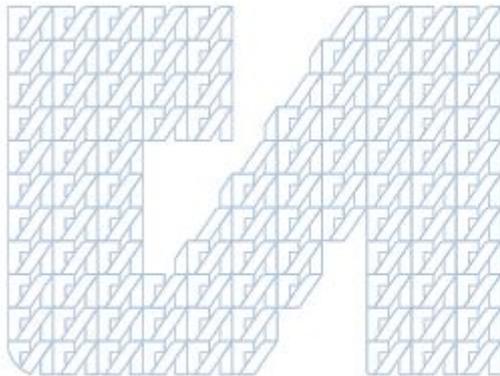


정책연구
2018-07

DSI

타슈의 전기자전거 도입방안

이재영



정책연구 2018-07

타슈의 전기자전거 도입방안
Feasibility Study of Electric Bike Share, Tashu,
in Daejeon City

이 재 영

연구책임

• 이재영 / 도시기반연구실 선임연구위원

공동연구

• 도현철 / 도시기반연구실 연구원

정책연구 2018-07

타슈의 전기자전거 도입방안

발행인 박재묵

발행일 2018년 4월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)

전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: 나은문화사 TEL 042-252-4103 FAX 042-252-4104

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종특별자치시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책건의

■ 연구 배경 및 필요성

- 2009년에 도입된 타슈는 점차 이용률이 낮아지고 있고 레저 및 스포츠 활동에 주로 활용되는 등 운영 효율이 낮아지고 있음.
- 기존 타슈의 단점을 보완할 수 있는 공공전기자전거의 도입을 검토하여 교통약자는 물론 일반인들의 이용편의를 제고하고, 정체된 타슈의 이용률을 증가시킬 필요가 있음.
- 특히, 고령화 및 자전거선택의 다양성 등에 따른 사회적 요구, 지형적 특성을 고려한 시스템 필요.

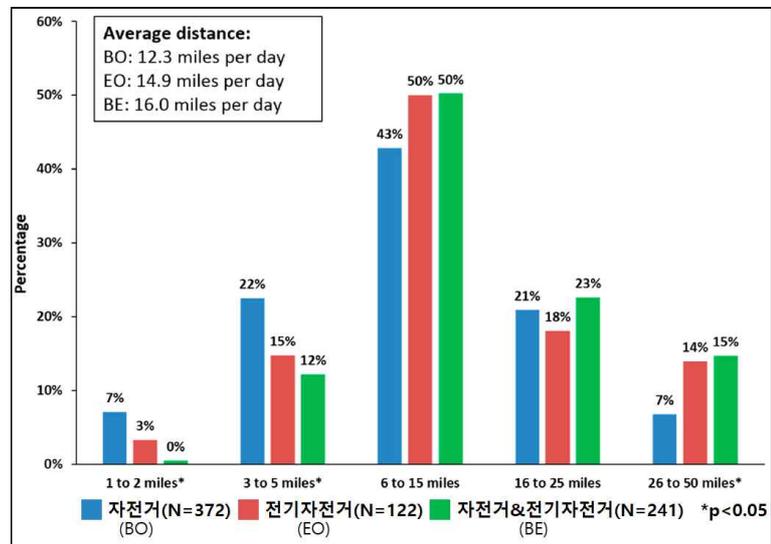
■ 연구목적 및 내용

- 본 연구는 기존 타슈시스템과 연계할 수 있는 공공전기자전거의 도입을 위한 기초적인 타당성 및 정책방향을 제시하는데 목적이 있음.
- 이를 위한 연구의 내용은 다음과 같이 구분됨.
 - 공공전기자전거 운영 및 이용특성 관련 문헌조사
 - 공공전기자전거의 도입에 대한 이용자 설문조사
 - 해외 공공전기자전거 운영사례 분석
 - 공공전기자전거시스템 도입방안

■ 연구결과

- 공공전기자전거 및 이용 특성에 대한 고찰
 - 공공전기자전거 특성 및 이용행태 관련하여 ‘일반자전거와 전기자전거의 비교조사’, ‘공공전기자전거시스템 이용자인식 조사’, ‘공공전기자전거의 구성요소별 중요도 인식조사’ 등을 고찰하였음.

- 먼저, 공공전기자전거의 특성을 살펴보면 다음과 같음.
 - 공공전기자전거시스템(EBSS; Electric Bicycle Sharing System)은 전기자전거(EAB; Electric-Assist Bicycle), 대여 및 충전을 위한 스테이션, 지원시스템으로 구성
 - 일반 자전거대여시스템과 가장 구별되는 부분은 ‘충전’관련 내용임. 스테이션까지 전기인입 및 안정적 공급여부, 이용거리나 날씨에 따른 영향을 최소화할 수 있는 용량, 배터리의 충전시간 등이 중요한 요소
 - 전기자전거이용자는 6~15마일(miles)의 거리를 주로 이용하는 것으로 나타났으며 고령자는 ‘쉬운 오르막 주행’을 주요한 장점으로 인지.



[그림 1] 3가지 유형의 응답자 주행거리 비교

- 다음으로, 공공전기자전거의 이용특성을 분석한 경우는 많지 않으나, 스페인 마드리드에서 운영중인 BiciMAD를 대상으로 조사 결과가 있으며 다음과 같음.
 - 공공전기자전거의 평균이용시간은 29분으로 나타남.

[표 1] BiciMAD이용특성 분석

구분	N	평균	최대	최소
최장 BiciMAD 주행 시간	571	29	360	0
주거지로부터 스테이션까지 걷는 시간	571	7	120	0

○ 마지막으로, 시스템 구성요소별 중요도는 ‘대여조건’, ‘자전거의 품질 수준’ 이 중요한 요소로 조사되었으며, 상대적으로 자전거의 크기, 전력소모량 등은 중요성이 낮았음.

□ 공공전기자전거 도입에 대한 대전시민 의식조사

○ 한편, 대전시민을 대상으로 ‘공공전기자전거의 도입이 필요성’ 등에 대한 조사결과, 조사응답자의 66%가 도입필요성에 동의하였음. 반면, 필요하지 않다는 의견은 23.6%로 나타남.



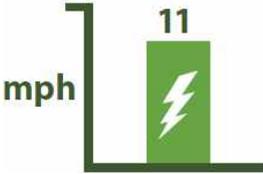
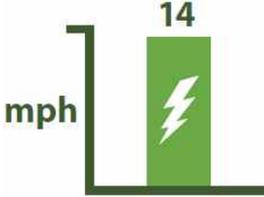
[그림 2] 설문 응답자 공공전기자전거 도입필요성에 대한 인식

□ 해외 운영사례 검토

○ 국외 공공전기자전거시스템은 코펜하겐 Bycyklen(덴마크), 마드리드의 BiciMAD(스페인), e-Call a bike(독일)의 운영사례를 분석하였음.

- 자전거운영대수는 BiciMAD가 2000대로 가장 많음. 그러나, 스테이션의 수는 Bicyklen이 더 많아 상대적으로 Bicyklen의 스테이션당 운영자전거대수가 작음.
- 전기자전거의 속도는 코펜하겐의 Bicyklen이 14mph(miles per hour)로 가장 높음.

[표 2] 국외 공공전기자전거시스템의 비교

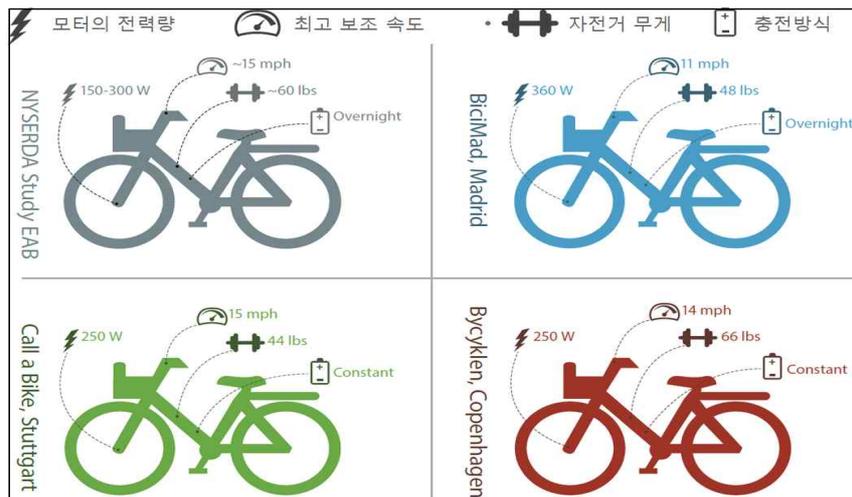
구분	BiciMAD (마드리드)	Bycyklen (코펜하겐)	e-Call A Bile (슈투트가르트)
도입 년도			
자전거 대수			
스테이션 수			
1시간 이용 요금 (USD)			
최대 주행 속도 (mph)			

- 해외 운영사례조사를 통하여 몇 가지 시사점을 도출하였음.
 - 우선, 세계에서 최초로 시행된 시스템은 민간의 창의로 시작되었음. 공공자전거의 계획과 운영에 민간의 아이디어를 적극 수용할 필요가 있음. 단순히, 짜여진 틀에 민간을 끌어들이는 것이 아니라 자유롭게 제안할 수 있도록 제안 범위를 폭넓게 제시하는 것이 중요함.
 - 마드리드의 경우에는 일반공공자전거시스템에 대한 제안요청 받았지만 업체에서 전기자전거를 제안해서 시행된 경우임. Bycyklen의 경우에도 민간회사가 제안 하고 제안을 한 회사가 운영하고 있음.
 - 다음으로, 공공자전거와 마찬가지로 일정한 정도의 운영규모와 스테이션의 밀도를 유지하여야 함. 마드리드는 2,000대의 규모이며, 코펜하겐에서도 1,560대 규모로 운영하고 있는데 이는 서비스 밀도를 유지하기 위한 것임.
 - 대부분의 이용자는 시야에 스테이션이 보이지 않으면 이용하지 않거나 반납에 어려움을 느끼기 때문이지만, 모니터링과 시스템 안정화가 목적인 시범사업의 경우는 다를 수 있음.
 - 마지막으로, 운영과 관리측면에서 전력소비량은 중요하지만 이용자는 중요하게 여기지 않고 오히려 요금과 이용시간에 민감하다는 조사 결과가 있음. 따라서, 새로운 시스템 구상시 참고할 필요가 있음.

□ 공공전기자전거의 도입방안

- 공공전기자전거 도입방안에서는 공공전기자전거 도입전략, 도입시 고려사항, 시범운영스테이션의 설정 등을 검토하였음.
- 우선, 도입전략은 크게 추진방법상 ‘단계별 사업화 전략’과 도입목적상 ‘범용화 전략’을 제시하였음.
 - 시범사업의 경우, 공공전기자전거시스템에 대한 검증과, 일정기간 개발 및 운영을 통한 시스템안정화기간 필요하기 때문.
- 공공전기자전거시스템 도입 고려사항은 다음과 같음.

- 우선, 전기자전거수요와 배터리 충전관리와 관련하여,
 - 통상적으로 수요는 4-6회/자전거/일을 가정하고, 1회당 이용거리는 4-6km고려.
 - 전기자전거의 배터리는 도시의 지형, 이용자의 몸무게에 따라 배터리의 이용범위는 다르다는 점을 고려할 필요가 있음.
 - 충전시간은 급속충전하게 되면 약 30분 정도면 완충이 가능함.
 - 배터리충전방식은 자전거에서 분리해서 충전하는 방식과 일체형이 있으므로 운영컨셉, 규모, 장단점 등을 검토후 결정
 - 공공전기자전거시스템을 운영 중인 도시에서는 대부분 일체형 방식을 채택하고 있음. 이 경우, 충전하는 동안 자전거는 이용이 불가하기 때문에 피크 시 회전율에 영향을 줄 수 있음.
- 전기자전거는 PAS방식(Pedal Assist System)의 자전거여야 하며, 전기자전거는 도시의 아이덴티티를 반영할 수 있도록 기존의 타슈와는 완전히 새롭게 설계 및 제작 필요.



[그림 3] 국외 공공전기자전거 사양 비교

- 지원시스템은 데이터네트워크, 행정지원, 유지관리 등으로 구성되는데, 4세대 시스템을 기본으로 구성하여 편리성을 높여야 함.

4세대 공공전기자전거시스템은 다음과 같은 특징이 있음
(Munkacsy,A., Monzon, A.,2017)

- 탄력적인 스테이션 운영
- 자전거재배치의 혁신(자동화기술, 이용자기반재배치 등)
- 스마트엑세스(모바일앱을 활용)
- 진보한 페달링 기술적용(전기자전거 등)
- 자전거트래킹(GPS, RFID)
- 태양광이용한 전기, 터치스크린키오스크 등
- 온라인 어플리케이션 활용

○ 마지막으로, 본 연구에서는 시범사업의 스테이션 위치를 제시하였음.

○ 스테이션의 설정은 다음과 같은 조건을 전제하였음.

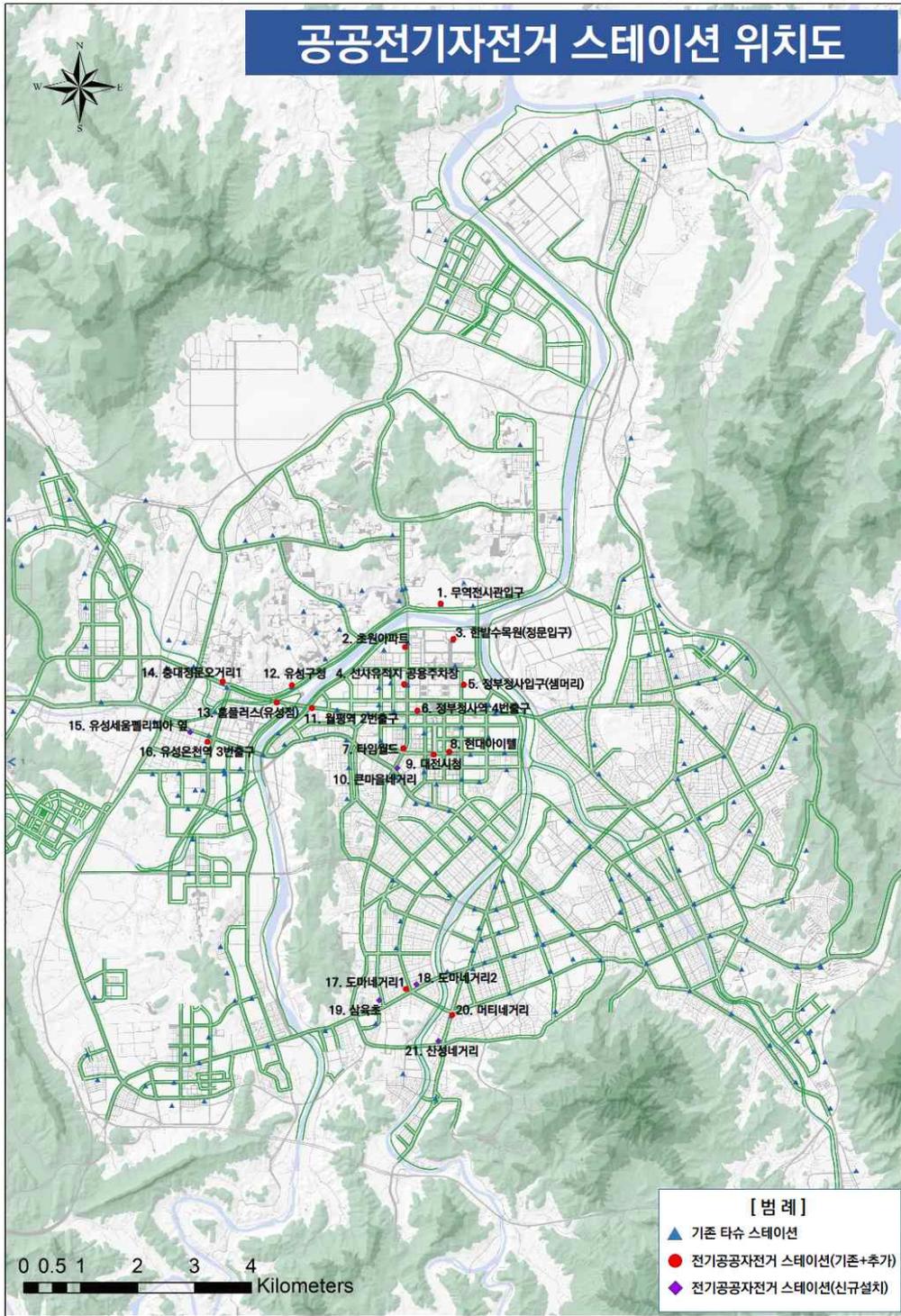
- 공공전기자전거시스템의 도입규모는 약 200대
- 스테이션 설치 방식은 ‘신규’, ‘기존 스테이션 병행’으로 구분
- 지원시스템은 기존의 ‘타슈’ 관리시스템과 통합
- 거치대 및 키오스크 설치 가능한지 / 보도 폭 최소 3.5m

○ 공공전기자전거 스테이션은 다음과 같은 단계과정을 통하여 위치선정 하였음.



[그림 4] 공공전기자전거 스테이션 위치 선정과정

○ 최종 선정된 스테이션설치 가능지점은 총 21개소임.



[그림 5] 공공전기자전거 스테이션 위치도

■ 정책제언

- 본 연구를 통하여 도출된 대전시의 공공전기자전거 도입방안은 다음과 같이 제언할 수 있음.
- 첫째, 공공전기자전거는 국내에 도입한 사례가 없고 해외에서도 범용화되어 있지 않은 측면이 있기 때문에 도입 전 사례분석 및 기술여건 분석 등을 꼼꼼히 할 필요가 있음. 다행히, 스페인과 덴마크에서 약 4년전부터 규모있게 운영하고 있으므로 이를 참고할 것.
- 둘째, 사업구상 단계에서 본 사업의 목표 및 타겟을 명확히 하는 것이 필요함. 일반자전거에 비하여 상대적으로 고가의 시스템이기 효율화에 초점을 맞출 필요가 있음.
- 셋째, 대전시민을 대상으로 ‘공공전기자전거의 도입이 필요성’등에 대한 조사에서 66%가 찬성하고 있으므로 정책결정에 참고.
- 넷째, 공공전기자전거 도입은 ‘단계별로 사업화’ 하고, 사업의 목적은 궁극적으로 ‘범용화 전략’으로 전개할 필요가 있음. 해외 사례분석결과, 이용자와 이용목적 등이 일반화되어 있기 때문.
 - 다만, 초기에는 효율성을 고려하여 제한적인 이용자 및 이용목적으로 시범사업을 추진할 수 있음.
- 다섯째, 사업은 민간의 창의적 아이디어를 최대한 활용할 필요가 있음. 단순히, 짜여진 틀에 민간을 끌어들이는 것이 아니라 자유롭게 제안할 수 있도록 제안 범위를 폭넓게 제시하는 것이 중요함.
- 여섯째, 본 사업을 시행할 경우에는 사업의 규모, 스테이션의 밀도는 수요 및 효율화를 바탕으로 계획을 수립할 필요가 있음. 사업규모가 작으면 적절한 서비스밀도를 유지할 수 없어 실패할 수 있음.

차 례

1장 서론	3
1절 연구의 목적	3
2절 연구내용 및 방법	5
2장 공공전기자전거의 도입환경	9
1절 공공전기자전거시스템의 개요	9
1. 전기자전거	9
2. 공공전기자전거시스템	13
2절 공공전기자전거의 이용 및 인식 특성	18
1. 전기자전거와 일반자전거의 이용특성	19
2. 공공전기자전거의 이용특성	21
3. 공공전기자전거시스템의 구성요소에 대한 중요도	23
3절 공공전기자전거의 도입필요성 및 시민의식조사	27
1. 공공전기자전거의 도입필요성	27
2. 공공전기자전거의 도입을 위한 법적 여건	31
3. 도입에 대한 시민(이용자) 의식조사	32
3장 국외 공공전기자전거시스템 사례분석	41
1절 국외 공공전기자전거시스템 운영사례	41
1. Bycyklen, 코펜하겐(덴마크)	41
2. BiciMAD, 마드리드(스페인)	46
3. e-Call a Bike, 슈투트가르트(독일)	50

2절 종합 및 시사점	52
1. 종합	52
2. 시사점	54
4장 공공전기자전거 도입 방안	57
1절 공공전기자전거 도입전략	57
1. 단계별 사업화	57
2. 범용화	58
2절 공공전기자전거시스템 도입 고려사항	59
1. 전기자전거수요와 배터리 충전관리	59
2. 전기자전거	61
3. 스테이션	62
4. 지원시스템	62
3절 시범운영 스테이션의 설정	64
1. 전제 및 과정	64
2. 공공전기자전거스테이션의 설정	65
5장 결론	71
1절 연구결과 요약	71
2절 정책제언	73
<부록>	75
참고문헌	93

표 차례

[표 2-1] 공공전기자전거 충전방식에 따른 장·단점	71
[표 2-2] 공공전기자전거 이용특성조사 구분	81
[표 2-3] BiciMAD이용특성 분석	22
[표 2-4] BiciMAD로 대체한 이동 수단	2
[표 2-5] 통근 및 통학 시 BiciMAD 이용행태(%)	32
[표 2-6] 대전시 고령자 인구(2017년 말 기준)	03
[표 2-7] 공공전기자전거의 도입 관련 설문조사 내용	23
[표 2-8] 연령별 도입 필요성 인식	6
[표 2-9] 자전거 이용횟수별 공공전기자전거 도입필요성 인식	7 3
[표 2-10] 연령별 공공전기자전거 예상 이용빈도	83
[표 3-1] 코펜하겐 Bicyklen 운영현황	4
[표 3-2] Bicyklen의 구성요소별 특징	4
[표 3-3] BiciMAD 운영현황	48
[표 3-4] BiciMAD요금구조(2014년 기준)	94
[표 3-5] Call a Bike 기본요금구조	52
[표 3-6] 국외 공공전기자전거시스템의 비교 종합	35
[표 4-1] 수요기준 공공전기자전거 스테이션 설치 검토List	5 6
[표 4-2] 공공전기자전거스테이션 설치지점 검토 예시	66
[표 4-3] 공공전기자전거스테이션 설치 유형별 구분	66
<부록1> 공공전기자전거스테이션 최종 설치지점(21개소)	7 7
<부록2> 공공전기자전거스테이션 현장조사 결과	38

그림 차례

[그림 2-1] 전기자전거 구성요소	0
[그림 2-2] SSEB와 BSEB전기자전거	11
[그림 2-3] 전기자전거의 구분	2
[그림 2-4] 공공전기자전거 시스템 구성요소	31
[그림 2-5] 자전거 이용 유형별 주행거리 비교	91
[그림 2-6] 전기자전거에 대한 관심 이유	2
[그림 2-7] e-bike ‘이용가격’인식	4
[그림 2-8] e-bike ‘대여조건’인식	4
[그림 2-9] e-bike ‘품질’인식	25
[그림 2-10] e-bike ‘크기’인식	26
[그림 2-11] e-bike ‘전력량’인식	26
[그림 2-12] 전기자전거를 이용하는 이유	28
[그림 2-13] 전기자전거와 일반자전거의 시간-거리 관계	8·2
[그림 2-14] 전기자전거와 일반자전거의 시간-속도 관계	9·2
[그림 2-15] 설문 응답자 성별/연령별 분포	3
[그림 2-16] 거주지역 분포	34
[그림 2-17] 이용빈도	34
[그림 2-18] 이용목적	35
[그림 2-19] 이용 애로사항	35
[그림 2-20] 공공전기자전거 도입필요성에 대한 인식	63
[그림 2-21] 공공전기자전거 도입 후 예상 이용빈도	73
[그림 2-22] 공공전기자전거 도입 반대 의견	88

[그림 3-1] 코펜하겐 Bycyklen의 전기자전거&거치대	14
[그림 3-2] Bycyklen 구성요소	43
[그림 3-3] Bycyklen 이용방법	45
[그림 3-4] Bycyklen 이용요금	45
[그림 3-5] Byckeln의 스테이션 분포	46
[그림 3-6] 마드리드의 BiciMAD	47
[그림 3-7] 마드리드 BiciMAD 위치도	48
[그림 3-8] BiciMAD 연령별 이용자 분포	49
[그림 3-9] e-Call a Bike	50
[그림 3-10] 일반 및 전기자전거 공동 운영되는 Stuttgart	15
[그림 4-1] 국외 공공전기자전거 사양 비교	16
[그림 4-2] 공공전기자전거 스테이션 위치 선정과정	46
[그림 4-3] 공공전기자전거 스테이션 위치도	76



서 론

1절 연구의 목적

2절 연구의 내용 및 방법

1장

1장 서론

1절 연구의 목적

- 대전시의 공공자전거시스템 ‘타슈’(이하 타슈)는 대표적인 친환경 정책의 하나임.
- 2009년에 200대로 출발하여 2017년 말 기준 2,165대로 약 8년 만에 10배 이상 증가하였음.
- 타슈를 이용한 통행은 연간 약 72만 통행에 이르고 있어 양적 측면에서는 공공교통기능을 하고 있다고 볼 수 있음.
- 특히, 대중교통노선의 사각지대를 보완하는 기능을 담당하고 있다는 데 그 의의가 있음.

- 그러나, 한편으로는 점차 타슈의 평균이용률이 낮아지고 있고 레저 및 스포츠 활동에 주로 활용되는 등 운영의 효율측면과 질적인 측면에서 한계가 있는 것도 사실임.
- 평균이용률이 낮아진 원인은 스테이션의 설치지점의 확대에 따른 결과이기도 하지만 자전거시스템이 시민들의 다양하고, 변화된 요구를 제대로 반영하지 못한 것이 원인으로 지목됨.

- 자전거시스템의 한계를 자전거의 특성에서 찾아보면 다음과 같이 나 타남.
 - 첫째, 지역에 따라 경사도가 다른데 일반자전거로만 구성되어 있는 타슈는 지형적 특성에 탄력적으로 대응하기 어려움.

- 둘째, 자전거도로의 질적·양적수준, 통행의 종류에 따라 주행거리의 제약이 있을 수 있으나 현재의 근력을 이용한 일반자전거는 이러한 점을 고려하지 못하고 있음.
 - 셋째, 일반자전거로 구성된 타슈는 근력이 적은 고령층에게는 이용 제한이 많음. 고령층이 급속하게 증가하고 있는 대전시의 인구구조를 고려할 때, 일반 자전거는 이들 계층의 이용은 한계가 있고 그 역할이 점차 축소되고 있음.
 - 넷째, 타슈를 제외한 개별 자전거시장은 전기자전거가 보급되고 지속적인 품질개선이 이루어지고 있음. 또한, 개인용 탈 것(Personal Mobility; 전동킥보드, 전동휠 등)이 자전거를 대체하고 있음.
- 이러한 상황에서 타슈는 시스템 개통 이래 기존 시스템에 큰 변화가 없어 상대적으로 경쟁력이 낮아진 것으로 판단됨.
 - 다행히, 최근에는 유럽을 중심으로 공공자전거시스템에도 전기자전거가 도입되고 있어 기술 및 운영측면에서 안정화되어 전기자전거의 도입에 따른 위험부담을 경감시킬 수 있는 환경이 조성되고 있음.
 - 따라서, 우리시에서는 기존 타슈의 단점을 보완할 수 있는 공공전기자전거의 도입을 검토하여 교통약자는 물론 일반인들의 이용편의를 제고하고, 정체된 타슈의 이용률을 증가시킬 필요가 있음.
 - 이를 위해, 본 연구는 기존 타슈시스템과 연계할 수 있는 공공전기자전거의 도입을 위한 기초적인 타당성 및 정책방향을 제시하는 데 목적이 있음.

2절 연구내용 및 방법

- 본 연구는 공공전기자전거의 도입방안에 대한 연구로써 연구의 내용적 범위는 다음과 같음.
 - 공공전기자전거의 특성
 - 국내외 공공전기자전거 운영 사례 분석
 - 공공전기자전거의 도입에 대한 이용자 설문조사 및 분석
 - 공공전기자전거의 도입규모, 배치 등의 계획관련 사항
 - 공공전기자전거의 차체 설계/스테이션 설치 고려사항 등
 - 기존 시스템과 통합운영에 따른 고려사항 등 운영관련 사항

- 본 연구는 국내사례가 없는 점을 고려하여 해외 도입 사례를 중심으로 한 사례의 분석과 시스템 및 운영기관의 전문가 면담을 통하여 내용을 구체화함.

- 또한, 공공전기자전거 도입에 대한 설문조사를 실시하고 이용자들의 의견을 조사하였음.

공공전기자전거의 도입환경

1절 공공전기자전거시스템의 개요

2절 공공전기자전거의 이용 및 인식 특성

3절 공공전기자전거의 도입필요성 및 여건

2장

2장 공공전기자전거의 도입환경

1절 공공전기자전거시스템의 개요

1. 전기자전거

1) 전기자전거의 정의

- 공공전기자전거를 이해하기 위해서는 먼저 전기자전거를 살펴볼 필요가 있음.
- 우선, 전기자전거는 일반자전거와 유사한 형태를 갖추고 있으며 전기적 구동장치를 활용하여 안장에 앉은 상태에서 주행을 제어할 수 있는 자전거를 의미함.
- 미국에서는 전기자전거를 다음과 같이 정의하고 있음.

전기자전거란 출력 100과운드 이하이면서 시속 20마일을 넘지 않는 모터를 단 모든 이륜 혹은 삼륜자전거

출처 : The United States Code, MAP-21(the Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act), Title 23, Chapter 2, Section 217.

- 우리나라는 자전거이용활성화에 관한법률 제2조(정의)에서 전기자전거를 다음과 같이 정의하고 있음.
 - "전기자전거"란 자전거로서 사람의 힘을 보충하기 위하여 전동기를 장착하고 다음 각 목의 요건을 모두 충족하는 것을 말함.
 - 가. 페달(손페달을 포함한다)과 전동기의 동시 동력으로 움직이며, 전

동기만으로는 움직이지 아닐 것.

나. 시속 25킬로미터 이상으로 움직일 경우 전동기가 작동하지 아닐 것.

다. 부착된 장치의 무게를 포함한 자전거의 전체 중량이 30킬로그램 미만일 것.

2) 전기자전거의 구성

- 일반적인 전기자전거는 다음과 같이 이용자 제어장치, 배터리, 허브 모터, 어시스트페달 등으로 구성됨.



[그림 2-1] 전기자전거 구성요소

3) 전기자전거의 종류

- 전기자전거는 무게, 출력, 최고속도 등에 따라 구분되는데, 크게는 스쿠터스타일 전기자전거(SSEB, Scooter-Style Electric Bicycles)와 자전거스타일 전기자전거(BSEB, Bicycle-Style Electric Bicycles)로 구분됨.
- 스쿠터스타일전기자전거는 상대적으로 모페드(moped)나 모터스쿠터와 같

- 이 상대적으로 무거운 프레임과 크고 튼튼한 바퀴와 안장을 갖추고 있음.
- 모터스쿠터와 가장 큰 차이는 모터사이즈, 최고속도 등
 - 단, 국내에서는 관련법상 자전거도로를 주행할 수 없기 때문에 본 연구대상에서 제외함.



[그림 2-2] SSEB와 BSEB 전기자전거

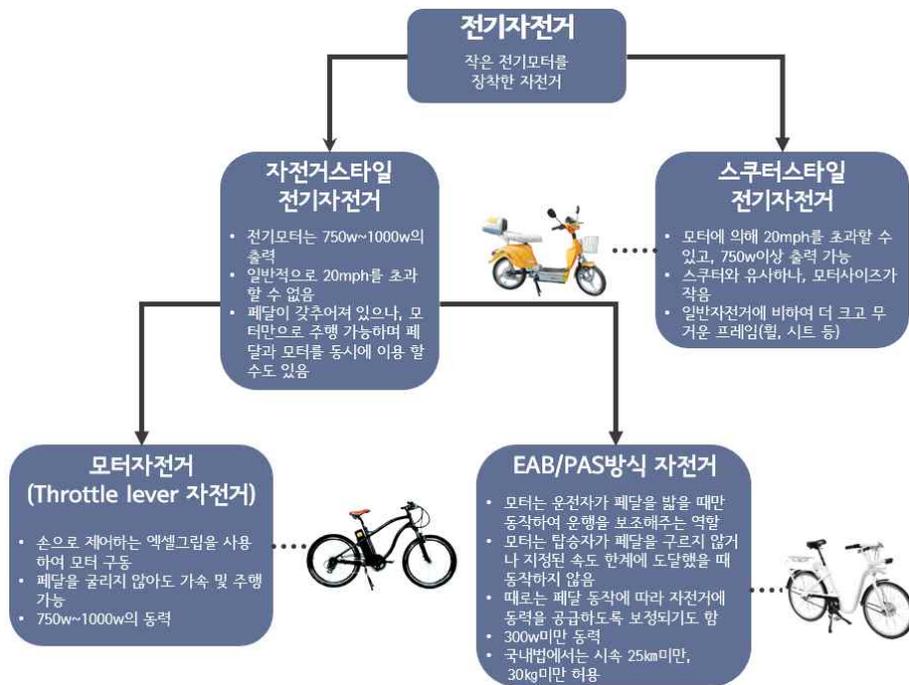
- 자전거스타일 전기자전거(BSEB)는 750watt의 힘을 가지며, 모터의 힘만으로 20mph(miles per hour)에 이를 수 있음.
- 또한, 자전거에는 페달이 달려 있는데, 모터와 함께 페달을 이용할 수도 있고, 모터만으로 주행할 수도 있음.
- BSEB는 다시 모터자전거(PB; Powered Bicycle)와 전기보조자전거(EAB; Electric-Assist Bicycle)로 구분됨.
- 모터자전거는 모페트나 모터사이클과 유사한데, 핸들에 트로틀기어¹⁾가 있어 근력 없이 작동될 수 있음.
 - 그러나, 이 전기자전거 역시 페달로도 주행을 가능함.
 - 일반적으로 750와트에서 1,000와트 정도의 성능을 가지고 있음.
 - 그러나, 트로틀기어 장치 자전거 역시 국내법상 전기자전거의 범주를 벗어남. 트로틀기어를 이용하여 법적인 속도와 힘 이상으로 주

1) 일종의 손으로 작동시킬 수 있는 레버형식의 밸브로 출력을 조정할 수 있는 장치

행이 가능하기 때문.

○ EAB는 300와트가 넘지 않는 작은 힘을 낼 수 있으며, 페달 굴림 없이는 전기배터리가 작동하지 않고 오직 페달을 활용할 때만 전기모터가 작동하는 구조의 자전거임.

- 즉, 전기모터는 ‘사람이 페달을 구를 때’에만 작동됨.
- 또한, 전기제어장치는 탑승자가 밟구르기(페달링)를 하지 않거나 자전거가 특정하게 규정된 속도 예컨대 20mph가 되었을 때는 모터는 작동을 멈추도록 설계되어 있음.
- 따라서, EAB는 사실상 전통적인 자전거의 형태와 구조를 가지고 있다고 볼 수 있음.



[그림 2-3] 전기자전거의 구분

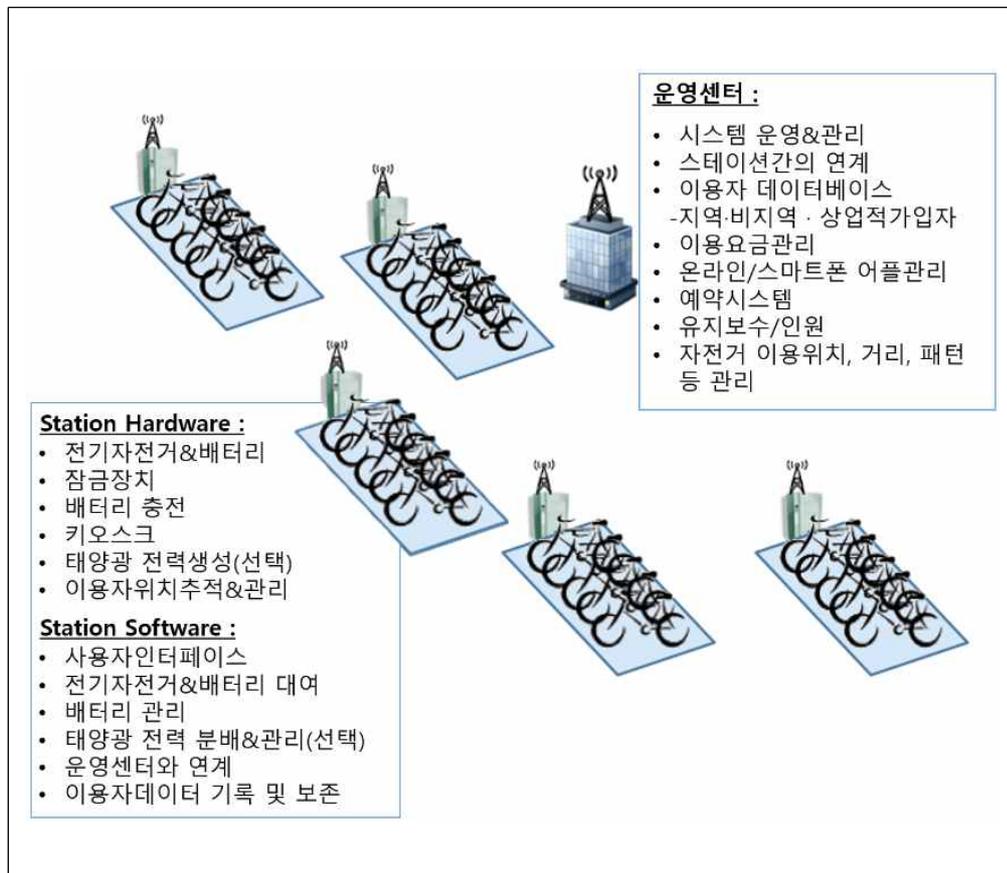
○ 본 연구에서는 전기보조자전거(EAB; Electric-Assist Bicycle)를 연구 대상으로 하며, 속도와 힘은 법령에서 제시하고 있는 제한 내에서 구동되는 자전거를 대상으로 함.

2. 공공전기자전거시스템

1) 공공전기자전거의 시스템 구성요소

○ 전기보조자전거(EAB; Electric-Assist Bicycle)를 핵심으로 하는 공공 전기자전거시스템(EBSS; Electric Bicycle Sharing System) 다음과 같이 크게 3부분으로 구성됨.

- 전기자전거(EAB; Electric-Assist Bicycle)
- 대여 및 충전을 위한 스테이션
- 지원시스템



[그림 2-4] 공공전기자전거 시스템 구성요소

2) 전기자전거

- 공공전기자전거(EBSS)에서 핵심은 역시 전기자전거임.
- 앞서 살펴본 바와 같이, 적용 가능한 전기자전거는 2가지 방식(쓰로틀벨브방식과 PAS방식)이 있음.
- 그러나, 국내에서는 전기자전거로 PAS방식만을 허용하기 때문에 본 연구에서도 PAS방식(Pedal Assist System)의 자전거를 고려하였음.

『자전거이용활성화에관한법률』 제2조 1의 2.

"전기자전거"란 자전거로서 사람의 힘을 보충하기 위하여 전동기를 장착하고 다음 각 목의 요건을 모두 충족하는 것을 말한다.

가. 페달(손페달을 포함한다)과 전동기의 동시 동력으로 움직이며, 전동기만으로는 움직이지 아니할 것

나. 시속 25킬로미터 이상으로 움직일 경우 전동기가 작동하지 아니할 것

다. 부착된 장치의 무게를 포함한 자전거의 전체 중량이 30킬로그램 미만일 것

- PAS방식 전기자전거는 탑승자가 페달을 구를 때에만 센서를 통해서 인지하고 모터가 구동됨.

3) 스테이션

- 공공전기자전거시스템의 구성요소 중 2번째는 스테이션임.
- 스테이션은 3가지 목적을 가지는데, ‘안전’, ‘대여반납’, ‘충전’을 고려해야함.
 - 안전과 대여반납은 기존 공공자전거시스템과 공통임.
 - 자전거의 도난을 방지하도록 이용자를 확인할 수 있어야 하고, 전기적 잠금장치 역시 안전을 담보할 수 있어야 함.

- 또한, 일반 공공자전거와 같이 대여반납이 자유로워야 하고 휴대폰이나 유/무선인터넷을 통하여 연계하는 것 역시 필수적임.
 - 물론, 휴대폰 어플리케이션은 자전거의 대여 가능한 스테이션 및 자전거대수에 대한 정보 등 이용에 필요한 정보를 제공하여야 함.
- 일반 자전거대여시스템과 가장 구별되는 부분은 ‘충전’관련 내용임.
- 가장 중요한 것은 대여소까지 안정적인 전기공급 여부임. 자전거 수요가 있으나 전기인입이 어렵거나 전기인입 거리가 긴 경우에 높은 비용이 소요되기 때문임.
- 따라서, 스테이션까지 전기인입 및 안정적 공급여부가 스테이션의 위치를 결정함.
- 배터리는 이용거리나 날씨에 따른 영향을 최소화할 수 있는 용량이어야 함.
- 추운 겨울과 같은 날씨에 배터리의 효율을 보전하는 방식으로 태양광을 보조전력으로 이용하는 경우도 있음.
 - 배터리는 리튬이온, 니켈수소배터리, 니켈카드뎴, 니켈납산배터리 등이 있는데, 상대적으로 에너지밀도가 높은 리튬이온 배터리가 가장 널리 활용됨.
 - 배터리의 충전시간은 급속충전, 완속충전으로 구분되는데, 일반적으로, 급속충전에 비해 완속충전은 배터리의 수명과 충전량을 극대화하고 배터리의 과충전 및 과열을 최소화할 수 있음.
 - 일반적으로, 배터리 충전시간은 4시간~6시간이 소요됨.
- 배터리충전은 자전거에서 분리해서 충전하는 방식과 직접 충전시스템에 자전거를 연결하여 사용하는 방식 둘 다 가능함.

- 자전거와 분리하여 배터리를 충전하는 방식은 탈부착이 가능한 배터리를 사용해서 배터리 전용 키오스크에서 충전된 배터리로 갈아끼우는 방식임.
 - 이 시스템에서 이용자는 자동적으로 잠금장치를 풀린 자전거를 대여하고 동시에 시스템으로부터 배터리가 할당되면, 이용자는 부여 받은 배터리를 빼서 자전거에 직접 부착함.
 - 이 시스템은 배터리 만충을 확인할 수 있고, 자전거보다 많은 숫자의 배터리를 관리할 수 있는 장점이 있음.
 - 이용자가 자전거를 반납할 때, 배터리도 같이 반납하면 이 배터리는 충전을 시작하고 대기상태가 됨.
 - 여분의 배터리를 이용하여 첨두이용시간에 자전거활용성을 극대화하여 시스템효율성을 높일 수 있음.
 - 배터리방식은 배터리를 충전장치(충전용 슬릿)에 하기 때문에 배터리의 도난방지, 자전거대여시스템과 일체화하여 사용할 수도 있는 장점이 있음.
 - 반면에, 배터리 재충전시 탈부착, 반납, 도난 등에 대한 추가적인 관리시스템이 요구되는 단점이 있음.

- 따라서, 공공전기자전거시스템을 운영 중인 도시에서는 대부분 일체형 방식을 채택하고 있음.

- 일체형 방식의 경우, 스테이션에 거치하면 충전이 되기 때문에 편리한 장점이 있음.

- 하지만, 충전하는 동안 충전중인 자전거는 이용이 불가하기 때문에 피크 시 회전율에 영향을 줄 수 있음.

[표 2-1] 공공전기자전거 충전방식에 따른 장·단점

구분	장점	단점
분리 방식	여분의 배터리만 있다면, 배터리 충전중에도 자전거활용 가능	배터리 분배 및 반납 시스템을 갖추어야 함
일체형 방식	충전절차와 하드웨어 간편	충전하는 동안 자전거사용 불가

4) 지원시스템

- 지원시스템은 데이터네트워크, 행정지원, 유지관리 등으로 구성됨.
- 데이터네트워크는 개별 스테이션과 중앙통제센터를 연결함으로써 이용자와 양방향 통신을 할 수 있도록 함.
- 이 외에도 자전거의 위치정보나, 서비스가능여부, 시스템의 상태(스테이션 상태, 대여가능자전거대수, 거치대 여분, 배터리 상태 등)을 알려줄 수 있음.
- GPS장치는 현재의 자전거 위치를 추적하여 자전거의 보안성을 높이고, 자전거도난의지를 감소시키며, 도난 된 자전거를 회수하는 데에도 도움을 줄 수 있음.
- 최근에는 도난방지를 위한 추적 장치를 지원시스템과 통합하기도 함.
- 또한, 이용자의 편의를 위하여 휴대폰과 통합하여 어플리케이션을 이용하는 것은 필수적임.

2절 공공전기자전거의 이용 및 인식 특성

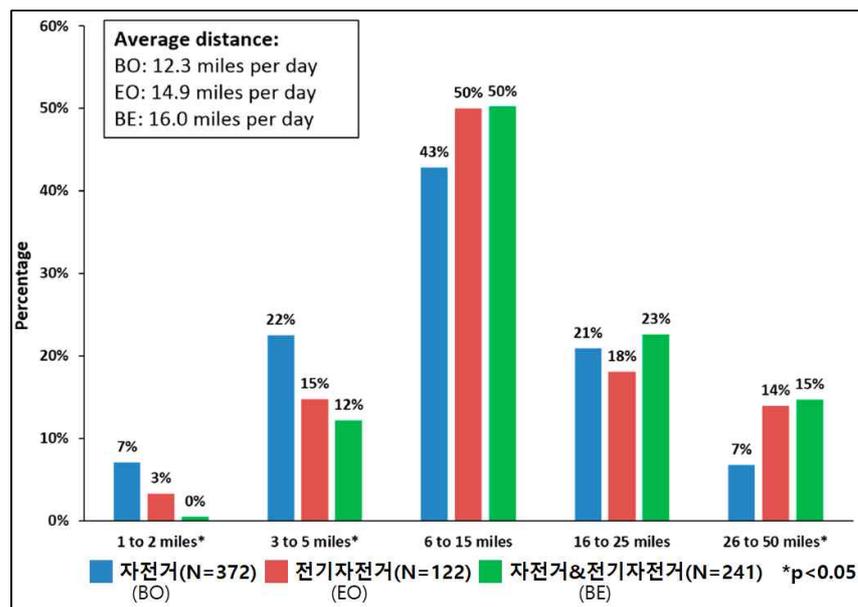
- 공공전기자전거를 운영하는 도시가 국내에는 없고 전 세계적으로도 많지 않으며, 운영기간도 길지 않기 때문에 이용특성에 대한 분석이 제한.
- 그러나, 선행 연구·조사 결과를 활용하여 다음과 같이 특성을 파악하였음.
- 첫 번째, 일반자전거와 전기자전거의 비교분석결과로, 공공전기자전거시스템과 일반자전거대여시스템의 가장 큰 차이가 전기자전거 여부이기 때문에 이용특성의 비교분석은 정책적 시사점을 가짐.
- 두 번째, 공공전기자전거시스템의 이용자를 대상으로 한 이용특성분석결과로, 국내 지역이 아니기 때문에 경제사회적, 문화적 차이가 있을 수 있으나 대체적인 경향을 파악할 수 있음.
 - 본 연구에서는 스페인 마드리드(BiciMAD)의 사례와 미국의 전기자전거이용자 분석결과를 활용하여 이용자특성을 파악하였음.
- 세 번째, 공공전기자전거의 구성요소별 중요도 조사결과를 분석함.

[표 2-2] 공공전기자전거 이용특성조사 구분

구분	내용	비고
일반자전거와 전기자전거의 비교조사	공공전기자전거시스템과 일반자전거대여시스템의 가장 큰 차이가 전기자전거 여부이기 때문에 이용특성의 비교분석을 통하여 정책적 시사점 도출	
공공 전기자전거 시스템이용자 인식 조사	공공전기자전거의 이용특성 조사를 통하여 시사점 도출 - 본 연구에서는 스페인 마드리드(BiciMAD)의 사례와 미국의 전기자전거이용자 분석결과를 활용	
공공 전기자전거의 구성요소별 중요도	공공전기자전거시스템의 각 요소별 중요도를 조사함으로써 시스템 구상 및 서비스레벨 설정에 시사점	

1. 전기자전거와 일반자전거의 이용특성2)

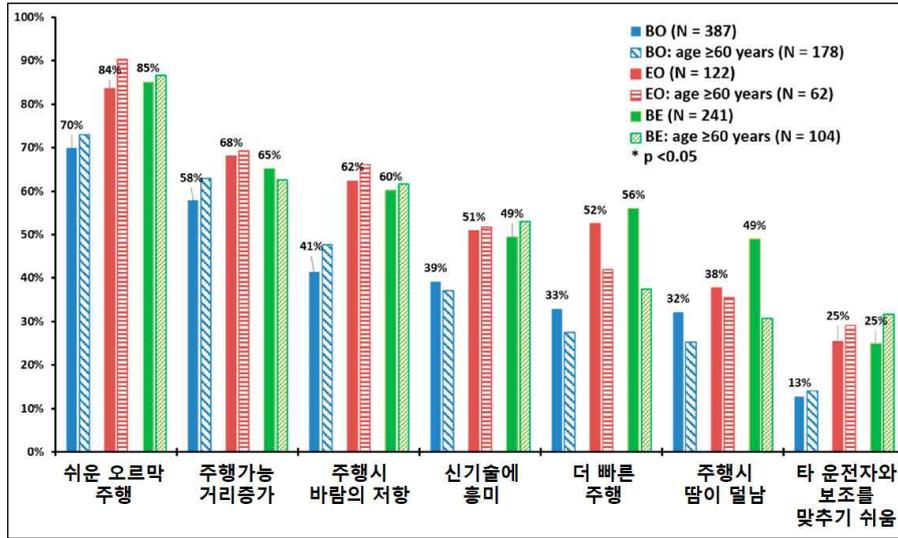
- 전기자전거와 일반자전거의 이용특성을 비교한 분석결과임.
- 미국에서 실시한 조사로, 363명의 전기자전거 이용자를 포함한 총 803명의 응답자들에게 온라인 설문조사를 시행했음.
- 먼저, 이용거리(miles/day)에 대한 조사는 이용자를 일반자전거이용자, 전기자전거이용자, 일반자전거와 전기자전거를 동시이용자 3개 그룹으로 구분하여 조사하였음.
- 가장 눈에 띄는 특징은 3가지 그룹 모두 6~15마일(miles)의 거리를 가장 많이 이용하는 것으로 나타남.
- 거리별로 보면, 6마일(miles) 미만에서는 일반자전거의 비율이 상대적으로 높으며 6마일(miles) 이상에서는 전기자전거 혹은 전기자전거와 일반자전거를 함께 이용하는 이용자 그룹이 훨씬 높은 비율을 차지함.



[그림 2-5] 자전거이용유형별 주행거리 비교

2) Ziwen Ling et al(2017)에서 발췌

- 이러한 분석결과는 전기자전거가 기존의 일반자전거보다 훨씬 더 긴 거리를 통행할 수 있다는 것을 의미함.
- 6~15마일(miles)구간에서는 전기자전거이용자가 일반자전거이용자보다 약 7%가 더 많고, 26~50마일(miles)의 장거리 구간에서는 일반자전거보다 약 2배 높은 비율을 보임.
- 다음으로, 전기자전거에 관심을 갖는 이유에 대한 조사로, 자전거이용자그룹과 연령(60세 이상)을 구분하여 조사하였음.
- 먼저, ‘전기자전거에 관심을 갖는 이유’는 다른 말로 전기자전거의 장점 혹은 일반자전거의 약점이라고 바꿔 쓸 수 있음.
- 전체적으로, 전기자전거의 장점에 대하여 이용자그룹과 연령그룹을 통틀어 가장 두드러진 것은 ‘쉬운 오르막 주행’, ‘주행가능거리의 증가’의 순으로 나타남.
- 다음으로, 이용자그룹별로 구분해 보면, 전기자전거이용자그룹과 둘 모두를 이용하는 그룹에서 상대적으로 일반자전거이용자그룹에 비해 ‘쉬운 오르막 주행’과 ‘주행가능거리의 증가’를 전기자전거의 장점으로 들고 있음.
- ‘주행시 바람의 저항’은 상대적으로 일반자전거이용자그룹과 전기이용자그룹간에 차이가 큰 것으로 나타남.
- 연령그룹에서는 전체적으로 ‘쉬운 오르막 주행’에 대한 장점을 가장 크게 인지하고 있는 것으로 나타났음.
- 다만, 고령자그룹(60세 이상)은 전기자전거의 장점으로 ‘쉬운 오르막 주행’을 꼽았으나 60세 미만그룹에서는 ‘더 빠른 주행’이나 ‘주행시 땀이 덜 남’ 등을 장점으로 꼽았음.



[그림 2-6] 전기자전거에 대한 관심 이유

2. 공공전기자전거의 이용특성

- 공공전기자전거의 이용특성은 스페인 마드리드시에서 운영중인 BiciMAD를 대상으로 한 조사결과가 있음.
- Veerle Korse(2016)가 BiciMAD이용자 중 585명을 대상으로 조사한 결과를 소개함.
- 조사결과는 다음과 같음.
 - 공공전기자전거의 평균이용시간은 29분으로 나타남. 일반적인 자전거의 이용시간보다 약간 긴 정도임.
 - 주거지로부터 스테이션까지의 거리는 평균 7분 정도 소요됨.

[표 2-3] BiciMAD이용특성 분석

구분	N	평균	최대	최소
최장 BiciMAD 주행 시간	571	29	360	0
주거지로부터 스테이션까지 걷는 시간	571	7	120	0

- 공공전기자전거시스템을 이용하면서 대체된 교통수단은 대중교통수단이 64.8%로 전체 이용자의 약 2/3가 대중교통수단을 대체하였음.
- 다음으로 도보로부터 대체된 비율은 14.6%로 나타남.

[표 2-4] BiciMAD로 대체한 이동 수단

구분	빈도	비율
대중교통	364	64.8%
자동차	43	7.7%
이륜차	26	4.6%
개인 자전거	27	4.8%
걷기	82	14.6%
택시	11	2.0%
해당없음	9	1.6%
표본오류	23	-
합계	585	100%

- 또한, 통근통학 통행시 BiciMAD의 이용행태조사 결과, 대체로 대중교통수단과 연계한 형태로 이용하고 있는 것으로 나타남.
- 다만, ‘대중교통수단+BiciMAD’의 통행행태는 전체 통행중 13.2%가 대체로 자주 이용하는 것으로 나타남.

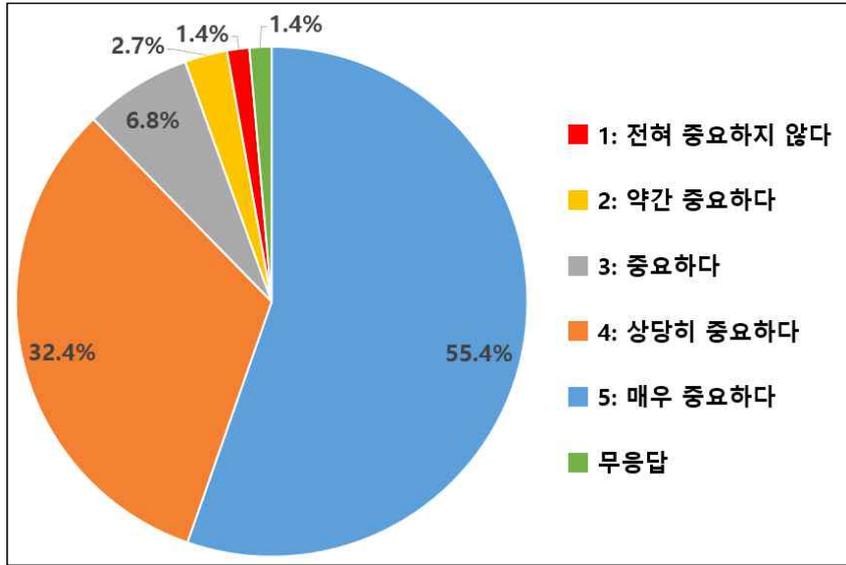
[표 2-5] 통근 및 통학 시 BiciMAD 이용행태(%)

구분	항상	자주	가끔	거의	전혀
대중교통수단+BiciMAD	4.6	8.6	13.1	15.4	58.2
자동차/오토바이	14.3	9.7	10.8	14.1	51.1
대중교통수단	26.4	22.8	20.0	13.5	17.3
개인자전거	3.4	6.3	8.2	8.4	73.6
보행	13.7	19.8	17.9	10.5	38.0
택시	0.6	2.7	10.8	22.6	63.3

3. 공공전기자전거시스템의 구성요소에 대한 중요도³⁾

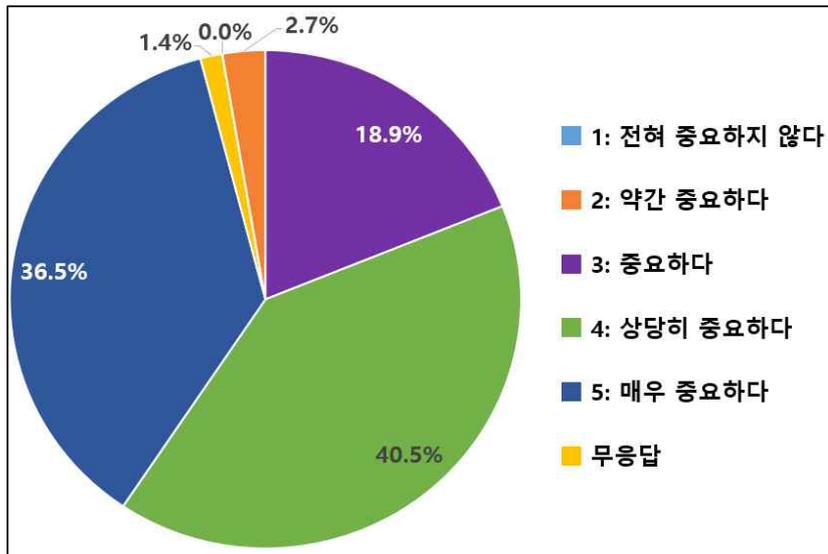
- UMONS 대학의 공공전기자전거 이용자를 대상으로 한 조사결과임.
다만, 표본규모가 크지 않기 때문에 경향을 파악하는데 활용함.
 - 조사일시 : 2015.3.7.
 - 표본 : 74명
- 공공자전거시스템의 구성요소 중 ‘이용서비스의 가격’에 대한 중요도에서 중요하게 생각하는 비율이 87.8%로 매우 높게 나타났음.
- 서비스이용가격은 공공전기자전거시스템의 이용률에 영향을 미치는 중요한 요소중의 하나로 인식됨.
- 다만, 본 조사결과는 이용가격에 대하여 학생들이 일반인들에 비하여 상대적으로 더 민감한 경향이 있기 때문인 것으로 풀이됨.

3) Christos S. Ioakimidis, Sesil Koutra and Pawel Rycerski(2015)의 결과에서 발췌하였음



[그림 2-7] e-bike '이용가격'인식

- 다음으로, '대여조건'에 대해서는 '매우 중요하다'와 '상당히 중요하다'가 각각 36.5%와 40.5%로 높게 나타남.
- 여기서, 대여조건이란 자전거의 청결상태나 제한나이, 운영시간 등 자전거의 이용조건 등을 포함하는 것임.



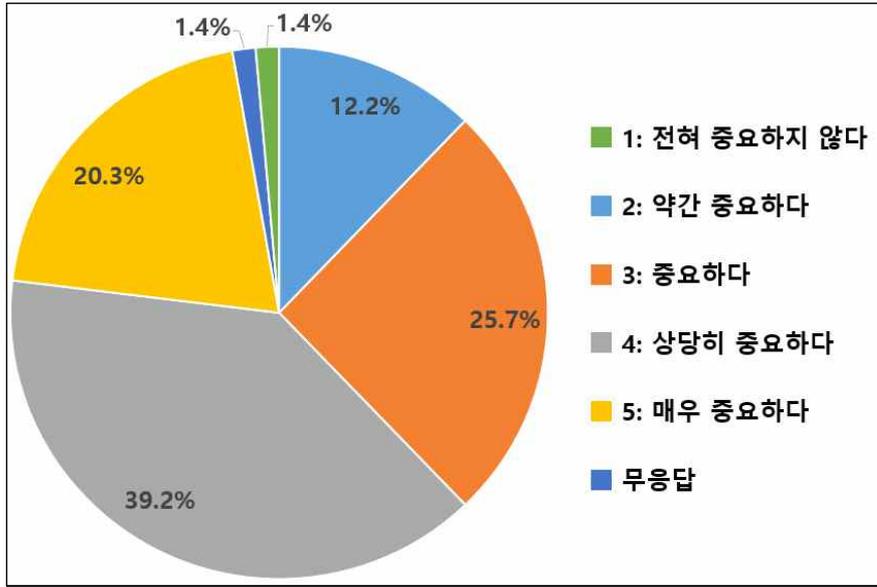
[그림 2-8] e-bike '대여조건'인식

- 자전거의 품질수준은 ‘매우 중요하다’와 ‘상당히 중요하다’가 각각 35.1%와 32.4%로 ‘가격’이나 ‘조건’보다는 낮지만 높게 나타남.
- 자전거의 품질 수준은 자전거이용의 지속성을 유지하게 하는 중요한 요소 중의 하나임.
- 일반적으로, 디자인이나 무게 등이 고려된 품질 수준은 이용자의 만족도에 영향을 미치는 요소임.



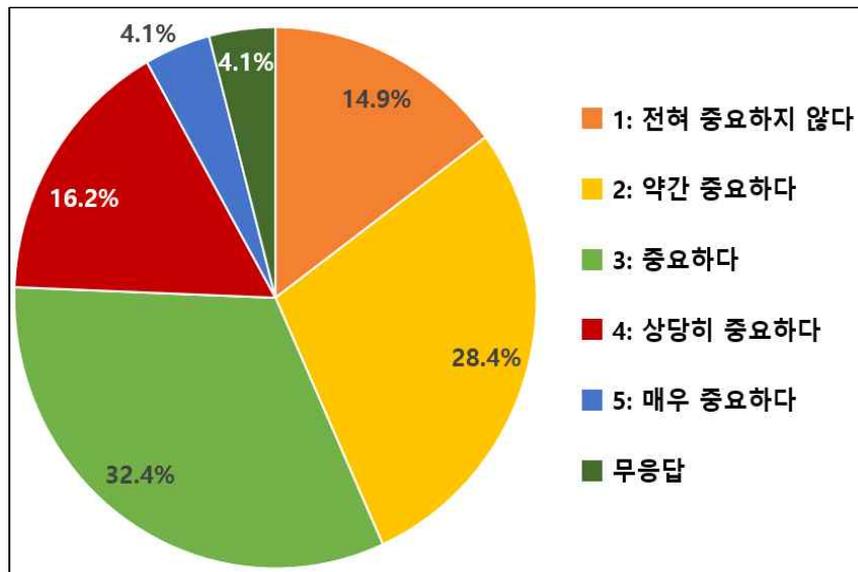
[그림 2-9] e-bike ‘품질’인식

- 자전거의 ‘크기’에 대해서는 ‘매우 중요하다’와 ‘상당히 중요하다’가 각각 20.3%와 39.2%로 나타남. 중요하다고 인식하는 비율이 59.2%로 상대적으로 다른 구성요소에 비하여 인식도가 가장 낮게 나타남.



[그림 2-10] e-bike '크기'인식

- 전기자전거의 특성인 '전력소모량'은 전체 60.8%가 중요하다고 인식하는 것으로 나타났다.
- 전력소모량은 이용자 입장에서 중요한 요소가 아닌 것으로 보임.



[그림 2-11] e-bike '전력량'인식

3절 공공전기자전거의 도입필요성 및 시민의식조사

1. 공공전기자전거의 도입필요성

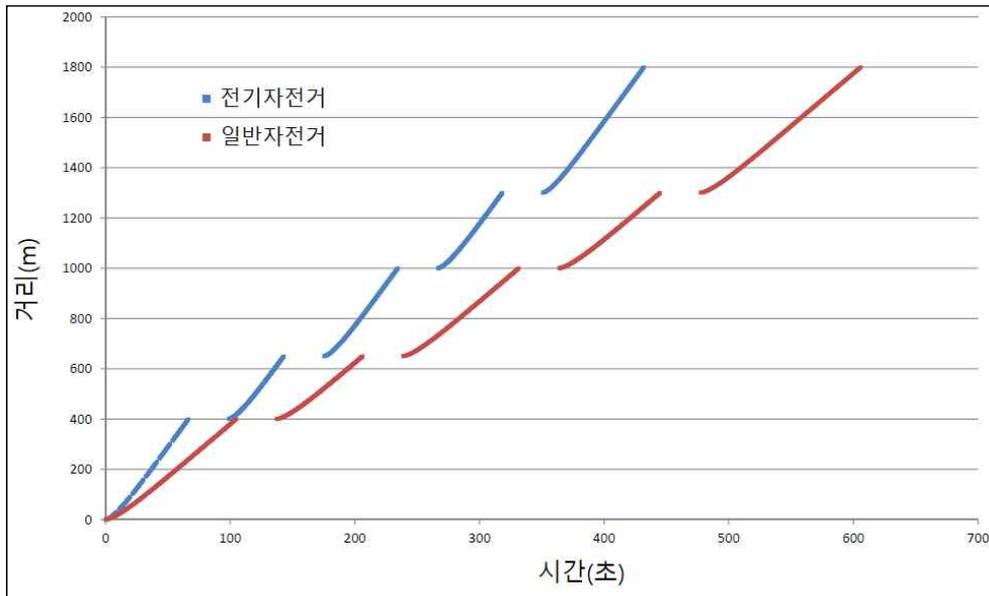
- 승용차이용의 증가로 교통사고, 교통혼잡, 대기오염, 기후변화, 신체 활동의 감소, 경제적 부담에 직면하고 있음.
- 자전거는 이러한 도시의 문제점을 개선할 수 있으나, 이용 시 거리, 연령, 신체조건 등의 제약이 있음.
- 전기자전거는 위와 같은 일반자전거의 단점(경사, 거리, 연령, 신체적 약자 등)을 보완 할 수 있음.

- 한 조사(NYSERDA, 2015)에 의하면, 미국 캐나다 공공 전기자전거 이용자 553명 조사결과는 다음과 같음.
 - 전기자전거 응답자의 65%가 자동차를 대체하였음.
 - 전기자전거 응답자의 60%는 가정이나 직장이 경사지에 위치함.
 - 전기자전거 응답자의 73%는 일반자전거보다 더 많이 그리고 더 다양한 목적지로 이동 가능함.
 - 전기자전거 응답자는 이전보다 자전거를 훨씬 더 자주 많이 이용함. 즉, 이전에는 응답자의 55%가 주중에 자전거를 이용하였으나 공공 전기자전거사용이후 93%가 주중에 이용했음.
 - 또한, 전기자전거 응답자의 59%는 일반자전거를 이용할 수 있는 신체적 능력이 감소한 경우임.
 - 전기자전거 응답자의 67%가 이전에 일반자전거를 탈 때는 샤워를 해야 했으나 공공 전기자전거이용 후 74%가 샤워를 할 필요성이 없음.



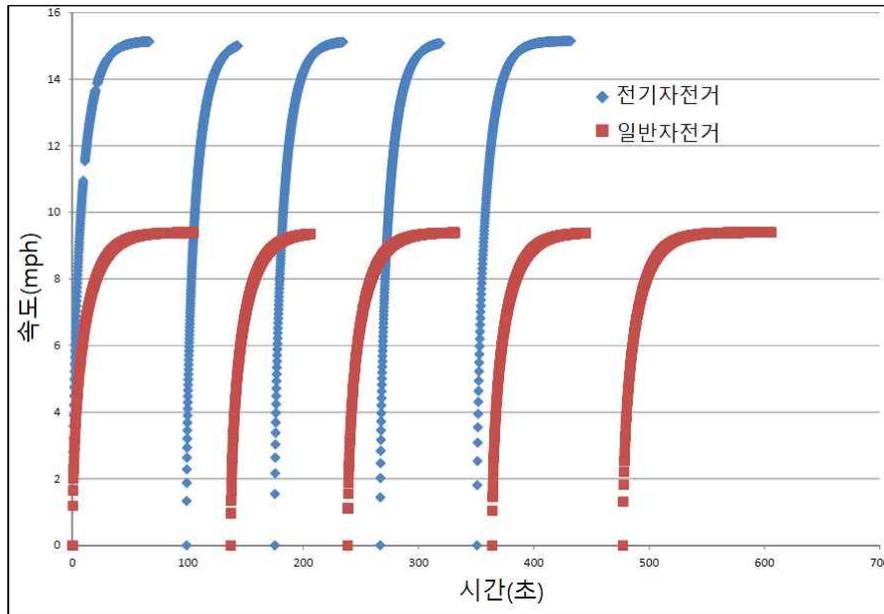
[그림 2-12] 전기자전거를 이용하는 이유

○ 전기자전거는 일반자전거보다 주행성이 좋음(그림2-13, 14 참조).



[그림 2-13] 전기자전거와 일반자전거의 시간-거리 관계

- 전기자전거와 일반자전거에 비하여 가속력과 주행 속도가 높아 동일 시간 내에서 공공 전기자전거가 훨씬 더 많은 거리를 커버링할 수 있음.



[그림 2-14] 전기자전거와 일반자전거의 시간-속도 관계

- 이 외에도 대전시의 다음과 같은 여건을 고려할 때, 전기자전거의 도입이 필요하다고 판단됨.
- 대전시의 65세 이상 노인의 비율은 2017년 기준으로 15%를 나타내고 있어 이미 고령사회에 진입하였음(표 2-6 참조).
 - 그러나, 현재의 '타슈'는 무체인 및 1~3단으로 구성되어 있어 고령자가 이용하기에는 신체적인 제한이 따름.
- 타슈의 서비스다양화를 통한 이용률 제고 필요.
 - 2008년 도입이래 타슈는 초창기에는 이용률이 상당히 높았으나 현재는 평균 1.0회/대/일 수준으로 낮아짐.

- 또한, 대전시는 환경도시로서 자전거이용률 제고를 통하여 대중교통이용률을 높이고 미세먼지 등 대기환경 개선 정책을 적극 추진하고 있음.

[표 2-6] 대전시 고령자 인구(2017년 말 기준)

(단위 : 명)

구분	대전시	세종시	전국
65-69세	58,949	7,933	2,262,097
70-74세	43,423.5	5,853.5	1,765,782
75-79세	35,583	5,314.5	1,506,433.5
80세 이상	36,543	6,185	1,531,888.5
80-84세	22,056.5	3,643.5	928,484.5
85세 이상	14,486.5	2,541.5	603,404
85-89세	10,233	1,813	426,388
90-94세	3,397	585	140,858
95-99세	734	118	31,501
100세 이상	122.5	25.5	4,657
지역별 총인구	1,502,227	280,100	51,778,544
고령자 비율	15%	12%	18%

2. 공공전기자전거의 도입을 위한 법적 여건

- 공공전기자전거는 ‘전기자전거’에 대한 형식 및 운영 규정을 따르는데, 최근 관련규정의 개정으로 운행이 가능하게 되었고, 충전소 및 안전요건을 갖추게 됨.
- 2018.3.22.부터 전기자전거의 자전거도로 통행 가능함.
 - 최근 개정된 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 로 일정 운행요건만 충족되면 자전거도로 주행이 허용됨.
 - 그동안 전기자전거는 「도로교통법」 상 ‘원동기장치자전거’에 해당하여 면허 취득 후 ‘도로’를 통행해야 했지만 이번 법률 개정을 통하여 일정 요건 하의 전기자전거는 ‘자전거’로 분류되어 ‘자전거도로’를 주행할 수 있게 됨.
- 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 제11조의4에 의거 전기자전거 충전소 설치 가능
 - 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 자전거주차장 또는 그 밖에 필요한 장소에 전기자전거 충전소를 설치할 수 있다.
 - 제1항에 따른 전기자전거 충전소의 설치·운영에 필요한 사항은 지방자치단체의 조례로 정한다.
- 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 제20조의2에 의거 전기자전거 안전요건 규정
 - ① 전기자전거는 구조와 성능 등이 행정안전부령으로 정하는 안전요건에 적합하여야 한다. <개정 2017.7.26.>
 - ② 누구든지 전기자전거를 안전요건에 적합하지 아니하도록 개조하여서는 아니 된다.
 - ③ 누구든지 안전요건에 적합하지 아니한 전기자전거를 자전거도로에서 운행하여서는 아니 된다.

3. 도입에 대한 시민(이용자) 의식조사

1) 조사개요

○ 공공전기자전거의 도입에 대한 의식조사를 위해 다음과 같이 조사를 실시하였음.

- 조사시기 : 2018.02.12. ~ 2018.03.04.
- 조사대상 : 대전시 공공자전거 타슈이용자
- 조사방법 : 온라인 설문조사
- 표본수 : 297명
- 표본추출방법 : 타슈이용자의 성별·연령을 고려한 비례층화 방법

○ 조사의 내용은 다음과 같이 이용자 구분, 이용자 특성, 공공전기자전거 도입에 대한 의견으로 구분함.

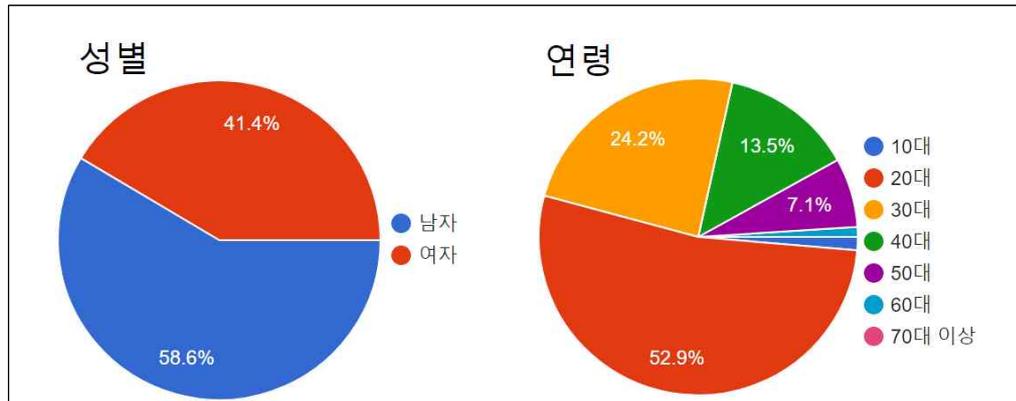
[표 2-7] 공공전기자전거의 도입관련 설문조사 내용

구분	내용
이용자 구분	성별, 연령, 거주지역
이용자 특성	이용횟수, 이용목적, 이용 애로사항
공공전기자전거 도입의견	필요 유무, 도입 후 예상 이용빈도 or 도입 불필요 의견

2) 조사결과

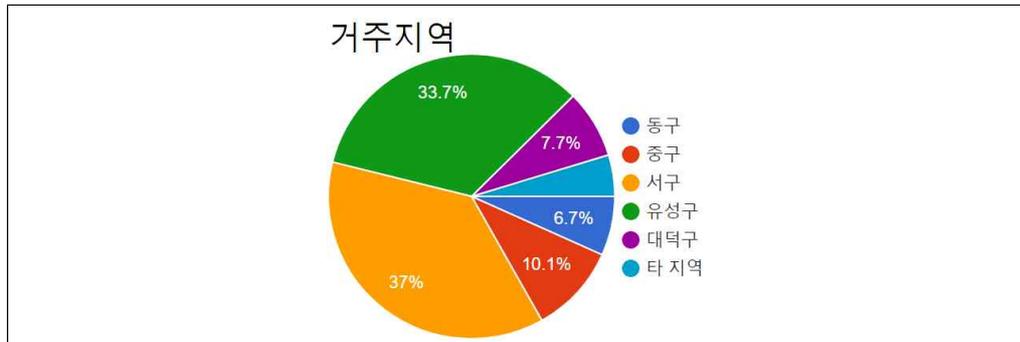
(1) 기초분석

- 응답자의 성별은 총 응답자 297명중 남성 및 여성의 비율이 각각 58.59%, 41.4%로 나타남.



[그림 2-15] 성별/연령별 분포

- 응답자의 연령은 20대(52.9%)가 가장 많고, 30대(24.2%), 40대(13.5%), 50대(7.1%) 등의 순으로 나타남. 젊은층(20대~30대)의 비율이 압도적으로 높으며, 신체적 약자인 노인층(50대 이상)의 경우는 자전거의 특성상 비율이 낮음.
- 청소년의 경우 타슈의 나이 이용제한(미성년자 만 15세 이상 19세 미만)이 있어 이용률이 매우 적은 것으로 나타남.
- 한편, 이용자의 거주지역은 서구(37%), 유성구(33.7%), 중구(10.1%) 등의 순으로 나타남.
 - 총 249개소의 타슈대여소 중에서 서구와 유성구는 69개소(27.71%)로 가장 많으며 중구 39개소(15.66%), 대덕구 37개소(14.86%), 동구 35개소(14.06%)의 순으로 분포되어 있음.



[그림 2-16] 거주지역 분포

(2) 이용자 특성

가. 이용빈도

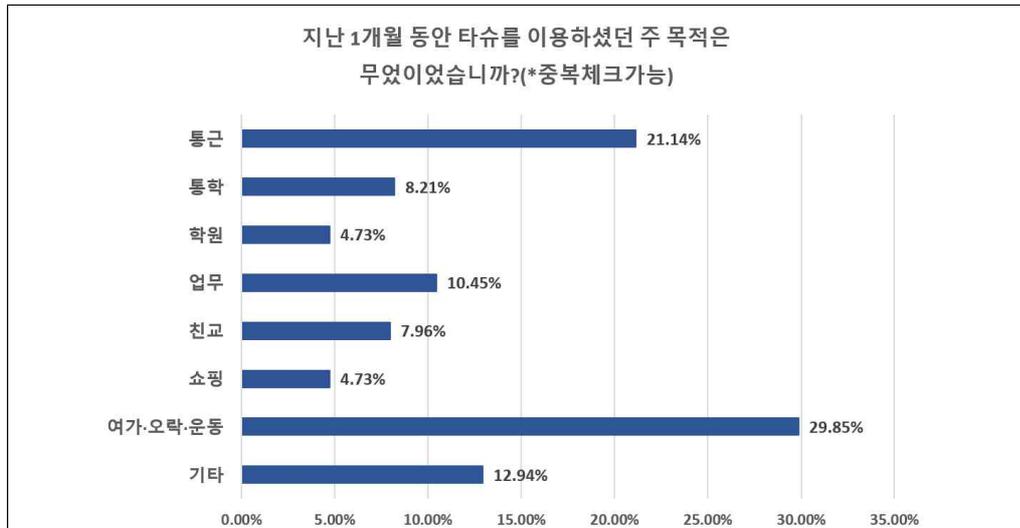
- 타슈의 이용빈도를 조사한 결과 월 1~2회의 이용자가 58.6%로 가장 많은 것으로 나타남.



[그림 2-17] 이용빈도

나. 이용목적

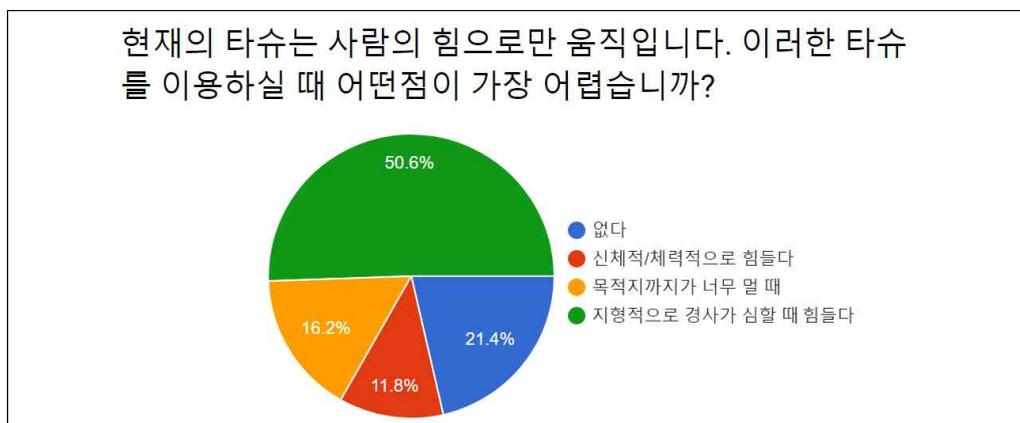
- 이용목적은 기타항목을 제외하고 여가·오락·운동(29.85%)로 가장 많았고, 통근(21.14%), 업무(10.45%) 등의 순으로 나타남.
- '통근, 통학, 학원, 업무, 친교, 쇼핑 등' 일상생활에 필요한 통행이 57.22%에 이르고 있음.



[그림 2-18] 이용목적

다. 근력이용 타슈 애로사항

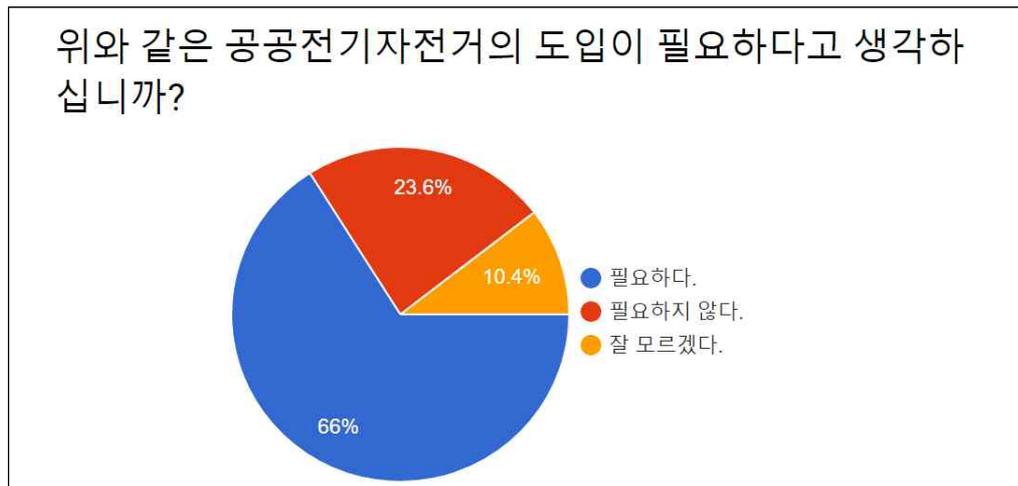
- 타슈를 이용할 때 가장 어려운 점을 조사한 결과 지형적으로 경사가 심할 때(50.6%), 목적지까지가 너무 멀 때(16.2%), 신체적/체력적으로 힘들 때(11.8%)의 순으로 나타남.
- 이러한 조사결과는 앞서 살펴본 외국의 전기자전거에 대한 인식조사 결과와 매우 유사하게 나타남.



[그림 2-19] 타슈 이용 애로사항

(1) 공공전기자전거 도입 의견

- 공공전기자전거의 도입이 필요하다고 응답한 이용자는 66%로 나타나 대체로 공공전기자전거의 도입이 필요하다고 인식하고 있음.
- 반면, 필요하지 않다는 의견은 23.6%로 나타남.



[그림 2-20] 공공전기자전거 도입필요성에 대한 인식

[표 2-8] 연령별 도입 필요성 인식

구분	도입필요성			전체	
	필요하다	필요하지 않다	잘 모르겠다		
연령	10대	100.0%	-	-	100.0%
	20대	68.8%	21.7%	9.6%	100.0%
	30대	58.3%	25.0%	16.7%	100.0%
	40대	67.5%	25.0%	7.5%	100.0%
	50대	61.9%	33.3%	4.8%	100.0%
	60대이상	66.7%	33.3%	-	100.0%
전체	66.0%	23.6%	10.4%	100.0%	

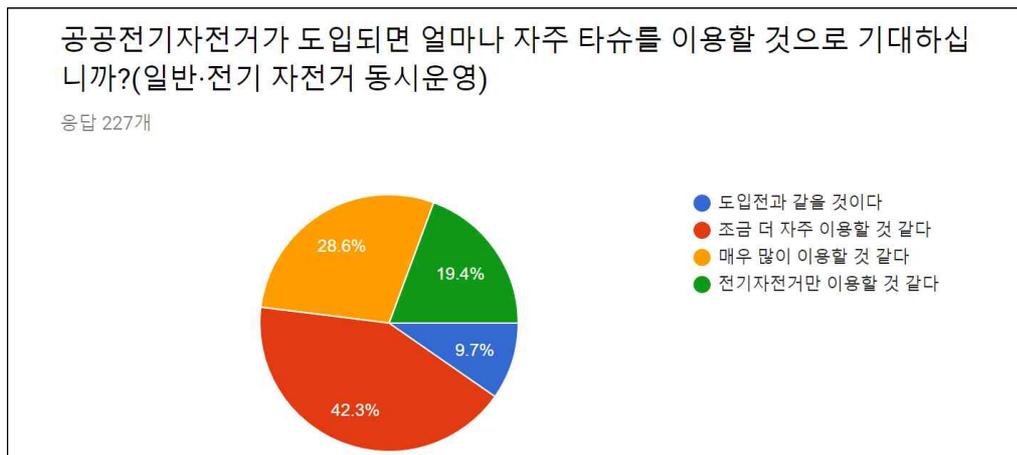
주) pearson 카이제곱값 : 8.352

[표 2-9] 자전거 이용횟수별 공공전기자전거 도입필요성 인식

구분	도입필요성			전체
	필요하다	필요하지 않다	잘 모르겠다	
이용안함	76.9%	15.4%	7.7%	100.0%
월 1-2회	62.6%	25.3%	12.1%	100.0%
주1-2회	73.3%	20.0%	6.7%	100.0%
주3-4회	52.6%	42.1%	5.3%	100.0%
주5회이상	72.2%	11.1%	16.7%	100.0%
전체	66.0%	23.6%	10.4%	100.0%

주) pearson 카이제곱값 : 9.718

- 전기자전거 도입을 찬성하는 이용자의 도입 후 예상 이용 빈도는 ‘자주 이용하겠다’는 의견이 90.3%에 이르는 것으로 나타났음.
 - 도입전과 같을 것이라는 의견은 9.7%에 불과함.
- 비록, 여러 가지 의견으로 도입에 찬성하지 않더라도 도입이 되면 이용자의 대부분은 지금보다 훨씬 더 많이 이용할 것이라는 기대를 나타내고 있음.
 - 이러한 조사결과에 따르면, 공공전기자전거가 도입되면 타슈전체의 이용률은 증가할 것으로 예상할 수 있음.



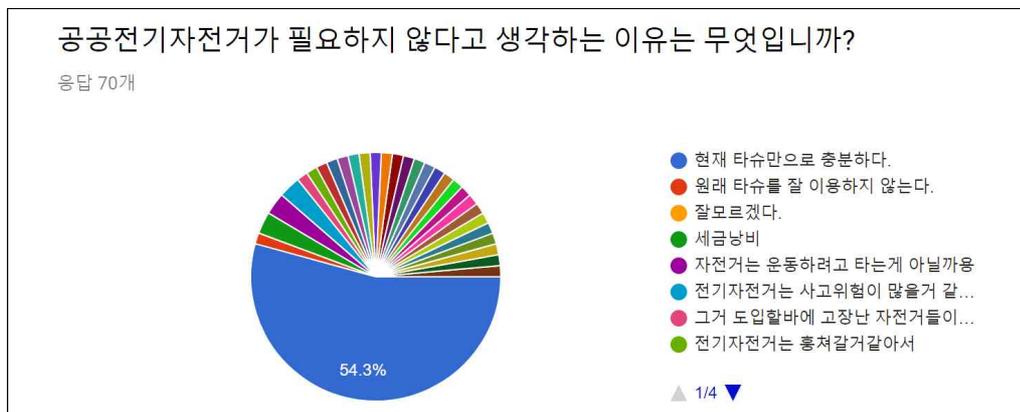
[그림 2-21] 공공전기자전거 도입 후 예상 이용빈도

[표 2-10] 연령별 공공전기자전거 예상 이용빈도 예상

구분	도입후이용				전체	
	도입전과 같음	조금 더 자주이용	매우많이 이용	전기자전거 만 이용		
연령	10대	—	25.0%	25.0%	50.0%	100.0%
	20대	10.6%	40.7%	28.5%	20.3%	100.0%
	30대	14.8%	46.3%	16.7%	22.2%	100.0%
	40대	—	46.7%	43.3%	10.0%	100.0%
	50대	7.1%	42.9%	42.9%	7.1%	100.0%
	60대이상	—	—	50.0%	50.0%	100.0%
전체	9.7%	42.3%	28.6%	19.4%	100.0%	

주) pearson 카이제곱값 : 18.611

- 한편, 공공전기자전거의 도입을 반대하는 의견으로는 ‘현재 타슈만으로 충분하다(54.3%)’가 가장 많았음.
 - 현재의 타슈가 크게 불편하지 않은 것으로 판단되나, 이러한 의견은 현재 타슈이용자를 대상으로 한 설문 의 한계에 기인할 수 있음.
- 기타 의견으로는 자전거는 운동의 수단으로써 전기자전거는 도움이 되지 않는다, 운영비용(세금)의 효율성, 기존 타슈의 정비 등의 의견이 있었음.



[그림 2-22] 공공전기자전거 도입 반대 의견

국외 공공전기자전거시스템 사례분석

1절 국외 공공전기자전거시스템 운영사례

2절 종합 및 시사점

3장

3장 국외 공공전기자전거시스템 사례분석

1절 국외 공공전기자전거시스템 운영사례

1. Bycyklen, 코펜하겐(덴마크)

1) 개요

○ Bycyklen은 덴마크 코펜하겐에서 운영하고 있는 전기자전거기반 공공자전거프로그램임.

- 브랜드 명 : Bycyklen
- 공식웹사이트 : <https://bycyklen.dk/en/>
- 개통 : 2014년 1월 시험개통
2014년 4월 공식개통(300대)
- 현재 운영규모 : 자전거 2,000대, 스테이션 105개소, 거치대 3,000개
- Hardware supplier : GoBike Danmark A/S



[그림 3-1] 코펜하겐 Bycyklen의 전기자전거&거치대

- 민간회사인 GOBIKE가 시정부로부터 보조금을 지원받아 제조 및 운영하고 있음. 당초 이 사업의 시작 역시 2012년에 GOBIKE가 제안을 하면서 시작됨.
- 시정부와의 계약 이후 2년간의 연구개발을 통하여 2014년 봄에 50대를 성공적으로 시험운영 하였고, 1개월 뒤 250대를 추가하여 300대로 공식서비스를 개시하였음.
- 기술적으로는 매우 혁신적인 성과를 이룬 사업이기는 하지만 자전거 1대당 \$1,000~\$2,500에 이르는 높은 비용은 부담임.

[표 3-1] 코펜하겐 Bycyklen 운영현황

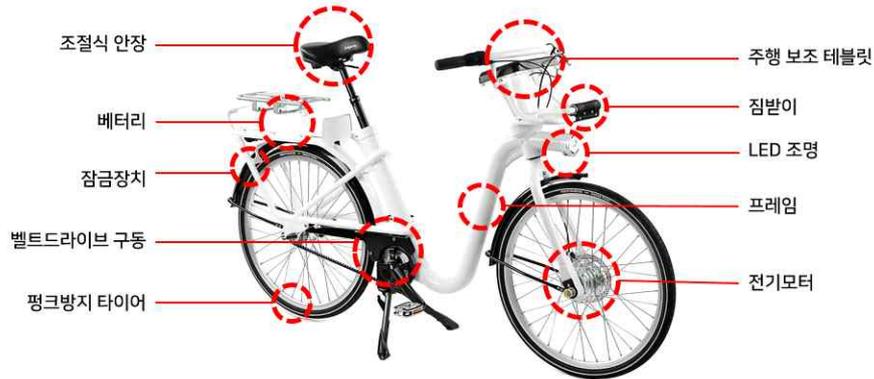
구분	스테이션 수	자전거수	이용자	이용 횟수	평균 이용 시간	평균 이용 거리
2014년	-	-	-	-	102분	8.8km
2015년	95개	1,860대	-	-	59분	4.9km
2016년	104개	-	183,145명	3,450	40분	4.0km

2) 특징

- Bycyklen은 제4세대 자전거로서 최신 기술과 터치스크린, GPS 네비게이션 등을 장착하고 있음.
- 또한, 디자인은 현대적 감각을 잘 표현하고 내구성이 좋아 시민들로부터 높은 점수를 받고 있음.
- 기능면에서 몇 가지 두드러진 특징이 있음⁴⁾.
 - 자전거 앞에 장착된 테블릿은 GPS기능을 갖추고 날씨에 영향을 받지 않는 내구성을 갖추고 있음.

4) http://velo-citta.eu/wp-content/uploads/7.-Copenhagen_DK_case-study_final.pdf

- 배터리는 37V 10,000mA 리튬이온 배터리로 최고시속 25km/h까지 지원되도록 설계되어 있음.



[그림 3-2] Bycyklen 구성요소

- 짐받이 랙은 15kg까지 적재할 수 있음.
 - 잠금장치는 디지털형식으로 테블릿에 로그인하면 자동으로 잠금장치가 작동되도록 되어 있음.
 - 라이트는 자전거가 작동될 때, 자동으로 켜짐.
 - 벨트드라이브는 그 강도와 내구성이 오토바이와 유사하여 유지관리비가 제로에 가깝다. 가장 큰 장점중의 하나임.
 - 타이어는 펑크가 나지 않는 타이어다. 타이어 내부에 특수 재질(foam)을 충전하였기 때문에 승차감도 좋고 펑크도 없도록 했음.
 - 프레임은 기본적으로 알루미늄으로 제작 됨.
 - 모터는 250와트 모터가 앞쪽에 내장되어 있음.
- 이 외에 기타 장치는 다음과 같음.
- 조절이 가능한 안장
 - 진흙받침
 - 3단 기어
 - 탑재된 테블릿을 이용한 최적루트 탐색 네비게이션

[표 3-2] Bycyklen의 구성 요소별 특징

	<p>조절식 안장 운전자의 체형에 맞게 조절 가능</p>		<p>주행 보조 테블릿 GPS내장, 악천후 영향 없음, 네비게이션 기능, 분단위 정보 수신</p>
	<p>배터리 37V / 10.000mA리튬이온배터리, 최대 25km 까지 운행가능</p>		<p>짐받이 스프링으로 짐을 고정시킬 수 있고, 15kg 까지 운반가능</p>
	<p>잠금장치 테블릿과 통신하여 사용자 이름 및 핀 코드를 사용하여 잠금 해제</p>		<p>LED 조명 자전거운행시 자동으로 점등</p>
	<p>벨트드라이브 구동 유지관리의 편의성이 높은 벨트드라이브 방식</p>		<p>프레임 알루미늄 프레임으로 내부 케이블 라우팅을 통해 유지보수에 용이</p>
	<p>펑크방지 타이어 펑크에 대한 내구성이 강한 타이어</p>		<p>전기모터 전방 휠에 위치, 250W 모터, 22km/h 까지 보조</p>

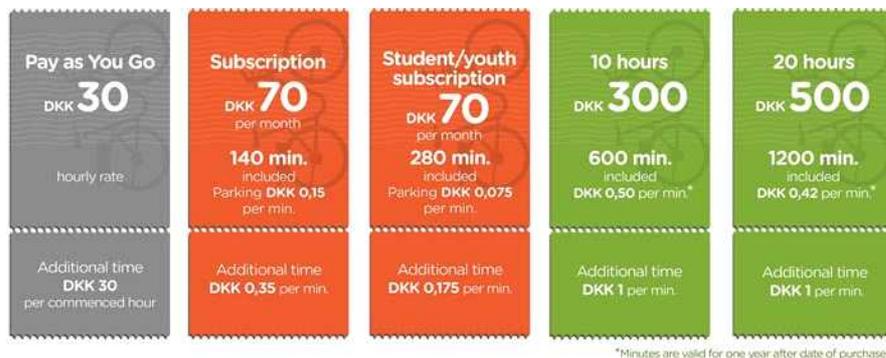
3) 이용방법 및 요금구조

- Bycyklen은 모든 사람에게 개방되어 있다. 다만, 신장 155cm미만은 안전상의 이유로 이용에 제한을 둠.
- 자전거를 이용하기 위해서는 일반자전거대여시스템과 유사한데, 키오스크가 아닌 자전거에 부착된 터치스크린을 이용하여 아이디와 비밀번호를 입력하여 인증하는 점이 다름.
- 반납할 때는 자전거에 장착된 테블릿이 가장 가까운 반납스테이션을 안내해 줌.

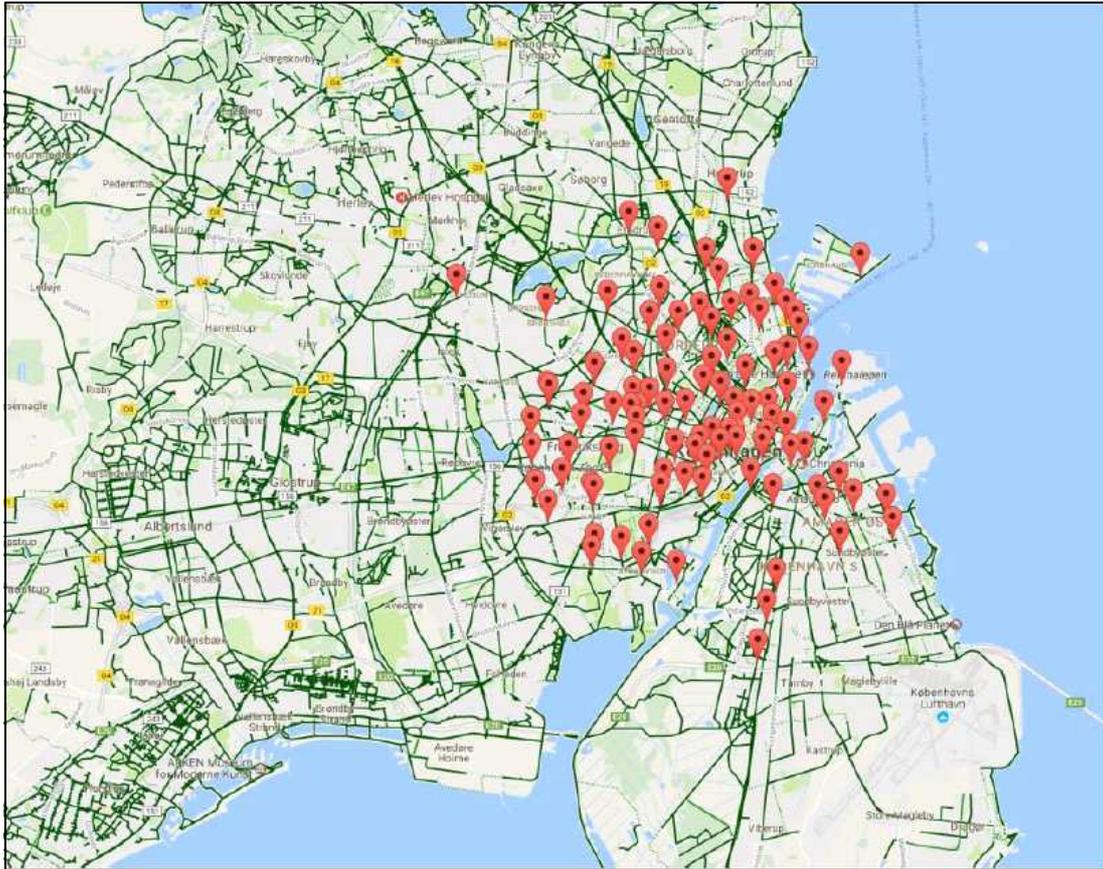


[그림 3-3] Bycyklen 이용방법

- 요금구조는 기본적으로 3가지로, 비정기이용자요금, 정기이용자요금, 시간기준 요금이 있음.
- 비정기이용자의 이용요금은 1시간 기본요금이 30크로네(약 5,370 원)이며 추가 시간당 30크로네가 추가됨.
- 정기이용자 즉, 회원의 경우에는 1개월에 70크로네의 회비를 내면 되는데, 140분이 무료로 제공된다. 자전거를 이용할 경우, 140분을 넘는 추가시간 1분당 0.35크로네를 징수
- 학생의 경우에도 1개월에 70크로네의 회비를 내고 280분을 무료로 제공받음. 추가시간 1분당 0.175크로네를 받음.
- 마지막으로, 10시간 이용권, 20시간 이용권이 있는데, 단순 10시간 권이 아닌 단체권으로 활용할 수 있다. 최대 5명까지 하나의 아이디로 이용할 수 있음.



[그림 3-4] Bycyklen 이용요금



[그림 3-5] Byckeln의 스테이션 분포

2. BiciMAD, 마드리드(스페인)

1) 이용방법 및 요금구조

- 마드리드는 스페인의 제1도시이자 유럽에서 런던과 베를린에 이어 3 번째로 큰 대도시로서 인구는 330만명임.
- 마드리드는 다른 유럽 도시와 달리 언덕이 많은 지형적 특성이 있음.
- 마드리드 공공전기자전거는 2012년에 처음 계획하였고 제안요청서

및 입찰방식으로 진행하였고, 최종적으로 미국의 자전거대여시스템 회사인 Alta Bicycle Share와 손잡은 BONOPARK가 선정되었음.

○ 사실, 당초 RFP는 일반자전거를 대상으로 공모가 이루어졌지만 BONOPARK가 전기자전거를 제안해서 선정된 경우로, BiciMAD는 브랜드 이름임.

○ BiciMAD의 운영을 요약하면 다음과 같음.

- 브랜드 명 : BiciMAD
- 공식웹사이트 : www.bicimad.com
- 개 통 : 2014년 6월
- 규 모 : 165개 스테이션, 2028대(2016년 기준)
- 운영자 : EMT-Empresa Municipal de Transportes de Madrid
(www.emtmadrid.es)
- 계 약 : Bonopark & Booster-bikes
- 운 영 : BiciMAD의 소유는 시정부다. 시정부는 운영계약을 통하여 운영자에게 위탁



[그림 3-6] 마드리드의 BiciMAD



[그림 3-7] 마드리드 BiciMAD 위치도

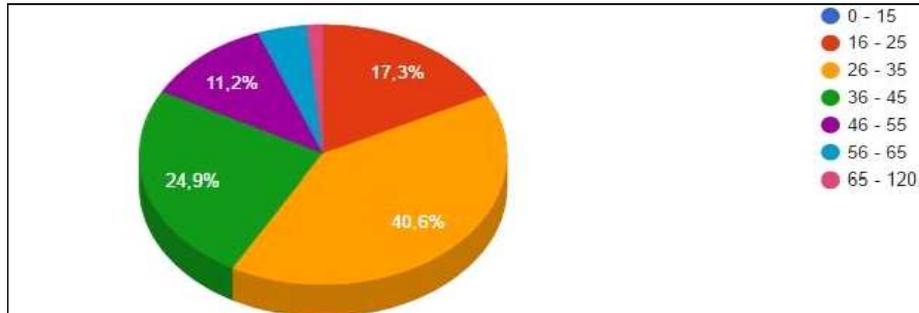
2) 특징

- 자전거의 무게 : 22kg
- 배터리 : 최대 18시간 70km 주행 가능
- GPS 장착
- 이용자는 부모의 동의를 받은 경우 14세, 그렇지 않은 경우는 16세 이상 이용가능

[표 3-3] BiciMAD 운영현황

구분	스테이션 수	자전거수	이용자 (회원)	이용 횟수
2014년	123	1,560	27,649	726,662
2015년	165	2,028	59,169	3,075,454
2016년	165	2,020	60,430	2,807,137

- BiciMAD의 이용자를 연령별로 보면, 대부분 젊은 층으로, 주 자전거 이용층에서 전기자전거를 이용하는 것으로 나타남.
- 26세부터 45세까지의 이용자가 전체 이용자의 65%에 이르고 특히, 40.6%의 이용자는 26세-35세에 집중되고 있음.



[그림 3-8] BiciMAD 연령별 사용자 분포

3) 이용방법 및 요금구조

- BiciMAD는 24시간 운영됨.
- 요금구조는 이용자 즉, 연간회원, 비정기적 이용자로 구분

[표 3-4] BiciMAD 요금구조(2014년 기준)

구분	유형	비용			
		연회비	최초 30분	0.5-2시간	2시간 이후
정기 회원	대중교통 부담금 포함	€15.00 (~117RMB)	€0.50 (~3.89RMB)	€0.60/ half hour (~4.66RMB)	€4.00 (~31RMB)
	대중교통 부담금 미포함	€25.00 (~194RMB)			
비회원 (현재사 용불가)	보증금*		최초 1시간	2시간	2시간 이후
	1 Day	€150.00	€2.00	€4.00	€4.00
	3 Day	(~1150RMB)	(15.5RMB)	(~31RMB)	(31RMB)
	5 Day				

*보증금은 이용자의 신용카드에서 지불되며, 이용요즘 지불 후에 반환

3. e-Call a Bike, 슈투트가르트(독일)

1) 개요

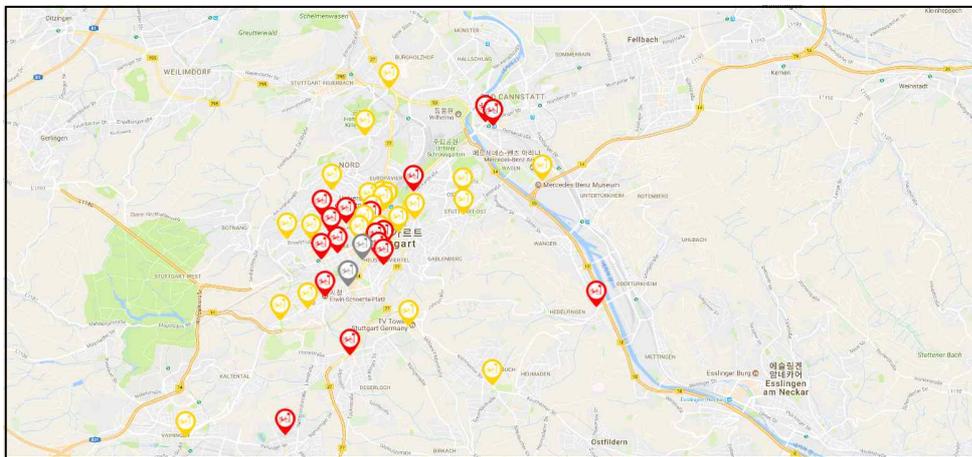
- e-Call a Bike는 독일의 대표적인 자전거대여시스템에 전기자전거를 결합하여 만들어낸 브랜드
- e-Call a Bike는 2011년에 독일철도회사 DB가 개통한 시스템으로. 기존의 일반자전거에 100대의 전기자전거를 도입함으로써 시작되었음.
- 슈투트가르트는 자전거분담률이 약 6~7%수준의 도시이며 경사가 있는 도시임.
- 개 요
 - 도입도시 : 슈투트가르트 지역
 - 도입년도 : 2011년 도입
 - 규 모 : 스테이션 44개소, 자전거 60대(일반자전거 450대 동시운영)



[그림 3-9] e-Call a Bike

2) 특징

- 운영시간 : 24시간
- 배터리 : 최대 25km/h 속도, 리튬 이온 배터리(24 Volt, 10 Ah, 240 Wh)
- 충전방식 : 지정된 스테이션에만 반납 가능, 도킹·유선 충전
- 기본요금 : 최초 1분부터 0.12유로(약 160원), 하루에 최대 22.50유로(약 30,000원), BahnCard소지자와 학생 및 65세이상 노인의 경우 일일 요금이 16.50유로로 할인 적용



[그림 3-10] 일반 및 전기자전거 공동 운영되는 Stuttgart

- e-Call a Bike가 다른 지역의 대여시스템과 다른 점은 다음과 같음.
 - 첫째, 기존의 대여자전거와 전기자전거가 동일한 스테이션을 활용
 - 둘째, 공공전기자전거스테이션에 일반 개인용 전기자전거를 충전할 수 있도록 2개의 충전 플러그를 추가 설치
 - 셋째, 동일한 운영시스템으로 운행되지만 요금구조가 다름. 즉, 일반 대여자전거는 30분동안 무료로 운영되고 있으나 전기자전거는 1분당 약 12센트의 요금이 발생됨.

3) 요금구조

- Call a Bike의 요금구조는 기본적으로 비정기적 이용자, 정기적 이용자, 1일권 등 3가지로 구분됨.
- 전기자전거의 요금은 일반자전거에 비하여 다소 높고 최초 1분부터 요금이 부과됨.

[표 3-5] Call a Bike 기본요금구조

구분		기본요금	할인요금
Call a Bike	연간회원	3유로/년	3유로/년
	최초 30분	1유로	1유로
	24시간	15유로	12유로
	동시 대여 자전거대수	2	2
전기 자전거	최초 1분부터	0.12유로	0.12유로
	24시간	22.5유로	16.5유로

주) Stuttgart, Hamburg, Luneburg에서는 최초 30분에 무료 할인은 DB철도 회원권소지자, 학생, 65세 이상에 적용

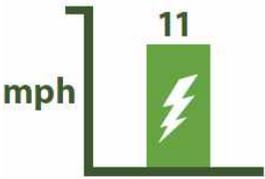
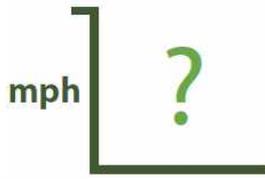
2절 종합 및 시사점

1. 종합

- 3개 공공전기자전거시스템을 비교한 결과, 다음과 같이 요약됨.
 - 본격적인 최초의 공공전기자전거는 2014년에 시작된 Bicyklen과 BiciMAD임.
 - 자전거운영대수는 BiciMAD가 약 2000대로 가장 많음. 그러나, 스테이션의 수는 Bicyklen이 더 많아 상대적으로 Bicyklen의 스테이션당 운영자전거대수가 작음.

- 대여비용은 코펜하겐의 Bicyklen이 시간당 3.8달러로 가장 높음.
- 전기자전거의 속도는 코펜하겐의 Bicyklen이 14mph(miles per hour)로 가장 높음.

[표 3-6] 국외 공공전기자전거시스템의 비교 종합

구분	BiciMAD (마드리드)	Bycyklen (코펜하겐)	Call A Bile (슈투트가르트)
도입 년도			
자전거 대수			
스테이 이션 수			
1시간 이용 요금 (USD)			
최대 주행 속도 (mph)			

2. 시사점

- 해외 운영사례조사를 통하여 몇 가지 시사점을 도출하였음.
- 우선, 세계에서 최초로 시행된 시스템은 민간의 창의로 시작되었음. 공공자전거의 계획과 운영에 민간의 아이디어를 적극 수용할 필요가 있음. 단순히, 짜여진 틀에 민간을 끌어들이는 것이 아니라 자유롭게 제안할 수 있도록 제안 범위를 폭넓게 제시하는 것이 중요함.
 - 마드리드의 경우에는 일반 공공자전거시스템에 대한 제안요청을 받았지만 업체에서 전기자전거를 제안해서 시행된 경우임. Bicyklen의 경우에도 민간회사가 제안하고 제안을 한 회사가 운영하고 있음.
- 다음으로, 공공자전거와 마찬가지로 일정한 정도의 운영규모와 스테이션의 밀도를 유지하여야 함. 마드리드는 2,000대의 규모이며, 코펜하겐에서도 1,560대 규모로 운영하고 있는데 이는 서비스 밀도를 유지하기 위한 것임.
 - 대부분의 이용자는 시야에 스테이션이 보이지 않으면 이용하지 않거나 반납에 어려움을 느끼기 때문.
 - 다만, 모니터링과 시스템 안정화가 목적인 시범사업의 경우는 다를 수 있음.
- 마지막으로, 운영과 관리측면에서 전력소비량은 중요하지만 이용자는 중요하게 여기지 않고 오히려 요금과 이용시간에 민감하다는 조사결과가 있음. 새로운 시스템 구상시 참고할 필요가 있음.

공공전기자전거 도입 방안

- 1절 공공전기자전거 도입전략
- 2절 공공전기자전거시스템 도입 고려사항
- 3절 시범운영 스테이션의 설정

4장

4장 공공전기자전거 도입 방안

1절 공공전기자전거 도입전략

1. 단계별 사업화

- 해외에서 상당한 규모로 운영되고 있는 공공전기자전거시스템은 국내에서 아직까지 서비스를 시행하지 않았음. 반면, 개인용 전기자전거의 보급은 점차 증가되고 있는 상황임.
- 특히, 국내에서는 2018년 3월부터 전기자전거의 자전거도로 내 통행이 가능한 상황이 되었으므로 점차 전기자전거의 보급이 증가할 것으로 판단됨.
- 따라서, 시장 검증이 되지 않은 현 단계에서는 시범사업의 추진을 통한 단계별 운영전략이 바람직할 것으로 판단됨. 시범사업을 통한 추진은 다음과 같은 장점이 있음.
- 공공전기자전거시스템에 대한 검증
 - 공공전기자전거시스템은 국내에서 서비스는 물론 설치 및 운영을 위한 기술수준 역시 초기단계에 있음.
 - 따라서, 일정기간 개발 및 운영을 통한 시스템안정화기간 필요함.
- 이용자의 행태 모니터링을 통한 시스템 구상 필요
 - 공공전기자전거시스템을 구성하는 전기자전거, 스테이션, 지원시스템 등은 일반자전거와는 다른 특성이 있을 뿐 아니라,
 - 이를 이용하는 이용자 및 행태 역시 다르므로 일정기간 모니터링을 통한 시스템 최적 설계 필요

- 이러한 연유로 다음과 같은 단계전략 필요
 - 도입단계 : 소규모 시범사업을 통한 시스템 최적화 도모
 - 본 사업단계 : 대중교통과의 연계, 일반자전거와 기능분담 등 도시교통 체계를 고려한 본사업 추진

2. 범용화

- 대전시는 현재 일반자전거인 타슈를 운영하고 있음. 따라서, 공공전기 자전거를 도입할 경우, 일반자전거와의 기능과 역할분담 문제 제기됨.
- 공공전기자전거시스템 도입목적은 보다 분명하게 할 필요가 있음.
- 자전거이용자 그룹은 다음과 같은 구성요소의 조합으로 설정할 수 있음.
 - 연령에 따라 일반 성인 vs 어린이 및 고령자 등 신체적 약자
 - 기존 일반자전거이용자 vs 자전거비이용자
 - 평탄지역 중심 vs 경사지역 중심
 - 통행목적에 따라 통근 및 통학중심 vs 레저 및 스포츠 중심
- 특히, 외국의 운영사례를 볼 때, 연령이나 지형, 자전거이용빈도 등에 따른 경향치가 뚜렷하게 나타나지 않음. 오히려, 일반자전거이용자나 젊은 층에서 더 많은 이용을 보이기도 함.
 - 따라서, 고령자나 여성 등 특정 이용층에 국한된 전략보다는 범용화 전략이 필요함.
 - 다만, 사업의 목적은 분명하게 설정할 필요가 있음. 예컨대, 대중교통과 연계가 자전거이용활성화, 통근, 통학, 쇼핑등 생활통행 중심의 활성화 등

2절 공공전기자전거시스템 도입 고려사항

1. 전기자전거수요와 배터리 충전관리

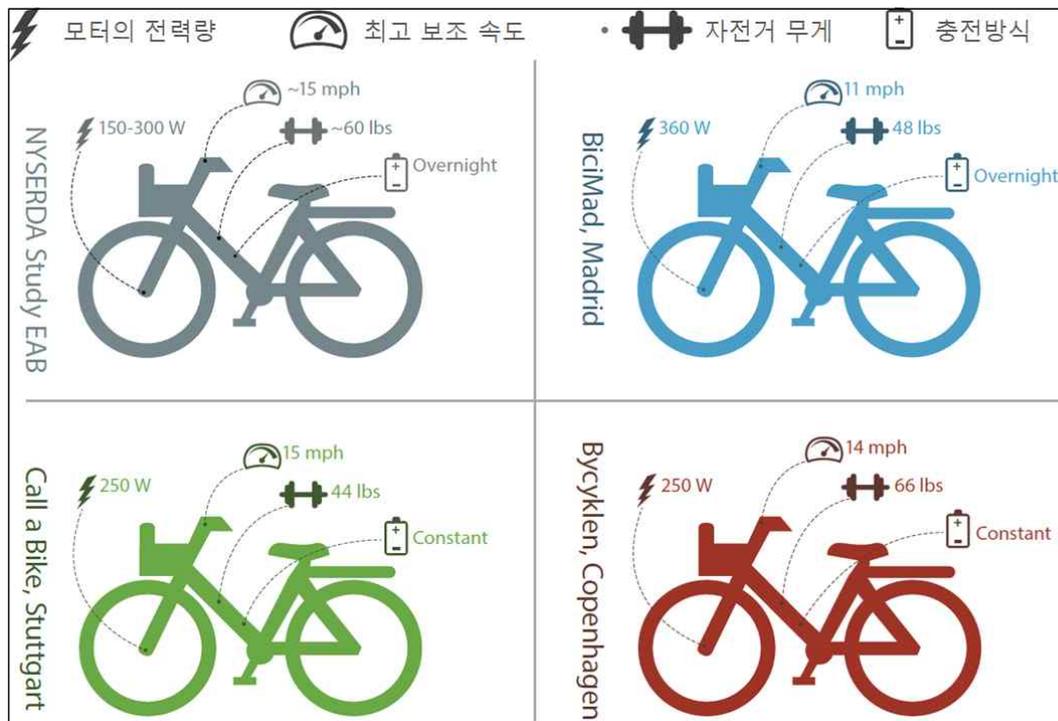
- 전기자전거의 수요는 이용요금과 시스템의 규모, 밀도 등에 따라 매우 다양함. 통상적으로 수요는 4-6회/자전거/일을 가정하고, 1회당 이용거리는 4-6km고려(Shaheen,S.,S. et al., 2010).
- 통상, 자전거는 하루에 몇 시간 동안 스테이션과 분리된 상태로 있을 수 있다는 전제로 보면 하루에 약 25km정도를 주행하게 됨.
- 그러나, 국내에서는 아직 시행경험이 없기 때문에 주행거리 특성을 설정하기는 쉽지 않음. 또한, 외국의 경우에도 일반적인 자전거보다 전기자전거의 이용거리와 빈도가 더 높다는 점을 고려할 필요가 있음.
- 특히, 전기자전거는 배터리를 이용하기 때문에 도시의 지형, 이용자의 몸무게에 따라 배터리의 이용범위는 다르다는 점을 고려할 필요가 있음.
 - 대부분의 상업용 전기자전거는 30-40km를 주행할 수 있는 것으로 광고하지만 이용자가 얼마나 페달을 밟는지, 지형의 경사도, 이용자의 몸무게, 멈추었다 출발하는 특성(Stop and go)에 따라 다른 결과를 보일 수 있음. 통상적으로 240Wh의 배터리 기준으로 성인(70kg)을 기준으로 20-25km를 주행할 수 있다고 가정함.
- 충전시간은 급속충전하게 되면 약 30분 정도면 완충이 가능함.
- 만약, 10대의 자전거를 배치한 스테이션에 240와트시(Wh)의 배터리 15개를 배치해 두었고, 여기에 12시간의 운영시간 동안 자전거 1대당 8회가 대여된다면, 되고 각 통행은 약 6km라 가정.
 - 이 경우, 각 통행은 60Wh가 필요하게 되고 자전거를 기준으로 하면 하루 480Wh가 됨. 따라서, 배터리의 용량은 하루 필요량의 약 절반

정도가 되는 것임. 평균 5대의 자전거가 한꺼번에 반납되더라도 약 30분의 시간을 두고 반납된다면 지속적인 로테이션이 가능함.

- 최근의 배터리 기술은 비약적으로 발전하여 배터리 효율을 높일 수 있고, 스테이션의 설치가 용이하며, 스테이션 없이 운영할 수도 있음.
- 안정적인 배터리의 재충전은 안정적인 전기의 공급에 달려 있으며, 이것은 스테이션의 배치를 제약하기도 함.
- 태양광을 이용한 시스템의 경우, 이러한 제약을 극복할 수 있지만 충전효율이 낮고 불안정할 수 있다는 단점이 있음.
- 배터리는 이용거리나 날씨에 따른 영향을 최소화할 수 있는 용량이어야 함.
- 추운 겨울과 같은 날씨에 배터리의 효율을 보전하는 방식으로 태양광을 보조전력으로 이용하는 경우도 있음.
- 배터리는 리튬이온, 니켈수소배터리, 니켈카드뮴, 니켈납산배터리 등이 있는데, 상대적으로 에너지밀도가 높은 리튬이온 배터리가 현재까지 가장 효율적임.
- 배터리충전방식은 자전거에서 분리해서 충전하는 방식과 일체형이 있으므로 운영컨셉, 규모, 장단점 등을 검토후 결정
 - 자전거분리방식은 자전거보다 많은 숫자의 배터리를 관리할 수 있는 장점이 있음. 특히, 자전거가 한꺼번에 많이 필요한 침두시에 이러한 시스템은 효과적임. 여분의 배터리를 이용하여 침두이용시간에 보다 자전거활용성을 극대화하여 시스템효율성을 높일 수 있기 때문.
 - 다만, 배터리 재충전시 탈부착 및 반납시스템 등에 대한 추가적인 관리시스템이 요구되는 단점이 있음.
 - 공공전기자전거시스템을 운영 중인 도시에서는 대부분 일체형 방식을 채택하고 있음. 이 경우, 충전하는 동안 자전거는 이용이 불가하기 때문에 피크 시 회전율에 영향을 줄 수 있음.

2. 전기자전거

- 공공전기자전거의 대상은 PAS방식(Pedal Assist System)의 자전거여야 하며, PAS방식 전기자전거는 탑승자가 페달을 구를 때에만 센서를 통해서 인지하고 모터가 구동됨.
- 전기자전거는 도시의 아이덴티티(Identity)를 반영할 수 있도록 기존의 타슈와는 완전히 새롭게 설계 및 제작
- 배터리성능 및 배터리 방수
- 충전은 상시충전방식 혹은 비 이용시간(심야) 충전방식
- 국외에서 운영되는 공공전기자전거의 사양은 다음과 같음.



[그림 4-1] 국외 공공전기자전거 사양 비교

3. 스테이션

- 스테이션은 ‘안전’, ‘대여반납’, ‘충전’의 3가지 목적을 가짐,
- 안전과 대여반납은 기존 공공자전거시스템과 공통임.
- 자전거의 도난을 방지하도록 이용자를 확인할 수 있어야 하고, 전기적 잠금장치 역시 안전을 담보할 수 있어야 함.
- 일반 공공자전거와 같이 대여반납이 자유로워야 하고 휴대폰이나 유/무선인터넷을 통하여 연계하는 것 역시 필수적임.
- 휴대폰 어플리케이션은 자전거의 대여 가능한 스테이션 및 자전거대수에 대한 정보 등 이용에 필요한 정보를 제공하여야 함.
- 대여소까지 전기인입 및 안정적 공급여부에 따른 스테이션의 위치가 결정됨.

4. 지원시스템

- 지원시스템은 데이터네트워크, 행정지원, 유지관리 등으로 구성됨.
- 데이터네트워크는 개별 스테이션과 중앙통제센터를 연결함으로써 이용자와 양방향 통신을 할 수 있도록 함.
- 이 외에도 자전거의 위치정보나, 서비스가능여부, 시스템의 상태(예, 스테이션 상태, 대여가능자전거대수, 거치대 여분, 배터리 상태 등)을 알려줄 수 있음.
- GPS장치는 현재의 자전거 위치를 추적하여 자전거의 보안성을 높이고, 자전거도난의지를 감소시키며, 도난 된 자전거를 회수하는 데에도 도움을 줄 수 있음.
- 최근에는 도난방지를 위한 추적 장치를 지원시스템과 통합하기도 함.
- 또한, 이용자의 편의를 위하여 휴대폰과 통합하여 어플리케이션을 이

용하는 것은 필수적임.

- 공공전기자전거의 시스템은 제4세대 대여시스템으로 구성
 - 시스템은 각 자전거의 충전상태를 체크하여 가장 많이 충전된 자전거를 이용자에게 배당함.

자전거대여시스템은 통상 4세대로 구분됨.

1세대를 무료자전거, 2세대는 코인투입자전거, 3세대는 정보통신기술을 활용한 쌍방향 통신, 4세대는 수요반응형다수단시스템을 지칭함.

4세대 공공전기자전거시스템은 다음과 같은 특징이 있음

(Munkacsy,A., Monzon, A., 2017)

- 탄력적인 스테이션 운영
- 자전거재배치의 혁신(자동화기술, 이용자기반재배치 등)
- 스마트엑세스(모바일앱을 활용)
- 진보한 페달링 기술적용(전기자전거 등)
- 자전거트래킹(GPS, RFID)
- 태양광이용한 전기, 터치스크린키오스크 등
- 온라인 어플리케이션 활용

3절 시범운영 스테이션의 설정

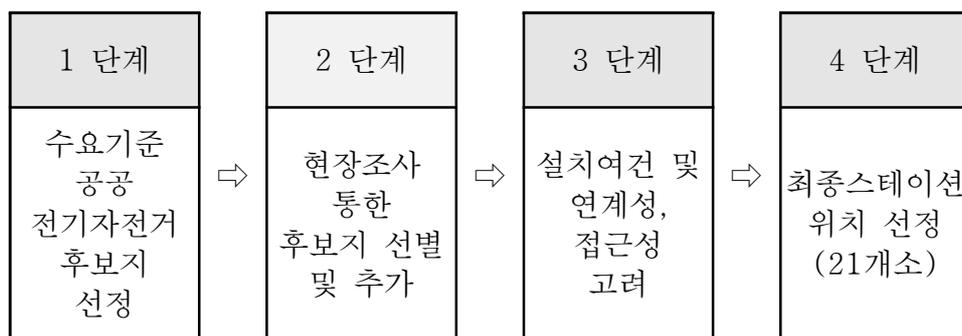
1. 전제 및 과정

1) 공공전기자전거스테이션 설정의 전제

- 공공전기자전거의 도입단계에서는 시범운영을 검토함.
- 시범사업을 통하여 시스템 및 이용자의 모니터링과 효과분석을 시행하고 그 결과를 고려하여 본 사업으로 확대 추진
- 스테이션의 설정은 다음과 같은 조건을 전제하였음.
 - 공공전기자전거시스템의 도입규모는 약 200대
 - 스테이션 설치 방식은 ‘신규’, ‘기존 스테이션 병행’으로 구분
 - 지원시스템은 기존의 ‘타슈’ 관리시스템과 통합
 - 거치대 및 키오스크 설치 가능한지 / 보도 폭 최소 3.5m

2) 공공전기자전거 스테이션 위치 선정과정

- 공공전기자전거 스테이션은 다음과 같은 과정을 거쳐 위치를 선정 하였음.



[그림 4-2] 공공전기자전거 스테이션 위치 선정과정

2. 공공전기자전거스테이션의 설정

1) 수요기준 스테이션 검토지점 도출

○ 대전시 전체를 대상으로 수요예측모형을 활용하여 상위 33개 지점을 도출하였음⁵⁾.

[표 4-1] 수요기준 공공전기자전거 스테이션 설치 검토List

순위	스테이션ID	주소	예상 이용객	경도	위도	기존 타슈 여부
1	대전역	동구 정동16-3	79,061	127.4303	36.3322	
2	둔산지구대앞	대전 서구 둔산동1124	67,761	127.3773	36.3485	
3	중앙시장삼거리	대전 동구 원동20-5	62,883	127.4340	36.3294	
4	한밭수목원(정문입구)	서구 만년동396	48,565	127.3885	36.3691	타슈
5	유성세움펠리피아열	대전 유성구 봉명동466-9	47,175	127.3372	36.3540	
6	유성교	대전 유성구 장대동10-6	39,827	127.3372	36.3567	
7	신성네거리	대전 중구 산성동281-15	38,318	127.3871	36.3052	
8	도마1치안센터	대전 서구 도마동502	37,373	127.3804	36.3161	
9	도마네거리	대전 서구 도마동142-37	37,115	127.3804	36.3134	
10	대동역	동구 대동148-112	31,454	127.4425	36.3296	
11	삼육초	대전 서구 도마동191-7	31,096	127.3737	36.3107	
12	월드전기조명맞은편	대전 동구 원동42-1	29,675	127.4340	36.3267	
13	장대네거리	유성구 궁동376-1	29,197	127.3450	36.3617	타슈
14	대전 상용노동조합	대전 중구 산성동120-15	27,612	127.3837	36.3025	
15	대전 신학대삼거리	대전 대덕구 오정동175-106	26,856	127.4241	36.3511	
16	유성구청	유성구 어은동59-12	25,525	127.3575	36.3618	타슈
17	타임월드앞	서구 둔산2동1036	24,873	127.3788	36.3521	타슈
18	가수원네거리	대전 서구 가수원동1320	24,120	127.3537	36.3053	
19	대전 제일고	대전 서구 도마동155-20	22,475	127.3738	36.3134	
20	정수정산부인과 옆	대전 서구 복수동283-179	22,473	127.3771	36.3107	
21	복합터미널	동구 용전동143-16	22,468	127.4351	36.3486	
.
.
.
.
33	강남아파트열	대전 서구 도마동205	18,422	127.3704	36.3215	

5) 이재영(2015) 『공공자전거 타슈의 효율적 운영관리방안』, p43

2) 현장조사를 통한 스테이션 설치지점 확정

- 현장조사를 통하여 설치지점 확정하였으며, 고려 사항은 다음과 같음.
 - 주변 지역 경사도
 - 인접 스테이션과의 밀도
 - 서비스구역의 크기
 - 전기인입 및 공간여건
 - 대중교통과의 연계성

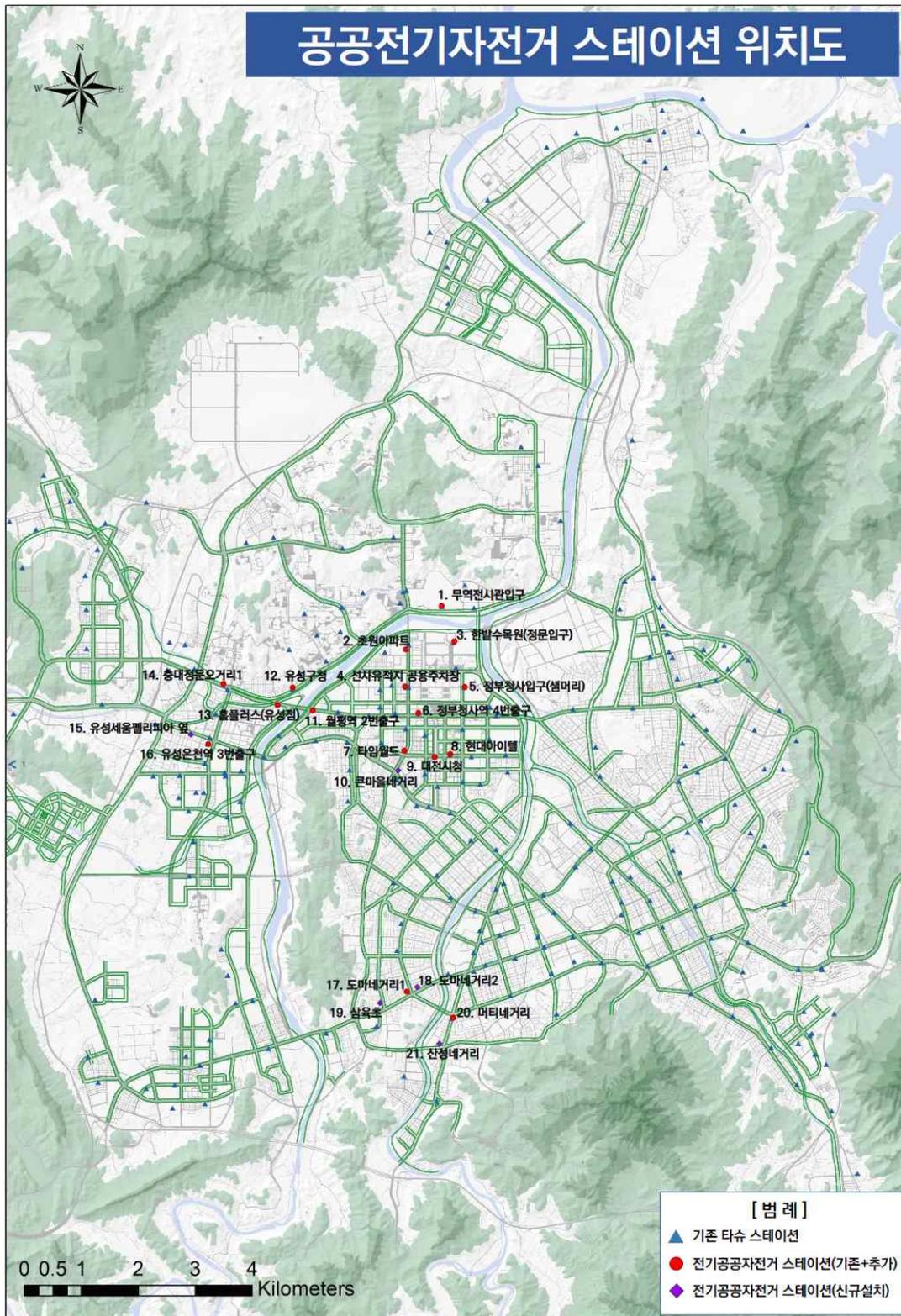
[표 4-2] 공공전기자전거스테이션 설치지점 검토 예시

10. 큰마을네거리 [신규]	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동1535 (시온연합 앞)	· 상업·업무·주거밀집 · 예상수요 높은 지점 · 주변 버스정류장과의 연계 용이 · 전기인입시설 인접 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	· 보도특성		
	· 보도폭원		5.75m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	약 18m		

- 이러한 과정을 거쳐 선정된 스테이션설치 가능지점은 총 21개소임.
 - 지점별 구체적인 위치 및 특성은 <부록> 공공전기자전거스테이션 최종 설치지점 참조.

[표 4-3] 공공전기자전거스테이션 설치 유형별 구분

구분	타슈 스테이션 병합	신규 설치	합계
스테이션 수	16개소	5개소	21



[그림 4-3] 공공전기자전거 스테이션 위치도



결 론

1. 연구결과 요약
2. 정책제언

5장

5장 결론

1절 연구결과 요약

- 본 연구는 기존 타슈시스템과 연계할 수 있는 공공전기자전거의 도입을 위한 기초적인 타당성 및 정책방향을 제시하는 데 목적이 있음.

- 이를 위해 연구의 내용은 크게 다음과 같이 구분됨
 - 공공전기자전거 운영 및 이용특성 관련 문헌조사
 - 공공전기자전거의 도입에 대한 이용자 설문조사
 - 해외 공공전기자전거 운영사례 분석
 - 공공전기자전거시스템 도입방안

- 먼저, 공공전기자전거 특성 및 이용행태와 관련하여 ‘일반자전거와 전기자전거의 비교조사’, ‘공공전기자전거시스템 이용자인식 조사’, ‘공공전기자전거의 구성요소별 중요도 인식조사’ 등을 고찰하였음.
 - 전기자전거이용자는 6~15마일(miles)의 거리를 가장 많이 이용하는 것으로 나타남.
 - 연령그룹에서는 전체적으로 ‘쉬운 오르막 주행’에 대한 장점을 가장 크게 인지하고 있는 것으로 나타났음. 다만, 고령자그룹(60세 이상)은 전기자전거의 장점으로 ‘쉬운 오르막 주행’을 꼽았으나 60세 미만그룹에서는 ‘더 빠른 주행’이나 ‘주행시 땀이 덜 남’ 등을 장점으로 꼽았음.
 - 스페인 마드리드시에서 운영중인 BiciMAD를 대상으로 한 조사결

과, 공공전기자전거의 평균이용시간은 29분으로 나타남. 일반적인 자전거의 이용시간보다 약간 긴 정도임.

- 시스템 구성요소별 중요도에 대한 조사에서, ‘대여조건’, ‘자전거의 품질수준’ 이 중요한 요소로 조사되었으며, 상대적으로 자전거의 크기, 전력소모량 등은 중요성이 낮았음.

○ 대전시민을 대상으로 ‘공공전기자전거의 도입이 필요성’등에 대한 조사결과, 조사응답자의 66%가 도입필요성에 동의하였음. 반면, 필요하지 않다는 의견은 23.6%로 나타남.

○ 국외 공공전기자전거시스템은 코펜하겐 Bicyklen(덴마크), 마드리드의 BiciMAD(스페인), e-Call a bike(독일)의 운영사례를 분석하였음.

- 본격적인 최초의 공공전기자전거는 2014년에 시작된 Bicyklen과 BiciMAD임.

- 자전거운영대수는 BiciMAD가 2000대로 가장 많음. 그러나, 스테이션의 수는 Bicyklen이 더 많아 상대적으로 Bicyklen의 스테이션당 운영자전거대수가 작음.

- 대여비용은 코펜하겐의 Bicyklen이 시간당 3.8달러로 가장 높음.

- 전기자전거의 속도는 코펜하겐의 Bicyklen이 14mph로 가장 높음.

○ 마지막으로, 공공전기자전거 도입방안에서는 공공전기자전거 도입전략, 도입시 고려사항, 시범운영스테이션의 설정 등을 검토하였음.

- 우선, 도입전략은 크게 추진방법상 ‘단계별 사업화 전략’과 도입목적상 ‘범용화 전략’을 제시하였음.

- 공공전기자전거시스템 도입 고려사항은 ‘전기자전거수요와 배터리 충전관리’, ‘전기자전거’, ‘스테이션’, ‘지원시스템’으로 구분하여 고려사항을 제시하였음.

- 마지막으로, 스테이션은 시범사업규모 200대를 전제로 수요추정모형을 활용한 추정 및 현장조사, 운영여건을 고려하여 21개소를 최종적으로 제시하였음.

2절 정책제언

- 본 연구를 통하여 도출된 대전시의 공공전기자전거 도입방안은 다음과 같이 제언할 수 있음.
- 첫째, 공공전기자전거는 국내에 도입한 사례가 없고 해외에서도 범용화되어 있지 않은 측면이 있기 때문에 도입 전 사례분석 및 기술여건 분석 등을 꼼꼼히 할 필요가 있음. 다행히, 스페인과 덴마크에서 약 4년전부터 규모있게 운영하고 있으므로 이를 참고할 것.
- 둘째, 사업구상 단계에서 본 사업의 목표 및 타겟을 명확히 하는 것이 필요함. 일반자전거에 비하여 상대적으로 고가의 시스템이기 효율화에 초점을 맞출 필요가 있음.
- 셋째, 대전시민을 대상으로 ‘공공전기자전거의 도입이 필요성’등에 대한 조사에서 66%가 찬성하고 있으므로 정책결정에 참고.
- 넷째, 공공전기자전거 도입은 ‘단계별로 사업화’ 하고, 사업의 목적은 궁극적으로 ‘범용화 전략’으로 전개할 필요가 있음. 해외 사례분석결과, 이용자와 이용목적 등이 일반화되어 있기 때문.
 - 다만, 초기에는 효율성을 고려하여 제한적인 이용자 및 이용목적으로 시범사업을 추진할 수 있음.
- 다섯째, 사업은 민간의 창의적 아이디어를 최대한 활용할 필요가 있음. 단순히, 짜여진 틀에 민간을 끌어들이는 것이 아니라 자유롭게 제안할 수 있도록 제안 범위를 폭넓게 제시하는 것이 중요함.
- 여섯째, 본 사업을 시행할 경우에는 사업의 규모, 스테이션의 밀도는 수요 및 효율화를 바탕으로 계획을 수립할 필요가 있음. 사업규모가 작으면 적절한 서비스밀도를 유지할 수 없어 실패할 수 있음.



부 록

<부록1> 공공전기자전거스테이션 최종 설치지점(21개소)

1. 무역전시관입구	위치	현장조사결과	
	· 유성구 도룡동3-8 (택시승강장)	· 업무밀집지역 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 인접 스테이션과의 적정 거리	
	보도특성		
	· 보도폭원		6.4m
	· 도로유형		겸용도로
	· 보도재질		투수콘
· 전기인입	가능(kiosk)		
2. 초원아파트	위치	현장조사결과	
	· 서구 갈마동1438 (104동 버스정류장)	· 업무 및 주거지역 밀 집지역 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 인접 스테이션과의 적정 거리	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.1m
	· 도로유형		겸용도로
	· 포장재질		투수콘/보도 블럭
· 전기인입	가능(kiosk)		
3. 한밭수목원(정문입구)	위치	현장조사결과	
	· 서구 만년동396	· 한밭수목원, 남문광장 등 레저공간 · 기존 타슈 2개의 사이 에 설치 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		광장
	· 도로유형		광장
	· 보도재질		블럭,아스팔트
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
4. 선사유적지 공용주차장	위치	현장조사결과	
	· 서구 월평2동243	· 업무/상업 밀집 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설 치불가 · 정류장 옆 별도설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		9.9m
	· 도로유형		겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입	가능(kiosk)		

<표 계속>

5. 정부청사입구(샘머리)	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동1518	· 주거밀집지역	
	· 보도특성		· 고속버스정류장 및 버스정류장 인접
	· 보도폭원	7.0m	· 인근 공원과의 연계 용이
	· 도로유형	보 · 자겸용	· 설치여건양호
	· 보도재질	블럭,아스콘	· 기존스테이션 연장설치
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
6. 정부청사역 4번출구	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동949	· 업무밀집지역	
	· 보도특성		· 공공기관(정부청사) 및 도시공원 인접
	· 보도폭원	5m	· 버스정류장 및 도시철도 인접
	· 도로유형	보 · 자겸용	· 자전거 스테이션 설치 면적 용이
	· 보도재질	보도블럭	
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
7. 타임월드	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산2동1036	· 대형쇼핑몰 인접	
	· 보도특성		· 상업 및 업무 밀집지역으로 출퇴근 및 환승 용이
	· 보도폭원	9.85m	· 버스정류장 인접
	· 도로유형	보 · 자겸용	· 기존스테이션 연장설치
	· 보도재질	보도블럭	
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
8. 현대아이텔	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산1동 1457 (시청역 6번 출구)	· 상업 및 업무밀집 지역	
	· 보도특성		· 공공시설(시청 등), 학원가 인접
	· 보도폭원	5m	· 버스정류장 및 도시철도 인접
	· 도로유형	보 · 자겸용	· 자전거 스테이션 설치 면적 용이
	· 보도재질	블럭,아스콘	· 기존스테이션 연장설치
· 전기인입거리	가능(kiosk)		

<표 계속>

9. 대전시청	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산1동1420	· 공공시설 및 업무밀집 지역으로 출퇴근 및 환승 용이	
	보도특성		· 버스정류장 및 도시철도 인접
	· 보도폭원	5.25m	· 버스정류장 방향 또는 맞은편 녹지 설치
	· 도로유형	보·자겸용	
	· 보도재질	블럭,아스콘	
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	
10. 큰마을네거리 [신규]	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동1535 (시온연합 앞)	· 상업·업무·주거밀집	
	보도특성		· 예상수요 높은 지점
	· 보도폭원	5.75m	· 주변 버스정류장과의 연계 용이
	· 도로유형	보·자겸용	· 전기인입시설 인접
	· 보도재질	아스콘	· 자전거스테이션 설치 면적 용이
	· 전기인입거리	약 18m	
11. 월평역 2번출구	위치	현장조사결과	
	· 월평동428 (육교밑)	· 상업·주거 밀집지역	
	보도특성		· 대형쇼핑몰인근
	· 보도폭원	4.65m	· 정류장 및 도시철도 인접
	· 도로유형	보·자겸용	· 자전거 스테이션 설치 면적 용이
	· 보도재질	블럭,아스콘	· 기존스테이션 대체설치
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	
12. 유성구청	위치	현장조사결과	
	· 유성구 어은동59-12	· 관공서/공원 인접	
	보도특성		· 설치여건 양호
	· 보도폭원	4.0m	· 기존 rack 대체 가능
	· 도로유형	보도전용	
	· 보도재질	보도블럭	
	· 전기인입	가능(kiosk)	

<표 계속>

13. 홈플러스(유성점)	위치	현장조사결과	
	· 유성구 봉명동669	· 상업 밀집 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치불가 · 정류장 옆 별도설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		10.2m
	· 도로유형		겸용도로
	· 보도재질		아스콘/블럭
· 전기인입	가능(kiosk)		
14. 충대정문오거리1(정문)	위치	현장조사결과	
	· 유성구 궁동258-8	· 대학 및 상업 지역 · 버스정류장 인접 · 자전거 스테이션 설치면적 용이 · 기존스테이션 연장설치 · CCTV 전·후로 나누어 설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.85m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
15. 유성세움펠리피아 옆[신규]	위치	현장조사결과	
	· 유성구 봉명동 466-9 (올리브영 앞)	· 주상복합, 주거, 상업 혼재되어있는 지역 · 고속버스터미널, 도시철도, 버스정류장 인접 · 전통시장 인근 · 자전거스테이션 설치면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		3.45m
	· 도로유형		보행전용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입거리	3.45m		
16. 유성온천역 3번출구	위치	현장조사결과	
	· 유성구 봉명동326-95	· 주상복합 및 상업지역 · 버스정류장 및 도시철도 인접 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치불가 · 정류장 옆 별도설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.63m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		보도블럭
· 전기인입거리	가능(kiosk)		

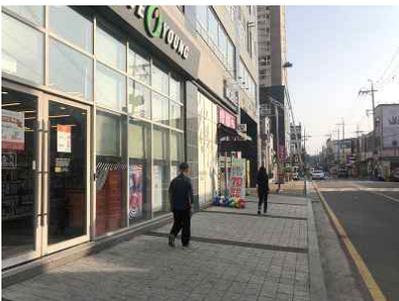
<표 계속>

17. 도마네거리1	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동 172-14	· 상업·병원·주거 밀집지역 · 학교인접지역 · 전통시장인근 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		5m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	
18. 도마네거리2 [신규]	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동 142-50 (롯데리아 앞)	· 상업밀집지역으로 인근 전통시장 위치 · 학교인접지역 · 정류장인접지역 · 자전거도로인프라 구축이 잘 되어 있음 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.90m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
	· 전기인입거리	4.90m	
19. 삼육초 [신규]	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동191-7 (30620 버스정류장 건너편)	· 학교 및 주거밀집 지역(주민센터) · 정류장 인접 · 자전거 스테이션 설치 면적 용이 · 경사구간으로 전기자전거 활용 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		3.25m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
	· 전기인입거리	3.25m	
20. 머티네거리	위치	현장조사결과	
	· 산성동 160-14	· 상업 및 주거밀집지역 · 버스정류장 인접 · 기존스테이션간 연계 용이 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.25m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	

<표 계속>

21. 산성네거리 [신규]	위치		현장조사결과
	· 중구 산성동 117-12 (LG베스트샵 앞)		· 상업밀집지역으로 인 근 전통시장 위치 · 기존스테이션간 연계 용이 · 자전거 스테이션 설면 적 용이
	보도특성		
	· 보도폭원	3.2m	
	· 도로유형	보 · 자겸용	
	· 보도재질	블럭,아스콘	
· 전기인입거리	6.30m		

<부록2> 공공전기자전거스테이션 현장조사 결과

2. 둔산지구대 앞 → 큰마을네거리 [신규]	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동1535 (시온연합 앞)	(설치위치검토 필요) · 상업·업무·주거밀집 · 예상수요 높은 지점 · 주변 버스정류장과의 연계 용이 · 전기인입시설 인접 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.75m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
	· 전기인입거리	약 18m	
4. 한밭수목원(정문입구)	위치	현장조사결과	
	· 서구 만년동396	· 한밭수목원, 남문광장 등 레저공간 · 기존 타슈 2개의 사이에 설치 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		광장
	· 도로유형		광장
	· 보도재질		블럭,아스팔트
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	
5. 유성세움펠리피아 옆 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 유성구 봉명동 466-9 (올리브영 앞)	· 주상복합,주거,상업 혼재되어있는 지역 · 고속버스터미널, 도시철도, 버스정류장 인접 · 전통시장 인근 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		3.45m
	· 도로유형		보행전용
	· 보도재질		블럭,아스콘
	· 전기인입거리	3.45m	
6. 유성교 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 유성구 장대동 11-16 (다리 밑 하천자전거길)	· 설치 부적합 · 주상복합,주거,상업 혼재되어있는 지역 · 전통시장 인접 · 고속버스터미널, 인근 하천 자전거길과 연계 · 전기인입시설 검토 필요	
	보도특성		
	· 보도폭원		3.17m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
	· 전기인입거리	14.2m	

<표 계속>

7. 산성네거리 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 중구 산성동281-15 (뷰티헤어클럽 앞)	· 설치 부적합 (추가2로 대체) · 상업밀집지역으로 인근 전통시장 위치 · 상가건물주차장진입로가 2개로 상층 · 가로수 및 전신주로 설치공간 협소	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.35m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입거리	4.35m		
8. 도마1치안센터 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
-	· 서구 도마동502	· 설치 부적합 · 정확한 설치위치 파악 불가 · 상업밀집지역으로 인근 전통시장 위치 · 이면도로로 보도폭협소 및 주정차 다수로 설치 공간 없음	
	보도특성		
	· 보도폭원		-
	· 도로유형		-
	· 보도재질		-
· 전기인입거리	-		
9. 도마네거리2 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동 142-50 (롯데리아 앞)	· 상업밀집지역으로 인근 전통시장 위치 · 학교인접지역 · 정류장인접지역 · 자전거도로인프라 구축이 잘 되어 있음 · 자전거스테이션 설치 면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.90m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입거리	4.90m		
11. 삼육초 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동191-7	· 학교 및 주거밀집 지역(주민센터) · 정류장 인접 · 자전거 스테이션 설치 면적 용이 · 경사구간으로 전기자전거 활용 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		3.25m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	3.25m		

<표 계속>

13. 충대정문오거리2(건너편)	위치	현장조사결과	
	· 유성구 공동376-1	· 대학 및 상업 지역 · 학원가로 개인자전거 수요 많음(거치다수) · 조업주차 공간 필요 · 기존스테이션 연장설치불가 · 조정시설 일부 제거 시 약 7대 공간 확보 가능	
	보도특성		
	· 보도폭원		5m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
16. 유성구청	위치	현장조사결과	
	· 유성구 어은동59-12	· 관공서/공원 인접 · 설치여건 양호 · 기존 rack 대체 가능	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.0m 다소 좁음
	· 도로유형		보도전용
	· 보도재질		보도블럭
· 전기인입	가능(kiosk)		
17. 타임월드 앞	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산2동1036	· 대형쇼핑몰 인접 · 상업 및 업무 밀집지역으로 출퇴근 및 환승 용이 · 버스정류장 인접 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		9.85m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		보도블럭
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
19. 대전 제일고 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동155-20	· 설치 부적합 (11번으로 대체) · 학교 및 주거밀집 지역(주민센터) · 정류장 인접 · 경사구간으로 전기자전거 활용 용이 · 보도협소로 자전거스테이션 설치 불가	
	보도특성		
	· 보도폭원		2.20m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	-		

<표 계속>

20. 정수성산부인과 옆 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 서구 복수동283-179	· 설치 부적합 (추가1로 대체) · 상업·병원 밀집지역 · 학교인접지역 · 정류장인접지역 · 자전거도로인프라 없음 · 보도 단절구간다수, 협소, 불량, 요철	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.40m
	· 도로유형		보행자전용
	· 보도재질		보도블럭
· 전기인입거리	4.40m		
22. 월평역	위치	현장조사결과	
	· 월평동428	· 상업·주거 밀집지역 · 대형쇼핑몰인근 · 정류장 및 도시철도 인접 · 자전거 스테이션 설치 면적 용이 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.65m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
23. 홈플러스(유성점)	위치	현장조사결과	
	· 유성구 봉명동669	· 상업 밀집 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치불가(정류장 옆 별도설치)	
	보도특성		
	· 보도폭원		10.2m
	· 도로유형		겸용도로
	· 보도재질		아스콘/블럭
· 전기인입	가능(kiosk)		
36. 둔산하이마트 앞	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산2동962	· 상업/업무 밀집 · 버스정류장 위치 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		9.8m
	· 도로유형		보도
	· 보도재질		보도블럭
· 전기인입	가능(kiosk)		

<표 계속>

45. 충대정문오거리1(정문)	위치	현장조사결과	
	· 유성구 공동258-8	· 대학 및 상업 지역 · 버스정류장 인접 · 자전거 스테이션 설치 면적 용이 · 기존스테이션 연장설치 · CCTV 전·후로 나누어 설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.85m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
46. 정부청사입구(샘머리)	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동1518	· 주거밀집지역 · 고속버스정류장 및 버스정류장 인접 · 인근 공원과 연계 용이 · 설치여건양호 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		7.0m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
47. 카이스트학사식당 앞	위치	현장조사결과	
	· 유성구 대학로291	· 대학교(일반자전거수요 높음) · 설치여건 양호 · 기존스테이션 대체 설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		보행전용구역
	· 도로유형		-
	· 보도재질		아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
48. 선사유적지 공용주차장앞	위치	현장조사결과	
	· 서구 월평2동243	· 업무/상업 밀집 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치불가(정류장 옆 별도설치)	
	보도특성		
	· 보도폭원		9.9m
	· 도로유형		겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입	가능(kiosk)		

<표 계속>

49. 용문4가	위치	현장조사결과	
	· 서구 용문동594-10	· 설치 부적합 · 상업 및 주거지역 · 버스정류장 및 도시철도 인접 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치불가(정류장과 전기콘솔박스 사이 설치)	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.20m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
55. 유성온천역 3번출구	위치	현장조사결과	
	· 유성구 봉명동326-95	· 주상복합 및 상업지역 · 버스정류장 및 도시철도 인접 · 설치여건 양호 · 기존스테이션 연장설치불가(정류장 옆 별도설치)	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.63m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		보도블럭
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
56. 무역전시관입구	위치	현장조사결과	
	· 유성구 도룡동3-8 (택시승강장 앞)	· 업무밀집지역 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 인접 스테이션과의 적정 거리	
	보도특성		
	· 보도폭원		6.4m
	· 도로유형		겸용도로
	· 보도재질		투수콘
· 전기인입	가능(kiosk)		
58. 카이스트 서쪽 쪽문	위치	현장조사결과	
	· 유성구 구성동23	· 대학교 내 시설 위치 · 기존 타슈 거치대 및 일반자전거 거치대로 추가 설치공간 없음 · 교내전용자전거(봄바이크)등 자전거 혼잡 · 설치 불가	
	보도특성		
	· 보도폭원		2.10m
	· 도로유형		보도 없음
	· 보도재질		블럭
· 전기인입거리	가능(kiosk)		

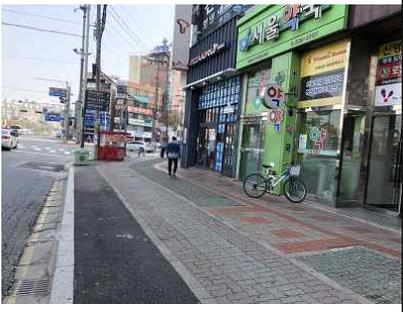
<표 계속>

63. 현대아이텔	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산1동 1457 (시청역 6번 출구)	· 상업 및 업무밀집 지역	
	· 보도특성	· 공공시설(시청 등), 학원가 인접	
	· 보도폭원	5m	· 버스정류장 및 도시 철도 인접
	· 도로유형	보·자겸용	· 자전거 스테이션 설 치 면적 용이
	· 보도재질	블럭,아스콘	· 기존스테이션 연장설치
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
65. 대전시청	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산1동1420	· 공공시설 및 업무밀 집 지역으로 출퇴근 및 환승 용이	
	· 보도특성	· 버스정류장 및 도시 철도 인접	
	· 보도폭원	5.25m	· 버스정류장 방향 또는 맞은편 녹지에 설치
	· 도로유형	보·자겸용	
	· 보도재질	블럭,아스콘	
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
67. 정부청사역 4번출구	위치	현장조사결과	
	· 서구 둔산동949	· 업무밀집지역	
	· 보도특성	· 공공기관(정부청사) 및 도시공원 인접	
	· 보도폭원	5m	· 버스정류장 및 도시철 도 인접
	· 도로유형	보·자겸용	· 자전거 스테이션 설치 면적 용이
	· 보도재질	보도블럭	
· 전기인입거리	가능(kiosk)		
68. 경성큰마을 앞	위치	현장조사결과	
	· 서구 갈마동1438	· 2번으로 대체	
	· 보도특성	· 상업 및 주거밀집지역	
	· 보도폭원	4.40m	· 버스정류장 인접
	· 도로유형	보·자겸용	· 자전거 스테이션 설치 면적 용이
	· 보도재질	아스콘	· 타슈방향(펜스철거필요)
· 전기인입거리	가능(kiosk)	· 정류장방향(승하차상층)	

<표 계속>

추가1. 도마네거리(기존타슈)	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동 172-14	· 상업·병원·주거 밀집지역 · 학교인접지역 · 전통시장인근 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		5m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	
추가2. 산성네거리 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 중구 산성동 117-12 (LG베스트샵 앞)	· 상업밀집지역으로 인근 전통시장 위치 · 기존스테이션간 연계용이 · 자전거 스테이션 설면적 용이	
	보도특성		
	· 보도폭원		3.2m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		블럭,아스콘
	· 전기인입거리	6.30m	
추가3. 머티네거리 [기존]	위치	현장조사결과	
	· 산성동 160-14	· 상업 및 주거밀집지역 · 버스정류장 인접 · 기존스테이션간 연계용이 · 기존스테이션 연장설치	
	보도특성		
	· 보도폭원		4.25m
	· 도로유형		보·자겸용
	· 보도재질		아스콘
	· 전기인입거리	가능(kiosk)	
추가4. 초원아파트 [기존]	위치	현장조사결과	
	· 서구 갈마동1438	· 업무 및 주거지역 밀집지역 · 버스정류장 위치 · 자전거도로 양호 · 설치여건 양호 · 인접 스테이션과의 적정 거리	
	보도특성		
	· 보도폭원		5.1m
	· 도로유형		겸용도로
	· 포장재질		투수콘/보도블럭
	· 전기인입	가능(kiosk)	

<표 계속>

추가5. 도마네거리3 [신규설치지점]	위치	현장조사결과	
	· 서구 도마동 173-1 (도마씨머스빌)	(9번과 설치 고려 필요)	
	· 보도특성	· 상업·병원 밀집지역	
	· 보도폭원	5.6m	· 학교인접지역
	· 도로유형	보·자겸용	· 정류장인접지역
	· 포장재질	아스콘,블럭	· 기존스태이션간 연계 용이
· 전기인입	5.6m	· 자전거 스타이션 설면 적 용이	

참고문헌

- 이재영(2015), <공공자전거 타슈의 효율적 운영관리방안>, 대전발전연구원 정책연구 보고서.
- Cherry, Worley, Jordan(2011), <Electric Bike Sharing System Requirements and Operational Concepts, TRB 2011 Annual Meeting.
- Christos S. Ioakimidis, Sesil Koutra and Pawel Rycerski(2015), <User characteristics of an electric bike sharing system at UMONS as part of a smart district concept>, RESIZED roject, as part of Grant Agreement no 621408.
- Joshua Hall, Yajie Li, Allyson Smith, Iok Wong(2014), <Feasibility Study of Electric Bicycle Sharing in the Xiasha District of Hangzhou, China>, An Interactive Qualifying Project
- Ling, Z.; Cherry, C.R.; MacArthur, J.H.; Weinert, J.X.(2017), <Differences of Cycling Experiences and Perceptions between E-Bike and Bicycle Users in the United States>, Sustainability.
- Munkacsy,A., Monzon, A.(2017), <Asian Transport Studies>, Volume 4, Issue 3, pp.621-638
- NYSERDA(2015), <Electric Bicycle Share Feasibility Study>, New York State Energy Research and Development Authority, New York.
- Shaheen,S.,S. Guzman, and H. Zhang(2010), <Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future>, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.
- Sofie Erlandsson, Olivia HÄGGLÖF(2016), <Electric Bicycles in Bike-Share Systems>, aster's Thesis BOMX02-16-63
- Veerle Korse(2016), <Predictors to the frequency of using an electric bicycle sharing system>, master thesis of University of Utrecht