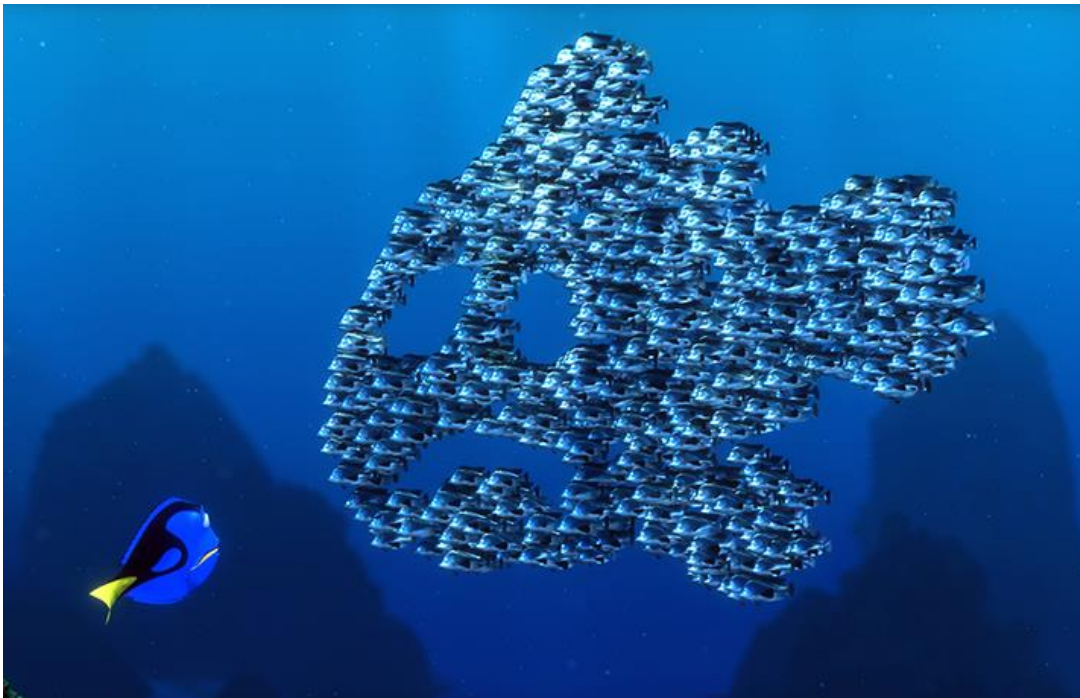


Self-Organization theory

(자기조직화 이론)



김은주
9주-2015

Table of Contents

I . Review 1

1. 창발의 배경
2. 창발의 사전적 정의
3. 창발의 정의
4. 창발의 특징
5. 창발의 유형
6. '창발현상'과 '창발성규칙'

II. Self-organization Theory (자기조직화 이론)

1. 자기조직화 정의
2. Ilya Prigogine (일리야 프리고진)
3. '창발'과 '자기조직화'





Emergence(창발) 이란?

: 시스템의 각 부분들의 성질의 성질만을 이해해서는 예측하기
어려운 성질이 시스템 수준에서 나타나는 현상
(구성요소를 따로 놓고 봤을 때는 없는 거시적인 새로운 현상과
질서가 나타남)



Emergence(창발) 특징

- (1) Radical novelty (갑작스럽게 나타나는 새로움)
 - (2) Coherence(통일성) 또는 Correlation(상관관계)
 - (3) Global and Micro level (국제적이고 거시적 수준)
 - (4) Dynamical process(역동적 과정)
 - (5) Ostensive(명시적) 속성
-

유형	낮은 수준과 높은 수준 사이의 관계	Feedback 여부	예시
1	(1) 전체는 구성요소로 환원할 수 있기 때문에 부분들은 독립적 (2) 부분들 사이의 상호작용 없음	없음(하향식 인과관계) 닫힌 시스템	기계
2	(1) 낮은 단계의 부분들이 모여 높은 단계의 전체를 구성함 (2) 부분들은 상호관계 지니고, 이 상호관계에 의해 전체 특성이 만들어짐	부분 사이의 인과관계 (닫힌 피드백)	모래 쌓기 모형
3	(1) 부분들의 행동에 의해서 전체의 특성이 결정 됨 (2) 전체의 특성이 다시 부분들이 행동에 영향을 미침	부분 사이의 인과관계 + 부분과 전체 의 피드백	물고기 떼
4	(1) 부분들을 이루는 구성요소들은 적응 능력 지님 (2) 적응능력에 의해 거시적인 특성들이 바뀜	수직적 수평적 인과관계	사회, 경제, 문화, 과학 현상 등

Table of Contents

I . Emergence Theory (창발 이론)

1. 창발의 배경
2. 창발의 사전적 정의
3. 창발의 정의
4. 창발의 특징
5. 창발의 유형
6. '창발현상'과 '창발성규칙'

Ⅱ. Self-organization Theory (자기조직화 이론)

1. 자기조직화 정의
 2. Ilya Prigogine (일리야 프리고진)
 3. '창발'과 '자기조직화'
-



자기조직화란?

: 자기조직화는 불균형상태에 있는 시스템이 구성요소들 사이의
집합적인 상호작용을 통해 조직화 된 질서를 스스로 만들어 낸
현상



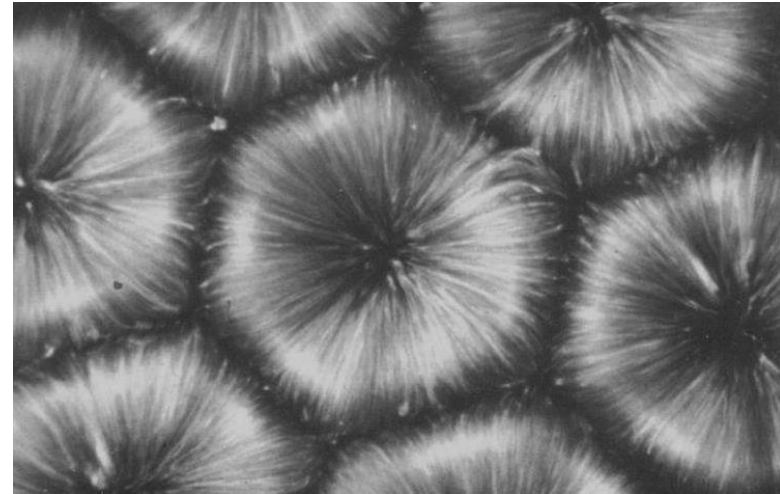
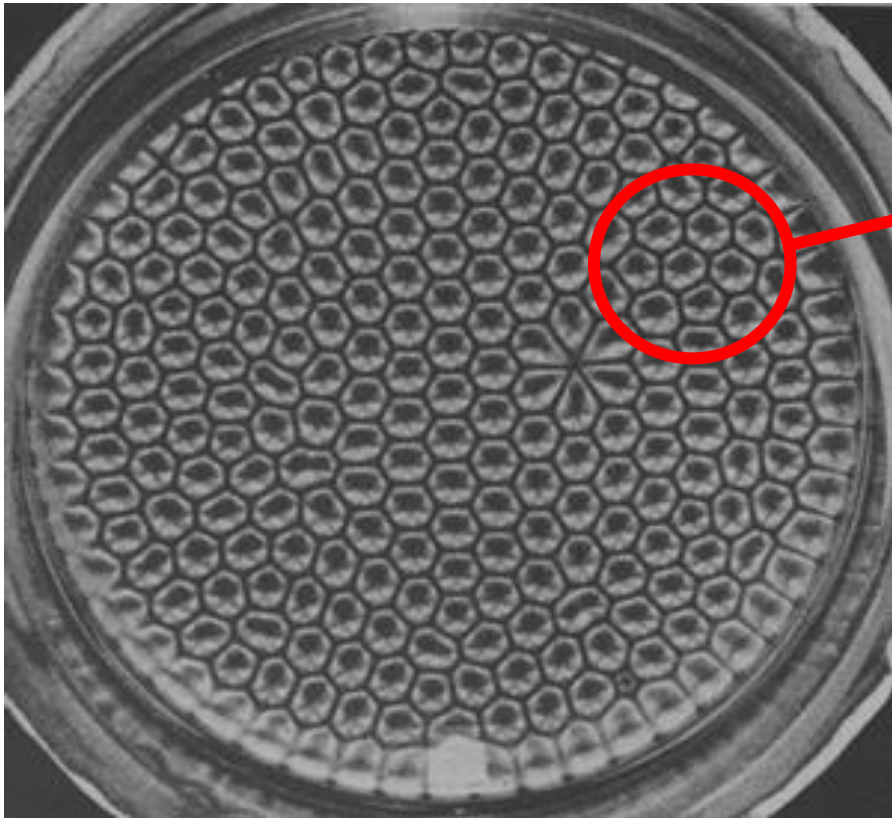
- ▶ 일리야 프리고진 (1917~2003)
- 러시아 출신
- 벨기에, 물리 및 화학자
- 1977년 노벨 화학상 수상

- ▶ 프리고진은 생물이 비 평형이라는 조건하에서도 생명과정을 유지할 수 있다는 사실에 매료됨
 - ▶ 평형상태와 거리가 먼 안정성 수수께끼를 풀기 위해서 프리고진은 생체계를 직접 연구하지 않고, 베나르 불안정성 (Benard instability)이라고 알려져 있는 **보다 단순한 열 대류현상에 관심**
-

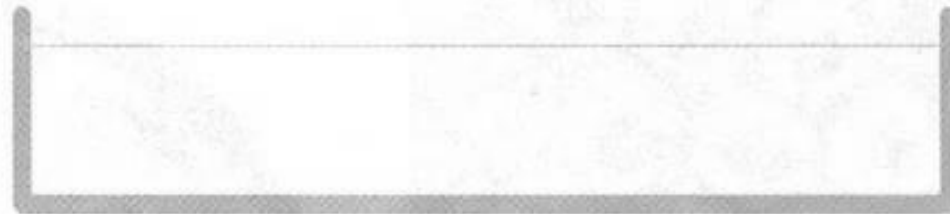


- ▶ 액체의 얇은 층을 낮은 온도에서 균일하게 가열
: 액체는 비교적 안정된 상태를 유지하면서, 열은 전도에 의해서만 전달
 - ▶ 그러나 바닥과 꼭대기 사이의 온도차이가 일정한 문턱 값에 도달하면 열의 흐름은?
: 혼돈적인 열 대류로
 - ▶ 온도가 더 뜨거워지면?
: 열은 엄청난 숫자의 분자들이 함께 움직이는 규칙적 대류 운동에 의해 전달
-

- ▶ 바로 이 대목에서 매우 놀라운 질서 패턴을 갖는 육각형 모양의 구조가 만들어짐!!!!!!

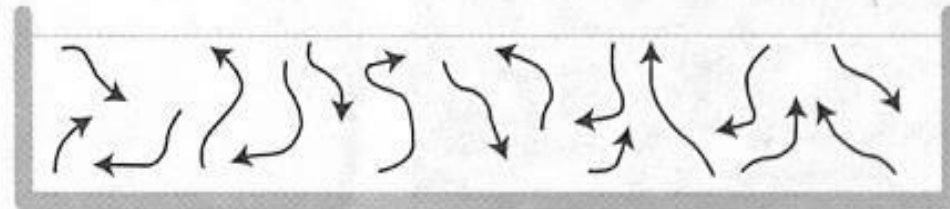


1단계 : 역전층
(안정한 전도)



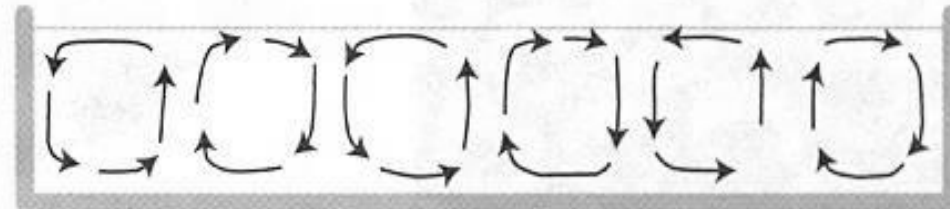
따뜻함

2단계 : 혼돈적 흐름
(불규칙적 대류)



뜨거움

3단계 : 베나르 세포
(규칙적 대류)



매우 뜨거움

에너지의 흐름

▶ **(종합 결론)** 시스템이 평형상태에서 아주 멀어지면(far from equilibrium) 분기현상이 일어나면서 **또 다른 형태의 공존하는 질서**, 즉 베나르 세포가 만들어짐

- 이것은 비 평형상태가 단순히 무질서만을 만들어내는 것이 아니라, 새로운 질서(소산구조)의 근원이 됨을 의미
 - 프리고진은 열역학 제2법칙이 예언하는 지속적인 무질서의 증가와는 달리 엔트로피가 감소하는 질서의 창발이 일발적인 현상임을 주장
-

소산구조란?

: 비 평형상태에서 에너지의 끊임없는 출입을 통해 **구성요소가
자발적으로** 비 선형적인 **상호작용**을 하여 만들어지는 **안정된
구조**

- ▶ 소산구조: 물질과 에너지의 출입이 가능한 열린 계가 평형으로부터 멀리 떨어져 있으면 **미시적인 요동의 결과로** 주위에서 에너지를 **흡수하여 거시적인 안정적 구조가** 나타날 수 있는데 이때 나타나는 **안정적 구조**
 - 비 평형상태에서 비 가역적 비 선형적 변화를 통해 안정적 소산구조를 형성하는 것임
 - 소산구조는 구성요소가 **자발적으로 상호작용을** 하여 형성하기 때문에 **그 과정을 "자기조직화"**
(기존의 열역학 및 진화론을 획기적으로 반박하는 이론임)
 - 새롭게 탄생한 소산 구조에 에너지가 끊임 없이 공급되어야 질서 유지
-



▶ 벨루소프 (1893~1970)

- 러시아 출신
- 화학자 및 생물물리학자



▶ 자보틴스키 (1938~2008)

- 러시아 출신
 - 화학자
-

- ▶ 시약: 1.08g 브롬산칼륨(KBrO_3), 2.91g 말론산(CH_2),
0.15g 질산 암모늄세슘($\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$)
 - ▶ 지시약: 소량의 페로인(ferroin)
 - ▶ 색깔 변화: 초록색 \rightarrow 푸른색 \rightarrow 자주색 \rightarrow 붉은색
 \rightarrow 다시 초록색 (반복)
-



$t = 0$



$t = 5s$



$t = 10s$



$t = 15s$



$t = 20s$



$t = 25s$



$t = 30s$



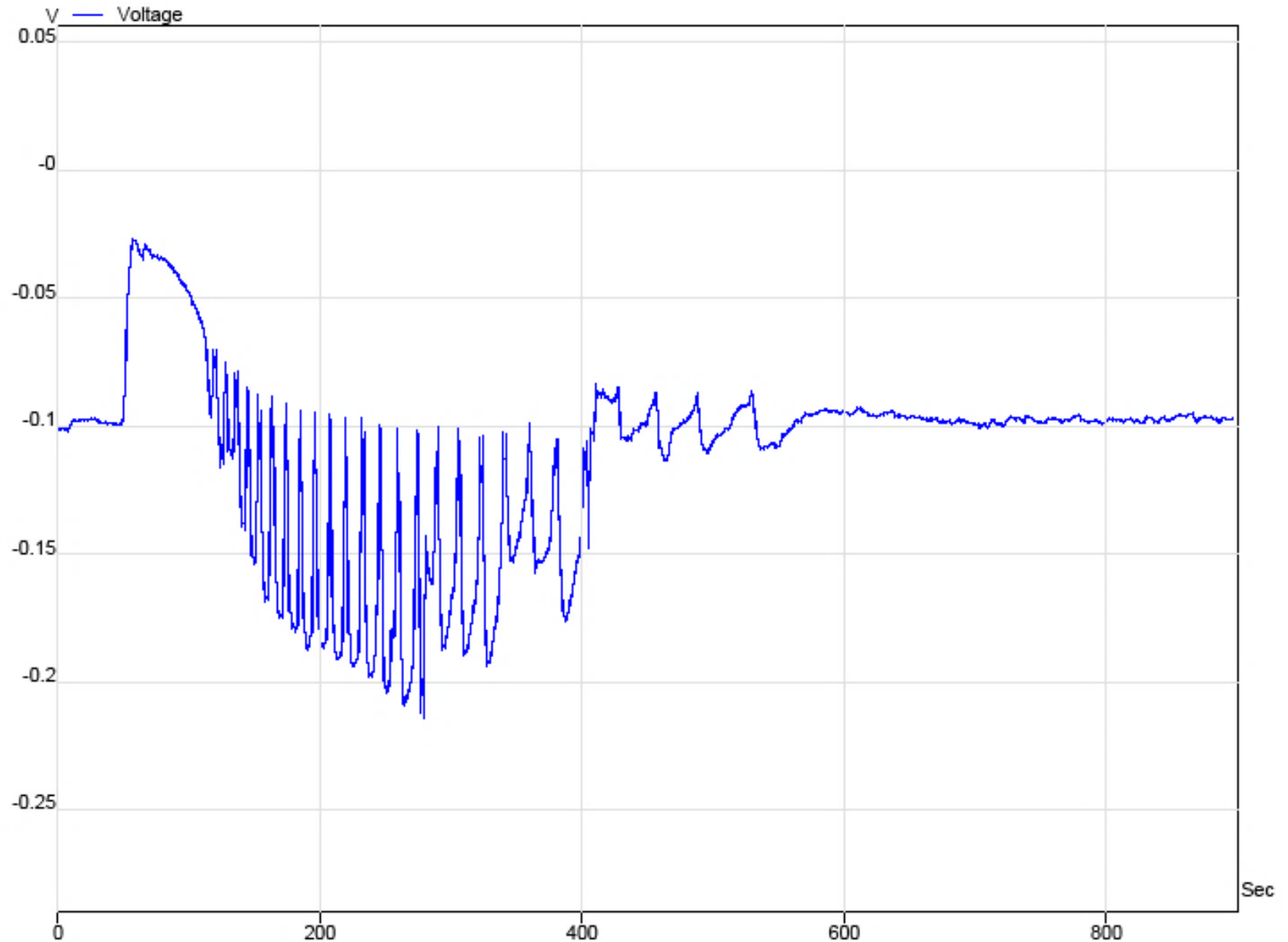
$t = 35s$

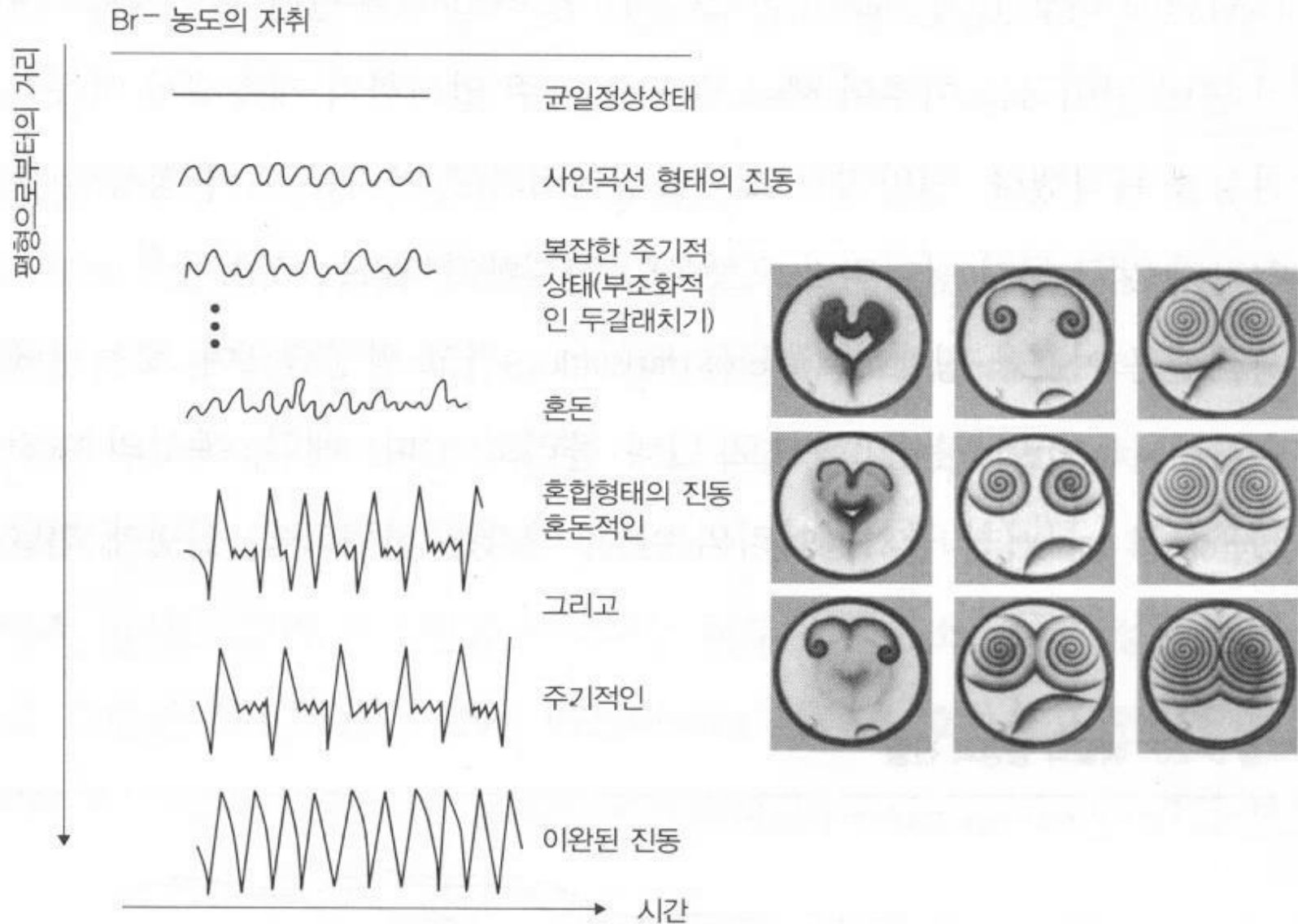


$t = 40s$



$t = 45s$





- ▶ 오레곤 대학의 과학자들은 프리고진의 이론을 따라 오레고네이터라는 화학반응 모델 세움
- ▶ 이 모델 통해 새로운 화학 반응을 성공적으로 해석

