

# REC 가격예측 분석

2018. 01. 11

발표자: 김주철

# 목 차

- 연구 배경
- 연구 목적
- 연구 방법
- 데이터 수집
- 탐색적 자료분석
- 모델링
- 한계점/보완점

# 연구 배경

## 탈원전 시대

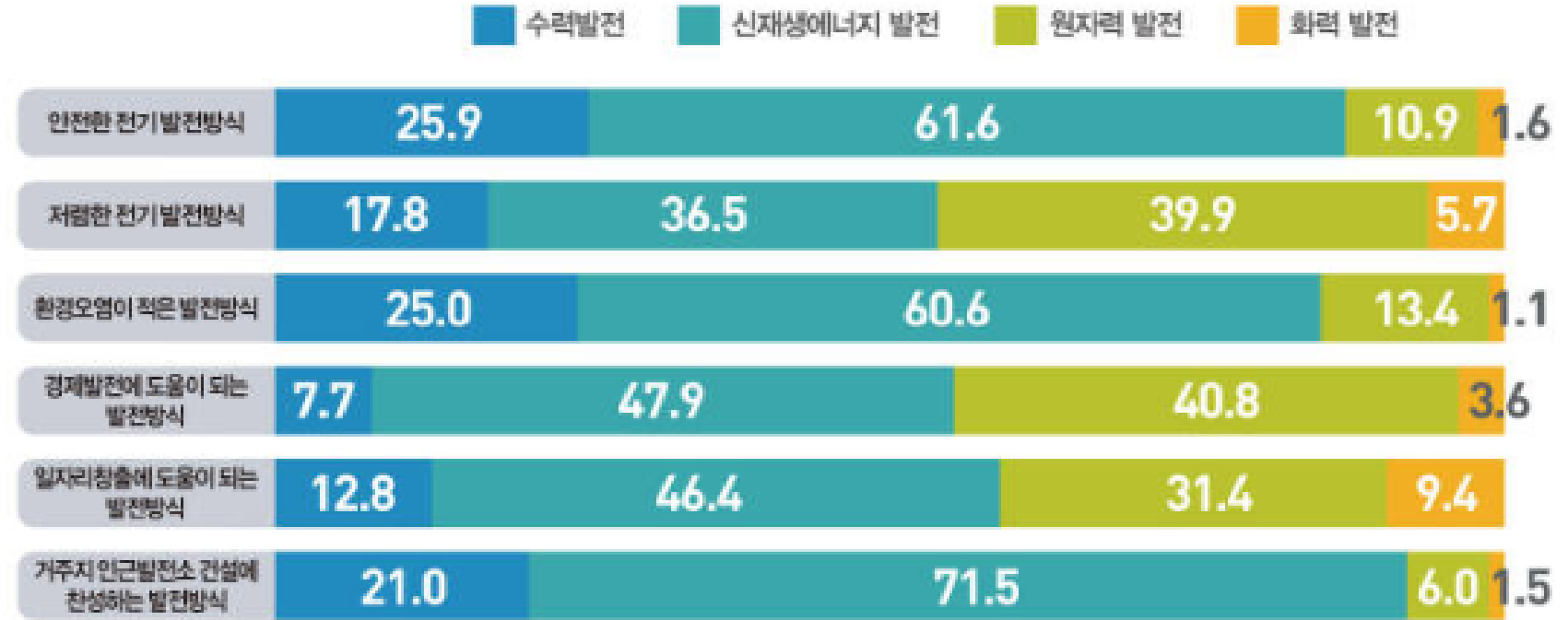
이탈리아, 벨기에 등에 이어  
독일(2022년) 대만(2025년)이  
탈원전 시대를 차례로 시작합니다  
우리는 이르면 2079년입니다

\* 대만은 정기점검으로 잠시 중단했던 원전 3기를 재가동했으나 25년 폐쇄 예정  
\* 대만은 11.3조원을 투입, 97.8% 건설됐던 제4기 원전 2호기를 2014년 건설중단



- 발전원별 전력거래량 비중  
석탄 40.6% 원자력 30.3%
- 석탄 발전은 미세먼지 증가의 주범
- 원자력 발전은 환경 재앙의 위험 존재

# 연구 배경



- “파리 협정을 계기로 화석연료의 종언이 분명해지고 있는 가운데, **신재생에너지**가 온실감축을 위한 핵심적인 수단으로 각광받고 있다. 국내 **신재생에너지** 목표를 2030년까지 전체 발전량의 20% 수준까지 높일 경우, **에너지 안보 강화, 온실가스 감축, 지역경제 활성화** 등 다양한 효과를 기대할 수 있다.”

- 이상훈 박사(녹색에너지전략연구소) -

# 연구 배경

신·재생에너지센터 공고 제2017-7호

산업통상자원부 고시 제2017-2호 「신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침」(이하 “지침”) 및 신·재생에너지센터 공고 제2017-6호 「공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙」(이하 “규칙”)에 의거하여 고정가격계약 경쟁입찰을 아래와 같이 공고합니다.

2017. 3. 28.

신·재생에너지센터 소장

신·재생에너지공급의무화(RPS)제도  
‘17년 상반기 고정가격계약 경쟁입찰 공고



## 고정가격계약 경쟁입찰 참여 유의사항

- 고정가격계약 경쟁입찰에 참여하고자 하는 사업자(이하 “입찰자”)는 서류 제출 전에 본 공고 사항 및 지침, 규칙 등 관련법령을 숙지하고 이를 준수 하여야 합니다.
- 입찰자는 입찰, 선정, 계약체결 또는 계약이행 등의 과정에서 공정한 질서를 저해하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 안됩니다.
  1. 금품·향응 등의 공여·약속 또는 공여의 의사를 표시하는 행위
  2. 입찰가격의 사전 협의 또는 특정인의 선정을 위한 담합 등 공정한 경쟁을 방해하는 행위
  3. 공정한 직무수행을 방해하는 알선·청탁을 통하여 선정 또는 계약과 관련된 특정 정보의 제공을 요구하는 행위
  4. 그 밖에 입찰, 선정 및 계약체결 등 과정에서 공정한 경쟁을 저해하는 행위
- 입찰자는 SMP(전력거래가격)와 REC(공급인증서)가격의 합으로 구성된 입찰가격 및 계약방식, 발전사업의 적정수익구조를 이해하고, 입찰 참여에 필요한 정보를 충분히 숙지하여 입찰자 본인의 책임하에 관련 서류를 작성 제출하여야 합니다.
- 고정가격계약 경쟁입찰 선정결과에 대한 본인 정보 이외의 세부 정보는 공개하지 않으며, 제출한 서류는 일체 반환하지 않습니다.
- ※ 제공된 사업내역서 및 온라인 입찰 참여서의 입찰가격 오기, 제출 서류의 미비 및 누락 등은 탈락사유가 될 수 있으며, 본인의 귀책사유에 해당하여 이로 인한 불이익에 대해서는 이의를 제기할 수 없습니다.

- 한국에너지공단은 태양광 발전사업자들에게 전력판매가격(SMP) 변동에 따른 **가격 안정성**을 확보하고, **안정적인 투자환경**을 제공받을 수 있도록 올해 고정가격계약 입찰제도 도입

## REC 장기고정가격 입찰제도

- 태양광·풍력 사업자들이 전력판매가격(SMP)과 신재생 에너지공급인증서(REC)를 합산한 고정가격으로 발전사업자와 장기계약을 체결하도록 의무화하는 제도

#계약기간 20년 #연2회 입찰 #저가낙찰방식  
#SMP+REC 합산가격으로 입찰

# 연구 목적

## [이슈분석] 태양광입찰 경쟁률 역대 최저 전망

기대치보다 낮은 상한가, 물가상승 고려 시 수익매력↓  
소규모업자 참여 저조...상한가 책정방식 공개 여론 확대

## 상반기 태양광 입찰 경쟁률 역대 최저

발행일 : 2017.05.21



## [이슈분석] 'SMP+REC' 입찰제 손질 불가피

상반기 태양광입찰, 소규모 사업부문 미달로 역대 최저 경쟁률  
20년으로 다소 긴 사업기간 대비 낮은 상한가 책정이 미달 원인

### 목 적

- 고정가격계약 경쟁입찰 시장의 **합리적 상한가 산출**로 안정적인 수급체계 마련 시급
- 합리적 상한가 산출을 위해 **REC 가격 변동**을 가장 잘 예측할 수 있는 **모형** 구축

- 기대치보다 **낮은 입찰가**, 20년이라는 **긴 계약기간**으로 사업자들로부터 외면
- 사업자들은 **현물거래 시장**으로 이탈
- 신재생에너지 시장 안정화를 통해 **에너지 공급 안전망**을 구축하려 했던 **정부는 난처한 입장에** 처함

# 연구 방법

## 변수 탐색

### 신재생 에너지 발전 투자요인

GDP

1인당 에너지 소비량

에너지 수입 의존도

원자력 규모

원유 가격

발전시설 용량·거래량

### REC가격 연관 요인

발전원별 원가

전력시장 가격(SMP)

신재생에너지 가격

물가지수

전기요금 단가

GDP

날씨 변수

### 변 수

일시·장소

정책의 변화 유무

현 시점 전 체결수량

전력시장 가격(SMP)

물가지수·물가지수 상승률

원유가격

연속형 날씨변수

비연속형 날씨변수

Carley(2009), Marques et al(2010, 2011)  
Romano et al(2011), 김태은(2011)  
김다은 외(2014)

# 연구 방법

## 변수 설명

변수	설명	출처
일시·장소	날짜, 매년의 마지막 달(12월), type[육지(in)/제주(out)]	신재생 에너지 센터
정책의 변화 유무	-	신재생 에너지 센터
현 시점 전 체결수량	예측하는 시점에서 예측할 REC 거래에 대한 체결수량을 모르기 때문에 한 시점 전 체결수량을 사용	신재생 에너지 센터
전력시장 가격[SMP]	-	전력통계정보시스템
물가지수·물가지수 상승률	생활물가지수, 식품, 식품이외, 전월세, 전월세 포함 생활물가지수	서울 열린데이터 광장
원유가격	Dubai, Brent, WTI	한국석유공사
연속형 날씨변수	전남 최저온도, 최고온도, 강수량, 적설량	케이웨더
비연속형 날씨변수	전남 비, 눈, 구름 등 날씨	케이웨더



# 데이터 수집

한국에너지공단  
신·재생에너지센터

홈 | 로그인 | 회원가입 | 사이트맵 | 신·재생에너지센터 소개

신·재생에너지소개 | 사업안내 | 맞춤서비스 | 고객센터 | 자료실 | 경제성분석 바로가기

본문 바로가기 | 글자크기 | 인쇄

통합검색 검색어를 입력하세요.

정보공개 | 공사소개 | 사업소개 | 열린경영 | 사이버홍보실 | 고객참여 | 인재개발센터

보도자료 | 입찰정보

다시 뜨는 하구선운공사

전력거래소  
KNOX KOREA POWER EXCHANGE

검색어를 입력하세요

정보공개 | 열린경영 | KPX소개 | 주요사업 | 고객과 KPX

전력거래소는  
공정하고 투명한 전력시장 운영을 통해  
Total Weather Service Provider  
Kweather

이 광고 신고 이 광고가 표시된 이유

로그인 | 회원가입 | ID/PW 찾기 | 비밀번호 찾기

케이웨더 예보 | 기상청 정보 | 대기오염 정보 | 재해기상 | 미디어 | 커뮤니티 | 웨더샵 | 개축장비 | 날씨서비스

라이프스타일 예보 | 기상속보/통보 | 날씨 영상 | 테마날씨 | 골프장 날씨 | 생활날씨 | 세계날씨

케이웨더 예보 | 기상청 예보 | 현재날씨 | 미세먼지예보

11일(목)

강원영동 -16/-6 | 강원영남 -11/-2 | 충청북도 -12/-5 | 충청남도 -11/-6 | 경상북도 -9/-3 | 경상남도 -6/-0 | 제주도 -6/-0

서울/경기 -14/-7 | 충청북도 -12/-5 | 충청남도 -11/-6 | 경상북도 -9/-3 | 경상남도 -6/-0 | 제주도 -6/-0

서해5도 -10/-7

날씨 방송 온케이웨더

2018.01.11(목) 10시 | 2018.01.11(목) 07시 | 2018.01.10(수) 22시

11월 11일(목) 전국 대기질 '청정'...한파·폭설 주의!

공기 측정기

EPSIS 전력통계정보시스템  
Electric Power Statistics Information System

주요지표 | 전력설비 | 발전설비 | 발전실적 | 전력시장 | 판매 | 기타통계 | 자료실

주요통계

- 전력수급(실시간)
- 전력수급(전월)
- 발전설비용량
- SMP
- 시장참여설비용량
- 전력거래량
- 전력거래금액

전력수급 2018-01-11

전력수급 (MW)

90,000  
80,000  
70,000  
60,000  
50,000

00 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

어제 오늘

알림판

월별 가중평균 SMP는 신재생 이용하시기 바랍니다. 여기를

최신 입력 자료

- 북한전력지표 2015
- 발전량 2015
- 발전설비용량 2015
- 상용저장설비 2015

자주찾는 페이지

- 발전실적>전력수급>매일전력수급
- 전력설비>발전설비>전월별
- 주요지표>경제지표
- 발전실적>발전량>전월별

서울특별시 Let Everyone Shine

서울열린데이터광장

데이터 사용하기 | 데이터 즐기기 | 데이터 참여소통

데이터 활용 | 데이터 분류

열린데이터광장에서 무엇을 하시겠습니까?

서울시(본청·사업소), 투자출연기관 및 자치구가 개방한 데이터를 검색할 수 있습니다.

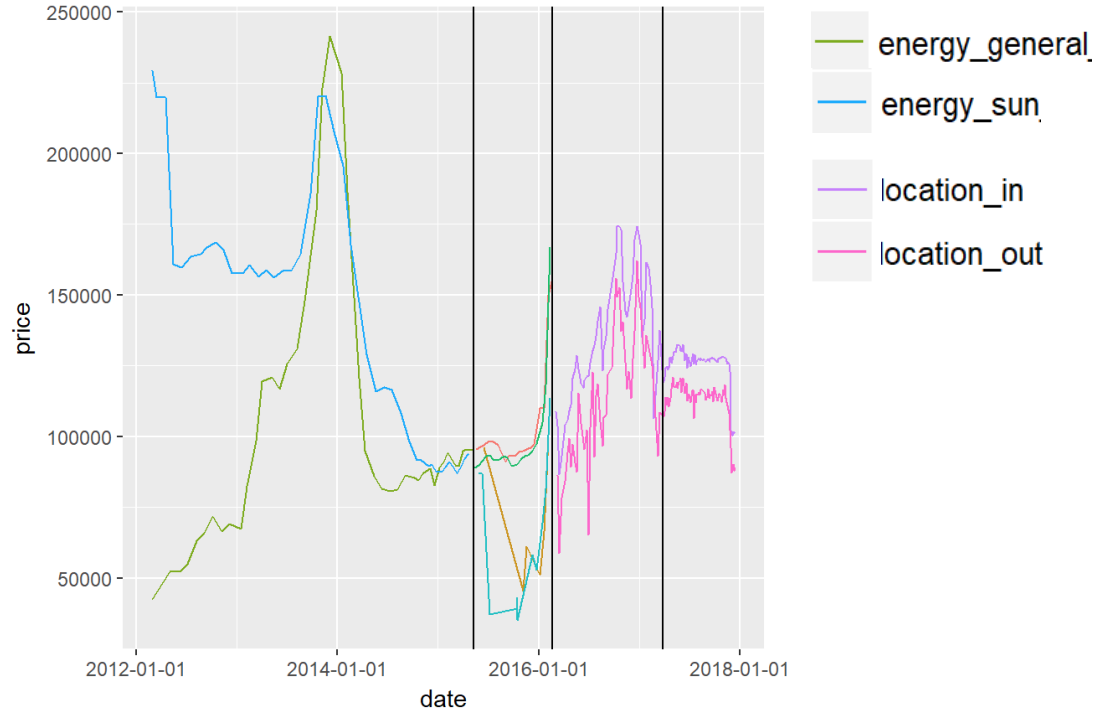
보건 | 일반행정 | 문화관광 | 산업/경제 | 복지 | 환경 | 교통 | 도시관리 | 교육 | 안전 | 인구/가구 | 주택/건설

공지사항 | 데이터 리스트

인기데이터 | 최신데이터 | 최근 본 데이터

# 탐색적 자료 분석(EDA)

REC 가격



## 정책 변화

date	energy	location
2012.02.28~2015.05.08	General/Sun	Total
2015.05.13~2016.02.17	General/Sun	In/Out
2016.03.04~2017.11.28	Total	In/Out

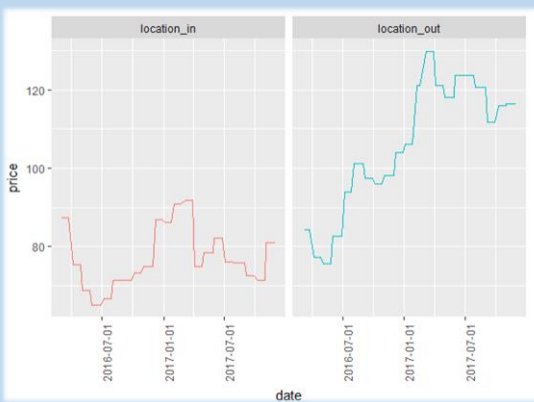
구 분	2016년	2017년
일시·장소	REC 가격 입찰	REC + SMP 합산 가격 입찰
계약 기간	12년	20년

# 탐색적 자료 분석(EDA)

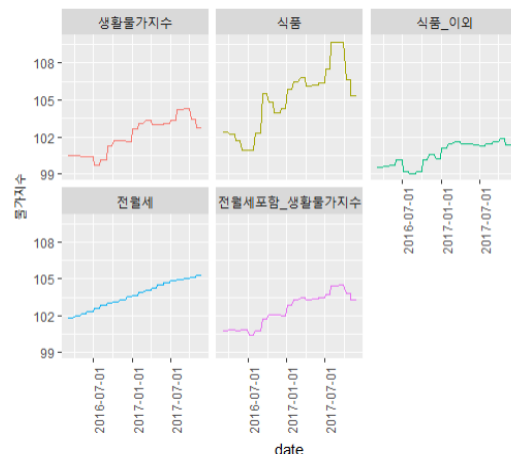
## Type별 REC 가격 추이



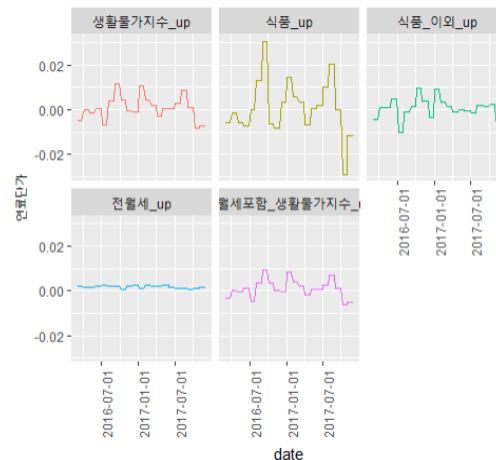
## Type별 SMP 가격 추이



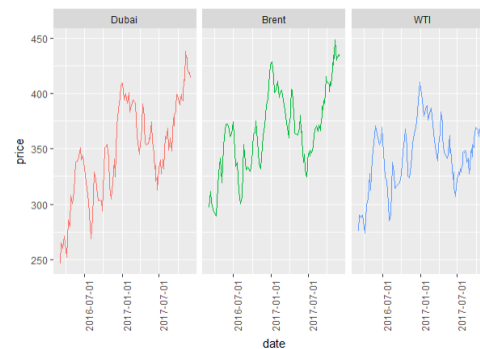
## 물가지수 추이



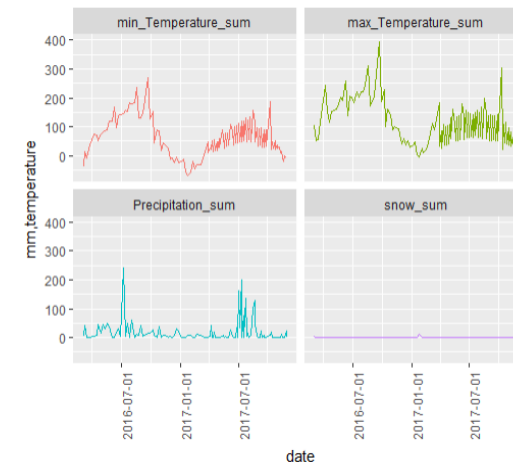
## 물가지수 상승률 추이



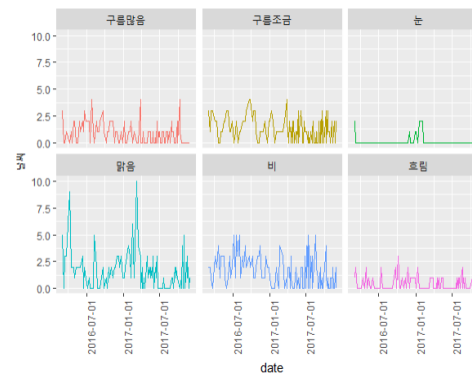
## 원유 추이



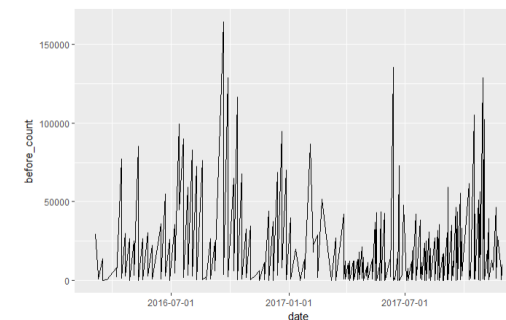
## 기상 추이



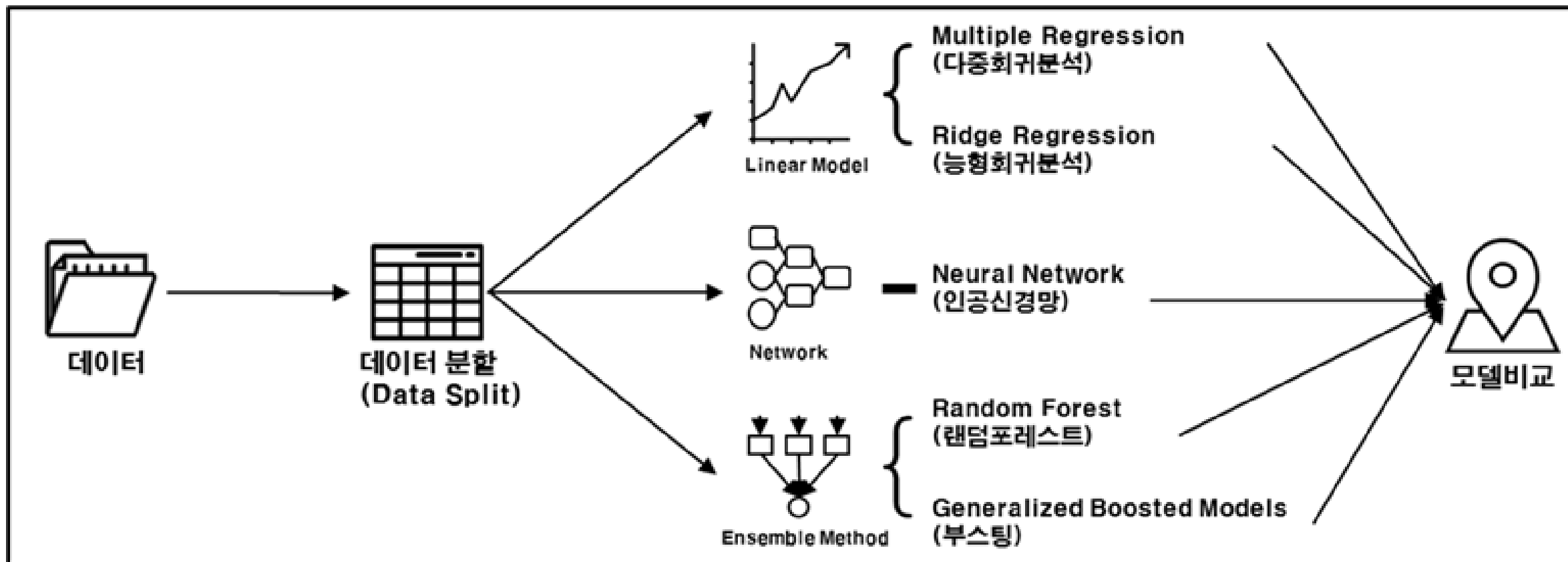
## 날씨 추이



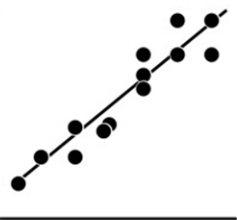
## 체결수량 추이



# 모델링(Modeling)



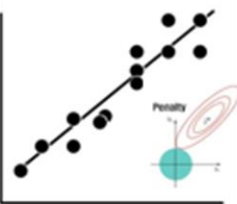
# 모델링(Modeling)



## 다중회귀모형(Multiple Regression)

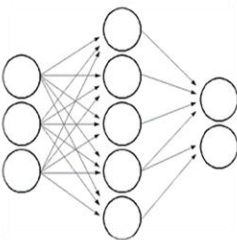
변수의 선형결합을 통해 식을 추정

› 수치적으로 변수의 영향 파악 용이, 회귀식을 통해 직관적 해석 가능 (ML에 비해 예측능력이 떨어짐)



## 능형회귀모형(Ridge Regression)

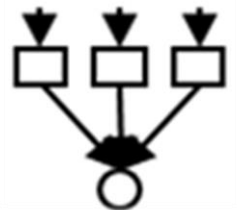
회귀식의 계수에 대해 일정한 패널티를 부과한 모형, 다중회귀 모형에 비해 높은 예측력을 보임



## 인공신경망(Neuralnet)

다중회귀모형과 유사하게 선형결합을 통해 식을 추정하는 모형

› 활성화함수와 은닉층을 통해 변수간 비선형 관계를 추정 (타모델 대비 가진 장점)



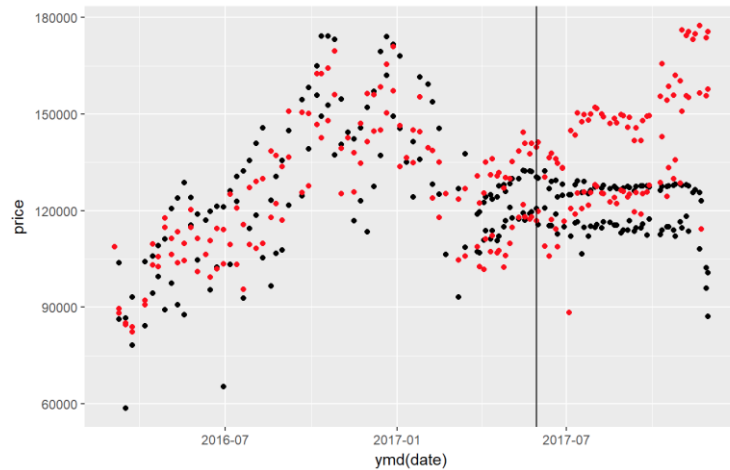
## 앙상블 기법(Bagging/Boosting)

랜덤포레스트(random forest) 및 부스팅(Gradient Boosted Model)

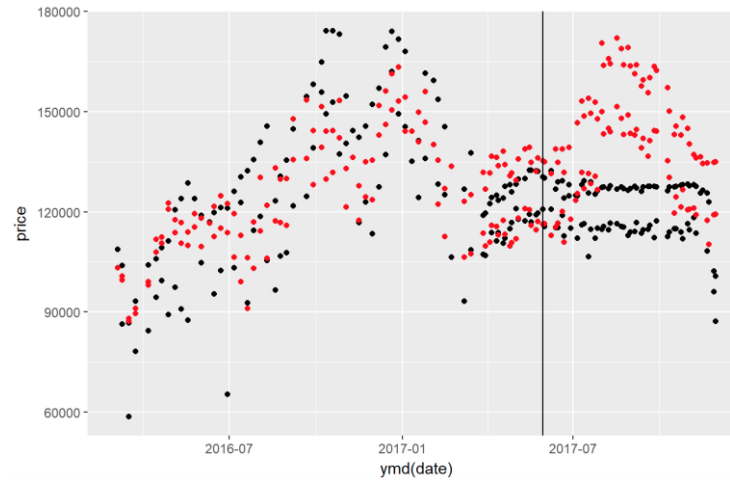
› 여러 모형의 결과를 바탕으로 예측하는 앙상블 기법 (단일 모형보다 우수한 예측력을 가짐)

# 모델링(Modeling)

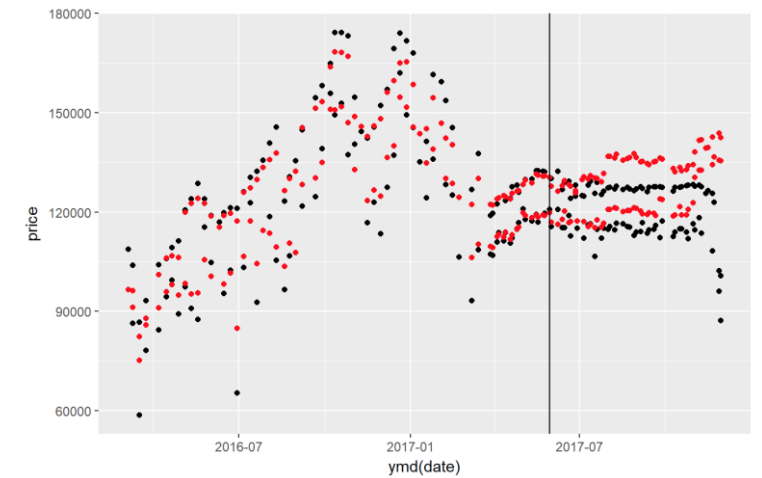
## Linear regression



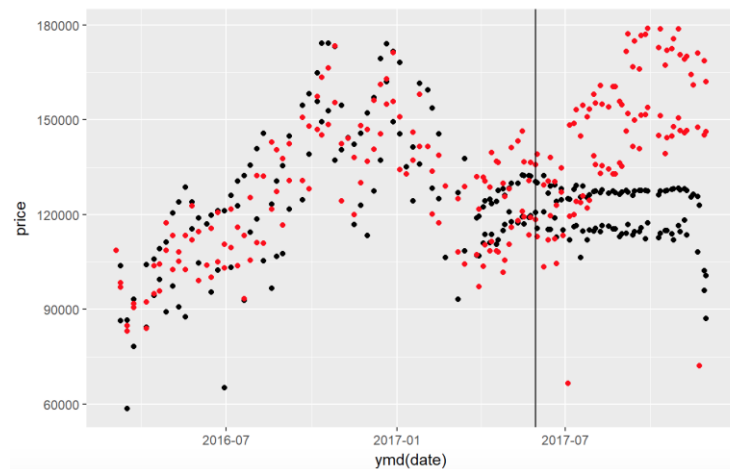
## Ridge regression



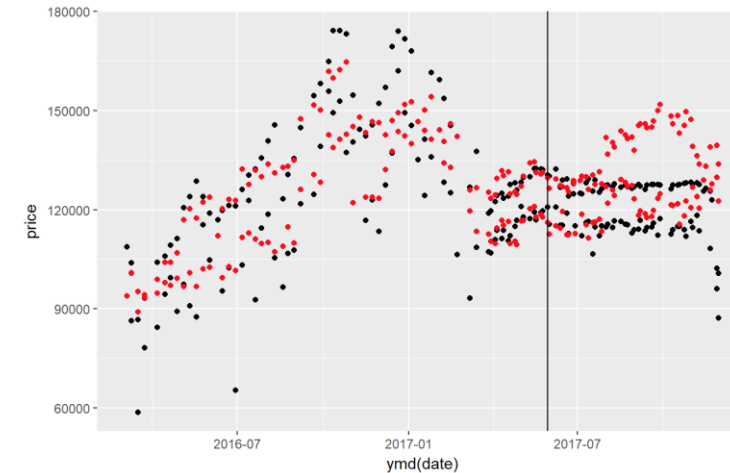
## Random forest



## Neuralnet



## Gradient boosting



# 모델링(Modeling)

Model	RMSE (Training set)	RMSE (Test set)
다중회귀모형	7475.386	122950.1
능형회귀모형	10970.77	16761.32
인공신경망	7462.48	43176.28
랜덤 포레스트	5353.909	15920.28
그레디언트 부스팅	7461.955	18752.4

➤ 2016년 3월 ~ 2017년 11월까지 데이터를 7:3 으로 한달씩 옮겨가면서 분석한 결과의 평균값.

# 한계점/보완점

## 데이터 수집의 어려움

- › 정부 3.0 을 통해 공공데이터 요청을 하였으나 2017년 3월 부터의 데이터만 얻을 수 있었음
- › ODF를 통해서 2012년 부터의 데이터를 요청했으나 정보가 손실된 데이터를 얻었음
- › 결국은 PDF 자료를 csv 화 하는 수작업을 진행하였음
- › 데이터를 정제하지 않고 raw데이터를 제공해주는 것이 필요함

## 잡은 정책 변화

- › 정책이 바뀔 때마다 옵션이 달라짐. [예를 들어, 태양광/비태양광, 육지/제주 구분]
- › 2012년-2017년 5개년 데이터를 가지고 있었지만 결국은 2016년-2017년 데이터만을 사용할 수 밖에 없었음
- › 더 나은 분석 결과를 얻기 위해서는 양질의 데이터가 필요함



**Thank you!**