

제11회 공공데이터 활용 BI 공모전

# 재생에너지 발전량 예측 정산금을 높이기 위한 최적 예측형 집합자원 구성모델 개발

2023. 07. 31

경희대학교 일반대학원 빅데이터응용학과 강은경  
경희대학교 일반대학원 빅데이터응용학과 양선욱  
경희대학교 일반대학원 빅데이터응용학과 장하림

# 목차

**I . 제안배경**

**II . 분석내용**

**III . 분석결과**

**IV . 사업화 방안 및 기대효과**

**Reference**

**Appendix**

# 1. 주제선정 배경

## ✓ 수요와 공급의 균형 유지는 에너지 효율 증대에 있어서 핵심(황민우 외, 2023)

- 에너지의 초과생산은 송전로의 과부하를 초래함으로써 대규모 정전사태를 야기할 수 있음(좌동철, 2023)
- 제주지역에서 초과생산을 막기 위한 출력 제한 조치가 실제 시행되었음(좌동철, 2023)
- 반면, 전력 생산이 부족한 경우 전력 예비율이 심각한 수준으로 떨어지며 대규모 정전 사태로 이어지기도 함(정희원 외, 2016)

## ✓ 코로나19로 인한 재택근무 등의 영향으로 전력수요 변동성 증가(권선형, 2022)

- 일반용 전력수요는 감소하고, 가정용 전력수요는 증가 → 다른 패턴의 전력수요 발생에 따른 전력거래소의 전력수요 예측과 계통운영에 차질
- 한전 PPA(전력구매계획) 및 자가용 태양광 등 설비용량의 파악이 불가능한 태양광 증가 → 정확한 태양광발전 파악에 어려움 발생

## ✓ '재생에너지 발전량 예측제도' 시행(2021년 10월부터)

- 재생에너지 확대에 따른 출력변동성 대응과 안정적인 계통운영을 위해 시행
- 태양광발전 사업자가 사전에 제출한 예측량과 실제 거래량의 오차가 작은 경우 정산금을 지급하는 제도
- 참여대상: 20MW 이상의 태양광 및 풍력을 모집한 발전사업자, 1MW 이하의 태양광 및 풍력을 20MW 이상 모집한 집합전력자원 운영자(유환욱 등, 2022)
- 단, 예측오차율이 8%를 초과하면 정산금을 받을 수 없음(한국전력거래소)

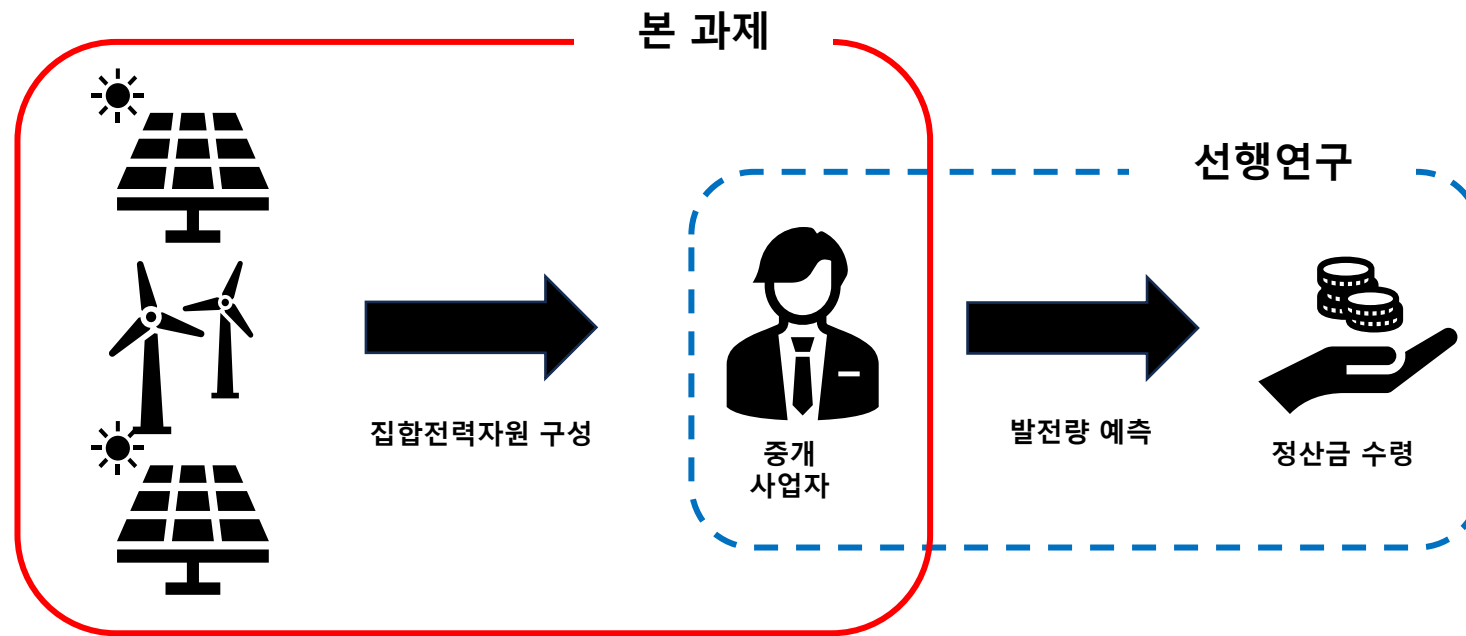


<그림 1> 집합전력자원 서비스(서울특별시 에너지정보, 2023.06.14)

# 1. 주제선정 배경(계속)

✓ 본 과제는 중개사업자의 관점에서 **'어떠한 방식으로 최적의 집합전력자원을 구성하는지'**에 초점

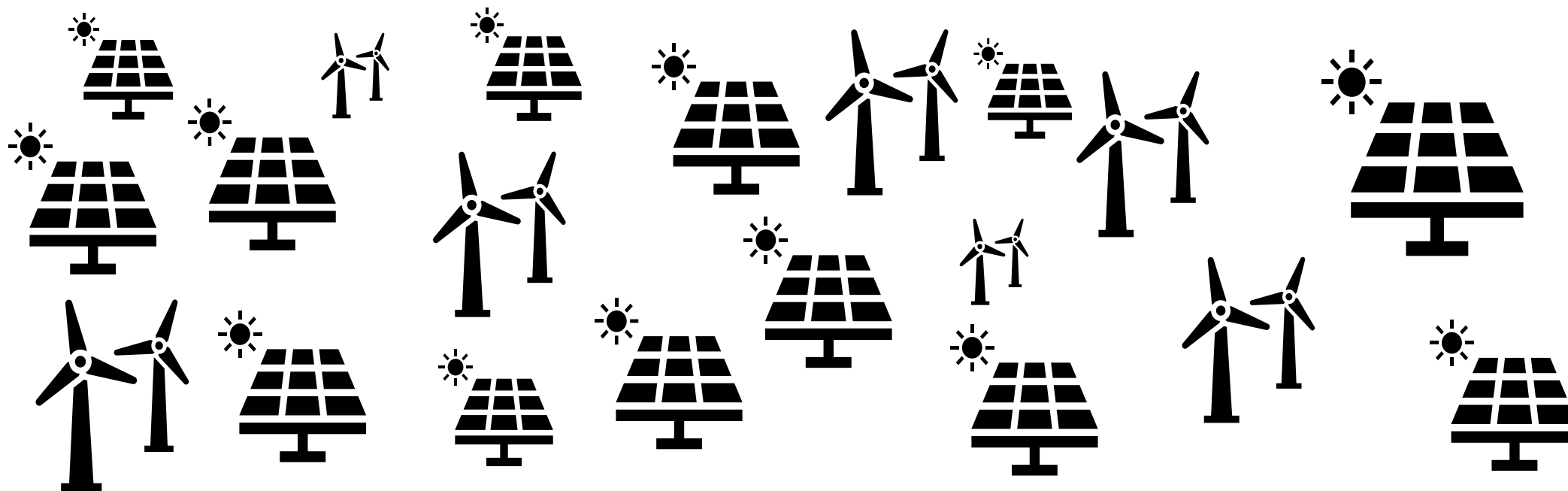
- 기존의 연구들은 기상데이터를 활용해 재생에너지 발전량을 예측하거나(강미영, 2023), LSTM 기반 모델을 활용해 태양력 발전량을 예측하는 등(유재혁 외, 2022) 발전량을 올바르게 예측하는데 초점을 맞추고 있음
- 그러나 본 과제는 올바른 발전량 예측이 아닌, **집합전력자원 구성 방법에 초점**을 맞추고 있음



<그림 2> 재생에너지 발전량 예측제도

## 2. 제도에 대한 이해

- ✓ 제도에 참여하는 중개사업자는 가장 먼저 **20MW 미만의 소규모, 중규모 발전소를 모집**하게 됨

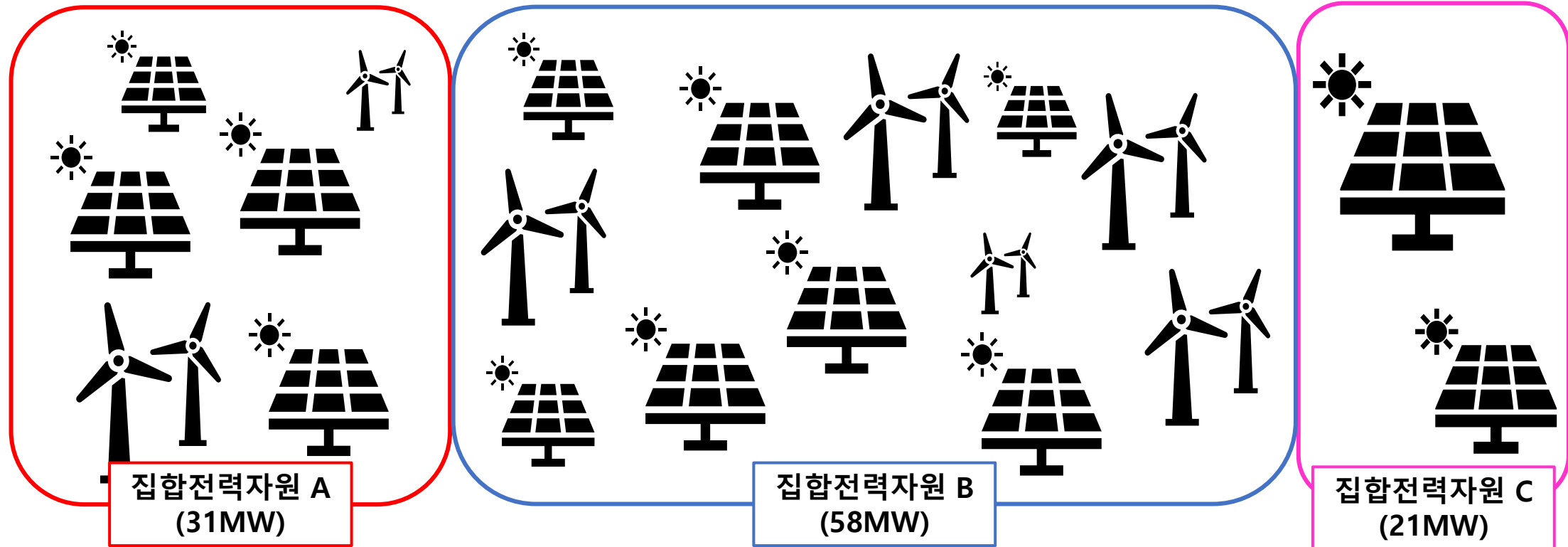


중개 사업자

<그림 3> 중개사업자에 의한 발전소 모집과정 예시

## 2. 제도에 대한 이해(계속)

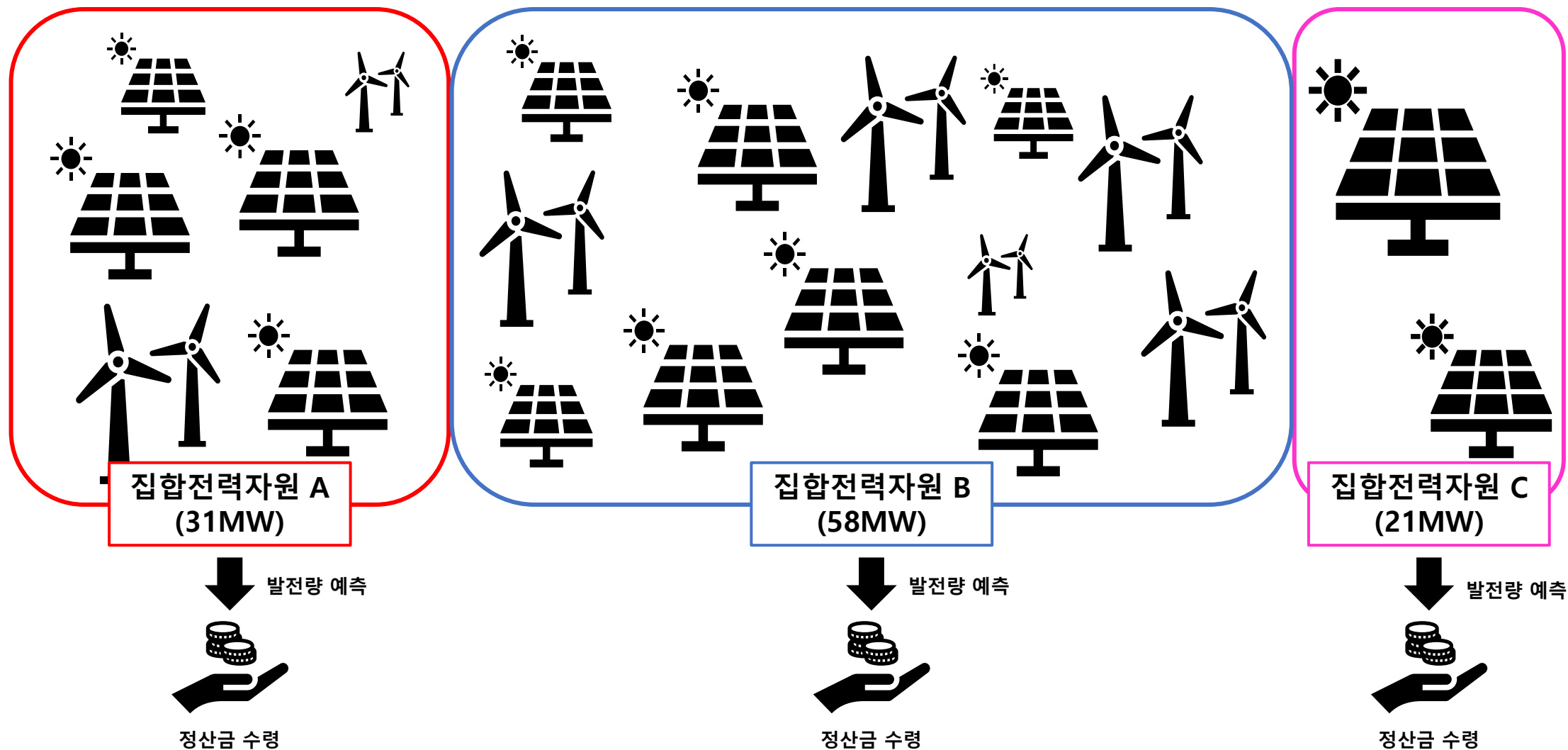
- ✓ 모집된 발전소를 토대로 설비용량이 20MW를 초과하도록 '집합전력자원'을 구성



<그림 4> 집합전력자원 구성과정 예시

## 2. 제도에 대한 이해(계속)

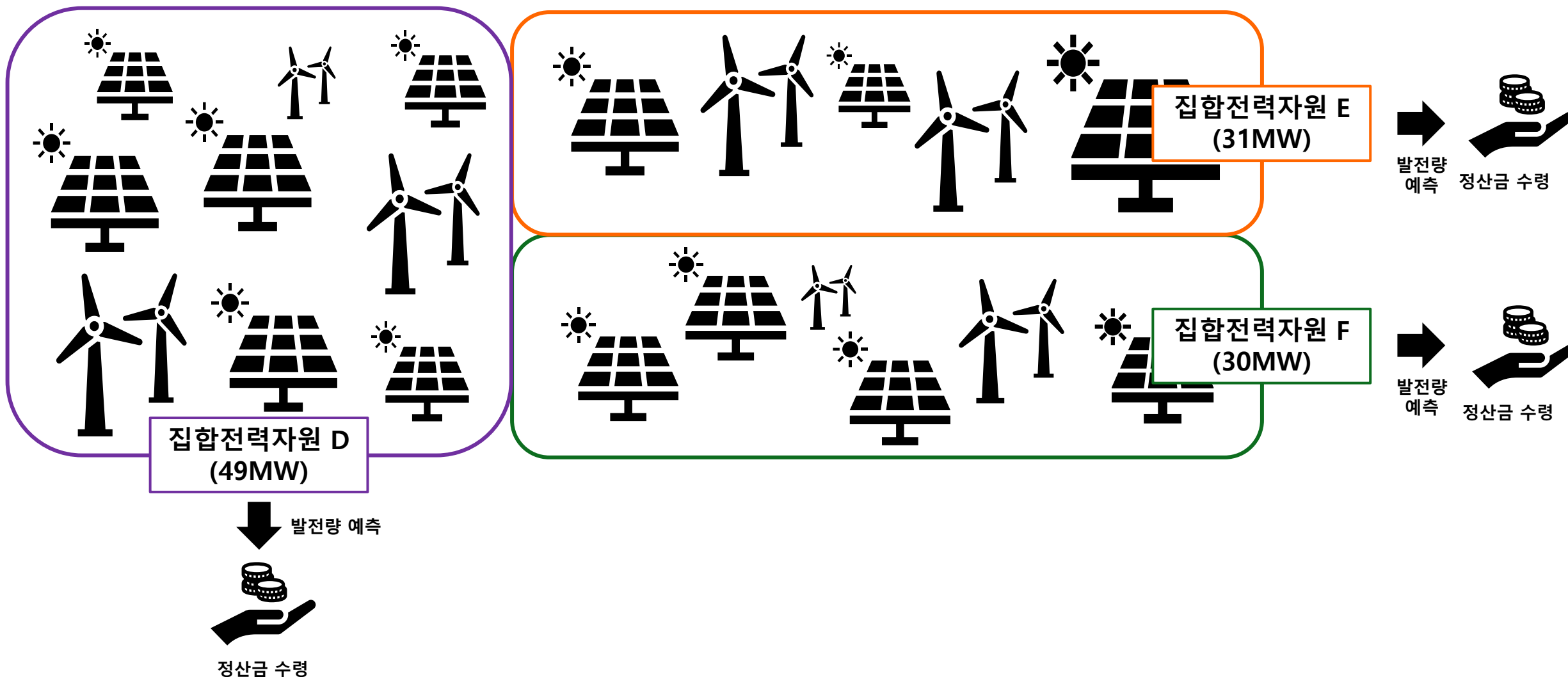
✓ 집합전력자원별 예측을 통하여 정산금을 수령하게 됨



<그림 5> 집합전력자원별 발전량 예측을 통한 정산금 수령과정 예시 1

## 2. 제도에 대한 이해(계속)

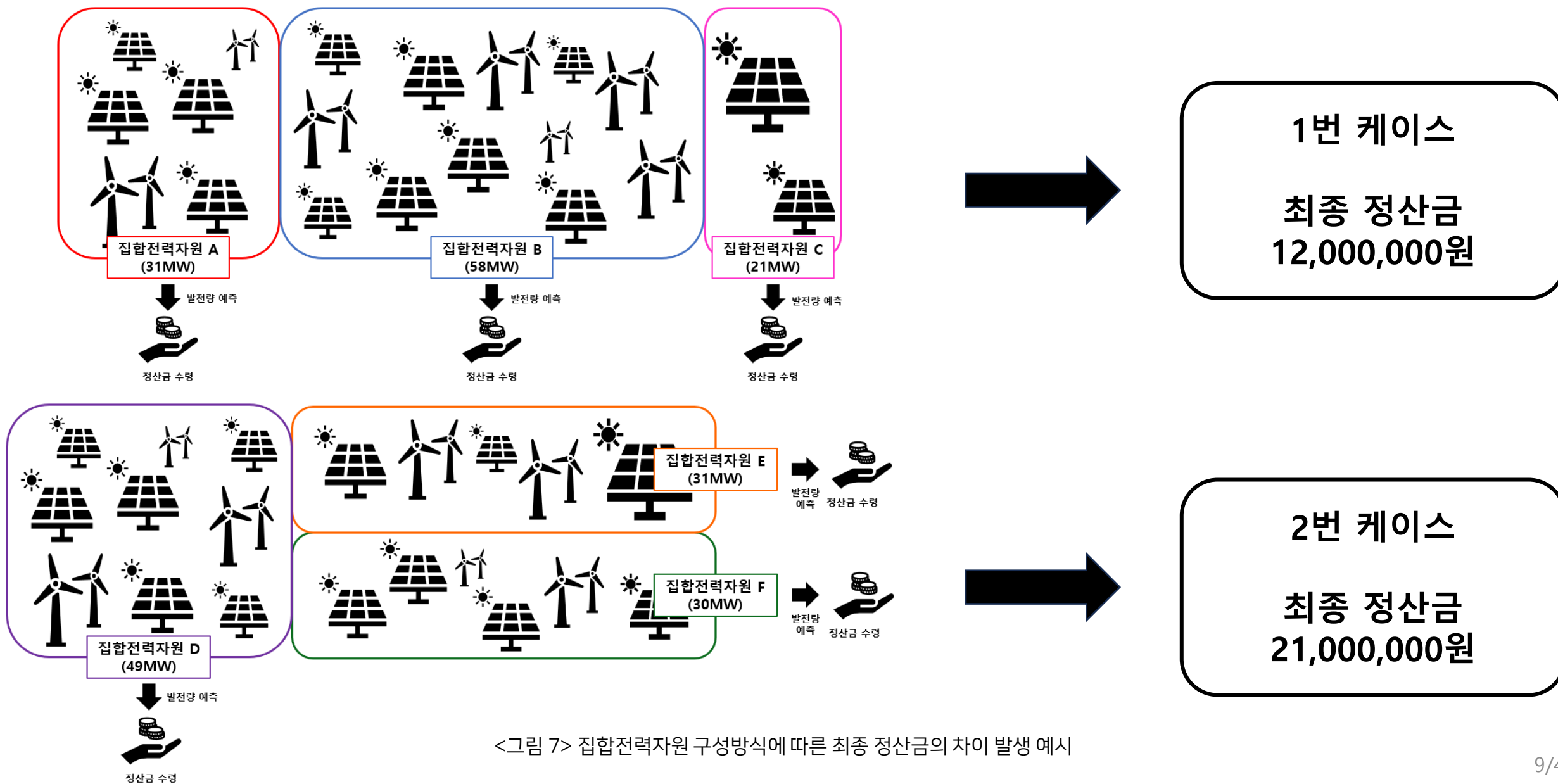
✓ 집합전력자원별 예측을 통하여 정산금을 수령하게 됨



&lt;그림 6&gt; 집합전력자원별 발전량 예측을 통한 정산금 수령과정 예시 2



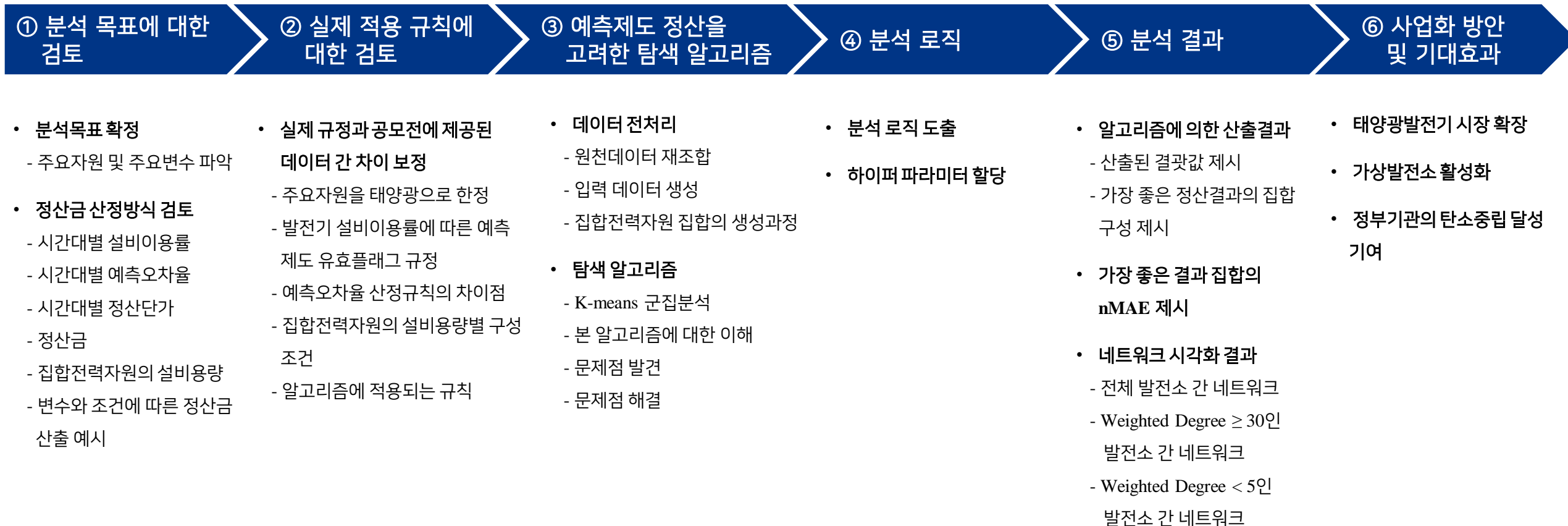
## 2. 제도에 대한 이해(계속)



### 3. 분석목표

- ✓ 결과적으로 본 과제의 목표는 '주어진 169개의 발전소를 최적의 집합전력자원으로 구성함으로써 예측정산금을 최대화' 하는 것
  - 특히, 집합전력자원의 경우 무작위 구성이 아닌 '특수한 조건(20MV 이상, 중형발전소<소형발전소)'을 만족하는 집합을 찾아야 하므로 기존의 알고리즘으로는 최적해를 구하기 어렵다 판단
  - 제공된 데이터는 일부 발전소의 1개월간 재생에너지 발전량만을 포함하고 있어, 실제 데이터 적용시 모델의 복잡성을 고려해야 함
- ✓ 이에 본 연구자들은 조건을 만족하는 논리적인 규칙에 따라(Rule-based) 발전소들을 최적의 집합전력자원에 할당하는 규칙을 설계하고 제안하고자 함

# 연구 프로세스



<그림 8> 연구 프로세스

# 1. 분석목표 검토

## 1. 집합전력자원 구성조건

- 1) 집합전력자원의 총 설비용량은 20MW를 초과하여야 함
- 본 과제에서는 '태양력' 발전소로 구성된, 총 설비용량 20MW 초과 집합전력자원을 구성함
- 2) 정산금을 받기 위해서, 시간대별 설비이용률이 10% 이상이어야 함
- 설비이용률이 10% 미만인 시간대에서는 정산금을 받지 못함

<표 1> 설비용량 조건 만족 예시

집합전력 그룹	총 설비용량	중형발전기 용량 합계	소형발전기 용량 합계	조건 만족 여부
A 그룹	17MW	9MW	8MW	불만족
B 그룹	21MW	9MW	12MW	만족

<표 2> 집합전력자원 정산금 산정 예시

집합전력그룹	총 설비용량	예측발전량	실제발전량	설비이용률	예측오차율	정산단가	최종정산금	성공/실패
A 그룹 (0시)	17MW	2MW	0MW	0%	0%	4원/kWh	0원	실패
A그룹 (12시)	17MW	15MW	15MW	88.2%	0%	4원/kWh	0원	실패
B그룹 (0시)	21MW	2MW	2MW	9.5%	0%	4원/kWh	0원	실패
B 그룹 (12시)	21MW	20MW	19MW	90.4%	4.8%	4원/kWh	76,000원	성공

# 1. 분석목표 검토(계속)

## 1. 집합전력자원 구성조건

3) 집합전력자원의 발전 예측값은 1차, 2차 예측값의 평균으로 사용함

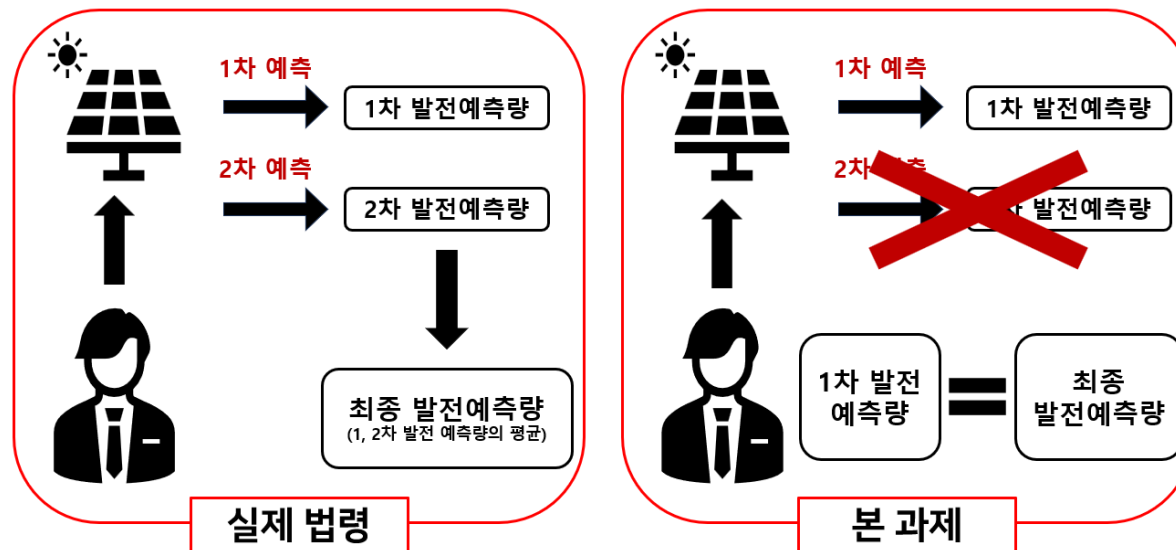
→ But 본 과제에서는 1차 예측값만 주어진 것으로 1차 예측값을 최종 예측값으로 사용함

4) 집합전력자원 구성시, 중형발전소의 총 설비용량보다 소형발전소의 총 설비용량이 더 커야함

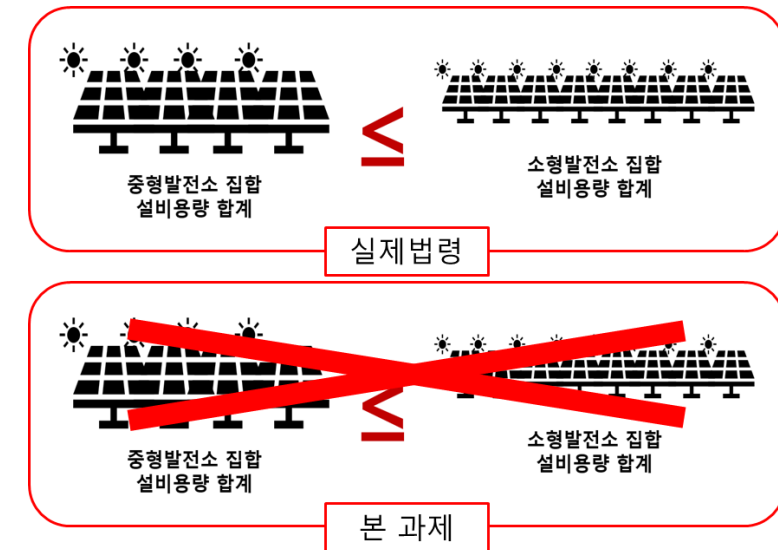
→ But 본 과제에서는 조건 만족이 불가능하여, 해당 사항을 엄격하게 고려하지 않음

<표 3> 주어진 데이터의 실제 현황

발전설비용량		주요자원의 총합(MW)
20MW ≥	설비용량 > 1MW	112.256
1MW ≥	설비용량	85.543



<그림 9> 예측오차율 산정규칙의 차이점



<그림 10> 집합전력자원 구성방식 조건의 차이점

## 2. 데이터 전처리

### 1. 원천 데이터 재조합

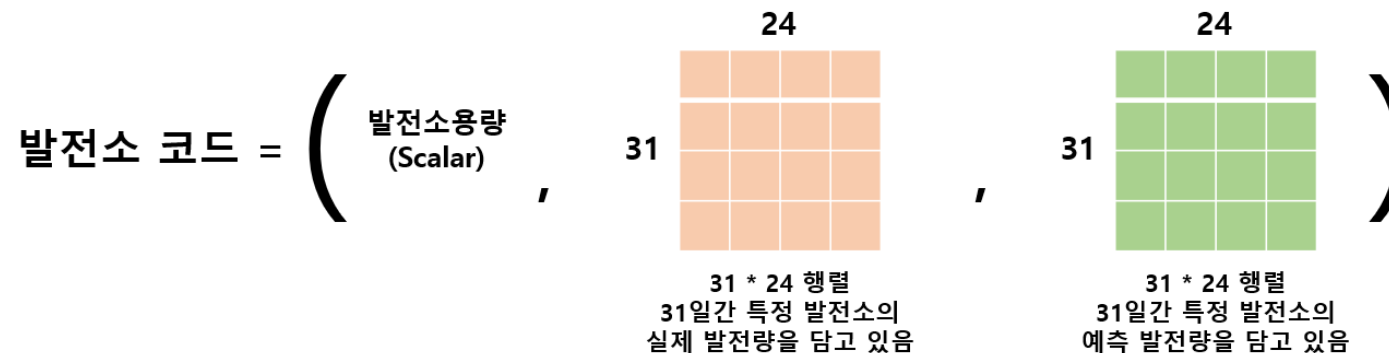
- 예측발전량과 실제발전량을 하나의 행으로 만들고, 10,487개의 데이터를 발전소별, 일자별로 통합

<표 4> 발전소별/일자별 통합

기존(10,478 x 27)				→	수정(5,239 x 51)				
날짜	발전소 코드	발전소 용량	0:00 ~ 23:00의 발전량		날짜	발전소 코드	발전소 용량	0:00 ~ 23:00의 실제발전량	0:00 ~ 23:00의 예측발전량
3/1	A	20	예측발전량		3/1	A	20	실제발전량	예측발전량
3/1	A	20	실제발전량						

### 2. 입력 데이터 생성

- <표 4>를 통해 형성된 데이터를 <그림 11>처럼 발전소 코드에 따라 31일간의 실제발전량 행렬과 예측발전량 행렬로 만들어 하나의 리스트로 묶어 줌

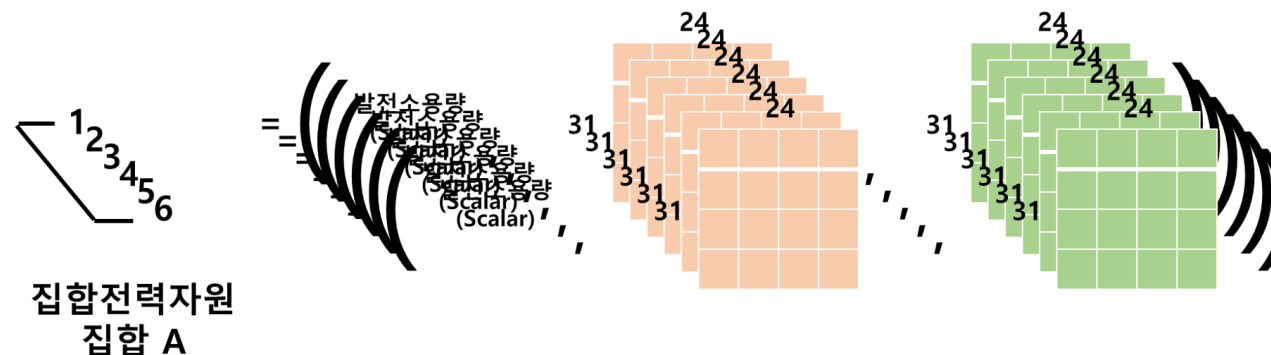


<그림 11> 발전소 코드에 따른 입력데이터

## 2. 데이터 전처리(계속)

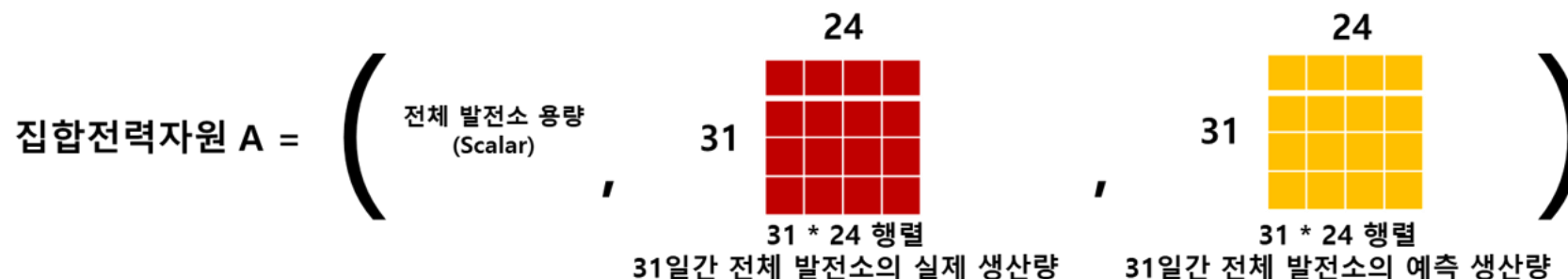
### 3. 집합전력자원 집합의 생성과정

- 발전소 코드별 입력데이터를 여러 개 묶어 주면 집합전력자원의 집합이 됨(<그림 12> 참조)



<그림 12> 집합전력자원 입력데이터(개별)

- 개별 발전소 코드별 입력데이터가 모여 최종적으로 특정한 집합전력자원 그룹의 입력데이터가 됨(<그림 13> 참조)

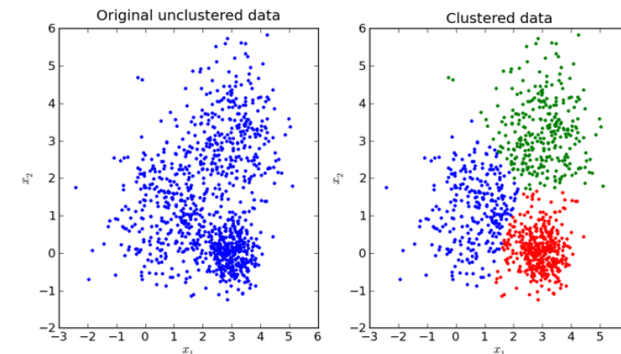


<그림 13> 집합전력자원 입력데이터(통합)

### 3. 탐색 알고리즘

#### 1. K-means 군집분석

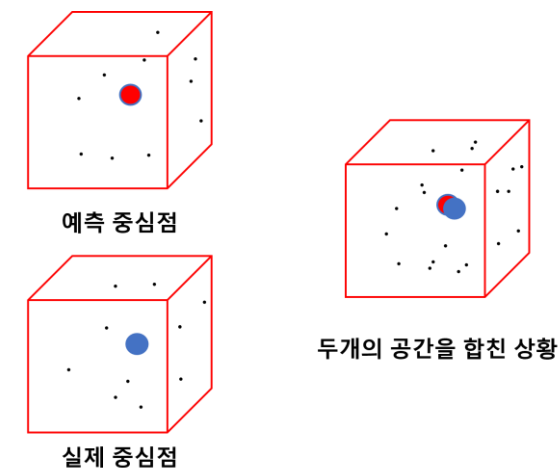
- 본 과제에 적용된 알고리즘은 K-means 군집분석으로부터 영감을 받아 설계됨
- K-means 군집분석: 전체 데이터에 k개의 중심점을 임의로 할당하고, 각각의 데이터를 가까운 중심점으로 할당하는 과정을 반복하여 전체 데이터를 k개의 군집으로 나누는 기법임



<그림 14> K-means 군집분석

#### 2. 본 과제에 적용된 알고리즘

- 본 과제는 '특정조건'을 만족하는 '부분집합'을 찾아야 하므로, 기존의 군집분석 알고리즘을 적용하기는 쉽지 않음
- '데이터 간 거리를 최소화하는 중심점'을 찾는 것이 아닌 **각 데이터의 '예측 중심점-실제거래량 중심점'이 최소가 되도록 '집합을 설정'**하는 것
- 즉, '예측 차원의 중심점'과 '실제 차원의 중심점' 간의 거리가 최소가 되도록 예측량과 실제거래량의 차이를 최소화하는 방식으로 작동해야 함
- 따라서, 예측량과 실제거래량의 산포 양상은 크게 중요하지 않으며, 이러한 **예측 중심과 실제 중심의 거리가 최소가 되도록 하는 k개의 집합**을 찾는 것이 중요하다고 판단함



<그림 15> 본 과제의 알고리즘



## 3. 탐색 알고리즘(계속)

### 3. 문제점 발견

#### 1) 문제 1:

- 세 개의 집합이 구성되었다고 가정했을 때, 해당 집합의 평균적인 에러가 [0%, 8.2%, 8.2%] 인 것보다 [5.9%, 5.9%, 5.9%]인 것이 훨씬 좋음
- 즉, 에러를 무조건 낮추는 것보다 6% 아래인 집합이 많아지는 것이 훨씬 유리한 상황임
- 그러나, 이러한 알고리즘을 설계하는 것은 복잡하고 연산비용이 많이 들어갈 수 있음
- 따라서, '오차율' 보다 '정산금'을 기준으로 Optimal Goal을 달성하고자 하였음

#### 2) 문제 2:

- 가장 먼저 '정산금을 최대화' 하는 방식으로 알고리즘을 설계함
- k개의 집합전력자원을 무작위로 구성하고 각 집합의 원소들을 재할당하여 집계되는 정산금이 최대가 되도록 설계함
- 특히, 초기집합에서 경우의 수가 매우 크기 때문에 데이터의 양이 조금만 커져도 결과를 도출하는데 엄청난 시간이 소요됨
- 따라서, 정산금을 최대화하는 k개의 무작위 군집을 설정하는 방식을 폐기함
- 이에 초기집합에 모든 발전소가 할당되도록 하는 방식이 아니라 가장 심각한 오차를 보이는 발전소를 먼저 할당한 뒤, 각 집합의 오차를 최소화하는 방식으로 작동하도록 수정함

### 3. 탐색 알고리즘(계속)

#### 4. 문제점 해결

1) Step 1: 앞의 두 문제를 회피하면서 자원을 최적으로 사용하기 위해 다음과 같은 알고리즘을 설계함

- k개의 집합에 모든 발전소를 할당하는 대신, 손실정산량이 가장 큰 몇 가지의 발전소만을 우선적으로 할당

\* 이때 '손실정산량(원) = 최대정산량(원) - 실제정산량(원)', '최대정산량(원) = 발전량(MW) \* 4원/kWh \* 1000kWh/MW'으로 계산함

<표 5> k개의 집합 할당 예시

발전소 집합	손실정산량(원)
[A]	15,000,000
[B]	13,000,000
[C]	12,000,000

2) Step 2: 엄격한 할당 과정(Strict Search)

- 손실정산량을 줄일 수 있는 발전소 간 연결이 무엇인지 파악하기 위해 설계됨

<표 6> k개 집합의 엄격한 할당 예시

발전소 집합	손실정산량(원)	발전소 D를 할당함	발전소 집합	손실정산량(원)	변동량	1번 집합에 할당함	발전소 집합	손실정산량(원)
[A]	15,000,000		[A, D]	12,000,000	-3,000,000		[A, D]	12,000,000
[B]	13,000,000		[B, D]	15,000,000	+2,000,000		[B]	13,000,000
[C]	12,000,000		[C, D]	11,000,000	-1,000,000		[C]	12,000,000

- 손실정산량을 감소시키는 경우를 찾지 못할 경우, 해당 발전소의 할당을 건너뛰고 다른 발전소를 추출하여 할당 진행함(n번 반복 후, k개의 집합 선별)

## 3. 탐색 알고리즘(계속)

### 4. 문제점 해결

#### 3) Step 2: 느슨한 할당 과정(Soft Search)

- Step 2와 같은 방식을 통해 발전소를 할당할 때 '할당 후 손실정산비율 - 현재 손실정산비율'이 가장 작은 집합을 할당함
- 이를 통해 중형발전기와 소형발전기의 총 설비용량을 조사하여 하나의 집합에 너무 많이 할당되거나, 중형발전기와 소형발전기의 불균형이 나타나지 않도록 조치함
- 이 과정은 모든 발전소가 집합에 할당될 때까지 반복하게 되며, 이 작업은 실제 규칙인 35조의 3을 만족하기 위해 설계됨

<표 7> 알고리즘에 의한 산출값 예시

발전소 집합	총 설비용량(MW)	총 정산량(원)	최대 정산량(원)	정산비율(%)
집합 A	48	34,087,481	40,087,481	85.03
집합 B	30	27,087,951	34,846,551	77.73
집합 C	27	24,915,231	28,994,131	85.93
집합 D	90	84,651,321	96,135,211	88.05
k=4	195	170,741,984	200,063,374	85.34



## 4. 하이퍼 파라미터

### 2. 알고리즘의 하이퍼 파라미터(Hyper Parameter)는 <표 8>과 같음

<표 8> 알고리즘의 하이퍼 파라미터

구분	변수 설명	본 알고리즘의 파라미터 할당
k	집합의 개수	3~9
Strict_n	엄격한 할당의 반복 횟수	50~500
method	초기 발전소 할당방식 ['high', 'random']	['high', 'random'] 각각 랜덤 1000회 시행
min_length	집합에 포함된 원소의 최소 개수	3~12
max_volume	집합의 최대 설비용량	(전체 설비용량/집합의 수)*p로 설정(p=0.9~1.5, 무작위로 설정)

\* <표 8>의 파라미터에 명시된 범위에서 무작위 탐색(random search)을 진행함

# 1. 알고리즘에 의한 산출 결과

## 1. 예측제도 정산을 고려한 탐색 알고리즘에 의해 산출된 결과는 <표 9>와 같음

<표 9> 알고리즘에 의해 산출된 결과값

Result_Number	Total_Money	Total_Best_Money	Money_percent	total_volume	medium_volume	small_volume	Number_k
546	85,594,544	106,115,586	0.806616136	197799.625	112256.24	85543.385	3
78	84,904,185	106,115,588	0.800110393	197799.625	112256.24	85543.385	3
529	84,759,226	106,115,586	0.798744362	197799.625	112256.24	85543.385	3
66	84,602,543	106,115,586	0.79726783	197799.625	112256.24	85543.385	3
30	84,600,808	106,115,587	0.797251473	197799.625	112256.24	85543.385	3
39	84,574,452	106,115,588	0.797003097	197799.625	112256.24	85543.385	3
205	84,362,649	106,115,588	0.795007125	197799.625	112256.24	85543.385	3
144	84,299,387	106,115,587	0.794410976	197799.625	112256.24	85543.385	3
127	84,226,577	106,115,588	0.793724831	197799.625	112256.24	85543.385	3
185	84,214,358	106,115,588	0.793609677	197799.625	112256.24	85543.385	3
155	84,196,093	106,115,588	0.793437554	197799.625	112256.24	85543.385	3
114	84,171,726	106,115,588	0.793207935	197799.625	112256.24	85543.385	3
31	84,169,571	106,115,588	0.793187625	197799.625	112256.24	85543.385	3
423	84,099,264	106,115,587	0.792525079	197799.625	112256.24	85543.385	3
120	84,078,932	106,115,588	0.792333474	197799.625	112256.24	85543.385	3

# 1. 알고리즘에 의한 산출 결과(계속)

2. 예측제도 정산을 고려한 탐색 알고리즘에 의해 산출된 결과 중 가장 좋은 정산결과를 보여주는 집합 구성은 <표 10>과 같음

<표 10> 가장 좋은 정산결과의 집합 구성

각 집합의 원소 수 (개)	발전소 리스트	전체 설비용량 (kW)	중형발전기 설비용량 (kW)	소형발전기 설비용량 (kW)	한달 정산금(원)	이론적 최대 정산금(원)	최대정산금 대비 실수령 정산금 비율 (%)
62	['G1068', 'G1039', 'G1022', 'G1034', 'S5005', 'G1051', 'S5015', 'B1777', 'S5042', 'V9022', 'G1066', 'S5014', 'B1783', 'S5035', 'N6008', 'G1033', 'G1061', 'B1785', 'S5028', 'V9005', 'S5006', 'G1032', 'G1060', 'S5046', 'G1055', 'N6001', 'S5026', 'B1740', 'B1743', 'V9024', 'N6005', 'S5047', 'V9015', 'V9027', 'G1024', 'V9014', 'V9018', 'V9026', 'S5037', 'B1729', 'S5023', 'G1064', 'B1741', 'V9010', 'B1776', 'B1778', 'S5010', 'V9003', 'N6002', 'N6003', 'V9020', 'G1026', 'B1789', 'S5045', 'G1021', 'B1786', 'B1738', 'S5034', 'B1787', 'V9004', 'B1732', 'V9012']	71,368.80	41,496.63	29,872.16	29,629,395.99	37,990,777.92	77.99
51	['G1057', 'G1018', 'S5049', 'S5044', 'S5001', 'B1795', 'N6009', 'G1017', 'M1207', 'B1731', 'S5018', 'V9013', 'S5038', 'G1054', 'G1067', 'B1782', 'G1019', 'B1794', 'S5033', 'S5011', 'S5025', 'S5020', 'B1790', 'S5024', 'B1780', 'G1052', 'B1742', 'S5043', 'V9017', 'S5016', 'V9025', 'B1781', 'B1734', 'G1053', 'S5019', 'V9011', 'S5036', 'S5040', 'B1736', 'V9023', 'G1027', 'B1727', 'G1065', 'G1028', 'S5008', 'S5032', 'S5004', 'S5013', 'S5022', 'S5003', 'V9008']	55,772.25	28,836.93	26,935.32	25,060,592.00	29,832,707.00	84.00
56	['M1204', 'B1739', 'G1050', 'B1788', 'S5050', 'B1728', 'S5031', 'G1059', 'S5009', 'N6007', 'G1030', 'G1056', 'G1023', 'V9016', 'V9006', 'V9009', 'S5027', 'G1063', 'B1784', 'S5048', 'S5012', 'S5030', 'B1791', 'B1735', 'S5021', 'V9021', 'S5029', 'G1062', 'M1205', 'S5002', 'V9019', 'B1730', 'S5039', 'B1792', 'V9002', 'B1793', 'M1201', 'G1025', 'G1058', 'S5041', 'B1737', 'B1733', 'B1779', 'M1203', 'M1208', 'G1029', 'S5007', 'N6004', 'G1031', 'N6006', 'V9007', 'M1206', 'G1020', 'M1202', 'V9001', 'S5017']	70,658.58	41,922.68	28,735.90	30,904,559.00	38,292,104.00	80.70
169		197,799.63	112,256.24	85,543.38	85,594,547.00	106,115,589.00	80.90

\* <표 10>의 마지막 행에서 최대정산금 대비 실수령 정산금 비율(%)은 평균값으로 나머지는 합으로 산출

## 2. 가장 좋은 결과 집합의 nMAE\*\*

1. 세 집합 모두에서 평균 0.02~0.03 수준의 nMAE를 보이고 있음(우·하단 값), 예측오차를 최소화하는 데 상당한 성능을 보임을 확인할 수 있음
2. 세 집합에 의한 실제 정산금도 이론적인 최대치의 80% 수준에 도달하고 있으므로 본 알고리즘에 의한 실질적인 성능도 상당하다고 판단됨

집합_1_num=62	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	일별 평균
1	0.0222	0.0152	0.0036	0	0.0002	0.0001	0.0003	0.0018	0.011	0.0637	0.0621	0.0382	0.053	0.0387	0.0483	0.0052	0.0044	0.0017	0.0227	0.0281	0.0627	0.0294	0.0112	0.0111	0.0223
2	0.008	0.003	0.0002	0.0002	0	0.0002	0.0012	0.0032	0.0282	0.041	0.068	0.0849	0.0714	0.0356	0.0277	0.0401	0.025	0.0223	0.0284	0.028	0.0222	0.0163	0.0358	0.0551	0.0269
3	0.0217	0.0141	0.0041	0.0014	0.0011	0.0003	0.0004	0.0008	0.0198	0.0235	0.0537	0.0608	0.0828	0.0757	0.135	0.1044	0.0238	0.0038	0.0367	0.039	0.0253	0.0191	0.0508	0.0631	0.0359
4	0.0339	0.0179	0.0043	0.0015	0.0008	0.0007	0.0001	0.0018	0.0126	0.0451	0.0349	0.037	0.0513	0.0401	0.0523	0.0328	0.0385	0.0322	0.0276	0.0248	0.0148	0.0257	0.0331	0.0642	0.0262
5	0.0215	0.0139	0.0036	0.0008	0.0004	0.0001	0.0002	0.0039	0.0026	0.0203	0.0675	0.0505	0.0616	0.0245	0.1155	0.1085	0.0772	0.0319	0.0269	0.0307	0.015	0.0145	0.0367	0.0572	0.0327
6	0.0213	0.0146	0.003	0.0012	0.0011	0.0011	0.0004	0.0061	0.0009	0.001	0.0484	0.0535	0.0486	0.0001	0.0089	0.0132	0.0168	0.0175	0.0245	0.0278	0.0263	0.0224	0.0353	0.0558	0.0187
7	0.0215	0.0139	0.0032	0.0012	0.0016	0.0019	0.0016	0.0013	0.0306	0.0054	0.0224	0.0108	0.0248	0.027	0.0493	0.0522	0.0268	0.0065	0.0239	0.0208	0.0188	0.0105	0.04	0.0557	0.0197
8	0.0212	0.0136	0.0029	0.0008	0.0009	0.001	0.0019	0.0056	0.0243	0.0653	0.0032	0.0306	0.0437	0.0316	0.0685	0.0226	0.0374	0.0089	0.0337	0.0382	0.0174	0.0226	0.0292	0.0246	0.0229
9	0.0198	0.0143	0.0032	0.0014	0.0018	0.0016	0.0019	0.0066	0.006	0.0322	0.0189	0.013	0.0417	0.0326	0.016	0.0196	0.0198	0.0213	0.0382	0.0344	0.0308	0.0325	0.0467	0.0619	0.0215
10	0.0039	0.0012	0.001	0.0019	0.0019	0.0014	0.0019	0.0157	0.0333	0.0301	0.0302	0.0495	0.0562	0.0113	0.1072	0.0611	0.0349	0.0145	0.0429	0.0438	0.0293	0.0008	0.0267	0.0518	0.0272
11	0.0167	0.0101	0.0007	0.002	0.0015	0.0019	0.0018	0.0049	0.0285	0.0419	0.0371	0.0106	0.0379	0.013	0.0117	0.0153	0.0135	0.0122	0.0213	0.0234	0.0074	0.0217	0.033	0.0598	0.0178
12	0.0193	0.0103	0.0008	0.0016	0.002	0.0021	0.0016	0.0055	0.0216	0.0066	0.0357	0.0388	0.0291	0.016	0.0085	0.0033	0.0595	0.0306	0.0809	0.0279	0.0857	0.0165	0.0017	0.0008	0.0211
13	0.0003	0.0008	0.001	0	0.0005	0.0012	0.001	0.0027	0.0296	0.0511	0.0885	0.084	0.0691	0.0189	0.0184	0.0187	0.0317	0.0401	0.0155	0.022	0.019	0.0194	0.032	0.0486	0.0256
14	0.0174	0.0101	0.0003	0.0017	0.0015	0.0018	0.0014	0.0029	0.021	0.0852	0.104	0.0981	0.1304	0.1326	0.1861	0.1221	0.076	0.816	0.0603	0.0615	0.0182	0.082	0.0464	0.0072	0.0868
15	0.0237	0.0121	0.0038	0.0019	0.0056	0.0017	0.0023	0.0167	0.0919	0.112	0.0944	0.0597	0.0537	0.0624	0.0613	0.0382	0.0901	0.0532	0.0075	0.0161	0.0121	0.0302	0.0526	0.0345	0.0391
16	0.0144	0.015	0.0013	0.0031	0.0006	0.0017	0.006	0.0103	0.0059	0.0687	0.0935	0.1001	0.0981	0.0865	0.0886	0.024	0.0467	0.0122	0.0268	0.0296	0.0151	0.0136	0	0.0018	0.0318
17	0.0179	0.0214	0.0034	0.0002	0.0023	0.0032	0.0022	0.009	0.0289	0.0418	0.0206	0.0258	0.0203	0.0374	0.0585	0.0631	0.0772	0.0015	0.052	0.1499	0.1107	0.0285	0.0156	0.0179	0.0337
18	0.0069	0.0044	0.0015	0.0038	0.0005	0.0038	0.0019	0.0074	0.0216	0.066	0.0755	0.0652	0.067	0.0785	0.0192	0.0404	0.008	0.0123	0.0178	0.0242	0.0157	0.011	0.011	0.0099	0.0239
19	0.0179	0.0185	0.0034	0.0011	0.0021	0.0029	0.0017	0.0026	0.0219	0.0378	0.0482	0.1009	0.134	0.1572	0.1984	0.0638	0.0197	0.0191	0.0178	0.023	0.0177	0.0148	0.0022	0.025	0.0397
20	0.0185	0.0145	0.0026	0.0017	0.0065	0.0017	0.005	0.0009	0.002	0.021	0.0702	0.0784	0.0841	0.0673	0.0351	0.0516	0.0536	0.0064	0.0192	0.0226	0.0325	0.0365	0.0124	0.027	0.028
21	0.0208	0.0142	0.0039	0.0018	0.0001	0.0026	0.0024	0.0098	0.0184	0.0085	0.0747	0.064	0.1234	0.1083	0.108	0.0574	0.0425	0.0282	0.0061	0.0134	0.0448	0.0305	0.0263	0.0195	0.0346
22	0.0222	0.0138	0.0036	0.0019	0.0027	0.0019	0.0017	0.0081	0.0269	0.0515	0.0861	0.1284	0.1263	0.1373	0.1326	0.0477	0.0002	0.02	0.0194	0.0268	0.0346	0.025	0.0004	0.0125	0.0388
23	0.024	0.014	0.0035	0.002	0.0017	0.0023	0.0006	0.0067	0.0122	0.0167	0.0339	0.016	0.0344	0.0472	0.0691	0.0459	0.0158	0.0095	0.0106	0.0158	0.0089	0.0041	0.0074	0.0064	0.017
24	0.0082	0.0036	0.0018	0.0047	0.0035	0.0026	0.0015	0.0202	0.0838	0.1817	0.0992	0.1232	0.109	0.1139	0.1607	0.1257	0.111	0.0278	0.0564	0.1118	0.1294	0.0991	0.1128	0.0556	0.0728
25	0.0122	0.0071	0.0001	0.0047	0.0017	0.0006	0.0029	0.0054	0.0147	0.0082	0.0001	0.0265	0.0404	0.0416	0.0597	0.0325	0.0459	0.0245	0.0126	0.015	0.0205	0.0506	0.0498	0.0067	0.0202
26	0.0108	0.0083	0.0031	0.0007	0.0016	0.0025	0.0021	0.0066	0.0276	0.024	0.0254	0.0228	0.0501	0.0196	0.0054	0.027	0.0142	0.02	0.0228	0.0232	0.0182	0.024	0.0072	0.0101	0.0157
27	0.0213	0.0151	0.0031	0.0002	0.0006	0.0031	0.0013	0.0047	0.0165	0.015	0.0408	0.0518	0.0668	0.0527	0.0016	0.0148	0.0041	0.01	0.0164	0.0233	0.0168	0.0125	0.0076	0.0124	0.0172
28	0.0236	0.0135	0.0029	0.0022	0.0013	0.0023	0.0017	0.0014	0.0096	0.0072	0.0176	0.0004	0.0322	0.0201	0.0846	0.1612	0.0672	0.0108	0.0177	0.0249	0.0203	0.0504	0.009	0.0094	0.0246
29	0.0226	0.0092	0.0022	0.0017	0.0011	0.0039	0.0029	0.0075	0.0563	0.0718	0.0757	0.0676	0.0734	0.1116	0.1526	0.0354	0.0115	0.0256	0.0159	0.0354	0.0415	0.0145	0.0075	0.01	0.0357
30	0.0233	0.0133	0.0033	0.002	0.0019	0.0019	0.0009	0.0169	0.0397	0.0623	0.0036	0.0114	0.0149	0.0331	0.0911	0.0943	0.0683	0.0066	0.0206	0.0266	0.0232	0.0202	0.0055	0.0093	0.0248
31	0.0235	0.0136	0.0036	0.002	0.0021	0.0021	0.0004	0.0043	0.0264	0.0306	0.0182	0.0228	0.0471	0.0443	0.0011	0.0054	0.0126	0.0228	0.0139	0.0253	0.0226	0.0224	0.0001	0.0018	0.0154
시간별 평균	0.0181	0.0118	0.0026	0.0017	0.0017	0.0018	0.0017	0.0065	0.025	0.0431	0.0501	0.0524	0.0638	0.0554	0.0704	0.0499	0.0379	0.0442	0.027	0.0341	0.0315	0.0265	0.0254	0.0286	0.0296

\* 빨간색: 오차 8% 초과, 노란색: 오차 6~8%

\*\* nMAE: Normalized Mean Absolute Error

<그림 17> nMAE(집합 1)



## 2. 가장 좋은 결과 집합의 nMAE

1. 세 집합 모두에서 평균 0.02~0.03 수준의 nMAE를 보이고 있음(우·하단 값), 예측오차를 최소화하는 데 상당한 성능을 보임을 확인할 수 있음
2. 세 집합에 의한 실제 정산금도 이론적인 최대치의 80% 수준에 도달하고 있으므로 본 알고리즘에 의한 실질적인 성능도 상당하다고 판단됨

집합_2_num=51	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	일별 평균
1	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0057	0.0128	0.0488	0.0461	0.0252	0.0587	0.0247	0.0166	0.0122	0.0122	0.0235	0.0122	0.0173	0.1032	0.026	0.0027	0.0021	0.0191
2	0.0014	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0085	0.0169	0.0361	0.0419	0.0347	0.0291	0.0024	0.0205	0.0108	0.0162	0.0038	0.0009	0.0006	0.0046	0.0154	0.0233	0.0014	0.0115
3	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0013	0.0043	0.0079	0.0224	0.022	0.0088	0.0346	0.0678	0.123	0.0574	0.0015	0.0185	0.0001	0.0011	0.0058	0.0113	0.0236	0.002	0.0175
4	0.0014	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0092	0.039	0.04	0.0069	0.0111	0.0129	0.0101	0.0879	0.0282	0.0256	0.0005	0.0032	0.0036	0.0072	0.0089	0.0213	0.0015	0.0136
5	0.0014	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0115	0.0259	0.0117	0.0246	0.008	0.0111	0.019	0.1271	0.1327	0.0594	0.0031	0.0025	0.0017	0.0021	0.0051	0.0283	0.0015	0.0202
6	0.0014	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0011	0.0012	0.0106	0.0199	0.0077	0.0041	0.0061	0.0024	0.0247	0.029	0.007	0.0062	0.0095	0.0013	0.0012	0.0017	0.0131	0.0239	0.0023	0.0075
7	0.0015	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0081	0.01	0.0387	0.0074	0.0093	0.0018	0.0183	0.1245	0.0414	0.027	0.0208	0.0003	0.0094	0.0105	0.0094	0.0215	0.0031	0.0154
8	0.0015	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.0097	0.0341	0.0561	0.0555	0.0614	0.0623	0.0863	0.1292	0.0018	0.0101	0.0186	0.0049	0.0104	0.0039	0.01	0.0217	0.0026	0.0245
9	0.0015	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0125	0.0284	0.0637	0.0192	0.0101	0.0537	0.0414	0.0325	0.129	0.0653	0.0237	0.0026	0.0494	0.1315	0.1461	0.0012	0.0002	0.0341
10	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0011	0.0013	0.0155	0.0411	0.027	0.0061	0.0233	0.0272	0.0545	0.1543	0.0644	0.0406	0.0196	0.001	0.0004	0.0006	0.0141	0.0223	0.0012	0.0217
11	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0052	0.0207	0.0792	0.0029	0.0328	0.0063	0.0172	0.0074	0.0458	0.0423	0.0266	0.0001	0.0001	0.0006	0.0126	0.0186	0.0017	0.0137
12	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0024	0.004	0.0172	0.0471	0.071	0.0661	0.0487	0.0223	0.0045	0.0216	0.0303	0.0668	0.0068	0.0136	0.0059	0.0042	0.002	0.0185
13	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0015	0.0081	0.0021	0.0377	0.0435	0.0725	0.0569	0.0037	0.0107	0.0105	0.0252	0.0224	0.0075	0.0308	0.0307	0.034	0.0254	0.0029	0.0181
14	0.0001	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0015	0.0077	0.0141	0.0869	0.0877	0.061	0.0732	0.0868	0.0983	0.0711	0.0659	0.0167	0.0028	0.0012	0.0053	0.0121	0.027	0.0006	0.0303
15	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0014	0.0165	0.0716	0.0999	0.0666	0.0389	0.0454	0.0257	0.0503	0.0796	0.0982	0.0184	0.0099	0.0282	0.029	0.0197	0.003	0.0014	0.0296
16	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.002	0.0163	0.0019	0.0532	0.0299	0.0386	0.0469	0.0426	0.0586	0.0191	0.0481	0.0329	0.0005	0.0009	0.0055	0.0154	0.0203	0.0017	0.0184
17	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0017	0.012	0.037	0.0345	0.0487	0.0588	0.0284	0.0632	0.0902	0.0871	0.1239	0.0386	0.0438	0.1608	0.1175	0.0447	0.0017	0.0012	0.0417
18	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0014	0.0083	0.0163	0.039	0.0369	0.0185	0.0109	0.0127	0.015	0.0102	0.0095	0.0176	0.0003	0.0004	0.0072	0.0114	0.0249	0.0012	0.0104
19	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0017	0.0163	0.037	0.0061	0.0385	0.0589	0.0895	0.1019	0.1636	0.0435	0.0044	0.0114	0.0017	0.0005	0.0074	0.0341	0.0219	0.0011	0.0269
20	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0011	0.0014	0.0092	0.0131	0.0216	0.0515	0.0532	0.024	0.0374	0.065	0.0506	0.0773	0.0345	0.0003	0.0009	0.012	0.0115	0.0165	0.001	0.0204
21	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0021	0.0122	0.0058	0.0241	0.0215	0.0336	0.0778	0.0822	0.1679	0.1558	0.0584	0.0023	0.0022	0.0096	0.0435	0.0939	0.031	0.0007	0.0347
22	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0021	0.0114	0.0276	0.0656	0.0364	0.0748	0.0889	0.0701	0.0352	0.0009	0.0205	0.0224	0.0007	0.069	0.0727	0.019	0.0106	0.0012	0.0265
23	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.002	0.0151	0.015	0.0129	0.0002	0.0066	0.0078	0.0019	0.0286	0.0305	0.0049	0.0219	0.0154	0.0076	0.0061	0.0034	0.0039	0.0014	0.008
24	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0026	0.0238	0.0685	0.1173	0.1353	0.1897	0.2005	0.2021	0.1712	0.1426	0.1111	0.038	0.0169	0.0369	0.0394	0.0355	0.0065	0.0016	0.0645
25	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0019	0.0039	0.0072	0.0124	0.0279	0.0333	0.0118	0.009	0.0052	0.0201	0.0027	0.0124	0.0167	0.0916	0.0003	0.0242	0.0154	0.0009	0.0127
26	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0023	0.0154	0.0498	0.0054	0.0361	0.0144	0.0066	0.0641	0.037	0.0141	0.0179	0.0038	0.0012	0.0011	0.006	0.0165	0.0214	0.0005	0.0134
27	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0032	0.0019	0.0136	0.0275	0.0321	0.0311	0.0273	0.0382	0.024	0.0029	0.0158	0.0095	0.0125	0.016	0.0075	0.0113	0.0204	0.0011	0.0126
28	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0026	0.0052	0.018	0.013	0.0433	0.0216	0.0272	0.0687	0.1848	0.2242	0.0754	0.0373	0.0017	0.0028	0.0003	0.1291	0.0132	0.0024	0.0366
29	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0019	0.0051	0.0636	0.0757	0.0786	0.0663	0.0623	0.0559	0.1283	0.0156	0.0132	0.0102	0.0016	0.0038	0.0047	0.0112	0.0227	0.0005	0.0262
30	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0011	0.0036	0.0235	0.0583	0.0653	0.0275	0.0465	0.0293	0.0594	0.2478	0.1431	0.059	0.0557	0.0327	0.0343	0.0265	0.0472	0.0158	0.0011	0.041
31	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0038	0.0066	0.0101	0.0014	0.0167	0.0151	0.0583	0.038	0.0089	0.0002	0.0077	0.0036	0.0042	0.0033	0.0043	0.0184	0.0156	0.0009	0.0094
시간별 평균	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0018	0.0104	0.0255	0.0403	0.0369	0.0398	0.0432	0.0477	0.0795	0.0534	0.0376	0.0196	0.0087	0.0194	0.0229	0.0281	0.0171	0.0014	0.0225

\* 빨간색: 오차 8% 초과, 노란색: 오차 6~8%

<그림 18> nMAE(집합 2)

## 2. 가장 좋은 결과 집합의 nMAE

1. 세 집합 모두에서 평균 0.02~0.03 수준의 nMAE를 보이고 있음(우·하단 값), 예측오차를 최소화하는 데 상당한 성능을 보임을 확인할 수 있음
2. 세 집합에 의한 실제 정산금도 이론적인 최대치의 80% 수준에 도달하고 있으므로 본 알고리즘에 의한 실질적인 성능도 상당하다고 판단됨

집합_3_num=56																									
일시/시간	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	일별 평균
1	0.0013	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0046	0.0093	0.0497	0.0551	0.025	0.0528	0.0221	0.0325	0.0245	0.017	0.0337	0.0071	0.0176	0.1897	0.0581	0.0002	0.0006	0.0254
2	0.0016	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0113	0.0116	0.0039	0.0683	0.0357	0.037	0.0108	0.0019	0.0257	0.0267	0.0177	0.0104	0.0099	0.0096	0.0177	0.0343	0.0161	0.0149
3	0.0012	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0049	0.0051	0.0017	0.0493	0.018	0.0406	0.0726	0.1703	0.121	0.0269	0.0431	0.0121	0.01	0.0079	0.0161	0.0445	0.0199	0.0281
4	0.0012	0.0014	0.0014	0.0014	0.0013	0.0013	0.0014	0.0096	0.0477	0.0916	0.0178	0.0034	0.0057	0.021	0.0587	0.0297	0.0267	0.0223	0.009	0.0082	0.0083	0.0304	0.0194	0.0201	0.0183
5	0.0012	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0077	0.0135	0.0181	0.0612	0.0296	0.0263	0.0121	0.0974	0.1299	0.0383	0.0137	0.0105	0.0107	0.0086	0.0025	0.0518	0.02	0.0234
6	0.0012	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0013	0.0014	0.0104	0.017	0.02	0.0391	0.0025	0.0141	0.0091	0.037	0.0172	0.0182	0.0271	0.0102	0.0107	0.0097	0.0187	0.0365	0.0176	0.0135
7	0.0008	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0046	0.0017	0.0306	0.0118	0.0219	0.0011	0.0097	0.1358	0.0585	0.0258	0.0395	0.0093	0.0096	0.0089	0.0201	0.0393	0.0268	0.0193
8	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0015	0.0095	0.0314	0.0789	0.0168	0.018	0.0043	0.0438	0.1812	0.0515	0.0095	0.0282	0.0097	0.0097	0.0081	0.0339	0.0063	0.0039	0.0231
9	0.0018	0.0015	0.0014	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0097	0.0245	0.064	0.0031	0.012	0.0224	0.0249	0.0137	0.1192	0.0892	0.0392	0.0071	0.113	0.1604	0.161	0.008	0.0126	0.0373
10	0.0013	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0013	0.0014	0.0143	0.0402	0.0499	0.0221	0.0078	0.0051	0.0338	0.1725	0.0718	0.0416	0.0397	0.0108	0.0106	0.0099	0.0248	0.0236	0.0168	0.0252
11	0.0015	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.003	0.0347	0.0914	0.0246	0.0258	0.0134	0.0271	0.0152	0.0261	0.0254	0.0369	0.0121	0.0116	0.0097	0.0324	0.0128	0.0163	0.0179
12	0.0014	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0011	0.0035	0.0223	0.0532	0.064	0.0483	0.0281	0.0056	0.0044	0.0385	0.0393	0.1354	0.0172	0.0389	0.0116	0.0103	0.0029	0.0223
13	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0019	0.0106	0.0064	0.0169	0.0846	0.0614	0.068	0.0479	0.0015	0.0241	0.0291	0.0169	0.0228	0.0285	0.0338	0.0423	0.0205	0.0018	0.022
14	0.0013	0.0015	0.0015	0.0015	0.0014	0.0015	0.0017	0.0074	0.0048	0.0383	0.1099	0.0823	0.0988	0.1468	0.1178	0.073	0.0663	0.0133	0.0037	0.002	0.0337	0.0689	0.0168	0.0024	0.0374
15	0.002	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0017	0.0044	0.0635	0.0613	0.0771	0.0009	0.0192	0.0063	0.0575	0.1074	0.1507	0.0019	0.0123	0.0133	0.01	0.0361	0.031	0.0117	0.0282
16	0.0014	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0015	0.0023	0.0163	0.008	0.0651	0.0705	0.0478	0.0496	0.0676	0.1191	0.0004	0.0537	0.0542	0.0149	0.0148	0.012	0.0258	0.0136	0.0092	0.0272
17	0.001	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0019	0.0145	0.0534	0.0421	0.0183	0.051	0.0385	0.0437	0.0729	0.0846	0.1462	0.0562	0.0449	0.2244	0.1641	0.033	0.0044	0.0119	0.0464
18	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0017	0.0075	0.0031	0.029	0.0571	0.0235	0.026	0.0554	0.0225	0.0077	0.0091	0.0361	0.0149	0.0158	0.011	0.0227	0.0043	0.0038	0.015
19	0.001	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.002	0.012	0.0417	0.0113	0.0717	0.0642	0.0924	0.1376	0.2363	0.0532	0.0078	0.0338	0.0131	0.0146	0.0097	0.0213	0.0069	0.0032	0.0351
20	0.0009	0.0016	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0019	0.0113	0.027	0.0089	0.0469	0.0237	0.0305	0.0179	0.0635	0.0562	0.0973	0.0571	0.0156	0.0143	0.0044	0.0263	0.0034	0.0072	0.0218
21	0.001	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0023	0.0162	0.0139	0.0194	0.0471	0.0077	0.0661	0.0784	0.1999	0.163	0.066	0.0125	0.0122	0.0112	0.0851	0.1262	0.0584	0.0021	0.0415
22	0.0013	0.0017	0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	0.0025	0.0065	0.0353	0.0702	0.0692	0.0858	0.0773	0.0841	0.0742	0.022	0.0117	0.0425	0.0113	0.0756	0.082	0.0091	0.0103	0.0029	0.0326
23	0.0014	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0015	0.0023	0.015	0.014	0.0052	0.0272	0.0035	0.0126	0.0134	0.0244	0.0065	0.0061	0.0383	0.0113	0.0053	0.021	0.0128	0.0125	0.0032	0.0102
24	0.0017	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.003	0.0292	0.1036	0.1999	0.1064	0.1513	0.1543	0.1487	0.1728	0.1264	0.1306	0.0673	0.0513	0.1061	0.0965	0.0761	0.0554	0.0183	0.0753
25	0.0014	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0023	0.0132	0.0229	0.0502	0.0052	0.0089	0.0101	0.0092	0.0008	0.0068	0.0012	0.0446	0.0253	0.1029	0.0238	0.0313	0.039	0.0019	0.017
26	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0024	0.0075	0.0565	0.0278	0.0497	0.0049	0.0256	0.0002	0.0034	0.0244	0.0463	0.0067	0.0107	0.0163	0.0117	0.0259	0.0034	0.0009	0.0139
27	0.002	0.0008	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0033	0.0022	0.0084	0.0156	0.0725	0.0439	0.059	0.0458	0.0055	0.0169	0.0133	0.0304	0.0139	0.0167	0.0119	0.0216	0.0036	0.0017	0.0164
28	0.0001	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0022	0.0114	0.0324	0.0159	0.0588	0.02	0.0116	0.031	0.198	0.2291	0.0772	0.042	0.0162	0.0318	0.0216	0.1346	0.0413	0.0058	0.0412
29	0.0015	0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0016	0.0037	0.0584	0.0884	0.1075	0.0756	0.0777	0.0966	0.2277	0.0495	0.0243	0.0282	0.0113	0.0134	0.0285	0.0383	0.0033	0.0053	0.0395
30	0.0212	0.0069	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0032	0.0288	0.0745	0.0796	0.0271	0.0143	0.0067	0.0381	0.2508	0.16	0.0653	0.0537	0.0131	0.013	0.0083	0.0224	0.0029	0.0055	0.0376
31	0.0015	0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0034	0.0088	0.0243	0.0312	0.0406	0.014	0.0281	0.0437	0.0094	0.015	0.0291	0.0117	0.0064	0.0123	0.0084	0.0184	0.0027	0.005	0.0134
시간별 평균	0.002	0.0017	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.002	0.0102	0.0288	0.0451	0.0506	0.0338	0.0395	0.046	0.0897	0.0615	0.0456	0.0332	0.0184	0.0313	0.037	0.0394	0.02	0.0089	0.0271

\* 빨간색: 오차 8% 초과, 노란색: 오차 6~8%

<그림 19> nMAE(집합 3)

## 2. 가장 좋은 결과 집합의 nMAE

### 3. 실제 구성된 데이터에서 다음과 같은 사실 확인

1) 24일의 예측력이 전반적으로 모두 떨어짐

- 이는 24일 발전소의 예측량 자체가 떨어져서 나타나는 문제로 판단되며, 어떤 집합을 구성하더라도 해당일의 정산금은 최대화할 수 없음

2) 평균적으로 13~14시의 예측력이 상당히 많이 떨어지는 것으로 관찰됨

- 이는 해당 시점에서 구성되는 집합에서 오차율이 크게 나타났음을 의미하며, 이는 예측모델의 성능 개선이 필요하다는 것을 나타냄

*따라서, 향후 모형 개발과정에서 해당 부분의 오차와 특정 시간대의 시계열적인 특성을 고려한 예측모델을 설계할 필요가 있다는 것을 의미함*



## 3. 시각화 결과

### 1. 네트워크 시각화 툴인 Gephi(0.10 버전)를 이용하여 도출된 결과의 전체 발전소 간 네트워크를 도식화 함

#### 1) 집합전력자원을 구성하는 134개의 방법을 시각적으로 표현함

- 노드의 크기는 **가중 연결정도(Weighed Degree)**가 큰 노드를 의미하며  
해당하는 노드들은 집합전력자원을 구성할 때 **'자주 선별'**됨을 의미함
- 즉, 크기가 큰 노드를 포함시키는 경우, **정산금을 최대화 함에 유리함**
- 노드의 색은 연결이 자주 나타난 발전소 군집을 의미하나, 해석상 큰 의미는 없음

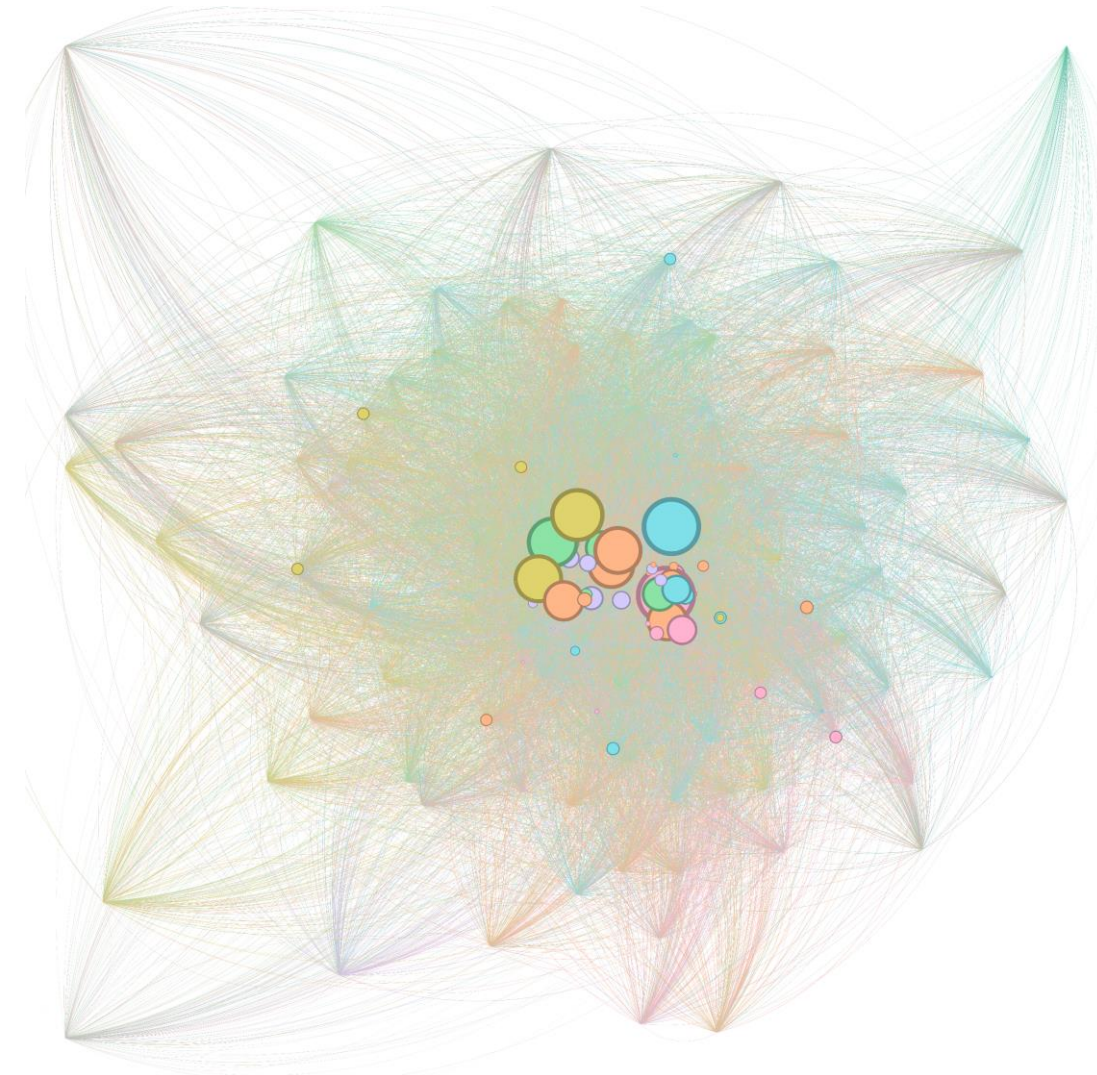
#### 2) 본 네트워크 분석을 통해 집합전력자원의 정산금을 최대화함에 있어

- 어떤 발전소를 포함시키는 것이 유리한지 파악할 수 있음
- 특히, 정산금을 최대화하는데 적당하지 않은 약한 연결의 발전소를 발견하여  
제외시킬 수 있음

#### 3) 노드의 크기가 매우 작고, 약한 연결만 존재하는 발전소의 경우,

- 동시 연결이 크게 선호되지 않음
- 이는 해당 발전소와 함께 집합을 구성했을 때 정산금을 상승시키는 경우가 거의 없음

**따라서, 실제 상황에서 해당 발전소를 제외하고 집합전력자원을 구성함으로써  
낮은 오차율을 산출하여 더 큰 정산금을 받을 수 있을 것으로 예상됨**



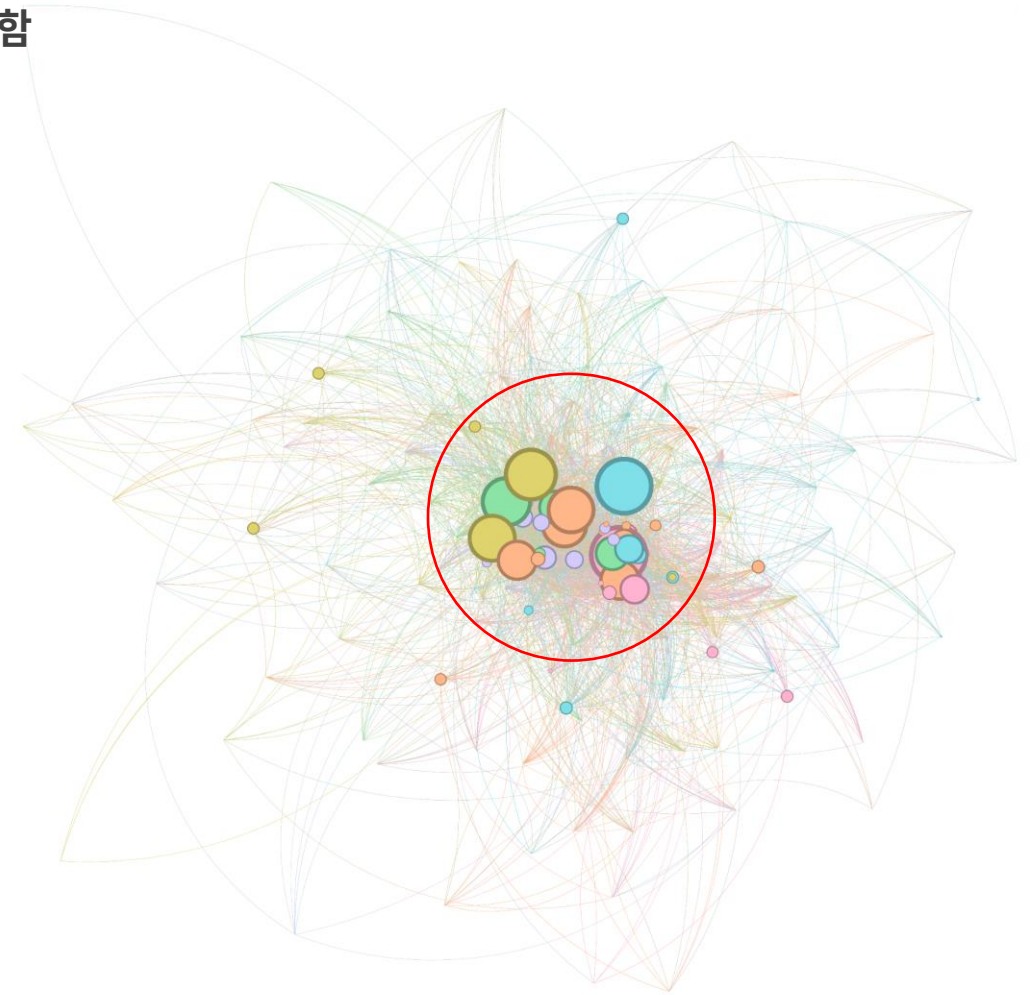
<그림 20> 발전소 간 네트워크(전체)

## 3. 시각화 결과

### 2. 도출된 결과에서 가중 연결정도가 매우 높은 발전소(노드) 간 네트워크를 도식화 함

1) 가중 연결정도가 매우 높은 발전소: S5044, N6006, B1782, N6002, B1783, B1729

2) 해당 노드들은 연결정도가 30 이상인 연결이 다수 존재하는 노드  
- 각각의 집합에 포함되었을 때 정산금을 상승시키는 경우가 많았음

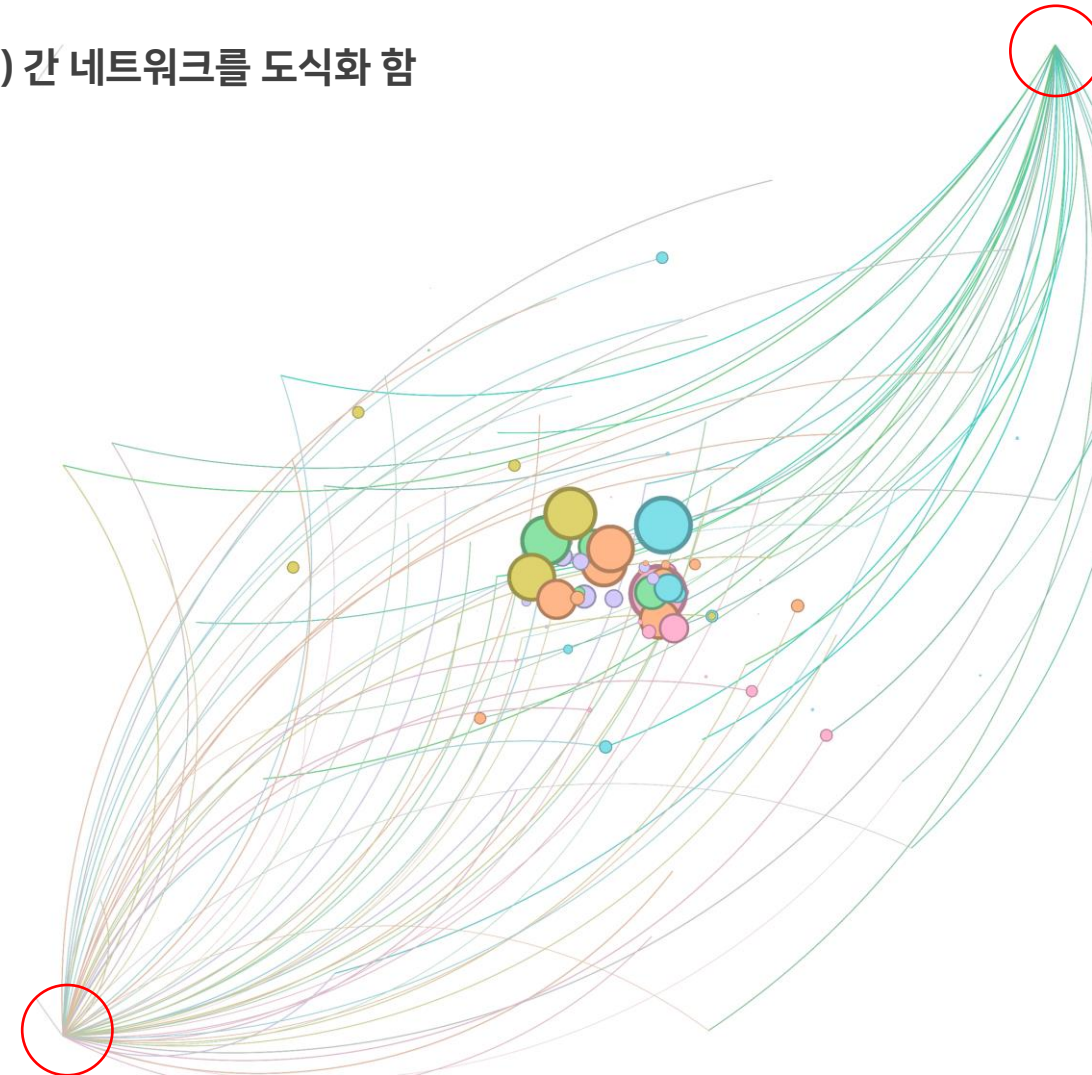


<그림 21> 발전소 간 네트워크(Weight ≥ 30)

## 3. 시각화 결과

### 3. 도출된 결과에서 가중 연결정도가 5 미만인 연결이 다수 존재하는 발전소(노드) 간 네트워크를 도식화 함

- 1) 가중 연결정도가 5 미만인 발전소: S5034, S5031, S5023
- 2) 해당 노드들은 연결 받는 경우가 거의 없는 노드
  - 각각의 집합에 포함되었을 때 정산금을 상승시키는 경우가 없었음



<그림 22> 발전소 간 네트워크(Weight < 5)



### 1. 태양광발전기 시장 확장

태양광발전 시장의 초기 설비비용, 주변환경 영향, 대규모 토지필요 등 다양한 문제로 소규모 발전시설이 많이 설치되는 실정

- 태양광 집합전력자원 구성 알고리즘은 전력중개사업자에게 더욱 효율적인 태양광 집합전력자원 구성을 제안
- 전력중개사업자의 업무부담 감소와 소규모 태양광발전기 소유주의 금전적 이익증가 등의 효과 기대
- 태양광발전기 시장 자체의 경제력 상승과 신규 태양광발전기의 시장 참여 등 경제적, 규모적 확장이 이루어질 수 있음

### 2. 가상발전소 활성화

소규모 태양광발전은 계통연계 부족과 환경의 영향으로 발전을 예측하기 어려운 문제점 보유

- 가상발전소(Virtual Power Plant)를 이용하여 물리적으로 분산된 에너지 자원을 통합하여 재생에너지의 불확실성을 최소화하고 전력계통을 안정화 함
- 예측발전량과 실제발전량의 오차를 줄이는 방향으로 구성된 본 연구의 알고리즘으로 구성된 발전소 집합은 가상발전소에 해당
- 본 연구에서 제안한 태양광 집합전력자원 구성 알고리즘에 따른 가상발전소의 활성화가 기대됨

### 3. 정부기관의 탄소중립 달성 기여

대한민국 정부기관은 'RE100', '제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획('23~'42)' 등 탄소중립 정책의 목표를 달성하기 위해 노력

- 이러한 목표달성을 위해서는 화석연료의 사용을 줄이고 대체에너지의 사용을 활성화해야 함
- 국내 에너지 시장은 화석연료나 원자력에 비해 낮은 기술력, 토지사용 문제, 사회적 기피 등의 이유로 시장 활성화가 어려운 상황
- 본 연구에서 제안한 태양광 집합전력자원 구성 알고리즘은 대체에너지의 활성화에 기여하고, 정부의 탄소중립 목표에 기여할 것으로 기대함

1. 강미영. (2023). 기상빅데이터를 활용한 신재생에너지 발전량 예측 모형 연구. *한국전자통신학회 논문지*, 18(1), 39-44.
2. 유재혁, 김상진, 장병훈, 우성민. (2022). 신재생에너지 예측시장 참여형 태양광 발전량 예측 모델 개발. *한국태양에너지학회 논문집*, 42(6), 1-13.
3. 유환욱, 김산, 위영민, 이재희. (2022). 재생에너지 발전량 예측제도를 고려한 ESS 연계형 태양광 발전의 발전량 입찰 계획 기법. *전기학회논문지*, 71(8), 1076-1083.
4. 이문석, 정건희. (2018). K-평균 알고리즘을 이용한 적설관측소 군집분석. *J. Korean Soc. Hazard Mitig*, 18(2), 55-62.
5. 전력거래소. 전력시장운영규칙(2023.7.1, 시행) 제14장 재생에너지 발전량 예측제도.
6. 전력거래소. 소규모전력중개시장의 운영에 관한 규칙 (21.12.23 시행) 제35조의3.
7. 정희원, 구본희, 차준민. (2016). 제주계통의 기온변화 민감도를 반영한 주말 전력수요예측. *전기학회논문지*, 65(5), 718-723.
8. 황민우, 하예림, 박상욱. (2023). 머신러닝 기반 수소 충전소 에너지 수요 예측 모델. *Journal of Korean Society for Internet Information*, 24(2).
9. 권선형. '정확한 발전량 예측으로 안정적 계통운영과 전력수요예측 실현한다,' 인더스트리 뉴스, Retrieved: February 7, 2022, Available: <https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=45105>.
10. 좌동철. '풍력발전 출력 제한 해소... 정부, 에너지저장장치 구축 추진,' 제주일보, Retrieved: January 30, 2023, Available: <https://www.jejunews.com/news/articleView.html?idxno=2200134>.



# 1. 분석 목표

## ✓ 주어진 169개의 발전소 리스트 중 가장 많은 정산금을 산정할 수 있는 집합전력자원 집단을 찾는 것

- 이를 위해 정산금 산정 방식에 관한 검토 필요
- 정산금: 발전기의 발전자원, 발전량, 시간대별 실제 전력발전량, 시간대별 예측발전량 등 다양한 변수의 복합적인 식으로 계산
- 집합전력의 주요자원: 태양력, 풍력(본 과제에서는 '태양력' 데이터만 제공)

## ✓ 본 과제에서 사용되는 주요변수

- 시간대별 설비이용률, 시간대별 예측오차율, 시간대별 정산단가, 정산금, 집합전력자원의 설비용량

$$1. \text{시간대별 설비이용률} = \frac{\text{유효 태양력 자원의 시간대별 전력거래량 합계}}{\text{유효 태양력 자원의 시간대별 설비용량 합계}} \quad (\text{이하 '유효 태양력 자원'은 생략하여 사용함})$$

\* 만약 시간대별 설비이용률이 10%를 넘지 못하면 SVF를 '0'으로 처리함(<참고 1>)

\* 만약 시간대별 설비이용률이 10%를 넘으면 SVF를 '1'로 처리함(<참고 1>)

## <참고 1> '전력시장운영규칙 전문(230630, 공고)'의 V. 예측제도 참여자에 대한 정산의 1. 가. ①항

$SVF_{i,t}$ : 거래일의 시간대별 대상자원 내 태양광 발전자원의 예측제도 유효성 플래그로써  $CFS_{i,t} \geq 10\%$  이면  $SVF_{i,t} = 1$ , 그렇지 않으면 0

## 2. 정산금 산정방식 검토

2. 시간대별 예측오차율 =
$$\frac{|(\text{전력거래소에 제출하는 시간대별 예측발전량} * SVF) - (\text{시간대별 전력거래량} * SVF)|}{\text{시간대별 설비용량 합계}}$$

\* SVF가 0이면(즉, 설비이용률이 10% 미만이면), 예측오차율은 0%로 처리됨(전력거래량도 '0'으로 처리되므로 정산금은 '0'원임)

### 3. 시간대별 정산단가

<표 11> 예측오차율에 따른 정산단가

정산단가 규칙		정산단가(원/kWh)
	시간대별 예측오차율 > 8%	0원/kWh
8% ≥	시간대별 예측오차율 > 6%	3원/kWh
6% ≥	시간대별 예측오차율	4원/kWh

\* 시간대별 예측오차율에 따라 시간대별 정산단가가 달라짐. 따라서, 같은 발전기, 같은 날짜임에도 시간대별로 정산단가가 달라질 수 있음

### 4. 정산금

- 시간대별 정산금 = (시간대별 전력거래량(*MW*) \* 시간대별 전산단가(원/*kWh*) \* 1000(*kW*/*MW*)

- 일별 정산금 =  $\sum_{H=0}^{23} H$  시간의 정산금

- 발전기 정산량 =  $\sum_{D=1}^{31} D$  일의 정산금

\* p. 33의 <참고 1> '전력 시장운영규칙 전문' 조항에 따라 일별 정산량은 시간대별 정산량을 모두 합한 것과 같음

## 2. 정산금 산정방식 검토(계속)

### 5. 집합전력자원의 설비용량

<표 12> 설비용량에 따른 발전기 명칭

발전기 명칭 조건	발전기 명칭
설비용량 > 20MW	대형발전기
20MW ≥ 설비용량 > 1MW	중형발전기
1MW ≥ 설비용량	소형발전기

\* 소규모전력중개시장의 운영에 관한 규칙 제35조의3항에 따라 본 과제에서는 설비용량에 따라 발전기를 **대형발전기, 중형발전기, 소형발전기**로 명명함(<참고 2>)

\* 기존의 법령에서는 집합전력자원을 '소형발전기' 만으로 구성, 개정된 법령(<참고 2>)에서는 '중형발전기'도 집합전력자원의 구성원으로 인정하면서 제한조건 설정

1) 총 집합전력자원의 설비용량 합계 > 20MW

2) **소형발전기의 설비용량 합계 ≥ 중형발전기의 설비용량 합계**

### <참고 2> 소규모전력중개시장의 운영에 관한 규칙 전문(2021년 12월 23일 시행)

제35조의3(설비용량별 구성) ① 중개사업자가 기보유 중인 전체 대상자원, 등록시험 신청자원 및 등록시험중 자원 내의 1MW 초과 20MW 이하인 주요자원 용량의 총합이 1MW 이하인 주요자원 용량의 총합보다 작거나 같아야 한다.

② 중개사업자가 신규 예측형 집합전력자원을 구성하려 할 경우, 기보유 중인 전체 대상자원, 등록시험 신청자원, 등록시험중 자원 및 신규 예측형 집합전력자원 내의 1MW 초과 20MW 이하인 주요자원 용량의 총합이 1MW 이하인 주요자원 용량의 총합보다 작거나 같아야 한다.

## 2. 정산금 산정방식 검토(계속)

### 6. 변수와 조건에 따른 정산금 산출 예시

1) 설비용량 제한 조건의 예시

<표 13> 설비용량 조건 만족 예시

집합전력 그룹	총 설비용량	중형발전기 용량 합계	소형발전기 용량 합계	조건 만족 여부
A 그룹	30MW	20MW	10MW	불만족
B 그룹	21MW	9MW	12MW	만족

2) 시간대별 정산금 산정의 예시

<표 14> 정산금 산정 성공/실패 예시

설비용량	구분	0시	4시	8시	12시	16시	20시
30MW	예측발전량	1MW	4MW	7MW	20MW	18MW	16MW
	실제발전량	0MW	2MW	8MW	23MW	17MW	14MW
	설비이용률	0%	6.66%	26.66%	76.66%	56.66%	46.66%
	예측오차율	0%	0%	3.33%	10%	3.33%	6.66%
	정산단가	4원/kWh	4원/kWh	4원/kWh	0원/kWh	4원/kWh	3원/kWh
	인정거래량	0MW	0MW	8MW	23MW	17MW	14MW
	최종정산금	0원	0원	32,000원	0원	64,000원	42,000원
	성공/실패	실패	실패	성공	실패	성공	성공

# 1. 차이 보정

## ✓ 집합전력자원의 실제 규정과 공모전에 제공된 데이터 간에 약간의 차이가 존재함

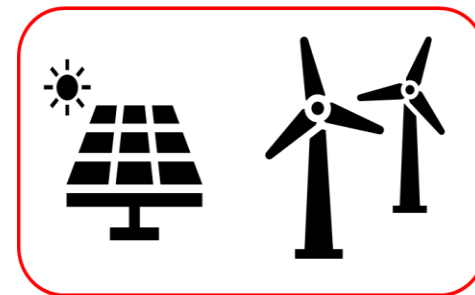
- 알고리즘의 로직을 설계하기 전, 예측제도 정산과 관련하여 실제 적용규칙을 세밀하게 분석하고, 데이터를 어떻게 다룰지에 관해 결정하고자 함

## 1. 주요자원을 태양광으로 한정

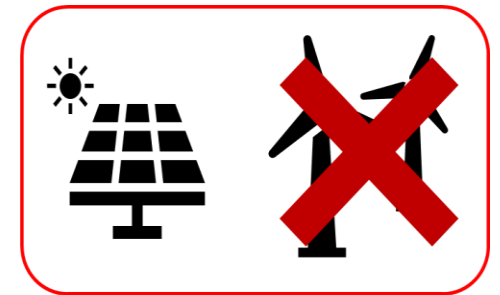
재생에너지 발전량 예측제도(2020년 10월 1일 신설)의 “예측제도 참여자에 대한 정산”의 “대상자원 전력거래량에 대한 정산” 항목에서 집합전력자원의 주요자원에 대한 규정은 다음과 같다.

*“가. 주요자원(태양광·풍력을 발전원으로 하며 20MW를 초과하는 개별발전기 또는 태양광·풍력을 발전원으로 하는 소규모재생전력자원이 20MW를 초과하도록 구성된 예측형 집합전력자원) <개정 2021.9.18.>”*

- 본 과제에서는 태양광 발전원에 대한 정보만을 제공하여 풍력 발전원은 고려되지 않았음
- 따라서, 본 알고리즘 로직에서는 태양광 단일 발전원만 고려하고자 함



실제 법령



본 과제

<그림 23> 주요자원의 적용

# 1. 차이 보정(계속)

## 2. 발전기 설비이용률에 따른 예측제도 유효플래그 규정

- 집합전력자원의 전력거래량을 알기 위해 각 발전원의 전력거래량, 집합전력자원의 총 설비용량, 시간별 전력거래량에 대한 정보가 필요함
- 주요자원의 거래시간대별 전력거래량을 구하는 공식은 다음과 같음

<표 15> 실제 집합전력자원의 전력거래량 산정규칙

$MGOM_{i,t} = (MGOS_{i,t} * SVF_{i,t}) + (MGOW_{i,t} * WVF_{i,t}), CFS_{i,t} = \frac{MGOS_{i,t}}{ICS_{i,t}} * 100(\%), CFW_{i,t} = \frac{MGOW_{i,t}}{ICW_{i,t}} * 100(\%)$	
$MGOM_{i,t}$	예측제도 대상자원의 거래시간대별 전력거래량
$MGOS_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 태양광 발전자원의 거래시간대별 전력거래량
$SVF_{i,t}$	거래일의 시간대별 대상자원 중 태양광 발전자원의 예측제도 유효성 플래그 $CFS_{i,t} \geq 10\%$ 이면 $SVF_{i,t} = 1$ , 그렇지 않으면 0
$MGOW_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 풍력 발전자원의 거래시간대별 전력거래량
$WVF_{i,t}$	거래일의 시간대별 대상자원 중 풍력 발전자원의 예측제도 유효성 플래그 $CFW_{i,t} \geq 10\%$ 이면 $SVF_{i,t} = 1$ , 그렇지 않으면 0
$CFS_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 태양광 발전자원의 시간대별 설비이용률
$ICS_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 태양광 시간대별 설비용량
$CFW_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 풍력 발전자원의 시간대별 설비이용률
$ICW_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 풍력 시간대별 설비용량

# 1. 차이 보정(계속)

## 2. 발전기 설비이용률에 따른 예측제도 유효플래그 규정(계속)

- 단, 예측형 집합전력자원( $CFS_{i,t}$ ,  $CFW_{i,t}$ )의 경우, 소속된 소규모 재생전력자원 중 해당 시간대의 유효한 발전자원의 합으로 표시함
- **본 공모전에서 주어진 데이터는 태양광 발전원 뿐**이므로, 이러한 조건을 모두 고려하여 알고리즘 로직에 적용한 수식은 다음과 같음

<표 16> 알고리즘에 적용된 집합전력자원의 전력거래량 산정규칙

$MGOM_{i,t} = MGOS_{i,t} * SVF_{i,t}, CFS_{i,t} = \frac{MGOS_{i,t}}{ICS} * 100(\%)$	
$MGOM_{i,t}$	예측제도 대상자원의 거래시간대별 전력거래량
$MGOS_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 태양광 발전자원의 거래시간대별 전력거래량
$SVF_{i,t}$	거래일의 시간대별 대상자원 중 태양광 발전자원의 예측제도 유효성 플래그 $CFS_{i,t} \geq 10\%$ 이면 $SVF_{i,t} = 1$ , 그렇지 않으면 0
$ICS$	집합전력자원 설비용량의 합

# 1. 차이 보정(계속)

## 3. 예측오차율 산정규칙의 차이점

- 시간대별 예측오차율은 집합전력의 정산금 산정에 매우 중요한 변수임
- 공모전에서 주어진 데이터와 실제 시간대별 예측오차율 구하는 규칙 사이에 차이가 있음
- 실제 시간대별 예측오차율 구하는 수식은 다음과 같음

<표 17> 실제 예측오차율 산정규칙

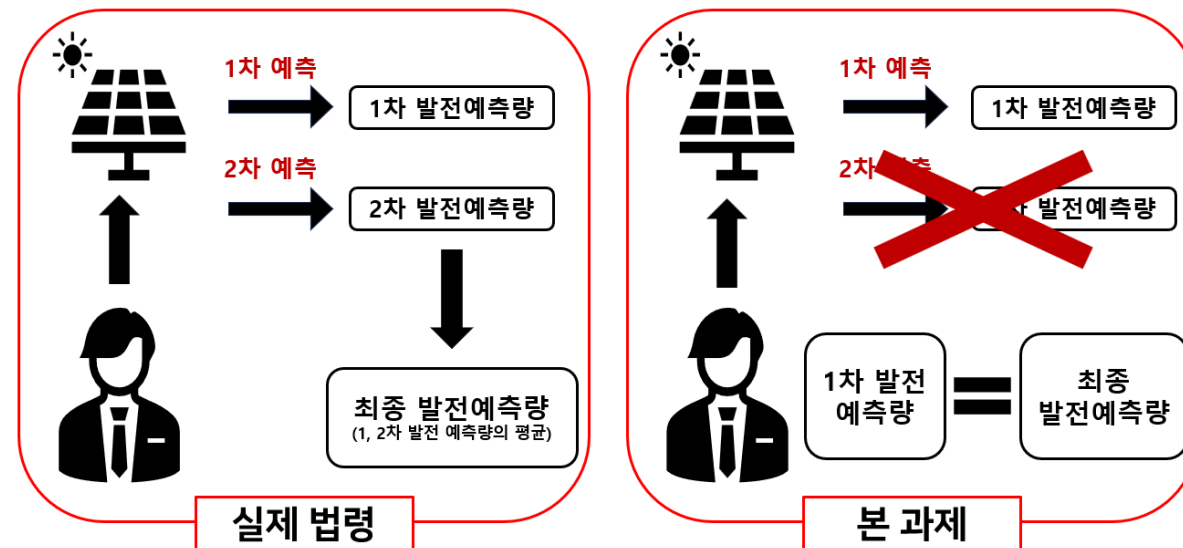
$FER_{i,t} = \frac{\sum_{k=1}^n FER_{i,k,t}}{n}, n = 2, FER_{i,n,t} = \frac{ (FGM_{i,n,t} + FGA_{i,n,t}) - (MGOM_{i,n,t} + MGOA_{i,n,t}) }{ICM_{i,t}} * 100(\%), n = 2$	
$FER_{i,t}$	예측제도 대상자원의 시간대별 평균 예측오차율
$FER_{i,n,t}$	예측제도 대상자원에 대해 n차로 제출된 예측발전량으로 산정된 시간대별 예측오차율
$FGM_{i,n,t}$	예측제도 대상자원 중 주요자원의 거래시간대별 예측전력량
$FGA_{i,n,t}$	예측제도 대상자원 중 보조자원의 거래시간대별 예측전력량
$MGOM_{i,n,t}$	예측제도 대상자원 중 주요자원의 거래시간대별 전력거래량
$MGOA_{i,n,t}$	예측제도 대상자원 중 보조자원의 거래시간대별 전력거래량
$ICM_{i,t}$	예측제도 대상자원 중 주요자원에 대한 시간대별 유효 설비용량



# 1. 차이 보정(계속)

## 3. 예측오차율 산정규칙의 차이점(계속)

- 이 수식은 법률상 두 번( $n = 2$ )의 예측을 제공하게 되어 있지만, 본 과제에서는 한 번( $n = 1$ )만 제시
- 태양광 발전원만 주요자원으로 고려
- 이러한 조건을 고려하여 알고리즘 로직에 적용한 수식은 다음과 같음



<그림 24> 예측오차율 산정규칙의 차이점

<표 18> 알고리즘 로직에 적용한 예측오차율 산정규칙

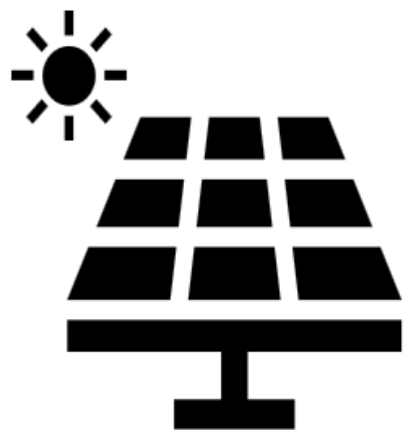
$FER_{i,t} = \frac{ FGM_{i,t} - MGOS_{i,t} }{ICS} * 100(\%)$	
$FER_{i,t}$	집합전력자원의 시간대별 예측오차율
$FGM_{i,t}$	집합전력자원의 거래시간대별 예측전력량
$MGOS_{i,t}$	집합전력자원의 거래시간대별 전력거래량
$ICS$	집합전력자원 설비용량의 합

# 1. 차이 보정(계속)

## 4. 집합전력자원의 설비용량별 구성조건

재생에너지 발전량 예측제도(2020년 10월 1일 신설)의 제35조의3의 1항에서 명시하는 집합전력자원의 설비용량별 구성조건은 다음과 같다.

*“제35조의3(설비용량별 구성) ① 중개사업자가 기보유 중인 전체 대상자원, 등록시험 신청자원 및 등록시험중 자원 내의 1MW 초과 20MW 이하인 주요자원 용량의 총합이 1MW 이하인 주요자원 용량의 총합보다 작거나 같아야 한다.”*



중형발전소

설비용량  
1MW 초과  
20MW 이하



소형발전소

설비용량  
1MW 이하

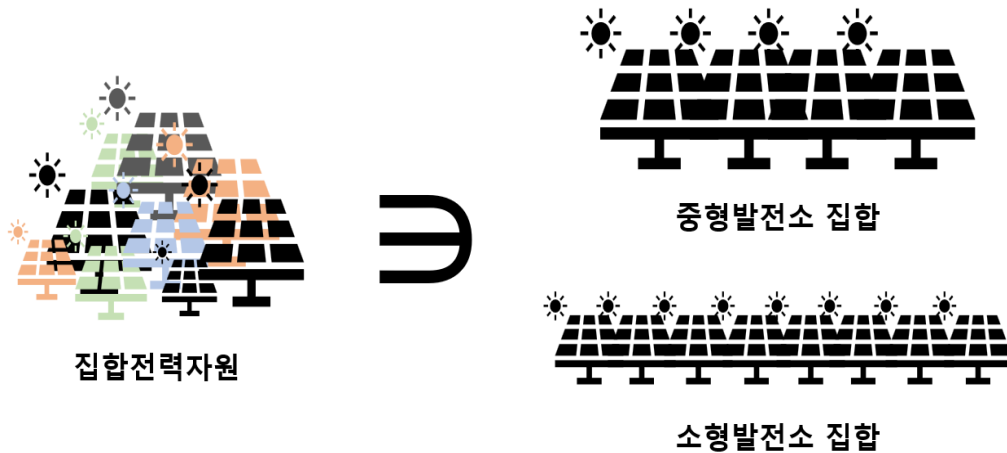
<그림 25> 집합전력자원의 설비용량별 구성조건 1

# 1. 차이 보정(계속)

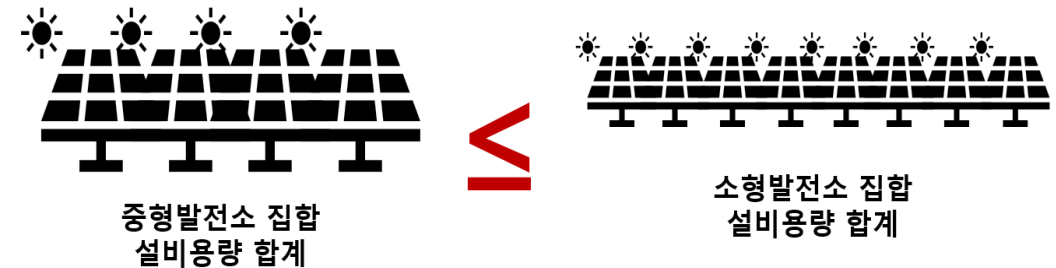
## 4. 집합전력자원의 설비용량별 구성조건

- 즉, 다음의 두 조건을 만족해야 함

- ① 집합전력자원의 설비용량은 20MW를 초과(<그림 26> 참조)
- ② 1MW 초과 20MW 이하인 주요자원 용량의 총합이 1MW 이하인 주요자원 용량의 총합보다 작거나 같아야 함(<그림 27> 참조)



<그림 26> 집합전력자원의 설비용량별 구성조건 2



<그림 27> 집합전력자원의 설비용량별 구성조건 3

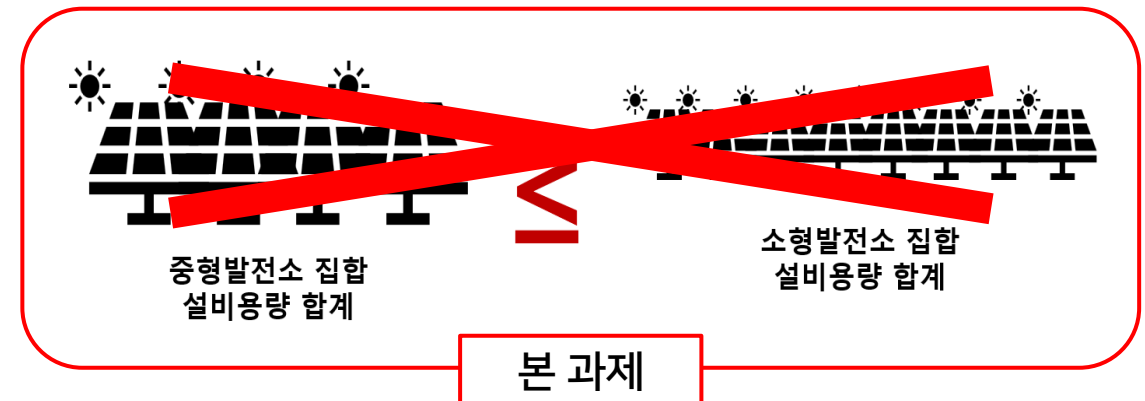
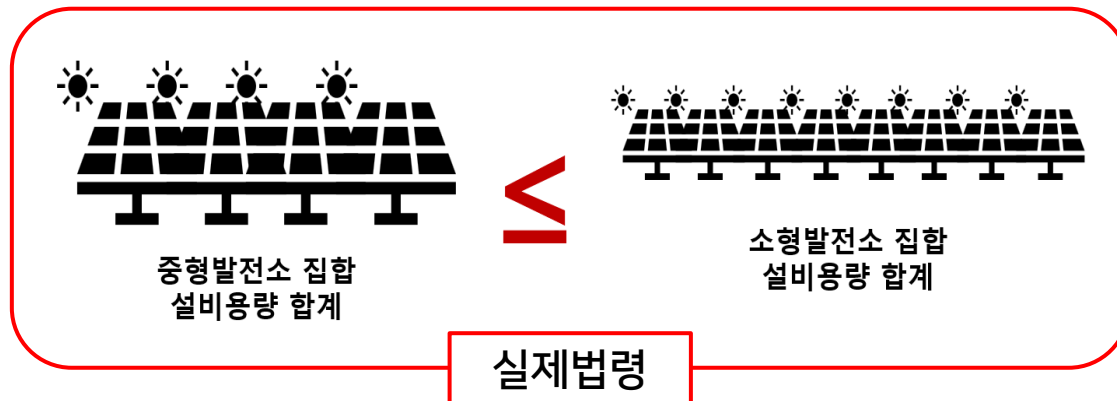
# 1. 차이 보정(계속)

## 4. 집합전력자원의 설비용량별 구성조건

- 그러나, 실제 주어진 데이터는 <표 19>와 같음
- 이로 인해 어떠한 조합으로 나누어도 ③ 이 ④ 보다 큰 발전소의 집합이 존재하게 됨
- \* 해당 조항은 공모전 과제에는 명시되지 않은 규칙이므로 알고리즘 로직에서 고려하지 않았음

<표 19> 주어진 데이터의 실제 현황

발전설비용량	주요자원의 총합(MW)
20MW ≥ 설비용량 > 1MW	112.256 ③
1MW ≥ 설비용량	85.543 ④



<그림 28> 집합전력자원 설비용량별 구성조건 차이점

## 2. 적용규칙 확정

### 5. 알고리즘 로직에 적용되는 규칙

앞서 설명한 집합전력자원의 실제 규정을 바탕으로 본 과제의 알고리즘 로직에 적용되는 규칙을 정리하면 다음과 같음

- 1) 모든 집합전력자원의 설비용량은 **20MW 이상**이어야 함
- 2) 모든 계산은 “특정 일자/특정 시간대” 단위로 이뤄지므로 예측오차율과 유효성 플래그는 “**특정 일자/특정 시간대**” 마다 산정되고 수식에 적용됨
- 3) 집합전력자원의 설비용량은 **모든 발전소에 포함된 설비용량의 총합**임
  - 예를 들어, 발전기 A와 B가 동일한 집합전력자원의 발전기라고 가정하면,  
A = 12시 실제발전량 30kW, 설비용량 400kW  
B = 12시 실제발전량 70kW, 설비용량 350kW
  - 발전기 A의 실제발전량: 유효성 플래그 만족하지 못함(설비이용률 10% 미만)
  - 집합전력자원 A + B 로 구성: 총 생산량 100kW, 총 설비용량 750kW로 유효성 플래그 만족함(설비이용률 10% 초과)
- 4) “중형 발전소 설비용량 총합 ≤ 소형발전소 설비용량 총합” **조건을 무시**하고 집합전력자원의 조합을 찾아야 함

# Thank You