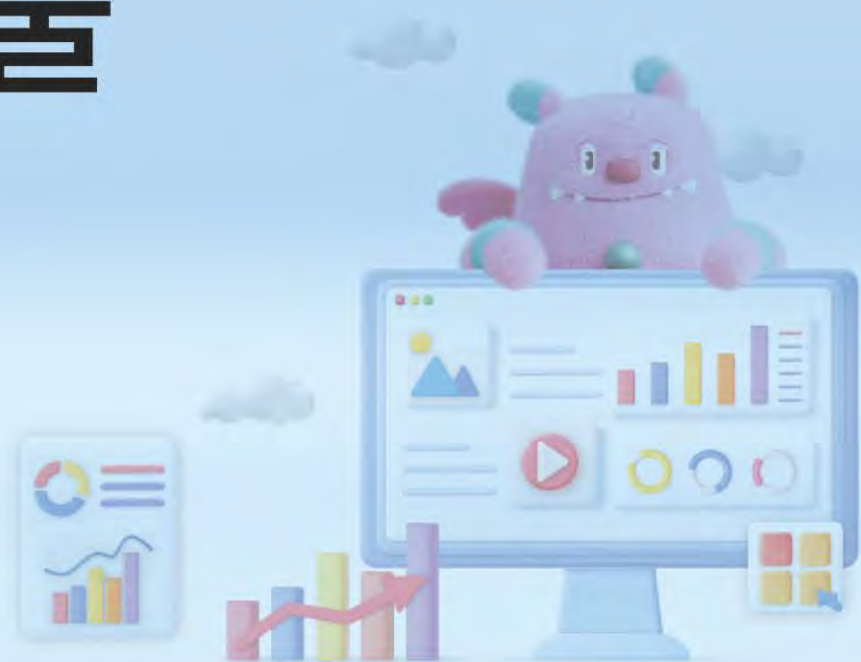


목적지 너머의 일상을 향해:
유니버설 서울

공연수, 박지현, 사라, 최석훈 / 팀 이음



CONTENTS

- I. 추진 배경: 생존을 넘어선 일상의 권리
- II. 문제 정의: 시공간적 미스매치 진단
- III. 현황 분석: 데이터로 증명하는 보이지 않는 장벽
- IV. 모델 설계: 데이터 기반 마이크로 허브 최적화
- V. 타당성 검증 및 결론



Chapter 1

추진 배경

생존을 넘어서는 일상의 권리

생존을 넘어선 일상으로, **탈(脫) 복지 게토의 필요성**

현행 서울시 장애인 이동 지원 정책은 병원 진료 및 복지관 방문 등 필수 생존 목적에 편중되어 운영되고 있음



장애인용 콜택시 역시 목적지의 대다수가 특정 의료 및 복지 시설에 집중된 공간적 분리가 확인됨



복지 게토(Welfare Ghetto)란?

사회적 소수자나 취약계층이 일반 사회와 통합되지 못하고, 오직 복지 서비스를 제공받기 위한 특정 구역이나 시설 안에만 갇혀 지내게 되는 현상



장애인 역시 비장애인과 동일하게 상업, 문화, 여가 시설이 밀집한 지역을 향유할 권리가 있으나, **현행 공급자 중심의 배차 시스템이 이들의 잠재적 소비 및 사회활동을 억제하는 복지 게토를 형성하고 있다**

생존을 넘어선 일상으로, 탈(脫) 복지 계토의 필요성

장애인 이동권의 현주소:
격리와 지연의 기록

20XX/XX/XX

1. 왜곡된 통계와 숨겨진 대기시간

서울시가 차량 대수를 늘려 대기시간을 단축했다고 발표했으나, 실제 이용자들은 여전히 극심한 배차 지연을 겪고 있으며 통계 산출 방식이 현장의 고통을 반영하지 못하고 있다.

2. 통계에 잡히지 않는 '포기된 콜'

2시간 이상 대기하다가 지쳐서 취소한 '탑승 포기' 데이터가 평균 대기시간 계산에서 제외되어 수치가 실제보다 짧게 보이는 착시 현상이 제기되었다.

3. 왕복 10km 이동에 4시간을 버리는 하루

단거리 이동임에도 불구하고 예측 불가능한 배차 시스템 때문에 하루의 절반을 길 위에서 대기하며 보내는 장애인들의 일상 사례가 빈번하다.

"장애인콜택시 '150% 확보' 서울시 발표, 법 잘못 해석한 왜곡통계"

위법해석 대법원 판결 확정 이후 6개월 지나서야 부랴부랴 대책 내놔

[오마이뉴스] "장애인콜택시 150% 확보 서울시 발표, 법 잘못 해석한 왜곡통계" (2026.04.07)

장애인 콜택시 대기시간 32분? 연합뉴스 팩트체크가 지워버린 '현실'

연합뉴스, 김예지 의원 '장애인 콜택시 대기시간 2시간' 발언 반박 보도
데이터 한계 파악 못해...탑승 취소율, 낮은 예측 가능성 고려 없어
일반택시 대기시간 8분과 비교해도 긴 시간...대체 수단 없는 점도 짚어야

[미디어오늘] 장애인 콜택시 대기시간 32분? 연합뉴스 팩트체크가 지워버린 '현실' (2022.04.05)

예측할 수 없는 장애인콜택시 배차대기, 낭비되는 장애인 일상

[더인디고] 예측할 수 없는 배차대기, 낭비되는 장애인의 일상 (2022.07.28)

이 밀집한 지역을 향유할 권리가 있으나,
활동을 억제하는 복지 계토를 형성하고 있다

Chapter 2&3

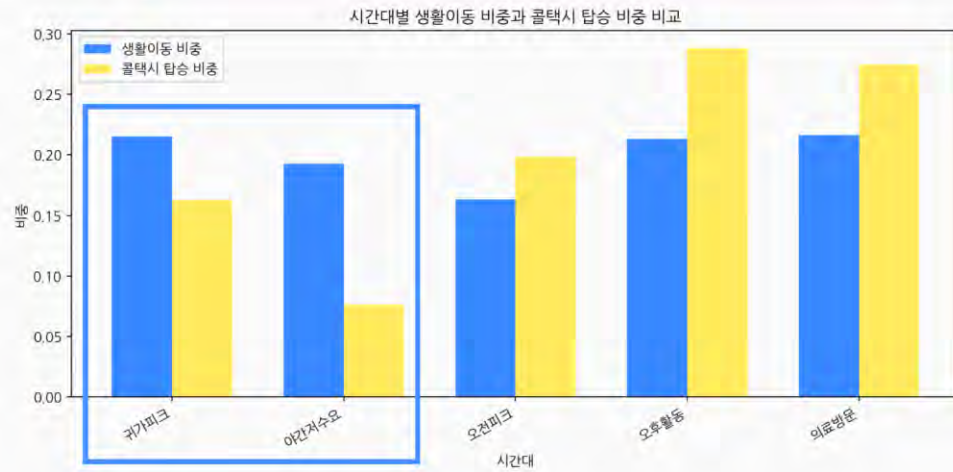
문제 정의 및 현황 분석

시공간적 미스매치 진단과 데이터로 증명하는 보이지 않는 장벽

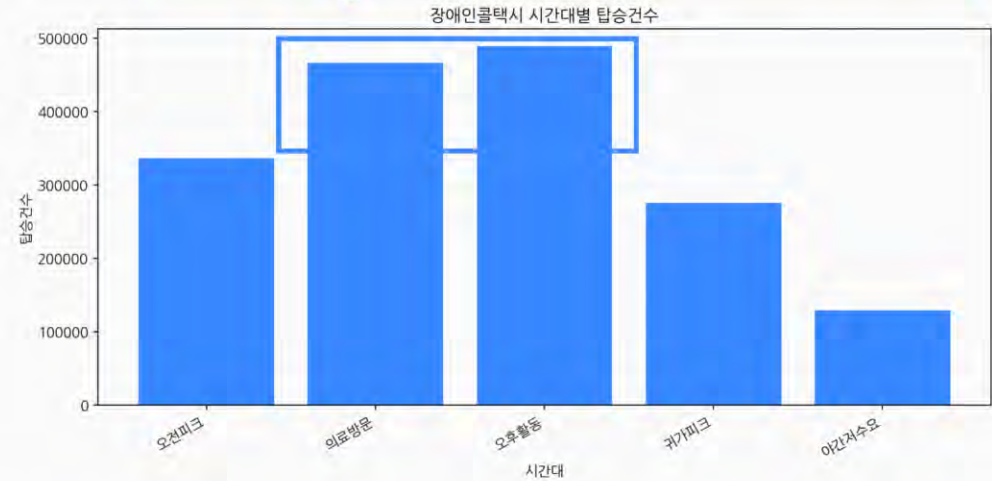
잠재 수요와 공급의 시공간적 미스매치:

현재 시스템은 수요 응답형 배차의 한계로 인해 고질적인 탑승 지연 문제를 낳고 있다.

비장애인의 이동이 활발한 특정 피크 시간대에 콜택시 서비스가 그 수요를 충분히 따라가지 못하고 점유율이 정체되거나 역전되는 현상



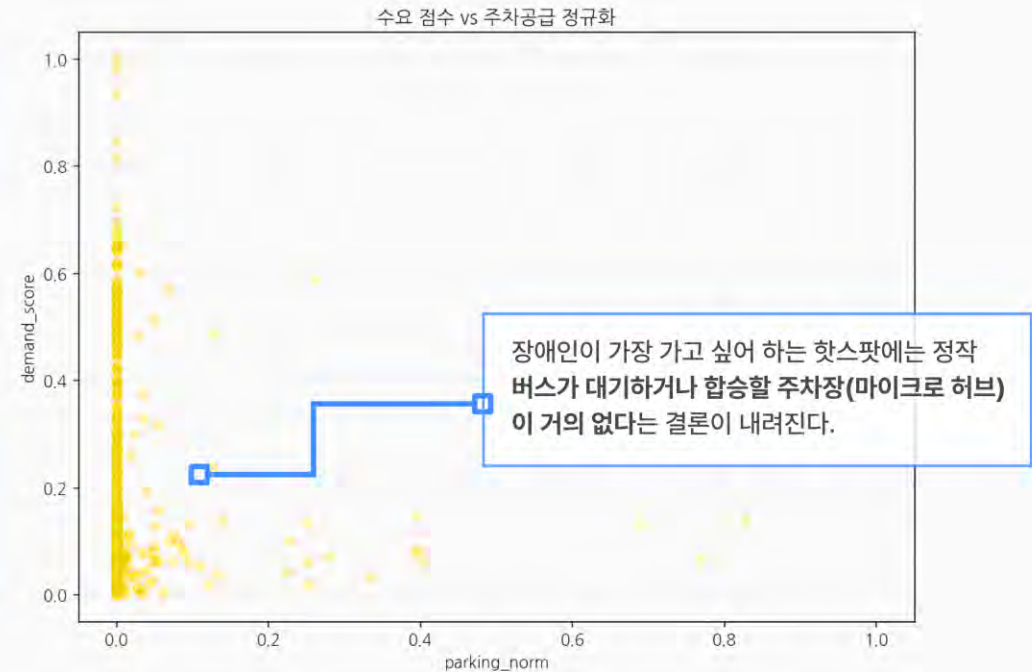
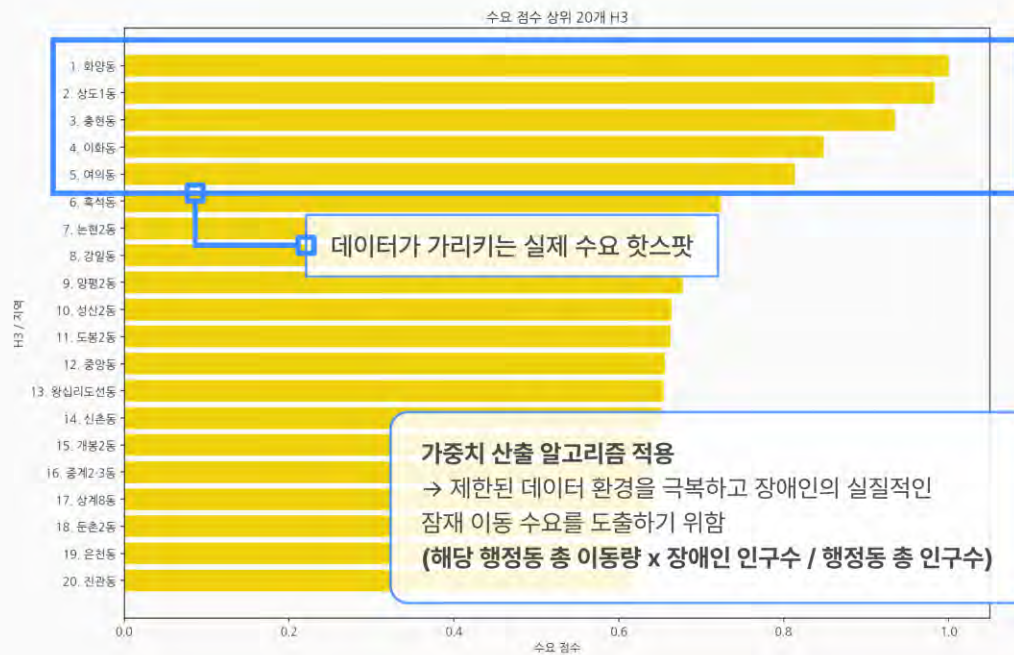
공급의 한계로 인해 특정 시간대에 서비스가 집중되거나 제한되는 현상



시간대별 생활이동 비중과 콜택시 탑승 비중을 대조한 결과, 주요 활동 시간대 구간에서 비장애인의 생활이동량은 급격히 상승하는 반면, 장애인 콜택시 탑승 비중은 차량 및 운영 인프라 한계로 인해 그 수요의 흐름을 따라가지 못하는 심각한 시공간적 미스매치가 발생하고 있다

잠재 수요와 공급의 시공간적 미스매치:

현재 시스템은 수요 응답형 배차의 한계로 인해 고질적인 탑승 지연 문제를 낳고 있다.



위 근거는 알고리즘(인구 가중치)으로 계산된 '진짜 가고 싶은 곳'과 실제 공급 현황이 얼마나 동떨어져 있는지를 보여준다.

시각화의 당위성

단순한 통계표나 수치만으로는 정책 입안자들에게 직관적인 해결책을 제시하기 어렵다.
따라서 **서울시 행정동별 추정수요량과 실제 공급 인프라 간의 접근성 괴리**를 시각화하여
문제의 본질을 드러내고자 한다.

→ 단순히 차량 대수를 증차하는 평면적 대안을 넘어
서울시 내 어느 좌표에 물리적 거점을 마련해야 하는지 명확한 공간적 타당성 입증 가능

수요·운영·인프라 데이터를 결합한 H3 기반 분석 구조

잠재 이동 수요, 실제 콜택시 운영 데이터, 물리적 거점 후보 데이터를 분리해 수요 진단과 허브 후보 선정을 동시에 수행했다.

수요 데이터 선정: 잠재 이동 욕구의 발굴

B078 수도권 생활이동 데이터(빅데이터캠퍼스)

행정동별 장애인 인구 데이터(서울열린데이터광장)

장애인 지역사회재활시설 목록 (서울열린데이터광장)

서울시 병원 위치 정보 (서울열린데이터광장)

→ 생활이동 OD, 장애인 인구, 병원·복지시설 위치를 결합해 장애인의 잠재 이동 수요와 필수 목적지 접근 수요를 추정했다.

공급 데이터 선정: 미스매치 검증의 베이스라인

2024년 장애인콜택시 탑승내역(서울시설공단)

장애인콜택시 시간대별 대기시간 데이터 (서울시설공단)

→ 실제 탑승 패턴과 대기시간 데이터를 활용해 생활이동 기반 수요가 실제 이동지원 수요와 연결되는지 검증했다.

인프라 데이터 선정: 전진배치 거점 후보 확보

서울시 공영주차장 안내 정보 (서울열린데이터광장)

행정동 경계 데이터 (서울열린데이터광장)

서울시 행정동 마스터 정보 (서울열린데이터광장)

→ 공영주차장의 위치와 주차면 수를 활용해 차량 대기 가능 공간을 탐색하고, 행정동 경계 데이터로 서울 내부 H3만 필터링했다.

서울 데이터 허브 활용 과정 및 분석 고도화

단순한 데이터 다운로드를 넘어, 경진대회 전 과정에 걸쳐 서울 데이터 허브의 에코시스템은 분석의 조력자이자 검증 도구로 적극 활용되었다.

공공데이터 챗봇 활용을 통한 데이터 탐색 및 정합성 확보

Problem

서울시 장애인 이동권 정책 및 공공데이터 탐색 과정에서
방대한 데이터 포털 구조와 복잡한 데이터 명세로 인해
필요한 정책·수요조사·데이터를 효율적으로 탐색하기 어려움

Solved1

서울시 장애인 이동권 증진 계획 및 장애인 복지 실태조사 탐색
복지 수요조사 분석 결과, 이동 보조를 포함한 '활동지원 서비스' 수요가
가장 높은 핵심 요소임을 확인

Solved2

공영주차장 위치·운영시간·시설 정보를 탐색
확보된 데이터를 기반으로 허브 설치 가능 후보지를 신속하게 검토하고
마이크로 허브 구축 가능성을 데이터 기반으로 검증

포털 내 자체 시각화 도구로 가설 수립 및 방향성 검증

Solved

서울 데이터 허브 내 3차원 시각화 메뉴를
분석 결과와의 교차 검증 도구로 활용

'자치구별 장애인 인구 분포 지도'를 통해 도출된 거시적 인구 현황과
프로젝트의 알고리즘이 도출한 미시적 수요 데이터를 대조

- 복잡한 코딩 없이도 데이터의 거시적 경향성과 지역별 수요값의 직관적 확인
- 최적화 모델링의 타당성과 우선순위 지역을 설정하는 결정적 근거 확보

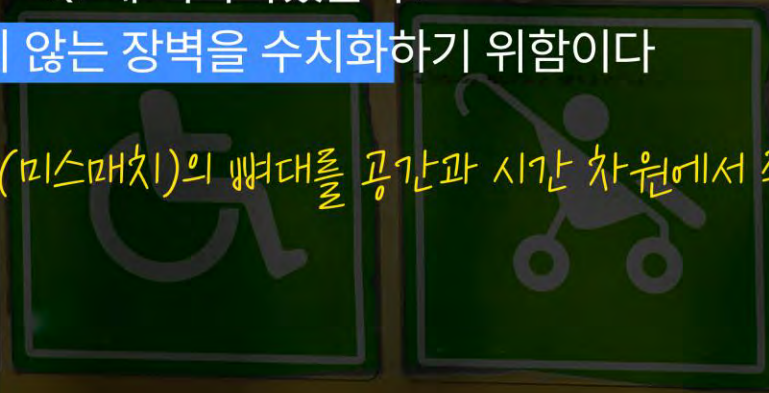
해당 과정을 통해 데이터 분석의 한계를 넘어 실제 정책 수립 시 발생할 수 있는 리스크를 사전에 차단하고
결과물의 현장 적용 가능성을 혁신적으로 높일 수 있었다.

시각화의 목적

Q. 왜 시각화했는가?

A. 보이지 않는 장벽을 수치화하기 위함이다

데이터로 현상을 진단하고, 문제(미스매치)의 뼈대를 공간과 시간 차원에서 증명하고자 한다

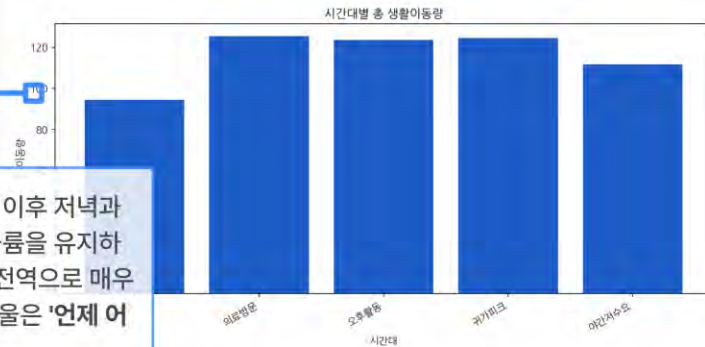


(1) 시각적 사각지대 증명(Time-series Analysis)

일반 시민의 이동 흐름과 달리, 콜택시 대기 시간과 탑승은 특정 시간에 몰려 있다

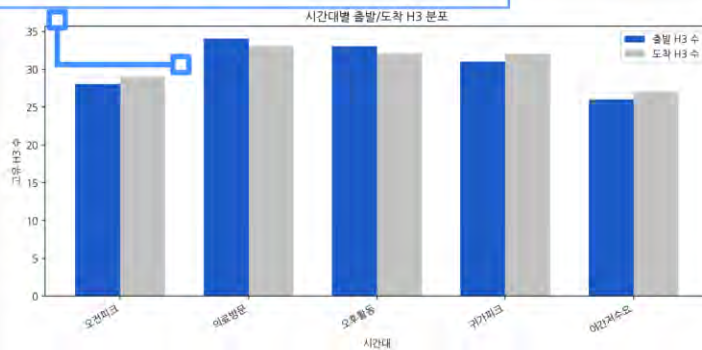
1

서울시 전체 생활이동량은 주간 피크 이후 저녁과 심야 시간대에도 일정 수준 이상의 볼륨을 유지하며, 이동이 발생하는 공간 역시 도시 전역으로 매우 다양하게 분산됨 → 비장애인에게 서울은 '언제 어디서든 이동 가능한' 탄력적인 공간



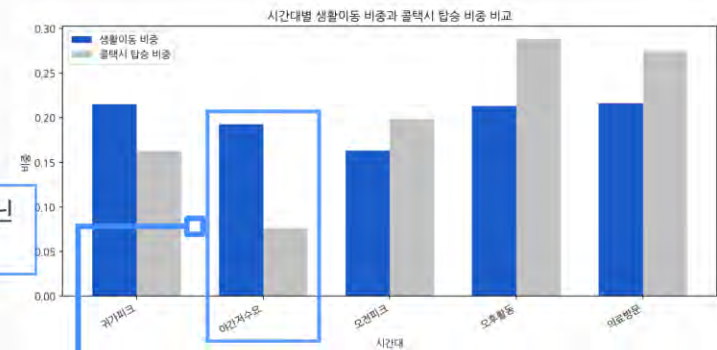
3

수요가 몰리는 주간 활동 시간대에 평균 대기 시간이 급격히 상승하는 병목현상 → 장애인이 도시 인프라를 향유하기 위해 훨씬 더 큰 시간적 비용을 지불하고 있음



2

반면 장애인의 이동이 개인의 선택이 아닌 '시설의 스케줄'에 종속되어 발생

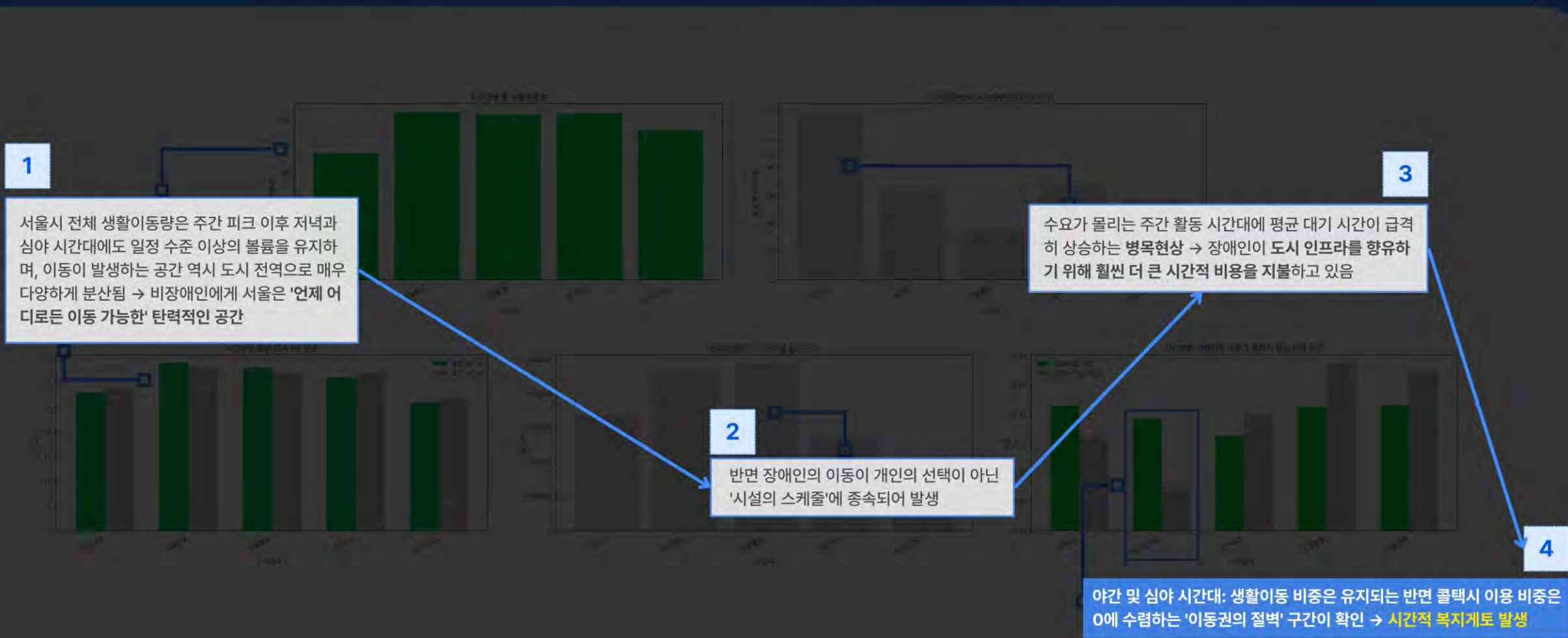


4

야간 및 심야 시간대: 생활이동 비중은 유지되는 반면 콜택시 이용 비중은 0에 수렴하는 '이동권의 절벽' 구간이 확인 → 시간적 복지게토 발생

(1) 시각적 사각지대 증명(Time-series Analysis)

일반 시민의 이동 흐름과 달리, 콜택시 대기 시간과 탑승은 특정 시간에 몰려 있다



(2) 공간적 격리 증명 (Spatial Mismatch)

기존 의료/복지 시설(병원) 중심의 동선과 계산된 잠재 수요 핫스팟 지도의 대조



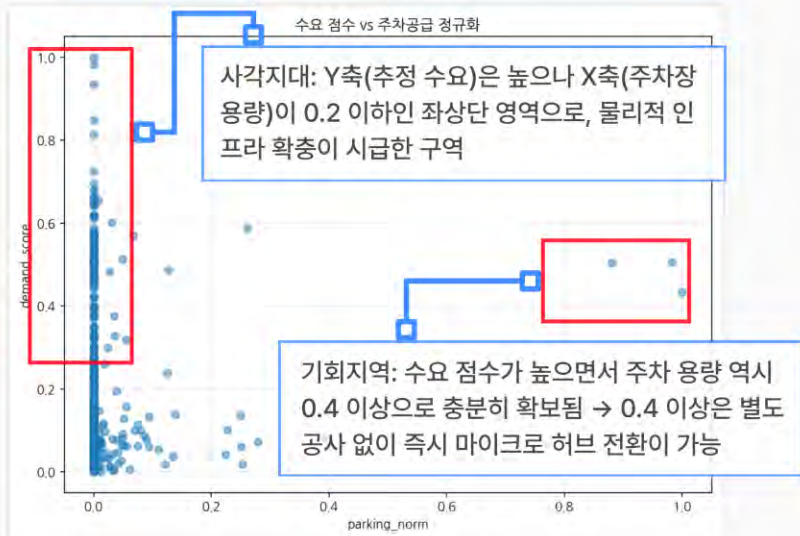
장애인들은 강남의 병원 단지뿐만 아니라 화양동이나 여의도 같은 일상의 공간으로 이동하고 싶어 하지만,

현재의 인프라는 병원 중심에만 머물러 있다

(3) 공급 불균형의 수치화 (Accessibility & Scoring)

데이터가 지목하는 '공급의 사각지대'

1. 수요-공급 산점도 분석: '공급 부재의 골짜기' 확인



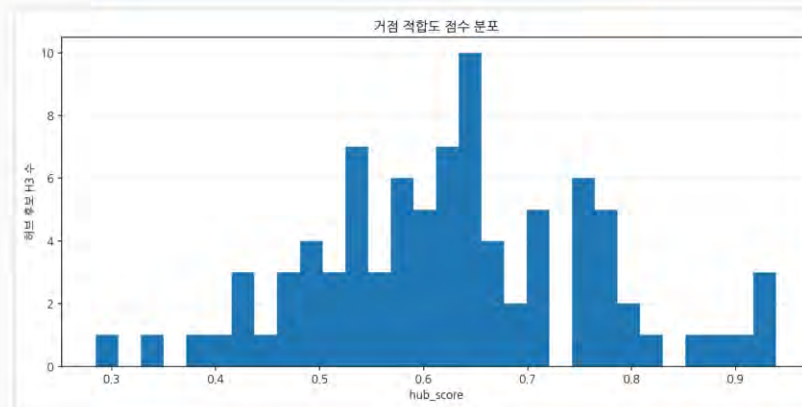
고수요 지역 중 주차 용량이 0.4 이상인 '준비된 거점'들이 다수 포착되었다.

2. 미스매치 및 접근성 분석: 인프라의 기능적 단절



주차장과 수요지 사이의 물리적 접근성이 떨어지거나, 공간은 있되 이동 지원 기능이 연계되지 않은 '구조적 결핍' 상태 → 수요지 인근의 기존 공간을 어떻게 허브화하여 접근성을 높일 것인가가 핵심 과제

3. 허브 스코어링: 거점 구축의 타당성 확보



미스매치 해결 가능성과 기존 주차 용량 (0.4 이상 지역 포함)을 종합하여 허브 스코어 산출

이 점수가 높은 곳일수록 저비용-고효율의 마이크로 허브 구축이 가능한 지역임

유니버설 서울은 이러한 기회 지역을 마이크로 허브로 즉시 전환하여 **예산 효율성을 극대화**하는 전략을 제안한다.

시각화 결과물

서울 전역에 흩어진 잠재 수요를 머신러닝 기법인 K-Means 클러스터링을 통해 효율적인 운영 그룹으로 묶고, 각 그룹의 중심점(Centroid)에 가장 인접한 기존 인프라를 매핑하여 '실현 가능한 마이크로 허브'를 도출했다.

#산재된 수요의 운영 단위화 및 인프라 매핑

K-Means 클러스터링을 통한 수요 권역화

산재된 수요를 운영 가능한 단위로 묶기 위해 K-Means 클러스터링 기법을 도입하였고
수만 번의 반복 계산을 통해 **이동 거리를 최소화하는 최적의 좌표**를 찾아낼 수 있었다



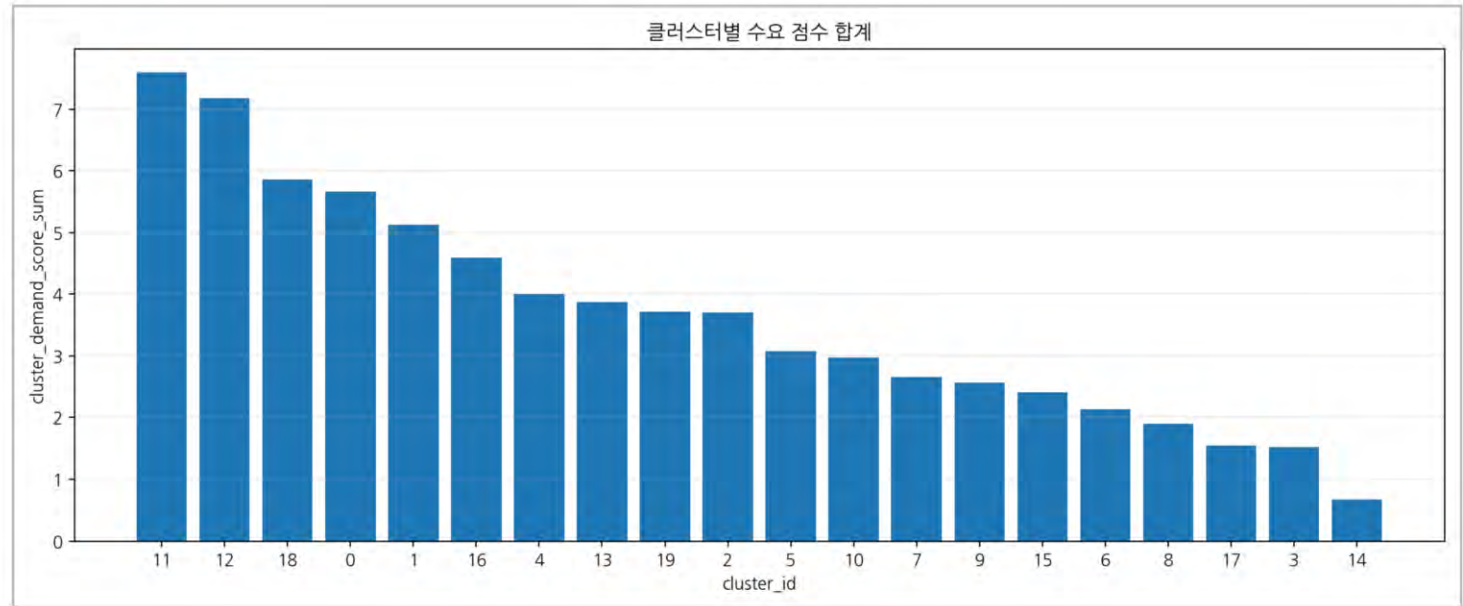
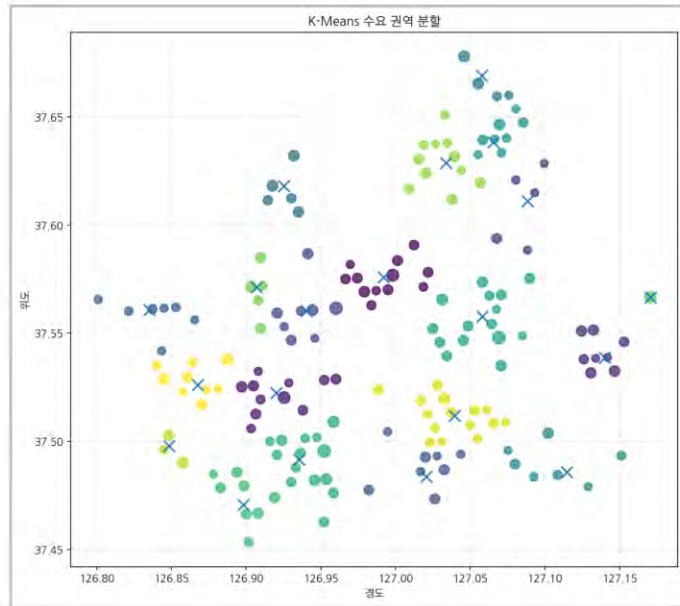
값 최적화를 위한 Elbow Method 및 Silhouette Score 검증 완료

$$\text{거리 공식: } d(p, q) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$\text{K-means 클러스터링 목적함수: } J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2$$

K-Means 클러스터링을 통한 수요 권역화

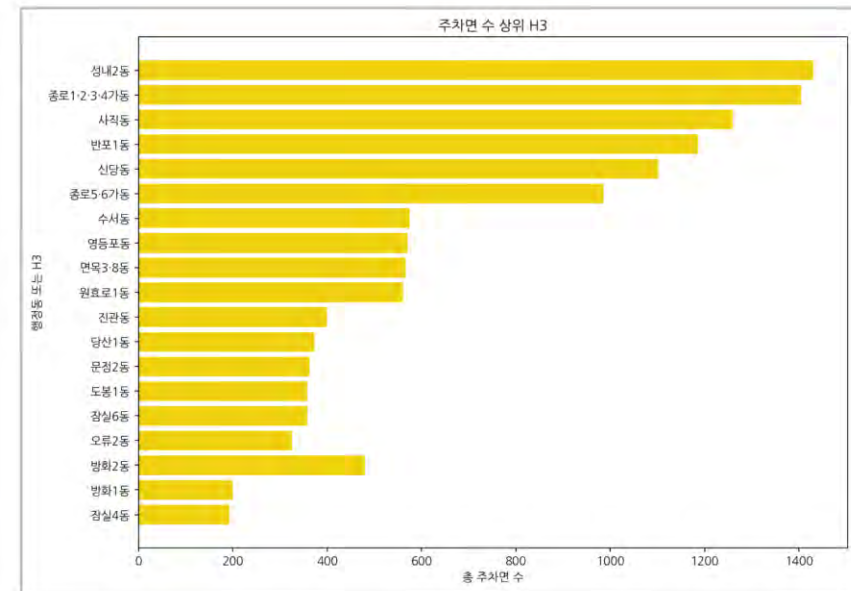
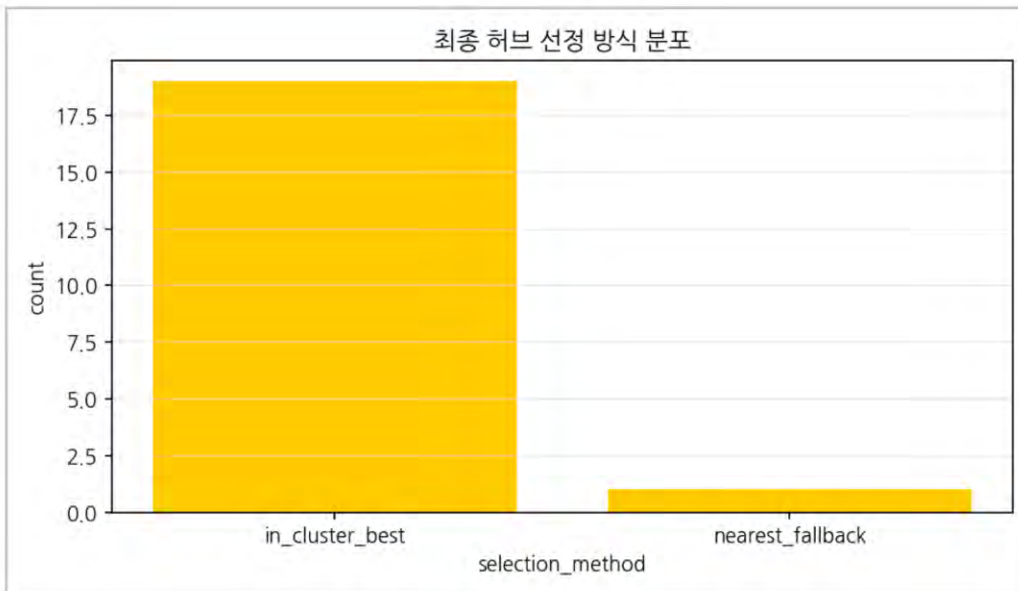
복잡한 개별 이동 데이터를 유사한 지리적 특성을 가진 그룹으로 군집화한 후,
각 클러스터별 수요 총량을 산출하여, 어떤 권역이 가장 높은 서비스 우선순위를 갖는지 정량적으로 파악했다.



이는 '점' 단위의 관리를 '면' 단위의 운영 체계로 전환하여 **배차 효율성을 극대화하는 운영 관리의 핵심 기초가** 되어준다

인프라 가용성 기반의 허브 후보지 매칭

클러스터 중심점 인근의 공영주차장 데이터(top_parking_h3)를 필터링했다.
특히 앞서 분석한 주차 용량 0.4 이상의 기회 지역을 우선적으로 매칭하는 로직을 적용했다.

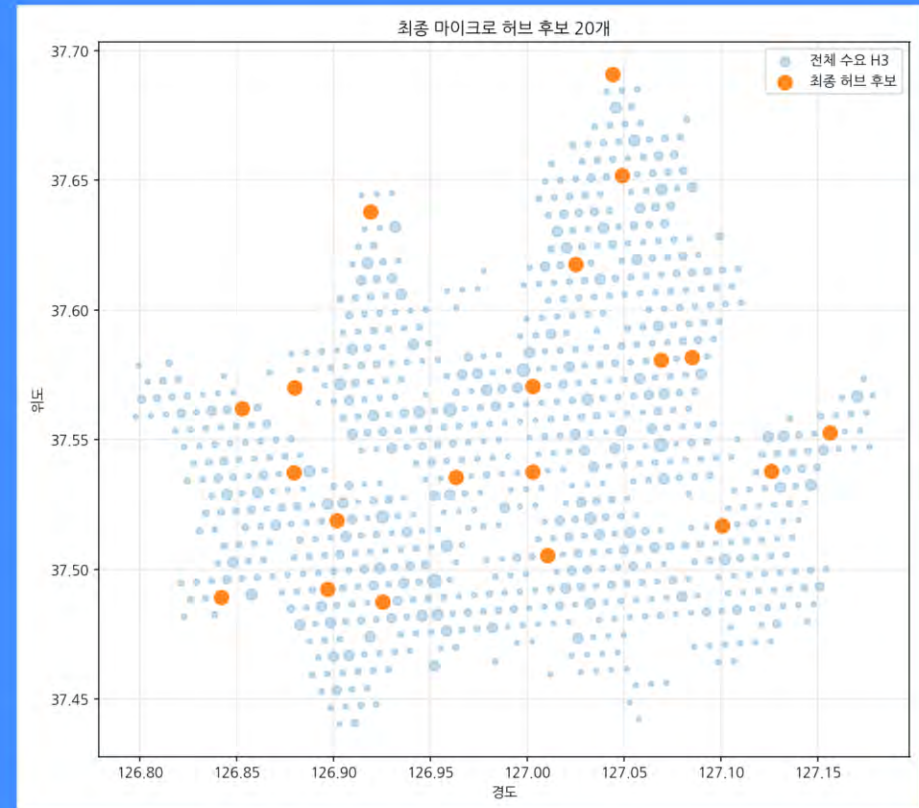
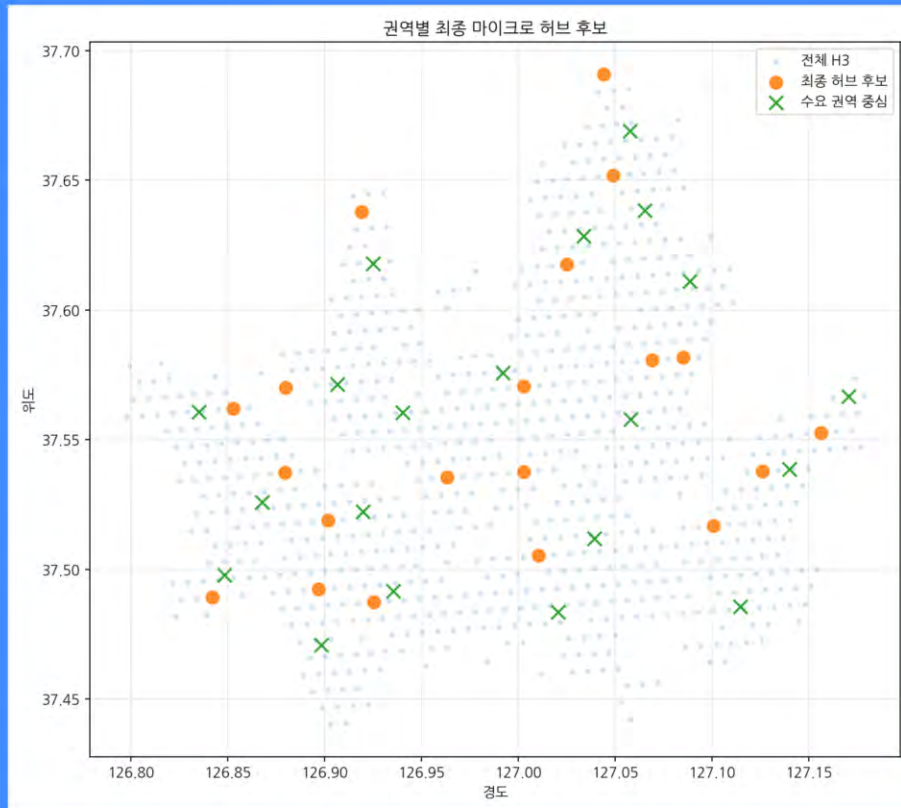


이론적인 중심점이 아니라, 실제 차량이 대기하고 합승할 수 있는 '물리적 공간'을 확보한 현실적인 거점을 선정할 수 있었다.

최종 마이크로 허브 확정 및 공간 분포

최종 선정된 허브 후보지들의 점수 분포와 지리적 위치를 최종 시각화했다.

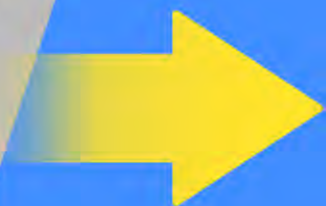
이 지도는 단순한 데이터 시각화를 넘어, 서울시가 즉각적으로 도입 가능한 '장애인 이동권 혁신 로드맵'의 실질적인 위치 기반 가이드라인을 제시한다.



기존의 개별 호출 기반 운영 방식과 우리가 제안한 마이크로 허브 기반 합승 모델을
동일한 수요 조건하에서 시뮬레이션 하여, 핵심 성과 지표인 대기 시간과 공차 거리의 개선 효과를 입증한다.

[Before]

개별 호출 기반
운영 방식



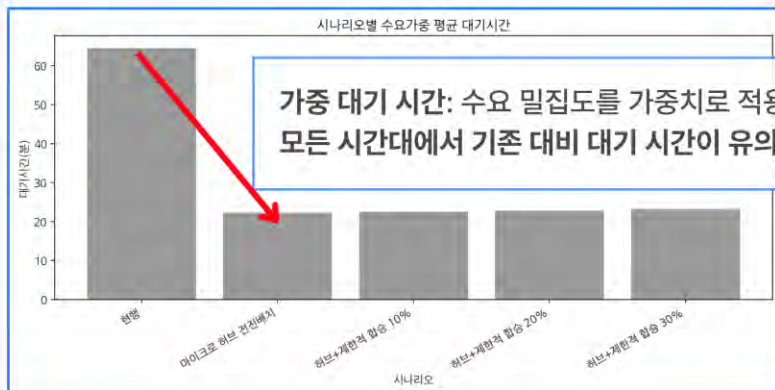
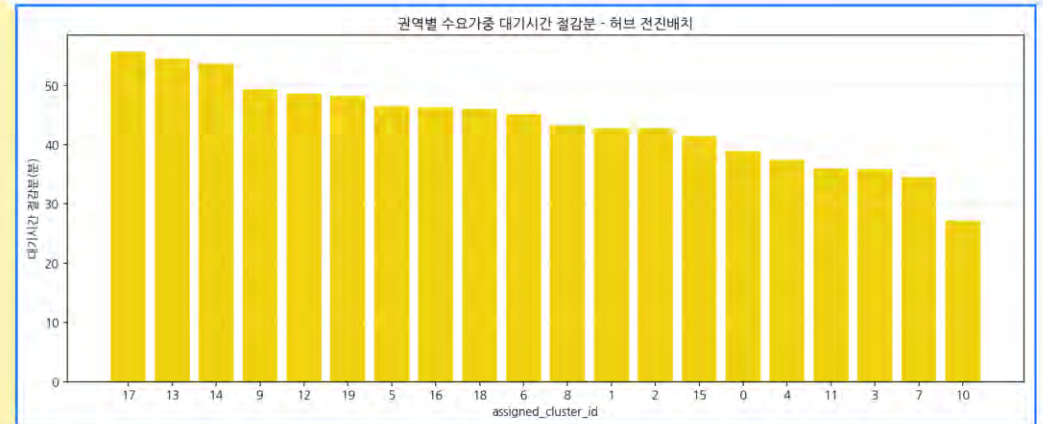
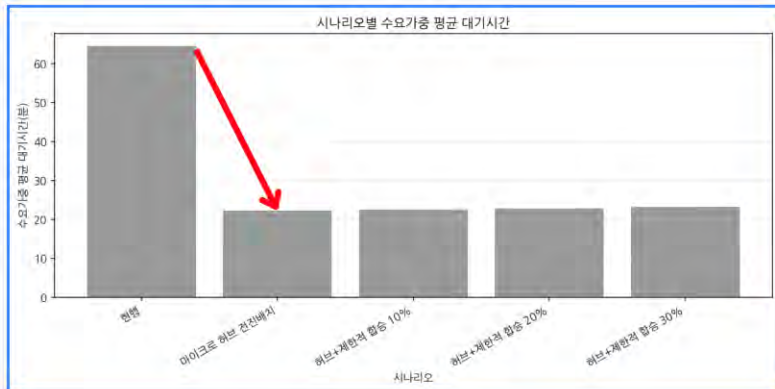
[After]

마이크로 허브 기반
합승 모델

대기 시간과
공차 거리의 개선

탑승 대기 시간의 획기적 단축

거점에서 승객을 즉각 수용하는 거점 기반 순환 시스템의 우월성을 정량적으로 증명할 수 있었다.



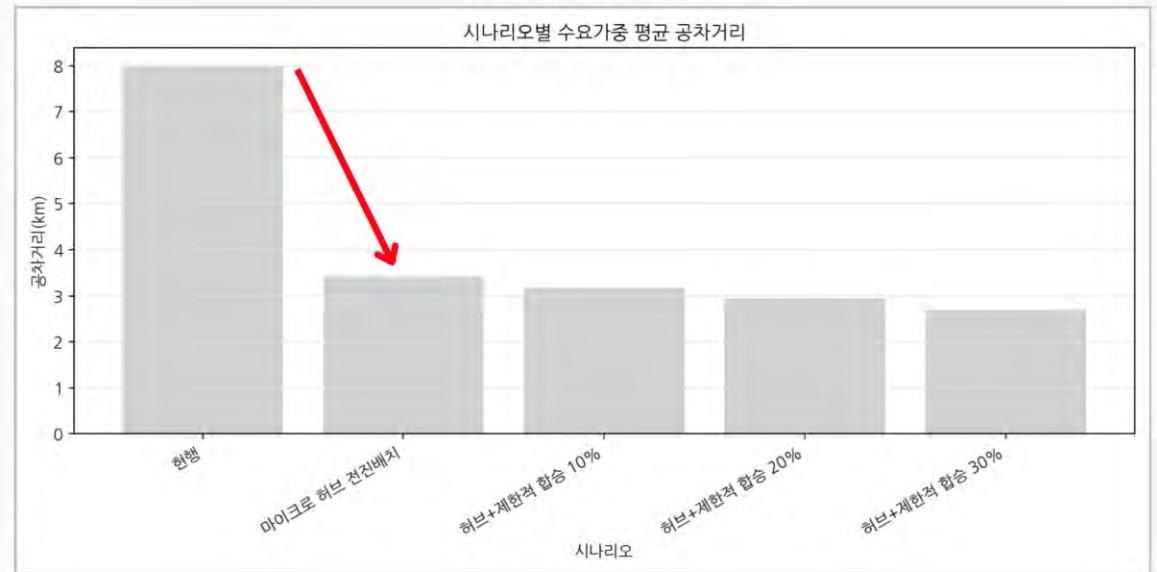
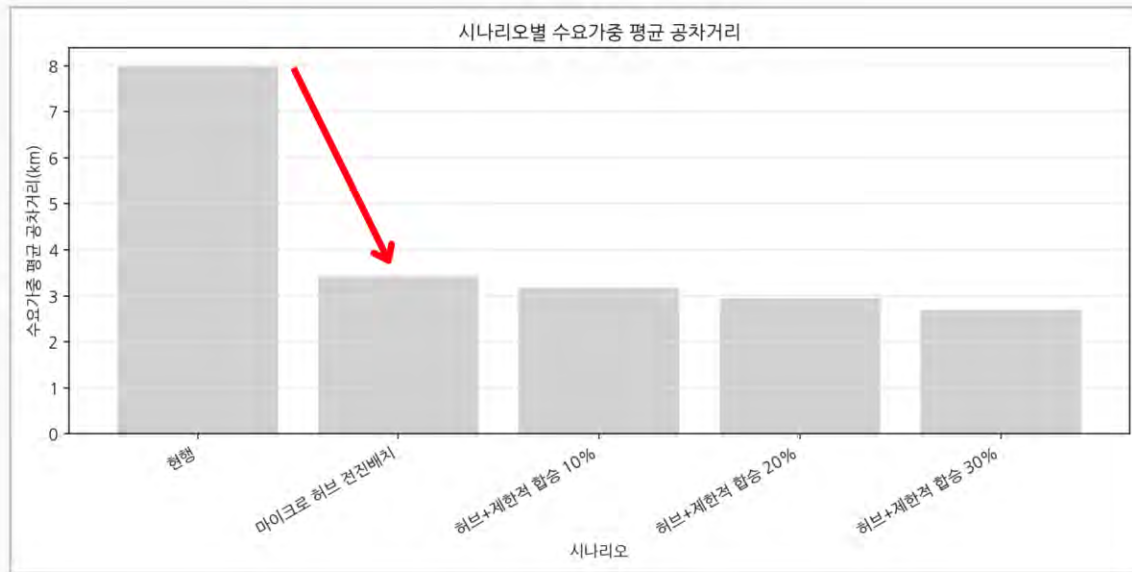
가중 대기 시간: 수요 밀집도를 가중치로 적용하여 시뮬레이션한 결과, 모든 시간대에서 기존 대비 대기 시간이 유의미하게 감소함을 확인함.

클러스터별 절감 효과: 특히 우리가 K-Means로 도출한 클러스터 내부 및 인근 지역에서 대기 시간 절감 폭이 극대화되는 '거점 효과'가 선명하게 나타남.

차량 운영 효율의 극대화: 공차 거리 최소화

운영 예산의 추가 투입 없이 시스템 효율 개선만으로 서비스 공급량을 증대시킬 수 있다

차량이 빈 차로 이동하는 '공차 거리'가 시나리오 적용 후 획기적으로 줄어드는 것을 볼 수 있다.



이는 차량 1대당 일일 처리 가능한 탑승 건수의 상승으로 직결되며,
한정된 자원(차량/기사)으로 더 많은 장애인에게 서비스를 제공할 수 있음을 의미한다.

Chapter 4

모델 설계

데이터 기반 마이크로 허브 최적화

2026 서울시 빅데이터 활용 경진대회 · 노선최적화

서울 장애인 이동지원 마이크로 허브 최적화 지도

823

최종 분석 H3 수
서울 내부 H3 격자 기준

20

최종 마이크로 허브 후보
수
20개 수요 권역별 1개 후
보

42.3

건당 대기시간 절감
마이크로 허브 전진배치
시나리오

29.0

연간 총 사회적 편익
증립 가정 기준

인터랙티브 전략의 시각화:

[현장 밀착형 의사결정 지원 시스템]

지도 필터

수요 점수

공급 미스매치

거점 적합도

H3 격자에 마우스

수가 오른쪽 패널과

표시 범위

자치구

상위 100

전체 서울

☒ 최종 마이크로

☒ 허브 개수 시나리오

허브 개수별 시나리오

허브 수

20개 허브

수요가중 평균 대기시간

21.0분

건당 대기시간 절감

43.5분/건

건당 공차거리 절감

5.00km/건

연간 사회적 편익

30.0억/년



수요 점수

강서구 가양1동 · H3 8830e0aed7ffff

수요 점수

0.419

공급 미스매치

0.419

단순한 결과 보고를 넘어, 서울시 정책 담당자가
실제 현장의 수요 변화를 실시간으로 탐색하고 의사결정에 활용할 수 있도록
3종의 인터랙티브 웹 시각화 도구(HTML)를 구축했다.

시각화 결과물

장애인 이동지원 마이크로 허브 최적화 지도

1

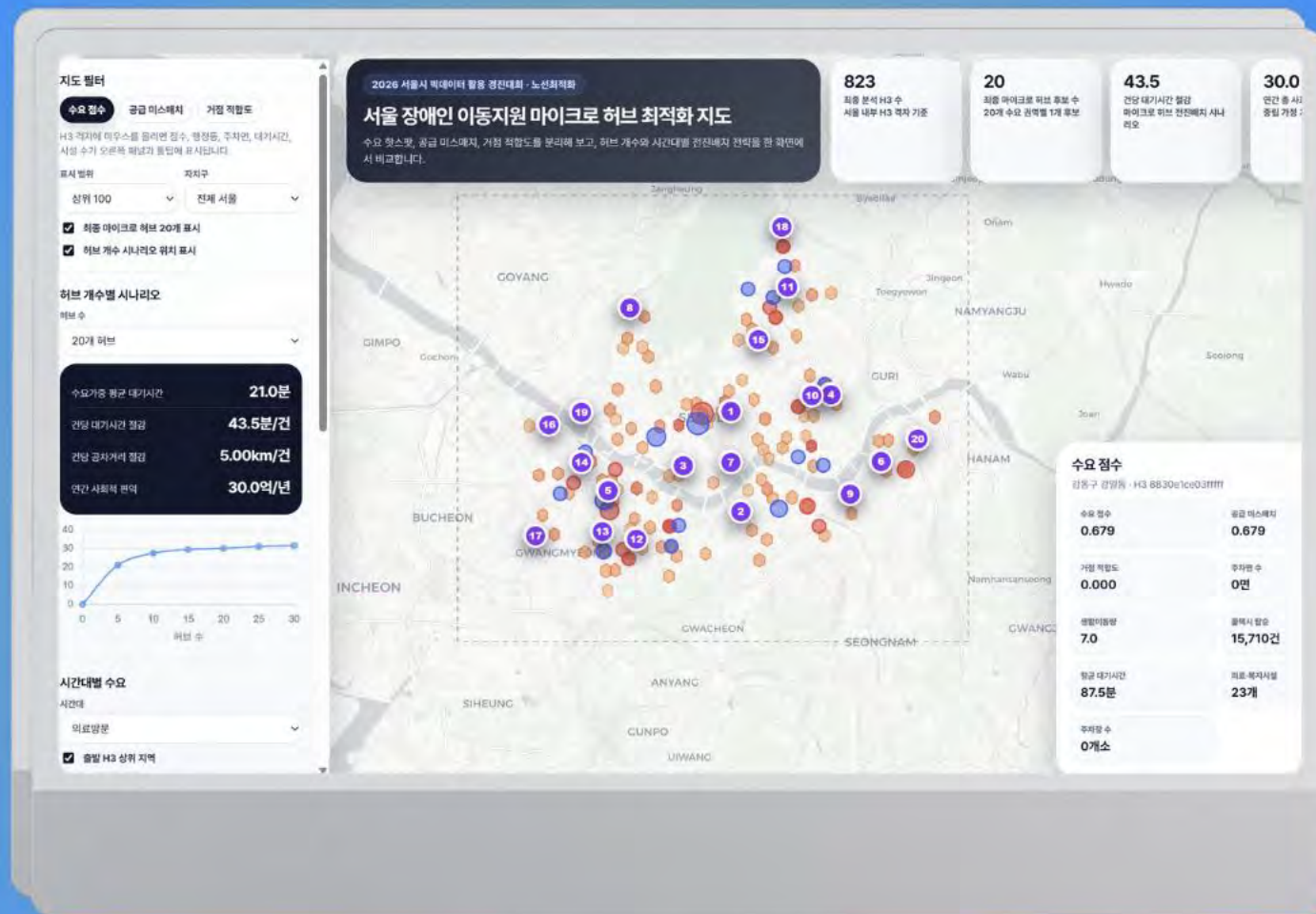
H3 공간격자 기반의 정밀 공간분석

2

허브 개수별 시나리오 기반 정책 의사결정 지원

3

단순 시각화를 넘어선 실무형 운영 시스템



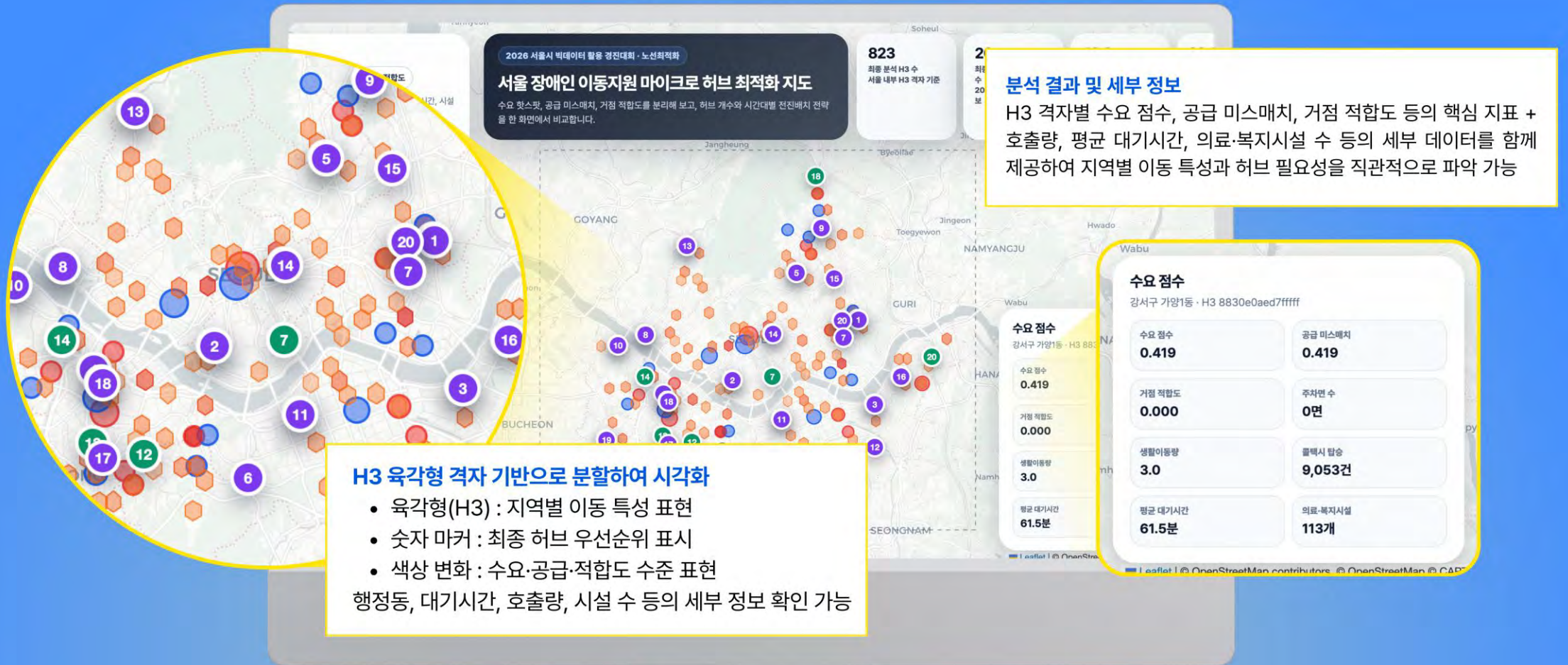
시각화 결과물

장애인 이동지원 마이크로 허브 최적화 지도



시각화 결과물

장애인 이동지원 마이크로 허브 최적화 지도



6. 시각화 결과물

수요-미스매치-허브 통합 대시보드 (Decision Map)

서울 전역의 H3 격자별 수요 점수와 인프라 미스매치 지수, 그리고 도출된 20개 허브 좌표를 하나의 맵 레이어로 통합했다.

cartodbpositron

☒ 수요 점수 상위 H3

☐ 공급 미스매치 상위 H3

☒ 최종 마이크로 허브 후보

수요점수, 공급 미스매치, 최종 허브 후보지를 필터링하여 볼 수 있다

허브 후보 1위 | 동대문구 장안2동

커서를 대면 허브 후보지 및 행정동 명칭이 표기된다

해당 지역의 수요 점수 순위가 표기된다

수요 H3

H3: 8830e1d957ffff

자치구:

행정동: 여의동

수요점수: 0.8134

생활이동량: 10

의료·복지시설: 92

각 마커를 클릭하면 해당 지역의 수요 점수 순위와 행정동 명칭이 즉각적으로 표시되어, 정책 우선순위 지역을 직관적으로 선별할 수 있는 의사결정 지원 시스템(IDSS) 역할을 수행한다.

Sanseong-ri

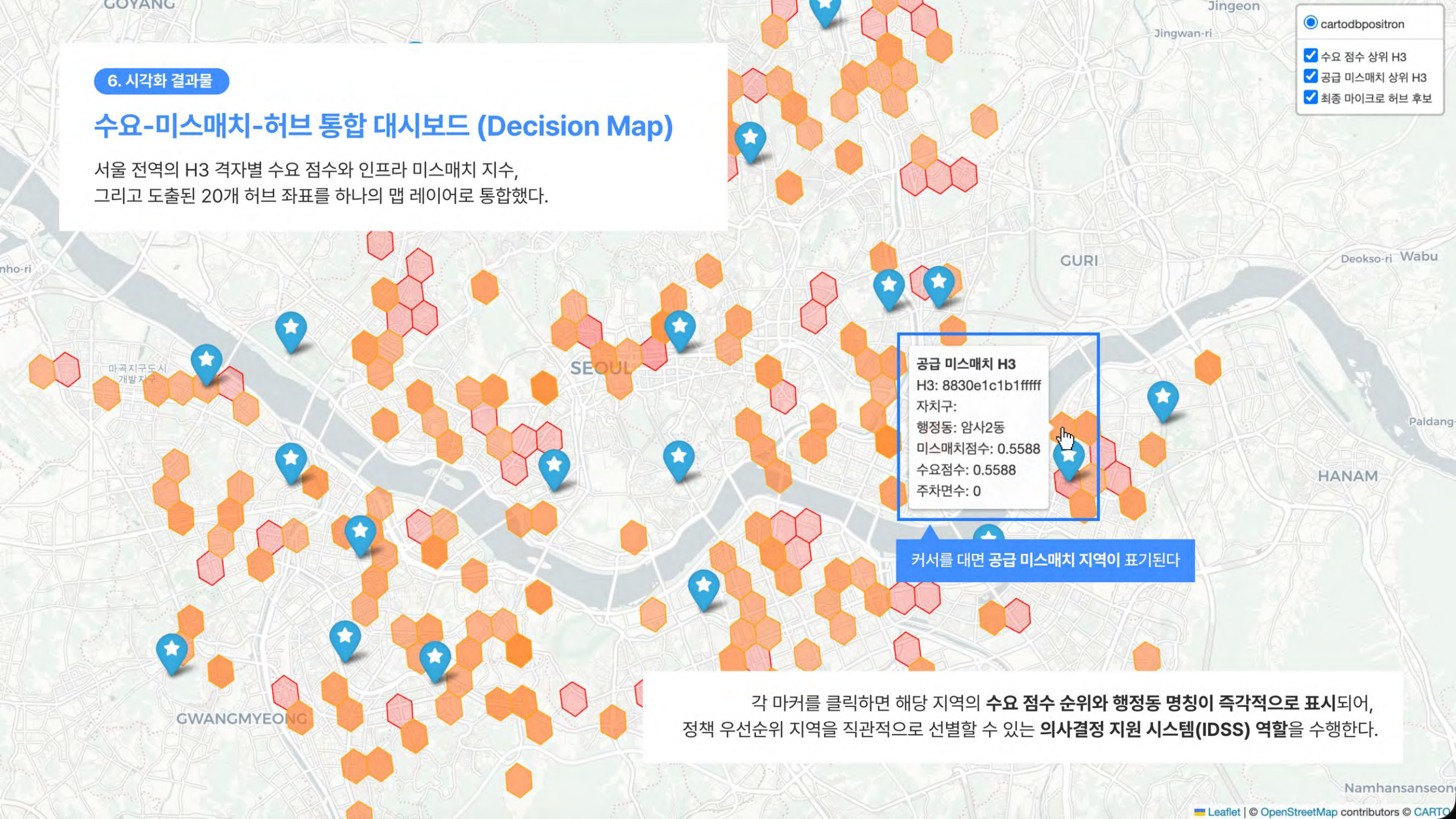
Geombok-ri

Leaflet | © OpenStreetMap contributors © CARTO

6. 시각화 결과물

수요-미스매치-허브 통합 대시보드 (Decision Map)

서울 전역의 H3 격자별 수요 점수와 인프라 미스매치 지수, 그리고 도출된 20개 허브 좌표를 하나의 맵 레이어로 통합했다.



각 마커를 클릭하면 해당 지역의 수요 점수 순위와 행정동 명칭이 즉각적으로 표시되어, 정책 우선순위 지역을 직관적으로 선별할 수 있는 의사결정 지원 시스템(IDSS) 역할을 수행한다.

cartodbposition

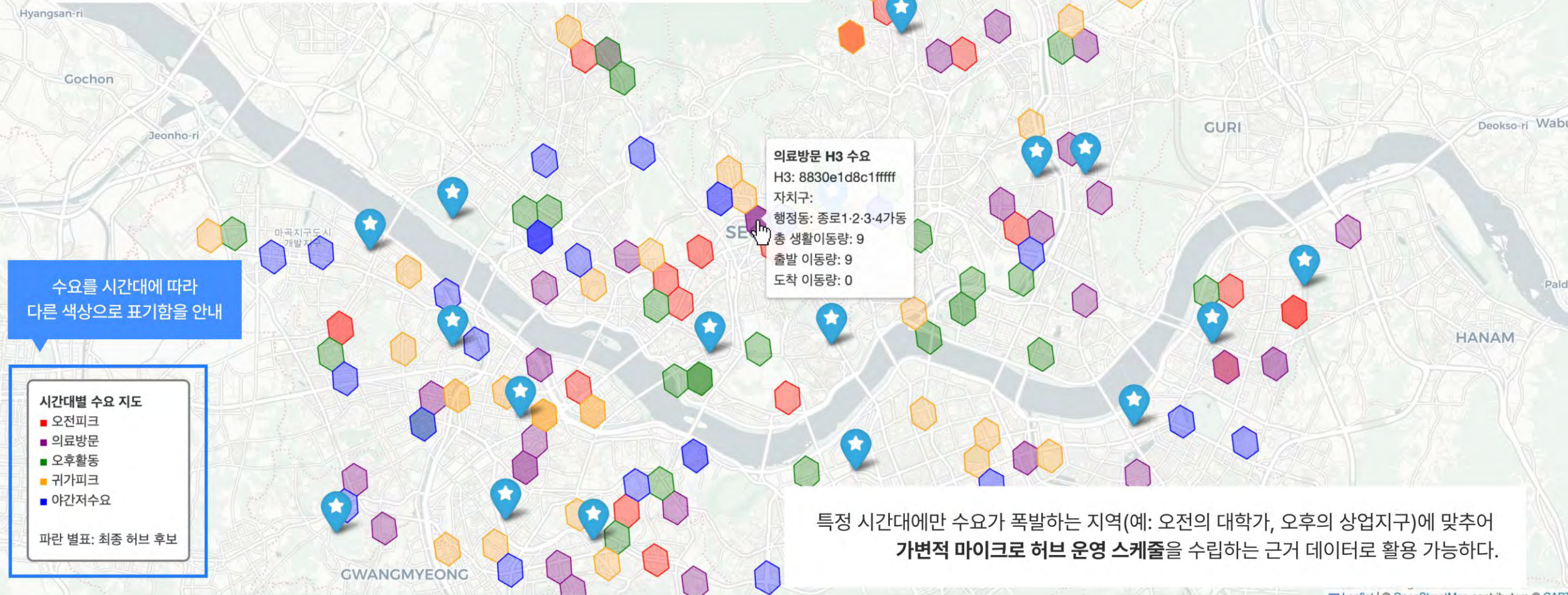
- ☒ 수요 점수 상위 H3
- ☒ 공급 미스매치 상위 H3
- ☒ 최종 마이크로 허브 후보



6. 시각화 결과물

시계열 동적 수요 변동 지도 (Temporal Dynamic Map)

오전 피크, 의료 방문, 오후 활동 등 시간대별로 변하는 장애인의 이동 수요를 레이어 선택 방식으로 시뮬레이션할 수 있다.



6. 시각화 결과물

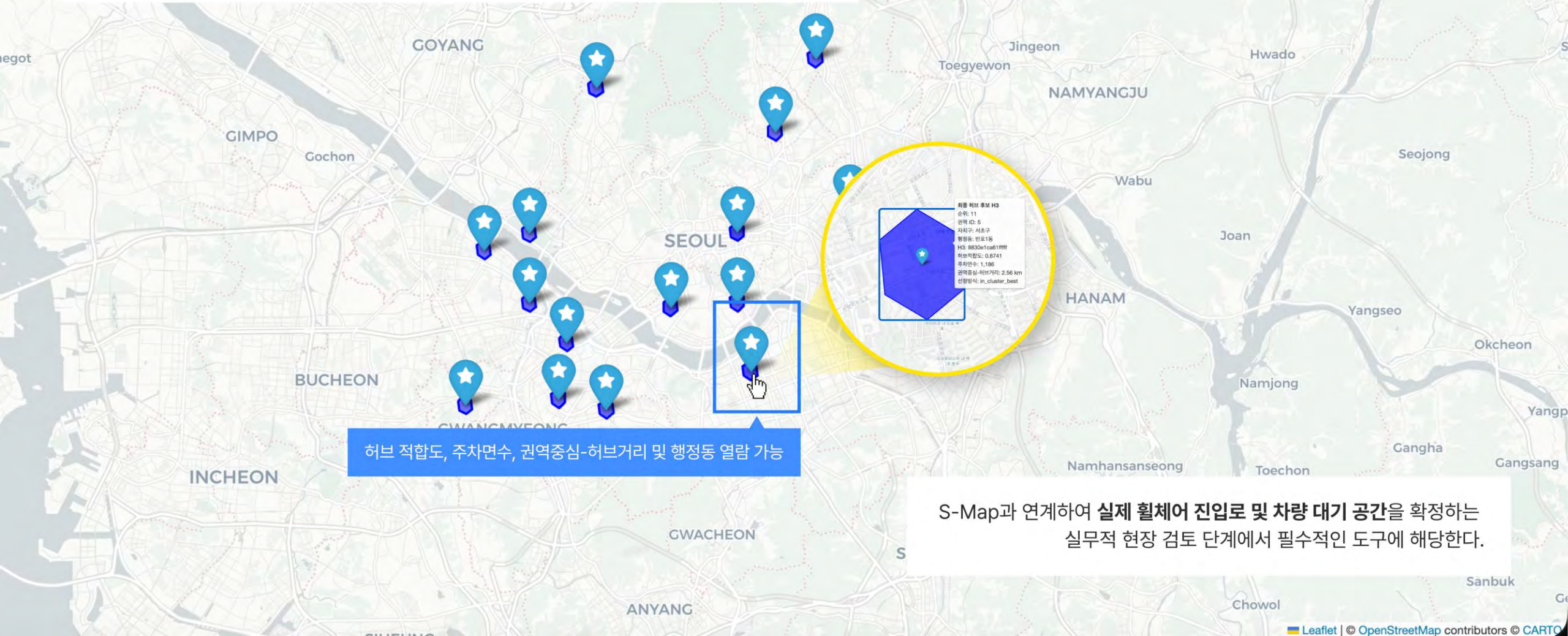
허브 입지 정밀 검증용 폴리곤 맵 (Precision Polygon Map)

선정된 허브 후보지의 위치를 단순한 점(Point)이 아닌 공간적 범위(H3 Polygon)로 시각화하여, 주변 지형 및 공영주차장 부지와의 실제 정합성을 확인한다.

cartodbpositron

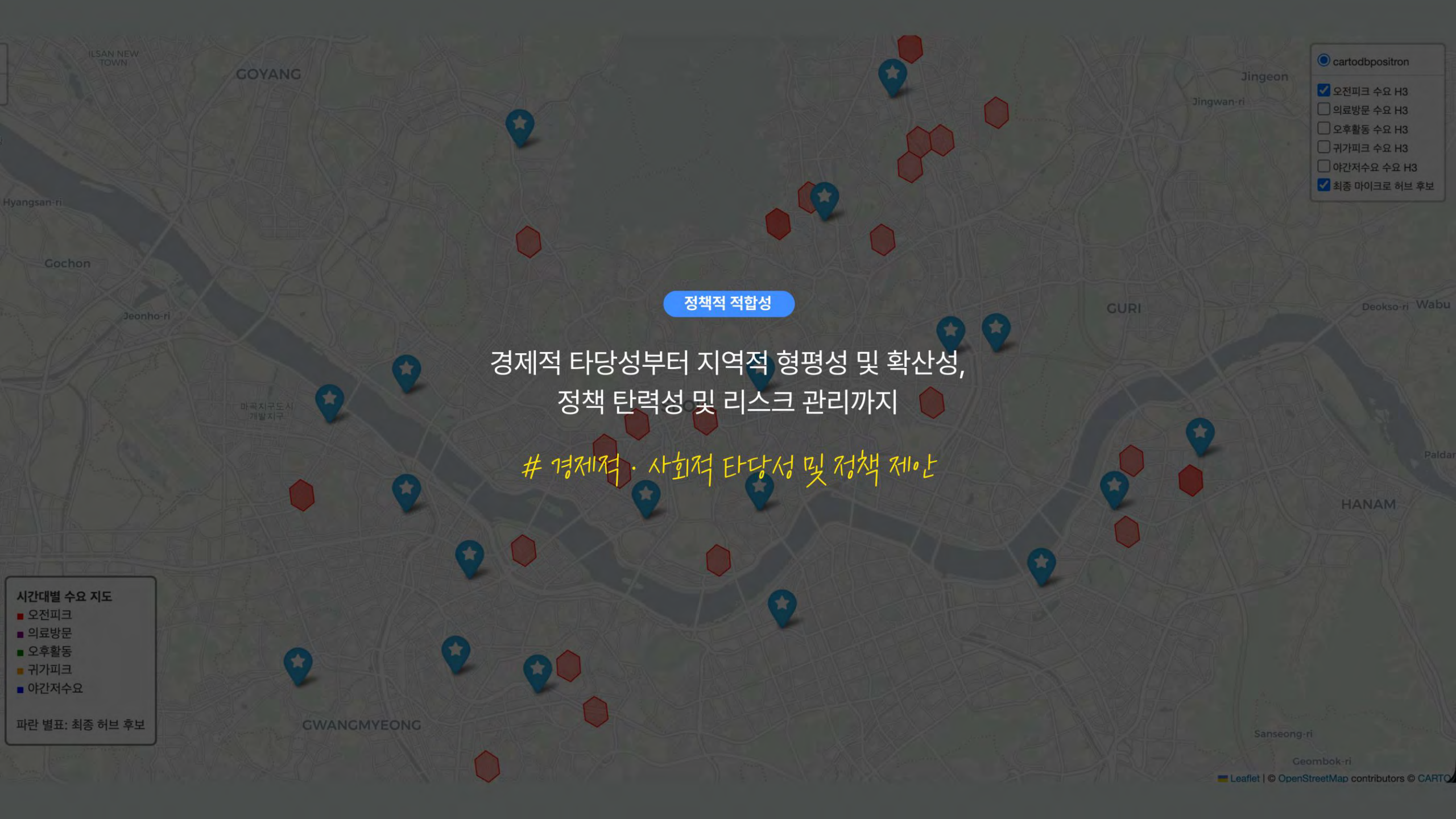
✓ 최종 허브 후보 H3 격자

✓ 최종 허브 후보 위치



Chapter 5

V. 타당성 검증 및 결론



정책적 적합성

경제적 타당성부터 지역적 형평성 및 확산성,
정책 탄력성 및 리스크 관리까지

경제적·사회적 타당성 및 정책 제안

cartodbpositron

- ☒ 오전피크 수요 H3
- ☐ 의료방문 수요 H3
- ☐ 오후활동 수요 H3
- ☐ 귀가피크 수요 H3
- ☐ 야간저수요 수요 H3
- ☒ 최종 마이크로 허브 후보

시간대별 수요 지도

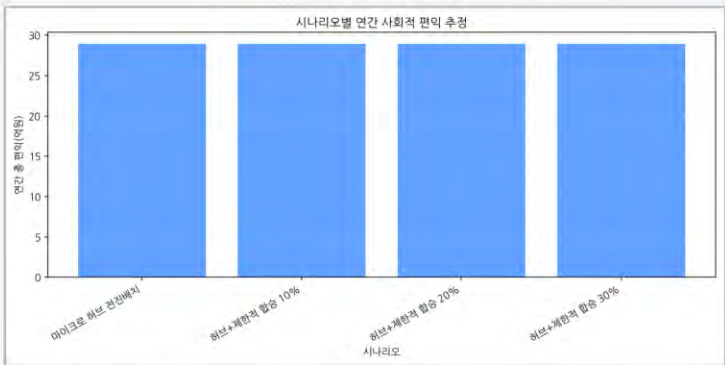
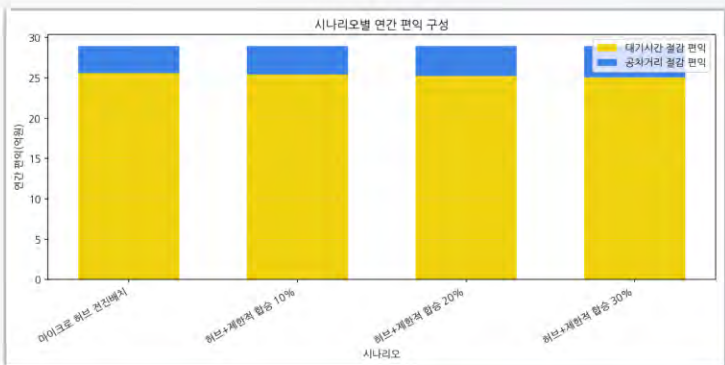
- 오전피크
- 의료방문
- 오후활동
- 귀가피크
- 야간저수요

파란 별표: 최종 허브 후보

정책적 적합성

경제적 타당성 분석

본 사업의 B/C Ratio는 **1.44**로 산출되어, 공공 행정 사업으로서 **매우 높은 경제적 타당성**을 확보한다.



편익의 다각화

단순히 대기시간 감소뿐만 아니라, 장애인의 경제 활동 참여 증가로 인한 사회적 생산성 향상, 공차 거리 감소에 따른 유류비 및 탄소 배출 절감액을 정량화했다.

순사회적 편익

마이크로 허브 도입 시 연간 **약 28억 원의 경제적 부가가치**를 창출할 수 있다.

B/C Ratio(편익-비용 비율) > 1.0

본 사업의 **B/C Ratio는 1.44**로 산출되어,
공공 행정 사업으로서 **매우 높은 경제적 타당성**을 확보한다.

[운영비용은 20억원으로 추정함.]



정책적 적합성

지역적 형평성 및 확산성 분석

서울 어느 곳에서도 소외 없는 이동권을 보장한다.

#Equity

#Scalability

- **권역별 편익 분포:** 특정 자치구에 혜택이 쏠리지 않도록 20개 마이크로 허브의 편익을 분석한 결과, 동북권/서남권 등 교통 소외 지역에서 더 큰 편익 상승이 관측되었다.
- **Welfare Ghetto 해소:** 이는 우리가 목표로 했던 '복지 게토'의 물리적 파괴가 서울 전역에서 균형 있게 일어날 것임을 의미한다.
- **확장 가능성:** 현재 장애인 전용 모델을 넘어, 향후 고령 인구 밀집 지역으로 시스템을 수평 전개할 수 있는 정책적 확장성을 입증했습니다.



동북권과 서남권 클러스터의 '편익 점유율' 높음

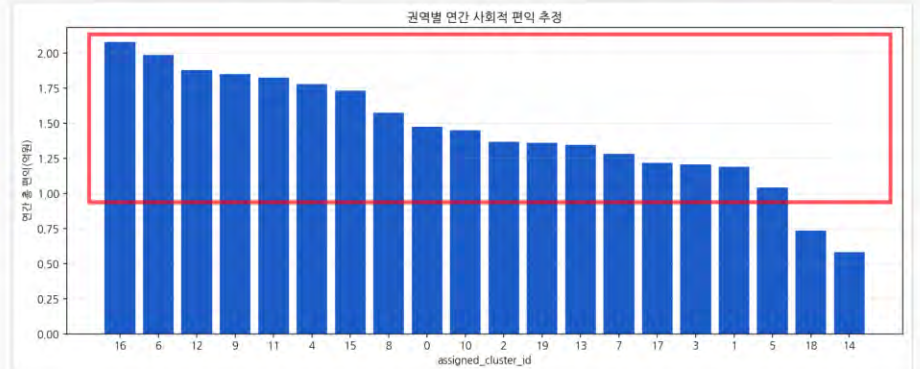
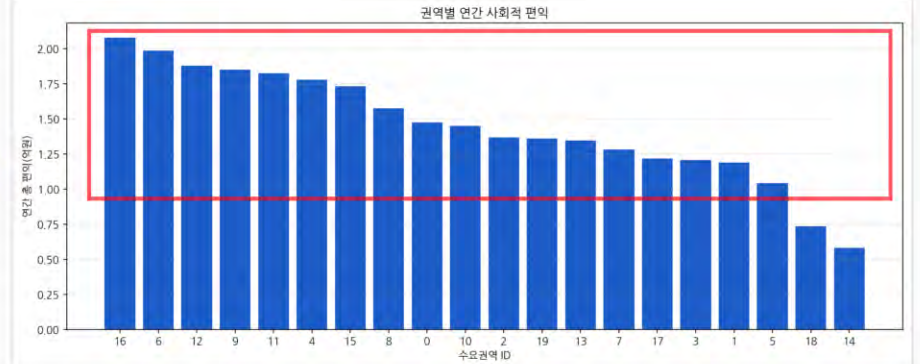
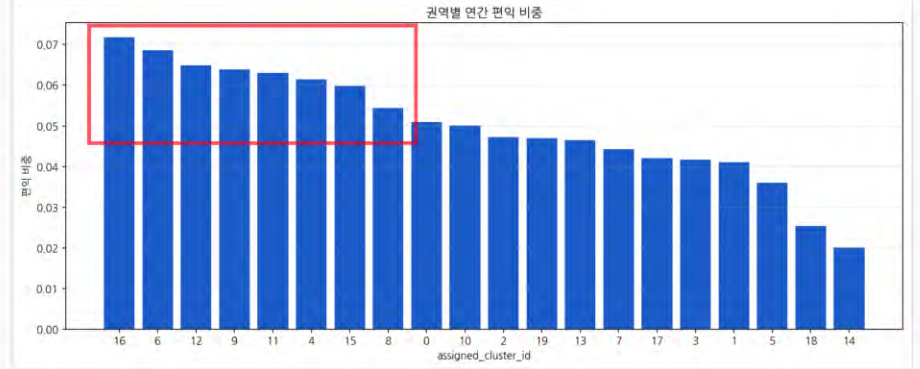
→ 우리 모델 도입 시 교통 복지에서 소외되었던 권역의 편익 비중이 획기적으로 상승함

서울 전역의 클러스터들이 상향 평준화된 편익 값을 보임

→ 특정 '게토'에만 편익이 갇히지 않고 서울 전역의 마이크로 허브를 통해 편익이 균등하게 확산되고 있음

주거 밀집 지역에서도 B/C 비율이 1.0 이상으로 높게 유지

→ 인구구조가 유사한 교통약자(고령층) 밀집 지역에서도 동일하게 높은 경제적 타당성을 보임



정책적 적합성

정책 탄력성 및 리스크 관리 분석

어떤 환경 변화에도 흔들리지 않는 로드맵을 제시한다.

#Resilience

#Policy Optimization

- **민감도 분석 결과:** 대기 시간 제한 규제 수준이나 차량 운영 단가 변동 등 다양한 외부 변수를 투입하여 시뮬레이션했다.
- **안정적 수익성:** 민감도 분석 결과, 최악의 시나리오 에서도 B/C Ratio가 1.0 미만으로 떨어지지 않는 강건함을 보였다.
- **전략적 가이드:** 서울시는 이 분석 결과를 바탕으로 예산 상황에 따라 '대기 시간 우선형' 또는 '운영비 절감형' 마이크로 허브 운영 가이드라인을 탄력적으로 선택할 수 있다.



정책 가이드라인 최적화

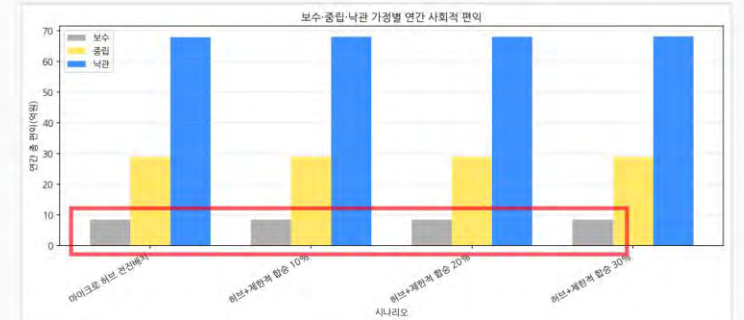
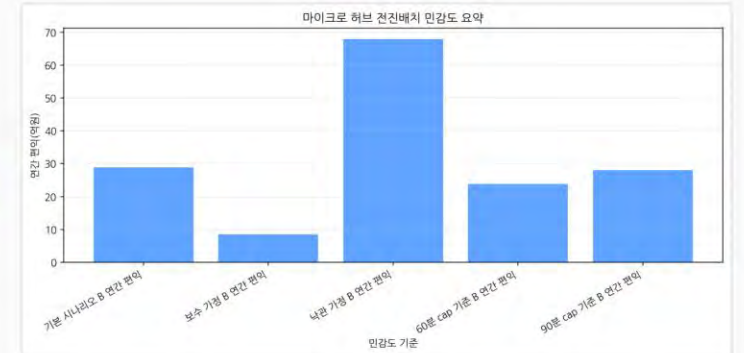
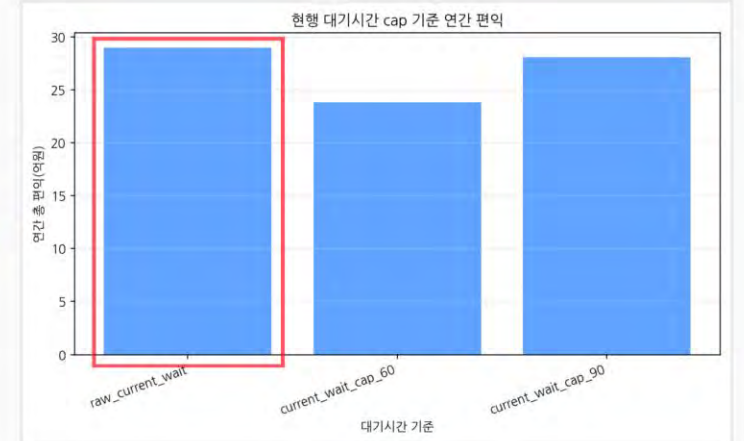
대기 시간과 경제성 사이의 상충 관계를 분석하여 사회적 편익이 극대화되는 최적 운영 지점을 도출했다.
→ 효과적인 정책 가이드라인으로 활용 가능할 수 있게 된다.

모델의 강건성 확보

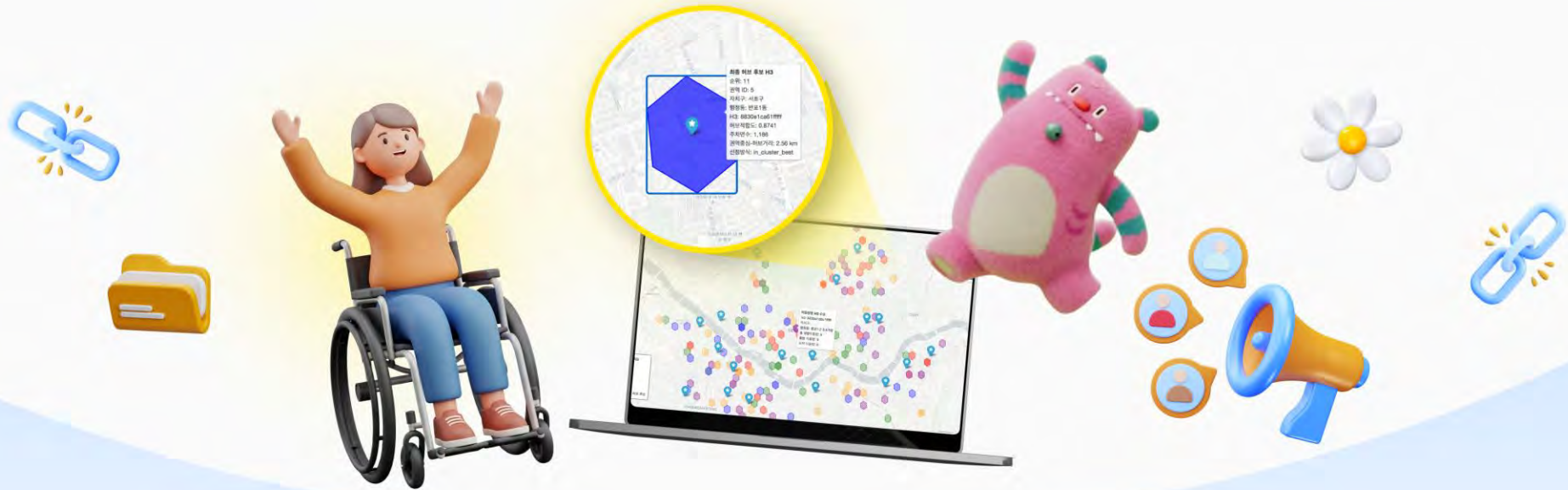
다양한 외부 변수 변화에도 B/C 비율이 1.0 이상을 유지하여 시스템의 지속 가능성을 최종 입증했다.

리스크 대응력 입증

최악의 시나리오에서도 양(+)의 편익을 유지함을 증명하여 정책 도입의 경제적 안전성을 수치로 확인했다.



마이크로 허브는 단순히 장애인을 위한 배차 시스템이 아니다.
고령화 사회를 대비하고 모든 시민의 이동권 보장을 지향하는 '유니버설 서울'의 첫 번째 실천 로드맵이 되어준다.



궁극적으로, 데이터가 증명하는 **경제적 수익성**과 도시가 지향해야 할 **보편적 형평성**의 조화를 달성할 수 있다.

저희의 데이터는 이동의 제약을 넘어,
시민의 일상이 연결되는 도시를 설계했습니다.

유니버설 서울,
마이크로 허브가 시작합니다.



출처 표기

[1] 뉴스 및 언론 보도 (현황 및 문제 제기)

1. 대기시간 통계의 한계와 실제 2시간 이상 지연 실태: 연합뉴스, "[팩트체크] 장애인 콜택시 타려고 2시간 기다리는 경우 많다? " URL: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220331051400502>
2. 교통약자의 이동권 박탈과 사회적 고립 문제: 참여연대, "[좌담회] 장애인의 이동권 실현을 위한 진단과 대안 모색 " URL: <https://peoplepower21.org/welfare/%EA%B8%B0%ED%83%80sw/1924091>
3. 비장애인과의 공간적 분리 및 배제: 단디뉴스, "[지금, 형평②] 장애인 인권, 분리와 배제를 넘어 " URL: <https://www.dandinews.com/news/articleView.html?idxno=12686>
4. 장애인 이동권 목적지 인프라 한계: 에이블뉴스, "장애인 이동권 대표적 상징인 휠체어, 첨단기술 접목 활발" (목적지 도달 관련) URL: http://m.hudcil.or.kr/bbs_shop/read.htm?board_code=sub7_1&idx=73756
5. 예측할 수 없는 대기로 인한 시간 가치 낭비: 더인디고, "예측할 수 없는 배차대기, 낭비되는 장애인의 일상 " URL: <https://theindigo.co.kr/archives/37205>
6. 이동 수단이 끊긴 장애인들의 사회적 사각지대: 오마이뉴스, "사회적 거리두기 넘어 사회적 고립... 사각지대의 장애인 " URL: http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002711674

[2] 학술 논문 및 공공기관 연구 보고서 (해결책 및 경제성 증명)

7. 챗봇을 통한 데이터셋 (<https://data.seoul.go.kr/dataList/DT201013E114/S/2/datasetView.do#>)
8. 특정 시설 중심의 수용에서 벗어난 '지역사회 통합(게토 해소)' 철학: 한국보건사회연구원, "탈시설과 지역사회중심 복지서비스 구축, 어떻게 할 것인가? " URL: <https://www.kihasa.re.kr/hswr/v.38/3/492>
9. K-Means 알고리즘을 활용한 공공 인프라 입지 선정 연구 : 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, "클러스터링을 이용한 실외 공기질 측정기 입지 선정 " URL: <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE11172527>
10. K-Means Clustering과 공간 군집분류 방법론 : 한국융합학회(KISTI), "K-Means Clustering 알고리즘과 헤도닉 모형을 활용한 연립·다세대 군집분류 방법에 관한 연구 " URL: <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=JAKO201730475989251>
11. 특별교통수단(장애인콜택시) 운영 효율화 및 배차 최적화: 한국교통연구원(KOTI), "특별교통수단 운영 효율화 및 저상버스 보급 확대를 위한 제도 개선 연구 " URL: <https://www.codil.or.kr/filebank/original/RK/OTKCRK230610/OTKCRK230610.pdf>
12. 특별교통수단의 '사회적 가치' 추정 및 편익 산출(CBA): 한국교통연구원(KOTI), "교통약자 이동지원 서비스의 사회적 가치 추정 연구 " URL: https://www.koti.re.kr/common/file/download.do?atch_no=HJF%40PLUS%40D%2Fg6KhZDamG7xFPaVA%3D%3D
13. 버스 등 교통수단의 노선 최적화 및 교통약자 이동성 향상: 수원시정연구원, "버스공공성 강화를 위한 노선운영 개선방안" (교통약자 이동편의 관련) URL: https://www.suwon.re.kr/data/file/research_reports/3535263116_JB2AyWEz_13_EBB284EC8AA4EAB3B5EAB3B5EC84B1_EAB095ED9994EBA5BC_EC9C84ED959C_EB85B8EC84A0EC9AB4EC9881_EAB09CEC84A0EBB0A9EC9588_ECB59CECA285EBB3B4EAB3A0EC849C.pdf
14. 국가 차원의 교통약자 이동 거점 및 무장애 환경 로드맵 : 국토교통부, "제4차 교통약자 이동편의 증진계획 " URL: <https://www.codil.or.kr/filebank/original/EC/OTKCEC220975/OTKCEC220975.pdf>
15. 교통망 확충에 따른 사회·경제적 파급효과 산출 기법:한국개발연구원(KDI), "도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)" (사회적 편익 산출 공식 참조용 표준) URL: https://www.kdi.re.kr/research/pub_guide_view?pub_no=10550