

바이트 코딩을 이용한 시스템적 사고와 과학교육

Systems Thinking and AI-Driven Science Education

발표자: 황영하 (평택교육지원청 청옥중학교)

연수 개요



개념 이해

코딩과 시스템 사고



구체적인 모델

순차적 과정 모델(SPM)

창발적 과정 모델(EPM)



실전 제작

바이브 코딩(Vibe Coding)

코딩이란 무엇인가?

흔한 오해 vs 본질



흔한 오해

“코딩 = 컴퓨터 프로그램을 짜는 일”

전공자만 다루는 어려운 문법

암호 같은 영어 코드

오타 하나로 멈추는 까다로운 작업

→ ‘기술’의 영역



본질

“코딩 =
문제를 단계로 분해하는 알고리즘”

입력(Input)·과정(Process)·출력(Output)으로 구조화

조건과 반복으로 단계를 쪼개는 사고

언어가 아닌 ‘논리의 흐름’이 핵심

→ ‘사고’의 영역

코딩의 ‘옷’은 언어이지만, ‘속’은 알고리즘입니다.

코딩의 진화

전문가의 영역에서 모두의 사고로

```
<html>
<head>
<div>
<div>
<form method="post" action="#" id="formvalue" onkeyu
drawChart()" />
</form>
</div>
</div>
</html>

<script type="text/javascript" src="https://www.google.com/jsapi
script>
<script type="text/javascript">

var bid = 43;
var ask = 21;

google.load("visualization", "1", {packages:["corechart"]});
google.setOnLoadCallback(drawChart);
function drawChart() {
var data = google.visualization.arrayToDataTable([
['Price', 'Quantity'],
['Value #1', bid],
['Value #2', ask],
]);
```

1세대

텍스트 코딩

도구

Python, C++, Java

대상

전문가 / 개발자

핵심

문법 · 환경설정 · 디버깅

2세대

블록 코딩

도구

Scratch, Entry

대상

초·중·고 학생

핵심

논리 구조에 집중



3세대

어린이 코딩 교육

도구

보드게임, 종이 활동

대상

미취학 · 저학년 아동

핵심

‘순서도’로서의 사고

문법은 사라져 가지만, **‘문제를 단계로 쪼개는 사고’**는 더 어린 학년까지 스며들고 있습니다.

스탠포드도 바이브 코딩으로

“

코드를 직접 작성하는 대신, AI를 안내하여 앱과 웹사이트를 만드는
개념 중심(*concept-first*) 접근.

— *Stanford Continuing Studies, Vibe Coding 강의 소개 (2025)*

2025년 가을, 스탠포드는 정규 학부 과정에 CS146S 'Modern Software Developer'를 신설했습니다.
‘How to code’가 아니라 ‘What & Why to build’ — 아이디어가 차별점입니다.

컴퓨팅 사고력 (Computational Thinking)

모든 코딩에 공통으로 남는 사고

“컴퓨팅 사고력은 컴퓨터 과학자만의 것이 아니라, 모든 사람이 갖추어야 할 기본 소양이다.”

— Jeannette Wing (2006)

01

분해

Decomposition

복잡한 문제를 다룰 수 있는 작은 부분으로 쪼개기

02

패턴 인식

Pattern Recognition

여러 사례에서 공통점·반복 구조 찾아내기

03

추상화

Abstraction

본질적이지 않은 세부를 떼어내고 핵심만 남기기

04

알고리즘

Algorithm Design

문제 해결을 단계와 규칙으로 표현하기

컴퓨팅 사고 → 시스템 사고

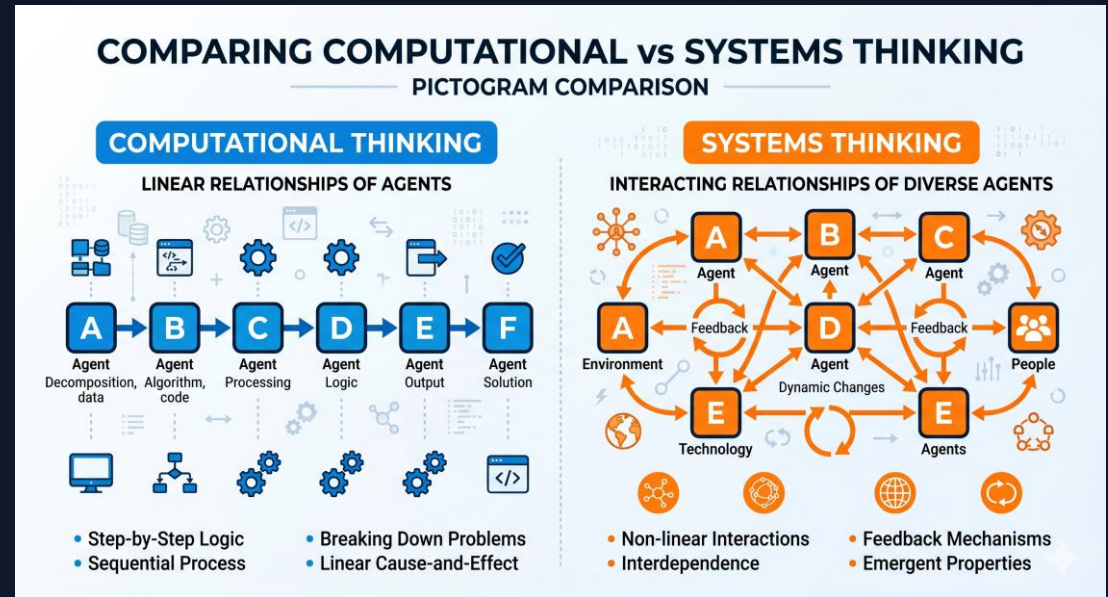
‘분해’가 통하지 않는 현상을 만났을 때

컴퓨팅 사고가 잘 다루는 것

- ✓ 분해 가능한 문제
- ✓ 선형적 절차
- ✓ 재현 가능한 알고리즘

그러나 복잡한 현상에는...

- ! 쪼개도 답이 안 나오는 현상
- ! 비선형적·확률적 인과
- ! 관계가 본질인 시스템(system)



NGSS와 과학교육의 방향

“ 전체를 이해하기 위해서는 단순히 부분들의 성질을 합산하는 것이 아니라,
부분들 간의 관계에 주목해야 한다.

— *National Research Council (2012)*

미국 차세대 과학교육 기준(NGSS)의 4번째 관통 개념:
시스템과 시스템 모델 (Systems and System Models)

시스템 사고의 정의

복잡한 현상을 개별 구성 요소가 아닌, 요소들 간의 상호작용과 관계의 관점에서 이해하는 사고 방식



- 상호작용 (Interaction): 구성 요소 간 영향력
- 창발성 (Emergence): 1+1이 2가 아닌 현상
- 비선형성 (Non-linearity): 복잡한 인과 관계
- 전체성 (Wholeness): 통합적 전체로서의 이해

KEYSTONE SPECIES & ECOSYSTEM CASCADE

1. THE WOLF & THE BEAVER: BALANCING LOOP & REINFORCING LOOP

BALANCING LOOP (B1): WOLF-DEER BALANCE



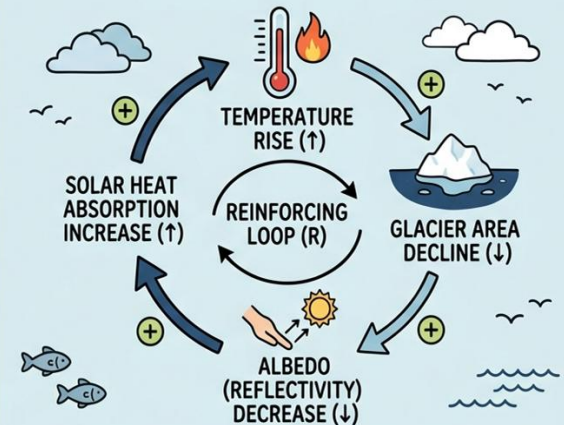
WOLF RESTORATION (↑) LEADS TO BALANCED DEER POPULATION (↓).

REINFORCING LOOP (R): HEALTH AMPLIFICATION



DEER DECREASE (↓) → WILLOW THRIVES (↑) → BEAVER RETURNS (↑) → AQUATIC PLANTS FLOURISH (↑). THIS LOOP AMPLIFIES ECOSYSTEM HEALTH (R).

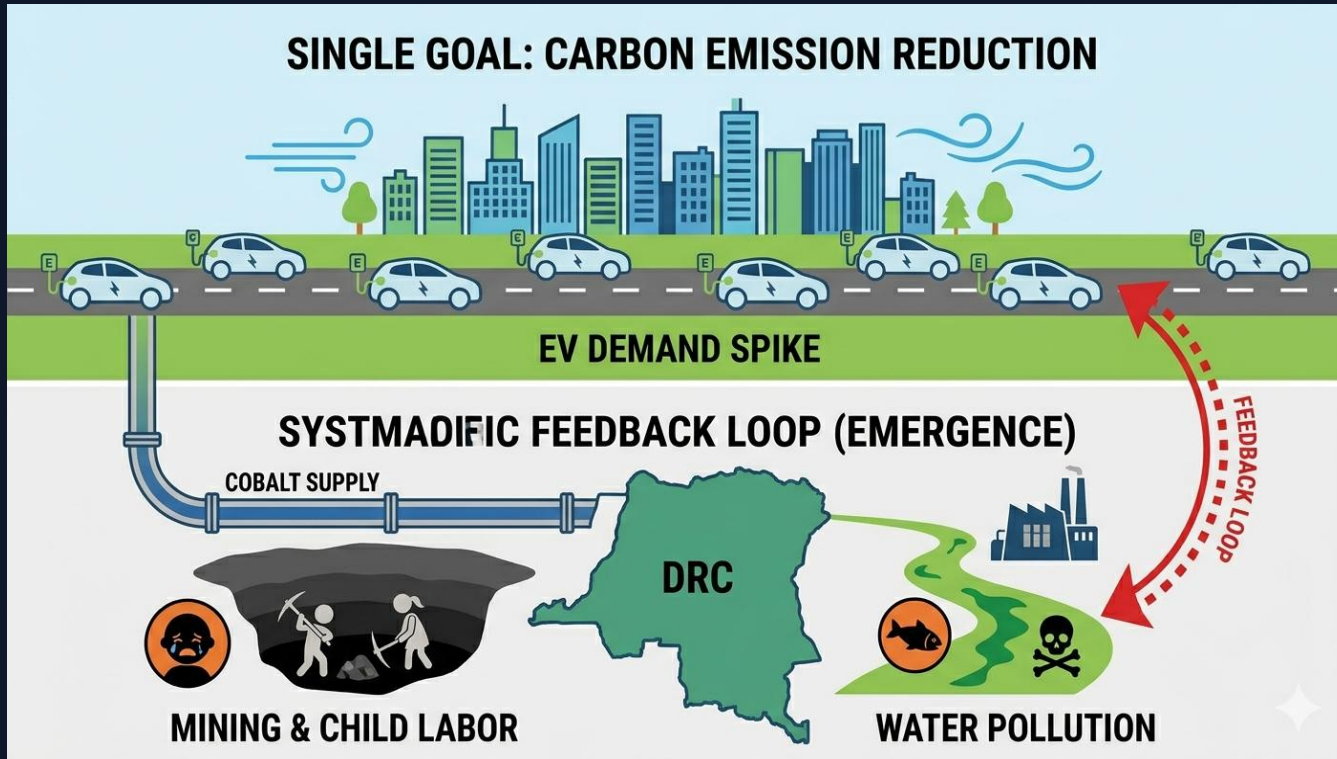
2. GLACIER MELT & ALBEDO EFFECT: REINFORCING LOOP (R)



TEMPERATURE RISES (↑) → GLACIER MELTS (↓) → ALBEDO DECREASES (↓) → HEAT ABSORPTION INCREASES (↑). THE LOOP SELF-ACCELERATES MELTING (R).

사례 1 — 친환경 정책의 역설

탄소 배출을 줄이려고 전기차를 늘렸더니...



1 한 요소만 본다면

‘전기차 = 탄소 배출 ↓’

→ 좋은 정책처럼 보임

2 상호작용을 본다면

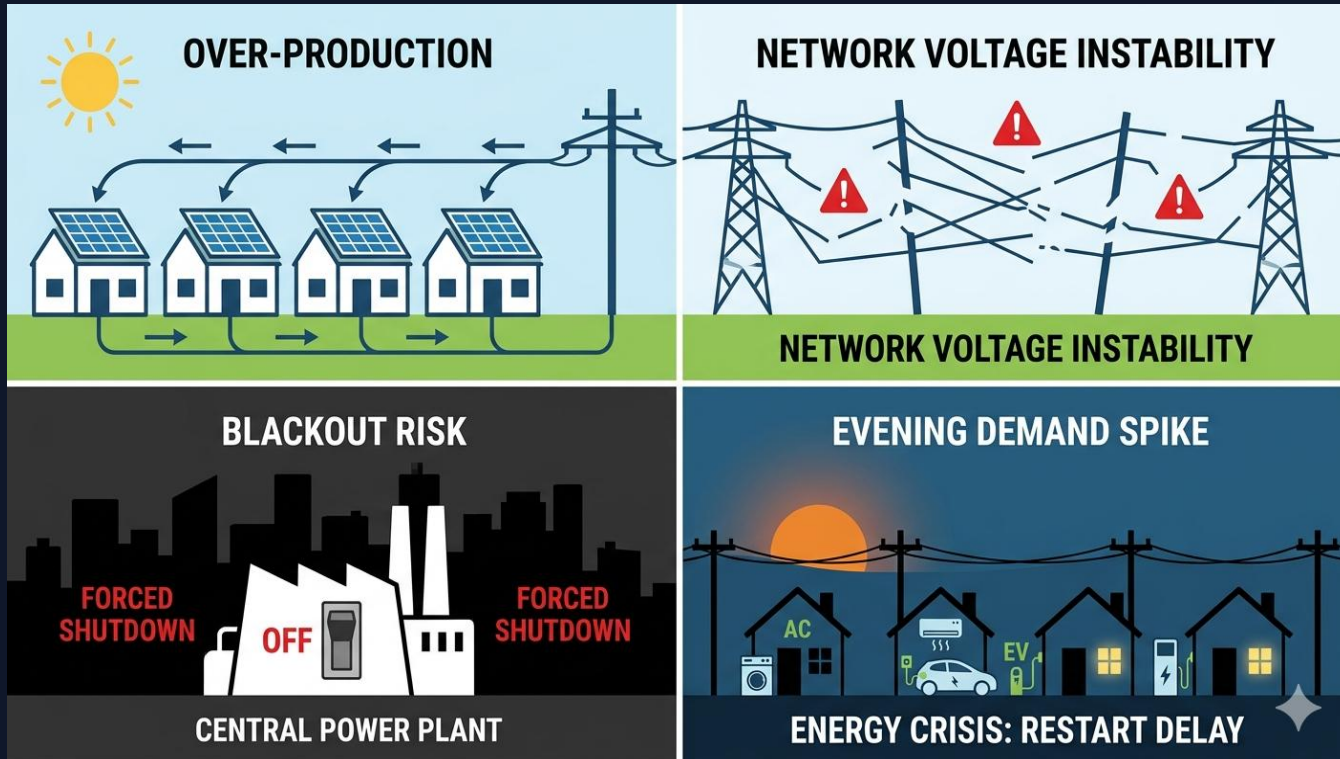
코발트 채굴 · 아동 노동 ·

수질 오염이라는 ‘새로운 문제’가 창발

단일 목표를 추구하면 **보이지 않던 연결고리**가 새로운 문제로 떠오릅니다.

사례 2 – 태양광 보급의 역설

재생에너지를 늘렸더니 전력망 전체가 흔들린다



1 한 요소만 본다면

‘태양광 ↑ = 친환경 ↑’

→ 단순한 비례 관계

2 상호작용을 본다면

낮 과잉생산 → 전압 불안정 →

정전 위험 → 저녁 수요 폭증으로 연쇄 반응 발생

+ 산림 파괴의 문제

한 요소를 바꾸면 **전체 시스템이 함께 반응**합니다 — 단편적 사고로는 예측할 수 없습니다.

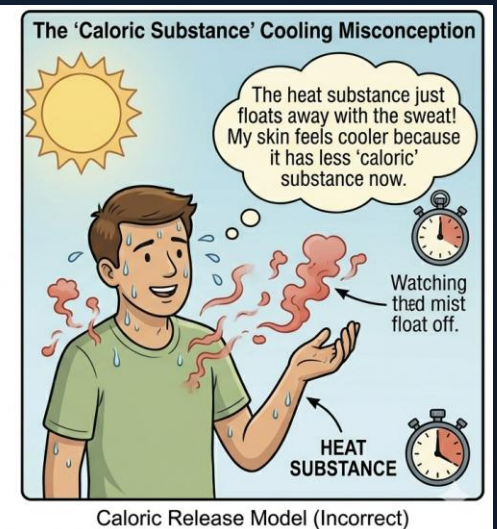
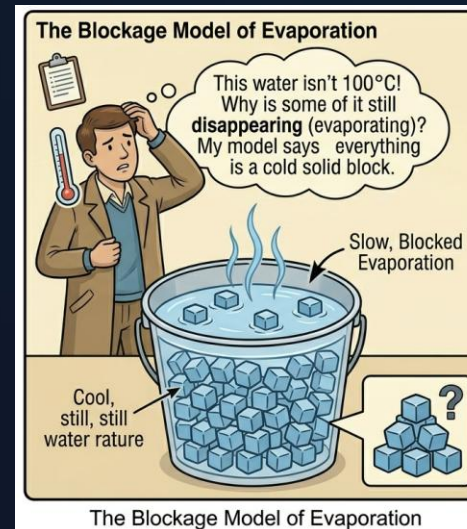
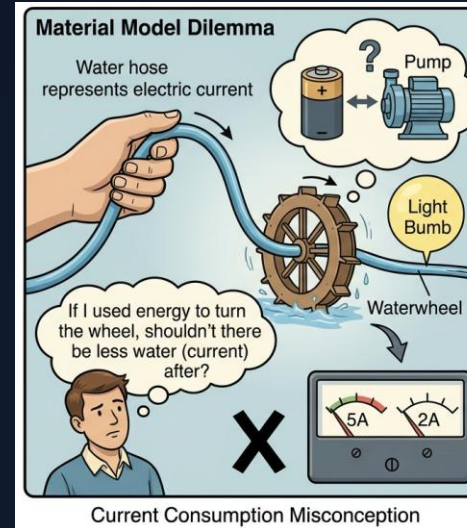
물질 vs 과정 모델

물질 모델(Matter Model)

학생들은 과학 현상을 정적인 '사물'이나 '물질'로 인식하는 경향이 있습니다. 이는 깊이 있는 인과 설명의 장애물이 됩니다.

과정 모델(Process Model)

현상을 시간의 흐름에 따른 요소들의 '상호작용'으로 인식합니다. 시스템 사고의 시작점입니다.



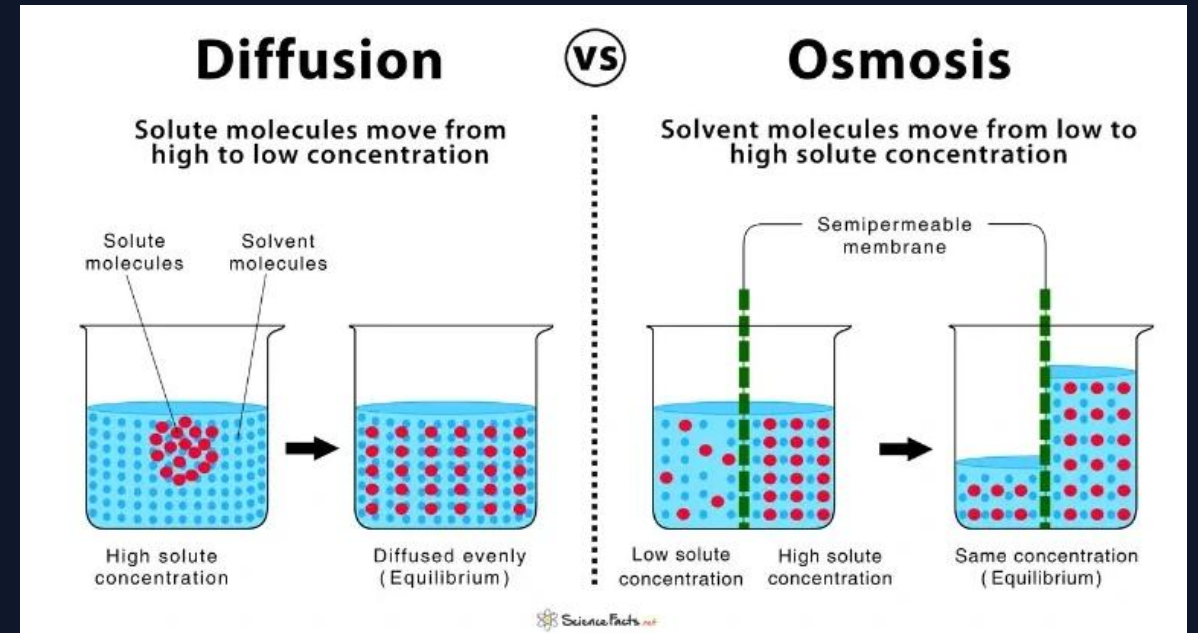
확산

SPM(순차적 과정 모델)

농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 물질이 '이동한다'는
목적론적 설명

EPM(창발적 과정 모델)

수많은 분자들이 제멋대로 움직이다가 (Random)
통계적으로 퍼져나가는 확률적 결과



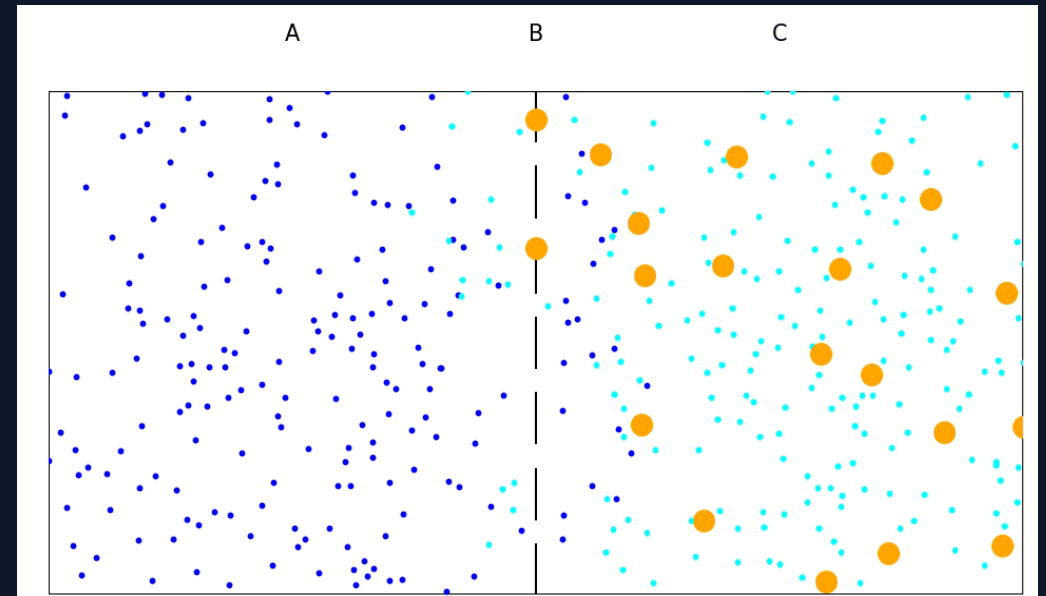
삼투압

SPM(순차적 과정 모델)

압력이나 농도 구배가 물 분자를 한쪽으로 움직인다고 설명

EPM(창발적 과정 모델)

반주막 근처에서 용질 분자가 물 분자의 충돌을 방해하는 '확률적 비대칭'에 주목한다



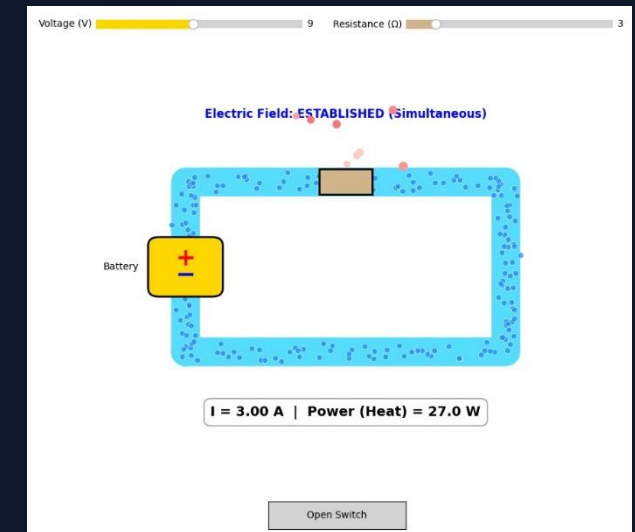
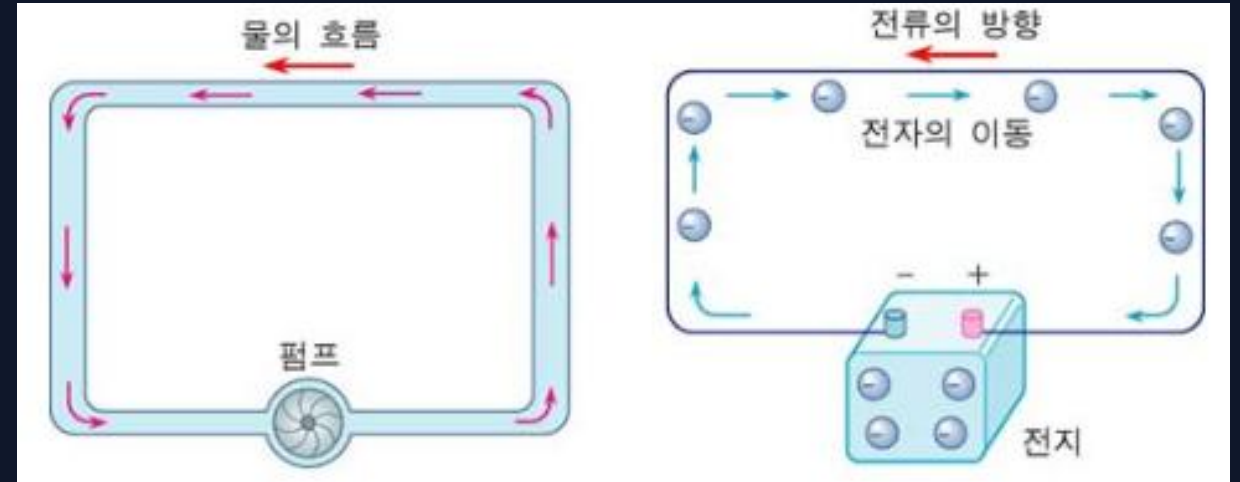
전류

SPM(순차적 과정 모델)

전자의 이동을 물에 비유

EPM(창발적 과정 모델)

전류는 스위치를 켜는 순간 회로 전체에 형성되는 전기장에 의해 모든 전자가 동시에 반응해서 나타나는 현상이다.



같은 사고, 다양한 과학교과

현상	한 요소만 보는 시각 (SPM)	상호작용을 보는 시각 (EPM)
열 전도	뜨거운 쪽이 차가운 쪽을 '데운다'	분자들의 무작위 충돌로 에너지가 분포된 결과
용해	물이 설탕을 '녹인다'	물·설탕 분자의 무작위 충돌이 누적되어 균질해짐
자연 선택	적자(適者, fit)가 '살아남는다'	변이 빈도가 환경과의 누적 상호작용으로 변함
해수 순환	온도 차이로 물이 위·아래로 '이동한다'	밀도·온도 차이 누적으로 거대한 흐름 창발
물의 증발	햇빛이 물을 '말린다'	빠른 물 분자가 표면을 탈출하는 확률적 결과

바이브 코딩(VIBE CODING)

**"코딩 능력이 아니라,
현상에 대한 명확한 이해가 핵심."**

Andrej Karpathy(2025)가 제안한 개념으로,
자연어로 원하는 동작을 설명하고
AI가 생성한 결과물을 **반복 수정** 하는 개발 방식



탐구 프로세스



현상 설계



프롬프팅



AI 모델링



반복 개선

프롬프트를 입력하기 전
어떤 시뮬레이션을 만들기
명확한 ★ 목표설정 ★ 이 필요

철학/ 목표/ 방법(해결책)

Claude>Gemini>GPT

Python, HTML

단계별 프롬프트 입력

웹 실행

Visual Studio Code

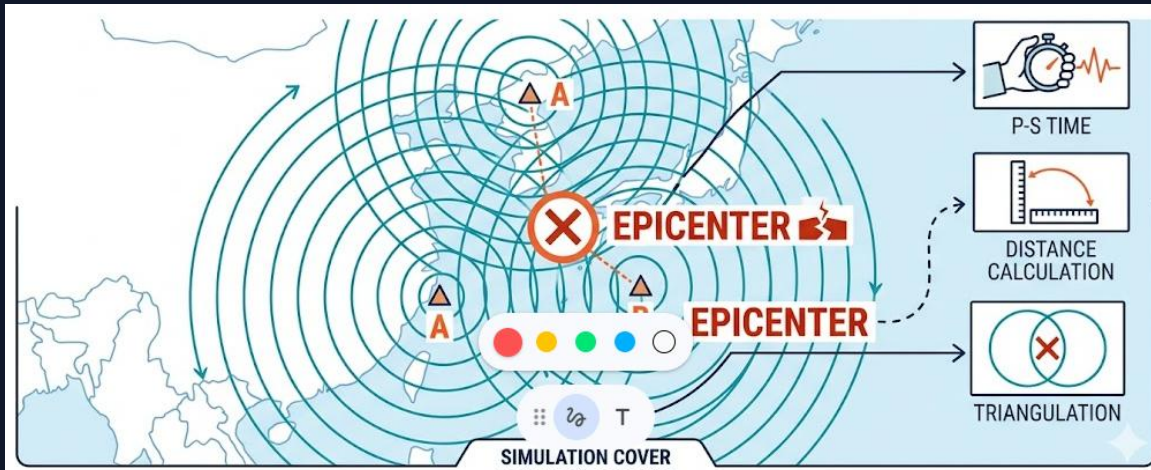
프롬프트 예시

🚫 확산을 관찰할 수 있는 입자 시뮬레이션을 만들어 줘

👉

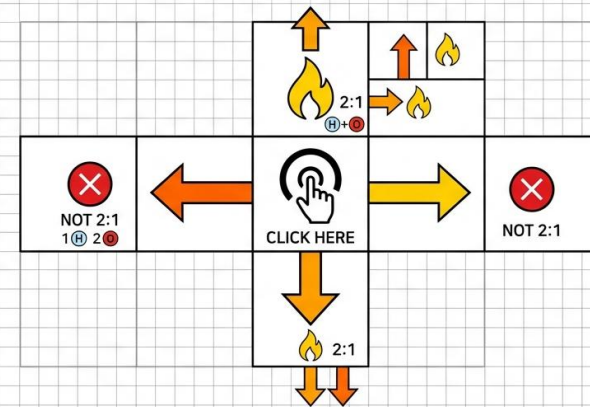
1. 200개의 입자를 만들고 볼츠만 분포에 따라 각각 무작위 속도를 부여해 줘
2. 입자끼리 충돌하면 에너지를 교환하며 튕겨나가게 해 줘
3. 사용자가 입자 개수와 온도를 실시간으로 조작할 수 있는 슬라이더를 만들어 줘
4. 이 시뮬레이션을 통해 확산 속도가 온도에 따라 어떻게 변하는지 측정할 수 있게 해 줘

바이브 코딩 적용 사례



수소와 산소 화염 전파 시뮬레이션 HYDROGEN & OXYGEN FLAME PROPAGATION SIMULATION

2:1 비율 조건 만족 시 전파 / PROPAGATES IF 2:1 RATIO MET



더 다양한 활용 형태

꼭 시뮬레이션이 아니어도 좋습니다

①

게임 / 퀴즈

예시

단어 짝맞추기, OX 퀴즈, 방탈출
드래그앤드롭, 미션게임

활용

암기·분류 단원

효과

흥미·즉시 피드백

②

시뮬레이션

예시

확산, 연소, 삼투압, 지진파

활용

추상 현상 단원

효과

구조·원리 이해

③

학습 도구

예시

단어장의 원리 이용: 암석의 분류

활용

수업 보조 영역

효과

학급 맞춤·즉시 제작

학생이 직접 만든다면, **‘프롬프트의 질’**이 곧 새로운 평가 도구가 됩니다.

실습 안내: AI 시뮬레이션 제작

- 1 현상 선정:** 가르치고 싶은 현상 하나를 떠올립니다.
* **오늘은 예시 주제를 드립니다!**
- 2 프롬프팅:** AI(Gemini Pro 등)에게 자연어로 시뮬레이션을 요청합니다.
* 작성 전 아이디어를 구체화 합니다.
* Deep Research, 나노바나나, CANVAS
* 프롬프트는 단계별로 입력합니다.
- 3 반복 개선:** 결과물을 확인하고 말로 수정 사항을 요청합니다.

실습 예시 주제 1: 동적 평형(물의 증발-응축), 시각화 하기

•

실습 예시 주제 1: 동적 평형(물의 증발-응축), 시각화 하기

$$J_{\text{evap}} = \frac{a P_{\text{sat}}(T)}{\sqrt{2\pi m k_B T}}$$

$$J_{\text{cond}} = \frac{a P_{\text{partial}}(t)}{\sqrt{2\pi m k_B T}}$$

실습 예시 주제 2: n 을 변화시켜가며 기체의 압력 측정하기

THANK YOU

질의응답 및 토의

경청해 주셔서 감사합니다.