


#1

Q :

# AI 기술을 적용해 쓰레기가 돈이 되는 순환경제 체제 구축



글. 김정빈 수퍼빈 대표



지난 7월, 전기차로 유명한 테슬라의 일론 머스크 대표는 인공지능(AI) 기술의 급속한 발전으로 올해 말쯤 완전한 자율주행이 실현될 것이라고 밝혔다. 또한 오픈AI가 출시한 인공지능 챗봇 ChatGPT는 산업 전반으로 확대되며 초거대 AI 시장의 도래를 가속화하고 있다. 그리고 전 세계인은 스마트폰이라는 디지털 도구를 이용해 공부, 건강, 취미, 금융서비스와 쇼핑까지 해결할 수 있는 시대에 살고 있다.

이렇듯 4차 산업혁명의 핵심기술인 AI 및 여러 디지털 기술이 생활 곳곳에 적용되고 있다. 하지만 유독 디지털 첨단기술이 허용되지 않는 영역이 있다. 바로 폐기물 재활용 영역이다.

가정에서는 정성껏 폐기물을 분리배출한다. 도시 곳곳에는 고물상이 있고 생활 속에서 나온 수많은 폐기물이 쌓여있다. 폐

기물이 재활용되는 과정을 자세히 살펴보면 재활용선별장이라는 곳도 있다. 선별장에는 장갑과 마스크를 낀 여러 사람들이 실 틈 없이 쏟아지는 폐기물 중 재활용이 가능한 폐기물만 수선별한다. 하지만 이런 노력에도 선별된 재활용품이 유용하게 재활용되지 못한다. 재활용품을 활용하는 생산자가 원하는 상태와 규격이 아닌 형태로 폐기물이 처리되기 때문이다.

유익미한 재활용을 위해선 재활용품이 활용될 수 있는 시장의 공급망 구축이 전제되어야 한다. 재활용품을 활용한 제품이 소비자의 선택을 받아 해당 제품과 서비스를 가진 기업이 시장에서 수익을 창출하고, 제품, 서비스를 만드는 데 필요한 재활용품이 원활히 공급되어야 한다. 이러한 공급망 구축은 순환경제 체제에 접목된 폐기물에 대한 디지털정보화 작업과 디지털 장비에 기반한다. 디지털 기술의 중요성은 공급망이 정교해지고 다양해짐에 따라 공급될 수 있는 폐기물의 범위를 확대하고 고도화하는데 필수적이기 때문이다.

수퍼빈은 폐기물에 대해 인공지능을 포함한 디지털 정보화 작업을 통해 재활용 폐기물을 선별, 수집하고 가공하는 사업 모델을 갖고있다. 폐기물의 디지털 정보화 작업은 향후 소각, 매립, 재활용 사업의 기술발전과 규제의 변화에 대해 상대적으로 즉각적 변화를 시도할 수 있는 핵심 영역이다.

### 기존의 선형경제 체제와 차별화된, 수퍼빈의 순환경제 체제

수퍼빈은 4차 산업혁명 핵심 기술을 이용해 폐기물 재활용 생태계를 재편하고 있다. 그간 재활용 시장은 재활용품을 수거,

그림 1. 슈퍼빈이 구축한 순환경제 개념도에 따른 사업모델



선별하는 데 그쳐 이를 소재화, 자원화하는 체계가 없었다. 이런 상황은 분리수거 제도가 처음 도입된 1990년대 이후부터 30여 년째 개선되지 않았고, 폐기물이라는 환영받지 못하는 주제이기에 누구도 변화를 위한 움직임을 보이지 않았다.

현재의 폐기물 시장은 정부의 공공재 시장이 개입된 자본주의의 실패 영역이다. 폐기물 처리라는 필수 불가결한 상황에 세금을 투입하며 구조는 구축하였으나 실질적으로 재활용을 위한 순환성은 없다. 순환을 통한 부가가치를 창출하지 않기에 정부가 재원을 투입해 폐기물을 처리하고 있다. 소비재, 포장재 제조사 등 생활 폐기물을 발생시키는 기업과 지자체가 재활용 폐기물 중량에 비례해 EPR(생산자책임재활용제도) 지원금을 폐기물 수거, 선별, 재활용 업체에 지급한다. 폐기물 중량에 의한 이익 창출 구조에 따라, 관련 업체들은 부가가치를 발생시키는 순환 과정에 관심을 두지 않고 폐기물 수거, 선별, 처리에 급급하다.

물론 재활용품은 재활용이 어려운 불량한 상태로 배출되고, 소비재와 포장재 제조사들도 제품의 안전성, 비용 등 문제로 재활용품 사용을 꺼린다. 때문에 중간 단계인 폐기물 수거·선별 업체들이 소재로 재탄생할 수 있는 폐기물을 선별하기보다 EPR 지원금을 더 받아내기 위해 폐기물 양을 늘리는 데 집중하는 양상이 이어지고 있다.

슈퍼빈은 이러한 공공재 시장에 민간의 혁신 기술을 도입해 시장경제 기반으로 작동되는 사례를 만들고 있다. 즉, 자본주의 시장경제가 실패한 영역에서 ICT 기반의 기술과 혁신적인 사업 모델 구축을 통해서 시장경제로 작동되는 사례를 만드는 것이다.

슈퍼빈은 소재 산업 플레이어가 재활용된 자원으로 산업의 공급망 역할을 할 수 있는 순환경제 체제를 구축한다. 기존의 '생산-소비-폐기'의 선형경제에서 소재 산업은 폐기물을 원료로 이용할 수 있는 공급망 역할을 하지 못한다. 이러한 점을 고려하여, 슈퍼빈은 소재 산업 플레이어가 폐기물을 기반으로 공급망의 대안을 갖도록 순환구조를 설계했다.

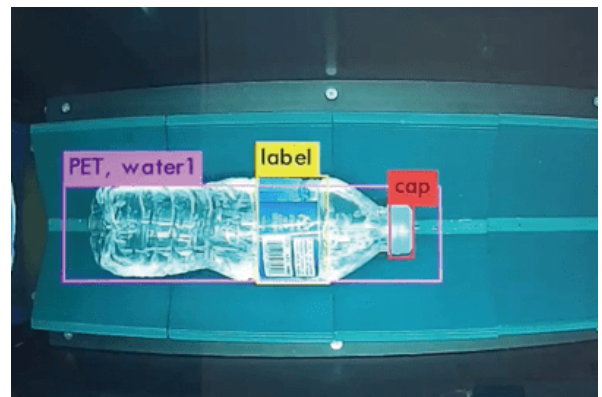
슈퍼빈이 설계하는 순환구조 '생산-소비-선별수집-물류-가공소재화'에서 소재산업은 필요한 재활용품을 시민들의 참여와 폐기물 디지털정보화 작업을 통해 지속 가능하게 공급받을 수 있다. 이를 구축하고자 AI 기술을 접목한 디지털 정보 기반의 선별 수집 채널과, IoT 기술을 활용한 물류 채널, 스마트팩토리 기반의 가공소재화 채널을 보유하고 있다.

### 분리배출의 시작, AI 기술 접목한 디지털 정보 기반 선별 수집 채널 '네프론'

네프론은 비전 인공지능 기술 기반의 순환자원 회수로봇으로, 재활용 가능한 형태의 폐기물을 디지털 정보화 작업을 통해 선별한다. 인간이 폐기물을 배출하고 소각, 매립 또는 재활용 여부를 구분할 때 육안으로 판단하듯, 네프론은 인간이 판단할 수 있는 수준 이상으로 객체 인식을 해내기 위해 컴퓨터 비전 기술을 적용한다. 특히, 네프론은 순환자원을 인식하고 선별하기 위한 기술로 CNN 기반의 딥러닝을 활용하고 있다. 그 결과, 빠르고 정확한 성능을 도출하고, 지도학습을 통해 AI가 데이터들을 분석하고, 각 객체의 고유한 특성들을 스스로 학습할 수 있다.

네프론은 데이터를 기반으로 순환자원 인식에 특화된 AI 기

그림 2. 폐기물을 인식하는 비전 인공지능 기술 모습



솔로 더욱 발전하고 있다. 약 70만 장 이상의 폐기물 데이터가 학습에 사용되었으며, 수집된 데이터 중 일부를 가공하여 학습 데이터로 활용함으로써 AI 성능을 고도화하고 있다. 특히, 정확도와 인식 속도가 꾸준히 높아져 정확도는 95%에 달하고, 인식 속도는 0.1초 이하로 빨라졌다. 그 결과, 순도 높은 고품질의 재활용이 가능한 폐기물을 최대 1,500개까지 회수 가능하다.

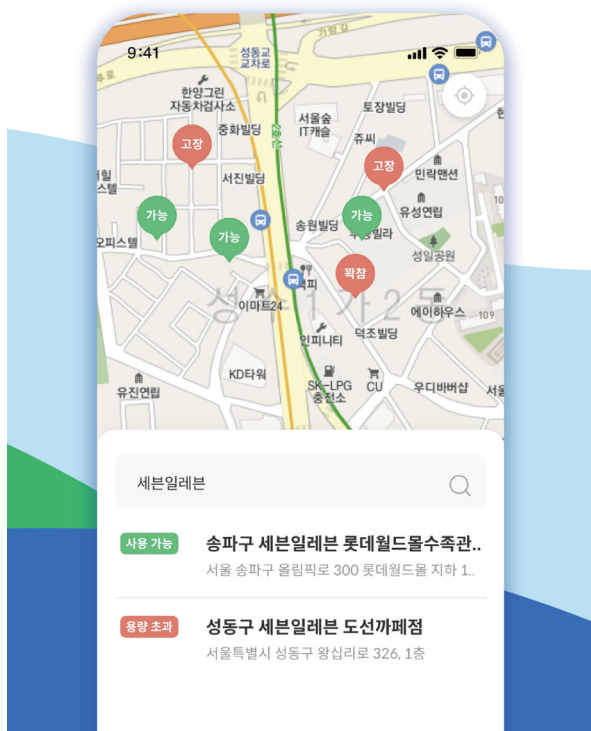
### 고품질의 폐기물을 운반하는 IoT 기술을 활용한 자체 물류 채널

수퍼빈에서 자체 운영 중인 물류망은 순환자원 회수로봇을 통해 수집된 순환자원이 타 폐기물과 혼입없이 이동, 보관해 제

그림 3. 앱을 이용해 모니터링하는 네프론의 상태

## 위치 정보

주변의 네프론 위치와 상태를 확인해보세요.



활용에 저해되는 요소를 사전에 예방한다. 물류 관리자는 네프론과 연결된 서버 간의 통신을 통해 네프론에 장착된 모니터링 센서(용량 감지, 기기 상태 감지, 이미지 판독 센서 등)의 정보를 실시간으로 전송받는다. 이를 통해 순차적으로 이동하는 물류 방식에서 중앙 서버와 IoT 기술을 이용해 실시간으로 데이터화되는 동선을 확인할 수 있다. 그 결과, 순환자원을 효율적이고, 안정적으로 회수·운반하도록 도와준다. 또한 전기차와 같은 친환경 운송 수단을 활용해 기존 물류 체계에서 발생하는 비용과 탄소 배출을 최소화한다.

그림 4. 스마트팩토리 아이엠펙토리의 실시간 공정 상황을 확인중인 수퍼빈 김정빈 대표와 한덕수 국무총리



### 공신기관이 인정한 재생원료를 생산하는 스마트팩토리 기반의 가공소재화 채널 ‘아이엠펙토리’

페플라스틱 소재화 공장 아이엠펙토리는 순환자원 회수로봇을 통해 수집한 페플라스틱을 생산자가 활용 가능한 재생원료 r-PET Flake로 가공한다. 아이엠펙토리는 고품질의 재생원료를 생산하기 위해 자체 설계한 신공정을 적용한 스마트팩토리이다.

인공지능 기반 페플라스틱 대형 선별 장비를 개발해, 인공지능 기반 순환자원 회수로봇을 통해 수집된 페플라스틱이 대형 설비에서 다량으로 인식될 수 있도록 물체 진입로 공정을 설계했다. 또한 이물질 제거 공정, 금속 혼입 제거 공정, 분쇄 기술, 비중 분리 공정 등을 적용했다. 공장의 전체 공정은 디지털 데이터화되는 자동화 공정이 구축되어, 원료 품질 및 공정을 원격으로 관리·점검 가능하다. 최종으로 생산된 재생원료는 음료병, 장섬유에 적합한 고품질 소재로, 미국 식품의약국(FDA), 유럽식품안전청(EFSA)의 식품접촉물질 관련 시험분석의 안전기준을 충족하였고, 국제재생표준인증(GRS)을 취득했다.

그림 5. 아이엠팩토리에서 가공한 고품질의 r-PET Flake



**자원순환 올인원 솔루션 제공으로 플라스틱 재활용률 증대 및 탄소절감**

수퍼빈은 국내 최초로 페플라스틱의 재활용을 위한 전 과정 (선별·수집-물류-가공) 밸류 체인을 구축하여 자원순환 올인원 솔루션을 제공한다,

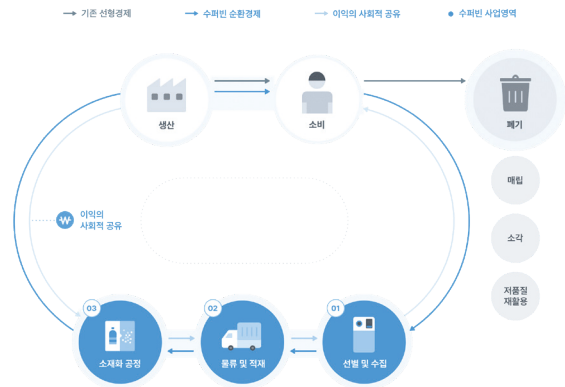
수퍼빈 솔루션에 적용된 인공지능 기술은 끊임없이 폐기물 이미지 데이터를 학습하기에, 생산자가 활용하고자 하는 폐기물만을 선별, 수집할 수 있어 폐기물 수집 항목의 확대가 가능하다.

공공기관 입장에서 재활용 공공서비스 민간위탁운영 세출 감소 효과를 창출하고 스마트시티와 같은 도시 행정 시스템의 선진화가 필요한 영역에 도구로 활용 가능하다. 또한 고품질의 국내산 재생원료가 생산되기에 수입산 재생원료의 의존도를 낮추고, 자원 선순환에 동참할 수 있다. 탄소감축을 위한 글로벌 재생원료 사용 의무화 등 환경 관련 법적 규제로 발생하는 수요를 충족시키는 데 높은 기여를 할 수 있다.

이러한 솔루션은 사회 구조적으로 순환자원 사용률을 높여 순환경제 체제로의 변화에 기여한다. 또한, 재활용 솔루션 이용자에게 제공되는 자원 회수에 대한 현금 보상 서비스를 바탕으로 비(非)경제활동 인구 및 취약계층 대상 경제적 활동으로의 참여 및 일자리 창출 효과를 제공한다. 나아가, 이용자의 적극적인 재활용 참여를 유도하고 재활용 가능한 폐기물만 배출하는 행위의 지속가능성을 높인다. 순환자원 회수로봇으로 형성된 각 지역사회에서의 유의미한 시민참여를 바탕으로 시민 주도형 사업으로 발전 가능하다.

뿐만 아니라, 재활용 가능한 자원이 소각, 매립되지 않고 재

그림 6. 수퍼빈이 구축한 순환경제 체제 모습



활용됨으로써 환경오염의 확산을 방지한다. 자원의 소재화 공정에 탄소배출을 최소화하는 물리적 재활용 공정이 적용되어 일반 페PET ‘생산-소비-폐기’ 과정 대비 톤당 약 3.38톤의 탄소 저감에 기여한다. (ISO 14067에 따른 전과정 평가 기법으로 탄소배출량 및 감축량 분석) 또한 감축된 탄소배출량을 이용해 자발적 탄소시장과 한국 탄소배출권 시장에서 거래가능한 탄소 인증서 발행 계획을 갖고 있다.

궁극적으로 수퍼빈의 솔루션은 페플라스틱의 투기, 소각, 매립으로 인한 환경문제를 해결하고 플라스틱의 재활용을 증대시켜 플라스틱 사용량을 줄이고 순환자원 사용을 촉진하여 탄소 배출 절감을 통한 근본적인 환경문제 개선에 기여한다.

...	저자소개	↗
<p>김정빈 수퍼빈 대표는 하버드 케네디스쿨 행정학 석사 출신으로 국내 최초로 폐기물 이미지 데이터 기반의 폐기물 거래 플랫폼 순환자원 회수로봇(네프론) 전국 서비스 체계 구축과 재활용 소재화(r-PET Flake) 공장 준공 등을 통해 혁신적으로 국내 플라스틱 순환경제 산업을 리드하고 있다. 정부의 기후테크 기업 육성 전략과 플라스틱 순환경제 설계에 주도적으로 참여하고 있으며, 현대기아차그룹 탄소중립전략 수립, 아사히 글라스(AGC) 순환자원 사업 진출, 한국환경관리공단 탄소중립위원회 활동을 통해 산업과 정책 간 연결 역할을 하고 있다. 이전에는 연 매출 5천억 원 규모의 철강회사 대표로 재직하였으며, 한국섬유기술연구원(KOTIT) 전략기획본부 본부장, 삼정KPMG 컨설턴트 등을 맡아왔다.</p>		