력 ▶ 배전사업자와의 협업 강화 및 수요예측 방법 개선

\* 응답속도가 빠른 발전자원은 별도의 Fast AGC 신호로 주파수 조정을 위해 사용

## 2. GO15 동향

- GO15의 대외 인지도 향상을 위해 국제 에너지 관련 학회 및 기관과의 협력 확대 모색
  - CIGRE, APEX, IEC, IRENA와 협력 유지·강화 및 EEI, WEF와 추가 협력방향 모색(GO15 오픈포럼 참여 유도 등 패널 교류)
    - \* IEC(International Electrotechnical Commission) : 국제전기기술위원회
    - \* IRENA(International Renewable Energy Agency) : 국제재생에너지기구
    - \* EEI(Edison Electric Institute) : 에디슨 전기협회
    - \* WEF(World Economic Forum) : 세계경제포럼
  - GO15 포럼은 GO15/ICER\* 워크숍과 격년 추진 ; 2020년 포럼 개최시 ICER 의장단 패널 참여
    - \* ICER(International Confederation Energy Regulator) : 국제에너지규제기관협회
  - GO15 외연확대를 위해 신규 회원 수용 검토(독일, 멕시코)
- 전략워킹그룹 주제의 구체적 이행방안 마련을 위해 CIGRE 워킹그룹 및 관련 기술보유 제작사(Vendors)들과의 협력 증가 추세

## 3. 거래소 대응

- GO15 전략워킹그룹 결과 보고서 공유로 관련 부서 업무추진시 활용
- 2020년 전략워킹그룹에 지속적으로 참여
  - 2020년 워킹그룹 참여 분야 결정을 위한 관련부서 협의 추진
- 미래 전력계통 변화에 선제적으로 대응하기 위해 운영본부 뿐만 아니라 개발본부, 중앙관제센터 역할 중요성 증가
  - 시장제도 개선, 계통계획, 에너지 정책 및 규제 방안 개발 지원

붙임 1 : 전략위킹그룹별 활동결과 요약 1부

2 : GO15 연차총회 회의자료 및 전략위킹그룹 활동보고서(별도붙임).

끝.

## 전략워킹그룹별 활동결과 요약

### I. SWG#1 (Pathways to a Low Emission Power System)

저탄소 전력계통으로 진행하기 위한 계통운영자의 준비사항

#### □ 워킹그룹 목적 및 추진방법

- 전력계통의 저탄소화를 최대화하기 위한 과제 및 비전 발굴

#### □ 워킹그룹 추진결과 (2018년)

- 전력시장, 규제와 정책, 기술개발의 3개 분야 선결과제 발굴
  - (전력시장 2개) ① 신뢰도 서비스를 위한 시장 설계, ② 분산전원의 시장참여 촉진
  - (규제와 정책 2개) ① 도·소매시장의 가격 정책 개발, ② TSO/DSO 협조를 위한 비즈니스 모델 발굴
  - (기술개발 4개) ① 신재생 전원의 예측과 감시, ② 자원 적정성 (adequacy)과 용량을 고려한 장기 전원 및 전력망 계획, ③ 실제 계통 운영지원을 위한 신뢰도 서비스 개발, ④ 분산전원의 감시와 제어

### 선결과제

#### Market

1. Market design for essential reliability services
2. Distributed Resource Market Participation

#### Regulatory/Policy

1. Wholesale/retail pricing alignment
2. New business model for TSO/DSO coordination

#### Technical

1. Forecasting and grid visualization
2. Long-term planning
3. Assessing essential reliability service needs in operational time
4. Visibility & control of distributed resources

□ 위킹그룹 활동실적 (2019년)

○ 2019년 기관별 추진사례(Case) 발표 및 공유 : 총 25건

구분		참여기관
시장	신뢰도서비스 시장 설계	AEMO, MISO, NG, Elia
	분산전원 시장참여 모델	AEMO, CAISO
규제/정책	도·소매시장의 가격정책	PJM
	TSO/DSO 협조 비즈니스 모델	ESKOM
기술	신재생 전원의 출력예측 및 시각화	ONS, POSOCO, TERNA
	자원적정성을 고려한 장기 계획	CAISO, MISO, PJM, KPX
	실시간 계통운영 신뢰도서비스 개발	ONS, NG, GCCIA, CENACE
	분산전원의 감시와 제어	TERNA, SGCC, TEPCO, ONS

○ 전력망 안정성 강화, 변동성 대응, 유연성 확보 순으로 적극 추진

주제	사례 연구 #
전력망 안정성 강화 Grid Instability	16
출력예측 및 변동성 대응 Forecasting and Variability	16
신전력시장 참여모델 및 유연성 New Market Participation Models and Flexibility	11
TSO/DSO 협력모델 TSO/DSO Models	8
에너지 저장설비 Energy Storage	6
인버터기반 전력계통 Inverter-based Power	5
재생에너지 입지 및 전력망 보강 Renewable Siting and Transmission	5

\* 16개 기관에서 사례 공유, KPX는 재생에너지 입지계획 사례(1건) 공유

<b>구분</b>	<b>분산자원 통합참여 시장 모델(Market Pathway)</b>
주제	개방형 에너지 네트워크 프로젝트
기관	AEMO(호주)
요약	분산자원의 전력시장(NEM) 통합 프로젝트 분산에너지 자원의 최적화 및 효과적인 통합에 필요한 규제 · 시장 프레임워크 구현 방법 도출 ; 지속가능한 단기 조치 및 중장기 권고사항
주제	분산에너지 자원을 위한 시장제도 개선
기관	CAISO(미국)
요약	부하이전자원(LSR) 제도 소개(2018년 도입) 재생에너지 저장하고 필요시 방전할 수 있는 비하인드미터 (BTM) 에너지저장자원 시장참여 유도, 하루-전 및 실시간 시장에서 부하이전자원(LSR)으로 입찰과 급전 가능(충전과 방전)
<b>구분</b>	<b>신뢰도서비스 시장 설계(Market Pathway)</b>
주제	호주계통의 System Strength 및 Inertia 관리
기관	AEMO(호주)
요약	비동기식 발전기 확대에 따른 계통신뢰성 유지 기준(17년) 강화 ; System Strength 및 Inertia 평가, 제공 관련 요구사항 및 책임 부여
주제	확장형LMP(E-LMP) 및 비상가격 책정
기관	MISO(미국)
요약	탈탄소화, 분산화 및 디지털화로 전환되는 발전자원들에 대한 적절한 가격책정과제 논의(운영신뢰성 확보와 효율적인 투자에 중요), MISO의 확장형LMP 경험과 비상에너지 및 수요자원의 가격 책정을 위한 E-LMP 적용 소개
주제	에너지시장 변화 (Transforming Energy Markets)
기관	National Grid(영국)
요약	전력산업의 급속한 환경변화(탈탄소화, 분산화, 디지털화)에 따른 에너지시장의 혁신 필요성과 이를 위한 이해당사자들의 참여와 협력사례 소개
주제	동적예비력(신뢰도서비스) 운영
기관	Elia(벨기에)
요약	새로운 자원의 통합에 따른 전력계통운영의 불확실성 증가 대책으로 머신러닝 기법 기반의 수요예측(하루-전)을 통한 필요 공급 예비력 산정 및 FRR(주파수조정예비력) 요구사항 도출 - 평균예비력 저감(효율성), 첨두수요시 적정예비력 보장(신뢰성), 재생에너지 통합용이(지속가능성)

<b>구분</b>	<b>신뢰도서비스 평가 기술 개발(Technical Pathway)</b>
주제	계통운영 신뢰도 평가
기관	ONS(브라질)
요약	전력계통 신뢰도유지기준 소개 재생에너지에 대한 영향 및 이슈 제기
주제	연계 계통(GCCIA)의 필수적인 신뢰도 서비스
기관	GCCIA(아랍에미리트)
요약	GCC 연계계통의 송전제약 적용 신뢰도 기준을 소개 ; N-1 상정고장 기반 안정도 제약운전 및 낮은 확률의 가혹한 고장에 대한 계통영향 평가 및 방어계획 수립하고 적용
주제	계통 신뢰성 - Resilience 서비스
기관	NG ESO (영국)
요약	NG의 경우 전체계통측면에서 송전망의 필요성을 평가. 필요성이 확정되면, 설비소유자와 시장은 니즈를 해결하는 방식으로 작동. 비용-편익분석이 이뤄지고, 최고의 가치를 갖는 해법이 선택 ; 어떻게 가치를 창출하는지 과정을 소개
<b>구분</b>	<b>가시성 확보 및 제어 기술 개발(Technical Pathway)</b>
주제	분산전원의 가관측성 및 제어
기관	TERNA (이탈리아)
요약	중·저압에 연계되는 분산전원의 확대보급으로 가관측성 확보 곤란(20GW→70GW증가예정), 가변성과 무작위성으로 관리 및 예측 난해. 기계학습 기반 재생에너지 발전량 추정모델 - 날씨와 기상예측과 과거이력데이터 결합 - 15분 주기로 실행, 90% 이상의 정확도 실시간 및 예측용 응용프로그램 신뢰성 개선
주제	분산형PV(DPV) 클라우드 컴퓨팅 센터
기관	SGCC(중국)
요약	2018년 기준 총 170GW PV 보유 배전망에 연계 PV(DPV) 증가에 따른 계통운영 대응전략으로 클라우드 네트워크 구축하여 운영 ; 시스템 개념, 설계, 구성 및 응용프로그램과 운영사례 소개
주제	DPV 클러스터 제어 및 급전(DPVc-CD)
기관	SGCC(중국)
요약	PV운영감시 및 제어를 통한 실시간 운영 Risk 저감 (특정시범지역 Pilot 프로젝트 진행) 모의를 통해 시스템레벨에서 DPV 운영계획 결정하고, 그리드 사정을 고려하여 각 Cluster 단위(수십MW)로 Solar PV 급전

주제	하하지마섬의 100% 재생에너지 구축
기관	TEPCO (일본)
요약	일본 하하지마 섬에서 디젤발전기를 100% 신재생에너지로 전환한 사례를 소개 ; 관성(Inertial) 및 고장전류 저감으로 인한 고장 검출저하에 따른 대책(prototypes)을 소개
주제	DER의 가시성 및 제어
기관	ONS (브라질)
요약	DER의 확산 보급에 따른 영향과 이슈 제시 ; 전력흐름의 뒤바뀜 현상, 휴전 중 예측불가능한 과부하, 불필요한 변압기, 선로로 인한 비용 증가, 송전선로/변압기의 기동조작 및 재배열 등). 이를 해결하기 위한 과제로 DER의 가시성과 제어 그리고 DER 통합에 맞는 가능한 비즈니스 구조 논의
<b>구분</b>	<b>재생에너지 예측 및 시각화 기술 (Technical Pathway)</b>
주제	브라질 북동지역의 풍력발전 예측 및 운영 경험
기관	ONS(브라질)
요약	풍력발전량의 급속한 증대로 인하여, 제어가능한 발전자원의 급전지시를 위해 풍력자원의 정확한 출력예측 필요. 2016년도에 풍력발전 예측모델 개발, 2017년부터 성공적 적용. 풍력발전예측모델 소개, 브라질에서 풍력발전기 신뢰도 요구사항(전압제어, 설비부하제어, 계획정비) 및 운영경험 소개
주제	동기위상측정기반 전력계통 시각화 사례
기관	POSOCO(인도)
요약	인도에서 계통운영을 위한 PMU 활용사례 소개. SCADA 레벨의 트렌드, 알람, 이벤트 표출에서 응용프로그램 기반의 전력동요, 동기화 및 단독계통 정보 표출 가능. PMU 데이터의 Control Room 활용에 대한 로드맵 소개
주제	유효 및 무효전력의 실시간예측 및 선행급전
기관	TERNA (이탈리아)
요약	TERNA의 선행급전 Tool과 실시간 부하예측 Tool 소개 전체 시스템 비용을 최소화 하기 위하여 에너지 시장과 밸런싱 시장과의 지속적인 조정(부하 밸런싱 및 UC 적정성 고려)을 수행하기 위한 실시간 부하예측 및 선행급전(Advance Dispatch) 툴을 소개
주제	재생에너지 출력예측 및 시각화
기관	ONS (브라질)
요약	풍력예측모델의 추가적인 정보 공유 (예측 결과 및 관련 화면)

구분	장기계획 (Technical Pathway)
주제	공급과 수요자원의 변화관점으로 본 장기계획
기관	CAISO(미국)
요약	공급과 수요자원의 변화는 시스템의 신뢰성과 새로운 자원의 통합을 보장하기 위해 장기계획의 접근방식에 있어 수정과 개선 요구 ; 발전자원(Resource), 수요(Demand) 그리고 네트워크(Network) 측면에서 DER 영향 고려하여 장기계획 재검토 및 기존절차 갱신
주제	MISO 전망보고서
기관	MSIO(미국)
요약	De-Marginalization, Decentralization, Digitalization 라는 전력산업의 3가지 메가트렌드(3Ds)가 기존 방식에 미치는 영향과 이러한 영향이 가져다 올 과제를 효율적으로 해결하기 위한 3가지 핵심니즈를 소개하고 이를(가용성, 유연성, 가시성) 확보하기 위한 이해관계자와의 협력 및 실행과제 소개
주제	적정성 예측 및 Antares
기관	RTE (프랑스)
요약	에너지전환은 급격히 이뤄지고 있음. RTE에게도 중요한 도전과제로 다가옴, 수년간에 걸쳐 자원적정성 및 경제성 평가 Tool 개발하는 계기. 중장기 자원 적정성 예측을 지원 ※ Antares (A New Tool for Adequacy Reports and Economic Simulations) ; 몬테카를로 기법을 활용하여 수급균형, 발전과 송전의 경제성 평가를 통해 자원적정성 및 경제성 최적화 지원하는 Tool
주제	BTM 태양광 증가가 수급계획에 미치는 영향
기관	PJM(미국)
요약	PJM에서의 BTM 태양광 증가에 따른 수요예측 영향, 잠재수요 증가 가능성 및 시장에서의 자원적정성 확보 변화 사항 소개
주제	재생에너지 접속을 위한 발송전 통합 계획
기관	KPX(한국)
요약	에너지전환 및 미세먼지저감 정책 이행을 위한 신재생에너지 증가 예상. 이는 송배전망의 보강 및 신설 요구. 미래 송전망의 효율적 투자를 위한 재생에너지 잠재량예측에 근거한 입지계획을 유도(재생에너지 Curtail을 고려 전력망 최적 이용)

구분	규제/정책 (Regulation/Policy)
주제	TSO/DSO 협조
기관	ESKOM(남아공)
요약	<p>에너지전환을 위한 TSO/DSO간 협조 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1개 NCC(TSO), 6개 RCC(DSO) 운영</li> <li>- DSO 의무 : TSO 지령 시행, TSO 백업</li> <li>- 4GW의 재생에너지 공급자 90%가 배전연계</li> <li>- 규제제도(Grid Code), 운영계획(Operations Plan), 실시간운영 (Real-Time Operation) 과 운영분석(Post-Operation) 분야 협조</li> </ul> <p>2030 탄소배출저감 목표 (81% → 46%)</p>
주제	도매 및 소매가격 조정
기관	PJM (미국)
요약	<p>시카고에서 시간대사용요금(ToU, Time of Use), DR 시장참여, 전기차 충전 등을 포함하여 도소매 고객 소비 패턴 조정 시범 프로젝트</p>

## II. SWG#2 (Power System Resilience)

전력계통 회복성

### □ 워킹그룹 목적 및 추진방법

- 대규모 사고 또는 재난에 의한 전력계통 붕괴 후 신속한 회복을 위한 과제 발굴

### □ 워킹그룹 추진결과 (2018년)

- **Resilience 정의** : 크고 작은 계통외란으로부터 문제점을 예상하고(anticipate), 해소대책을 마련하며(response), 점진적 변화에 적응하는 능력

*"the ability to anticipate, prepare for, respond, and adapt to everything from minor everyday events to severe shocks and chronic (or incremental) changes."*

### ○ Resilience 확보를 위한 주요사항

- 환경변화\*에 따른 기회와 위협에 효과적으로 대응하기 위해서는 전체 계통측면의 계획기능이 중요함.

\* 기후변화, 에너지 전환, 다양한 분야 간 연계 확대, 디지털화 및 새로운 비즈니스 모델 출현

- 발생할 확률은 낮으나 사회적 영향이 큰 사고에 효과적으로 대응하기 위해서는 공동 사고관리 시스템을 활용한 **관련기관의 공동대응 계획 마련 필요**

- 전력계통의 회복성(resilience)를 확보하기 위해서는 (에너지 정책, 규제정책, 시장설계 등의 수단을 이용할 수 있는) **에너지 규제기관의 역할 중요**

## ○ Resilience 확보를 위한 Recommendations

- 전력계통과 수송수단(전기차)의 통합이 회복성에 미치는 영향 지속 검토 필요
- 수요와 공급관리 체계의 유연성이 계통 회복성 확보에 중요
- 연계계통 증가와 복잡화에 따른 전체 전력계통 차원의 계획 수립 필요
- 사이버 보안, 사이버 위험관리 그리고 사이버 사고관리 분야에 GO15 차원의 공동연구 필요
- CIGRE, IEEE 및 ICER 등 국제단체와 협력, 협조체계 구축

## □ 2019년 워킹그룹 활동실적 (2019년)

○ 3개 분야로 구분하여 기관 사례 공유를 통해 권고사항 도출

분야	기대 성과	주요 실적(19년)
계통운영측면 Resilience	비상시 운영, 관리 및 통신 절차, 시뮬레이션 기반 훈련 프로그램	송전망 설비 개선 및 투자를 위한 유틸리티, 운영자, 규제기관간의 신뢰도유지 수준(고장) 합의 ▷ 합의된 기준에 따른 송전망 보강 등 완화대책 마련 ▷ 불가할 시, 운영 측면에서 해결 대책 수립 (을 위한 도구와 절차 활용) ▷ 운영측면에서 대책 수립을 위해 개발된 3가지 실시간 Tool*을 소개 ▷ 도구 개발 및 절차 수립 단계에서 운전원 참여가 중요, 이러한 Tool은 비상대응 훈련 프로그램에 포함되어야 함

\* 1. **“Cascading trees” 분석Tool** : 다중고장을 유발하는 고장의 연쇄 파급경로, 효과 분석을 위해 PJM에서 개발, 연쇄고장경로판단 ▷ 전압·과도안정도평가 ▷ Risk영향평가 진행

- 연쇄고장경로판단 : 최초고장에 의한 추가 고장발생 확률 분석을 통한 고장범위 판단
- 전압·과도안정도평가 : 안정도 평가를 통해 안정유무("Bounded", "Blown-up") 식별
- Risk평가(순) 진행 : 고장파급에 따른 발전기/부하 탈락 등의 영향을 평가

☞ (PJM)의 실제 N-1 고장에 따른 N-4의 연쇄고장이 발생이 발생할 수 있었던 사례에 대해 적용하여 검증 시행 ; **고장발생시 Operator의 추가조작에 따른 계통안정성을 사전에 쉽게 식별할 수 있는 방법론으로 활용가능성 모색 중**

☞ (KPX) 실제 고장발생으로 추가 상정고장 대책 적용이 필요할 경우, 계통파급 효과를 사전 분석할 수 있는 방법론으로 적용해볼만한 가치가 있음 (필요시 연구과제 추진)

- \* 2. **"천연가스 파이프라인 고장" Tool** : 가스발전소의 증가에 따른 가스공급루트 고장에 따른 연계 발전소 동시정지(탈락) 위험 증가, 특정조건하에서는 이러한 사고가 전력계통 전체의 신뢰도를 저하시킬 수 있음. 사고의 빈도가 희박할지라도, 발생할 경우 계통불안정 및 공급능력(예비력) 부족으로 이어짐

PJM에서는 천연가스 파이프라인 상정고장 분석을 통해 운영상의 계통 Resilience를 개선작업을 수행. 가스회사들의 협조를 통해 **취약한 가스공급루트별 취약발전기군을 분류** ▶ 가스공급루트상의 정압소의 소손은 가스압력 저하로 이어지며, 가스발전기들의 정지를 초래 (실제 한국에서도 동일한 사고로 부산과 울산의 복합발전기 정지 사고가 발생, '17년) ▶ **하루-전, 실시간으로 파이프라인 고장에 따른 발전기정지를 반영한 계통영향 검토 수행**

- 가스파이프라인 고장에 따른 취약발전기군의 손실을 **상정고장으로 EMS에 반영하여 실시간으로 효과(영향) 분석** (설비구성 변경 등에 따라, 필요시 상정고장 갱신 수행)
- 해당 파이프라인에 대한 **협조 감시 운영 구축**, 신뢰도 기준을 위배할 개연성이 높을 경우 **취약발전소들의 연료공급원 다중화 또는 공급연료 다변화를 권고**, 협조
- 가스파이프라인 고장에 따른 **다수 발전기 동시정지에 대비한 30분 예비력(정지발전기 제외)을 확보**

☞ (KPX) 파이프라인 압력저하로 인한 발전기 동시정지 사고 발생 이후, 한국가스공사와 협조를 통한 전력, 가스 종합감시 정보시스템 구축함. 전력계통 신뢰도 고시상 다중고장으로 분류하고 있으므로, EMS 상정고장에 미반영. 다만, 다중고장 Defense Plan의 검토항목으로 추가하여 영향검토를 수행할 수 있을 것임

\* 3. **“동요감지” Tool** : PMU 같은 싱크로페이저를 통한 데이터 집중 취득 ▽ 실시간 동요 감시 응용프로그램 ▽ Control Room에서 전력계통 동요현상의 검출

☞ 과거 실제 동요발생사례에 대해 해당 동요검출Tool을 통한 지역간 동요 및 강제진동 현상(FO, Forced Oscillation) 검출 검증 ▽ 동요현상을 해소하지 않을 경우 계통불안정에 의한 광역정전으로 이어질 수 있으므로, 해당 Tool의 필요성 증대되고 있음

☞ (KPX) 전력계통의 동요현상 검출기법 관련 연구과제 수행하고 있으며, Control Room에서의 빠른 상황인지와 의사결정 지원을 위한 PMU 측정필요개소 도출 ▽ 연구과제 결과를 바탕으로 “싱크로페이저 기반 전력계통 감시시스템 로드맵” 수립 필요

<p>사이버보안 Resilience</p>	<p>사이버 Resilience 규제 요구사항 및 구현 애로사항 및 주요 위험요인</p>	<p>▶ 규제 요구사항에 대한 기관 설문조사 시행          ▽ 2020년부터 Joint Project로 전환하여 이행 제안(GB)</p>
<p>전력인프라 Resilience</p>	<p>전력계통 Resilience 확보를 위한 TSO 역할 가이드라인</p>	<p>▶ 전력설비 Resilience 지수 도출          - 정전발생빈도(높을수록 취약)          - Ice/Snow 맵          - 복구투입시간(늦을수록 취약)          - 선로 길이(장거리일수록 취약)          - 기상이변노출지역          - 전력계통 구성(Topology)          ▶ 유럽처럼 국가간 연계 활발시 국가간의 Resilience 수준차이로 인한 전체 Resilience 저하 발생, 따라서 Resilience 가이드라인 마련 필요</p>

\* 일본(TEPCO)의 경우, 후쿠시마 사태 이후 원전정지여파로 발생한 지역간 전력수수량 증대를 위해 연계HVDC 신설에 따른 비용분담에 대한 논의가 쟁점으로 부상

- 향후 CIGRE W/G과 기술협력교류 강화(웹세미나, W/G참여)를 통한 구체적인 요구사항(Requirement) 도출('20년 중점활동)
  - C4.47 : Power system resilience
  - C2.25 : Operating strategies and preparedness for system operational resilience