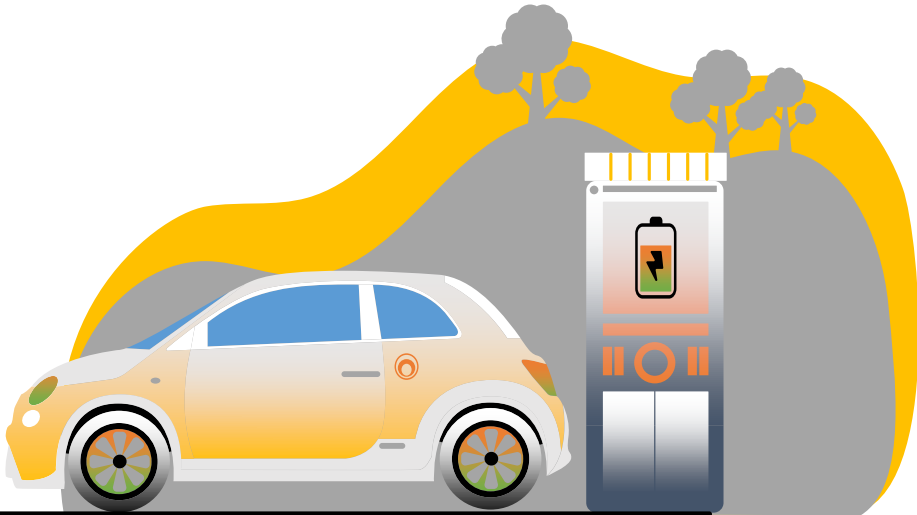




2022 BIGCONTEST

# 용인시 전기차 입지선정

- 챔피언 부문 -



[고수짬닭] 인하대학교 산업경영공학과

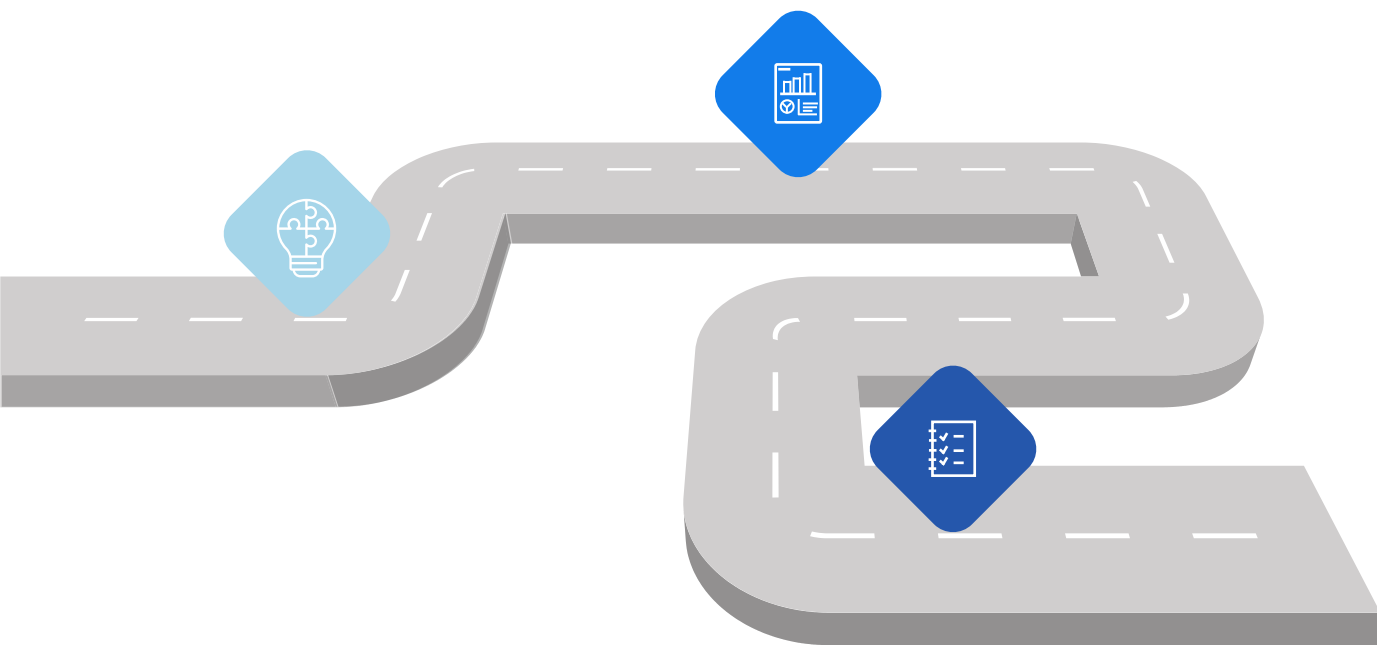
팀장 : 이우석 (joel0839@naver.com)

팀원 : 최재현 (god04021@naver.com)

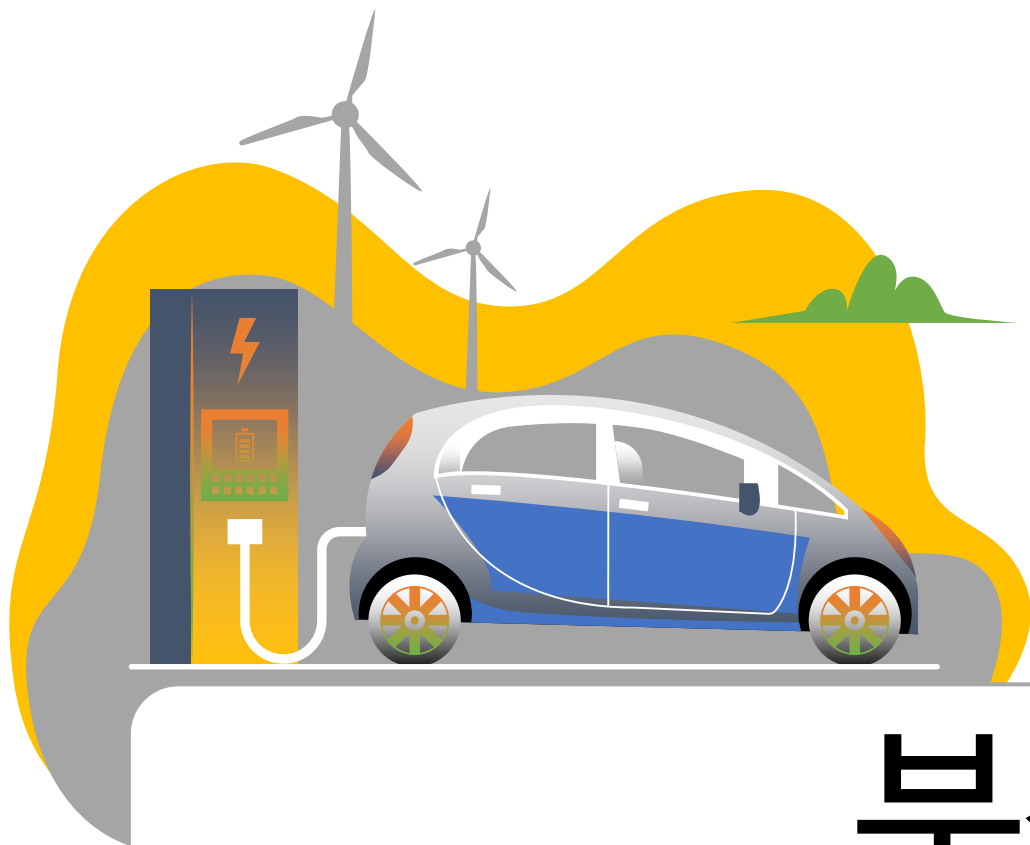
팀원 : 김정호 (kimjhq1@naver.com)

팀원 : 이재석 (ljs981120@naver.com)

# Contents



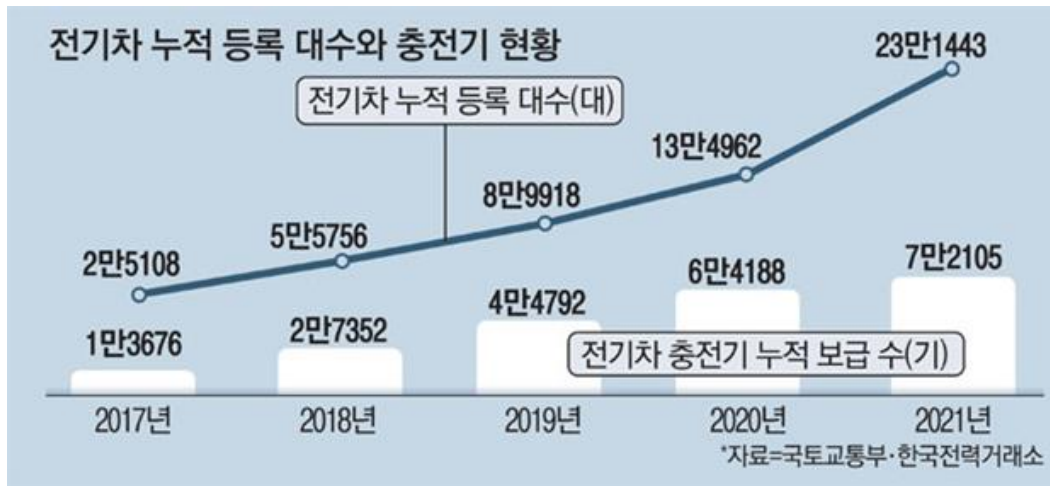
- 1 분석 배경
- 2 데이터 전처리 & EDA
- 3 추가 데이터
- 4 분석 방법
- 5 분석 결과
- 6 시사점 & 개선점



01

# 분석 배경

## 전기차 시장 현황



매일경제

- ✓ 가파르게 증가하는 전기자동차 수요에 비해 전기자동차 충전기 보급률은 부족  
(전기차 2.4대당 충전소 1개)
- ✓ 환경부에서는 2025년까지 급속 충전기는 1만2천기, 완속 충전기는 50만기 설치를 목표

## 정부의 방향

## 28일부터 100세대 이상 아파트 전기차충전기 설치 의무화

친환경자동차법 시행령 일부개정안 의결...신축 5%·기축 2%

대기업 등 '의무구매 목표제'...수소충전소 임대료 감면 확대

2022.01.18 산업통상자원부

정책브리핑 정책뉴스

【 전기차충전시설 의무비율 산정기준 】

전기차 누적보급목표		⇒	전기차충전시설 의무비율	
	전체 차량중 비중			
'22년	44만대		2%	기축 2% *법시행('22.1월)
'25년	113만대		5%	신축 5% * 건축허가 ~ 준공까지 평균 3년 소요

산업통상자원부 보도자료

- ✓ 아파트는 100세대 이상에서, 공영주차장은 50면 이상에서 전기차 충전기를 의무적으로 설치  
(신축: 주차면수 5%, 기축: 주차면수 2%)



## 01. 잠재적 수요 발굴

- ✓ 접근성 문제로 놓치고 있는 수요 발굴
- ✓ 수요와 위치 모두 고려



## 02. 사업 지속성(수익성 고려)

- ✓ 최대한 많은 수요량을 충족시키는 방향으로 진행
- ✓ 기존에 설치한 충전소 입지 적극 활용
- ✓ 수익성(한 달 30000분 이상 이용)을 기준으로 1순위 후보지, 2순위 후보지로 입지 선정



## 03. 불균형 문제 해결(공공성 확보)

- ✓ 기존 충전소의 경우 주로 도심에 몰려 있음
- ✓ 수요가 발생한 위치를 기반한 모델을 통해 도심에 치우쳐진 공급을 Rebalancing할 필요가 있음
- ✓ 수요가 있는 위치면 수익성이 없더라도 2순위 후보지로 선정해야 함



02

# 데이터 전처리 & EDA

## 거주자, 활동자 기준

테이블정의서

테이블정의서					
파일명		ev_app_resident.csv			
테이블설명		2022.6.1 ~ 2022. 6.30 까지의 용인시 거주자의 전기차 앱실행 고객수			
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NULL	비고
1	BASE_DT	기준일자	string	N	YYYYMMDD
2	DOW	요일	string	N	요일(월~일)
3	CCW_CD	시군구코드	string	N	셀 위치 시군구코드
4	CCW_NM	시군구명	string	N	셀 위치 시군구명(용인시 한정)
5	ADNG_CD	행정동코드	string	N	셀위치 행정동코드
6	ADNG_NW	행정동명	string	N	셀 위치 행정동명
7	CELL_ID	셀ID	bigint	N	지형지물정보 셀 ID
8	CELL_XCRD	Cell center X	float	N	셀 중심점 Y 좌표 (위도)
9	CELL_YCRD	Cell center Y	float	N	셀 중심점 X 좌표 (경도)
10	GENDER	성별	string	N	성별 구분코드 : MALE/FEMALE
11	AGE	연령	float	N	연령대 ID : 코드표 참조
12	APP_WEB	앱웹	string	N	전기차 관련 앱 : 앱리스트 참조
13	TIME_ZONE	시간	string	N	시간대 : 코드표 참조
14	Count_cust	실행자수	float	N	앱/웹 실행자수 : 전국민 추정 계수 적용

## 거주자 활동지 기준

테이블정의서

테이블정의서					
파일명		ev_app_activity_resident.csv			
테이블설명		2022.6.1 ~ 2022. 6.30 까지의 용인시 거주자의 타지역 전기차 앱실행 고객수			
No.	컬럼ID	컬럼명	타입	NULL	비고
1	BASE_DT	기준일자	string	N	YYYYMMDD
2	DOW	요일	string	N	요일(월~일)
3	MEGA_CD	시도코드	string	N	셀위치 시도코드
4	MEGA_NM	시도명	string	N	셀 위치 시도명*
5	CCW_CD	시군구코드	string	N	셀 위치 시군구코드
6	CCW_NM	시군구명	string	N	셀 위치 시군구명
7	ADNG_CD	행정동코드	string	N	셀위치 행정동코드
8	ADNG_NW	행정동명	string	N	셀 위치 행정동명
9	CELL_ID	셀ID	bigint	N	지형지물정보 셀 ID
10	CELL_XCRD	Cell center X	float	N	셀 중심점 Y 좌표 (위도)
11	CELL_YCRD	Cell center Y	float	N	셀 중심점 X 좌표 (경도)
12	GENDER	성별	string	N	성별 구분코드 : MALE/FEMALE
13	AGE	연령	float	N	연령대 ID : 코드표 참조
14	APP_WEB	앱웹	string	N	전기차 관련 앱 : 앱리스트 참조
15	TIME_ZONE	시간	string	N	시간대 : 코드표 참조
16	Count_cust	실행자수	float	N	앱/웹 실행자수 : 전국민 추정 계수 적용

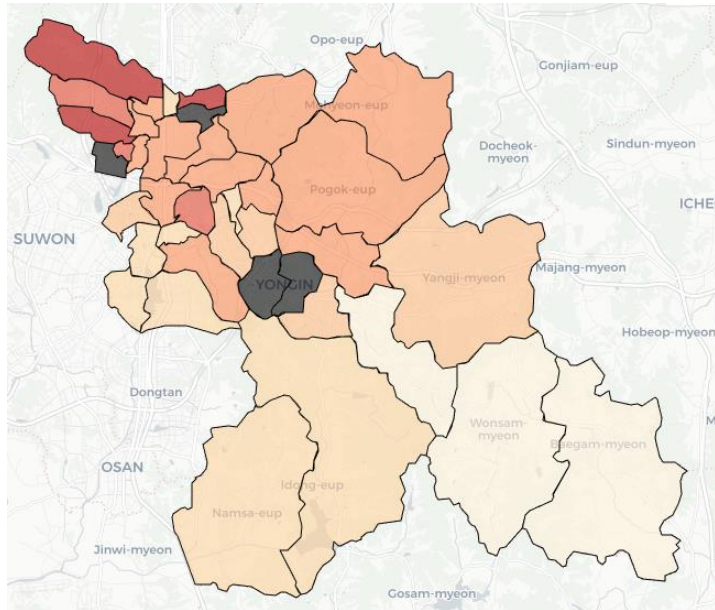
	base_dt	dow	ccw_cd	ccw_nm	adng_cd	adng_nm	cell_id	cell_xcrd	cell_ycrd	gender	age	app_web	time_zone	count_cust	table
0	20220614	2	4146	용인시	41461256	이동읍	87958702	127.216920	37.188220	MALE	12	EV라운지	4	3.829	1
1	20220613	1	4146	용인시	41463570	마북동	85431116	127.127350	37.303352	MALE	14	EV라운지	1	9.994	1
2	20220602	4	4146	용인시	41463575	동백2동	86198990	127.154590	37.268280	MALE	14	EV라운지	4	7.502	1
3	20220606	1	4146	용인시	41461259	남사읍	86854741	127.178110	37.174600	MALE	9	EV라운지	4	3.234	1
4	20220608	3	4146	용인시	41465540	죽전1동	85159183	127.117645	37.325855	FEMALE	10	EV라운지	5	3.315	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
749308	20220626	7	4146	용인시	41463516	영덕1동	84103141	127.080666	37.277054	MALE	8	EV라운지	1	5.986	0
749309	20220623	4	4146	용인시	41463586	상하동	85814987	127.141110	37.256070	MALE	4	EV라운지	4	3.758	0
749310	20220609	4	4146	용인시	41465530	신봉동	83943267	127.074730	37.329315	FEMALE	11	EV라운지	3	3.396	0
749311	20220626	7	4146	용인시	41465540	죽전1동	85719164	127.137360	37.333126	MALE	8	EV라운지	6	4.320	0
749312	20220605	7	4146	용인시	41463516	영덕1동	83879146	127.072790	37.272970	FEMALE	13	EV라운지	2	5.716	0

749313 rows x 15 columns

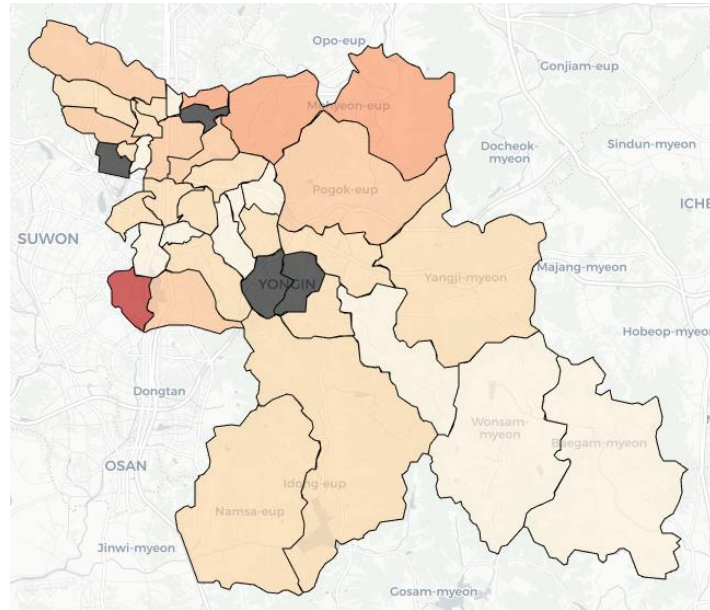
- ✓ 1.ev\_app\_resident, 2.ev\_app\_activity, 3.ev\_app\_activity\_resident 테이블은 각각 거주자, 활동자, 거주자의 활동 데이터로 고객의 충전 수요가 있을 때 생성
- ✓ 3. ev\_app\_activity\_resident의 '용인시' 데이터만 이용
- ✓ 세 테이블 간 중복 데이터 제거
- ✓ 이후 테이블들을 합쳐 수요테이블을 생성



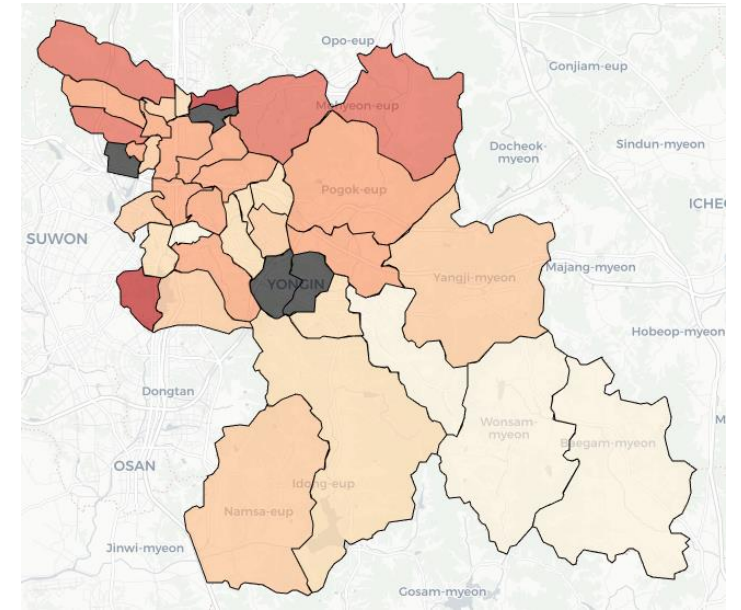
(1) 거주자 수요 지도



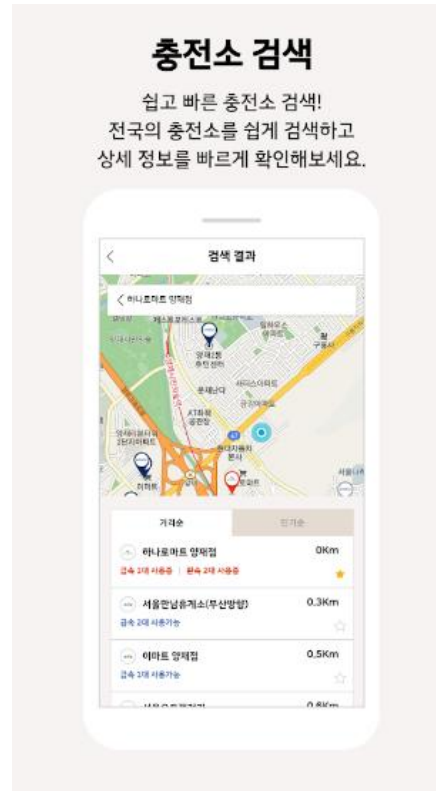
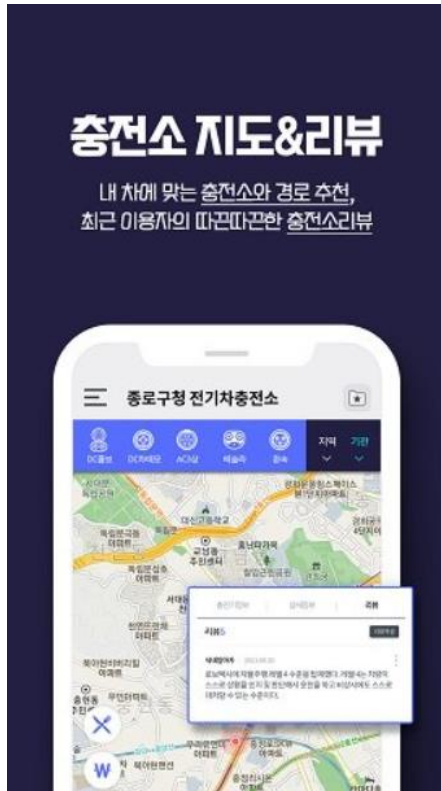
(2) 활동자 수요 지도



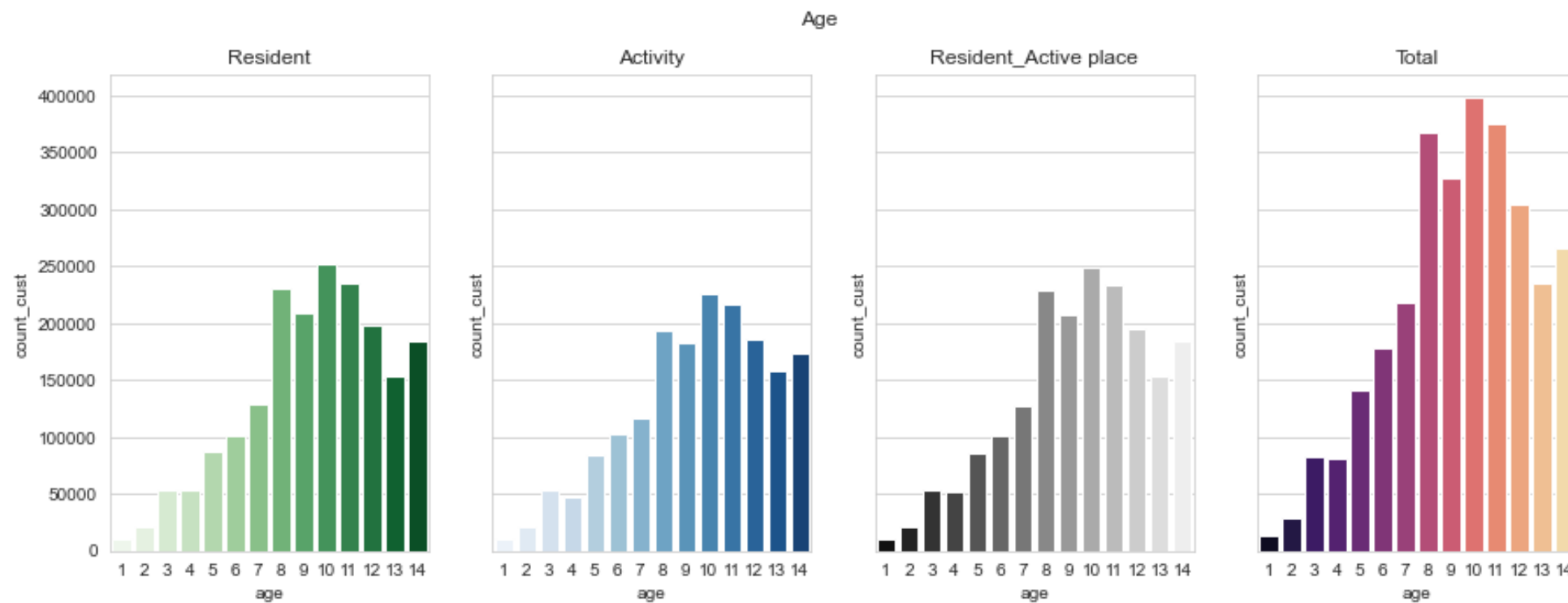
(3) Total 수요 지도



- ✓ 색이 진할 수록 수요가 많은 지역
- ✓ 검은색은 수요가 파악되지 않은 지역

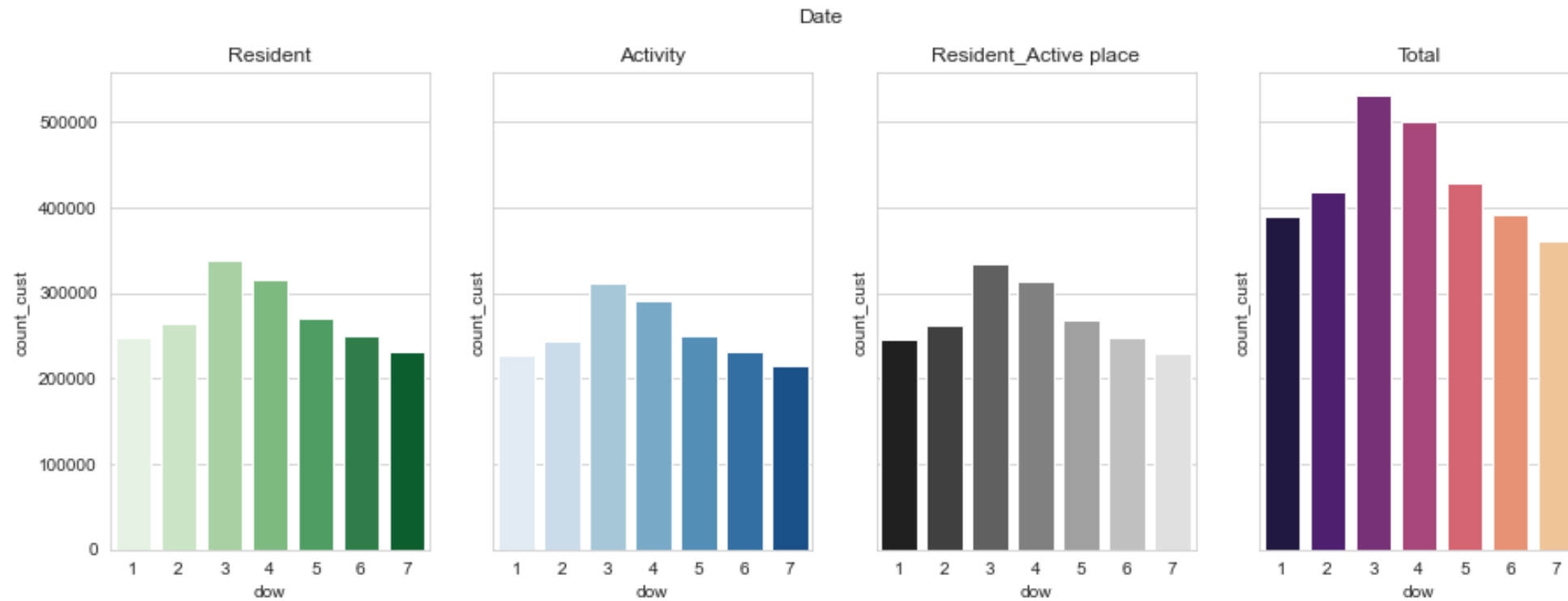


✓ 기능 : 주변 충전소 위치 & 충전 정보 제공



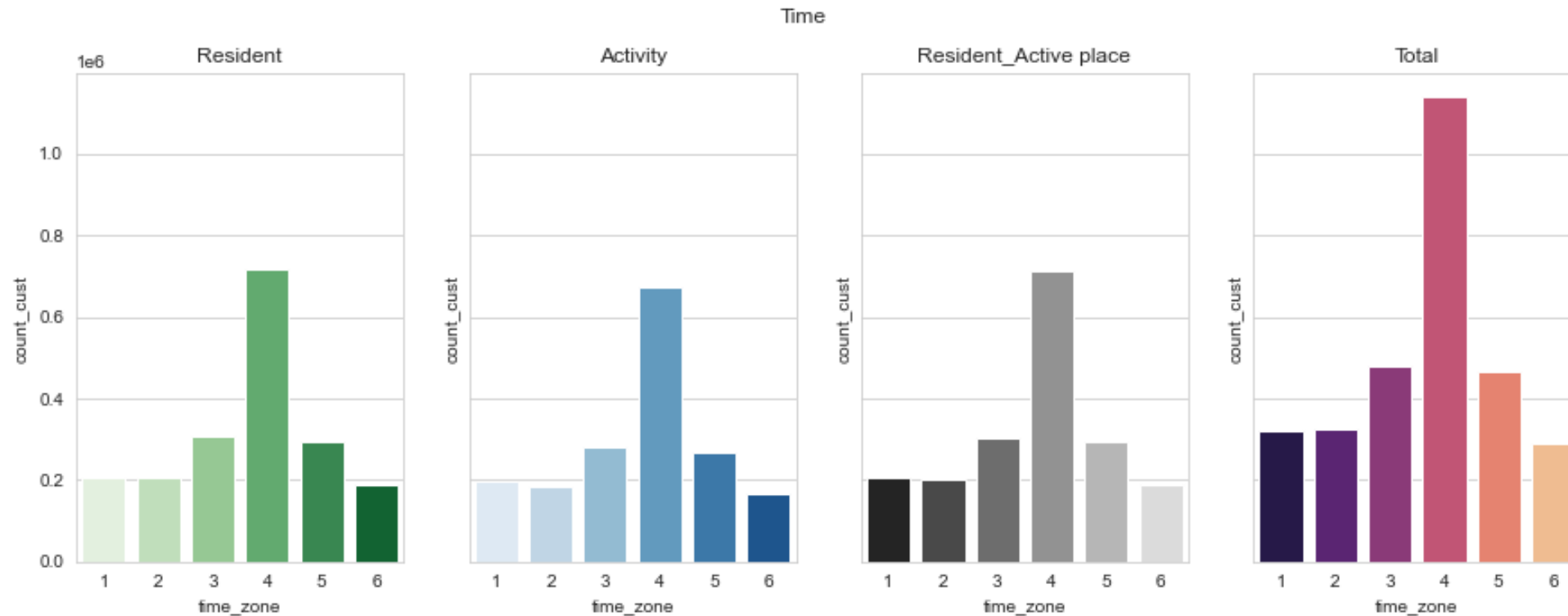
No	연령상세
1	10세미만
2	10세이상-15세미만
3	15세이상-20세미만
4	20세이상-25세미만
5	25세이상-30세미만
6	30세이상-35세미만
7	35세이상-40세미만
8	40세이상-45세미만
9	45세이상-50세미만
10	50세이상-55세미만
11	55세이상-60세미만
12	60세이상-66세미만
13	66세이상-70세미만
14	70세 이상

✓ 세 테이블에서 비슷한 경향을 보인다.



No	요일상세
1	월요일
2	화요일
3	수요일
4	목요일
5	금요일
6	토요일
7	일요일

✓ 요일에 따라 수요가 달라진다.



No	시간대상세
1	0시~6시
2	6시~9시
3	9시~12시
4	12시~18시
5	18시~21시
6	21시~24시

✓ 완속 충전의 경우 거주자와 활동자가 비슷한 시간대에 이용하는 경향이 있다.

## 01. 수요 지도

- ✓ 거주자: 색이 진한 부분이 주거지로 파악된다.
- ✓ 활동자: 색이 진한 부분이 직장 근처로 파악된다.
- ✓ 이동할 수 없는 충전소 특성상 거주자와 활동자의 수요를 종합하여 고려할 필요가 있음

## 02. 전기차 어플

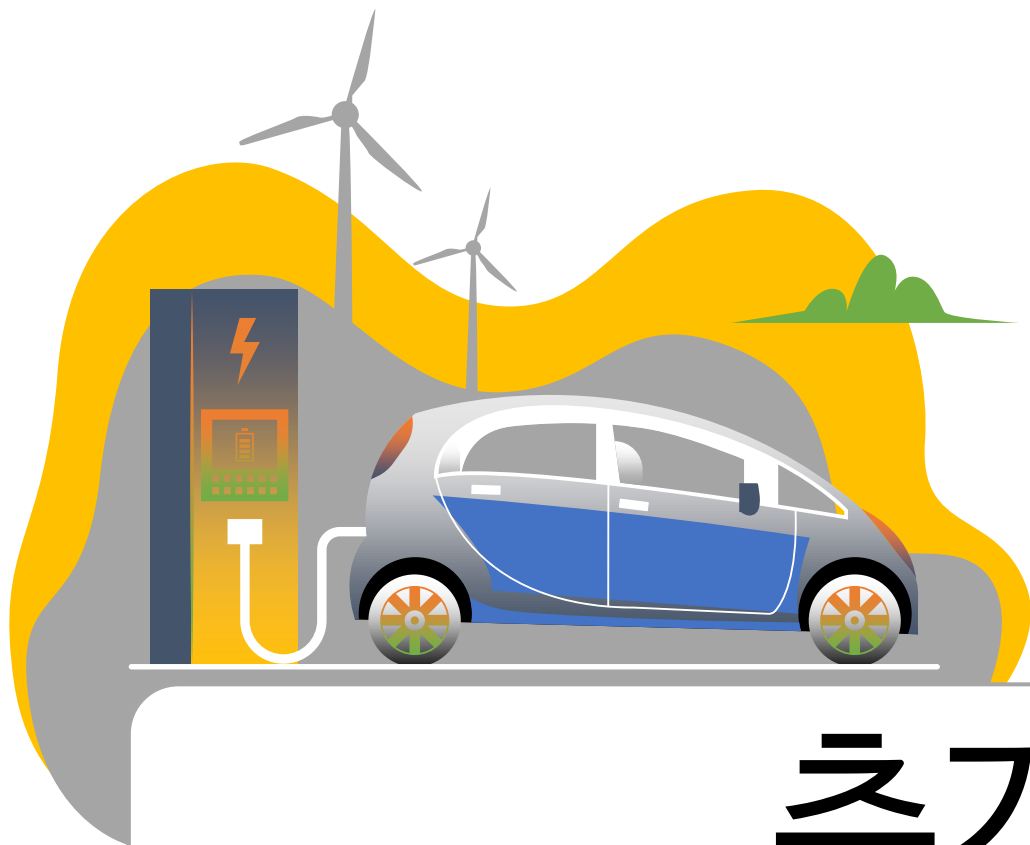
- ✓ 앱 관련 데이터는 충전소 위치를 파악하기 위한 앱 구동
- ✓ '수요가 발생한 위치'라고 판단

## 03. 연령별 구분

- ✓ 세 테이블 모두 20세 미만에서 유의미한 수요를 보임
- ✓ 전기차 어플의 주된 기능이 충전소 위치 파악이므로 운전자와 동승하였다고 판단

## 04. 요일별&시간별 구분

- ✓ 이동할 수 없는 충전소 특성상 본 프로젝트에서는 시계열적 요소를 고려하지 않음



03

추가 데이터



## 01. 용인시 아파트 현황 (용인시청)

	구	동	구분	단지명	세대수	사용검사일	도로명주소
0	수지구	죽전동	임대	용인 죽전 경기행복주택	85	20220826	수지구
1	수지구	신봉동	분양	수지스카이뷰푸르지오	363	20220628	수지구 신봉3로7번길 31

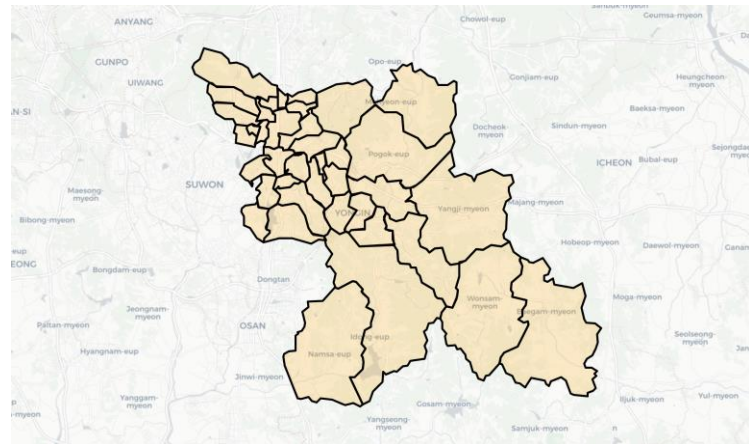
## 02. 전기충전소 정보 (한국환경공단)

	statNm	statId	chgerId	chgerType	addr	location	lat	lng	useTime	busId	...	zcode	zscore	kind	kindDetail	parkingFree	note	limitYn	limitDetail	delYn
34	용인시청	ME174147	1	6	경기도 용인시 처인구 삼가동 556	NaN	37.240666	127.177375	24시간 이용가능	ME	...	41	41460.0	A0	A001	N	None	N	None	N
35	포곡읍사무소	ME174148	1	6	경기도 용인시 처인구 포곡읍 포곡로 258	NaN	37.278100	127.231259	24시간 이용가능	ME	...	41	41460.0	A0	A002	N	None	N	None	N

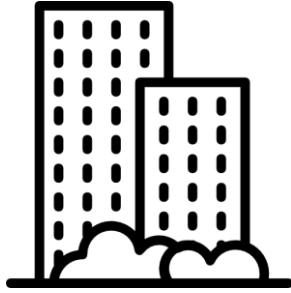
## 03. 공공주차장 (용인시 공공데이터)

	주차장관리 번호	주차장명	주차 장구 분	주차 장유 형	소재지도로명 주소	소재지지번주소	주차구 획수	급 지 구 분	부제 시행 구분	운영요일	...	1일주차 권요금액 용시간	1일주차 권요금	월정기권요 금	결제방법	특기사항	관리기관 명	전화번호	위도	경도	데이터기 준일자
0	228-1-000024	동백노상	공영	노상	NaN	경기도 용인시 기흥구 중동 1058	37	1	미시행	평일+토요일+공휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 용인도시공사(위탁)	031-338-6581	37.273820	127.150813	2021-10-26
1	228-1-000062	행정타운 주변	공영	노상	경기도 용인시 처인구 중부대로 1199	경기도 용인시 처인구 삼가동 556	123	1	미시행	평일+토요일+공휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 회계과	031-324-3104	37.240867	127.177968	2021-10-26

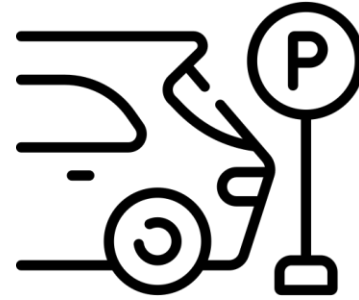
## 04. 행정동 지도 데이터 geojson







아파트 주차장



공영 주차장

- ✓ 아파트 주차장, 공영주차장, 현재 충전소 세 테이블을 합하여 기존 충전소 테이블을 생성
- ✓ 신축 아파트 충전소 예상 개수 = 자동차 수 \* 5% = (세대수 \* 1.1) \* 5%
- ✓ 구축 아파트 충전소 예상 개수 = 자동차 수 \* 2% = (세대수 \* 1.1) \* 2%
- ✓ 공영 주차장 충전소 예상 개수 = 주차면수 \* 2%

## 01. 아파트

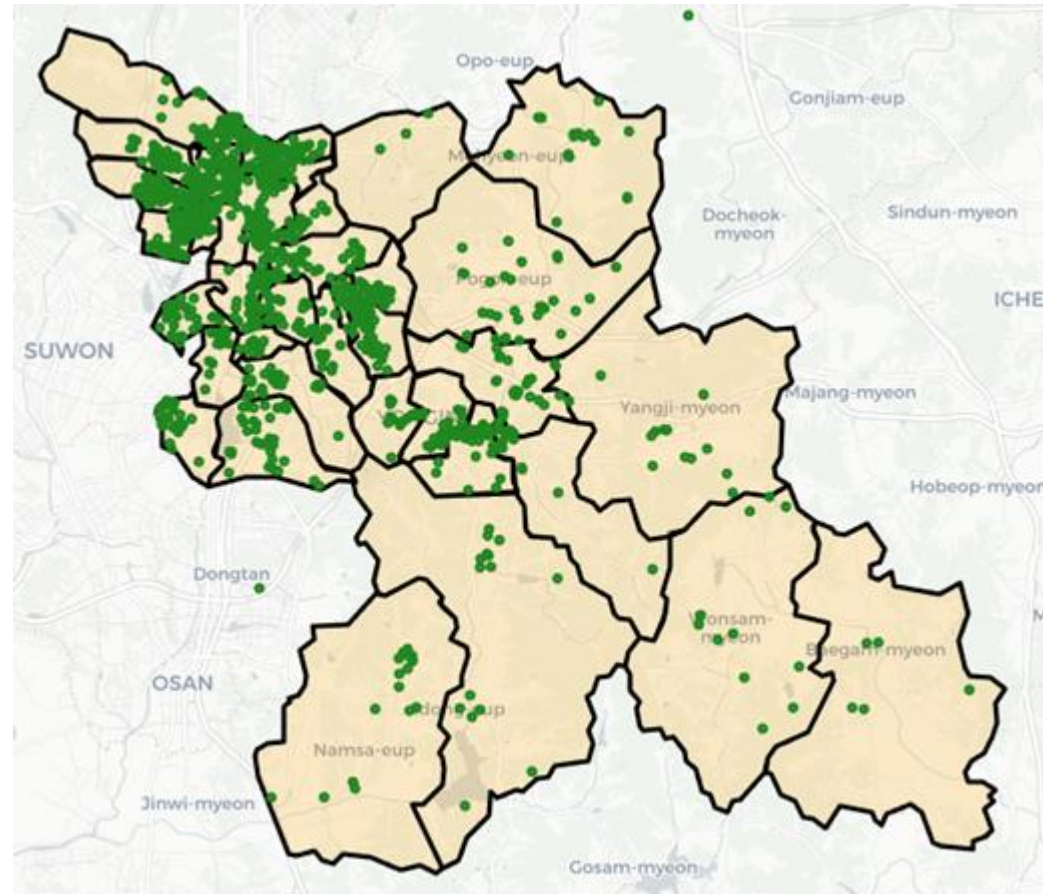
구		동	구분	단지명	세대수	사용검사일	도로명주소
0	수지구	죽전동	임대	용인 죽전 경기행복주택	85	20220826	수지구
1	수지구	신봉동	분양	수지스카이뷰푸르지오	363	20220628	수지구 신봉3로7번길 31
2	수지구	신봉동	분양	힐스테이트 광고산	789	20220429	신봉동 신봉도시개발구역 7블럭
3	수지구	동천동	분양	한화 포레나 수지동천	293	20220221	수지구 동천동 349-10번지 일원
4	기흥구	언남동	분양	힐스테이트 구성	699	(20210731~20230730)	기흥구 용인향교로 29
...	...	...	...	...	...	...	...
578	처인구	김량장동	분양	아리현마을 삼환나우빌	458	2008.08.08(2007.12.31)	처인구 중부대로 1348 (김량장동, 삼환나우빌아파트)
579	처인구	김량장동	분양	신우아파트	178	1999.10.29	처인구 중부대로1388번길 12 (김량장동, 신우아파트)
580	처인구	김량장동	분양	삼환아파트	180	1999.11.30	처인구 중부대로1388번길 6-4 (김량장동, 삼환아파트)
581	처인구	김량장동	분양	청광가든빌리지1차	21	1988.06.09	처인구 중부대로1424번길 5-6 (김량장동, 청광가든빌리지1차)
582	처인구	김량장동	분양	조양유통상가아파트	51	1992.04.11	처인구 금령로40번길 13 (김량장동, 조양유통상가아파트)
583 rows x 7 columns							

## 02. 공영주차장

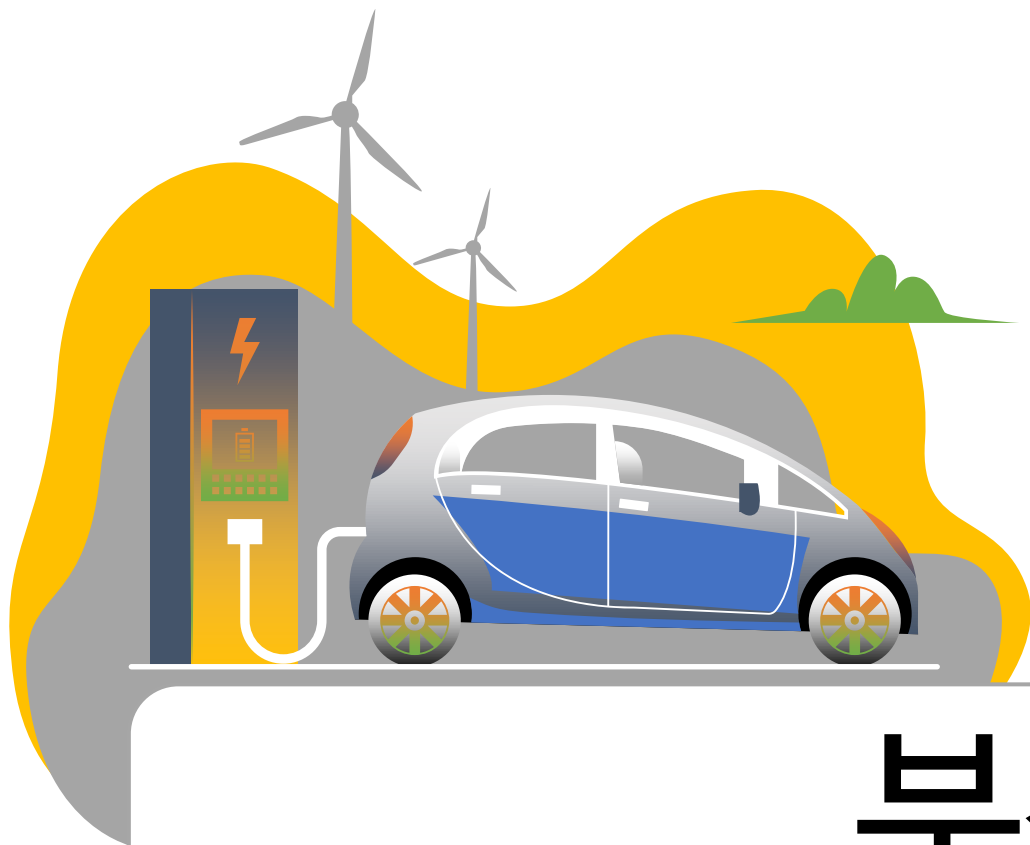
	주차장관리 번호	주차장명	주차 장구 분	주차 장유 형	소재지도로명 주소	소재지지번주소	주차구 획수	급 지 구 분	부제 시행 구분	운영요 일	...	1일주차 권요금액 용시간	1일주차 권요금	월정기권요 금	결제방법	특기사항	관리기관 명	전화번호	위도	경도	데이터기 준일자
0	228-1-000024	동백노상	공영	노상	NaN	경기도 용인시 기 흥구 중동 1058	37	1	미시 행	평일+토 요일+공 휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 용 인도시공 사(위탁)	031- 338- 6581	37.273820	127.150813	2021- 10-26
1	228-1-000062	행정타운 주변	공영	노상	경기도 용인시 처인구 중부대 로 1199	경기도 용인시 처 인구 삼가동 556	123	1	미시 행	평일+토 요일+공 휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 회 계과	031- 324- 3104	37.240867	127.177968	2021- 10-26
2	228-1-000063	국도 42 호선 주 변	공영	노상	NaN	경기도 용인시 처 인구 김량장동 380	129	1	미시 행	평일+토 요일+공 휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 처 인구청	031- 324- 5392	37.233959	127.197169	2021- 10-26
3	228-1-000064	금학천노 상주차장	공영	노상	NaN	경기도 용인시 처 인구 김량장동 224-2	25	1	미시 행	평일+토 요일+공 휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 처 인구청	031- 324- 5392	37.236627	127.203490	2021- 10-26
4	228-1-000065	금호어울 림 주변	공영	노상	NaN	경기도 용인시 처 인구 김량장동 381	109	1	미시 행	평일+토 요일+공 휴일	...	0	0	0.0	NaN	NaN	용인시 처 인구청	031- 324- 5392	37.235975	127.194976	2021- 10-26

## 기존 충전소 위치

- ✓ 앞에서 구한 기본 충전소 위치를 지도에 그림



- 초록색: 기존 충전소(1261곳)



04

# 분석 방법

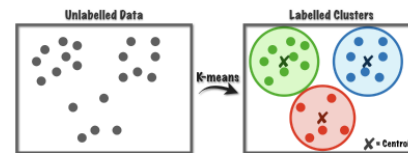
## 데이터 수집



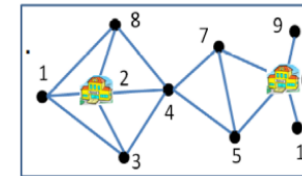
## EDA 및 전처리



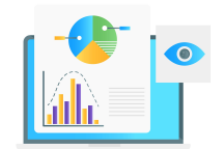
## Clustering



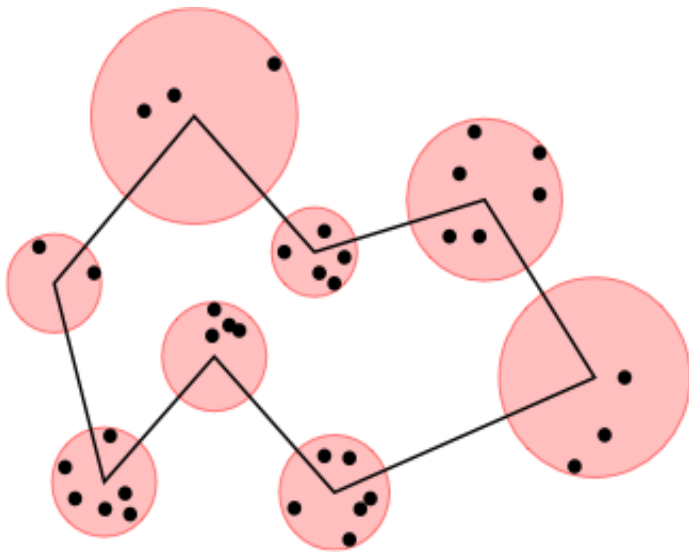
## Set cover problem



## 분석 결과 시각화



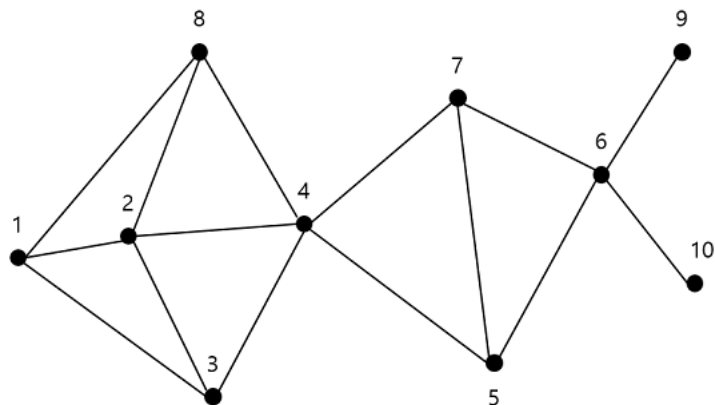
Data Visualization



〈범위 내 수요를 커버하는 시설 도식화〉

- ✓ 집합 커버 문제 (Set Covering)
  - 전체 집합  $U$ 와, 그 부분 집합  $S_i$ 들을 원소로 갖는 집합  $F$ 가 있을 때,  $U$ 와  $F$ 가 같아지는  $S_i$ 들의 최소 개수를 찾는 문제
- ✓ 충전소 최적 입지 문제에 적용
  - 충전수요가 발생한 위치 : 노드
  - 실행자 수 : value
  - 랜덤한 클러스터 :  $S_i$
  - 근사해 알고리즘 : Greedy 알고리즘
- ✓ 근사해를 구하는 이유
  - 부분 집합들의 모든 조합을 구해  $U$ 가 되는지 확인하는 경우의 수는  $F$ 가  $n$ 개 원소를 가질 때  $(2^n - 1)$ 개이다.
  - 실질적으로 불가능하므로 근사해 알고리즘을 사용해야 한다.

## ✓ 문제 설정

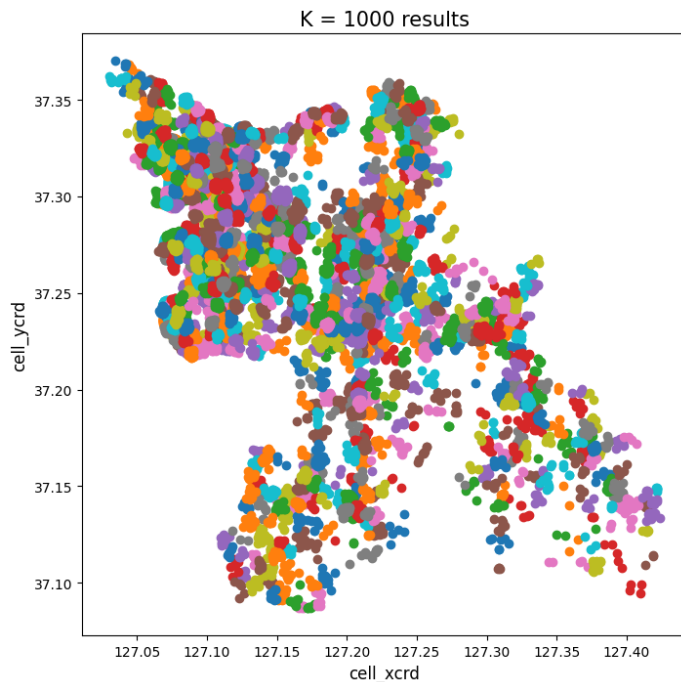

 $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ 
 $F = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\}$ 
 $S_1 = \{1, 2, 3, 8\}$ 
 $S_2 = \{1, 2, 3, 4, 8\}$ 
 $S_3 = \{1, 2, 3, 4\}$ 
 $S_4 = \{2, 3, 4, 5, 7, 8\}$ 
 $S_5 = \{4, 5, 6, 7\}$ 

## ✓ 의사코드(Pseudo-code)

```

SetCover(U, F){
    C = NULL; //C 초기화
    while(!U){ //U가 공집합이 될 때까지
        U의 원소를 가장 많이 커버하는 집합 S_i 선택;
        // 각 집합 S_i와 U의 원소를 비교
        U = U - S_i;
        F = F - S_i;
        C = C + S_i;
    }
    return C;
}

```



〈용인시내 수요 데이터 클러스터링 결과 예시〉

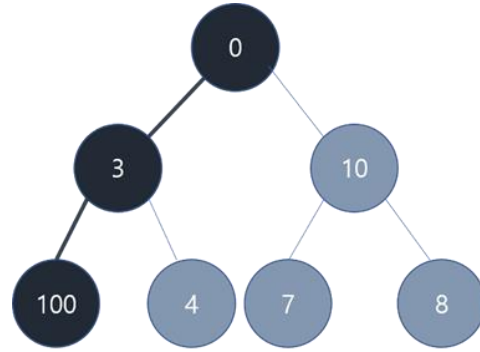
✓ K-means Clustering

- 한 개 이상의 데이터로 구성된 k개의 그룹으로 나누는 알고리즘
- 초기 중심 선정에 따라 다른 클러스터링 결과
- 장점: 계산량은  $O(n)$ 으로 빠르다.
- 단점: 그룹 수 k를 정해야 한다.

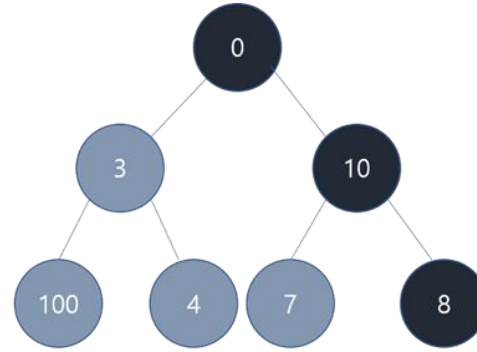
✓ 집합 커버 문제에서 Clustering

- 랜덤 노드를 포함한 부분집합 생성에 클러스터링을 이용
- 빠른 계산을 위해 K-means Clustering 선택
- random seed를 모두 다르게 하여 k=5000~5900으로 클러스터링을 진행 (k의 경우 부분집합에 포함된 최대 노드 수가 17개 이하가 되도록 진행)





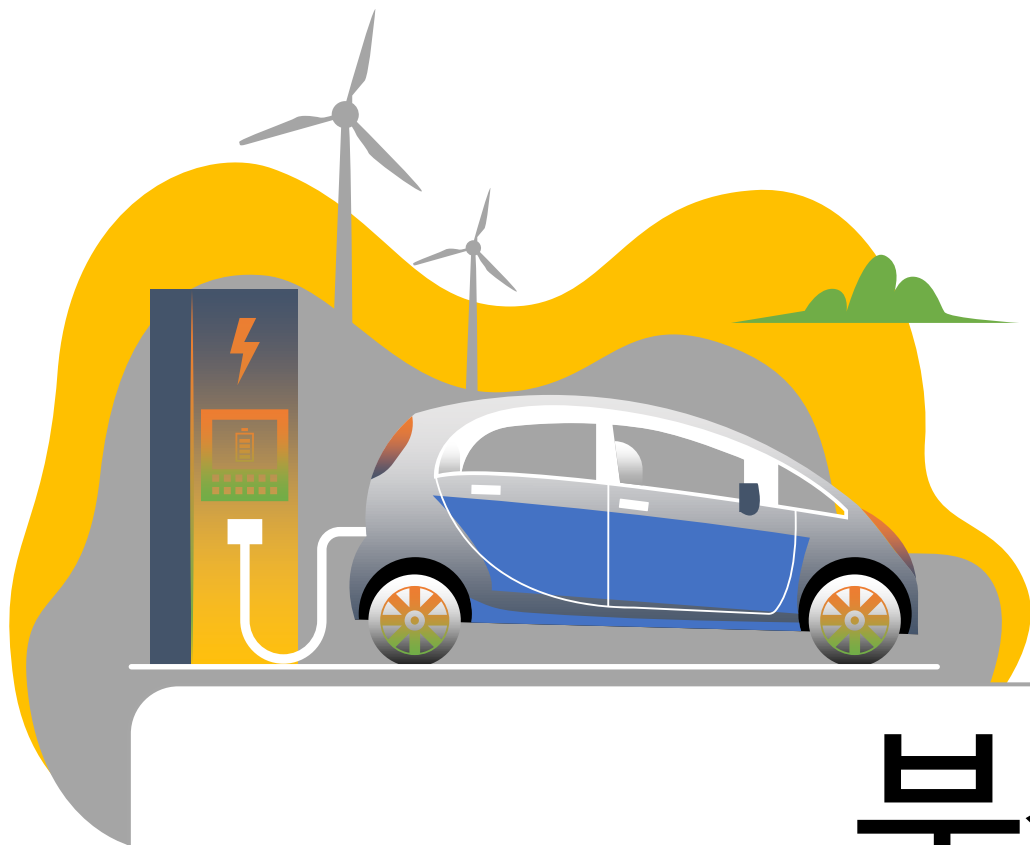
최적의 선택



그리디한 선택

✓ 탐욕 알고리즘

- 여러 경우 중 하나를 결정해야 할 때마다 그 순간에 최적이라고 생각되는 것을 선택해 나가는 방식
- 가장 최적화 된 답은 아니지만 적합한 근사해를 구할 수 있다.



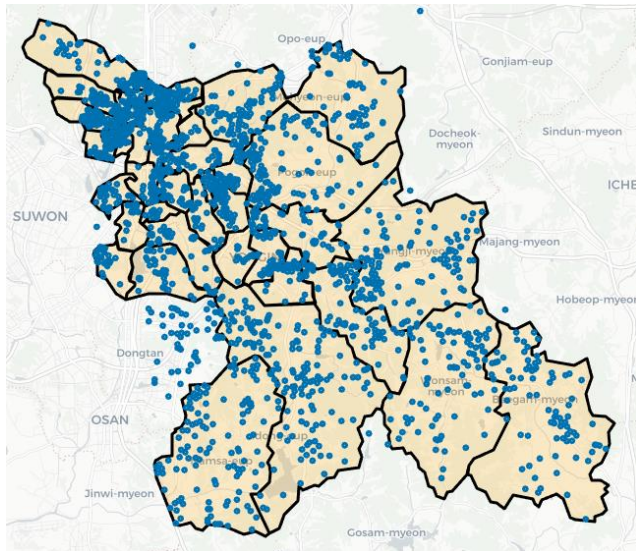
05

## 분석 결과

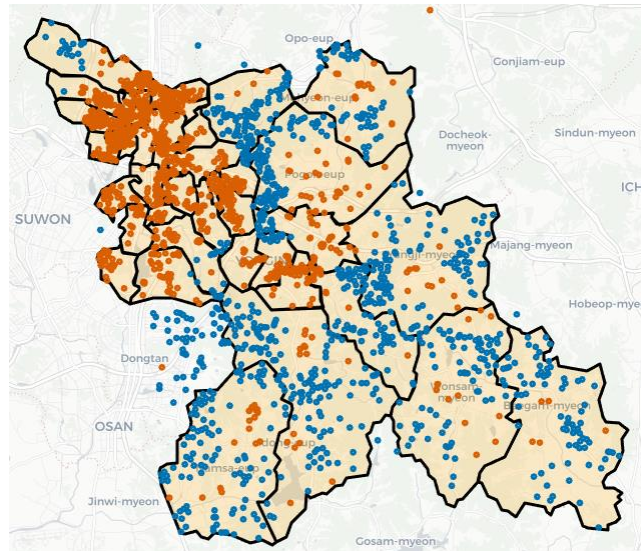
## 1차 필터링

- ✓ 알고리즘을 통해 구한 1차 후보지(5233곳)에 대하여 필터링 진행
- ✓ 필터링 기준: 기존 충전소의 1km 반경 내에 있을 시 선정 입지에서 탈락
- ✓ 1차 필터링 결과, 1261곳을 2차 후보지로 선정

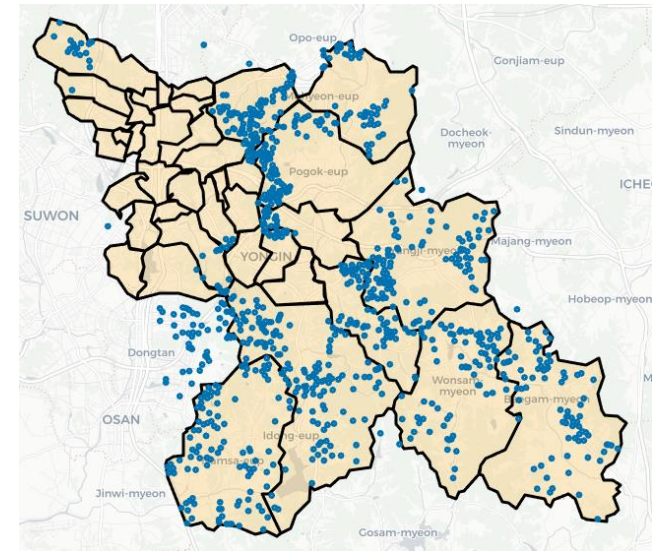
(1) 1차 후보지



(2) 1차 필터링 진행 과정



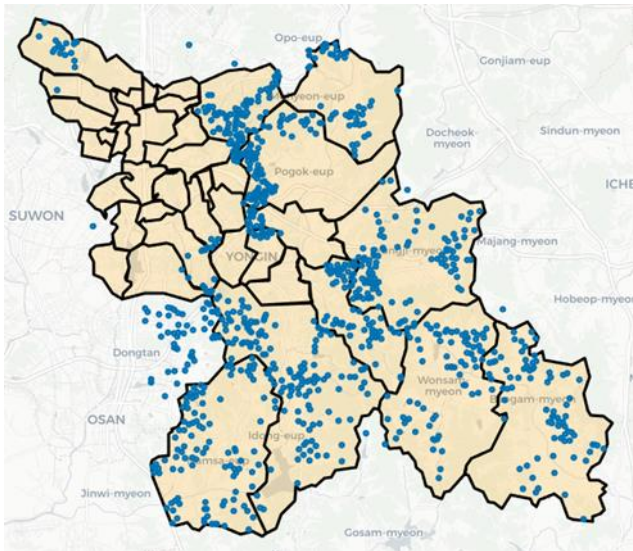
(3) 2차 후보지



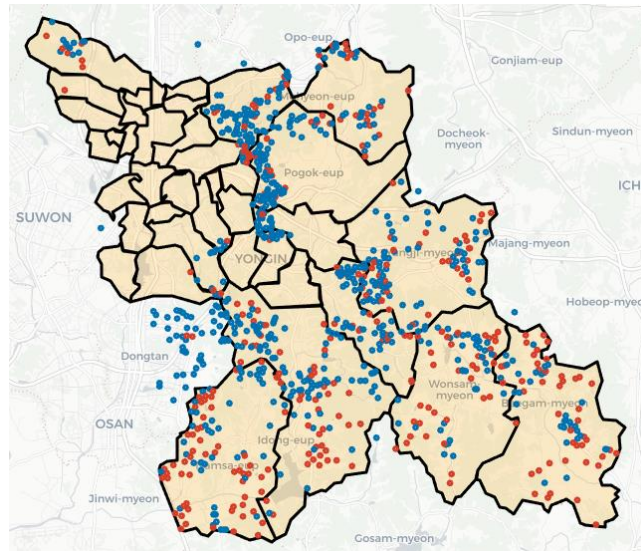
## 2차 필터링

- ✓ 2차 후보지에 대해, 월간 이용 횟수(count\_cust)가 기준(62.5횟수/월)\*에 미치지 못하는 2순위 선정 입지(311곳)를 필터링 진행
- ✓ 최종 입지(597곳) 선정

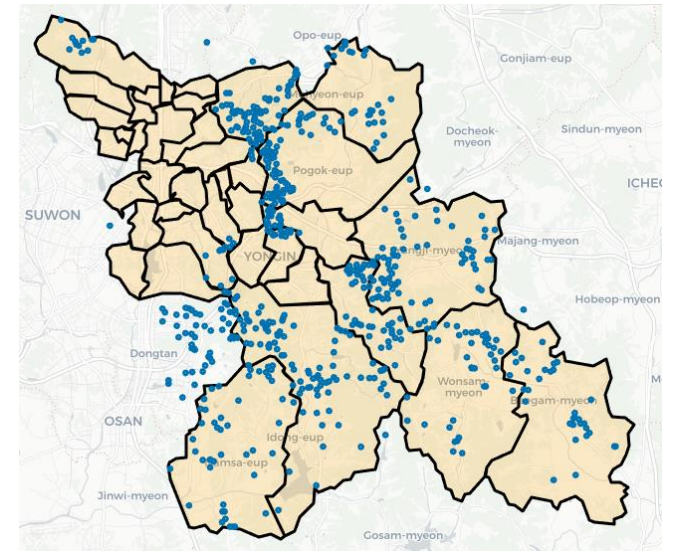
(1) 2차 후보지



(2) 2차 필터링 진행 과정



(3) 최종 입지

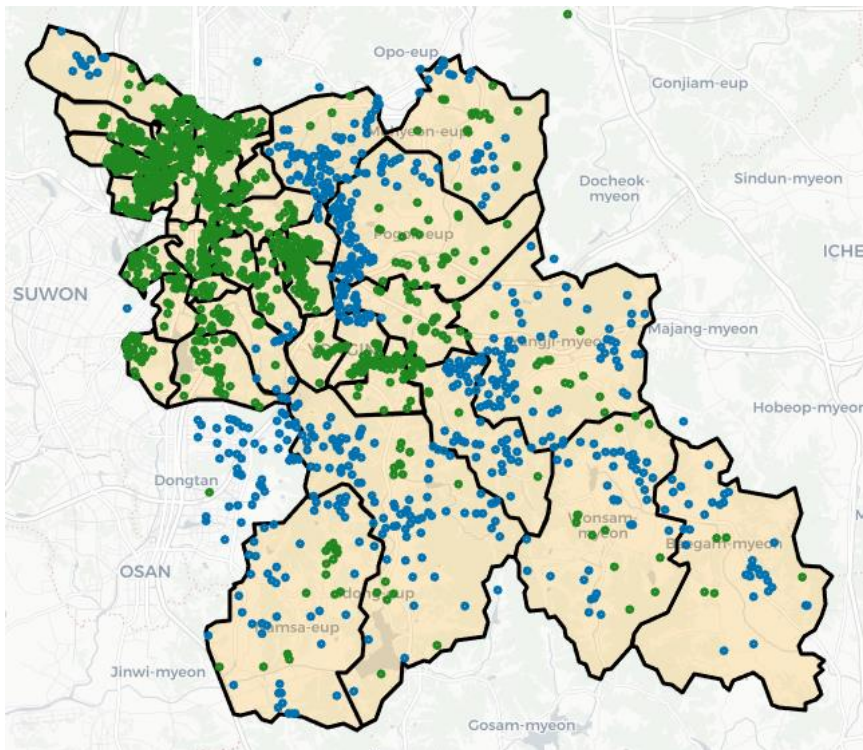


\* 필터링 기준 : 충전소 수익 보장 시간 / 1대당 완충 시간 = 500시간 / (8시간 / 횟수) = 62.5 횟수



## 기존 충전소 및 최종 입지

✓ 최종 입지와 기존에 설치된 충전소 위치를 표기한 지도



- 초록색: 기존 충전소(1261곳)
- 파란색: 최종 입지(597곳)

	cluster_이름	xcrds	ycrds	existing	demand_satisfied
3	1017	127.227875	37.354329	0	1
6	1027	127.143215	37.168865	0	1
7	10309	127.193227	37.336440	0	1
8	10371	127.133110	37.161848	0	1
9	10451	127.225800	37.147452	0	1
...	...	...	...	...	...
898	887	127.140208	37.148798	0	1
902	931	127.317915	37.239798	0	1
903	963	127.368197	37.177893	0	1
906	99	127.252040	37.302776	0	1
907	997	127.317470	37.192700	0	1

597 rows x 5 columns

- 최종입지 데이터프레임



06

# 시사점 & 개선점

## 01. 친환경 자동차 이용자 증가에 도움

- ✓ 충전소 최적 입지 선정으로 인프라 부족 문제를 해결
- ✓ 친환경 자동차의 이용 증가 기대

## 02. 전기자동차 산업 성장 촉진에 기여

- ✓ 용인시민 생활환경 향상 도모와 전기자동차 산업 성장 촉진에 기여

## 03. 수익 창출 효과

- ✓ 사업적 기준(월평균 이용 횟수 15회 이상, 총 이용시간 30000분 이상 예측)을 달성해 지속적인 수익 창출

## 04. 공공성 확보

- ✓ 현 시점에 수익성이 없는 후보군도 2순위 입지로 선정하여 미래에 활용할 수 있을 것으로 기대

## 01. 추가 데이터 활용

- ✓ 충전소 사업 예산 데이터, 용인시내 전기차 보유대수와 같은 구할 수 없는 데이터
- ✓ 위와 같은 추가 데이터를 이용한다면 보다 최적의 입지를 선정 가능

## 02. 집합 커버 문제의 한계

- ✓ 나올 수 있는 조합의 수가 너무 많아 100% 최적화 된 결과를 도출할 수 없음
- ✓ 상황과 관점에 따라 Greedy 알고리즘으로 도출한 후보군보다 더 좋은 조합이 나올 수 있음

## 03. 용인시 외 지역 고려 필요

- ✓ '용인시 내 수요'만을 고려한 충전소 입지 선정
- ✓ 알고리즘상 용인시 외부에 후보지가 선정
- ✓ 용인시 경계 지역은 인근 시도의 수요도 함께 고려할 필요가 있음





2022 BIGCONTEST

Q&A