

2017 STEAM R&E 연구 발표

가습 장치 증설을 통한 천장형 난방기의 난방 효율성 향상에 관한 연구

명덕고등학교 - 김준희, 백승우, 서희준, 성용운 (지도교사: 한마음)

INDEX

1. 연구개요

2. 연구주제 선정

3. 연구 내용 및 방법

4. 연구 진행 과정

5. 연구 성과

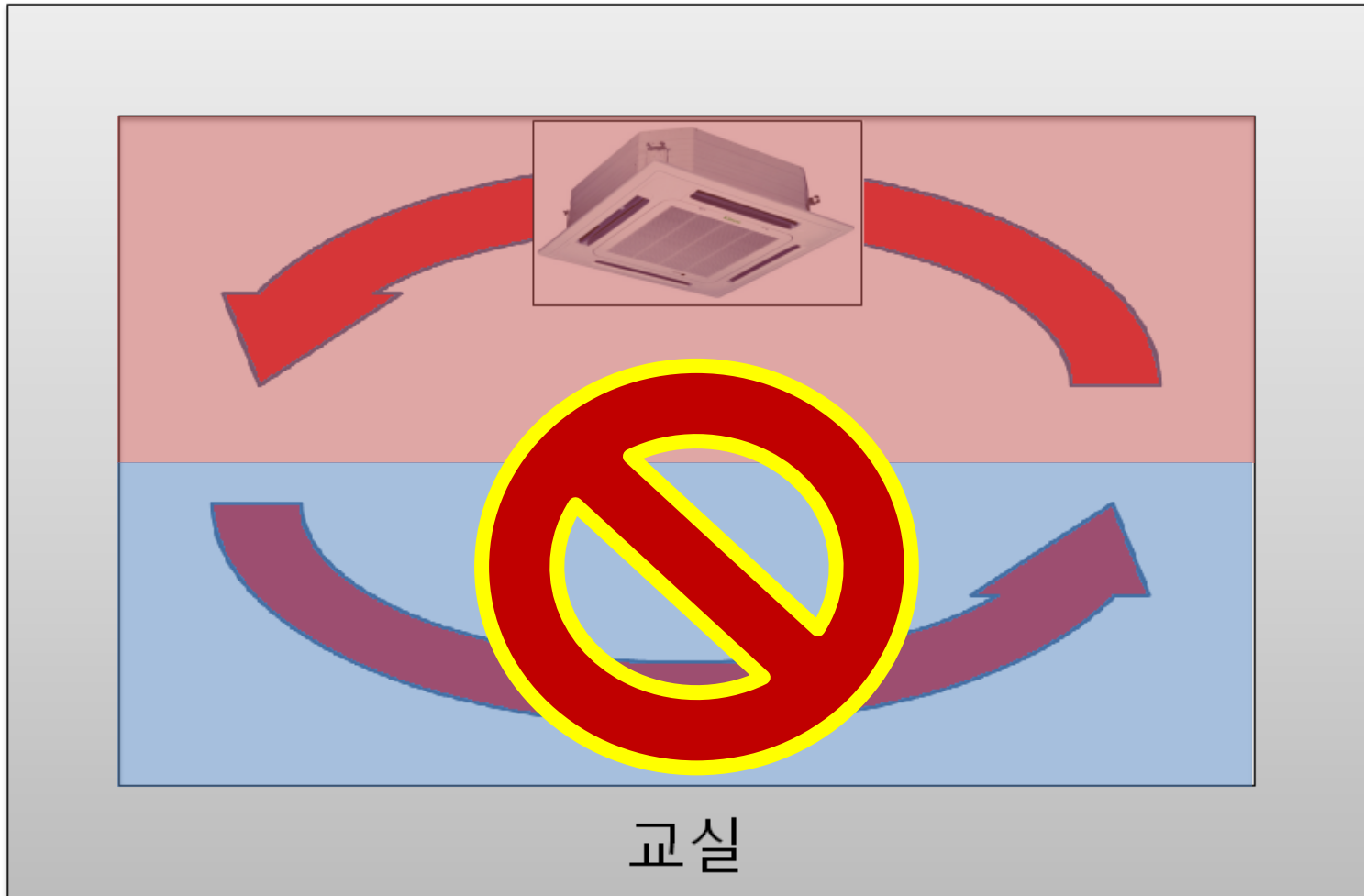
6. 기대효과 및 사후 활용

1. 연구 개요

연구 동기 및 배경

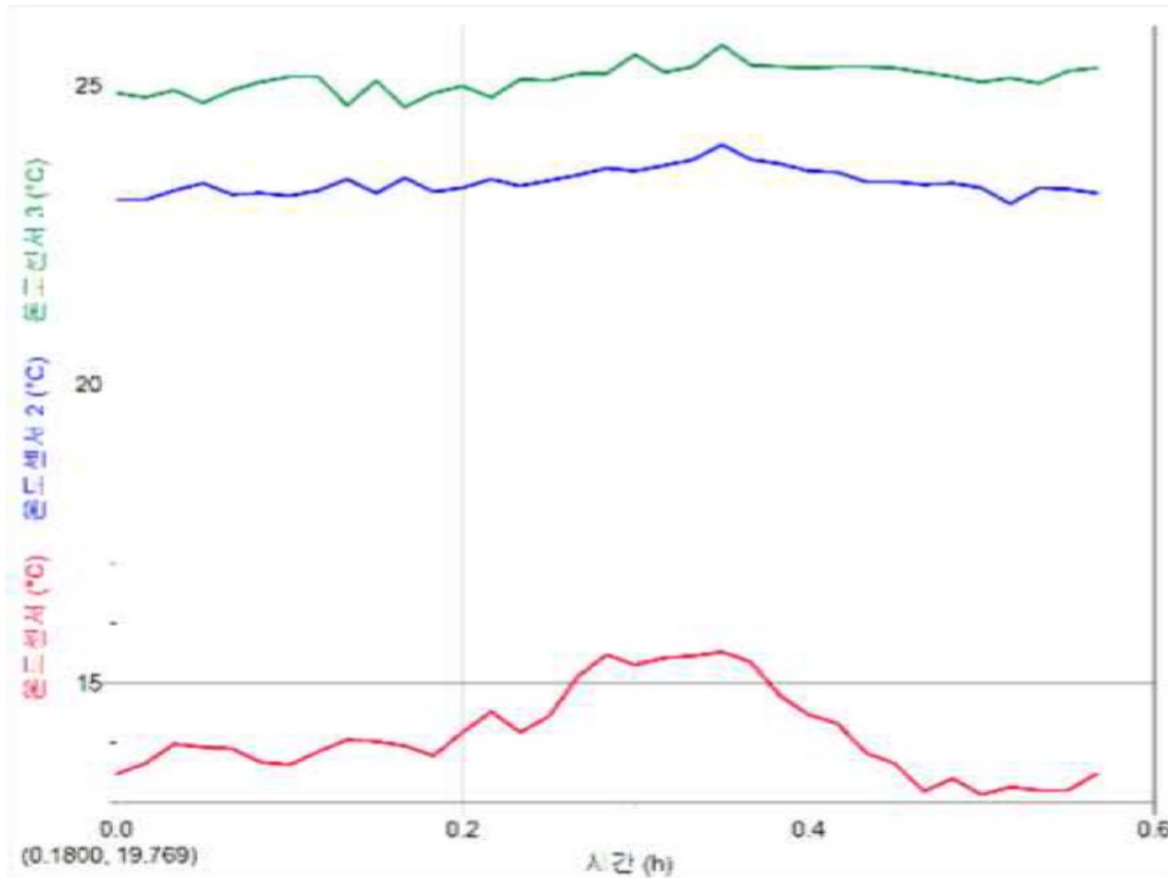
연구목적

[1] 연구 동기 및 배경



▲ 천장형 난방기 사용의 문제점

[1] 연구 동기 및 배경



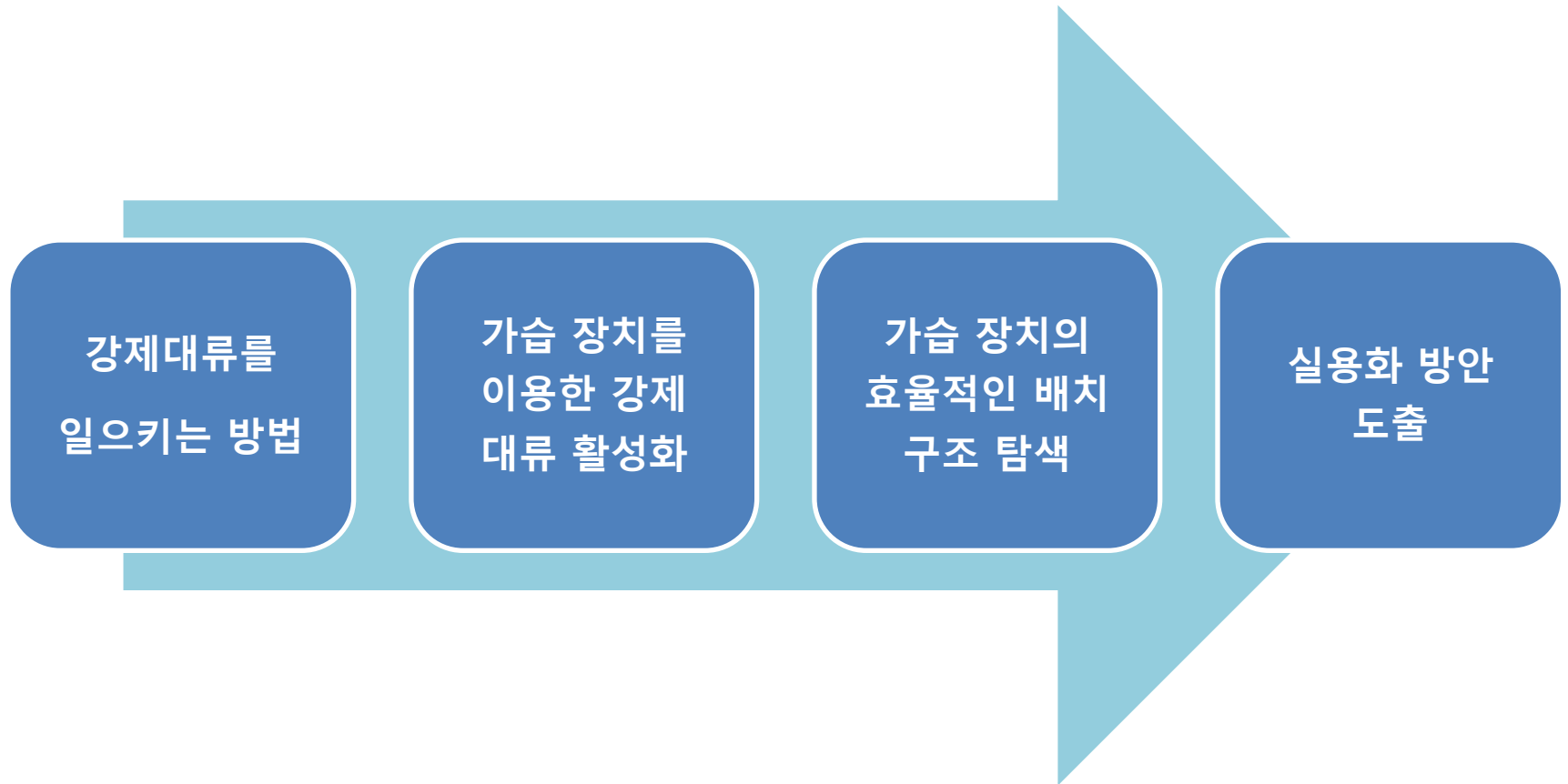
천장 부근



바닥 부근

▲ 시스템 난방기를 사용하는 교실에서의 높이에 따른 온도 분포

[2] 연구목적



2. 연구 주제 선정

이론적 배경 및 문제점 파악

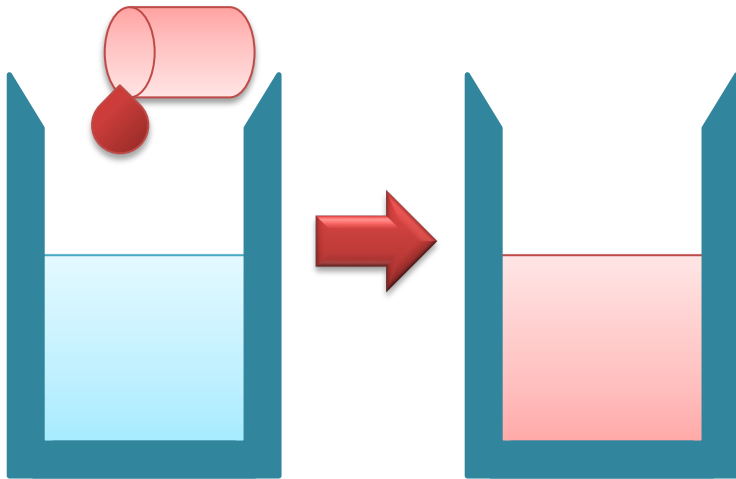
문제의 착안점

연구 주제의 선정 과정

[1] 이론적 배경 및 문제점 파악

1) 대류 현상

- 유체 내에서 분자들이 확산, 이류 등에 의해 이동하는 현상



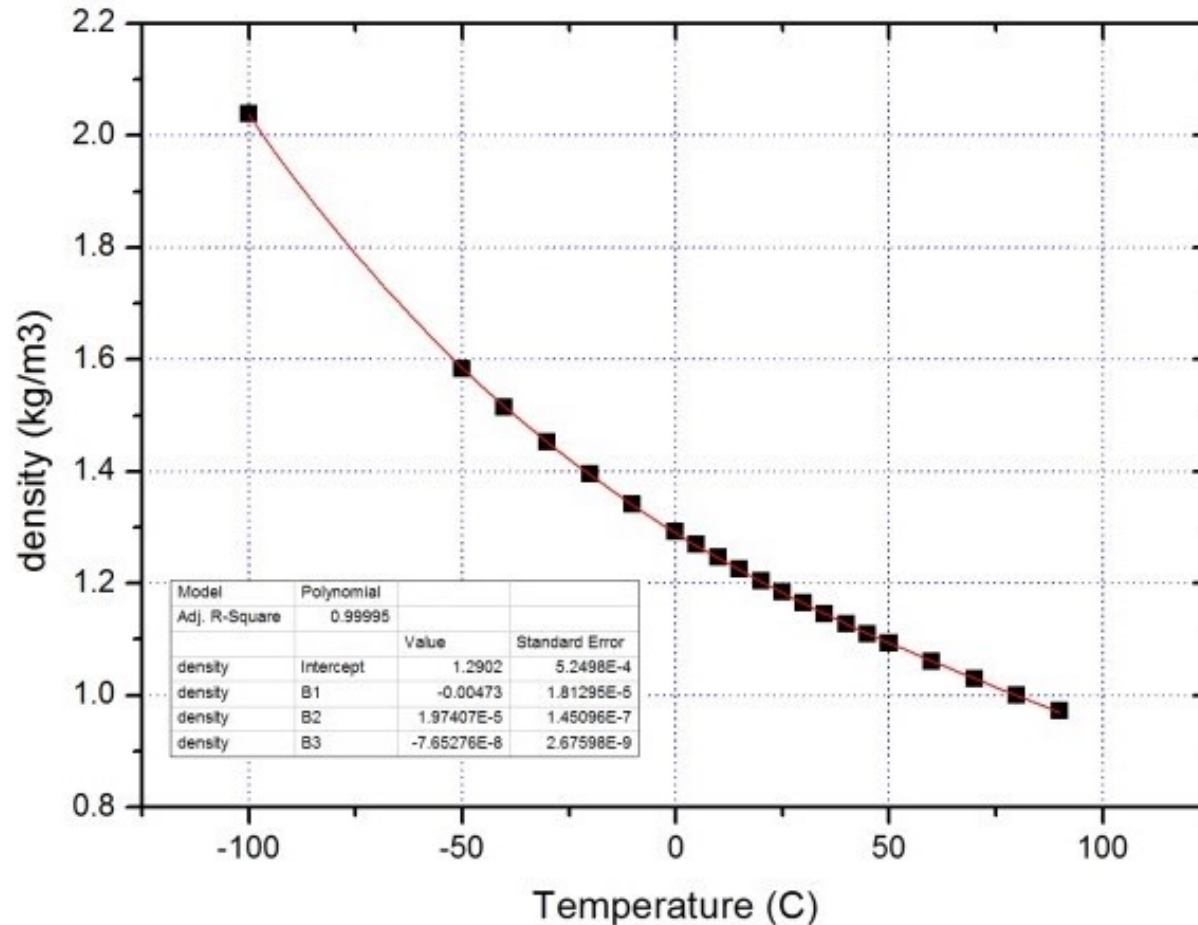
▲ 확산 현상의 예를 간단히 표현한 그림



▲ 이류 현상의 예를 간단히 표현한 그림

[1] 이론적 배경 및 문제점 파악

2) 문제점 파악

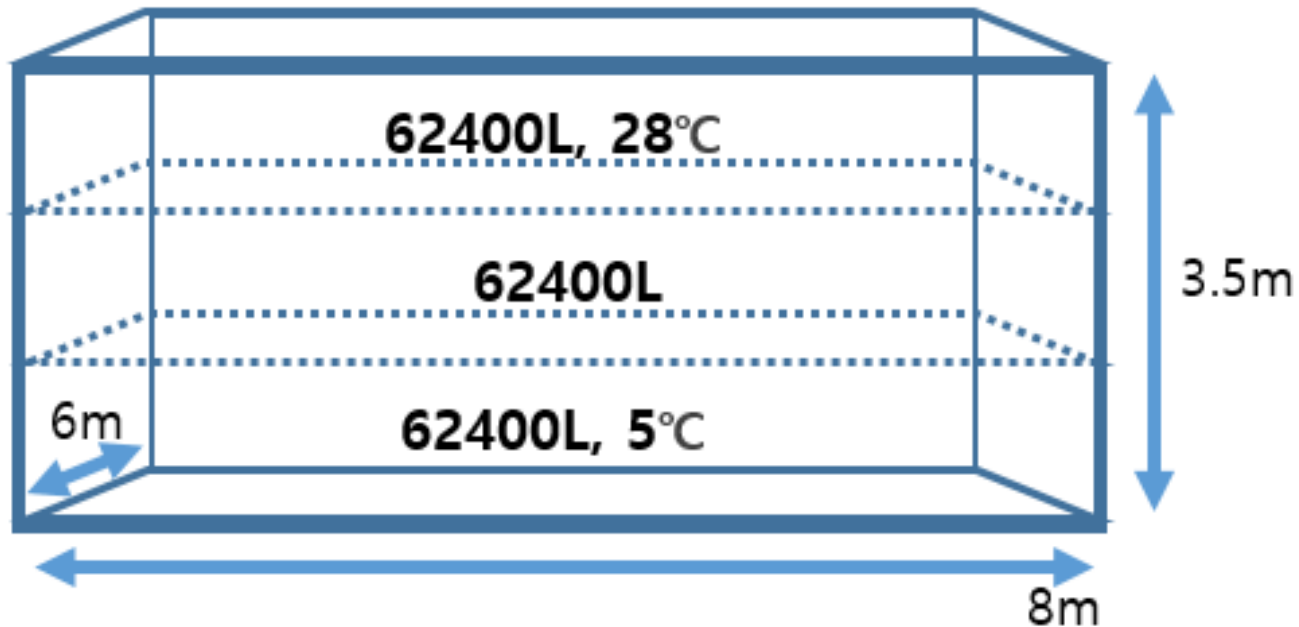


▲ 온도-밀도 그래프를 통한 유체의 분포

[1] 이론적 배경 및 문제점 파악

2) 문제점 파악

- 다음 크기와 같은 교실을 가정해두고, 직접 식을 세워 계산을 해봤다
- 이러한 계산을 통하여 온도의 분포에 따른 밀도 차이 때문에 대류가 원활히 일어나지 못한다는 것을 알게 되었다



▲ 교실에 유체의 양과 온도를 나타낸 분포도

[1] 이론적 배경 및 문제점 파악

2) 문제점 파악

천장형 히터의 구조상 상·하부 공기가 밀도 차이로 인하여 섞이지 않아 대류가 일어나지 않음



이러한 밀도 차이를 극복하기 위한 방안으로 가습 장치를 통하여 공기 중에 물 분자를 분사하는 방안을 떠올림

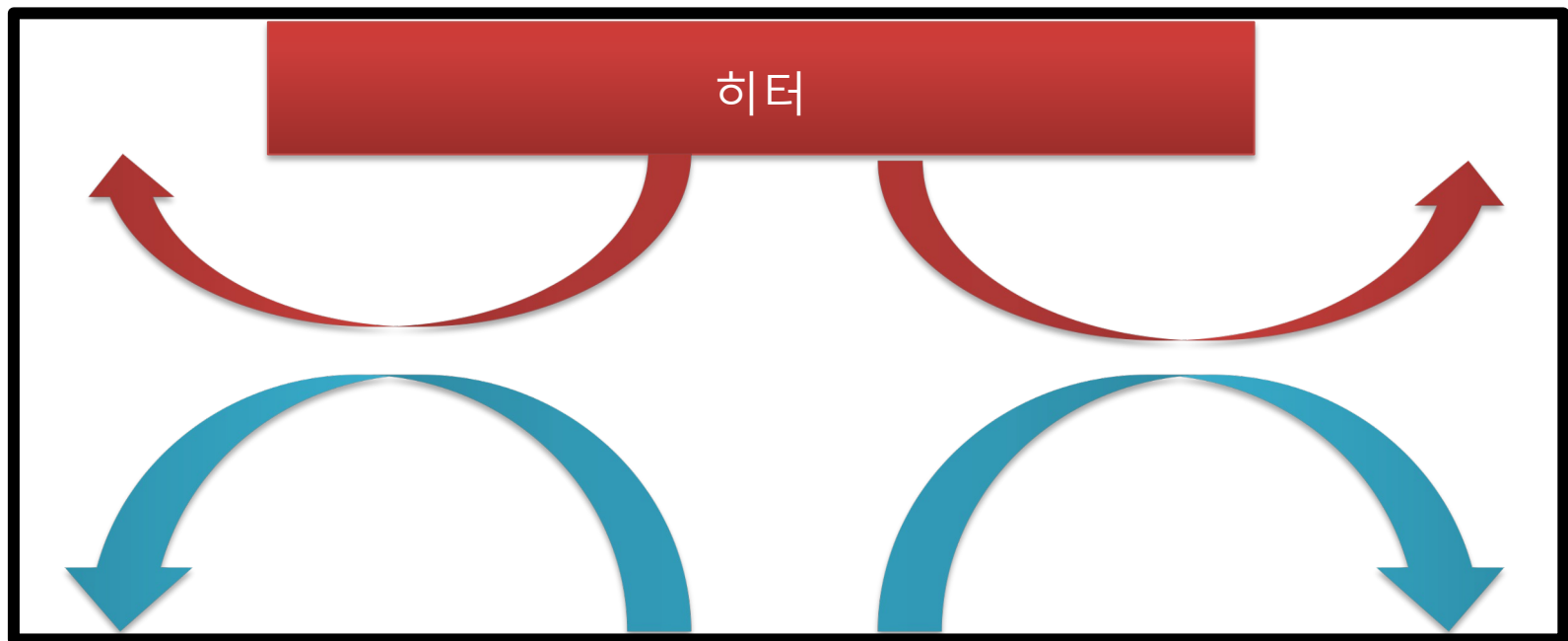


가습 장치를 설치하여 상부의 공기의 밀도를 높이면 무거운 공기가 내려오며 강제 대류가 생길 것이라 예상

[2] 문제의 착안점

1)극심한 상하 온도 차로 인한 열효율 저하

- 천장형 히터의 가장 큰 문제는 대류 현상이다
- 천장에서 더운 공기를 내뿜어도 밀도 차이로 인해 따뜻한 공기가 하강하지 않기 때문에 대류 현상이 일어나지 않는다



▲ 천장형 난방기의 문제점을 도식화 시킨 그림

[2] 문제의 착안점

2) 천장형 에어컨의 사용 비율 증가

- 현재 학교나 관공서부터, 기업까지 대부분의 건물들이 천장형 에어컨을 쓰고 있다
- 이러한 천장형 에어컨의 사용이 늘어난다는 뜻은, 대류 현상에 의한 난방 효율 문제를 겪는 사람이 증가한다는 뜻이다.



▲ 국내 시스템 에어컨(천장형 난방기)의 시장 규모 추이

[2] 문제의 착안점

2) 난방비(전기료)/단열재 보강 비용의 부담

- 열 효율이 낮은 천장형 에어컨으로 비교적 오랜 시간 난방을 하기 때문에 난방비가 증가하고 이로 인한 추가 공사가 진행되어 문제라고 한다



PD수첩 전력대란의 감춰진 진실

주택용 전기요금 누진체계

사용량	전기 요금	100kWh대비 누진세 증가율
100kWh	7,170원	
200kWh	21,660원	약 3배
300kWh	43,230원	약 6배
400kWh	76,780원	약 11배
500kWh	126,840원	약 18배
600kWh	211,630원	약 30배

▲ 주택용 전기 요금 누진체계 기준 사용량 대비 누진세 증가율

[3] 연구 주제의 선정 과정

1) 연구 주제의 선정

- 실내 가습 장치 배치 구조 선정에 따른 실내의 열 난방 효율 비교
- 다양한 가습 장치 배치 모델 선정 및 실내의 히터 열 효율 증진
- 가습 장치 설치로 인한 난방 효율 증진을 통한 난방 비용 절약 및 이로 인한 시설 예산의 활용 범위 증대



겨울철 효과적인 실내공기의 순환 및 습도 조절에 관한 연구

3. 연구 내용 및 방법

연구 내용

연구 방법 및 절차

 **안전성**

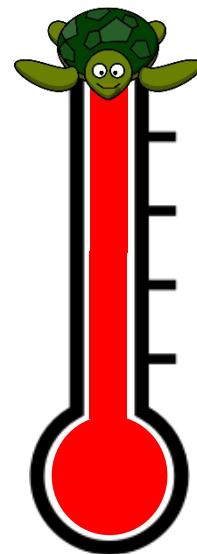
경제성



획득가능성



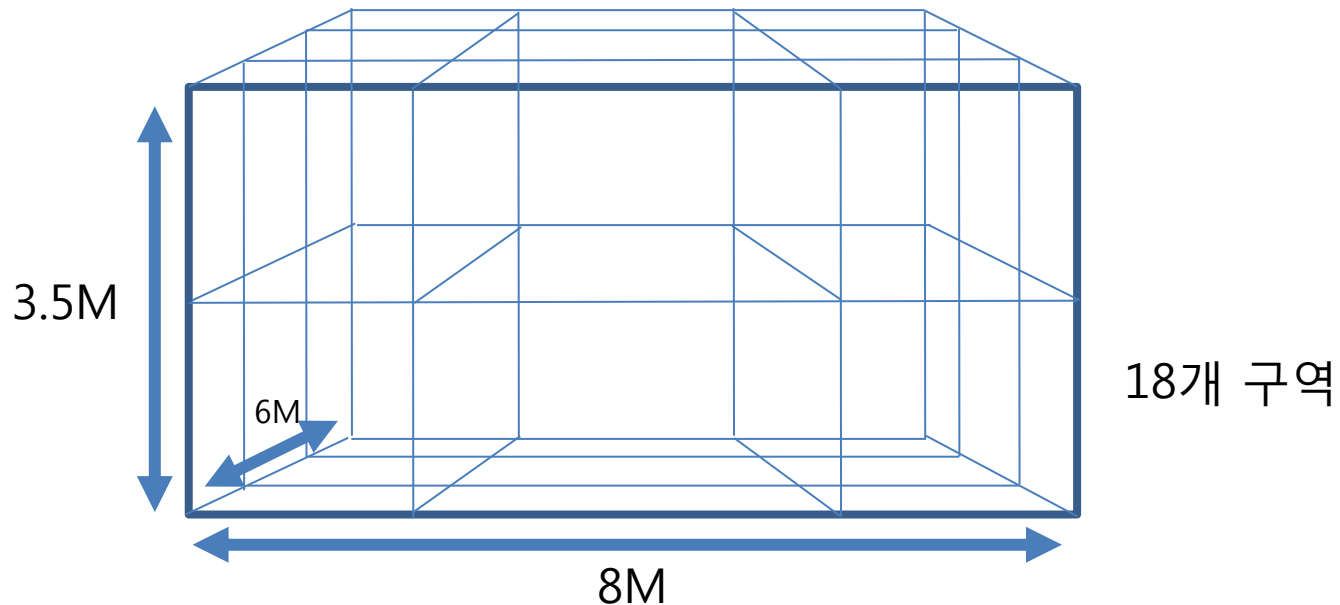
비열



[2] 연구 방법 및 절차

1) 기초 실험 설정

- 조작변인: 가슴장치 위치
- 명덕고교 교실에 설치하여 열화상 카메라, 온도계로 난방 효율성 관측



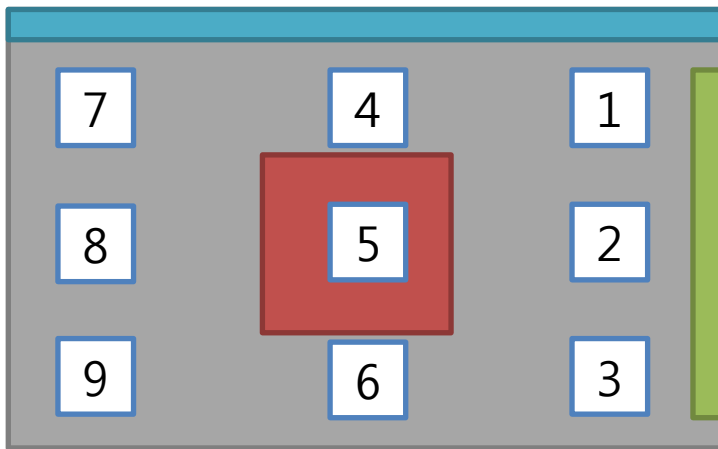
4. 실험 진행 과정

실험 과정

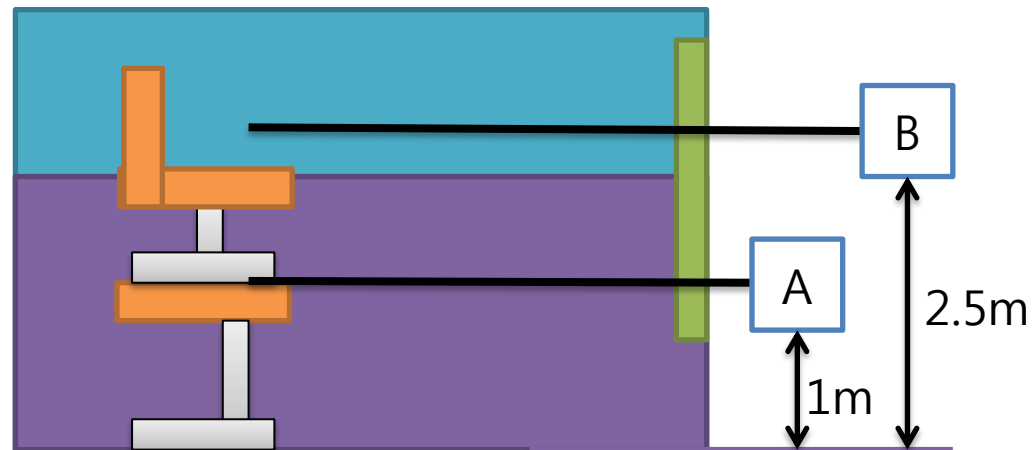
[1] 실험 과정

1) 사전 실험 준비

- 교실을 높이와 너비에 따라 18개 구역으로 분할해 온도를 측정
- 가로/세로에 따라 1번부터 9번으로 나누고 높이에 따라 A, B로 구분함



▲ 가슴 장치의 배치 (1)

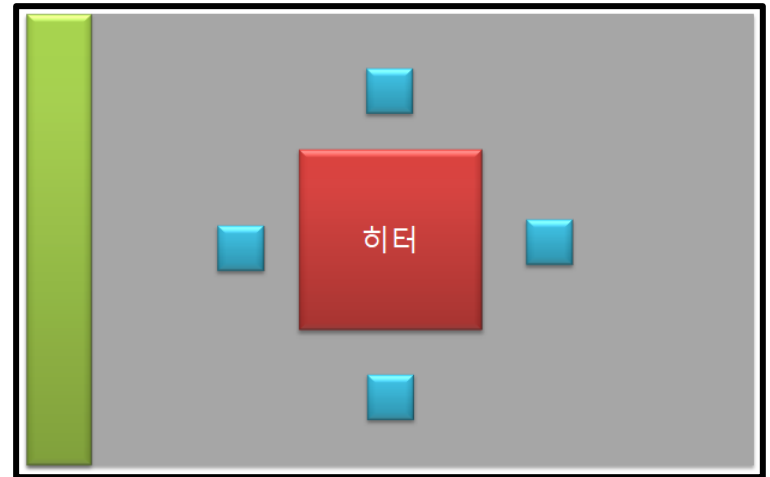


▲ 가슴 장치의 배치 (2)

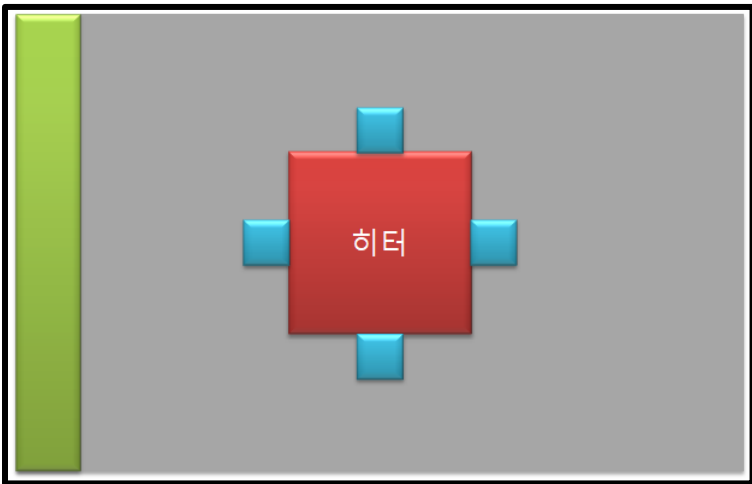
 : 히터  : 가슴 장치



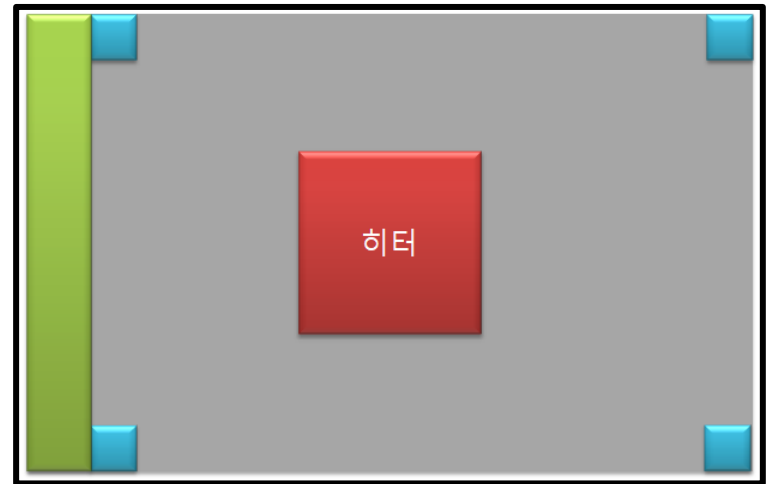
실험군 A



실험군 B



실험군 C

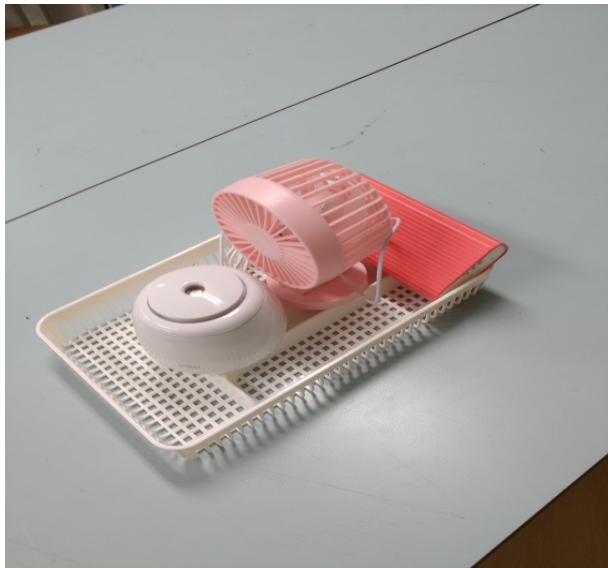


실험군 D

[1] 실험 과정

2) 가습 장치 시제품 제작

- 기존에 랜더링한 이미지를 바탕으로 시제품을 제작
- 가습기 - 팬 - 배터리 구조로 제작



▲ 가습 장치 제작



▲ 가습 장치를 배치한 모습

[1] 실험 과정

3) 실험 준비

- 18개 구역에 설치할 온/습도계를 준비하여 배치
- 10분 간격으로 모든 온/습도계의 수치를 측정



▲ 온습도계

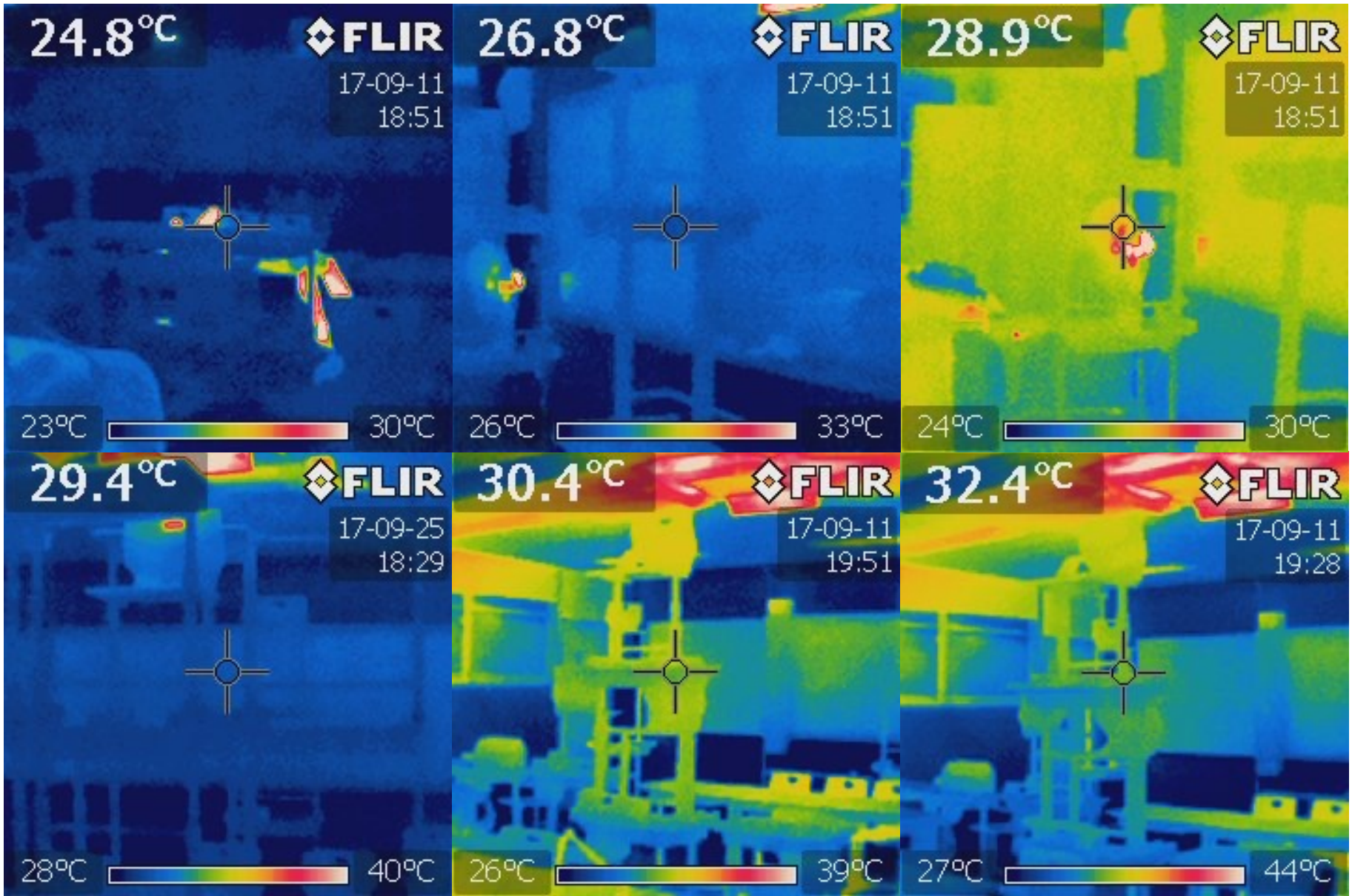


▲ 지정된 구역에 설치된 온/습도계



이





5. 연구 성과

연구 결과

연구 결론

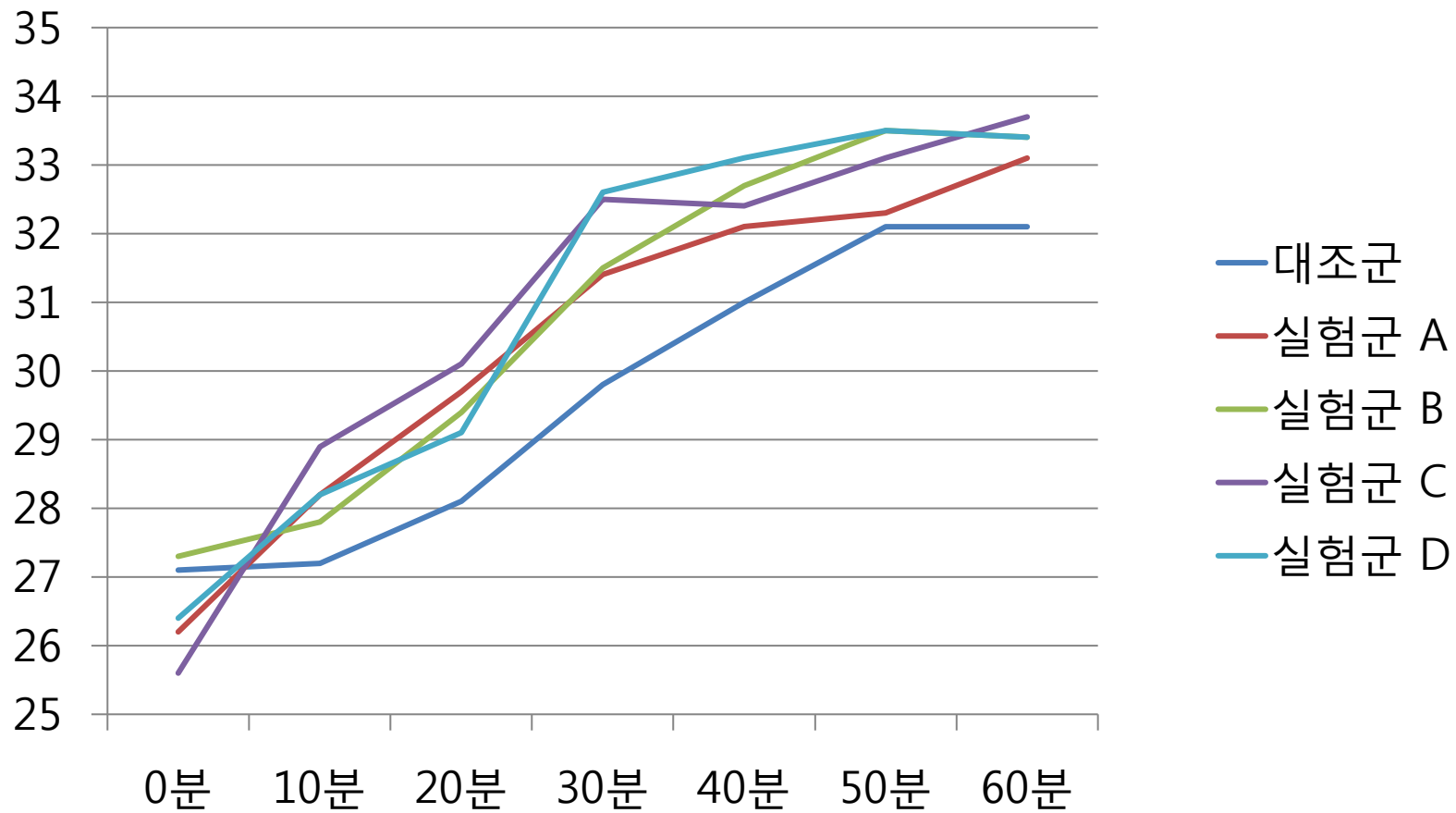
제언

	시간	온도(°C)																	
높이		1.5(m) (A)									2.5(m) (B)								
온도계 번호		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
대조군	0	27.9	27.4	27.8	26.9	27.4	28.5	27.4	27.6	27.6	27	27.4	27.1	26.9	26.9	27.1	27.1	27.3	26.7
	20	30.4	30.5	30.9	30.9	30.1	30.9	30.5	30.4	30.4	27	28.6	28.2	31.4	28.4	29.6	29.1	29.4	29.4
	40	32.3	32.7	32.7	32.4	32.7	32.6	32.8	32.4	32.6	27	30.3	29.8	32.7	30.2	32.3	31.3	30.1	31.6
	60	32.9	32.7	32.7	33.4	33.5	32.6	32.8	32.2	32.9	31.6	31.3	30.1	33.3	31.1	32.4	31.4	31.6	32.9
실험군A	0	27.1	27.4	27.3	27.8	27.1	27.9	27.3	27.3	27.6	27.7	27.6	27.3	26.8	27.1	27.1	27.0	27.0	27.3
	20	31.5	32.8	31.9	31.8	37.1	31.4	31.3	30.8	31.8	29.6	31.2	30.3	31.1	29.7	30.4	29.4	29.9	30.3
	40	32.6	33.8	32.4	33.1	38.0	32.3	32.5	32.1	33.2	30.9	32.9	32.1	32.3	31.1	31.9	31.0	31.9	31.6
	60	33.5	34.1	32.8	33.7	37.2	32.2	32.5	33.0	33.9	32.0	33.9	32.1	32.5	32.3	32.6	32.1	32.3	32.2
실험군B	0	27.1	27.3	27.6	27.3	27.2	26.6	27.6	27.1	27.8	27.3	27.0	26.6	27.0	27.4	26.8	27.3	27.1	26.5
	20	30.3	32.3	30.3	33.8	32.6	30.2	30.8	32.1	32.6	29.5	31.0	28.7	30.2	30.8	28.9	29.3	28.8	28.9
	40	32.7	34.8	32.3	36.4	34.5	32.4	33.1	33.1	34.5	31.6	33.2	30.6	32.3	32.7	29.6	31.9	31.8	30.6
	60	33.1	35.1	32.9	36.3	34.8	33.0	32.9	34.0	35.1	31.9	33.9	31.1	33.1	33.8	30.3	32.1	32.4	31.4
실험군C	0	26.7	26.1	27.1	27.6	27.1	26.6	26.9	27.4	27.1	26.3	26.3	26.1	26.6	26.6	26.1	26.7	27.1	26.5
	20	30.7	32.0	30.7	33.9	33.1	31.1	31.9	31.7	31.1	29.3	31.8	29.3	29.8	30.2	28.9	29.6	27.6	28.9
	40	33.1	34.2	33.2	35.6	34.8	32.4	32.8	33.1	33.5	31.6	33.2	30.3	32.0	32.9	30.5	30.6	32.4	30.1
	60	33.1	33.8	32.9	35.0	34.8	32.4	33.1	33.1	33.1	31.9	33.9	32.1	32.9	33.2	32.1	32.1	32.5	31.4
실험군D	0	26.3	27.4	27.2	27.0	27.1	27.4	27.4	27.7	27.3	27.1	27.2	27.5	27.1	27.4	27.9	27.4	26.7	27.0
	20	29.9	32.3	31.0	33.6	32.4	32.8	32.4	32.9	32.3	25.3	32.9	30.6	30.4	30.5	30.6	30.2	30.2	30.4
	40	32.5	33.2	32.8	34.2	33.5	33.1	33.5	33.4	33.2	32.3	33.6	31.5	31.9	31.3	31.8	32.9	32.4	32.2
	60	32.8	33.3	32.4	34.5	33.9	32.9	33.5	34.1	33.3	33.2	34.2	33.0	32.8	32.2	32.7	32.9	33.9	32.6

▲ 시간에 따른 모든 18개 구역의 온도 값을 정리한 표

[1] 연구 결과

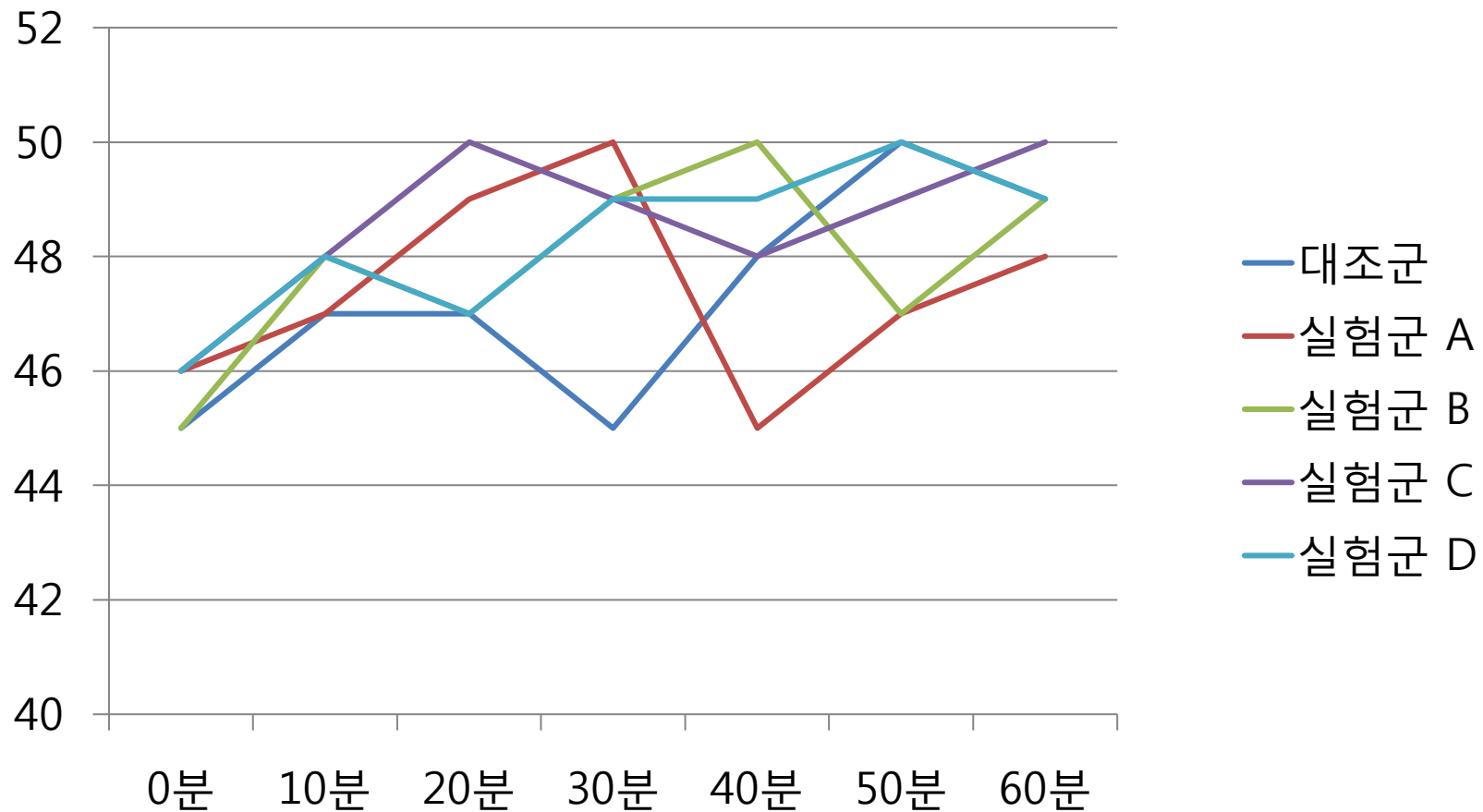
2) 시간에 따른 온도 변화 비교



▲ 시간에 따른 온도 변화를 그래프로 나타낸 결과

[1] 연구 결과

3) 시간에 따른 습도 변화 비교

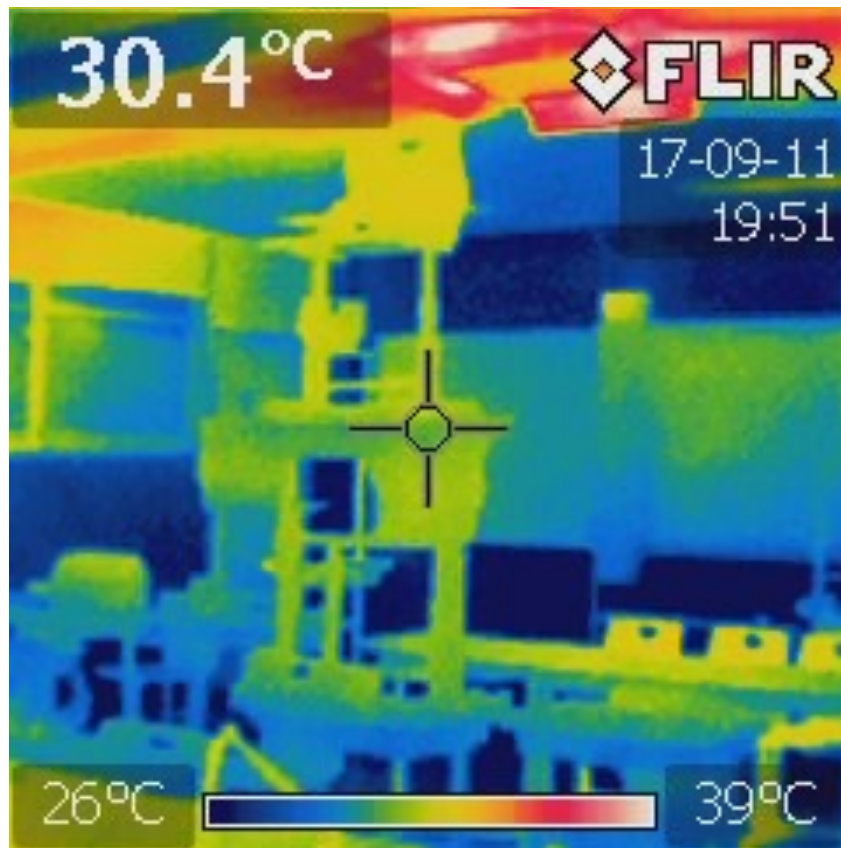


▲ 시간에 따른 습도 변화를 그래프로 나타낸 결과

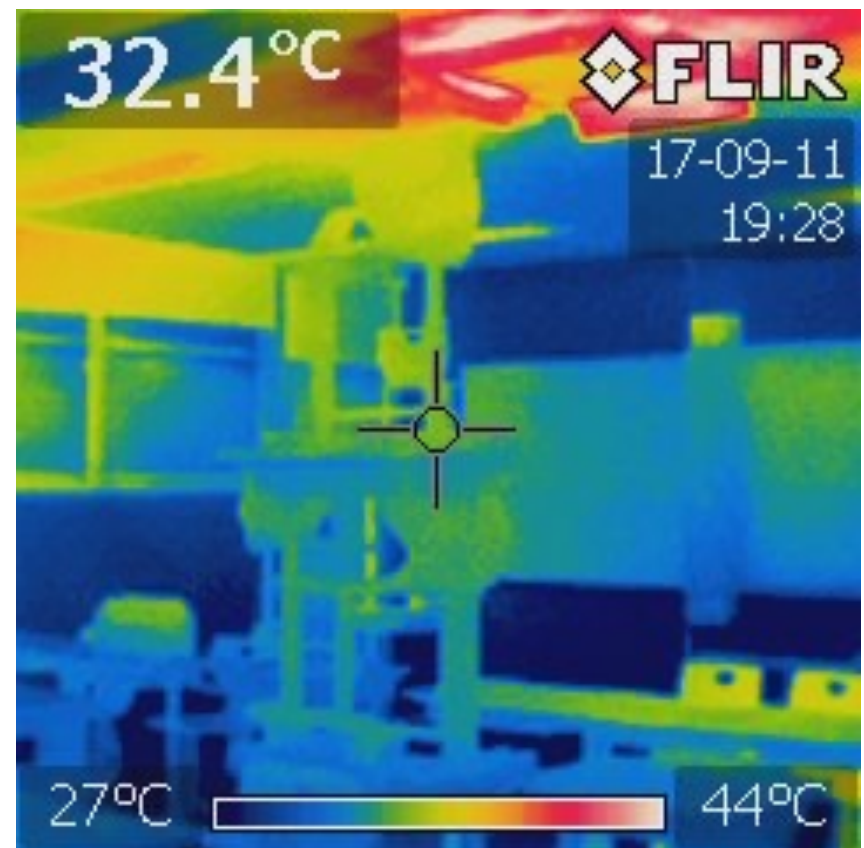
[1] 연구 결과

4) 적외선 촬영을 통한 온도 비교

대조군



실험군 C



[2] 연구 결론

- 강제 대류를 통한 열의 전달이 수증기의 기화열로 인한 열의 손실 보다 더 우세하다
- 가습 장치를 사용함에 따라 염려된 교실 내 불쾌 지수 수치는 예상 범위 보다 낮아서 실제 생활에 큰 지장을 주지 않을 것으로 보인다
- 가습 장치를 증설하여 천장형 난방기를 사용하는 것이 교실 내 전체적인 기온 상승에 있어 더 효율적이다



가습 장치를 이용한 강제 대류가 천장형 난방기의 난방 효율을
높여주는 효과를 보였음

[3] 제언

- 이번 연구를 통해 우리의 힘으로 우리가 겪는 실생활의 불편함 대해서 접근을 하고, 그에 따른 해결 방안을 모색할 수 있다는 자신감을 얻을 수 있었음
- 난방의 효율성을 증대하는 것에는 단순 대류뿐만 아니라, 물의 비열, 기화열 같은 다양한 요소를 더 추가시켜야 했음을 배울 수 있었음
- 단순히 실험 결과만 도출하는 것에서 그칠 것이 아니라, 실험 결과를 바탕으로 실험결과를 수식적으로 증명하는 것에 대한 필요성을 느꼈음

6. 기대 효과 및 활용

기대 효과

사후 활용 계획

[1] 기대 효과

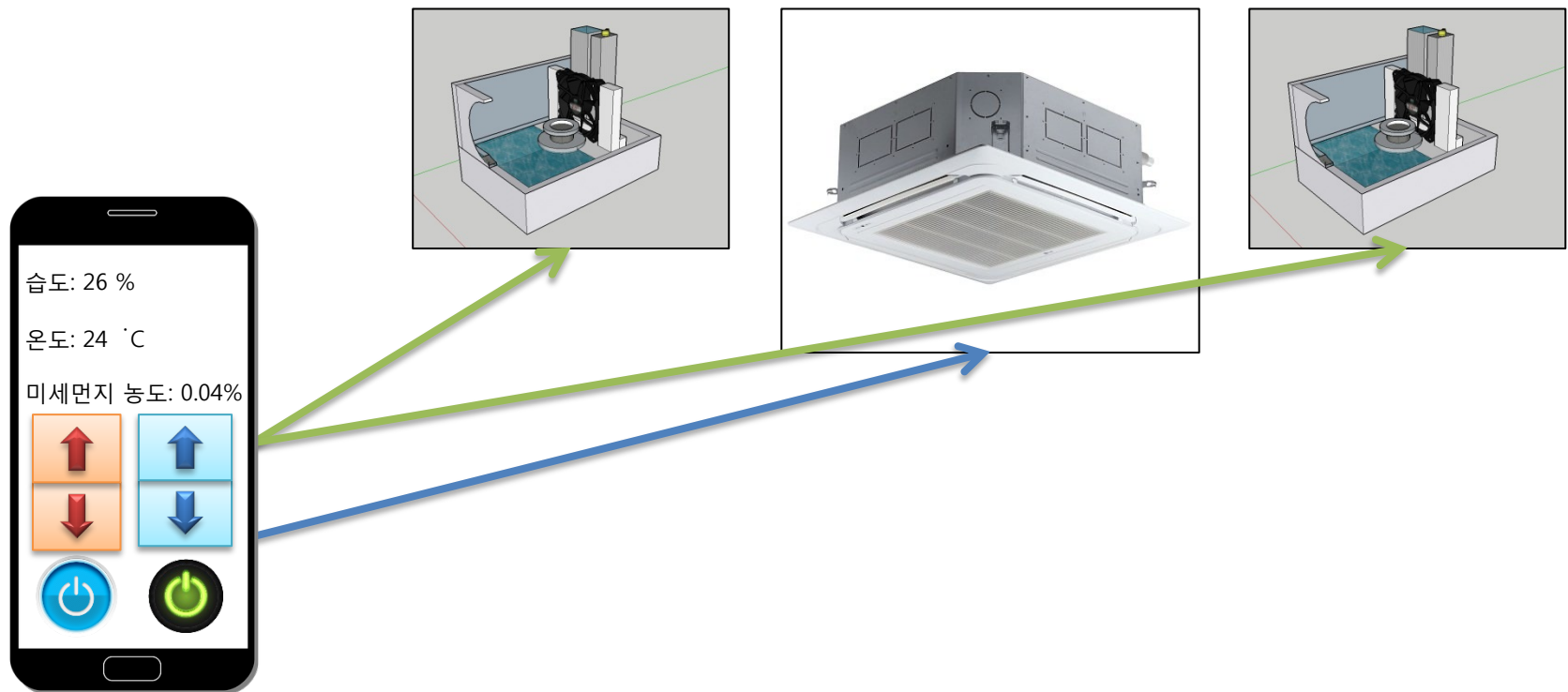
- 열효율 증진으로 난방비 절하와 에너지 절약
- 건물의 단열재 보강 혹은 추가 히터 설치로 발생하는 비용 삭감
- 공공 기관에서 비용 삭감을 통한 다른 분야에서의 예산 증가

[2] 사후 활용 계획

- 가습장치 물 분사각에 따른 효과적인 공기 순환 정도 탐색
- 기술 실용성 검토 추후 특허 신청 (2017. 12)
- 교내 축제인 '누리제'(동아리 발표회) 포스터 전시(2017. 12)
- 2017년 명덕 과학 논문집 수록(2017. 12)

[2] 사후 활용 계획

● 스마트폰 앱 개발을 통한 시스템 제어



▲ ICT를 기반으로 한 앱 제작을 통한 시스템 조작

감사합니다