

# 방법론에 관한 다양한 문제들

게임이론, 진화, 그리고 협력  
경희대 GEE1106S01

조남운

# 주제들

- 행위자기반모형: 소개와 전망
- 경제학(혹은 사회과학)은 진보했는가?

# 행위자 기반모형: 소개와 전망

# 행위자 기반 모형(ABM)

- Agent Based Model
- 미시적 토대로부터 발생하는 거시적 패턴을 분석하기 위해 제안됨
- 상향식(bottom-up) 계산 모형

# 미시적 기반과 거시적 패턴

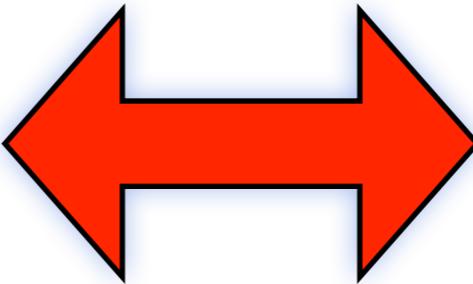
- 미시요소만의 분석으로 거시 패턴을 설명해내는 것은 쉽지 않음
- 거시경제학의 미시적 기반을 찾는 작업은 아직도 진행중
- 학문분야를 통틀어 미시요소의 분석으로 거시패턴을 효과적으로 설명해내지 못한 사례는 쉽게 찾아볼 수 있음

Example	미시기반	거시패턴
심리학	뉴런	의식
경제학	경제주체	시장가격
사회학	인간	사회현상
전산학	H/W	S/W
물리학	분자	상전이
생물학	개미	군체

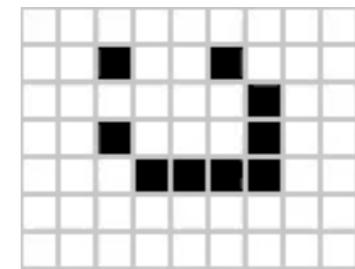
# Example 1: Life Game (Conway)

- Any live cell with fewer than two live neighbours dies, as if caused by under-population.
- Any live cell with two or three live neighbours lives on to the next generation.
- Any live cell with more than three live neighbours dies, as if by over-population.
- Any dead cell with exactly three live neighbours becomes a live cell, as if by reproduction.

Hard to Predict



Pattern: Glider Gun



Pattern: Spaceship

# Example 2: Wolf Sheep Predation



# Formal Model

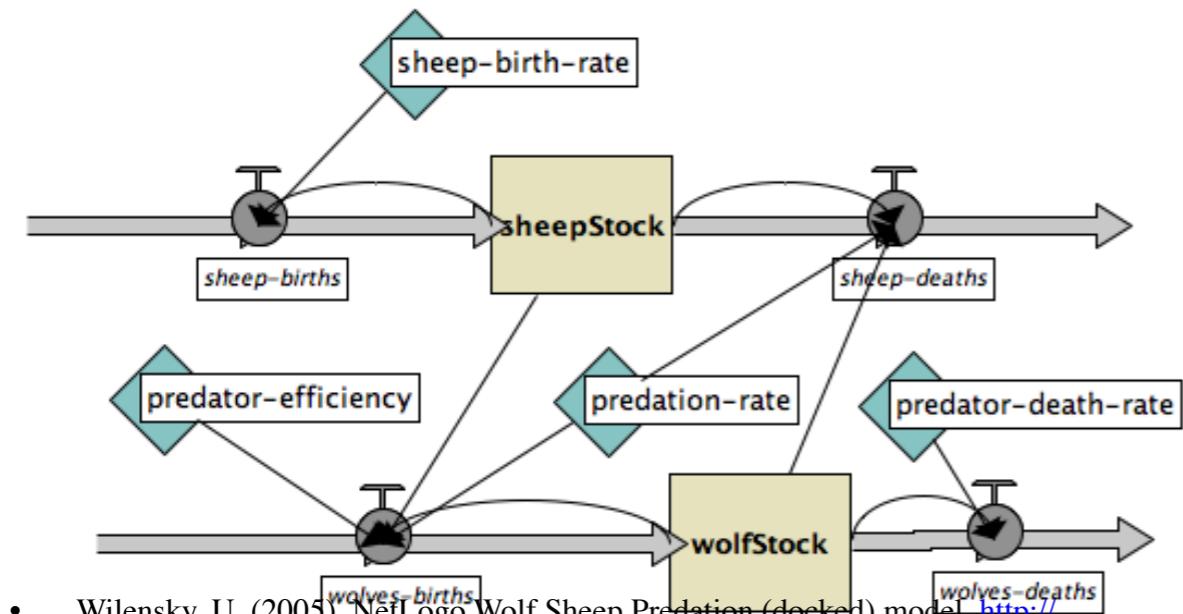
## Predator-prey equation

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$$

$$\frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y$$

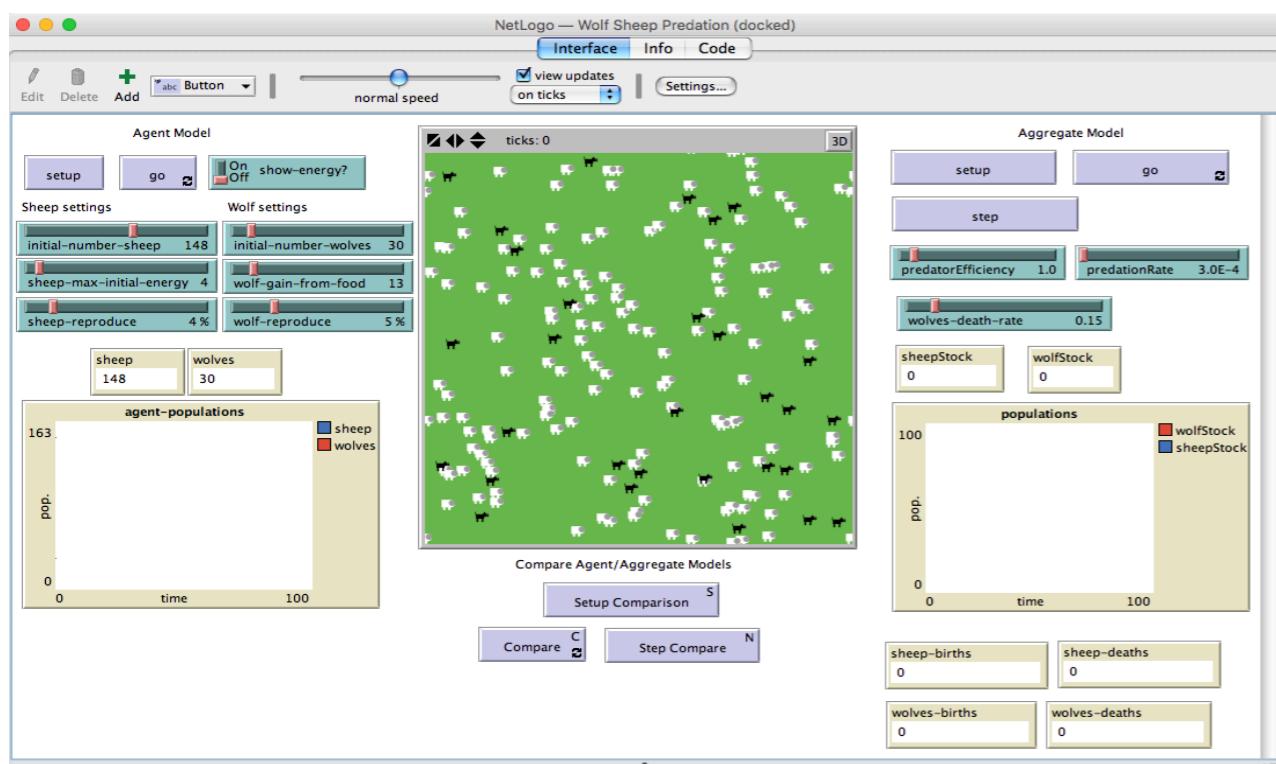
- x: # of sheep
- y: # of wolves
- $\alpha, \beta, \delta, \gamma$ : parameters
- In general, system of differential equation is not always tractable

# System Dynamics (SD)



- Solve using stocks, flows, feedback loops, and time delays
- Simulation at Macro level – tractable

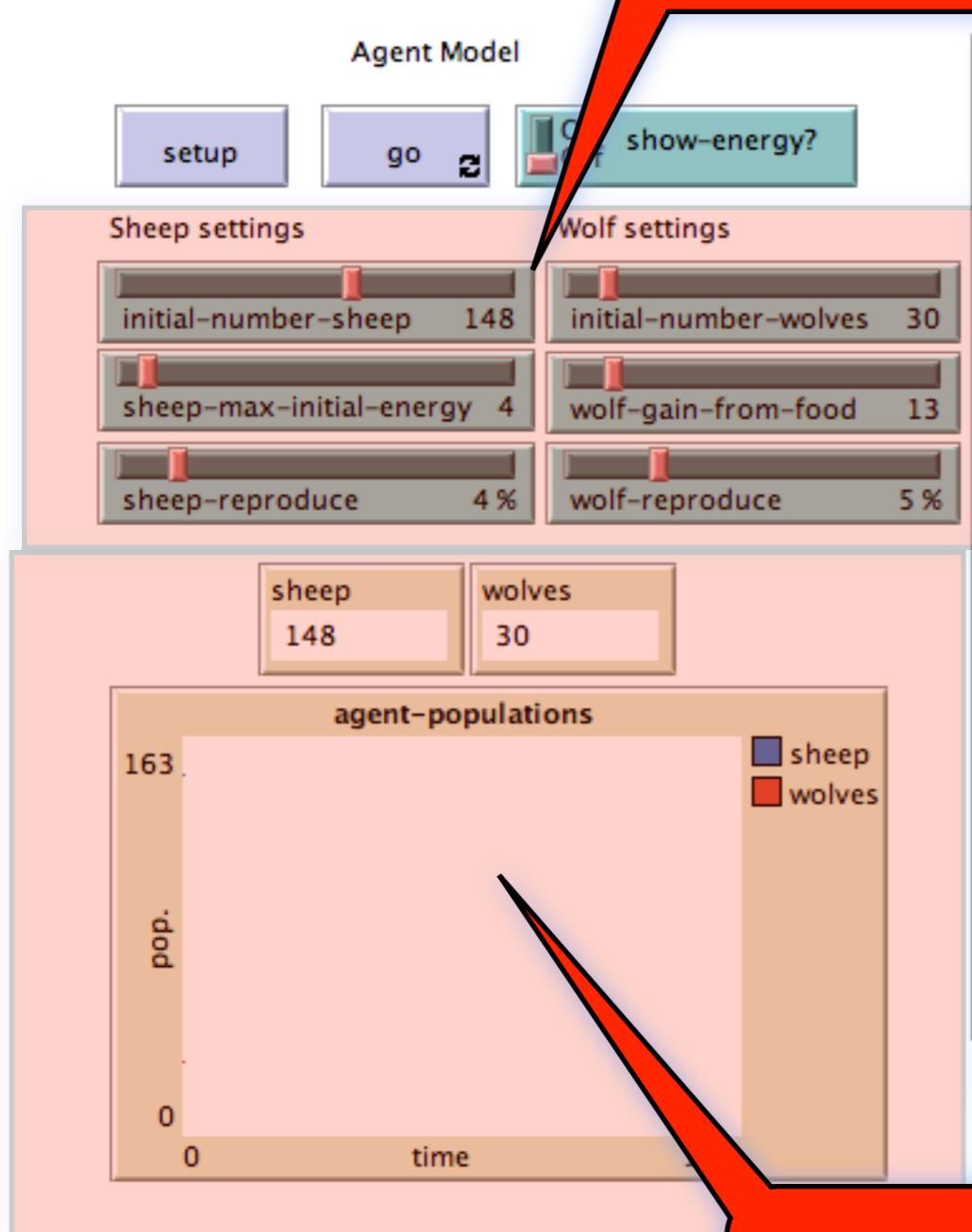
# Agent-based Model



- Wilensky, U. (2005). NetLogo Wolf Sheep Predation (docked) model. [http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/WolfSheepPredation\(docked\)](http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/WolfSheepPredation(docked)). Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

- Agent:
  - Sheep
  - Wolves
- Wolves can eat Sheep
  - Wolves ++
  - Sheep --
- Wolves can die if there are few sheep
- Simulation - tractable

## Parameters for Agents

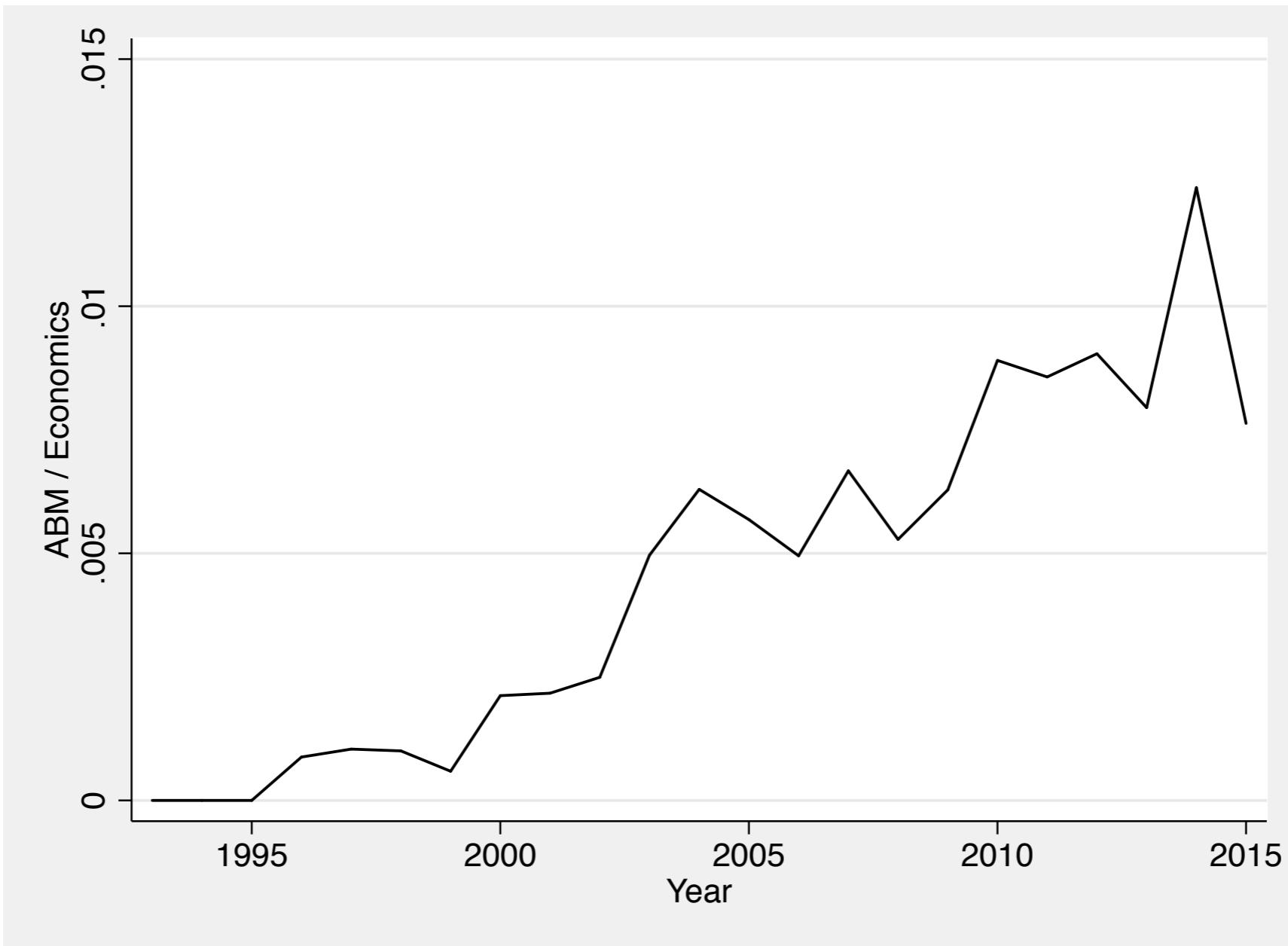


Target Variable Monitor

# 역사

- 기초 개념은 20세기 중반에 제안됨
- 세포자동자 (Cellular Automaton)
  - Neumann, Von, J. (1966). Theory of Self-Reproducing Automata, 388.
- 컴퓨팅 능력의 발전으로 1990년대부터 본격적으로 사용됨

# # of ABM books / # of Economics books



# 특징

- 계산가능성: 시뮬레이션 - 순차계산으로 해를 구하기 어려운 경우에도 계산 가능
- 직관적 - 미시적 상호작용을 직접 구현
- 제한적이지만 질적인 패턴을 직접 다룰 수 있음

# ABM이 유용한 연구주제

- 행위자간 상호작용이 수학적으로 표현하기 어려운 형태 (불연속, 이산적, 비선형적)
- 행위자 존재 구조 (예: 공간)가 중요하고 그 공간 상 위치가 고정되지 않는 경우
- 행위자간 이질성이 중요한 경우
- 행위자간 상호작용이 이질적이거나 복잡한 경우
- 행위자 행동에 학습이나 수용 등 복잡한 행동이 있는 경우

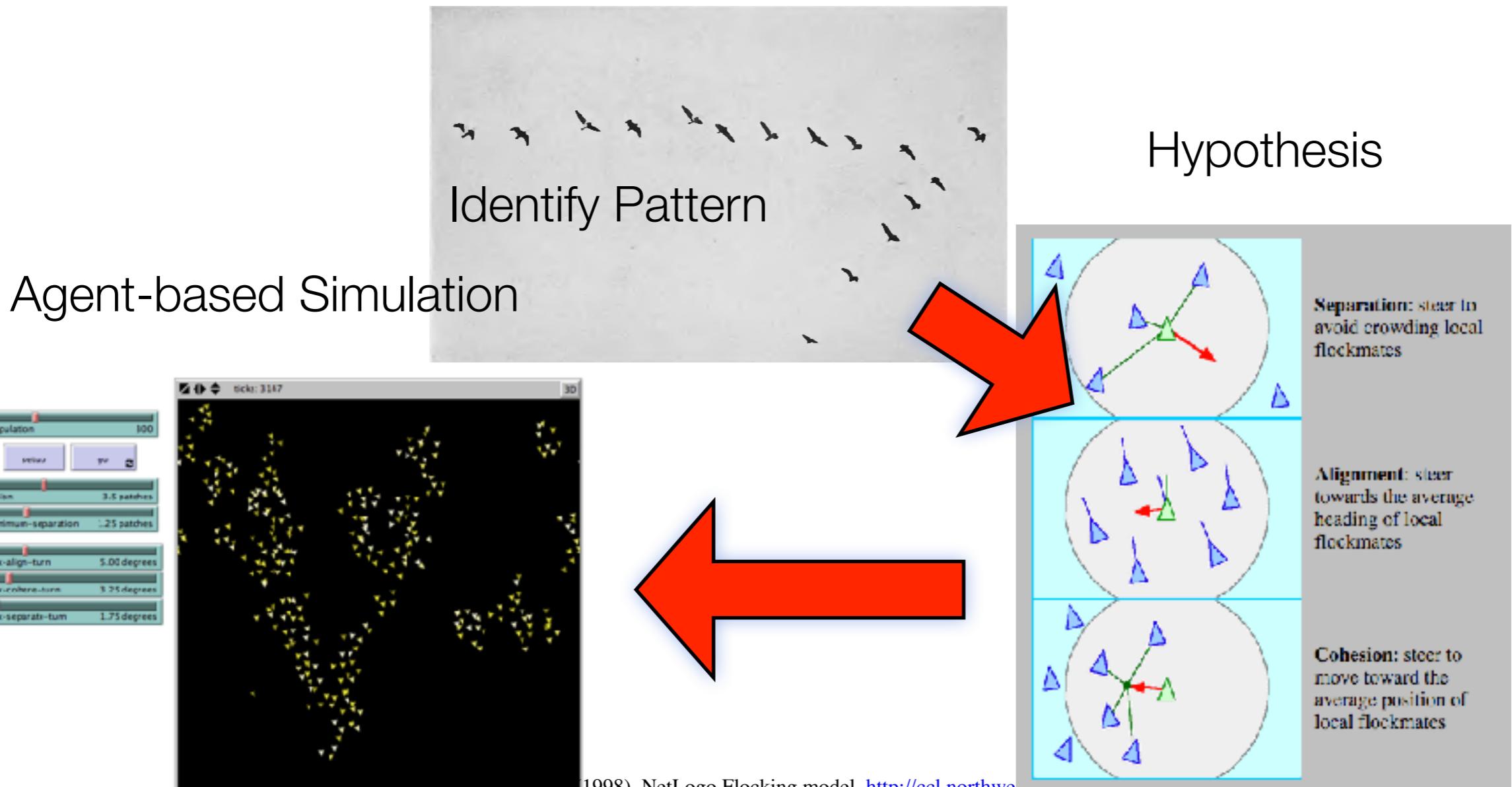
# 패턴

- 현상을 관찰하여 특징짓는, 알려진 사실들
- 무작위적 현상이 아닌 것으로 보이는 모든 것들

# 패턴의 예: Birds Flocking



# ABM for Birds Flocking



1998). NetLogo Flocking model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Flocking>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

# ABM의 한계

- 양적 모형 - 질적 속성을 구현하는 데 한계가 있음
- 동태적이어야만 함
- 구체적 예측에 제한적임

# 질적 표현의 한계

- 컴퓨터에서 사용하는 모든 변수는 유리수임
- 양적 속성 - 직접 기술 가능
  - 숫자의 크기가 의미를 가짐
  - 가격, 수량 등
- 질적 속성 - 간접 기술 가능
  - 식별의 용도로 이산적으로 분류한 뒤 숫자 배정
  - 분류(예: 성별), 상태(예: 시장 청산 상태), 리커  
르트 척도 등

# 질적 속성의 수량화

- 모든 질적 속성이 인덱스로 지정되고, 그 기준이 구체적으로 제시되어야 함
  - 예: 초과수요량이 전체 거래량의 1% 미만인가?  
--> yes: 시장청산상태 no: 시장청산상태 아님
- 질적으로 전혀 다른 것의 생성은 다루는 데에 제약이 있음 (예: innovation)
- 수치적으로 제시하기 어려운 패턴의 발생 여부를 판단하는 것도 난제

# 동태적이어야만 함

- 정적 모형을 ABM으로 구현하고자 할 경우에도 반드시 시간의 개념이 들어가야 함
  - 순차계산을 하는 ABM의 속성상 필연적
- 부분시장의 경우 조차 반복을 위해 설정해야 하는 변수들이 발생

# 일반균형 모형의 예

- 정태적 모형으로써 일반균형 모형은 균형의 존재와 안정성 도출을 위해 필요한 최소한의 변수만으로 구성 가능
- ABM은 실제 기업, 가계(노동자)를 agent로 구성하고 각 agent들의 속성, 행태, 판단 등을 정의해야 함.
  - Gintis, H. (2007). The Dynamics of General Equilibrium. The Economic Journal, 117(523), 1280-1309.

- 장점: 불균형 상태에서의 과정(tâtonnement) 분석 가능
  - “We have no plausible analytical model of multi-sector dynamics with heterogeneous agents” (F. Fisher 1983)
- 단점: 고려사항의 증가
  - 고찰의 핵심이 아닌 동태화를 위해 고려한 요소의 변화가 결과에 심대한 영향을 미칠 가능성 존재 (identification problem)

# 예측력의 제약

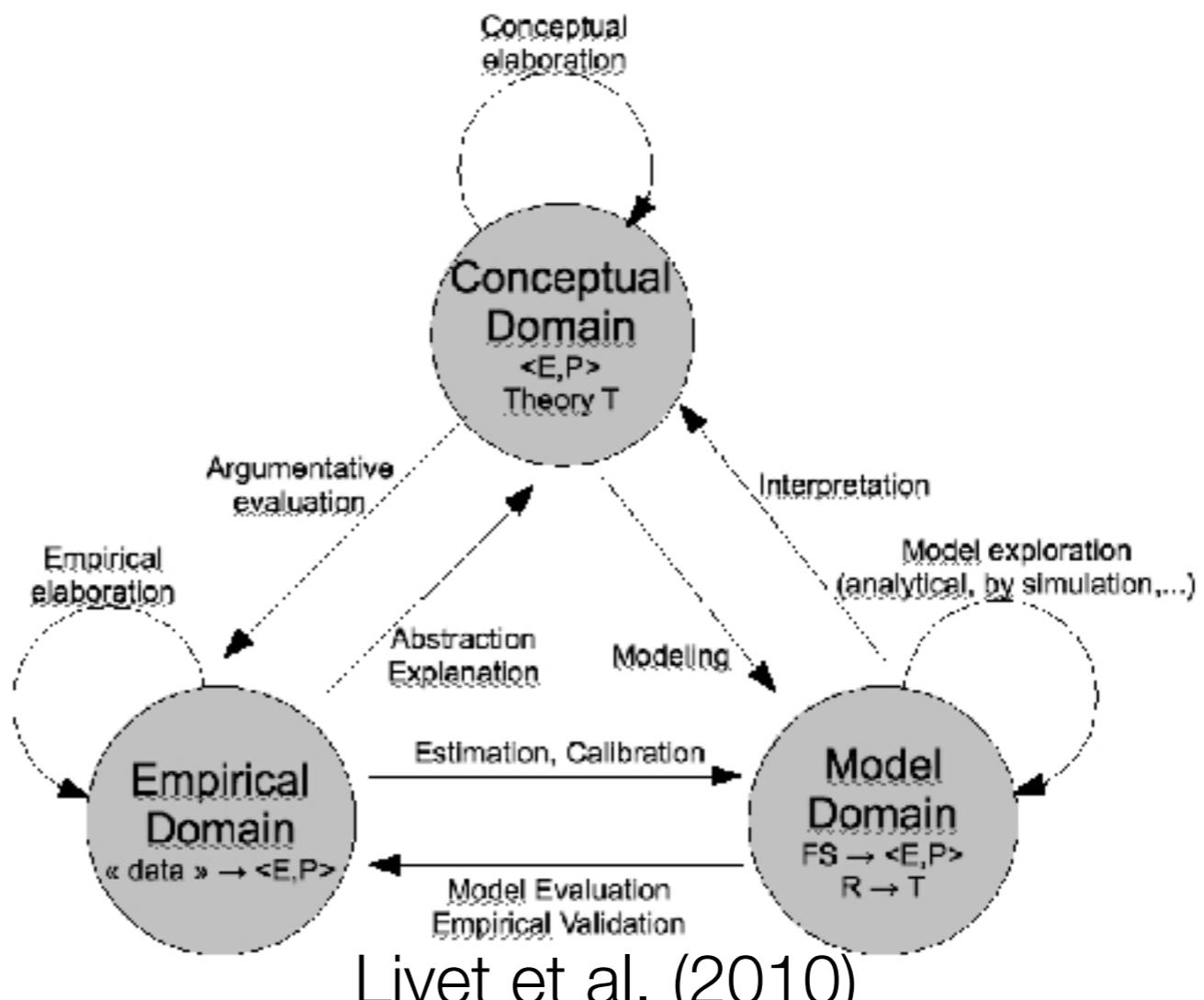
- 개별값의 구체적인 예측은 사실상 불가능
- 다만, 집계적 변수나 패턴의 변화 양상에 대한 예측은 다른 문제

# ABM as Computer Program

- ABM으로 구현할 수 있는 것들의 집합은 컴퓨터로 구현할 수 있는 것들의 부분집합
  - Church-Turing thesis
  - AI ≠ Human
- 질적 속성 표현의 한계
- 계산량 문제: 지나치게 많은 계산량을 요구하는 알고리즘은 구현 불가능 (ex. NP-hardness)

# ABM 구현

- 설계
- 구현
- 분석



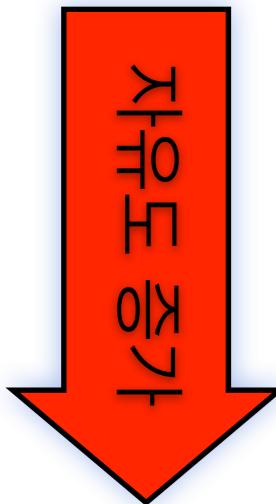
<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/13/1/3.html>

# 설계

- 연구 질문에 맞는 모형을 고려
- 일반적인 모형 설정의 문제를 포괄
- 각 요소들 (행위자, 상호작용, 환경 등) 을 규정하고 프로그래밍 가능한 형태로 기술해야 함
- ODD protocol (Grimm et al. (2006))
  - Overview / Design concepts / Details

# 기술적 구현

- Programming
- 도구:
  - ABM 을 위해 설계된 프로그래밍 언어
  - ABM을 위한 라이브러리 혹은 API
  - 직접 코딩



# 분석

- ABM에서 관찰된 데이터를 분석
- 결과에 영향을 미치는 주요 변수들의 가능한 모든 조합 (parameter space)에 대해서 충분한 반복 시행을 해야 함
  - 평균의 성격을 갖는 집계변수는 충분히 매끄러운 분포를 보여야 함 (CLT)
- ABS as DGP (Data Generating Process)

# ACE

- Agent-based Computational Economics
- 경제학적 현상들은 대체로 개별 주체(경제행위자)들의 분산된 상호작용(거래)의 결과로 발생
- Hayek가 제기해왔던 경제현상의 복잡성을 다루기 위한 아이디어와 깊은 연관 (Vriend 2002)

# ACE의 현황

- 주류 경제학 저널에서는 거의 다루고 있지 않음
- 하지만 ABM을 사용한 경제학 연구는 지속적으로 증가중
  - 거시경제학이 긴박한 필요성에 의해 탄생했듯, ABM 역시 현재 경제학이 풀지 못하는 간반한 문제에 당면했을 때 깊이 고려될 것.

# 경제학은 진보했는가?

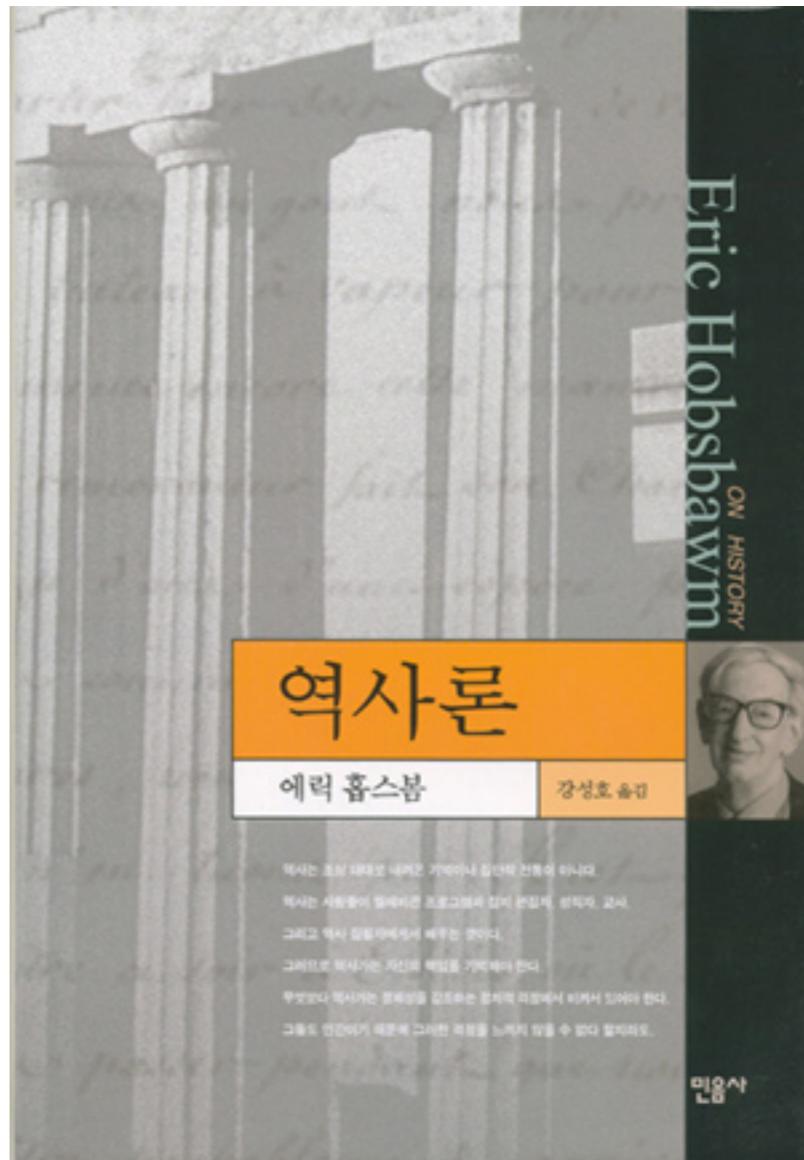
# 주제들

- 학문에 있어서 진보라는 것
- 양적 연구와 질적 연구
- 경제학에 대하여
- 결론: 경제학은 진보했는가?

# 학문에 있어서 ‘진보’

# Hobsbawm 1997, “On History”

- 생각의 출발점
- 3장: 역사학은 진보했는가?
- 7,8장: 역사학자와 경제학자



# 자연과학의 진보

- 자연과학자들이 고전을 필요로 하는 경우가 있는가?
- “오늘날의 평범한 물리학과 졸업생이 뉴턴보다 우주를 더 잘 이해한다”
- 자연과학에서의 진보는 명백해 보임
- 다른 학문 분야에도 적용 가능할까?

# 가령, 철학은 진보했는가?

- 철학자들은 지금 현재도 수많은 고전들을 검토하고 있음
  - “데카르트가 플라톤을, 칸트가 데카르트를, 헤겔이 칸트를 폐물로 만들지는 않는다”
  - “과거의 논쟁, 종종 고대의 논쟁도 현대적 용어로 계속되거나 재생되는 것을 자주 보게 된다”
- 철학이 진보했는지 판단하는 것은 명백해 보이지 않음

# ‘진보’라는 개념의 적용

- “근대의 경쟁적 육상 경기에서는 진보가 나타나지 만(..) 체스 경기에서는 진보를 볼 수 없는 것과 같다”
- 어떤 요건이 ‘진보’라는 개념을 적용할 수 있게 만드는 것일까?

# 가설: 객관성 vs 주관성

- 객관성이 강한 학문일수록 ‘진보’를 판단하기 쉬워 보인다.
  - 극단적인 예: 수학
- 그렇다면, 학문에서의 객관성이란 무엇인가?

# 사고실험

- **n자릿수 곱셈**을 가르쳐야 하는 교사가 사실은 전혀 내용을 이해하지 못하고 있다. 그는 참고서의 내용과 예제를 외워 아이들에게 가르쳤다.
  - 그러함에도 불구하고 명확하게 주제를 이해하는 학생이 나올 가능성 높음
- **플라톤 철학**을 가르쳐야 하는 교사가 사실은 전혀 내용을 이해하지 못하고 있다. 그 역시 참고서의 내용과 예제를 외워 아이들에게 가르쳤다.
  - ...

# 양적 속성과 질적 속성

- 객관성, 주관성보다 좀 더 적절한 표현
  - 가령 문학비평이라는 학문은 주관적 학문?
  - 질적 연구라는 표현이 더 적절한 것으로 보임

# 관찰되는 현상

	양적 속성이 강한 학문	질적 속성이 강한 학문
이해여부	명확	불명확
좋은 교사(혹은 교재)의 역할	약함	강함
성향	일반화 (추상화)	구체화, 맥락
진보의 판단	명확	불명확
Example	자연과학	인문학

# 양적 연구와 질적 연구

- 양적 연구는 수식으로 환원 가능
  - 데이터 --> 변수,
  - 양적 데이터에서의 숫자의 크기는 의미가 있음 (길이, 질량, 가계소득, 학점 등)
  - 모형 --> 일련의 함수
- 질적 연구: 정의가 어려움
  - 양적 연구가 아닌 모든 연구를 질적 연구로 정의
  - 질적 데이터에서 숫자가 나온다면 그 크기는 식별 외의 의미가 없음 (성별, 국적, 혈액형 등)

# Chapters of “Qualitative Research Methods”, in Tracy (2013)

- 1** Developing contextual research that matters 1
- 2** Entering the conversation of qualitative research 20
- 3** Paradigmatic reflections and theoretical foundations 37
- 4** Fieldwork and fieldplay: Negotiating access and exploring the scene 64
- 5** Proposal writing: Explaining your research to institutional review boards, instructors, supervisory committees, and funding agencies 87
- 6** Field roles, fieldnotes, and field focus 105
- 7** Interview planning and design: Sampling, recruiting, and questioning 130
- 8** Interview practice: Embodied, mediated, and focus-group approaches 157
- 9** Data analysis basics: A pragmatic iterative approach 183
- 10** Advanced data analysis: The art and magic of interpretation 203
- 11** Qualitative quality: Creating a credible, ethical, significant study 227
- 12** Writing Part 1: The nuts and bolts of qualitative tales 251
- 13** Writing Part 2: Drafting, polishing, and publishing 273
- 14** Qualitative methodology matters: Exiting and communicating impact 296

# Quantitative Method

- 수식으로 환원 가능
- 직관을 뛰어넘는 결론을 도출할 수 있음
  - 예: 양자역학
  - 극단적인 경우 대상에 대한 이해가 없이도 연구가 가능함
- 권위와 무관 (ex. Grigori Yakovlevich Perelman)
- 질적 속성, 맥락적 요소, 상호인과 등을 다루기 어려움
- 현실 → 모형, 모형 → 현실이라는 단계 존재

# Qualitative Method

- ‘스토리’로 환원 가능
- 직관을 뛰어넘을 수 없음
- 대상에 대한 깊은 이해가 필수적으로 요구됨
  - 양적 모형과 달리, 질적 모형의 질은 대상에 대한 이해의 질에 달려 있음
- 권위의 영향을 받을 가능성이 높음
  - 전문가에 의한 질적 평가에 의존할 수 밖에 없음

# 진보에 대한 판단

- 일단 양적 개념들은 성립되면 완전한 전달이 가능
  - 뉴튼이 이해한 미분개념은 내가 이해하는 미분개념과 동등
  - 언어 (책) 등을 통해 완전한 전달 가능 → 진보 개념 적용 가능 = 더 깊은 이해에 대한 판단 가능
- 질적 개념은 전달에 한계 존재
  - 마르크스의 프롤레타리아 독재 개념을 정확히 이해하는 학자가 존재할까? (혹은 식별 가능한가? 혹은 증명 가능한가?)

# 현실의 학문들

- 정도의 차이는 있지만 대개의 학문들은 양적 속성과 질적 속성이 혼재되어 있음
  - 유물론적 사회과학이론처럼 두 속성이 결합되어 있는 경우도 존재
- 다만 그 정도에 따라 대략적인 스펙트럼 존재
  - 이러한 속성이 학문들의 외적 속성 (권위에 대한 의존도, 지도교수의 파워, 높은 랭킹의 학교 효과 등등등.. )의 주요 설명요인이 될 수 있을 것
  - 또 다른 주요 설명요인: Funding..

# 경제학

# 경제학의 대상

- 상품에 대한 생산과 분배의 법칙
  - 상품: (1) 인간 사이에 (2) 거래되는 (3) 재화와 서비스
  - 거래되지 않는 유용품이나 서비스는 경제학의 직접적 대상은 아님
  - 다른 견해도 존재(Becker 등: 인간행동의 전체 영역을 대상으로 봄)

# L. Robbins (1935)

- “Economics is the science which studies human behavior as a relationship between ends and **scarce** means which have alternative uses”
  - 방법론적 정의
- Wiki: “Economics is the social science that describes the factors that determine the production, distribution and consumption of goods and services.”
  - 참고: Physics: “natural science that involves the study of matter and its motion through space and time, along with related concepts such as energy and force.”

# The Origin of Economics

• oikos  
• 아리스토텔레스

+

nem

+

ikos

- 가정을 다스리다
- 가정관리학: 가정의 재화와 서비스를 지혜롭게 사용하는 이치를 탐구하는 학문
- 지금과는 달리 화폐의 획득(부의 취득), 금융이익 추구에는 다른 단어를 사용
- 화폐재산을 증식시키는 행위: 화식술 (Chrematistics: art of getting rich)

# ‘경제’의 어원

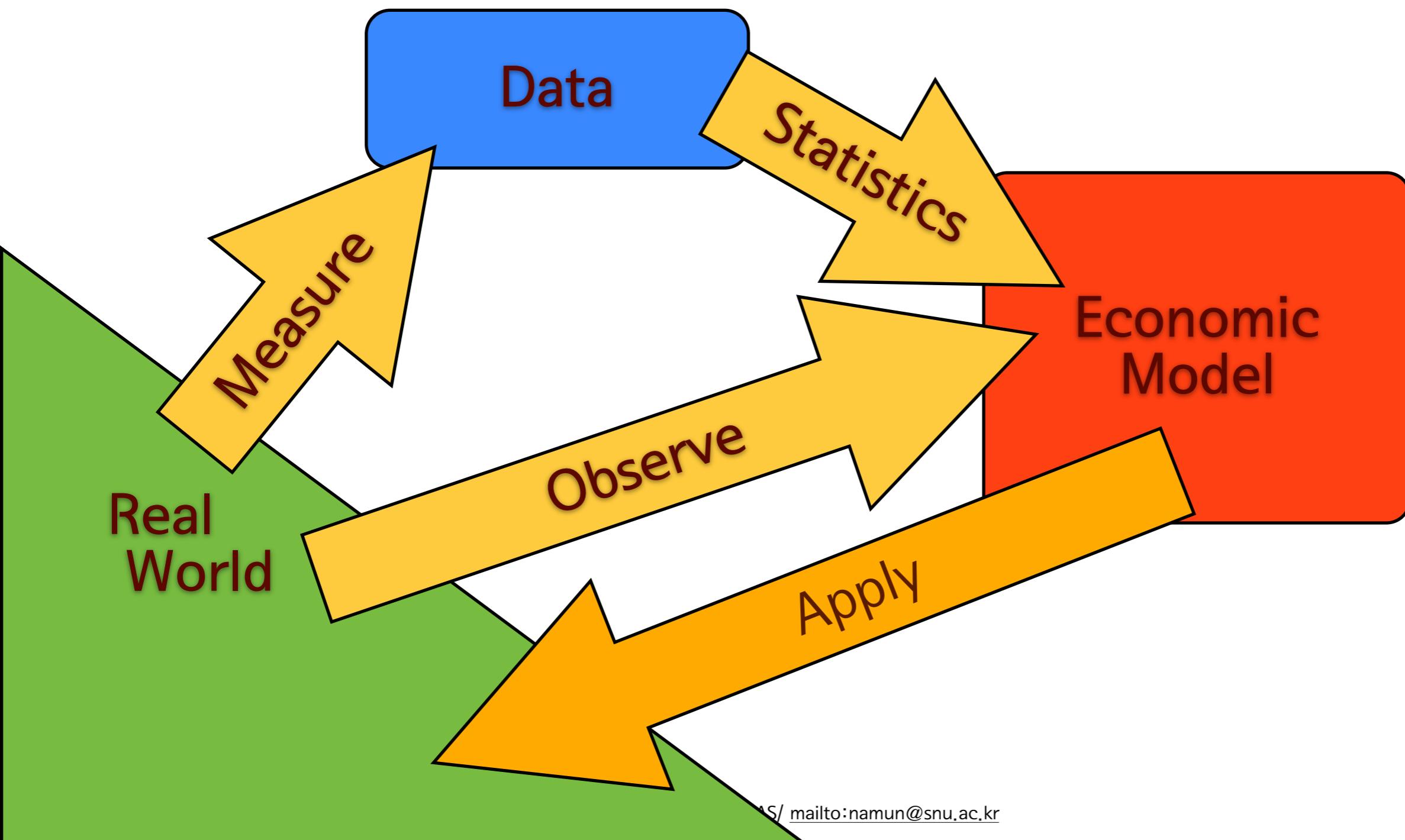
경세제민(經世濟民)

- 왕통(수나라)의 문중자에 처음 언급된 것으로 알려져 있음
  - 의미: 세상을 다스리고 백성을 구제함
  - 근대 일본에 economics의 개념이 도입될 때 번역어로 채택

# Definition: Economic Model

- In economics, a **model** is a **theoretical construct** that represents **economic processes** by a set of **variables** and a set of logical and/or quantitative **relationships** between them. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Economic\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Economic_model))

# Economic Model: Big Picture



# 무한한 욕망, 한정된 재화에 관하여

- 가장 기본적인 경제문제에 대한 L.Robbins의 고전적 규정
  - 희소성: 필요량에 비해 존재량이 적을 때에 발생
  - 재화의 양이 한정되어 있다는 것은 자명
  - 문제는 욕망의 무한성

# 당신의 선택은?

- Q: 당신이라면 이 상품을 얼마나 원하겠는가?
  - 1
  - 2
  - 많이
  - $\infty$



# 무한한 욕망



# 유한한 욕망의 예

욕구의 적정량이 존재



美好的な  
ありません!

not bad!



it's too much!



# 다시, 당신의 선택은?

- Q: 당신이라면 이 상품을 얼마나 원하겠는가?

- 1
- 2
- 많이
- $\infty$

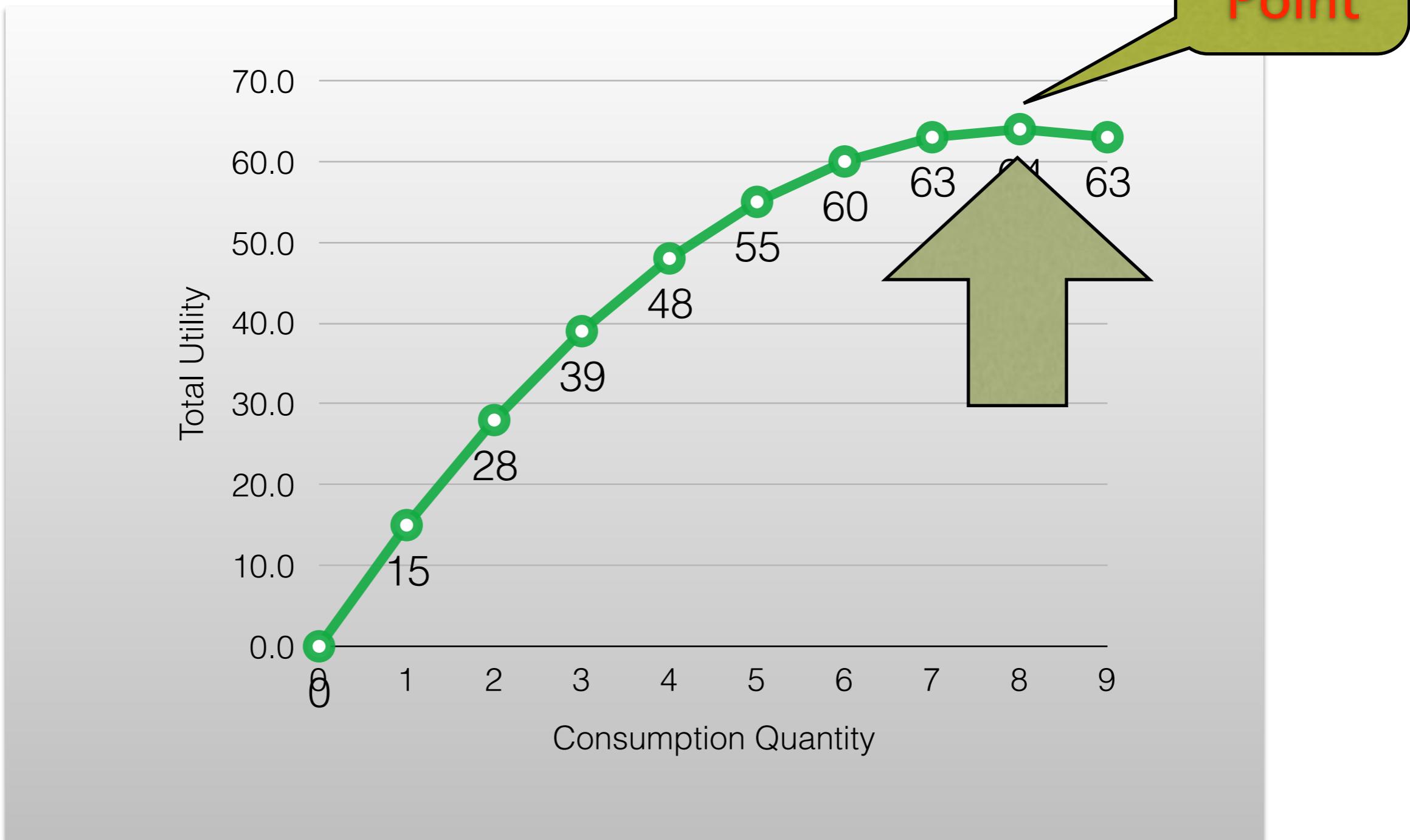


# 욕망의 무한성?

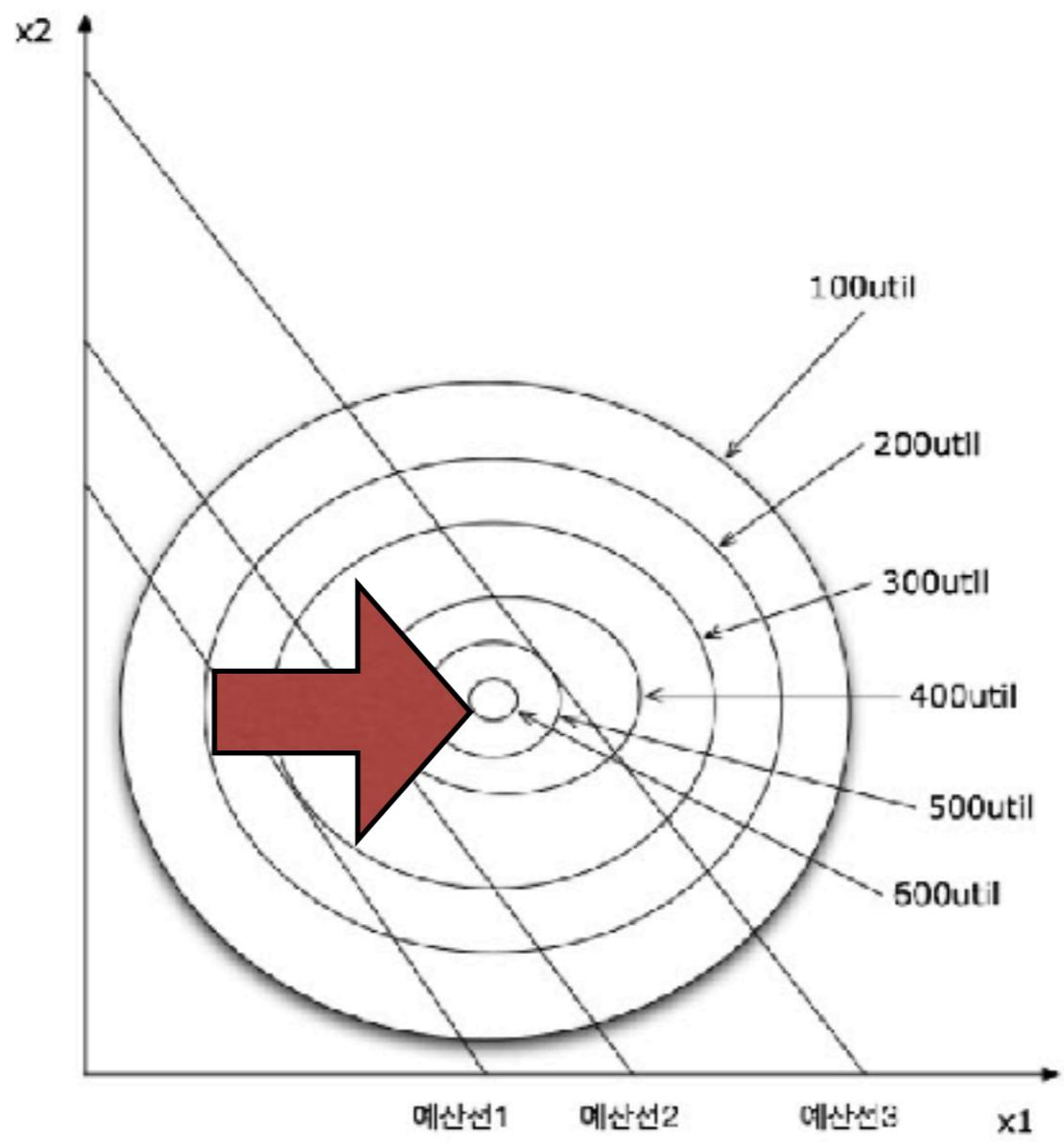
# 재화(서비스)에 대한 욕망의 유한성

- 일반적으로 재화(서비스) 그 자체에 대한 욕망은 무한하지 않음
- 지복점(Bliss point): 가장 높은 만족을 충족시키는 상품의 조합

# 이론적 설명 1



# 설명2: 무차별 곡선



# 화폐(구매력)에 대한 욕망의 무한성

AA 0587263 A

한국은행

오만원

한국은행 총재

50000

AA 0587263 A

More, more, more!!!

# 절대점수 vs. 상대점수

2013학년도 대학수학능력시험 성적통지표

수험번호		성명	주민등록번호		출신고교(반 또는 졸업년도)				
12345678		김클릭	123456-1234567		클릭고등학교(0000)				
구분	언어영역	수리영역	외국어 영역	탐구영역				제2외국어 /한문영역	
		'나'형		국사	한국지리	세계지리	정치		
표준점수	131	118	53	64	60	54	57	58	
백분위	93	79	75	97	80	89	74	78	
등급	2	3	4	1	3	2	4	3	

2012. 11. 28

한국교육과정평가원장

# 부의 절대성 vs. 상대성

- 재산이 10억인게 중요한가? 소득 상위 10%에 들어가는게 중요한가?

# 욕망의 상대성/절대성 유/무한성, ...

- 상대적 욕망의 무한성: 높은 서열은 본질적으로 한정된 가치
  - 수학 90점이 중요한가? 수학 1등급이 중요한가?
  - 남보다 더 많은 화폐(구매력): 사회적 관계의 서열을 상승시킴
  - 절대적인 욕망은 일반적으로 유한함

# 미시경제학, 거시경제학

- 미시경제학:거시경제학 ≈ 세포생물학:의학
  - 유체역학:기상학, 하드웨어:소프트웨어, 뉴런:정신
  - 불가분의 관계이지만 별도의 법칙으로 다루는 것  
이 더 적절한 분야들
  - emergence
- 다만, 세포와 달리 미시경제학의 최소 주체는 인간

# Modern Consensus

**TABLE 17-1**

## Five Key Questions About Macroeconomic Policy

	Classical macroeconomics	Keynesian macroeconomics	Monetarism	Modern consensus
Is expansionary monetary policy helpful in fighting recessions?	No	Not very	Yes	Yes, except in special circumstances
Is fiscal policy effective in fighting recessions?	No	Yes	No	Yes
Can monetary and/or fiscal policy reduce unemployment in the long run?	No	Yes	No	No
Should fiscal policy be used in a discretionary way?	No	Yes	No	No, except in special circumstances
Should monetary policy be used in a discretionary way?	No	Yes	No	Still in dispute

# 미시경제학은?

- 자신의 목적함수를 극대화하려는 행위자들로 가득 차 있는 체계로써 문제를 기술
  - 거시경제학에 대한 미시적 토대를 구성하려 함
- 복잡성의 문제에 직면 (계산적 복잡성)
  - Game theory - 상호 의존적 상황에 대한 이론
  - Agent-based Model - 복잡 모형을 simulation으로 접근
  - Economic experiment - 문제 상황을 실험실에서 구현하여 참가자들의 응답을 기록하고 관찰
  - Chaos theory

# 현재 경제학의 경향

- 양적 모형의 거의 완전한 지배 ==> 모형 자체의 진보는 명료해 보임
- Poor Performance
  - “물리학자, 생물학자, 수학자가 길을 가고 있었다...”
  - 긴박한 필요성에 의해 거시 경제학이 나타남
    - 엉성한 양적 모형, 실증에 대한 강한 의존성
    - Cobb-Douglas Functional form and R<sup>2</sup>

# 응용 과학으로서의 경제학

- 응용과학으로서의 의학 - 질병 치료가 목적
  - “질병 치료를 자신의 주요 업무로 보지 않는 생물학자는 의과대학과 연관되어 있더라도 의사가 아니다”
- 응용과학으로서의 경제학 - 경제학적 질병 (공황) 해결, 더 나은 제도 설계가 목적
  - “직접적으로나 간접적으로 현실 경제를 변화시키고 개선시키거나 악화를 방지하려는 일에 관심이 없는 경제학자들은 철학자나 수학자의 아류로 분류되는 것이 더 좋을 것이다”

# 사회과학의 존재론적 주관성

- 고찰의 최소 단위가 인간 (혹은 인간으로 구성된 조직)인 이상, 모든 명제는 자기 언급적 성격이 나타나게 됨
  - “모든 크레타인은 거짓말장이다” (에피메니데스의 역설)
- 경제적 상호작용인 거래 (trading) 제도는 사회적 합의로 이루어지는 이상, 자연법칙과 달리 수정가능
  - 법칙에 대한 이해가 실제 그 운용의 질을 보장하지 않음 (ex. 바둑의 룰을 고안한 사람 vs 이창호, 금융 경제학자 vs 펀드매니저, LTCM..)

# Poor Performance

- 수리모형에 입각한 응용과학의 문제
  - 유체역학: 진보중인 것은 명확해 보임
  - 측정의 정확도: 역시 진보중임은 명확해 보임
  - 유체역학에 기반한 응용학문으로써의 기상학의 날씨  
적중률: 진보중?
- 경제학도 마찬가지일까?
  - 기상학이 유체역학에 기반해야 함은 분명해 보임
  - 현재 미시경제학은 개별 경제주체의 설명 이론을 찾았다고 파악할 수 있을까?

# 두 가지 가능성

- 가능성 1: 미시적으로 매우 설득력이 높은 모형을 발견했지만, 그것이 거시적 문제를 해결하는데 제한적인 기여만 가능하다
  - 유사 구조의 문제에 직면한 자연과학의 진보가 문제 해결에 도움을 줄 수 있음 (혹은 거꾸로 경제학이 다른 자연과학에 도움을 줄 수도)
- 가능성 2: 가능성 1의 T/F와 무관하게 아예 문제를 잘못 잡았다
  - ...

# “개인적” 소결론

- 미시경제학을 물리학에서의 소립자이론처럼 접근하려는 시도의 전망은 그리 밝아보이지 않음
- 다만, 사회이론으로써의 경제학에 객관적 법칙의 존재는 분명해 보인다는 측면에서 더 ‘나은’ 모형을 설정할 수 있는 가능성은 언제나 존재
- 질적 연구의 보완이 필요
- 최소한, 현재의 경제학이 갈길이 멀다는 것 만큼은 합의가 되어 있음
  - 知之爲知之, 不知爲不知 是知也 (공자)