



연구결과서

팀명	아쿠아 령	
연구주제	물과 태양열로 구동되는 습식공기정화장치를 만들어보자	
지도교사	정유니 선생님	
학생	1. 배강민	2. 송왕림



기존 연구 검토 자료

No.	구분 ¹⁾	팀명	연구주제	비고
1	에너지	아쿠아 령	물과 태양열로 구동되는 습식공기정화장치를 만들어보자	

구분	내용
기존 연구 (연구명, 연구자, 연구년도)	
기존 연구 내용 요약 ²⁾	
기존 연구와 우리팀 연구의 차별성³⁾	태양열로 끓은 물의 증기압으로 터빈을 돌린다는 발상은 신선한 것은 아니지만 이 과정에서 로켓 엔진의 기계적 기술을 적용해 공기를 흡입하는 장치를 만들어 냈다는 것은 큰 도전이자 새로운 시도라고 생각한다.(구체적으로 로켓 엔진의 어떤 기술이 어떻게 적용되었는가? 어떤 장점이 있으며 왜 로켓 엔진의 기술을 활용하여야만 했는가?) 더군다나 이 장치를 습식 공기청정기에 적용하여 개발도상국 국가들을 타겟하여 연구했다는 것에 큰 의미를 두고 싶다. 습식공기청정기라는 제품은 많지만 각 제품들의 원리는 상당히 다양하게 접근할 수 있다. 초음파 기술을 활용해 물을 끓이는 것은 상당한 에너지가 소모되는 방식이다. 우리팀은 대기 오염이 심각한 개발도상국에서도 본 기술이 널리 퍼질 수 있도록 대량의 전기에 의존적이지 않고 친환경적으로 공기질을 개선하는 방법을 고민해봤다. 또한 기존의 연구는 주로 미세먼지 문제만에 집중을 했다면 우리 팀은 개발도상국에서의 고질적인 문제인 공기를 통한 납중독 문제에도 주목했다. 공기청정룸에서 태양열을 받아 기화하는 것을 기존의 것과 같이 단순히 물로 한 것이 아니라 우리가 특별히 제작한 용액으로 제작했다는 것도 의미가 있다. 납과 미세먼지, 이산화탄소를 효과적으로 포집할 수 있는 장치라고 생각하고 이것을 개발도상국의 실정에 맞도록 제작했다는 접근이 중요하다고 생각한다.



기존 연구 검토 자료

No.	구분 ¹⁾	팀명	연구주제	비고
1	에너지	아쿠아 링	물과 태양열로 구동되는 습식공기정화장치를 만들어보자	

구분	내용	
기존 연구 링크 ⁴⁾	URL 1	https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/lead-background-feb17.pdf
		설명 : 개발도상국에서 납에 노출되는 경로로 공기중 접촉이
	URL 2	https://www.konetic.or.kr/include/EUN_download.asp?str=EUN_ENV_TECH&str2=3229
		설명 :
	URL 3	http://doi.org/10.8080/1020170162371
		설명 :
	URL 4	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431119325876
		설명 :

※ 기타 사항

타 대회 중복 수상 여부	없습니다.
---------------	-----------------------

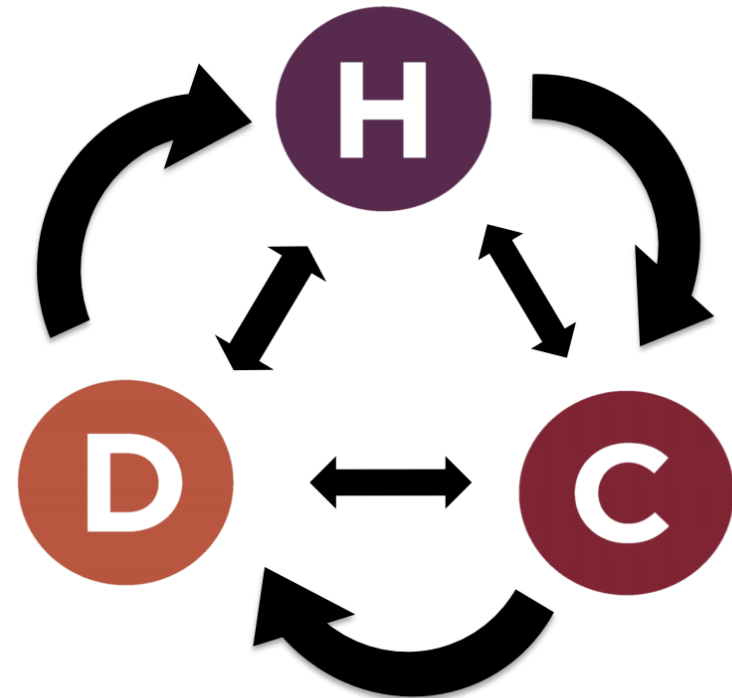
Human
Centered
Design

Hear
Create
Deliver

Theory:



Practice:



Engineering Design에 대한
새로운 접근법

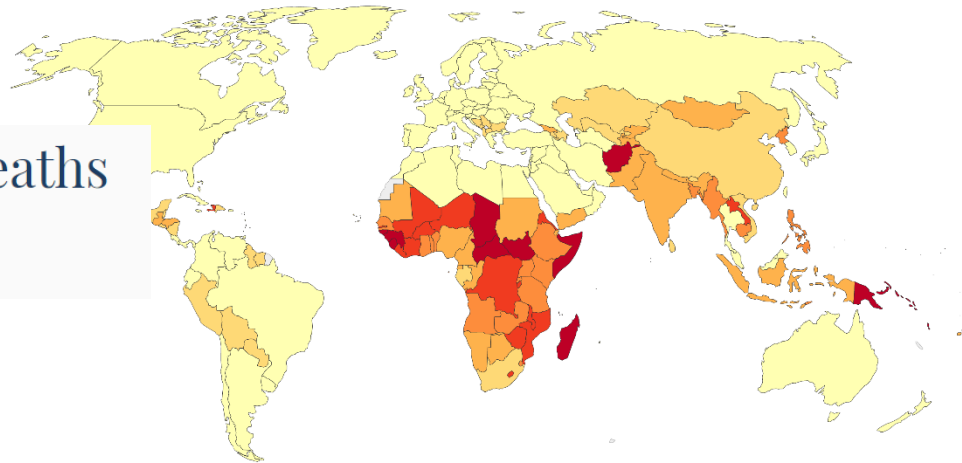
Hear; Human

In low-income countries 6% of all deaths are the result of indoor air pollution

Death rates from indoor air pollution, 2017

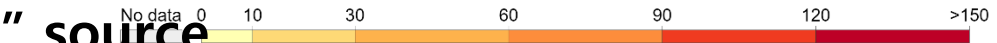
Death rates from indoor air pollution are measured as the number of deaths per 100,000 individuals.

Our World
in Data



실내 공기 오염과 건강격차
무엇이 이들을 죽게하는가?

습식청정방식, Renewable "energy" source
주의기준을 넘는 것만으로도 변화를 일으킬 수 있다



Source: [Our World in Data: Global burden of disease](https://ourworldindata.org/global-burden-of-disease)
Note: [Our World in Data: Global burden of disease](https://ourworldindata.org/global-burden-of-disease) over time this metric is age-standardized.

실내 공기 오염이 심각한 개발도상국들의
현실적 상황에 맞는 공기청정장치를 만들어보자
→ Cheap.Sustainable design, Renewable "Energy" source

Create; Centered

공기청정룸 태양 에너지 포집 공기흡입



1. 공기를 흡입하라! **흡입하기**
2. 태양열을 오목거울로 모아라!
- 청정하기**
3. 공기청정룸에 태양열을 넣어주자!
4. 공기청정룸을 만들어라!
- 지키기**
5. 미세먼지로부터 지켜라!
6. 냄새로부터 지켜라!



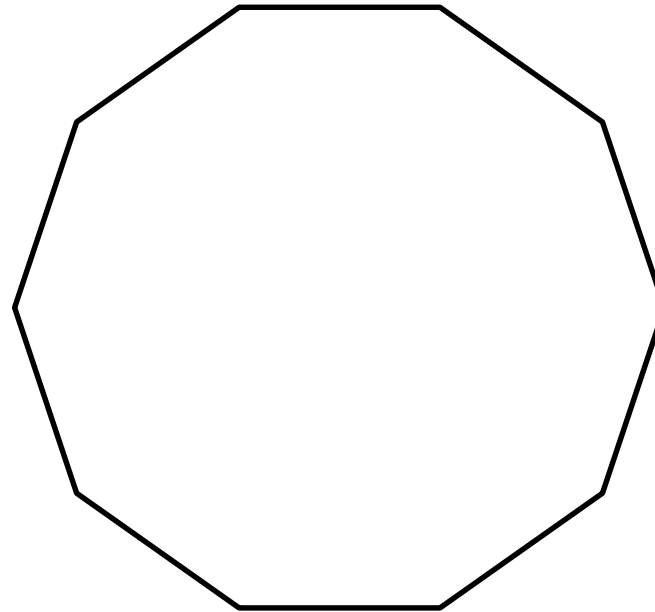
**Engineering
Solution**

→ 현장상황

Create; Centered

흡입하기

태양열을 포집하자-저비용으로 특수제작한 거울



지름 1.5m 오목 반사경
우드락 보드와 거울시트지 40장

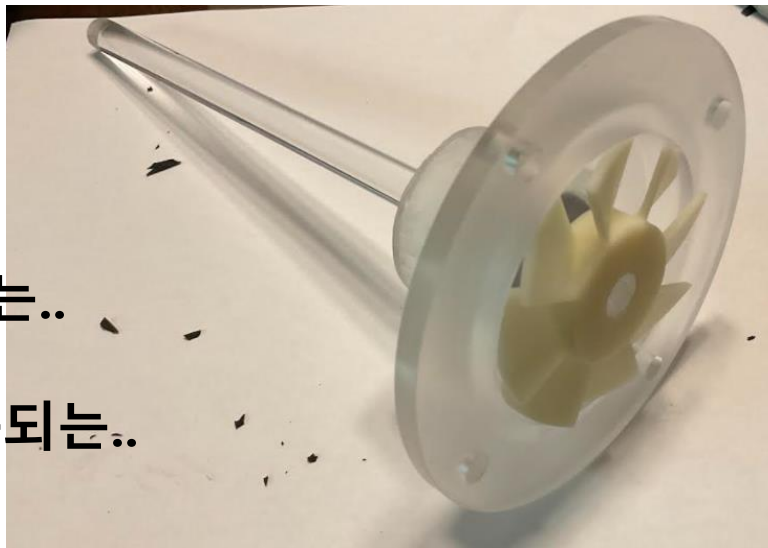
Create; Centered

흡입하기

태양열로 끓인 증기압으로 터빈을 돌리는 장치

최대 6초간 420rpm의 출력으로 터빈을 돌린다
→이 에너지를 태엽에 저장해 지속적인 공기흡입을 해보자

증기압을 제어하는..
터빈을 돌리는..
저 예산으로 응용되는..
Rocket Science

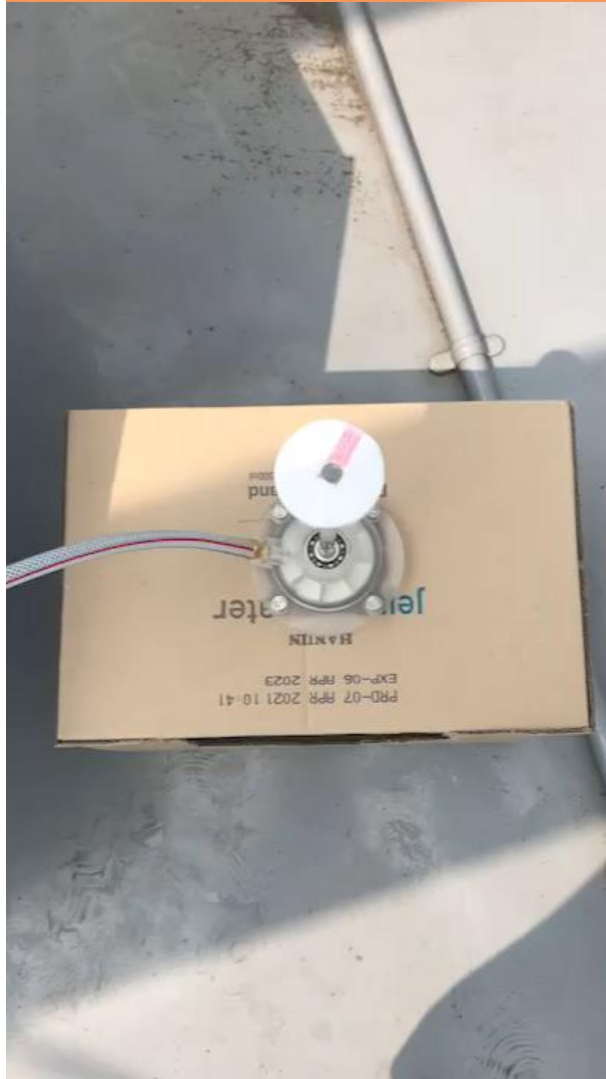


	압력(bar)	회전시간(sec)	RPM
Trial#1	1.5	2	180
Trial#2	4	4	360
Trial#3	2.5	6	420



Create; Centered

흡입하기



태양열이 1제곱미터당
1000W로 들어온다고 가정했을 때
챔버 내부의 압력이 2.5bar가 되는데 60초가 걸린다.

터빈이 돌기 시작한 최초 1초의 RPM이 420으로 꽤나
강한 출력을 계속적으로 기대할 수 있다.

*실험적으로는 매우 해가 땀땀했던 날 정오에
터빈이 다시 돌기까지 58초가 걸렸다.

동영상_1

Create; Centered

흡입하기

태양열을 포집하자-태양고도 자동 반영 시스템



```

sketch_jul25a | 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)
파일 편집 스케치 툴 도움말

sketch_jul25a

//yearday : 1월 1일을 기준으로 지나간 날, i : yearday를 계산하기 위한 변수
float lat = 37.59972222; // lat: 위도
int date[13] = {0,31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,31,31};
//yearday를 계산하기 위한 배열 (2021년 기준)
Now_minute++; //한 루프마다 1분씩 더함
for(i=1; i<=Now_month; i++) yearday += date[i];
//yearday 중 달 부분을 date 배열을 사용하여 계산
yearday += Now_day; //yearday 중 날 부분을 계산

LT = (double)Now_hour+(double)Now_minute/60.0;
//Local time을 현재 지역 시간으로 계산
LSTM = 15*GMT; //LSTM을 식을 통하여 계산
LSTM = LSTM*PI/180; //LSTM을 라디안 단위로 변환
B = 360.0*(yearday-81.0)*PI/(365.0*180); //B를 라디안 단위로 변환
EoT = 9.87*sin(2*B)-7.53*cos(B)-1.5*sin(B); //EoT를 라디안 단위로 변환
TC = 4*(Lon-LSTM*180/PI)+EoT; //TC를 식을 통하여 계산
LST=LT+TC/60; //LST를 식을 통하여 계산
HRA = 15*(LST-12); //degree //HRA를 식을 통하여 계산
HRA = HRA*PI/180; //radian //HRA를 라디안 단위로 변환
Dec = 23.45*sin(B); //적위를 식을 통하여 계산

COM7
14:03:19.409 -> 57.18
14:04:19.435 -> 57.05
14:05:19.430 -> 56.92
14:06:19.449 -> 56.80
14:07:19.476 -> 56.67
14:08:19.487 -> 56.54
14:09:19.481 -> 56.41
14:10:19.487 -> 56.28
14:11:19.500 -> 56.15
14:12:19.539 -> 56.01
14:13:19.541 -> 55.88
14:14:19.551 -> 55.74

전역 변수는 동적 메모리 291바이트(11%)를 사용, 2269바이트의 지역변수가 남음. 최대는 2560 바이트.

```

시간에 따른 태양고도 계산
→서보모터 각도 조절을 통한 초점자동형성

노트북이 없는 현장 상황에서
현재 시간을 알아내는 방법

Create; Centered

청정하기

공기청정룸의 개발-챔버내 습도를 유지

TIME	HUMIDITY	TIME	HUMIDITY	TIME	HUMIDITY
a11:28:30	35%	b13:46:10	26%	c17:16:50	33%
a11:28:35	48%	b13:46:15	36%	c17:16:55	42%
a11:28:35	61%	b13:46:20	42%	c17:17:00	50%
a11:28:40	76%	b13:46:25	56%	c17:17:05	63%
a11:28:45	84%	b13:46:30	74%	c17:17:10	78%
a11:28:50	92%	b13:46:35	85%	c17:17:15	85%
a11:28:55	98%	b13:46:40	94%	c17:17:20	93%
a11:29:00	95%	b13:46:45	97%	c17:17:25	95%
a11:29:05	96%	b13:46:50	92%	c17:17:30	99%
					96%
					96%

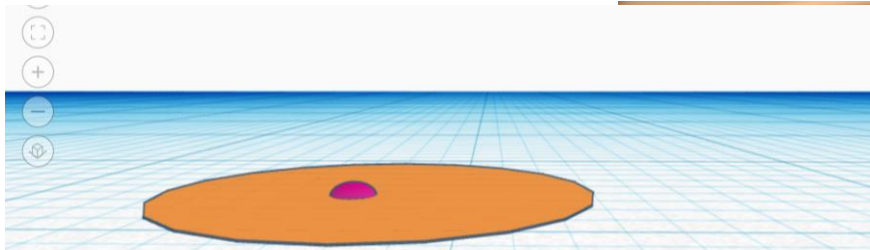


랩 김서림 문제 해결
태양이 가린 상황에서 습도 유지

Create; Centered

청정하기

공기청정룸의 개발-물의 자동적 순환



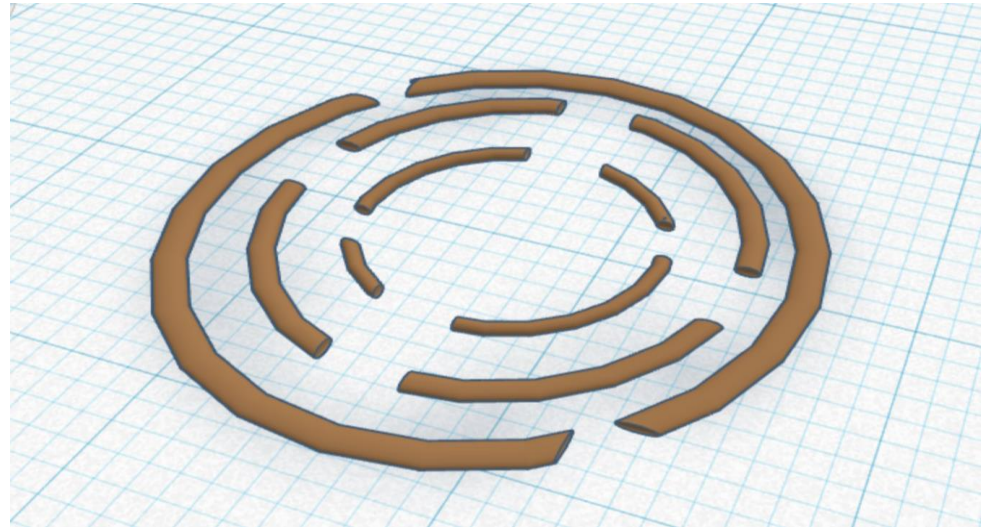
기본 물의 양: 8mL
조금씩 흘러나온다
17ml→8mL: 7분 30초
-특수제작 집열판으로 가능

7분 30초 9mL씩..
아두이노 워터펌프를 활용해
공기청정룸에 물을 공급
-물은 공기청정룸 아래에 저장

Create; Centered

청정하기

공기청정룸의 개발-공기 접촉 시간의 장기화



COM7

Dust concentration:

12:27:12...25	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:17...34	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:22...72	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:27...421	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:32...376	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:37...315	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:42...307	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:47...384	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:52...290	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:26:57...438	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:02...396	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:07...375	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:12...452	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:17...285	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:22...306	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
12:27:27...327	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



COM7

Dust concentration:

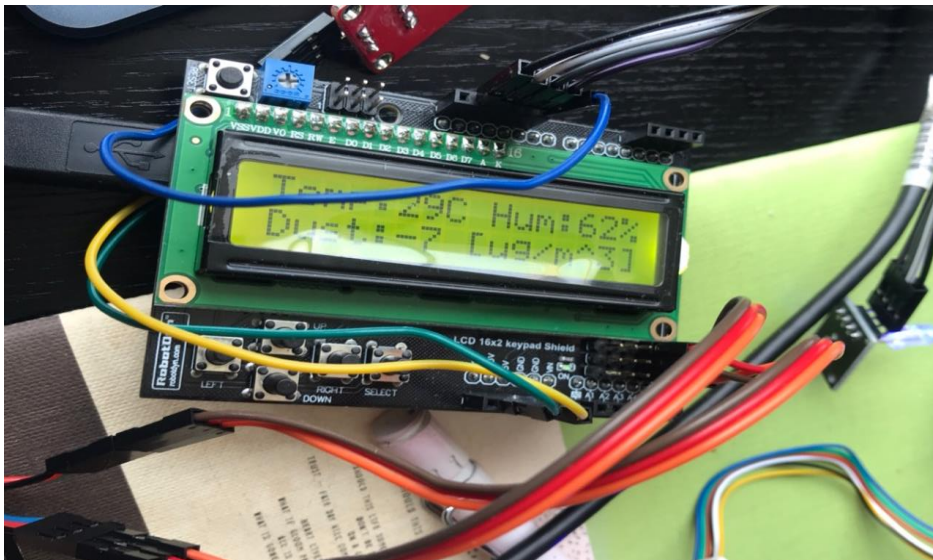
15:22:16...36	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:21...24	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:26...17	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:31...45	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:36...37	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:41...68	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:46...73	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:51...85	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:56...57	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:01...48	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:06...96	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:11...62	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:16...49	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:21...53	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:26...60	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:31...49	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

미세먼지농도 안정적 감소

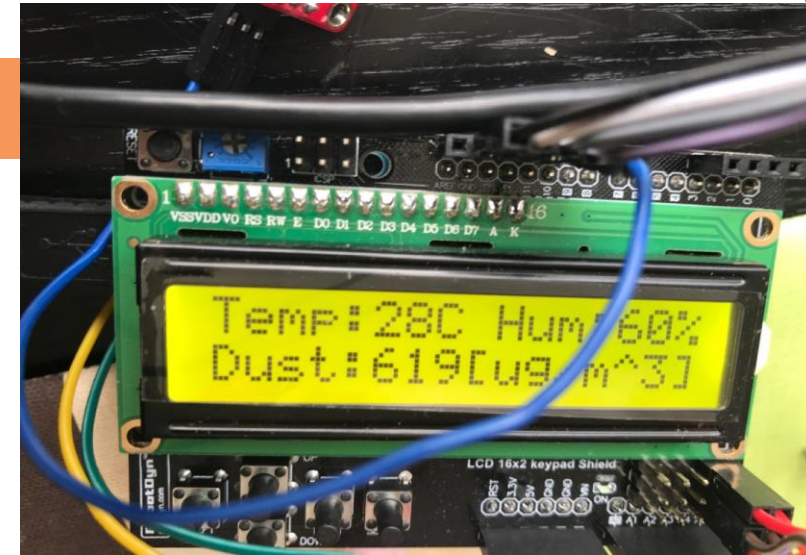
Deliver; Design

지키기

미세먼지 감축 효과가 있었는가?



미세먼지 측정기 음수값 문제 해결
→현장 feedback을 위한 장치



COM7

Dust concentration:

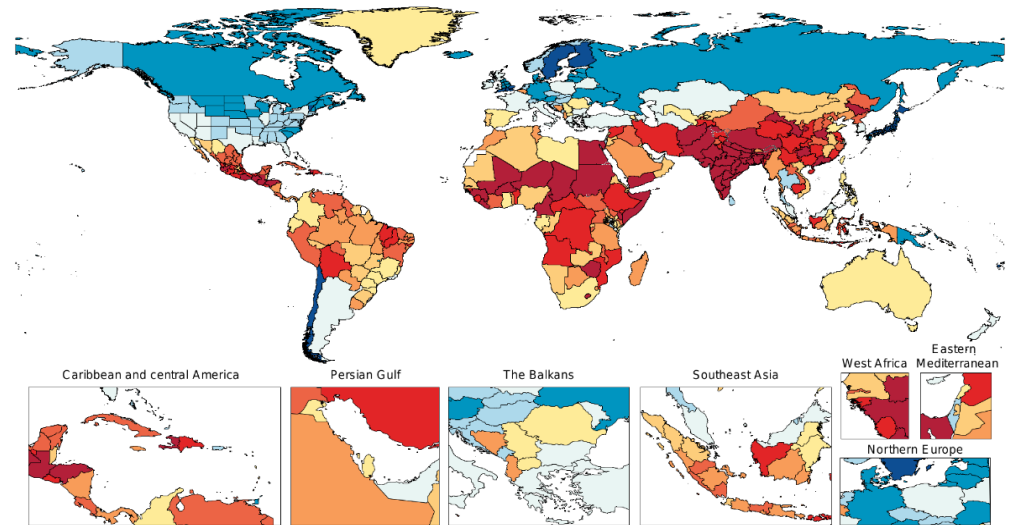
15:22:16...36	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:21...24	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:26...17	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:31...45	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:36...37	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:41...68	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:46...73	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:51...85	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:22:56...57	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:01...48	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:06...96	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:11...62	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:16...49	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:21...53	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:26...60	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
15:23:31...49	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

극단적 상황임을 감안..
유의미한 포집효과

Hear; Human

개발도상국에서 납 중독문제는
얼마나 심각한 공중보건 문제일까?

“In 2017, lead exposure accounts
for 1.06million deaths”



우리의 제품이 납 중독을 줄일 수는 없을까?

공기중에서 납을 포집하려면?

Create; Centered

청정하기

납농도 저감 방식의 개발-납 포집 용액 만들기

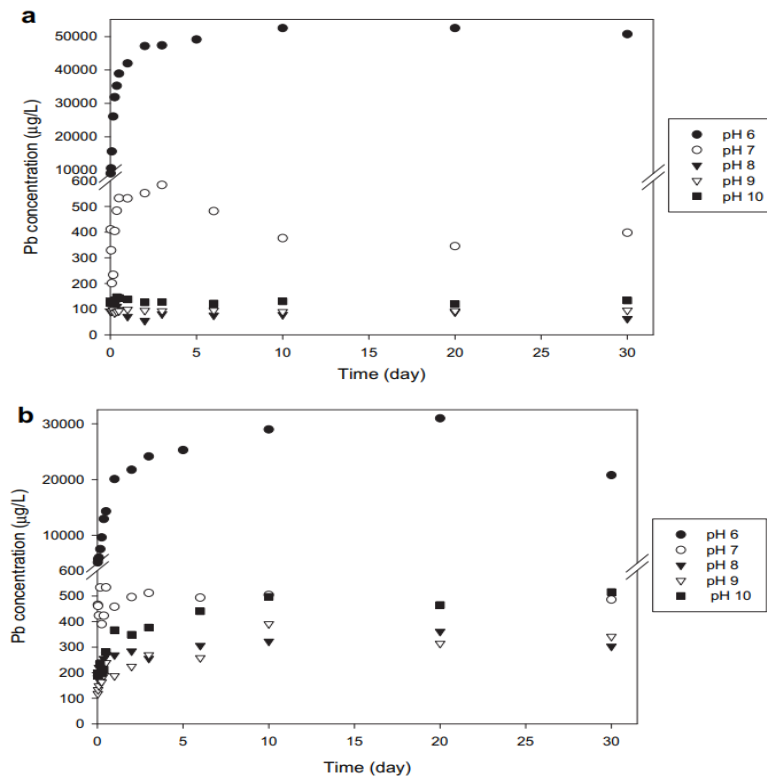


Fig. 1 – Dissolved lead concentrations observed during (a) hydrocerussite and (b) corrosion scale dissolution experiments at various pH values (initial solid concentration: 1 g/L).

pH6 weak acid

+

Free chlorine in water

식초와 염화칼슘을 녹인 용액을
대신해서 넣으면 어떨까?

→Dissolved lead concentration on different setting

Deliver; Design

지키기

납 농도가 줄어드는 효과가 있었을까?



납땀시.. 2.53 mg/m^3



용액이 있는 공기청정룸을
통과했을 때

Deliver; Design

Prototype에서 Field design으로..
아쿠아 령이 세상을 바꿀 수 있을까?



동력장치로 공기흡입기를 작동시키기
납 농도 감소를 위한 공기흐름사이클 보완
체계적인 대량 생산.조립과정 준비하기
제품에 대한 투자를 받을 수 있을까?

현장에 보급하고 feedback수용하기
→다시 HCD



아쿠아 렁 연구의 철학

무엇이 세상을 바꿀까?

지식은 창의적일 수 없다
다만 문제상황은 언제나 창의적이다
심지어는 때때로 연구자보다도 더..

Engineering Solution for Global Health

창의성을 목표하는 것은 모순적이다
다만 현장 상황에 맞는 해결책을 찾는 과정에서 커다란 의미를 찾자
그것이 곧 창의성을 불러일으킬 것이다..



아쿠아 렉 연구의 철학

무엇이 세상을 바꿀까?

학생다움이란 Trigger이다

누구도 깊게 귀 기울이지 않는 문제상황을 먼저 생각해 보는 것

문제해결의 방향성을 제시해주는 것

완성되지 않았지만 뿌듯한 이유..

이것이 굵직한 Trigger가 될 것이라는 확실한 믿음

Saving the Earth, as an 18

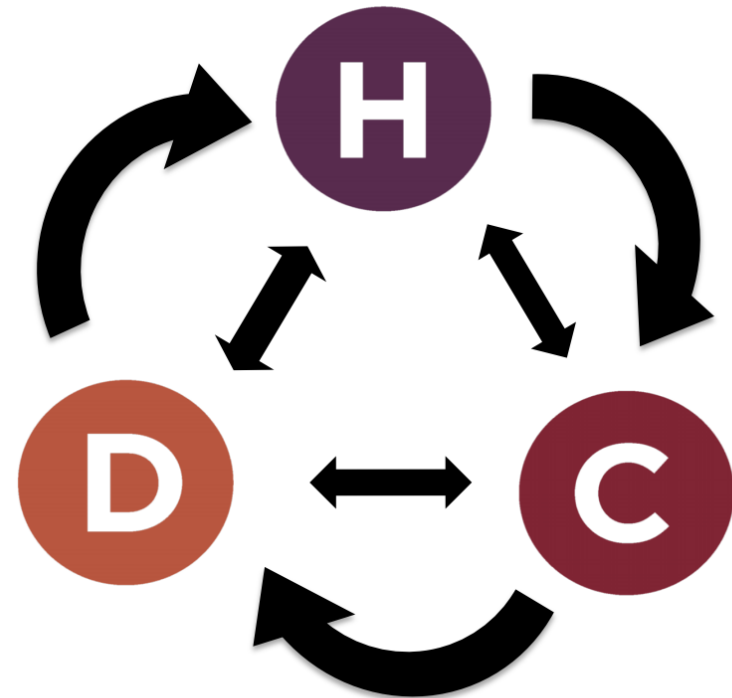
Human
Centered
Design

Hear
Create
Deliver

Theory:



Practice:



일련의 연구 “과정”
이것이 Trigger가 되기를 바라며



물과 태양열로 구동되는 습식공기정화장치를 만들어보았습니다

모두를 위한 기술의 시작이길 바랍니다,
관계자분들과 정유니 선생님께 고맙습니다,
두 손 모아,
아쿠아 령 배강민.송왕림 드림