

# 전력IT 통합실증 기술개발 및 Test Bed 구축 추진 현황

황우현 (한국전력공사 스마트그리드 통합실증팀장/공학박사)

## 1 추진배경

전력설비는 발전에서 소비까지 하나로 연결된 전력 계통에 연결되어 있기 때문에 사용 중인 설비에서 조금만 이상이 발생하여도 정전이 발생하여 광범위한 지역으로 파급되는 경향이 있다.

정전이 발생하면 단시간에도 막대한 경제적 손실과 일상생활의 불편을 초래하게 된다. 이러한 전력설비의 문제를 최소화하기 위한 품질개선과 성능향상을 해왔음에도 고장을 감소시키는데 한계가 있기 때문에 최근에도 크고 작은 정전이 발생하고 있는 실정이다.

또한 전력을 생산하는데 필요한 화석 연료의 고갈위기가 대두되면서 발전비용이 상승하고 대기오염으로 지구온난화가 가속되어 이산화탄소 감축비용도 사회적 부담이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 전력설비와 IT를 융합시켜 고장을 예방하고 태양광, 풍력 및 바이오에너지원도 기존의 전력망과 안정적인 연계운전을 위한 기술개발이 필요하게 되었다. 미국과 유럽의 경우에도 새로운 전력계통 운영기술을 개발하기 위하여 활발한 연구가 진행되고 있다.

국내에서는 산학연 등 총 88개 기관이 참여하여

2004년부터 전력분야에 정보기술을 융합하기 위한 10개 과제를 선정하고 연구를 진행하여 왔다. 전력IT 연구가 진행됨에 따라 그동안 각각의 개별목표를 가지고 개발된 연구과제가 전력설비의 특성상 통합운전에 적합하지 않은 점이 부각되어 통합 실증의 필요성이 제기 되었다.

이에 따라 실증단지를 구축하여 다양한 조건에 따라 성능을 검증하고 실 계통에서 활용하는 방안을 강구하고자 추진하게 되었다.

## 2. 전력IT 개요

### 2.1 정 의

전력IT는 전력계통 및 설비를 정보통신기술과 융합하여 전력사용을 효율화하고 전력계통의 운영을 최적화할 수 있는 시스템이라고 할 수 있다.

### 2.2 추진개요

전력IT 통합실증 연구과제는 IT를 적용하여 전력설비의 안정화 및 고도화를 통해 국가경제의 발전을 도모하고 연구 성과물의 해외시장 진출을 위한 기반 기술을 확보하는 것을 목표로 하고 있다.

표 1. 전력IT 연구과제

| 총괄 과제명                      | 총괄기관        | 사업기간          |
|-----------------------------|-------------|---------------|
| IT 기반의 대용량 전력수송 제어시스템       | KEPCO       | '05.12~'10.11 |
| 디지털 변전 시스템                  | KEPCO       | '05.10~'11.09 |
| 배전 지능화시스템                   | KEPCO       | '05.10~'10.09 |
| UPLC 기술개발 사업                | KEPCO       | '05.10~'10.09 |
| 한국형에너지관리시스템                 | 전력거래소       | '05.11~'10.10 |
| 지능형 송전Network 감시운영시스템 기술 개발 | 한국전기연구원     | '05.10~'10.09 |
| 능동형 텔레메트릭스 전력설비상태 감시 시스템    | 한전KDN       | '05.12~'09.11 |
| M-Grid용 통합에너지관리 시스템개발       | 한국전기산업조합    | '07.09~'12.08 |
| 고부가전력서비스 수용자 통합자원 관리시스템     | 경원대학교 산학협력단 | '05.10~'10.09 |
| 분산발전 및 산업용 인버터용 전력반도체기술     | 한국반도체 연구조합  | '05.12~'10.11 |

\* 총괄 과제 10개, 세부과제 38개

이러한 목표 하에 정부 주도의 산학연 88개 기관이 참여하여 공동연구 방식으로 추진하게 되었다. 총괄 과제는 표 2.1에서와 같이 10개로 구분하였고 세부 과제는 38개이다. 연구개발은 2005년 10월부터 2010년 9월까지 5년간이며, 2009년 11월 현재까지의 진도율은 약 65(%) 정도를 보이고 있다.

### 3. 주요 연구 성과 분석

지난 4년여 동안 진행된 각 과제별 연구 성과를 살펴보면 전체적으로 평균 65(%)정도의 진도율을 나타내고 있어 연구 초기의 목표를 달성하고 있다. 과제별 연구 성과를 요약하면 다음과 같다.

#### 3.1 IT 기반의 대용량 전력수송 제어시스템

345(kV) 100(MVA) 용량의 STATCOM(무효 전력 보상기) 개발을 추진 중에 있으며 국내수요는 5대 정도이다. 운영기술을 바탕으로 제어기 알고리즘

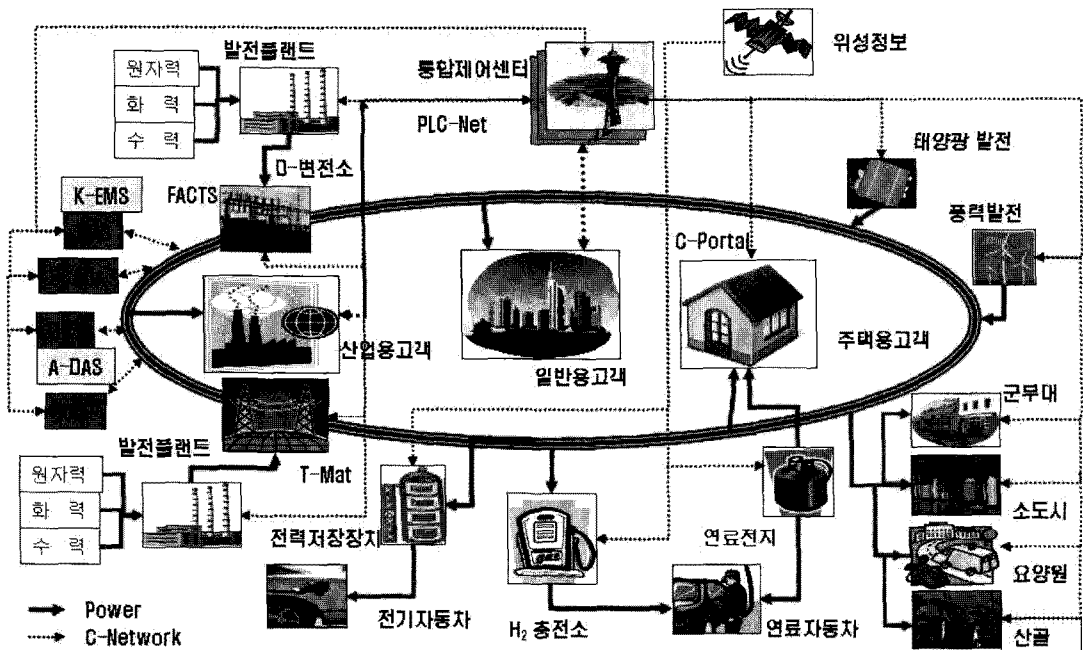


그림 1. 전력IT 구축 이미지

특집 : 스마트 그리드 기술

개발과 실증운전을 추진하고 있다.

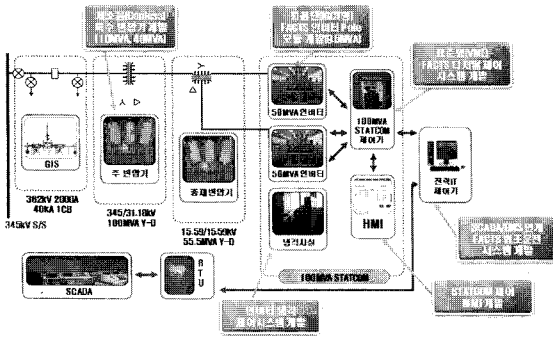


그림 2. STACOM 구축

3.2 지능형 송전 Network 감시·운영시스템

송전설비 온라인 감시, 무효전력 관리시스템과 위성망을 이용한 위기관리시스템 및 센서개발에 주력하고 있다.

타 시스템과 능동형 텔레메트릭스 시스템과 상호기능 검토 및 EMS와 연동을 고려하고 있다.

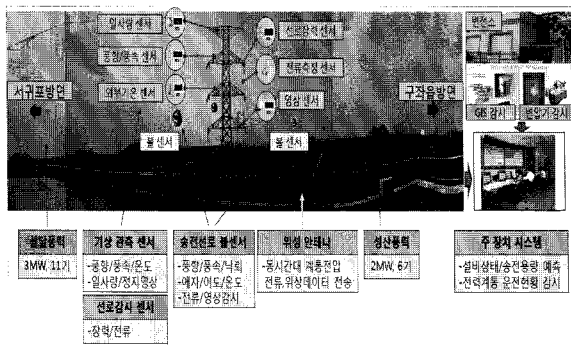


그림 3. 지능형 송전

3.3 디지털 기술기반의 차세대 변전시스템

IED(Intelligent Electronic Device)를 이용한 변전소 설비 감시와 제어를 목적으로 추진되고 있다. 향후 상위 시스템과의 연계를 위해 변전소에서 취득한 데이터를 활용방안 연구가 필요하다.

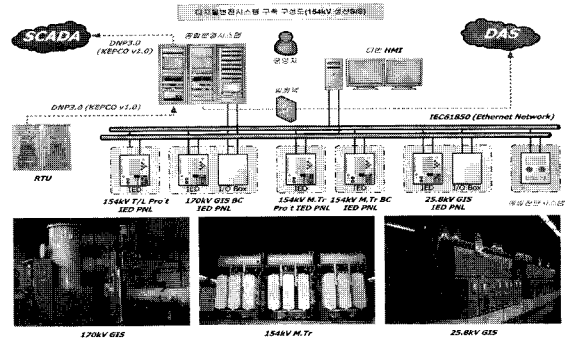


그림 4. 디지털변전

3.4 한국형 에너지 관리 시스템(K-EMS)

SCADA에서 취득되는 Data를 기본으로 Base-line EMS를 개발하여 실증을 추진 중에 있다. 향후 현 SCADA 시스템을 업그레이드 할 목표로 추진하고 있으며 실 계통에 적용 시에는 기존 SCADA시스템과의 병렬운전을 통해 계통의 안정성을 확보하는 것이 중요하다.

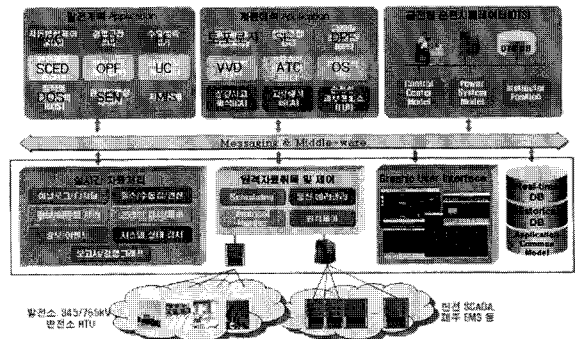


그림 5. K-EMS

3.5 능동형 텔레메트릭스 시스템

송전선로 원격 감시용 불센서, 변전설비인 주변압기, 가스절연개폐장치 등의 상태 감시진단 장치 및 원격 온라인 상태감시 진단 시스템의 개발을 위해 전력을 기울이고 있다. 감시용 센서의 가격이 상대적으로 고가인 점을 고려하여 경제성과 센서로부터 취득하는

데이터의 처리방안에 대해 검토가 필요하다.

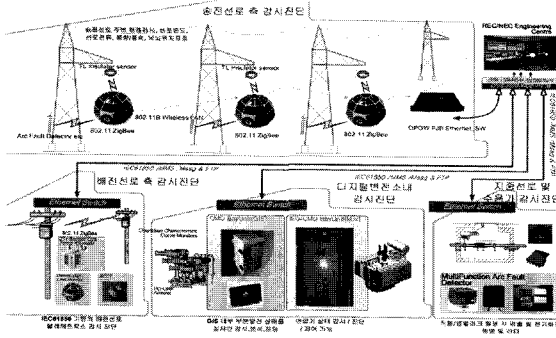


그림 6. 능동형 텔레메트릭스

### 3.6 고부가 전력서비스용 자원관리 시스템

대규모 전력 수용가의 전력자원(발전 및 부하자원) 운용을 최적화하기 위한 시스템을 개발하고 있다. 기존 AMR 시스템과의 연계와 연구 성과물의 상용화를 위해 국내 요금제도에 대해 분석이 필요하다.

### 3.7 마이크로그리드용 에너지 관리 시스템

마이크로그리드 통합에너지 관리시스템 및 실 Site 적용기술 개발을 통해 에너지 효율 및 전력품질향상, 에너지비용 및 오염물질 배출의 최소화를 할 수 있다. 통합제어시스템과 요소기기를 개발하고 소규모 지역 내에서 실증 Plant를 구축하여 실증을 추진하고 있다.

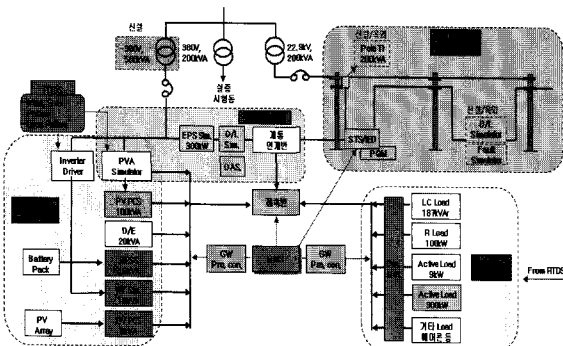


그림 7. 마이크로그리드

### 3.8 배전지능화시스템

현재 운영중인 SCADA, DAS, AMR과 분산전원을 통합 운영하기 위한 시스템을 개발하고 있다. 기존 배전자동화시스템 설비와의 상호 협조체제가 고려되어야 한다.

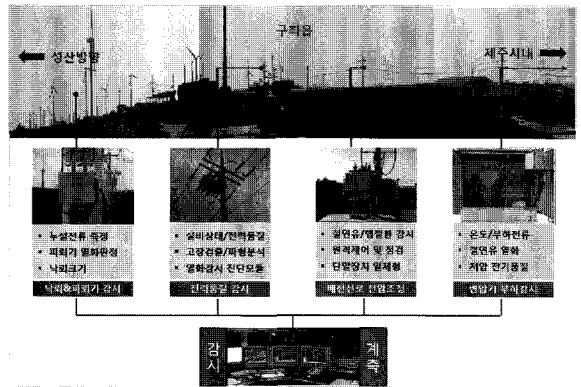


그림 8. 배전지능화

### 3.9 분산전원 및 산업용 전력반도체

고전압 전력변환용 반도체 소자 및 모듈 패키지를 국산화하고자 추진 중이다. 향후 분산형전원이 증가될 경우 전력용 반도체의 수요도 늘어날 것에 대비하여 안정성과 경제성이 제품의 개발이 필요하다.

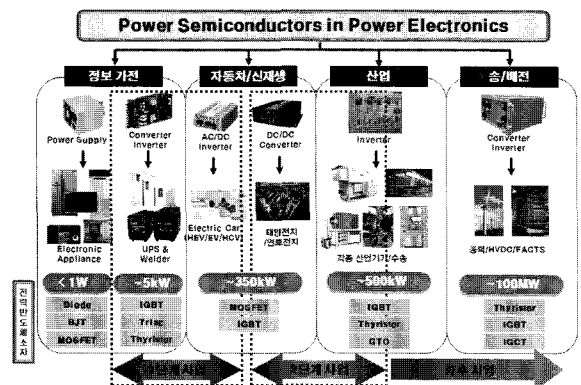


그림 9. 전력반도체

### 3.10 전력선통신 기반의 유비쿼터스 기술

전력선을 이용한 신호전송기술을 개발하여 전력설비의 감시제어와 원격점검과 부가사업 등에 활용하기 위해 추진하고 있다. 전송속도, 노이즈에 의한 신호전송의 안정성 등의 검토가 필요하다.

## 4. 통합실증 기술개발과 Testbed 구축

### 4.1 필요성

전력설비는 실 계통에서 적용하여 고장이 발생할 경우 정전으로 연결되기 때문에 대부분의 전력회사에서는 제작사에 판매실적을 요구한다. 현재 진행 중인 전력IT 연구 성과물을 해외 전력회사에 판매하려 할 경우 국내의 전력사에서도 검증된 실적을 요구하고 있다. 따라서 실 전력계통에 직접 설치하여 성능의 실증이 필요하다.

### 4.2 추진방향

통합실증단지 운영에 필요한 기본 인프라 즉 태양광과 풍력발전 등이 구비된 지역을 선정하여 효율적으로 추진토록 한다. 연구가 완료된 성과물을 필수기능을 중심으로 검증을 시행하여 조기 해외 수출토록 한다. 사내의 전문가를 참여시켜 설계통의 운영상 문제점을 검토 후 추진하여 시행착오를 최소화한다. 그리고 이미 설치하여 운영 중인 설비 중 전력IT 기반이 없는 기존 시스템은 설비의 운전상태 Data를 수집하여 고장을 예측하는 알고리즘을 개발하고 고장분석장치와 네트워크에 의한 원격감시 제어 시스템을 개발한다. 또한 전력IT 기반으로 개발된 설비는 초기에는 단독운전하며 설비에 내장된 Data 수집 및 분석 활용하고 일정수준 이상의 설비가 현장에 설치되면 대규모 실증을 통해 통합운영기술을 검증하고 타 시스템과 연계하여 운영할 수 있도록 개발한다.

### 4.3 해외 전력사의 추진 사례

일본의 경우에는 동경, 아이치, 센다이, 하치오네 등에서 5개 프로젝트가 진행 중이다. 주로 신재생에너지원과 기존 전력계통과의 안정적인 연계운전 기술 개발을 중점적으로 추진하고 있다.

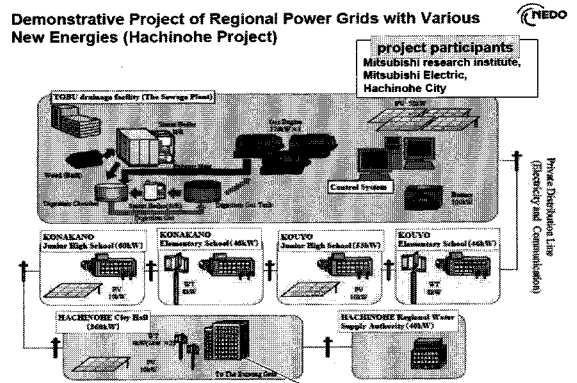


그림 10. 일본 시범시스템

미국은 엑셀 에너지를 중심으로 7개 회사가 컨소시엄을 구성하여 콜로라도의 볼더시의 5만호를 대상으로 그린에너지 사용증대와 전력설비의 효율향상을 목표로 실증을 추진 중에 있다.

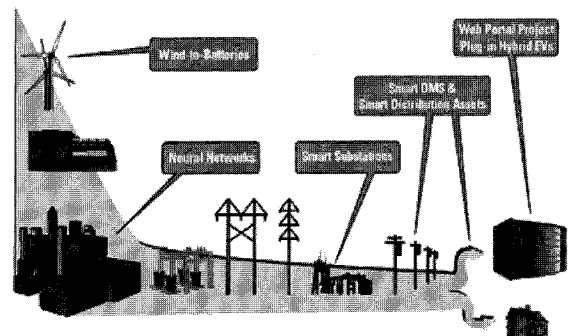


그림 11. 미국 시범시스템

### 4.4 통합실증 단지구축 규모

전력IT 성과물을 실계통에서 실증하기 위해서는

최소 3,000가구 규모의 부하가 필요하다. 통상 3,000가구 정도면 호당 계약용량을 3(kW)로 고려 시 10,000(kW)의 부하규모가 된다. 부하는 주택, 빌딩, 공장 등이 혼합되어 있어야 실제 사용여건에 적합한 실증을 할 수 있다.

또한 복수의 태양광과 풍력 같은 신재생에너지원과 기존의 계통을 연계하여 운전하면서 계통의 안정성을 확인하여야 한다. 이를 위해서는 최소 2Bank 이상의 멀티급전이 가능하여야 하므로 2 변전소로부터 전력을 공급받을 수 있어야 한다.

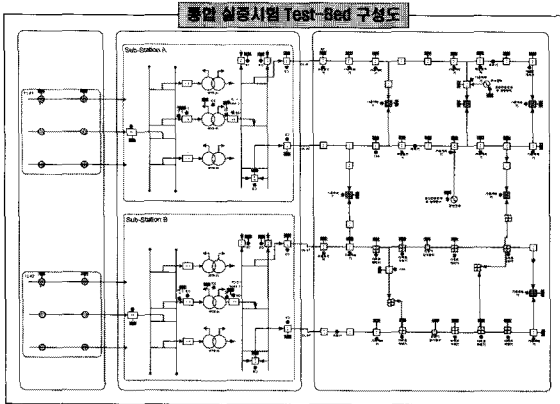


그림 12. 배전계통

배전계통의 경우에는 1개 변전소당 2개 이상의 배전선로를 통해 실증부하로 전력이 공급되어야 하며 실증과정에서 돌발적인 고장이 발생 시에는 자동으로 고장구간을 분리하고 복구하기 위해 총 4개 이상의 선로를 구비하여야 한다. 또한 전기자동차 충전과 지능화된 가전제품의 모니터링 그리고 전력사용량을 관리할 수 있는 AMI의 설치 등 새로운 서비스와의 연계도 고려되어야 한다.

#### 4.5 통합실증기술개발 방법

전력IT 연구 성과물을 통합실증하기 위한 이미지는 그림 13과 같이 표시할 수 있다. 즉 기존의 발전에

서 소비자단으로 연결되는 전력망에 각각의 연구 성과물을 병렬로 설치하여 실증을 하도록 구성하였다. 그렇게 되면 실계통에서 오동작을 예방하고 기존시스템과 새로 개발된 기기의 성능을 안전하게 규명할 수 있다.

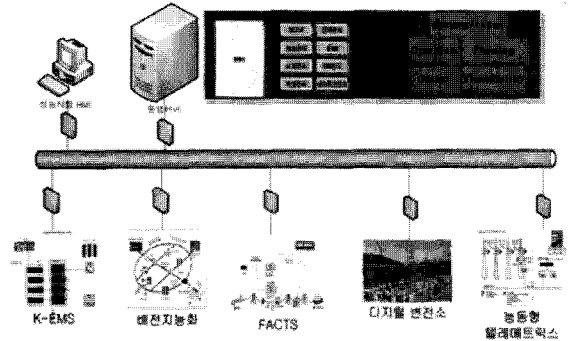


그림 13. 시스템간 연계

### 5. 전력IT 실증단지 구축 추진 실적

#### 5.1 협약체결

전력IT 10개 연구과제 성과물을 상호 연동하여 시험하고 그 결과를 기반으로 전국의 전력망에 확대 적용하기 위해 2008년 12월 정부는 KEPCO를 비롯한 산·학·연 13개 기관과 전력IT 통합실증기술개발 및 Test Bed 구축을 위한 협약을 체결하였다. 추진 기간은 2008년 12월부터 2013년 11월까지이며 예산은 총 810억원이 투자하였다.

#### 5.2 실증단지 선정

정부는 2009년 4월 CO<sub>2</sub> 배출 감축 및 에너지 소비절감 등 환경문제에 대응하고 녹색성장기술 조기개발 및 선점으로 미래의 신성장동력 창출을 위해 기존 전력IT 실증사업을 스마트그리드 실증사업으로 변경하고 제주도 구좌읍 12개리 약 6,000세대를 대상으로 스마트그리드 실증지역으로 선정하였다. 제주도

구좌읍은 인근의 조천변전소 및 성산변전소로부터 전력을 공급받고, 김녕, 만장, 송당 및 종달D/L을 통해 고객에게 전달된다. 실증단지에는 10MW의 행원풍력과 1.5MW의 월정풍력이 가동되고 있으며, 조천-성산간 송전선로(T/L)도 있다.

### 5.3 착공식 개최

2009년 8월 31일 제주 구좌읍에서 정부주관으로 스마트그리드 실증단지 착공식을 시행하였다. 5개의 사업영역(Smart Place, Smart Transport, Smart Renewable, Smart Elec. Service 및 Smart Power Grid)을 발표하였다.

### 5.4 전력IT과제 협약 변경

기존 전력IT 실증사업은 연구범위가 조정하여 Smart Power Grid라는 명칭으로 바뀌었다. 사업범위는 전력IT 10개 연구 성과물 실증에서 5개 연구 성과물의 실증으로 변경되었다.

### 5.5 전력IT 연구 성과물 설치 설계

전력IT 5개 연구 성과물은 지능형 송전, 디지털변전, 능동형 텔레메트릭스, 배전지능화 및 유비쿼터스 PLC로 구성된다. 설치장소는 제주도 구좌읍 인근의 성산변전소에서 디지털변전과 능동형 텔레메트릭스를, 조천-성산간 T/L에는 지능형송전을, 구좌읍에 전력을 공급하는 4개의 배전선로에는 배전지능화를 실증하며 UPLC는 송당D/L의 지선에서 실증할 예정이다.

## 6. 향후 전망

전력IT 실증사업은 스마트그리드 실증사업의 한 영역으로 시행될 것이며, 실증단지에는 통합운영센터가 구축되어 각 사업영역별 상호연계운영 및 경쟁을 통한 비즈니스 모델을 개발할 계획이다. 또한 홍보센터도 구축되어 전력IT를 포함한 스마트그리드의 실증사업에 대하여 대내외적인 홍보로 해외 수출의 기반을 다지고자 한다.

### 참 고 문 헌

- (1) 지식경제부, “전력산업연구개발 사업계획서(전력IT 실증플랜트 구축 및 운영)”, 2008.
- (2) 지식경제부, “전력IT 10대과제 연구개발(1 단계보고서)”, 2008.
- (3) 황우현, 김자희, “실 전력계통에서의 전력 IT 통합운영시스템 구축 기술체계 모형에 관한 연구”, 2008 전기학회.
- (4) 지식경제부, “전력IT 통합실증기술개발 및 Test bed 구축(1차년도 진도 보고서)”, 2009.
- (5) 황우현, 배전계통 신뢰도 향상을 위한 배전설비 고장유형 예측 및 IT기반의 관리 모델 구축, 2009.

### ◇ 저 자 소 개 ◇



황우현(黃友炫)

1960년 1월 27일생. 1983년 중앙대학교 전기공학과 학사. 2000년 한양대학교 산업대학원 배전자동화전공 졸업(석사). 2009년 서울산업대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템 전공 졸업(박사). 한국전력공사(1986년~) 근무. 현재 스마트그리드추진실 실증팀장.

관심분야 : 배전자동화, 계통신뢰도, 데이터마이닝