

보건의료서비스 환경변화에 대응하는 스마트 의료폐기물 패키징 솔루션 개발 사례

2021.11.1

(주) 탭스인터내셔널 배윤성



산업통상자원부



Cold Chain Solutions
TAPS International



한국건설생활환경시험연구원
Korea Conformity Laboratories



한국물류과학기술학회
The Society of Logistics Science and Technology

목차(Contents)

1. 연구의 개요
2. 연구의 목적
3. 개발 서비스 요소 도출
4. 현장 조사 / 분석 내용
5. 개발 서비스 비즈니스 모델
6. 스마트 패키지 기술개발 내용
7. 시범서비스
8. 결론

[스마트 의료폐기물 패키징]

병원, 요양기관 등에서 발생하는 의료폐기물을 제품디자인관점에서 의료폐기물을 안전하고 위생적으로 취급하는 한편 분리수거를 용이하게 하여 불필요한 폐기물 발생을 줄일 수 있도록 설계하는 기술

고위험 의료 폐기물 소형 용기



기밀성을 높인 일반용 BIB (Bag in Box)



간편 이동 및 온도 관리를 위한 모듈형 카트 시스템

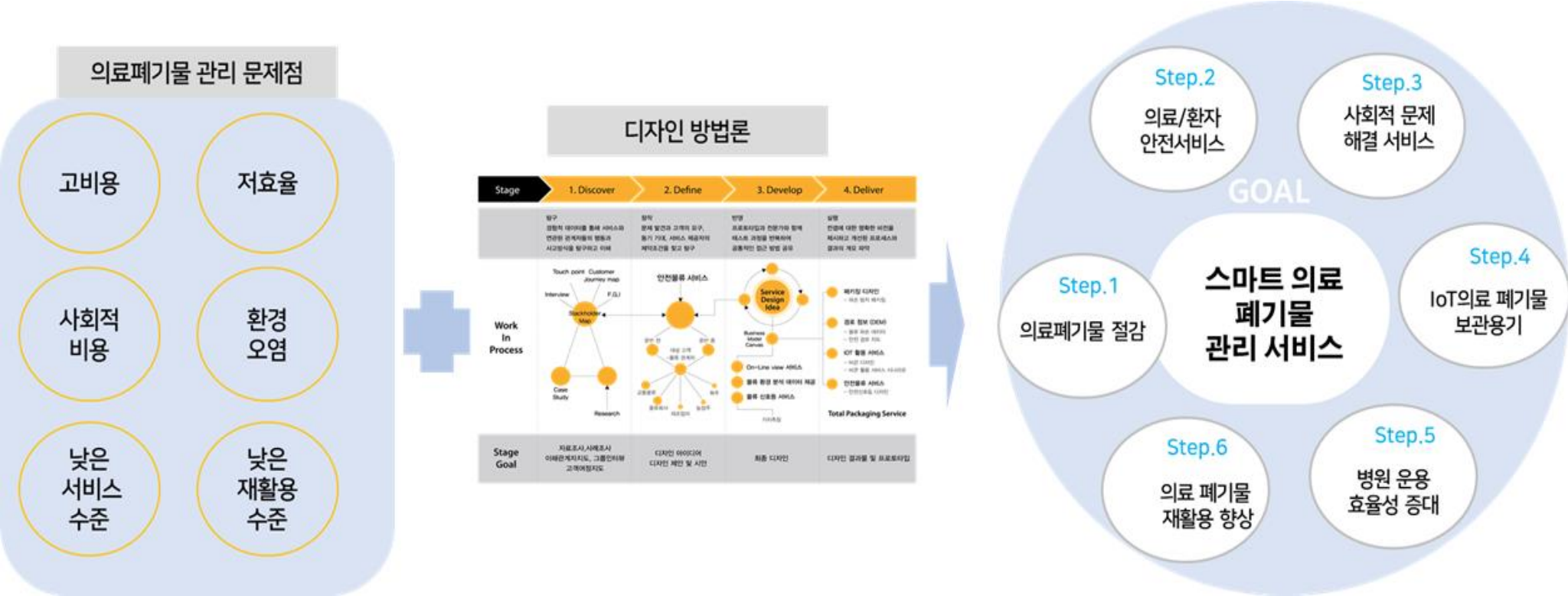


현장 사용성을 최적화 한 UI 디자인



2. 개발의 목표

본 연구는 병원 내 의료폐기물 처리 현황과 의료폐기물 용기에 대한 문제점에 대한 의견수렴을 통하여
관련자로부터 요구사항을 수집하고 수집된 데이터를 기반으로 방법론에 의거 분석을 수행하여
의료폐기물 패키징 개발에 대한 개선을 통한 스마트 의료폐기물 관리 서비스 솔루션 개발



2. 개발의 목표

구분	용도	개발 대상	요구 기능 및 디자인 차별성
격리	고위험 의료 폐기물	기밀성 소형 플라스틱 용기	<ul style="list-style-type: none"> · 기능: 오염최소화, 온도유지 및 위치 추적 기능 · 디자인: 고도의 기밀성을 최대한 유지하면서 주사침 등에 의한 찔림사고 방지설계로 사용자의 안전을 도모 용기와 사용자의 손/호흡기가 직접 닿지않는 non-contact, 오염물 외부누출을 최소화할 수 있도록 밀폐기능, 만수 여부를 육안으로 판단할 수 있는 확인 기능, 재개봉 방지(tamper-proof) 락 및 확인 기능
위해	중위험 의료 폐기물	친환경 이동용 중대형 플라스틱 용기	<ul style="list-style-type: none"> · 기능: 폐기/소각에 유리한 단일 소재를 적용하고 오염 최소화, 저온 강도 유지 특성, 온도 및 위치 추적 기능 · 디자인: 사용자 적성, 환경성, 이동 용이성에 디자인 관점 모듈형 카트시스템에 적용가능하고 적재/이동이 용이한 “lock-in” 구조 적용, 용기와 사용자 간의 non-contact, 오염물 외부 누출을 최소화할 수 있도록 밀폐 기능, 만수 여부를 육안으로 판단할 수 있는 확인 기능, 재개봉 방지(tamper-proof) 락 기능
		BIB (Bag in Box 형)	<ul style="list-style-type: none"> · 기능: 고온/고습에 강한 골판지 소재 적용, 플라스틱소재의 항균/탈취 성능 적용 · 디자인: 제품별 식별이 용이한 색상 사용 폐기/소각/재활용에 유리하도록 박스와 백이 분리되는 구조 채택. 고습환경에서 보관이 용이하고 상하역 등 취급이 용이한 “lock in” 방식 구조 적용
일반	저위험 의료 폐기물	모듈형 카트 시스템	<ul style="list-style-type: none"> · 기능: 격리 및 위해 폐기물용기의 이동 및 추적, 붕괴 방지 · 디자인: 모듈형 다단 적재, 상하역 및 제품 확인이 용이. 병원 환경에 적합한 콤팩트 형태 설계

3. 서비스 개발 요소 도출

[서비스 디자인 개발 요구사항 정의]

- 아래 7가지는 의료 폐기물 패키지를 개발 시 고려해야 할 사항을 제시하고자 한다.

01

Poor Waste Segregation

생활폐기물과 감염성폐기물을 분리, 수집하여 운반용기로는 비닐봉지와 전용 용기를 사용하고 있는데 주사기 등 날카로운 폐기물이 철저히 분리되지 않을 경우 생활폐기물에 혼합되어 비닐 봉지의 밖으로 돌출 되어 운반자나 처리자가 찔려 질병에 감염될 위험이 있다. 이러한 찔림 사고는 대략 90% 정도가 간호 사, 의사, 임상병리사, 환경미화원 등에 의해 일어나고 있다. 보고가 체계적이고 감염관리치료실이 있는 병원에서는 이러한 사고를 즉시 처리하나 그렇지 않은 병원은 사고 이후 거의 보고를 하지 않고 자기 치료나 극 소수가 의사에게 진찰 또는 검사한 후 주사, 약을 복용하고 있는 실정이며, 의료진 마다 유형별 조치 사항 등이 모두 달라 불필요한 처방을 하는 등 문제점을 지적 되고 있다

02

Poor Hygiene

병원에서 발생하는 유해폐기물을 안전하게 관리해야 한다.
감염성 폐기물이 생활폐기물과 섞여서 배출되지 않도록 발생원으로부터 철저히 분리한 후 감염의 가능성을 원칙적으로 차단한 후 배출하여야 한다

03

Lack of Traceability

폐기 및 폐기물 추적 가시성이 부족하여 측정되지 않은 비용 증가 및 규정 준수 리스크 발생

04

High Landfill & CO2 Output

폐기물 처리에서 초과 일회용 플라스틱의 매립 및 CO2 배출 부담

05

Increasing Safety Risks

안전 메커니즘이 없는 패키지(용기)가 바늘에 찔리는 부상과 작업상 위험을 증가시킨다.

06

Space & Storage Restrictions

열악한 폐기물 용기 및 패키지 배치를 정리하고 시설 및 병원 적재함 내에서 작업상 위험을 초래하는 공간 및 보관 제한

07

Safe Healthcare Solution

안전은 사람과 지역사회를 보호하고 의료 관련 위험을 최소화하는 우리 회사 비전의 핵심이다. 여러 사례 연구, 저널 기사 및 고객 추천서에서 입증된 당사의 제품과 서비스는 가장 손상이 필요한 비율을 획기적으로 줄이고, 폐기물 처리를 통해 감염을 최소화하며, 의료 폐기물을 발생시키고 처리하는 모든 조직의 위험 프로필을 크게 개선

4. 의료폐기물 문제점 조사/분석

[의료폐기물 여부 확인을 통한 분리배출]

- (관리실태) 환자에게 투여된 링거병(수액팩, 앰플병, 바이알병 등)의 경우 백신·항암제·화학치료제 및 혈액 등과 혼합 또는 접촉되지 않은 단순 포도당 등은 일반 폐기물에 해당함에도 불구하고 의료폐기물로 배출
 - 다수 의료기관에서는 의료기관에서 나오는 모든 폐기물은 의료폐기물이라는 인식
 - 간호사 등 의료 관계자는 환자별 투약된 약품의 종류 및 성분 등 확인이 가능함에도 불구하고, 편의를 위해 의료폐기물로 혼합 배출



일반 폐기물(단순 링거백 등)이 의료폐기물로 배출

- (개선방안) ① 의사, 간호사 등 의료기관 종사자가 의료폐기물 분류에 대해 명확히 숙지하여 불필요한 의료폐기물 배출 지양
 - 의료폐기물이 아닌 링거병, 수액팩 등은 안의 내용물을 모두 비운 후 (내용물은 사업장일반 폐기물 폐의약품 등으로 처리) 일반폐기물로 배출
 - 재활용이 가능한 의약품 포장재(종이 박스), 링거병 및 수액팩은 재활용폐기물로 배출가능하며, 약솜·거즈 및 필름류 포장재 등 재활용이 불가능한 것은 일반폐기물로 배출
- ② 감염병 환자·감염병의사환자·병원체보유자 외의 일회용기저귀, 혈액이 함유되지 않은 일회용기저귀 및 의료폐기물과 혼합·접촉되지 않은 일회용기저귀는 사업장일반폐기물로 배출
 - 의료기관 종사자 대상으로 주기적 의료폐기물 분류 및 처리 방법 교육(병원내 교육프로그램 마련 등)

4. 의료폐기물 문제점 조사/분석

[의료폐기물 전용용기 합리적 사용]

- (관리실태) 병원내 많은 장소(병동, 병실, 로비 등)에 다수의 전용용기를 비치하여 1~2회/일 수거해 배출하고 있어 전용용기에 의료폐기물이 다 채워지지 않은 상태로 배출
 - 전용용기의 자체 무게도 상당(특히 합성수지 용기)하나 다수의 병원에서는 소량의 의료폐기물만 담긴 채 배출
 - 봉투형 용기만 사용하고 이를 수거해 하나의 골판지류 상자에 여러 개의 봉투형 용기를 담아 배출할 수도 있으나 다수 병원에서는 개시 단계에서부터 골판지류 상자에 봉투형 용기를 끼워 사용

- (개선방안) ① 다수의 봉투형 용기를 하나의 골판지 용기에 담아 배출
 - 봉투형 용기 거치대를 활용하여 의료폐기물을 담고, 봉투형 용기가 75% 미만 수준으로 담겼을 때 전용 운반구로 옮겨 골판지 용기로 배출
 - 거치대는 봉투형 용기의 파손을 방지할 수 있는 견고한 재질로 하고, 내부를 확인(봉투형 재질의 경우 의료폐기물임을 나타내는 도형 등을 표시)할 수 있으며 사용 후 소독 필요



- ② 합성수지 용기의 경우 불필요한 대형 용기사용은 지양하고 발생하는 양을 고려한 적정 크기의 용기를 사용해 대형 용기에 소량의 의료폐기물이 담겨진 상태에서 배출되는 것 자체
 - ※ 합성수지 용기 1ℓ-0.16kg, 10ℓ-0.7kg, 20ℓ-1.15kg 수준
 - 전용용기 개시 후 내용물이 거의 채워지지 않았음에도 1~2일 사용 후

4. 의료폐기물 문제점 조사/분석

[환자 및 내원객 관리]

- (관리실태) 일반 환자나 내원객은 의료폐기물에 대한 인지도가 부족하여 채혈환자의 약솜 등이 일반폐기물과 혼합되어 버려지거나, 의료폐기물 전용용기에 일반폐기물을 배출하는 사례 빈번



채혈실 앞 의료폐기물 용기에 혼합된 일반폐기물



채혈실 주변 일반폐기물 수거용기에 배출된 약솜 등

[개선방안]

- ✓ 병원 내 일반폐기물 쓰레기통과 의료폐기물 전용 용기를 구분하여 설치하고, 설치된 위치에 안내판 등을 부착하여 일반폐기물 과 의료폐기물 분리 배출 유도
- ✓ 의료폐기물 발생 자체가 없을 수 있는 병원 로비, 로비 화장실 등에는 의료폐기물 전용 용기 비치를 자제
- ✓ 일반폐기물 수거 시 약솜 등의 의료폐기물 발견할 경우 접촉된 주변 부분만 재수거하여 의료폐기물 전용 용기로 이동
(현재 일부병원에서는 일반폐기물 쓰레기통에 약솜 등을 발견하면 그 쓰레기통 안의 전체를 의료폐기물 전용 용기로 이동하여 처리)

4. 의료폐기물 문제점 조사/분석

[현황분석]

강남S병원	<ul style="list-style-type: none">✓ 간호사들이 분리 수거하는 것을 꺼려함✓ 골판지 박스의 경우 종이 재질이라 오염이 빨리 돼서 오염 발생✓ 수거용 비닐이 자동으로 펼쳐지는 Box(필요함): 사각의 사각 지대 존재
-------	--



4. 의료폐기물 문제점 조사/분석

[현황분석]

S종합병원	✓ 배출/보관 : 서울
-------	--------------



4. 의료폐기물 문제점 조사/분석

[현황분석]

강북S종합병원	<ul style="list-style-type: none">✓ 배출 용기에 용량에 부족한 배출로 인한 병원 배출 비용 상승 : 시설관리✓ 골판지 박스의 오염 개선 필요 : 시설/청소용역✓ 기저귀 폐기의 절차 개선 필요/일반폐기물로 처리✓ 분리수거에 대한 스트레스 : 간호사/여사
---------	---

의료폐기물 처리비용 증가

- 2년 동안 의료폐기물 처리 단가 급증
- 700원 / Kg ➡ 1,450원 / Kg
- 계약기간내

KMA 대한의사협회

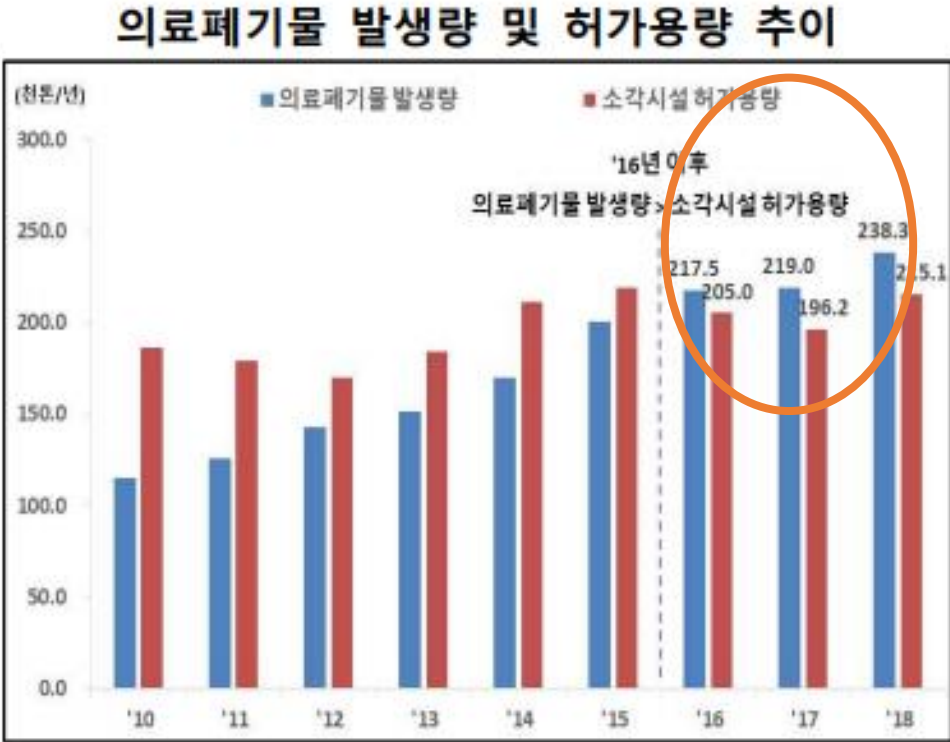


5. 의료폐기물 소각 문제점

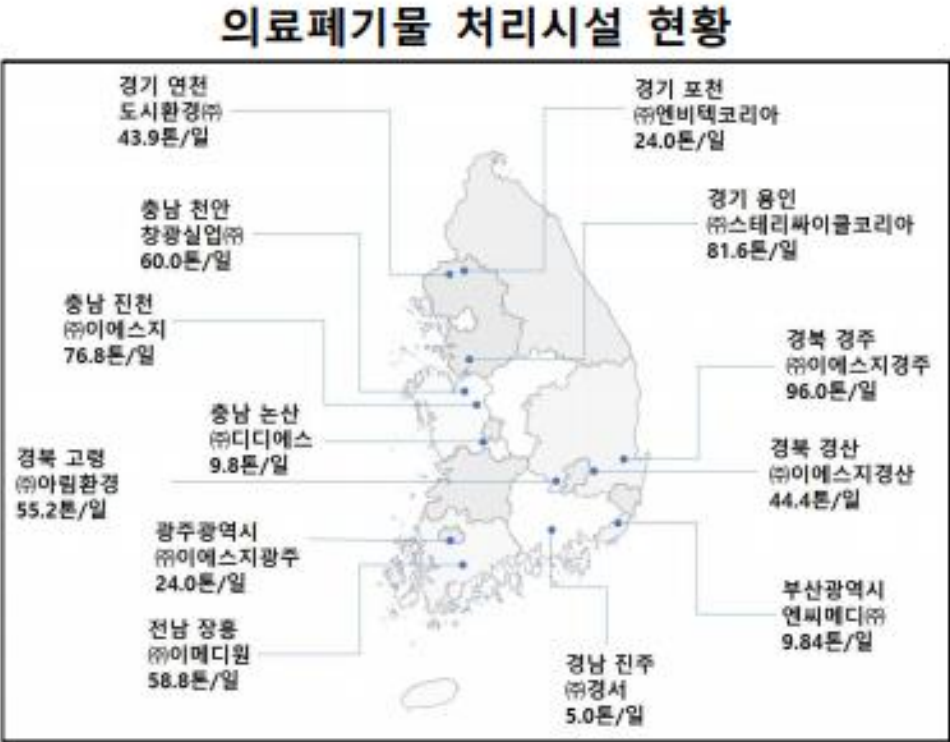
- 소각 용량 초과 / 소각로 노후화 / 처리 단가 상승

치솟는 의료폐기물 처리 비용에 한의계 '골머리'

일방적 가격 올리기에도 처리 시설 부족으로 '전전긍긍'
소각시설 전국 13곳 불과...신규 설치도 주민 반대로 번번이 무산
政, 폐기물 저감 대책 내놔지만..."업체 단속·처벌 이뤄져야"



자료 : 자원순환정보시스템(2019.12)



자료 : 자원순환정보시스템(2019.12)

5. 의료폐기물 소각 문제점

■ 코로나19 의료폐기물 발생 및 처리현황

‘19.2월 대비 ‘20.2월 의료폐기물 발생량

(단위 : 톤)

구분	‘19.2월 (2.1~2.28)		‘20.2월 (2.1~2.28)		증감량 (증가율(%))
	발생량	허가용량 대비량(%)	발생량	허가용량 대비량(%)	
격리의료폐기물	357	2.2	647	3.9	290 (81.1)
위해의료폐기물 (조직, 치료제, 혈액 등)	3,378	20.5	3,586	21.7	208 (6.2)
일반의료폐기물 (붕대, 거즈 등)	13,279	80.5	10,902	66.1	△2,377 (△17.9)
합계	17,014	103.2	15,135	91.7	△1,898 (△11.1)

자료 : 환경부 보도자료(2020.3.2)

코로나 19 격리의료폐기물 관리방안

구분	배출자 보관	운반	처리
격리 의료폐기물 현행규정	- 7일까지 보관 - 합성수지 전용용기 - 전용 보관창고 (조직물류 냉장보관) - 보관창고 소독	- 냉장운반 - 임시보관(2일)	- 처리기한 2일 - 전용보관 창고 (조직물류 냉장보관)
격리 의료폐기물 관리강화	- <u>당일 위탁처리</u> (1~2일 이내 보관) - <u>냉장보관 원칙</u> - 전용용기 투입 전·후 소독	- <u>임시보관 금지, 당일 운반</u> - 사용시 마다 <u>차량약물 소독</u>	- <u>당일 소각처리</u>

자료 : 환경부 보도자료(2020.3.2)

5. 의료폐기물 소각 문제점

: 포스트 코로나19 시대, 국내 의료폐기물 처리 과제

- 포스트 코로나19 시대, 국내 의료폐기물 처리 과제 : 소각 용량 한계
- 향후 발생 가능한 코로나19 등과 같은 전염병에 대비하여 의료폐기물 처리 시설 확대 불가피하며, 이를 위한 사회적 공감대 확대 필요
 - 13개 의료폐기물 소각시설 중 10개소가 10년 이상 되었으며, 20년 이상 된 노후시설 또한 4개소에 달해 허가 용량 초과 가동 등에 한계
 - 부산·광주를 제외한 특·광역시 및 강원, 전북, 제주 등 의료폐기물 소각시설 부재 지역 다수 존재
 - 현재 다수의 지역에서 주민 민원 등에 의해 의료폐기물 소각시설 신·증설 및 운영에 난항을 겪고 있어 중재 및 조정제도 마련 필요

6. 서비스 비즈니스 모델(Service Biz Model)



Biz Model A
[Discharge Decline]

- ✓ 분리배출 용이한 패키지
- ✓ 2차 감염 차단 용기
- ✓ 폐기물 상태 표시
- ✓ 폐기물 자동 감시 관리

Stand-alone Type

Upgrade

New

Medical Cart Type

Biz Model B
[Discharge Management]

- ✓ 폐기물 상태 감시
- ✓ 실시간 배출 상태 모니터
- ✓ 폐기물 배출량 추이 감시
- ✓ 폐기물 /일반 폐기물 IOT 센서 관리

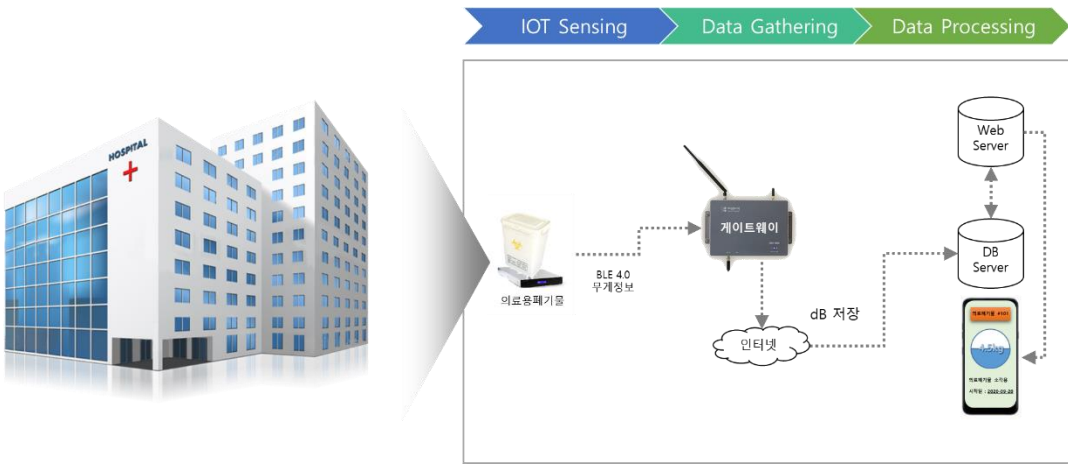
Built-in Type

Upgrade

New

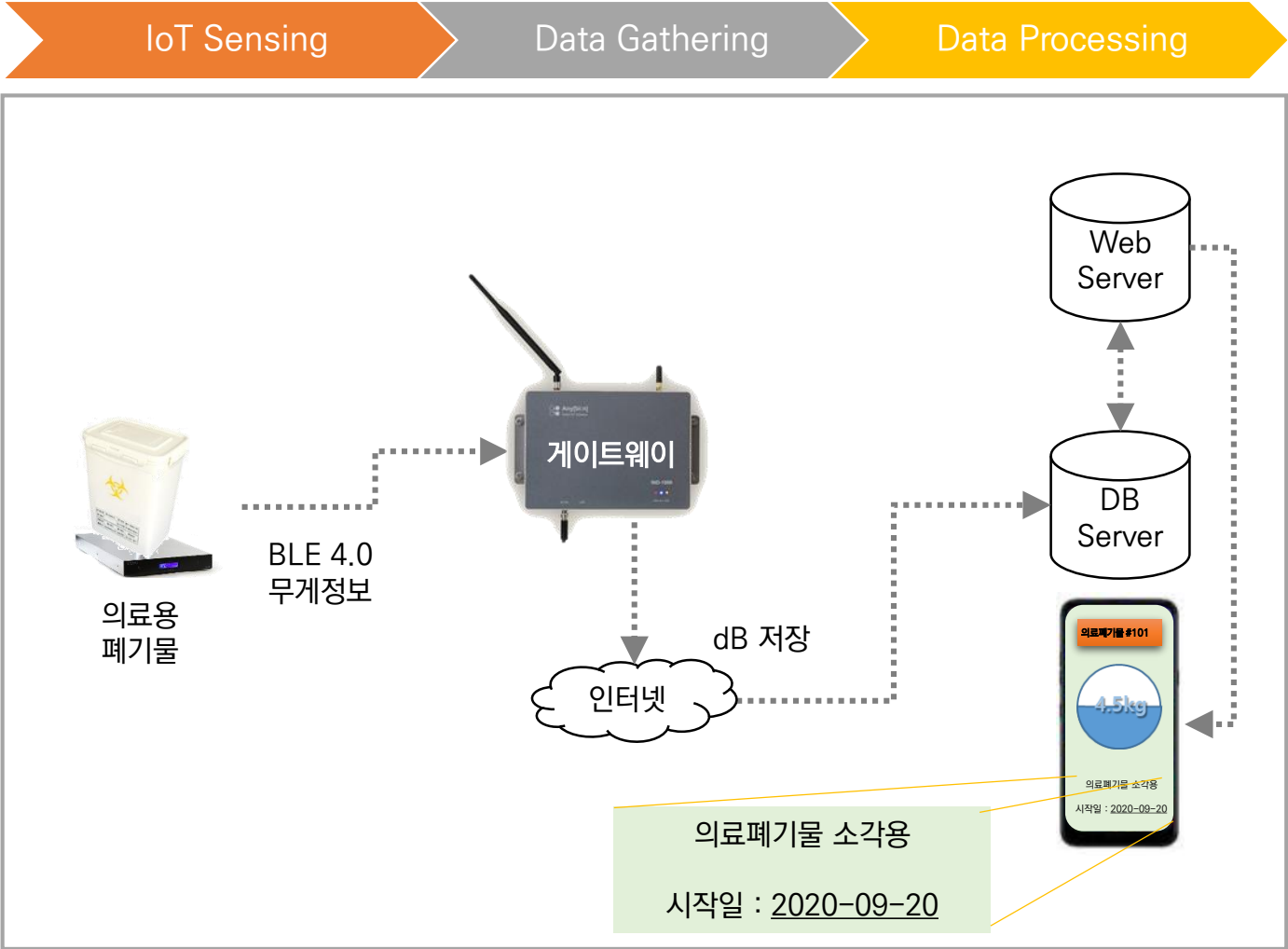
Biz Model C
[Monitoring]

✓ System Diagram



6. 서비스 비즈니스 모델(Service Biz Model)

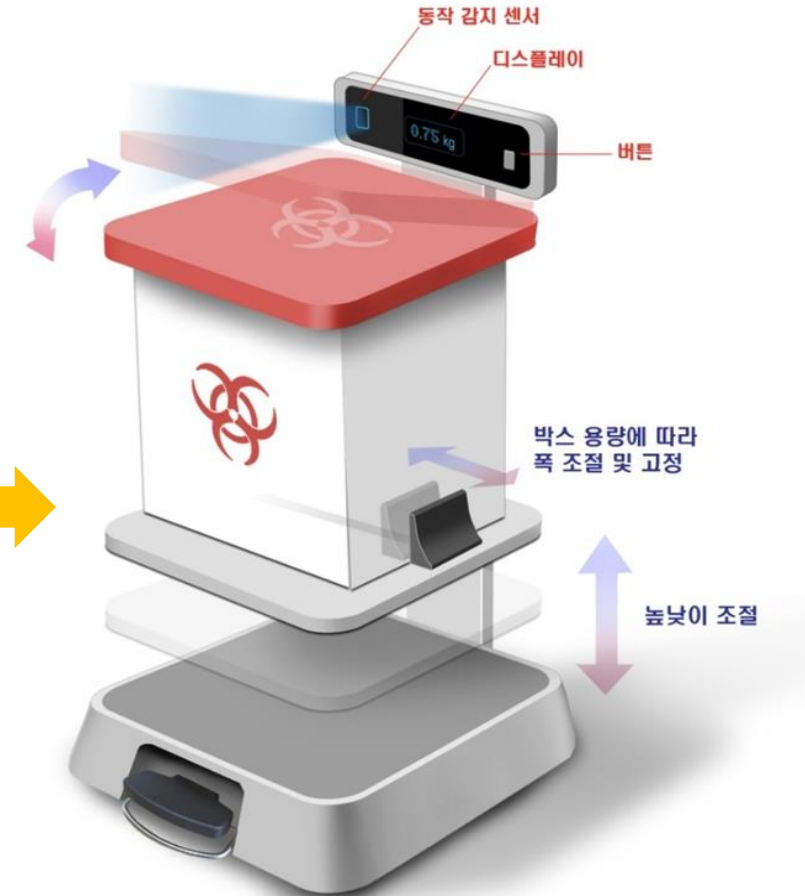
[System Diagram]





- 1) IOT 계량기 - 무게 측정
- 2) 덮개 개폐 기능 - 자동 동작
- 3) 인체 감지 센서 - 덮개 개폐
- 4) LCD 표시 - 의료폐기물 박스 Full 표시 /
의료 폐기물 종류 표시
- 5) UV 살균기 - 세균 살균
- 6) 의료폐기물 박스 자동 인식 기능 - NFC 기능 내장
- 7) 작업자 인증 기능 - 전용 태그 발행 (작업자)
-> 덮개 개폐 기능
- 8) 중량이 Full 인 경우 청소 담당자에게 SMS 전송
음성 알람
- 사용자가 앞에 왔을 경우 사용자 인지 메시지 제공

음성발달	스피커	전자계량기 PCB 보드에 장착 (기구 반영 필요)
표시창	OLED (0.91인치)	표시부 사이즈 22.384mm x 5.584mm
인체감지	Gesture Sensor	위치 선정 필요 : Top or 정면
RFID	NFC Reader	케이블 연결 (위치 선정 필요) - 의료폐기물 종류 체크용
PCB	전자계량기 PCB 보드	
무게센서	S1	S2 기구 장착 방안
시작/종료 버튼	Tact S/W	의료 폐기물 시작/종료 버튼



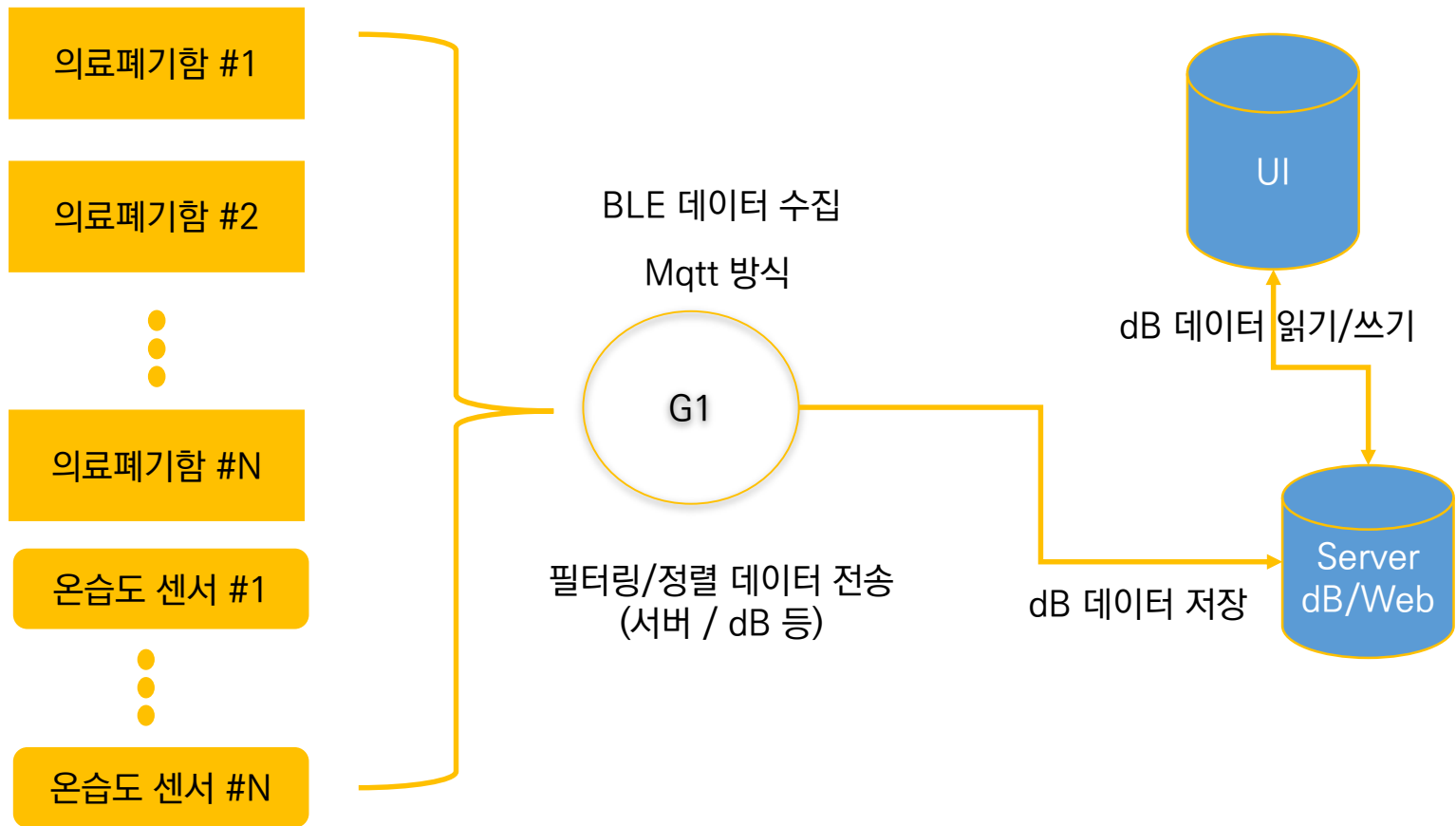
8. 의료 폐기함 데이터 수집용 HW구성

보급형 / 고급형 하드웨어 구성

음성알림	스피커	전자계량기 PCB 보드에 장착 (기구 반영 필요)
표시창	OLED (0.91인치)	표시부 사이즈 22.384mm x 5.584mm
인체감지	Gesture Sensor	위치 선정 필요 : Top or 정면
RFID	NFC Reader	케이블 연결 (위치 선정 필요) – 의료폐기물 종류 체크용
PCB	전자계량기 PCB 보드	
무게센서	S1	S2 기구 장착 방안
시작/종료버튼	Tact S/W	의료 폐기물 시작/종료 버튼

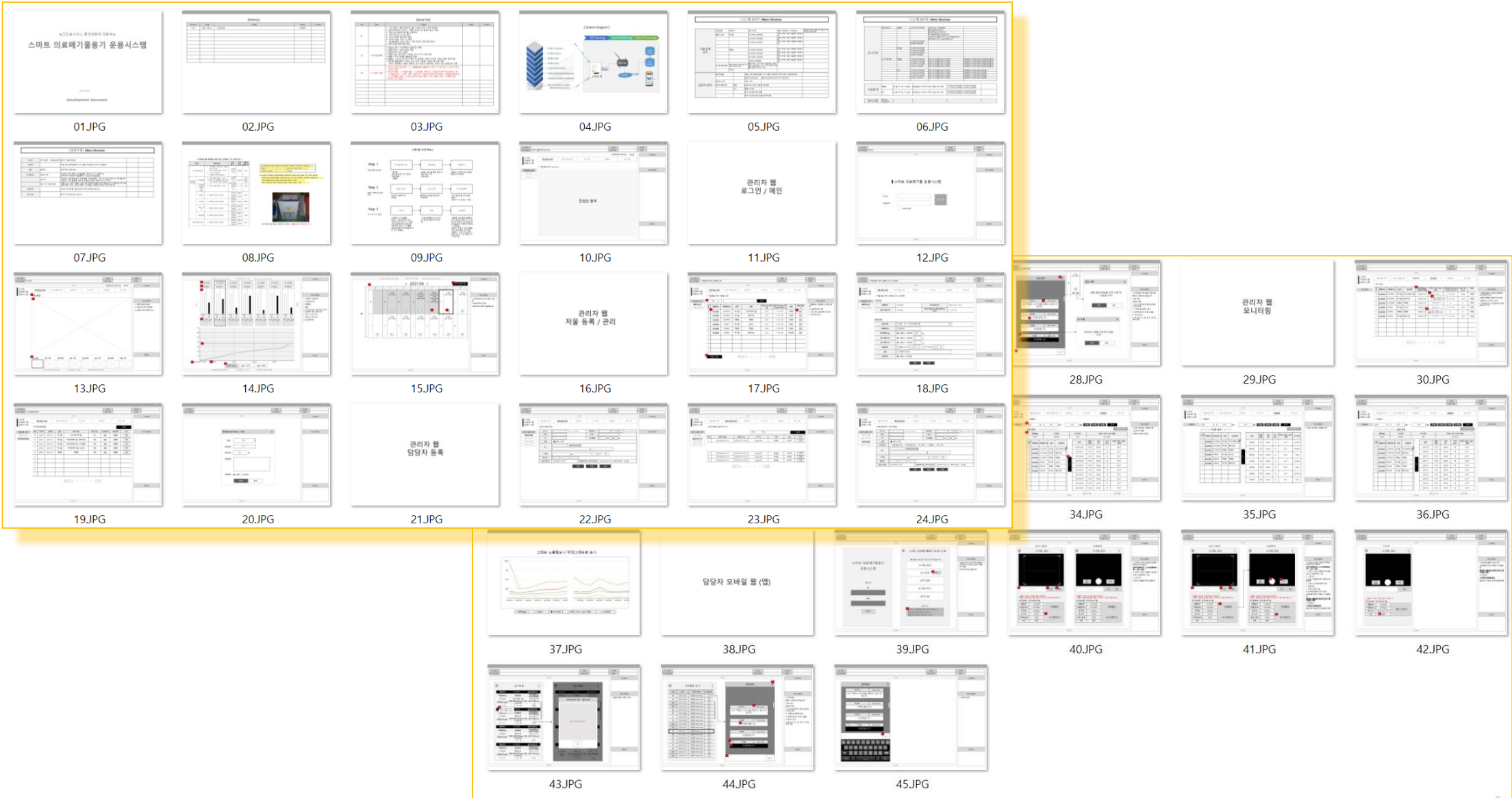
8. 의료 폐기함 데이터 수집용 SW구성

데이터 전송 흐름도



8. 의료 폐기함 데이터 수집용 SW구성

UI/UX 개발



9. 시범서비스 관련사진

개선 전



개선 후



9. 시범서비스 관련사진



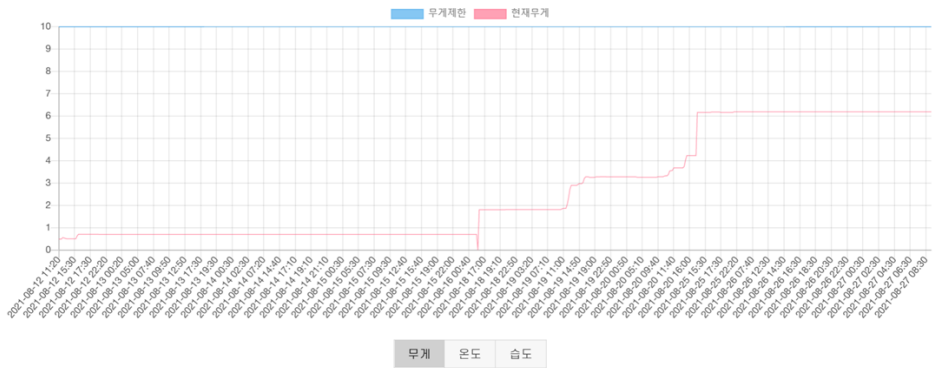
9. 시범서비스 관련사진

기본 정보

제품번호	53:4F:4D:83:00:12	최초 등록 일시	2021-08-11 18:38
자재관리 아이디	소독실_12	전체 기간(Day) / 평균사용시간(h:m)	7 / 456:23
평균 사용무게	7.4	분류 / 상세분류	일반의료폐기물 / 상자형

현재 운용 정보

제한중량(kg) / 현재무게(kg)	10.000 / 10.011	상태	사용함
전체 보관 기간(Day) / 사용시간(h:m)	7 / 310:32	남은 시간(h:m)	-143:27
개시 담당자	김다솔	개시 일시	2021-10-08 12:09



운용 기록

번호	개시일시	수거일시	시작 담당자	종료 담당자	총시간	총무게	무게 / 온도 / 습도
15	2021-10-08 12:09		김다솔			10.011	0 / 0 / 0
14	2021-09-27 09:05	2021-10-08 12:08	김다솔	김다솔	267:2	12.745	0 / 0 / 0
9	2021-08-27 09:13	2021-09-27 09:03	김다솔	김다솔	743:50	3.532	0 / 0 / 0
4	2021-08-12 10:53	2021-08-27 09:11	관리자	김다솔	358:18	6.195	0 / 0 / 0

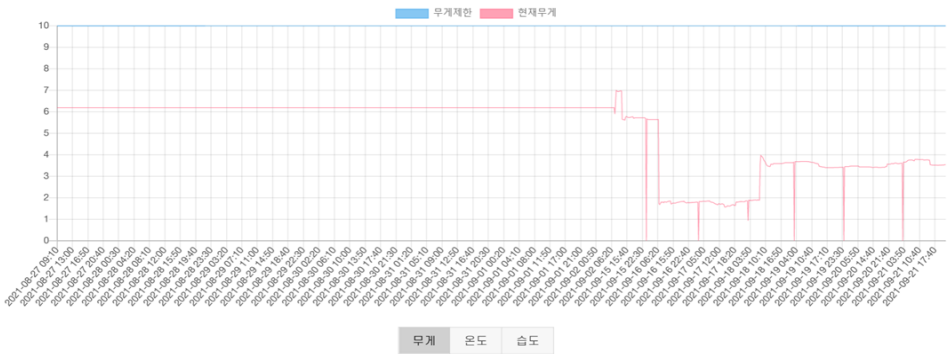
모니터링

기본 정보

제품번호	53:4F:4D:83:00:12	최초 등록 일시	2021-08-11 18:38
자재관리 아이디	소독실_12	전체 기간(Day) / 평균사용시간(h:m)	7 / 456:23
평균 사용무게	7.4	분류 / 상세분류	일반의료폐기물 / 상자형

현재 운용 정보

제한중량(kg) / 현재무게(kg)	10.000 / 10.011	상태	사용함
전체 보관 기간(Day) / 사용시간(h:m)	7 / 310:32	남은 시간(h:m)	-143:27
개시 담당자	김다솔	개시 일시	2021-10-08 12:09



운용 기록

번호	개시일시	수거일시	시작 담당자	종료 담당자	총시간	총무게	무게 / 온도 / 습도
15	2021-10-08 12:09		김다솔			10.011	0 / 0 / 0
14	2021-09-27 09:05	2021-10-08 12:08	김다솔	김다솔	267:2	12.745	0 / 0 / 0
9	2021-08-27 09:13	2021-09-27 09:03	김다솔	김다솔	743:50	3.532	0 / 0 / 0
4	2021-08-12 10:53	2021-08-27 09:11	관리자	김다솔	358:18	6.195	0 / 0 / 0

의료폐기물의 위생적인 처리가 중요한 문제로 대두되고 있으나 감염성 폐기물이 지니는 위험성에 비해 그 관리가 매우 미흡한 실정이며 감염성 폐기물의 적정 처리가 사회문제화되고 있어 그로 인한 의료기관, 처리 업체와 행정기관 등에서의 체계적인 관리 대책의 필요성이 시급히 요구되고 있는 현실.

감염성 폐기물은 병원성 미생물에 오염되고 손상성을 지니고 있다는 점에서 국민 건강에 미치는 영향이 매우 크므로 분리수거에서부터 최종 처리에 이르기까지 투명하고 위생적으로 처리

- ✓ 첫째, 감염성 폐기물을 과학적이고 위생적으로 관리할 수 있는 IoT 기술을 활용하여 분리 수거의 용이성을 위한 음성 알림, 사용자 센서 인식에 의한 뚜껑 자동 개폐와 무게 측정을 통한 폐기한 사용 개시 및 종료 그리고 폐기 무게의 자동 관리기능을 통해서 수거 관리 시스템을 체계화하여야 한다.
- ✓ 둘째로, 의료폐기물을 효율적으로 관리하기 위한 체계적인 노력이 반드시 필요하다. 이러한 노력 중 가장 우선적으로 해야 할 것은 현행 의료폐기물 현장에서의 분류 기준이 적절한지 검토하는 것이고, 이를 위해서는 의료폐기물 이해관계자들의 분류나 폐기에 대한 노력을 경감시키고 폐기물을 양을 줄일 수 있는 의료폐기물 관리 를 위한 스마트 패키징 용기 솔루션 개발이 지속적으로 필요한 상황
- ✓ 스마트 물류 기술이 코로나 팬데믹 상황에서 의료서비스 향상에 있어서 중요한 역할을 할 수 있으리라 기대한다.