Renewable

# 태양광발전 발전량 예측 기반 ESS 운영 방안 제공 서비스

# Context

01

**Problem & Solution** 

아이디어 선정배경 태양광 발전사업과 ESS 시스템 아이디어 목표 02

Methodolgy

Process
Dataset
Data Imputation
Modeling

03

**Application** 

Flow Chart DEMO

04

Benefit

기대효과 서비스 적용 효과 시스템의 발전 방향 스마트 그리드와 서비스

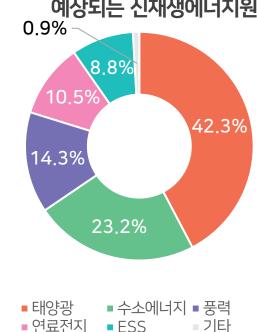
#### **Problem & Solution**

# 1. 아이디어 선정 배경

#### 그린뉴딜과제 재생에너지 3020



### 그린뉴딜 수혜로 올해 가장 큰 성장이 예상되는 신재생에너지원





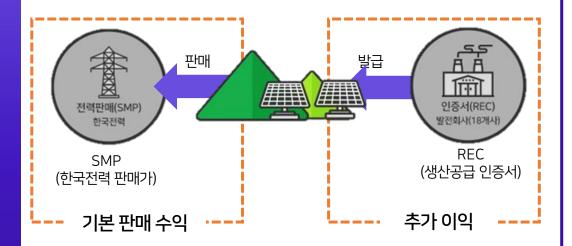
ESS 화재사고 원인·안전대책

에너지저장장치(ESS): 생산된 전기를 배터리에 저장했다가 필요할 때 내보내는 장치

# <mark>안정적</mark>이고 <mark>경제적</mark>인 태양발전-ESS 연계 방안?

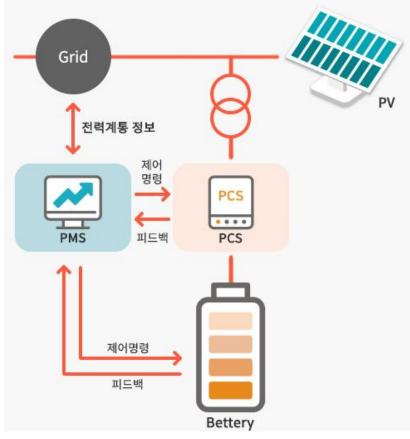
# 2. 태양광 발전사업과 ESS 시스템

### 태양광 발전사업



- SMP
  - : 한국전력 판매가, 계통한계가격
- REC
  - : RPS(신재생에너지 의무할당제)로 얻는 추가 이익

## 태양광 연계 ESS





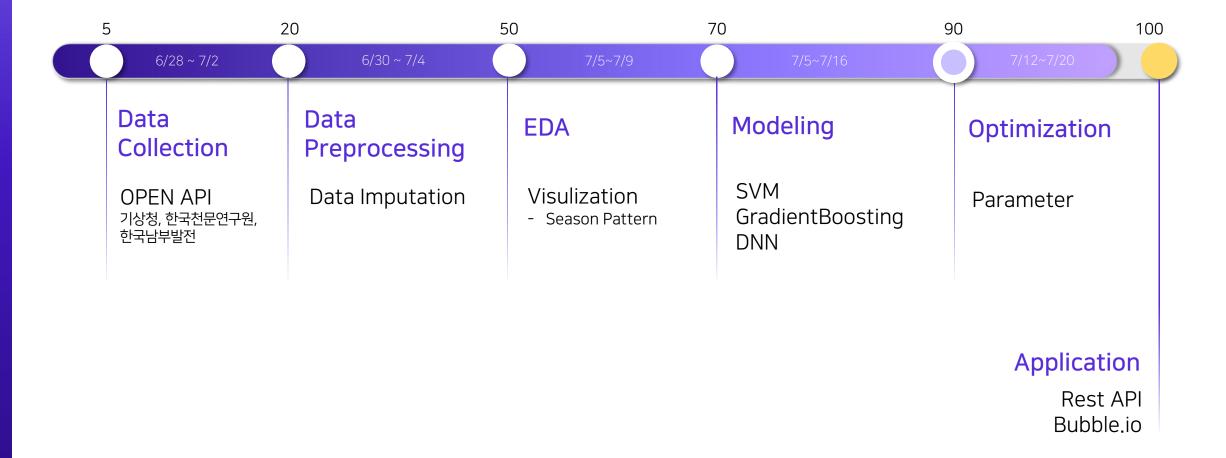
	공급인증서		대상에너지 및 기준			
구분	가	중치	HAIDN	UHZIZ		
	기존	변경	설치유형	세부기준		
	1,2	1.2		100kW미만		
	1.0	1.0	일반부지에 설치하는 경우	100kW부터		
	0.7	0.8 (†)		3,000kW초과부터		
	0.7	0.5 (1)	임야에 설치하는 경우	-		
	1,5	1.4 (↓)	건축물 등	<del>300kW 이하</del> 100kW미만 (신설)		
태양광	1.5	1.2 (↓)	기존 시설 <del>물을</del> 이용하는 경우	100kW부터 (신설)		
에너지	1,0	1.0		3,000kW초과부터		
	1,5	1.6 (1)	유지 등의	100kW미만 (신설)		
	1.5	1.4 (1)	수면에 부유하여	100kW부터 (신설)		
	1,5	1.2 (↓)	설치하는 경우	3,000kW초과부터 (신설)		
	1,0	1.0	자가용 발전설비를 통	해 전력을 거래하는 경우		
	5,0	- (1)	ESS 설비	<del>2018년 · 2020,06,30,</del>		
	4.0	- <b>(</b> ↓)	(태양광설비 연계)	<del>2020.07.01. 2020.12.31.</del>		

# 3. 아이디어 목표

# " 태양광발전 발전량 예측 기반 ESS 운영 방안 제공 서비스"

- 지역별 태양광 발전데이터와 날씨데이터(온도, 습도, 일사량, 풍속) 등을 수집하여 인공지능 기반으로 발전량 예측
- 태양광 발전 예측 데이터 기반 최적 ESS 운영방안 제시

# Methodolgy 1. Process



# Methodolgy 2. Dataset

사용 기간 : 2017.06.01 ~ 2021.06.30

데이터 출저	사용 데이터	데이터 설명		
<b>************************************</b>	부산복합자재창고 태양광 발전	부산복합자재창고 태양광 발전 시간별 생산량 및 판매량		
Tかる Korea Meteorological Administration	단기예보 Open API	부산 기준 발표한 단기예보 데이터		
Kバル 한국천문연구원 Korea Astronomy & Space Science Institute	태양 고도 정보	위치 기반 태양 고도 데이터		

# Methodolgy

### 2. Dataset

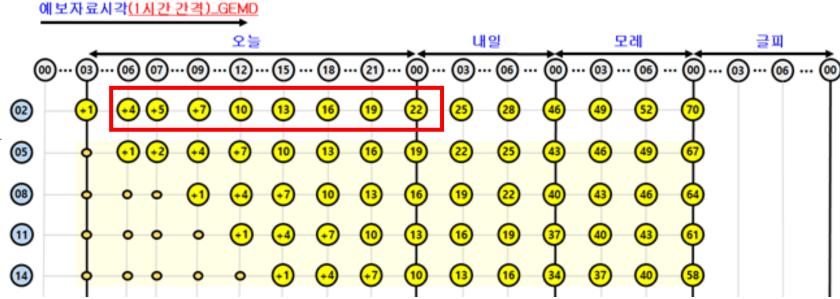
6
기상청

데이터	데이터 설명
기온	3시간 단위의 예보 데이터, 선형보간법 진행
<del>풍</del> 속, 풍향	3시간 단위의 예보 데이터, 선형보간법 진행
하늘 상태	3시간 단위의 예보 데이터(1 : 맑음, 3 : 구름많음, 4 : 흐림) → OneHotencoder
강수확률	3시간 단위의 예보 데이터, 선형보간법 진행
습도	3시간 단위의 예보 데이터, 선형보간법 진행

발표시각	발표시각		최저기온			최고기온	
(UTC)	(KST)	오늘	내일	모레	오늘	내일	모레
17	2	0	0		0	0	
20	5		0	0	0	0	0
23	8		0	0	0	0	0
2	11		0	0	0	0	0
5	14		0	0		0	0
8	17		0	0		0	0
11	20		0	0		0	0
14	23		0	0		0	0

- 6시간 강수량/적설의 발표시간별 저장되는 예보자료 시간
- 6시간 강수량/적설의 처음 예보자료는 발표시간+1시간부터 그 다음 6시간/12시간/18시간/24시간/30시간까지의 강수량임.

HLTT (17)	MLTT LLDI		6시간 강수/적설										
발표시각 (UTC)	발표시각 (KST)	오늘				내일				모레			
(010)	(NoI)	오전		오후		오전		오후		오전		오후	
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	11			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	14			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	17				0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	20				0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	23					0	0	0	0	0	0	0	0

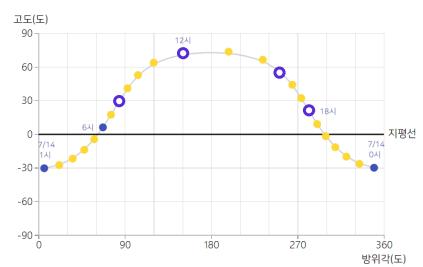


# Methodolgy

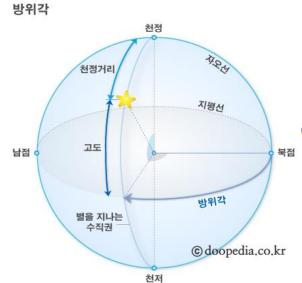
## 2. Dataset

	데이터	데이터 설명
한국남부발전	태양광 발전량	시간별 태양광 발전량 데이터
ΚΛ <mark>ζ</mark> Ι	태양의 남중고도	년월일 기준 태양의 남중고도 위치(9시, 12, 15시 18시 기준)

- 검색 내용 2021년 7월 14일 태양의 고도 및 방위각 변화
- **현재 지역** 서울특별시
- **현재 위치** 동경 126도 58분 1초 / 북위 37도 32분 59초



2021년 7월 14일 태양의 고도 및 방위각 변화 서울특별시



$$egin{align} \sin\phi_{
m s} &= rac{-\sin h \cos \delta}{\sin heta_{
m s}} \ \delta_\odot &= -23.44^\circ \cdot \cos \left[rac{360^\circ}{365} \cdot (N+10)
ight] \end{aligned}$$

 $\cos \theta_s = \sin \alpha_s = \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \cos h$ 

#### where

- $heta_s$  is the solar zenith angle
- $lpha_s$  is the solar elevation angle,  $lpha_s$  = 90°  $heta_s$
- h is the hour angle, in the local solar time.
- $\delta$  is the current declination of the Sun
- Φ is the local latitude

# 3. Data Imputation



3시간 간격의 예보 데이터 전처리 진행 → 선형보간법으로 예보별 Nan값 처리



- (1) 선형보간법으로 태양의 위치 Nan값 추정
- (2) 수리적 계산 방법으로 태양의 위치 계산

발표시각	발표시각		최저기온			최고기온	
(UTC)	(KST)	오늘	내일	모레	오늘	내일	모레
17	2	0	0		0	0	
20	5		0	0	0	0	0
23	8		0	0	0	0	0
2	11		0	0	0	0	0
5	14		0	0		0	0
8	17		0	0		0	0
11	20		0	0		0	0
14	23		0	0		0	0

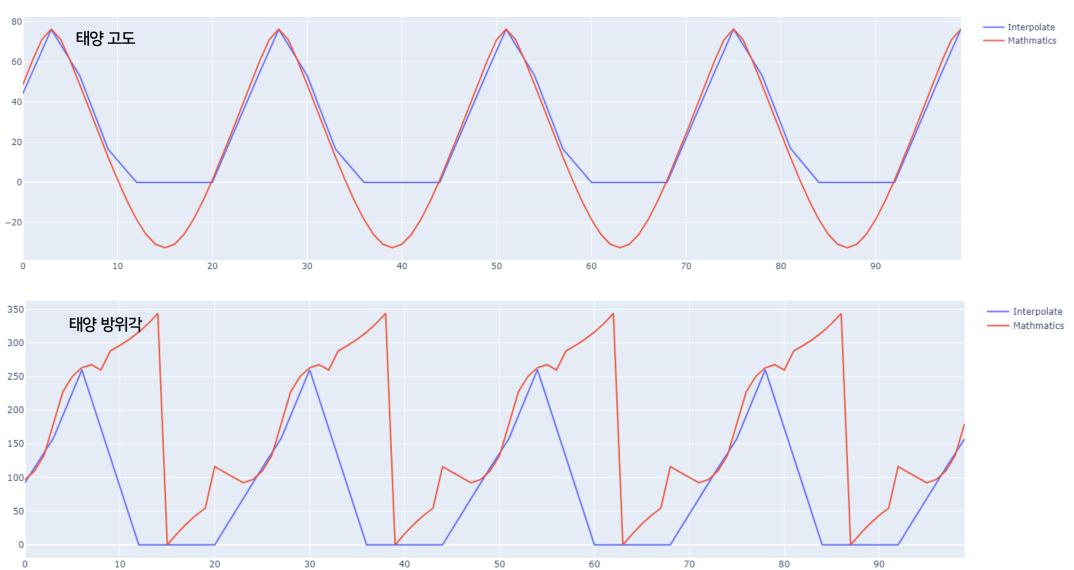
- 6시간 강수량/적설의 발표시간별 저장되는 예보자료 시간
- · 6시간 강수량/적설의 처음 예보자료는 발표시간+1시간부터 그 다음 6시간/12시간/18시간/24시간/30시간까지의 강수량임.

HL T 1131	HI = 1131		6시간 강수/적설										
발표시각 (UTC)	발표시각 (KST)		오	늘	늘		내일				모레		
(010)	(NoT)	오	전	오	후	오	전	오	후	오	전	오	후
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	11			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	14			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	17				0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	20				0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	23					0	0	0	0	0	0	0	0

# Methodolgy

# 3. Data Imputation



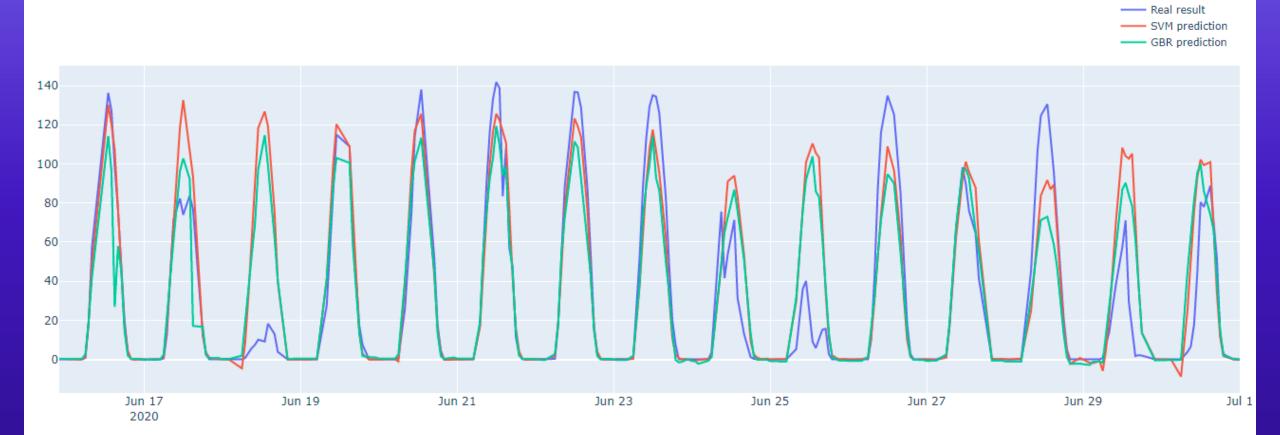


Methodolgy
4. Modeling

# Parameter Optimization

Argument	Model 1	Model 2	Argument	Model 3
Model	SVM	GBR	Model	DNN – FFNN
Parameter	C = 800 Epsilon = 0.1	n-estimator = 300	Parameter	Hidden Layer = 1
Max_Score	78%	78%	Max_Score	59%
			Hidden Layer1	300
			Epochs	100
			batch_size	32
			Optimizer	Adam

# Methodolgy 4. Modeling

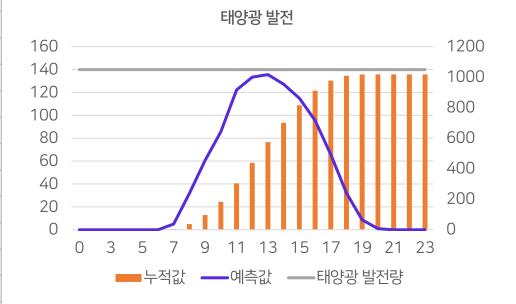


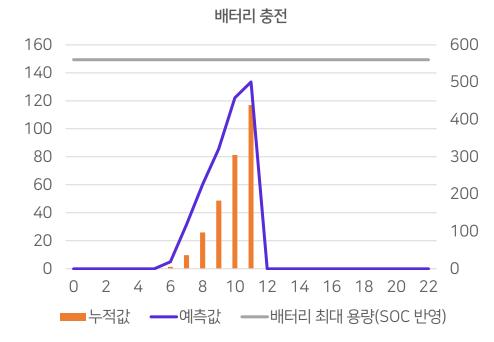
## 1. Flow Chart

## 기본 정보

- 태양광 발전량 = 140 kW
- 배터리 충전량 = 700 kWh
- SOC 기준 = 80%

시간	예측값	누적합			
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7	5.04	5.04			
8	31.68	36.72			
9	ESS 저징	+ <b>I</b> HIH			
10	L33 A 0	102.00			
11	122.16	305.04			
12	133.44	438.48			
13	135.6	574.08			
14	127.2	701.28			
15	114.96	816.24			
16	95.52	▷∨ 판매 🔣			
17	65.76	977.52			
18	32.16	1009.68			
19	8.64	1018.32			
20	0.96	1019.28			
21					
22					
23					

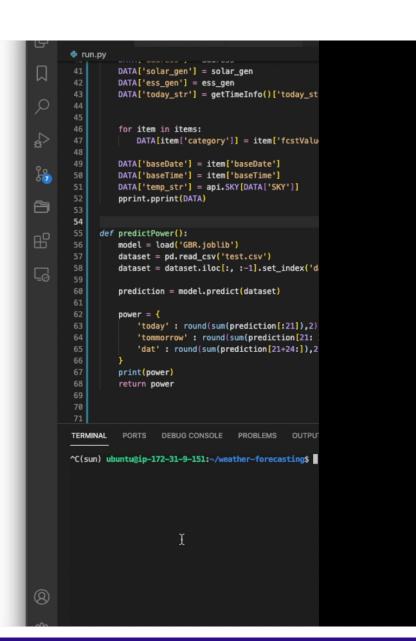






# 2.DEMO (Click) See in Youtube





# Benefit 1. 기대효과

소규모 전력 중개사업자에게 필수 기술 발전용 예측제도 등록시험 통과 및 정산금 기대 태양광에너지 연계 ESS 발전사업자 수익 향상 국가적으로는 신규발전소의 건립 감소 효과



전력 계통 운영자 입장 어려운 예비전력 확보 비용 문제 해결 발전용 예측제도 시험 심사 및 정산 기준 평가 기술로 활용 전력수요 예측 기술 및 가상발전소 기술로서 확장 가능

가장 효율적인 시간대별 태양광 발전과 국가 전력망을 조합 각 소비자 그룹에 최적화된 공급계획 수립 미세먼지 등 환경개선과 발전소 운영에 따른 위험요인 제거

# Benefit

# 2. 서비스 적용 효과

#### 01. 발전량 예측제도

대상: 소규모 전력중개사업자

참여조건

현재

: 1개월 동안 평균 예측 오차율 10%

이하 시험통과

정산기준: 주 2회 예측 오차율 8%

정산금: 주 3회 3~4원/kWh

#### 02. RPS 제도

REC 가중치

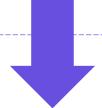
- PV + ESS: 4

- 단독 PV: 0.7 ~ 1.5

#### 03. RPS 제도 (개정안)

REC 가중치

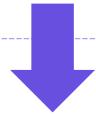
- 충전율 안전조치 미이행: 0 충전율 안전조치: 충전율 제한조치 (옥내 80%, 옥외 90%)를 의무화, 충전율 안전조치 이행 시 일반인 출 입여부 따른 방전량의 8%, 3% 가산



서비스 적용 소규모 전력중개사업자의 설비용량 20MW 기준 연간 **1억원 수익** 발생



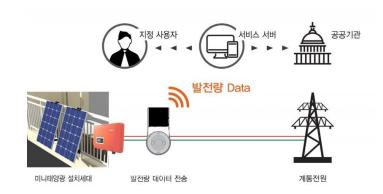
태양광 발전사업자 설비용량 1MW 기준 PV+ESS 단독 PV 발전보다 연간 **9천만원 수익** 발생



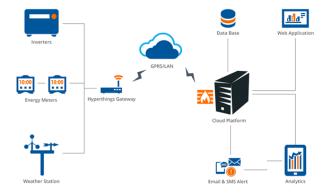
태양광 발전사업자 1MW 기준 안전조치 이행시 1.2억원 수익 발생 충전율 안전조치 미이행시 발생되는 일간 165만원 손실 방지

# Benefit

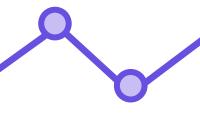
# 3. 시스템의 발전 방향



태양광 발전 시스템 연동



ESS 연동을 통한 IoT 시스템 구현

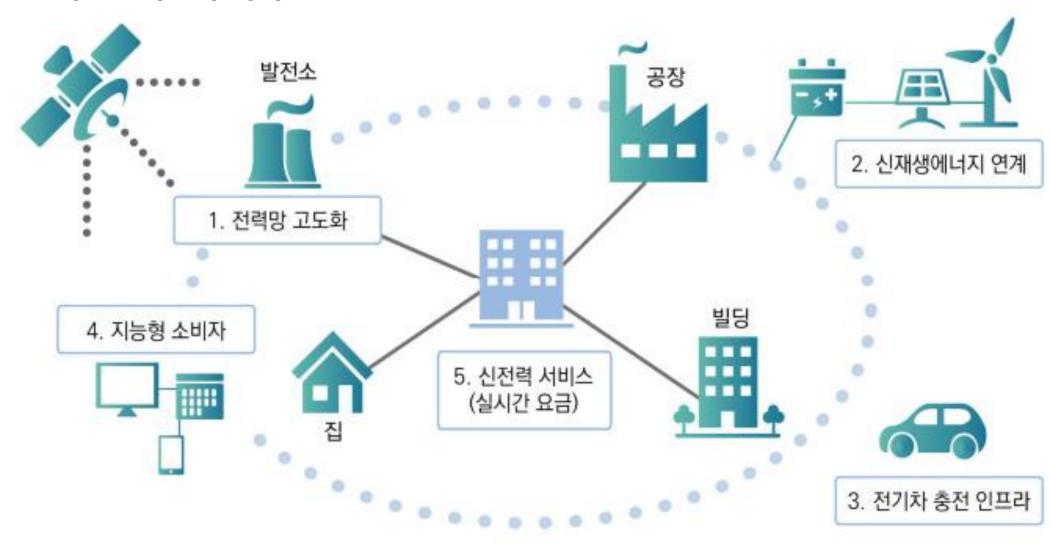


다양한 신재생에너지의 발전량 예측

추가적인 모델 적용을 통한 정확도 향상

## Benefit

# 4. 스마트그리드와 서비스





# \* Application Flow

