

# 경제학 방법론

ECON151 세계와 한국경제  
조남운

# 주제

- 경제학 개관 (미시)
- 모형 일반론
- 경제학 모형
- 그래프

# 경제학 개관

# 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

# The Origin of Economics

- 아리스토텔레스
  - 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)

# The Origin of Economics

oikos

가정을

- 아리스토텔레스
  - 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)

# The Origin of Economics

oikos

+

가정을

- 아리스토텔레스
  - 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)

# The Origin of Economics

oikos

가정을

+ nomos

다스린다

- 아리스토텔레스
  - 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)

# The Origin of Economics

**oikos**

가정을

+ **nomos** +

다스린다

- 아리스토텔레스
  - 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)

# The Origin of Economics

**oikos**

가정을

+ **nomos**

다스린다

**ikos**

학문

- 아리스토텔레스
  - 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)



[https://www.etymonline.com/  
word/economy?  
ref=etymonline\\_crossreference#  
etymonline\\_v\\_980](https://www.etymonline.com/word/economy?ref=etymonline_crossreference#etymonline_v_980)

# ‘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

# **개인의 선택에 관한 기본 원칙**

# (주류)경제학에서 보는 선택의 대전제

- i. 자원은 희소하다
- ii. 실제 비용은 물리적 비용과 함께 기회비용을 고려해야 한다.
- iii. 경제학적으로 최적값은 한계개념을 통해 구할 수 있다
- iv. 모든 경제주체들은 합리적이다: 이익이 될 행동은 하지 않을 이유가 없다

# 1. 자원의 희소성

# 무한한 욕망, 한정된 재화

- 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
  - $\infty$



# 당신의 선택은?

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



# 무한한 욕망

# 무한한 욕망



good!

# 무한한 욕망



good!



# 무한한 욕망



cool~

# 무한한 욕망



# 무한한 욕망

다다익선.



# 유한한 욕망의 예

# 유한한 욕망의 예



good!

# 유한한 욕망의 예



not bad!

# 유한한 욕망의 예



it's too much!

# 유한한 욕망의 예

욕구의 적정량이 존재



# 다시, 당신의 선택은?

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



# 다시, 당신의 선택은?

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

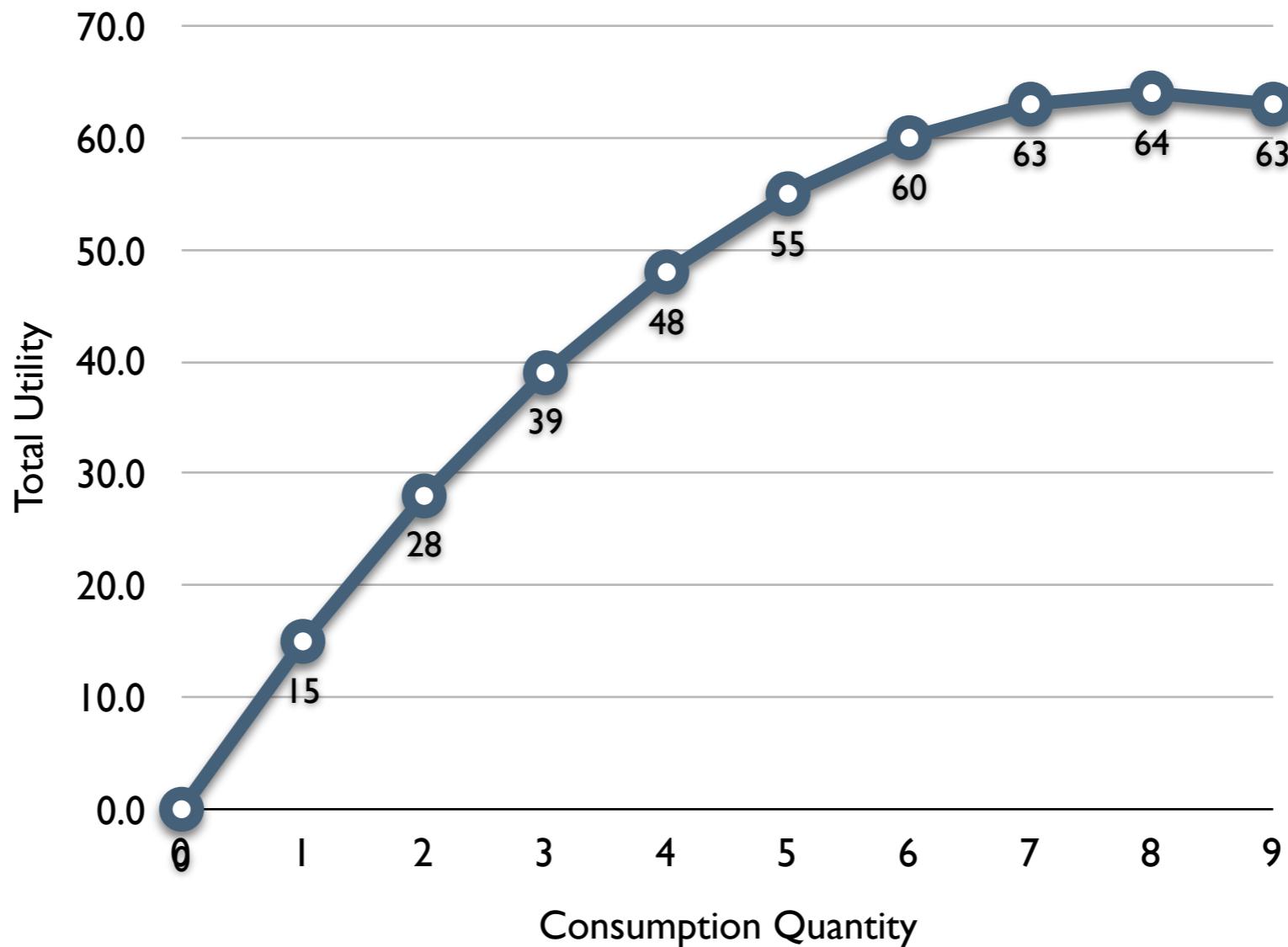


# 욕망의 무한성?

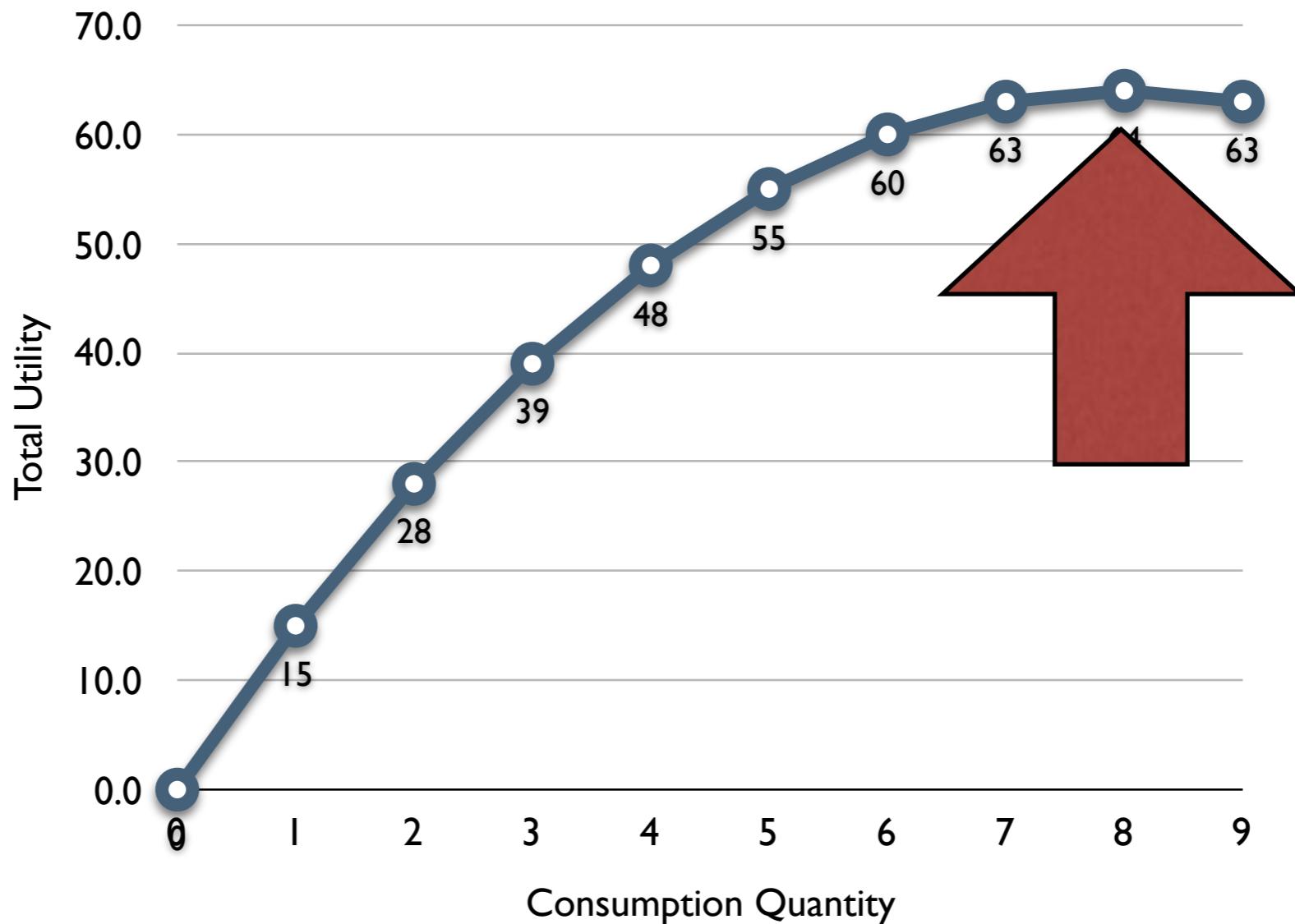
# 재화(서비스)에 대한 욕망의 유한성

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

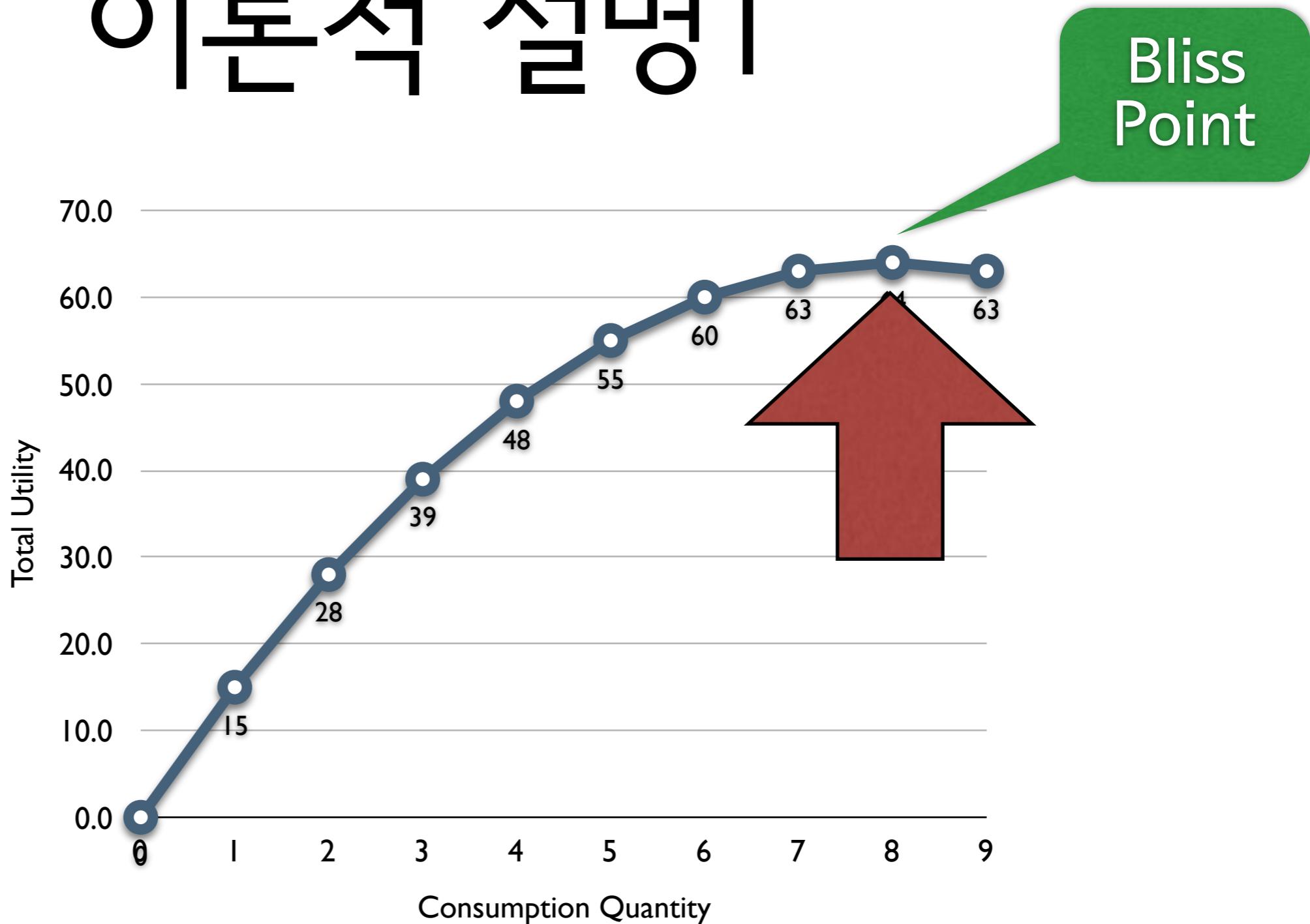
# 이론적 설명 1



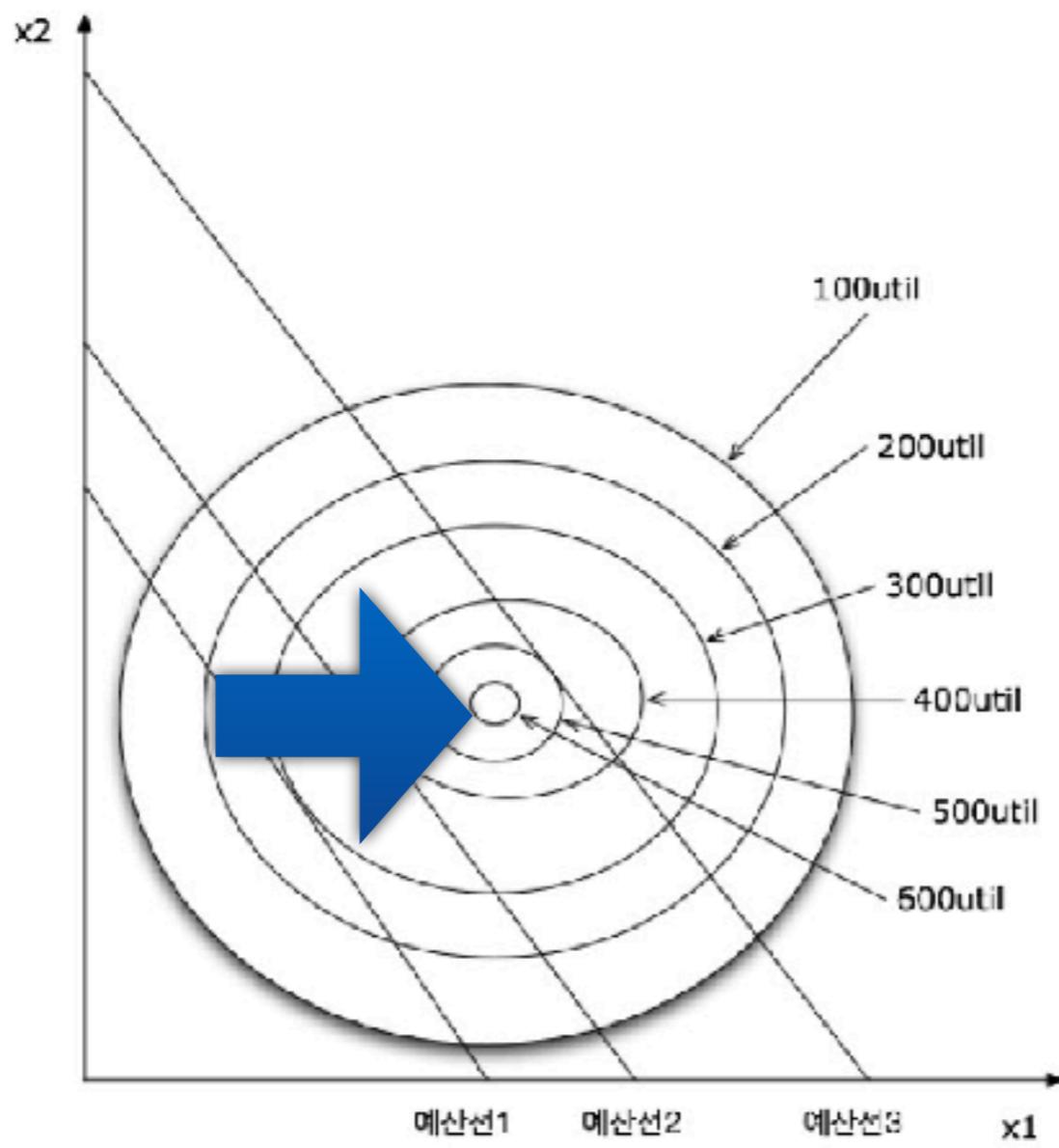
# 이론적 설명 1



# 이론적 설명 1



# 설명2: 무차별 곡선



# 화폐(구매력)에 대한 욕망의 무한성

# 화폐(구매력)에 대한 욕망의 무한성



# 화폐(구매력)에 대한 욕망의 무한성

AA 0587263 A

한국은행

오만원

한국은행 총재

50000

AA 0587263 A

More, more, more!!!

# 절대점수 vs. 상대점수

2013학년도 *** 시험 성적통지표								
수험번호	성명	주민등록번호	출신고교(반 또는 졸업년도)					
구분	언어영역	수리영역 ‘나’형	외국어 영역	탐구영역				제2외국어 /한문영역
점수	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

## 2. 기회비용

# 기회비용

# Opportunity Cost

- 어떤 선택을 할 때 포기하게 되는 것들 중 가장 큰 비용
  - 예1) 철수의 대학진학에 대한 기회비용: 대학진학을 하지 않고 취업했을 경우 얻을 것으로 예상되는 소득(기대소득)
  - 예2) 빌게이츠의 대학중퇴(사업)에 대한 기회비용: 대학진학을 그대로 했을 경우 얻을 기대소득
- 경제학적 의미로서의 비용 ≠ 회계적 비용

# 3. 한계성

추가적인 요소 증가에 대한 추가적인 결과

# 한계분석의 예: 한계효용분석

# 한계분석의 예: 한계효용분석



만족도: 10

# 한계분석의 예: 한계효용분석



만족도: 10



5

# 한계분석의 예: 한계효용분석



만족도: 10



5



2

# 한계분석의 예: 한계효용분석



만족도: 10



5



2



-3

# 한계분석의 예: 한계효용분석



만족도: 10



5



2



-3

배탈발생!

# 한계분석의 예: 한계효용분석



만족도: 10

최적소비량:  
3공기



5

2

-3



배탈발생!

# 한계분석을 통한 편익 극대화

- 경제학의 많은 변수들은 측정에 있어서 절대량 계  
측에 한계가 존재함
  - 현재 값을 알고 있다 할지라도 모든 범위에서의  
반응을 알아내는 것은 별개의 문제
  - 다만, 한계 분석을 통해 현재 값 근방에서 편익  
을 극대화하기 위한 최적 행동을 구할 수 있음  
(단, 한계편익은 감소해야 함)

4. 경제적 합리성:  
편익을 증가시키 수 있는 기  
회가 있다면 언제나 그 기회  
를 사용한다

# 경제적 합리성과 유인

## Rationality and Positive/ Negative incentives

- 경제적으로 합리적인 사람은 언제나 자신의 편익을 증가[감소]시킬 수 있는 기회를 포기[수용]하지 않음
- 따라서, 유인체계에 반응하는 것이 합리적(rational)이며 인간(Homo economicus)의 성격이라는 관점을 견지(ex. 성과급, 스톡옵션 등)
- 반론) 행동경제학에서의 반례(논쟁중), 사회적 선호, 제한된 합리성(bounded rationality), 인센티브의 역설

# 경제적 상호작용에 대한 원칙들

# 경제적 상호작용의 대전제

- i. 교역에는 이익이 따른다
- ii. 시장은 균형상태에 수렴한다
- iii. 자원은 가능한한 효율적으로 사용되어야 한다
- iv. 시장은 일반적으로 효율성을 달성한다
- v. iv.가 아닌 경우, 정부개입 등을 통해 사회후생을 증가시킬 수 있다.

# 1. 교역에는 이익이 따른다.

# 사회적 분업

- 근대 이전의 생산양식에서는 대체로 생활에 필요한 물건들을 스스로 생산했음(주택, 의복, 식량 등)
- 분업의 발달: 현대의 개인들은 대부분의 시간을 특정 상품의 생산에 집중하고, 거래를 통해 자신이 필요한 물건을 구매함
- 경제 발전의 정도가 높을수록 분업구조가 고도화

# 분업의 이익

- 특화될수록 총 생산량이 높아지는 특성
  - ex) Adam Smith의 핀공장
- 혹은 같은 양의 생산에 필요한 사회적 자원(비용)이 줄어듬.
  - ex) RPG 게임(디아블로 등)의 아이템 시장



# 소비자잉여 Consumer Surplus

- 모든 자발적(합리적)인 거래는 거래 당사자에게 이득을 준다
  - 합리적 인간은 손해볼 거래는 하지 않을 것이기 때문에 자명한 명제
- 소비자잉여: 소비자가 어떤 상품을 구입했을 때 얻게 되는 이득
- 그 상품에 대해 소비자가 지불하고자 하는 최대금액에서 소비자가 실제 지불한 금액(가격)을 뺀 값

# 수요조사



# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p |$$

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p |$$

|명

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1 \quad | \text{명}$$



$$\times 100 = p2$$

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



$$\times 100 = p2$$

3명

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



$$\times 100 = p2$$

3명



$$\times 1 = p6$$

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



$$\times 100 = p2$$

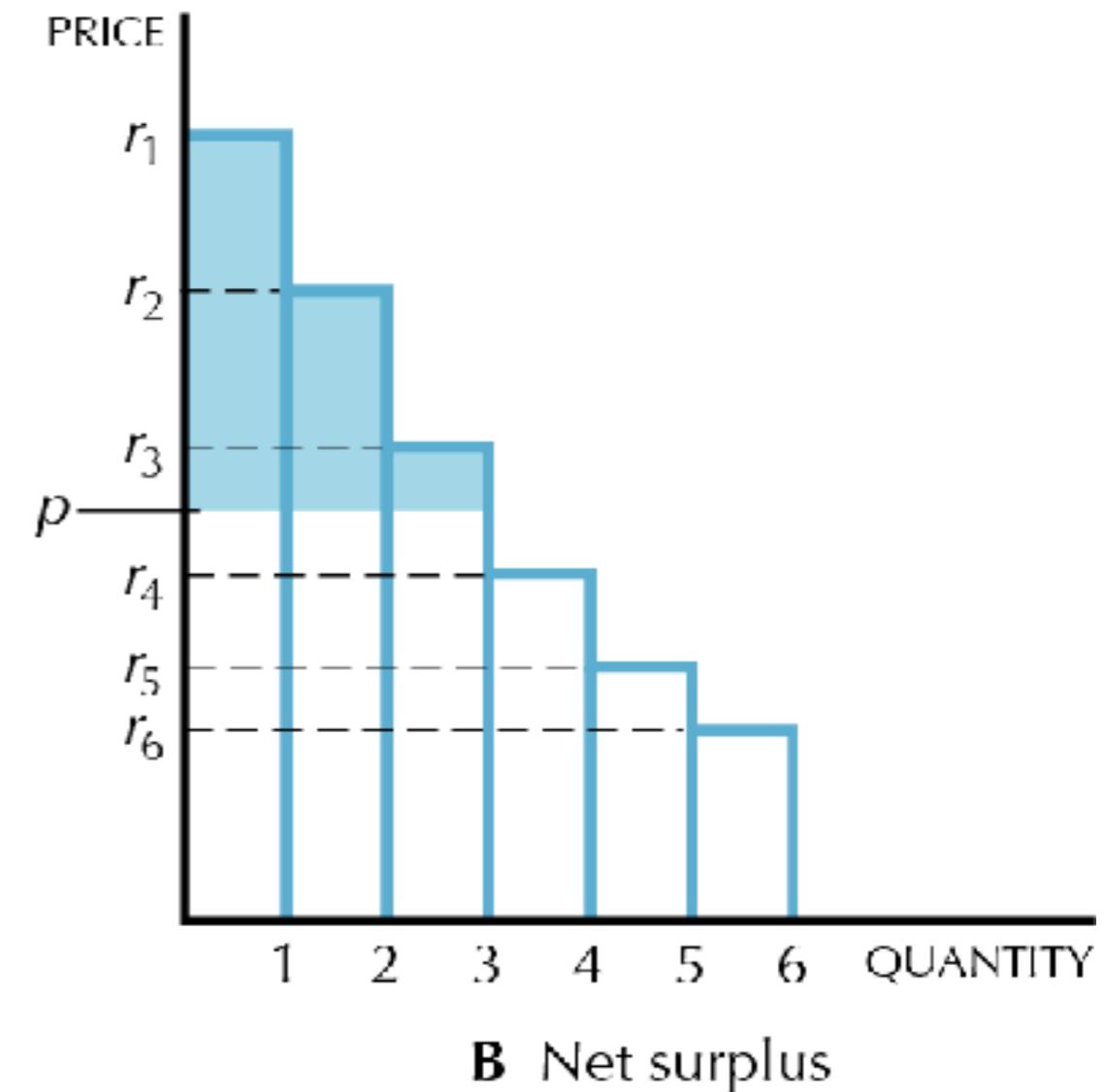
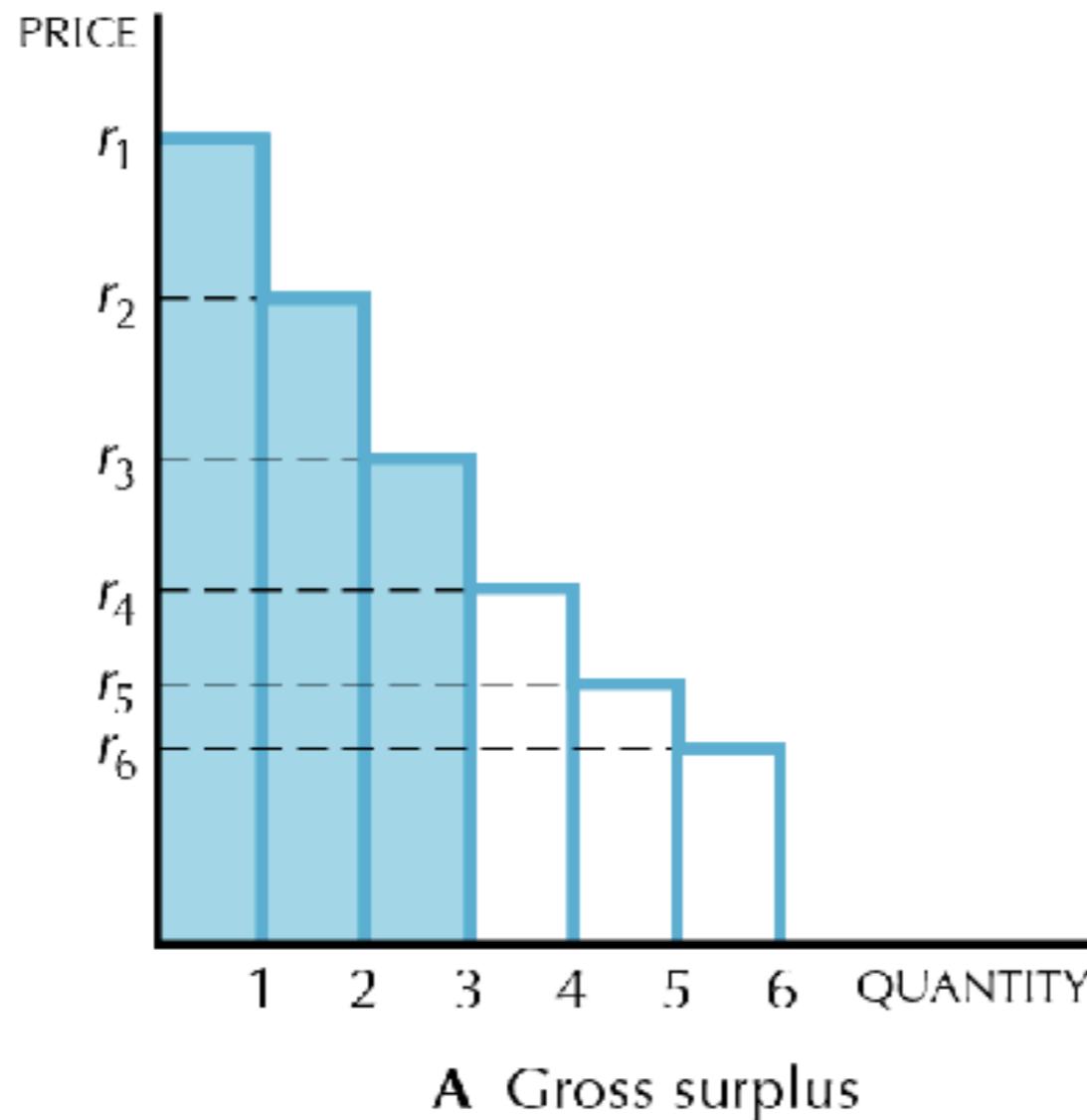
3명



$$\times 1 = p6$$

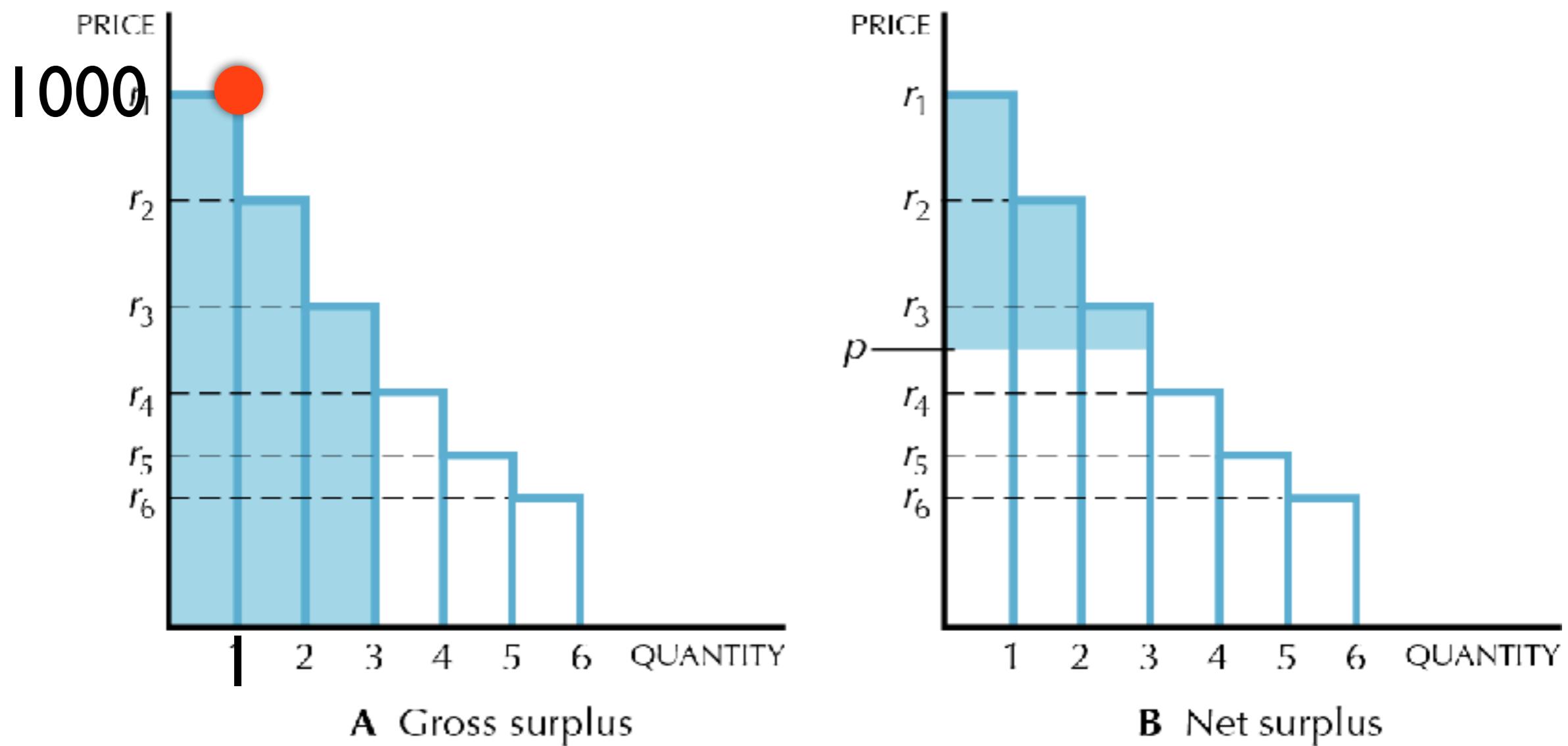
57명

# 소비자잉여



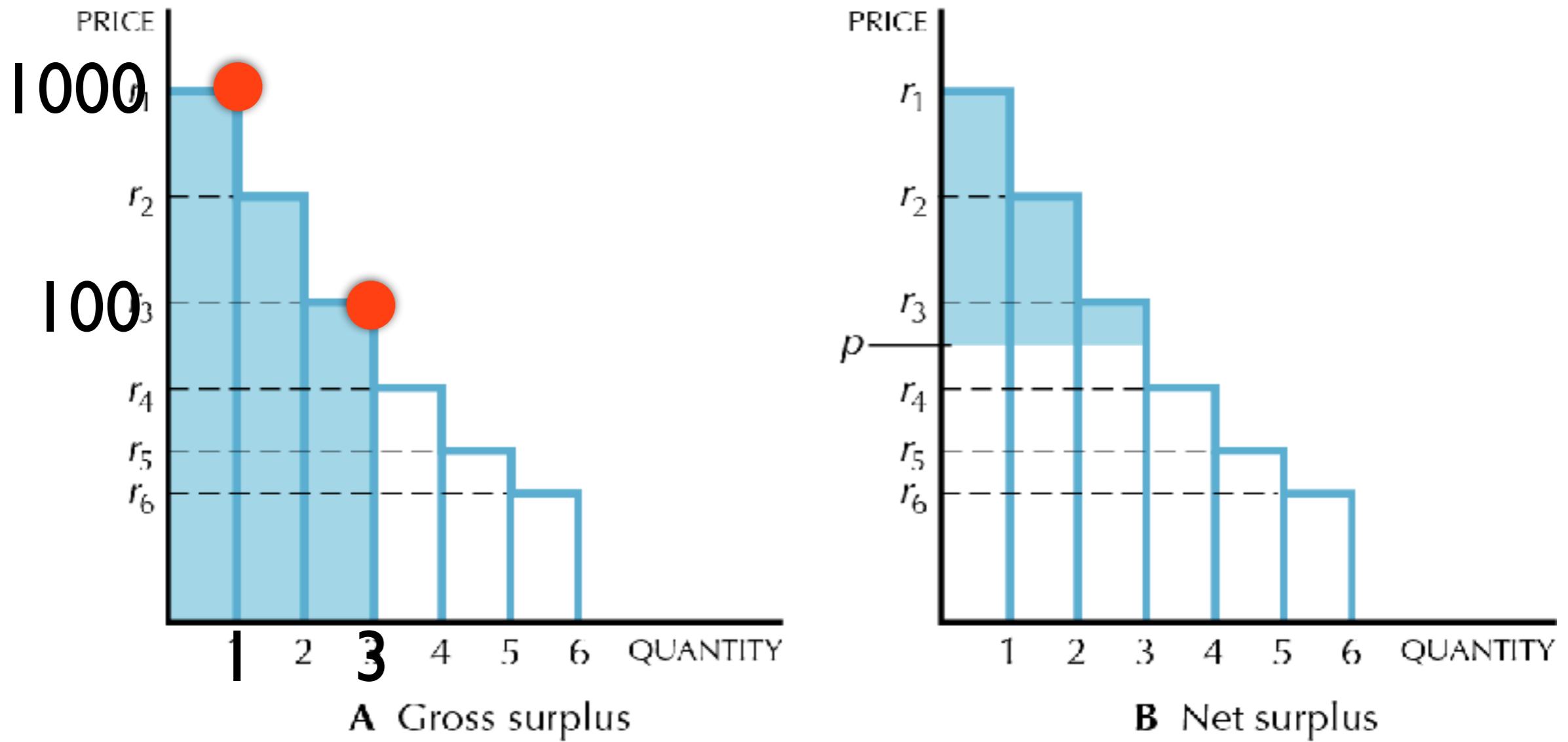
**Figure 14.1** Reservation prices and consumer's surplus

# 소비자잉여



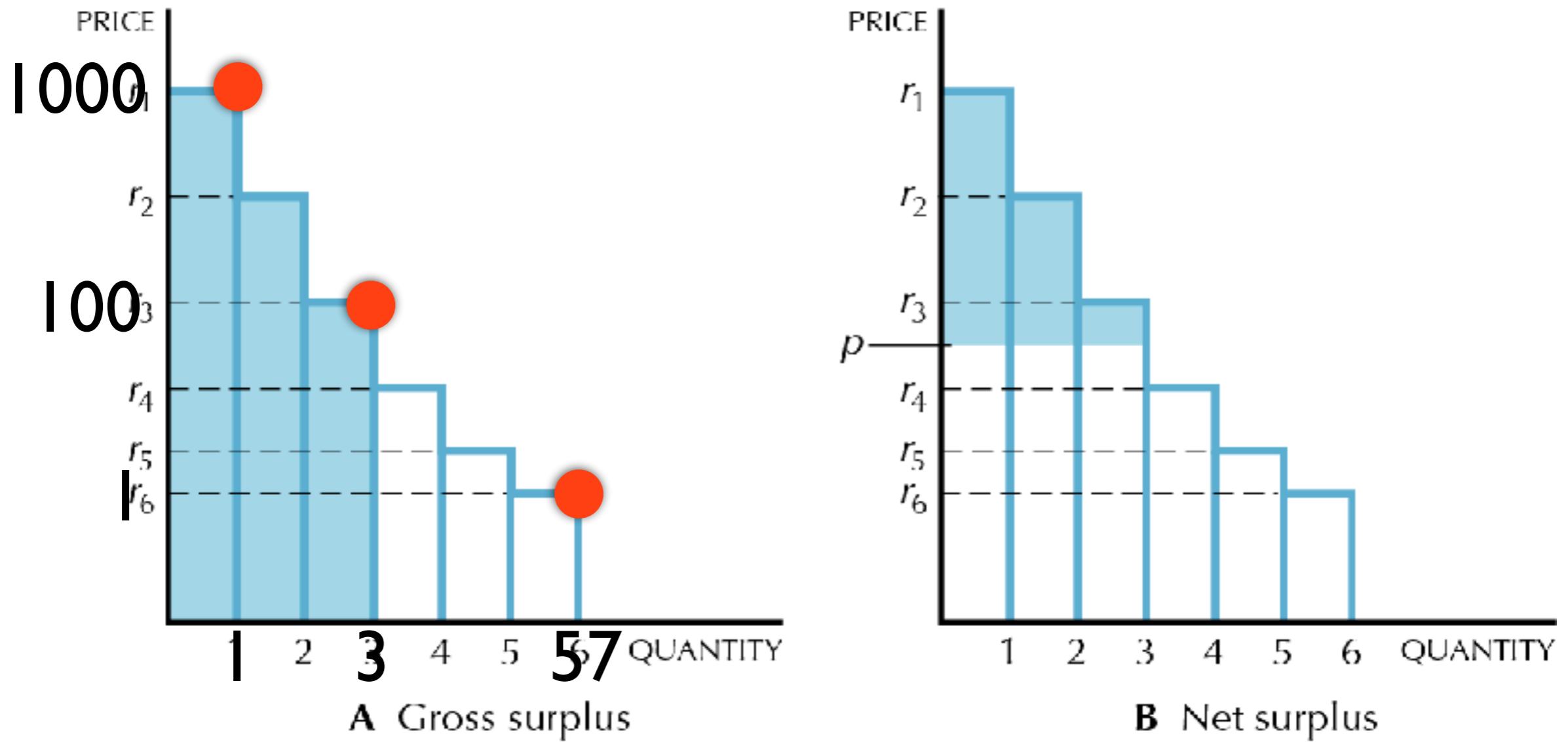
**Figure 14.1** Reservation prices and consumer's surplus

# 소비자잉여



**Figure 14.1** Reservation prices and consumer's surplus

# 소비자잉여



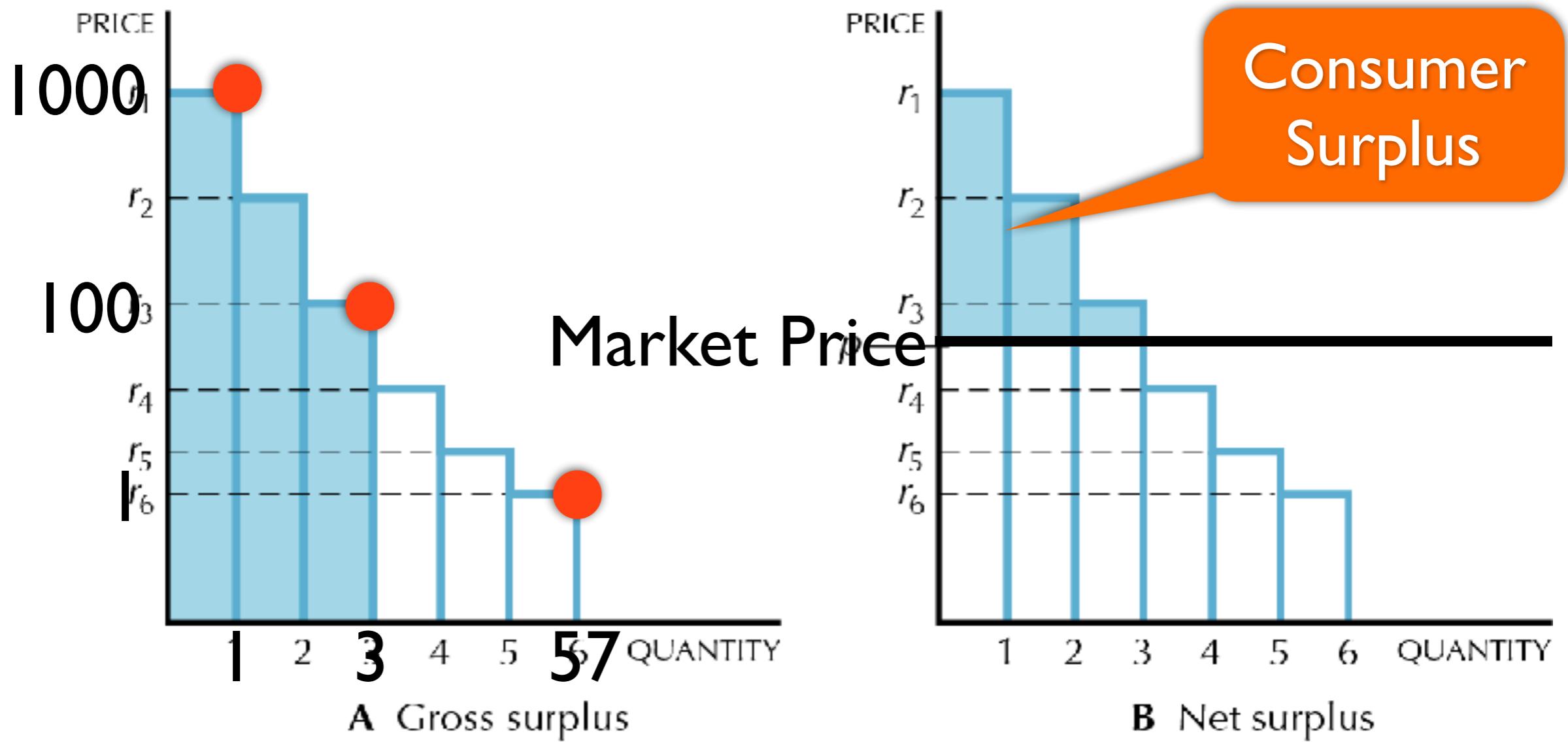
**Figure 14.1** Reservation prices and consumer's surplus

# 소비자잉여



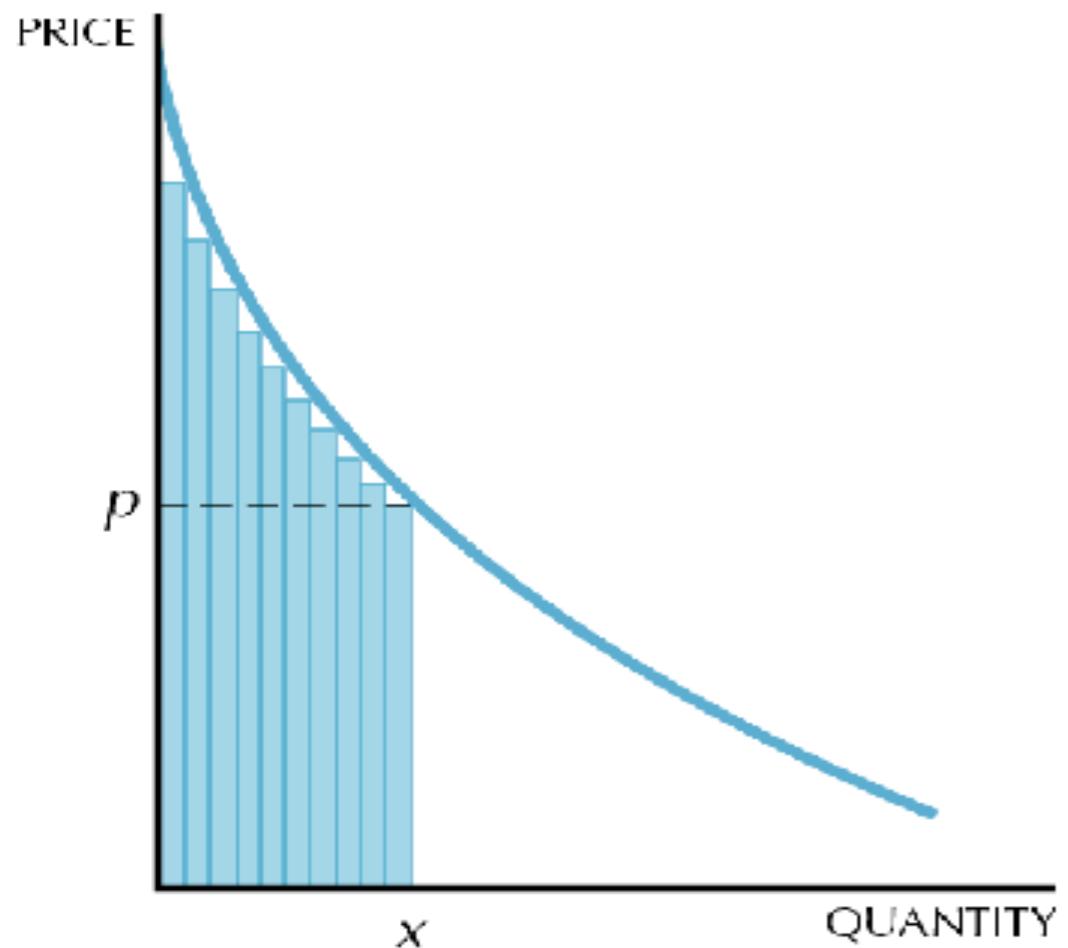
**Figure 14.1** Reservation prices and consumer's surplus

# 소비자잉여

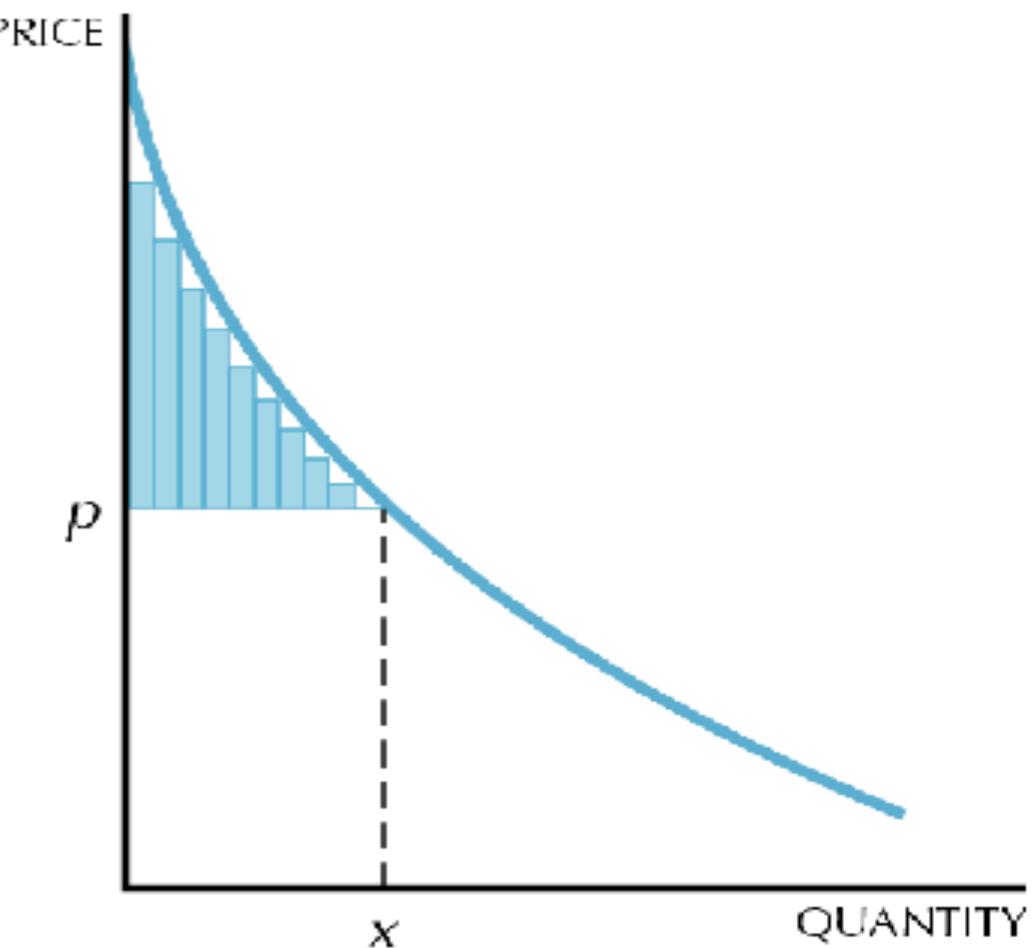


**Figure 14.1** Reservation prices and consumer's surplus

# 소비자의 수가 증가할 경 우



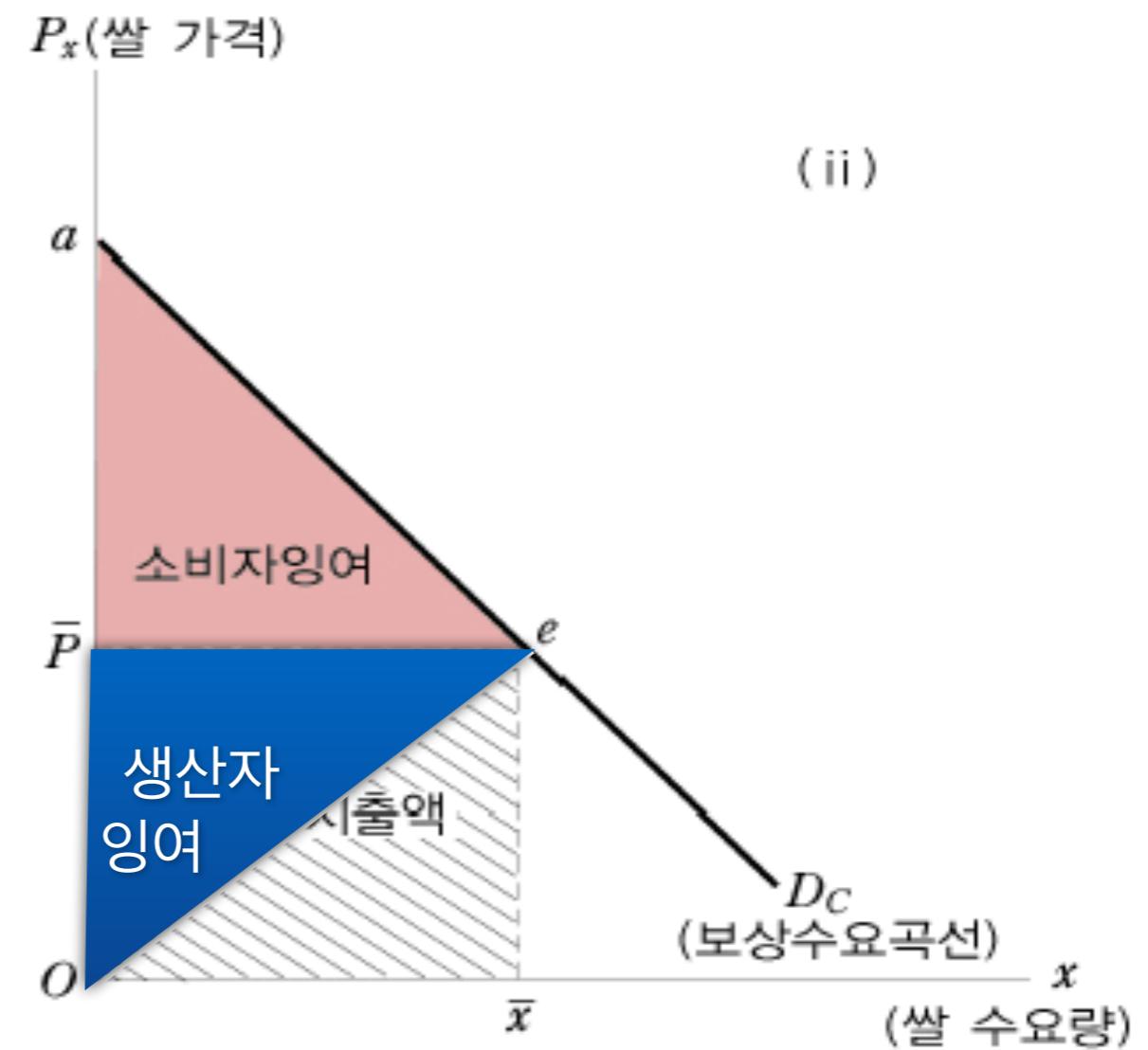
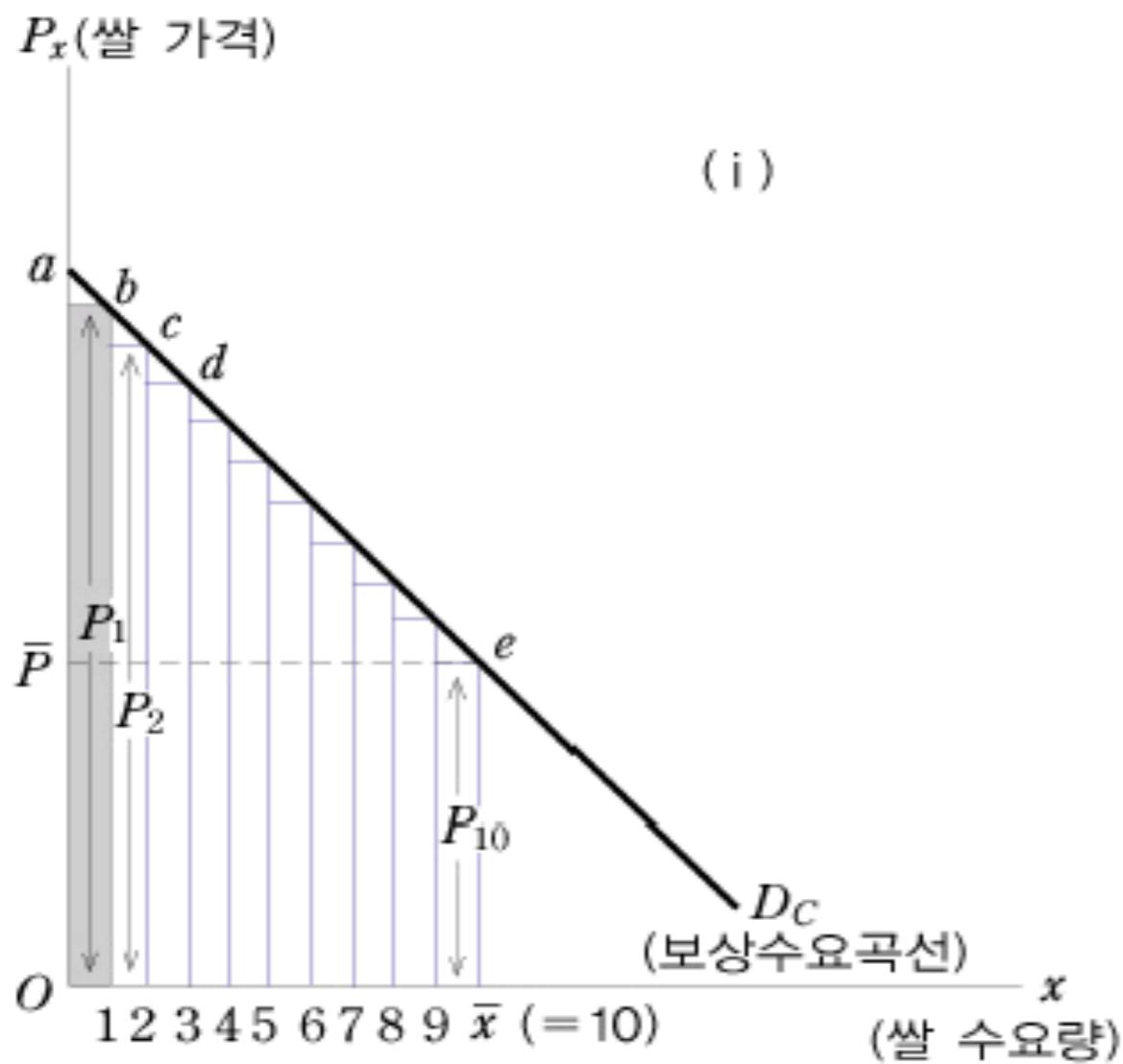
A Approximation to gross surplus



B Approximation to net surplus

**Figure 14.2** Approximating a continuous demand

# 생산자잉여, 사회적잉여



**2. 시장은 균형상태에  
수렴한다.**

# 수요

- 어떤 상품을 구매하고자 하는 의사
- 유효한 수요를 전제
  - 유효한 수요: 실제 구매 가능한 수요

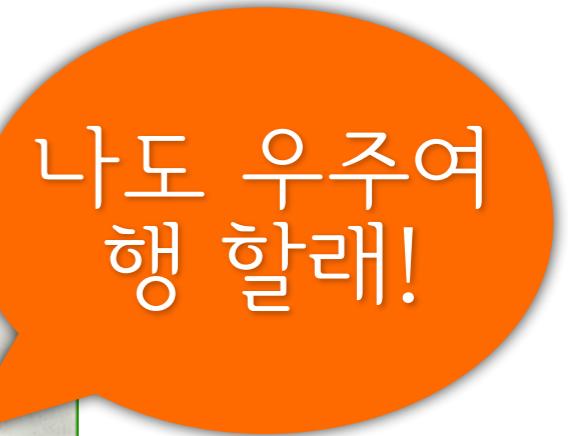
# 유효하지 않은 수요의 예

# 유효하지 않은 수요의 예



나도 우주여  
행 할래!

# 유효하지 않은 수요의 예



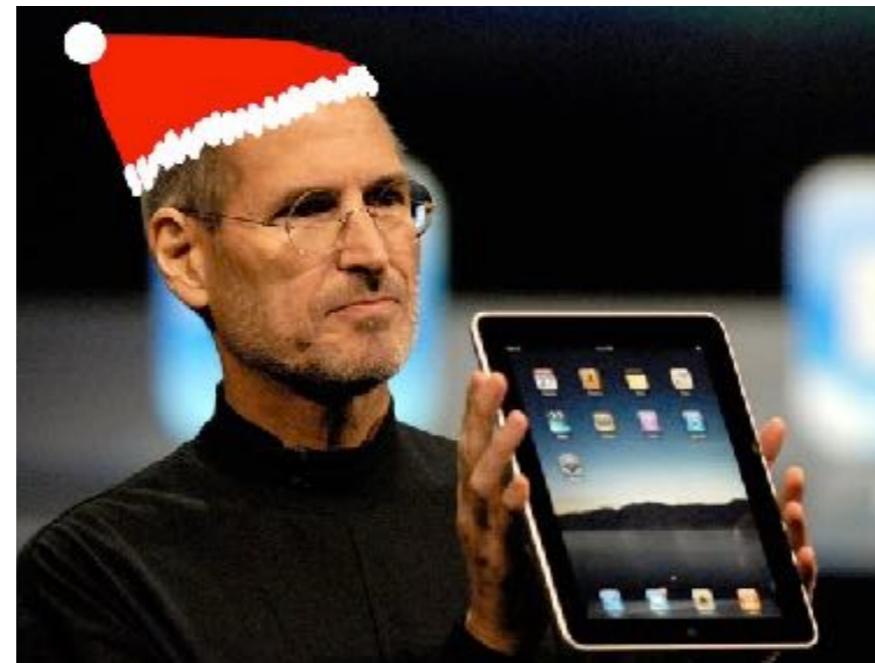
# 유효하지 않은 수요의 예



나도 우주여  
행 할래!

위 경우는 구매능력이 없으므로 수요가 아님

# 수요조사



# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p |$$

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p |$$

|명

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1 \quad | \text{명}$$



$$\times 100 = p2$$

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



$$\times 100 = p2$$

3명

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



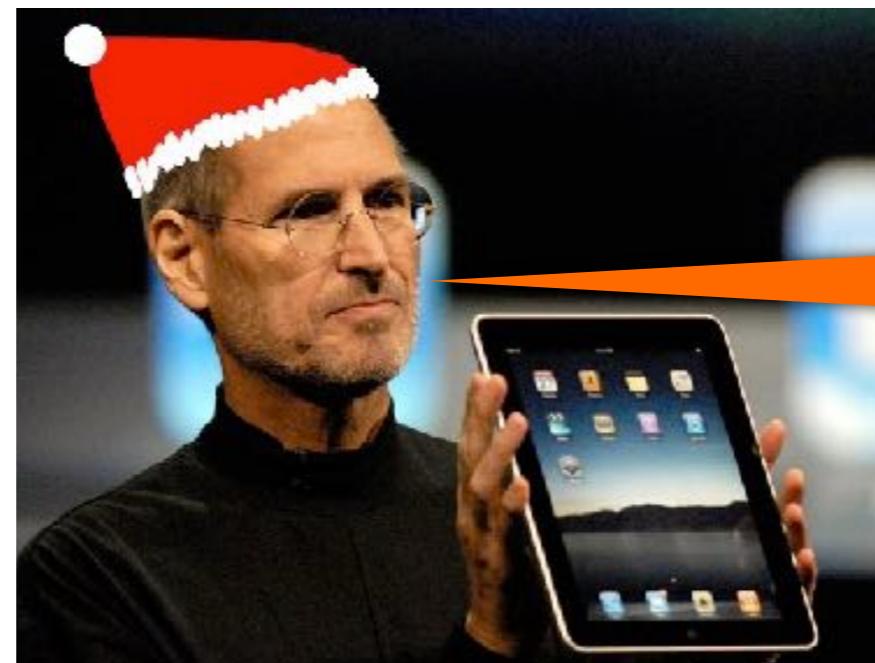
$$\times 100 = p2$$

3명



$$\times 1 = p6$$

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



$$\times 100 = p2$$

3명



$$\times 1 = p6$$

57명

# 수요조사



아래 가격에  
사실 분?



$$\times 1000 = p1$$

1명



$$\times 100 = p2$$

3명



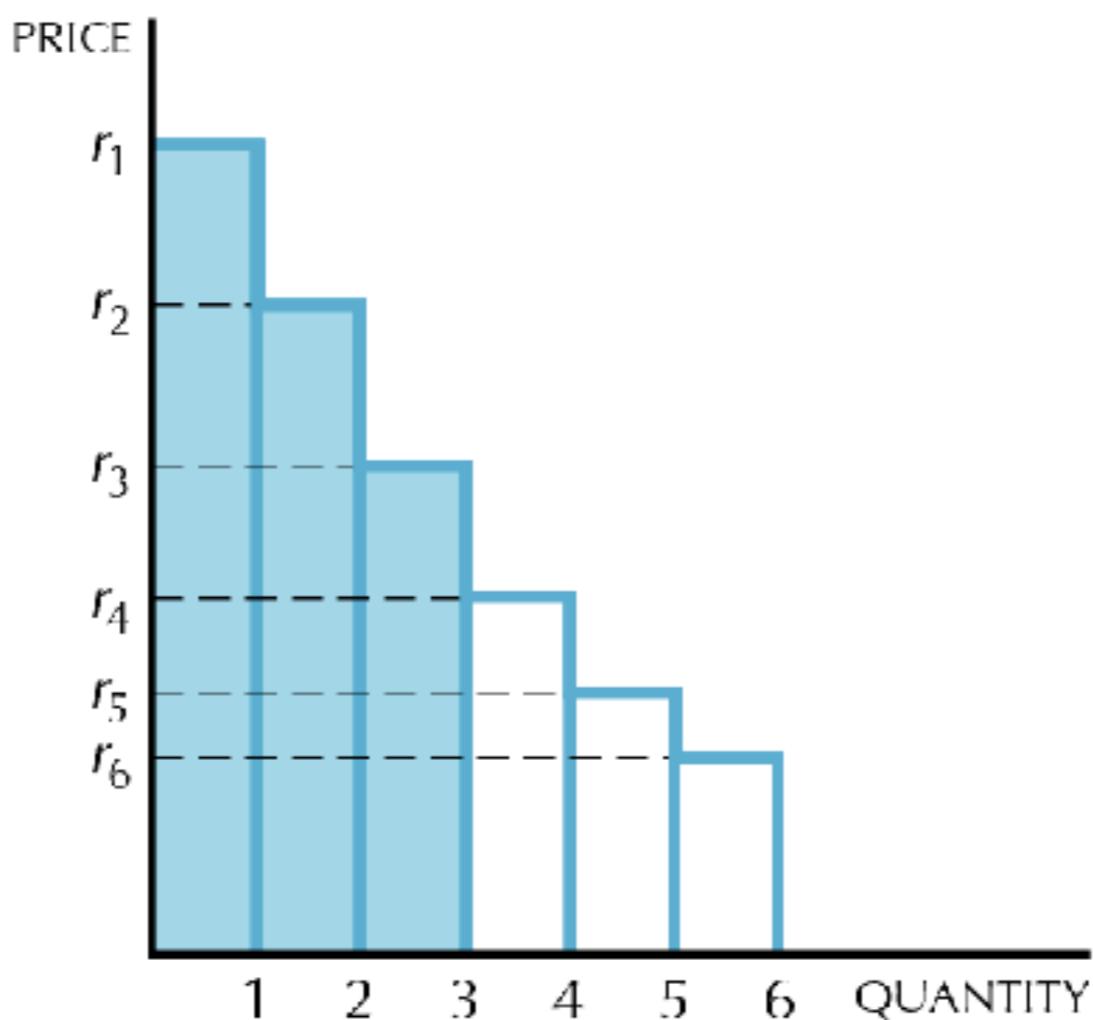
$$\times 1 = p6$$

57명

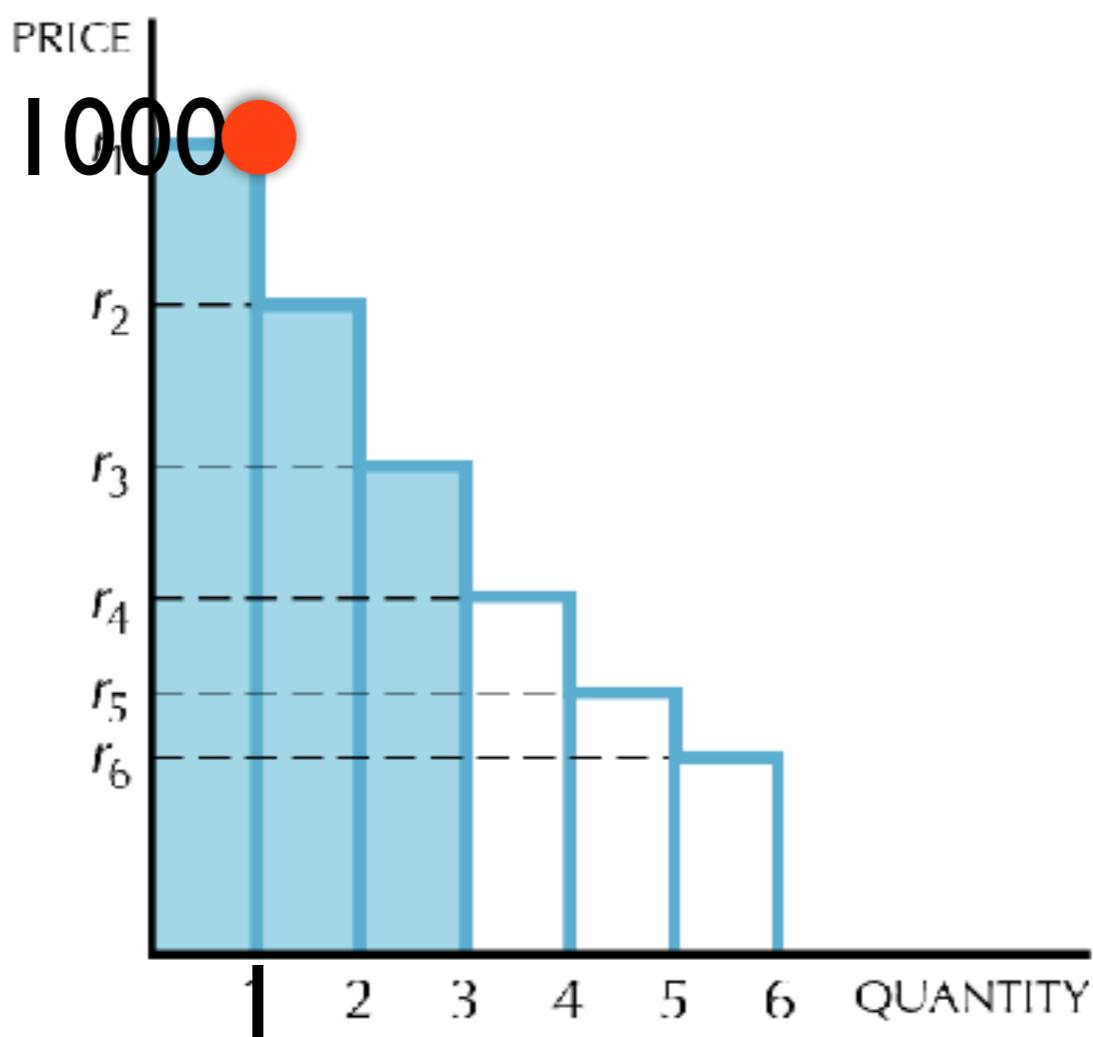
# 수요법칙

- 가격 ↓ ⇒ 수요량 ↑
- (다른 모든 조건이 동일하다면: *ceteris paribus*)가격이 낮을 수록 수요량이 높아진다
- 우향하는 수요곡선 도출가능(가로: 수요량, 세로: 가격)
  - 반론) 반례존재(명품수요: 베블렌재 등)

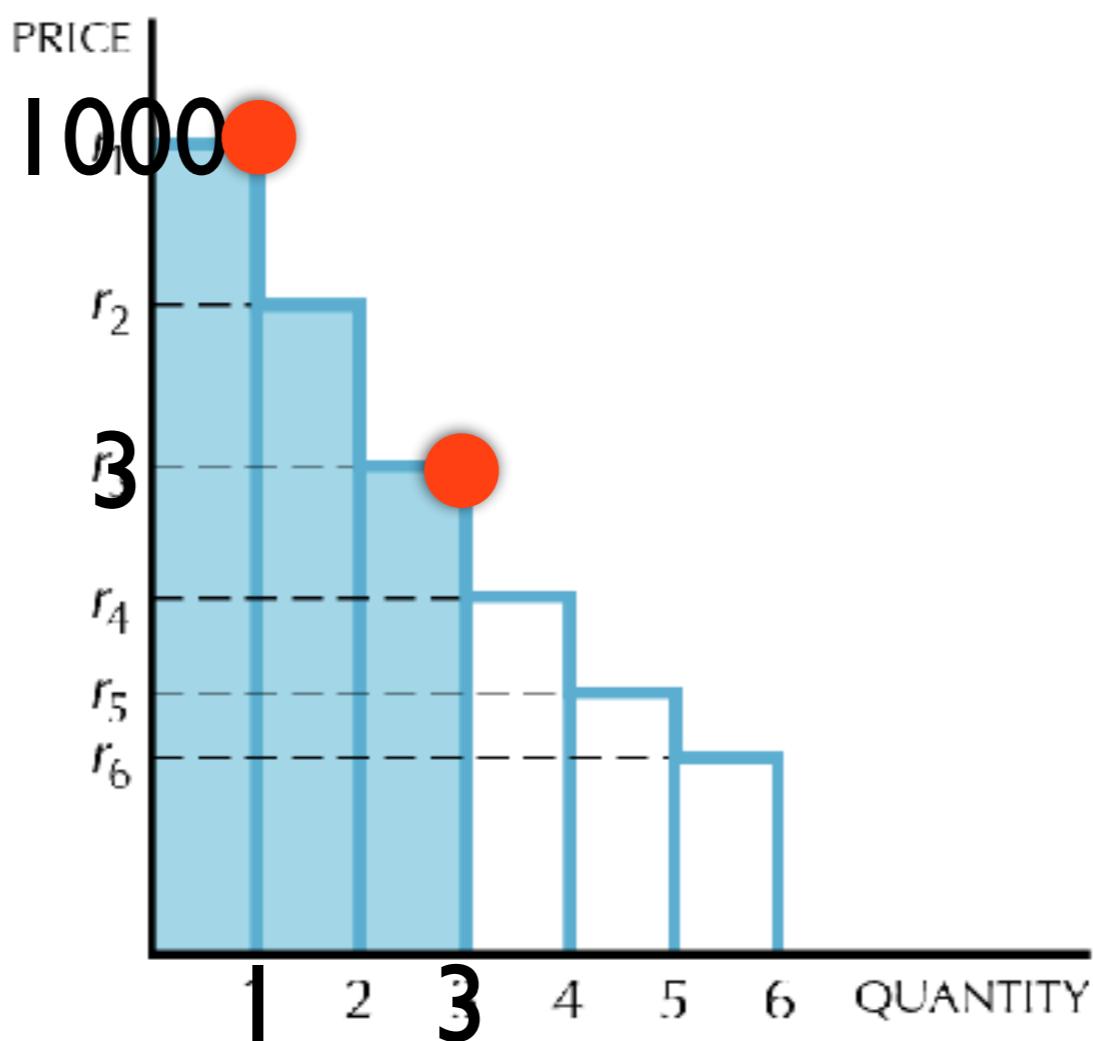
# Demand Curve



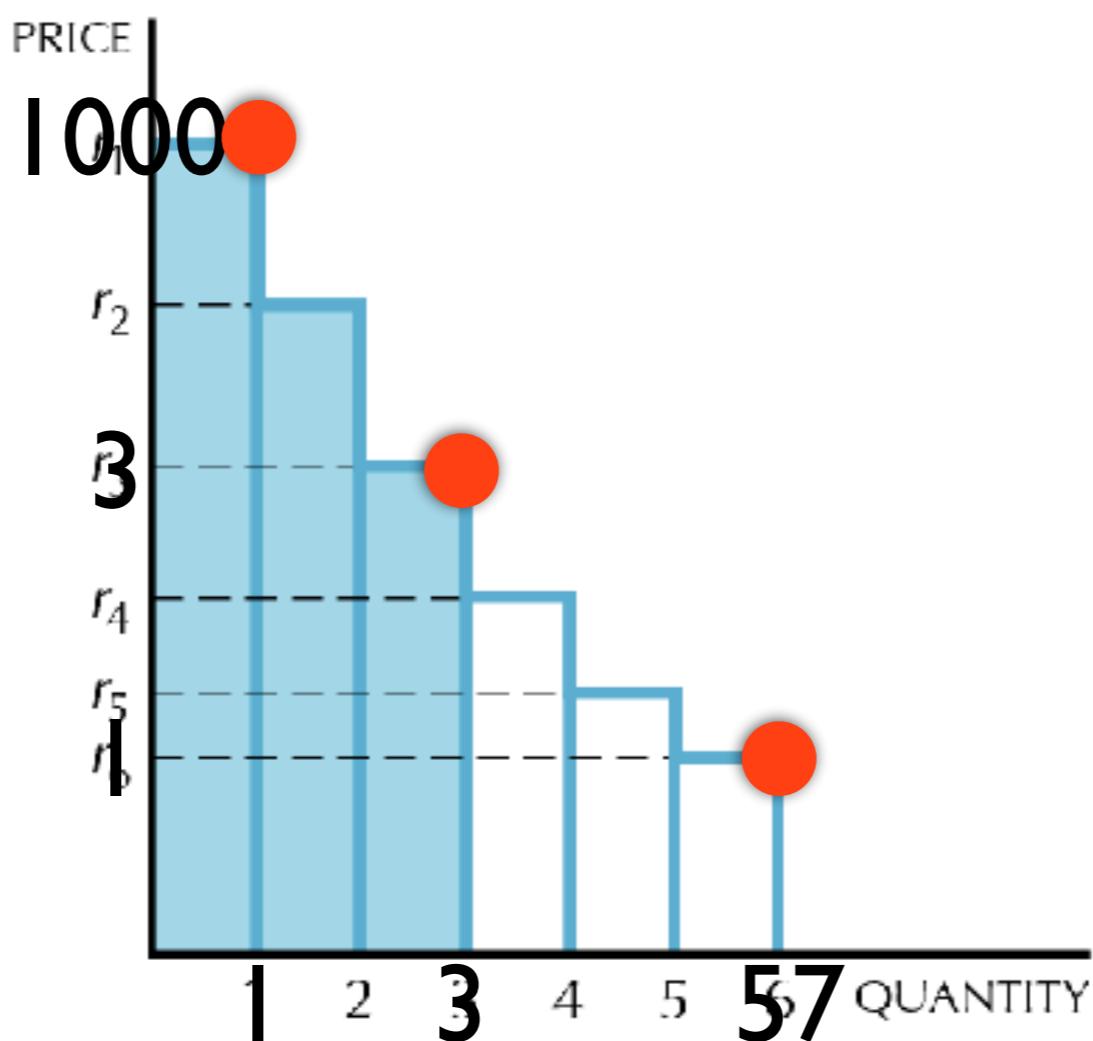
# Demand Curve



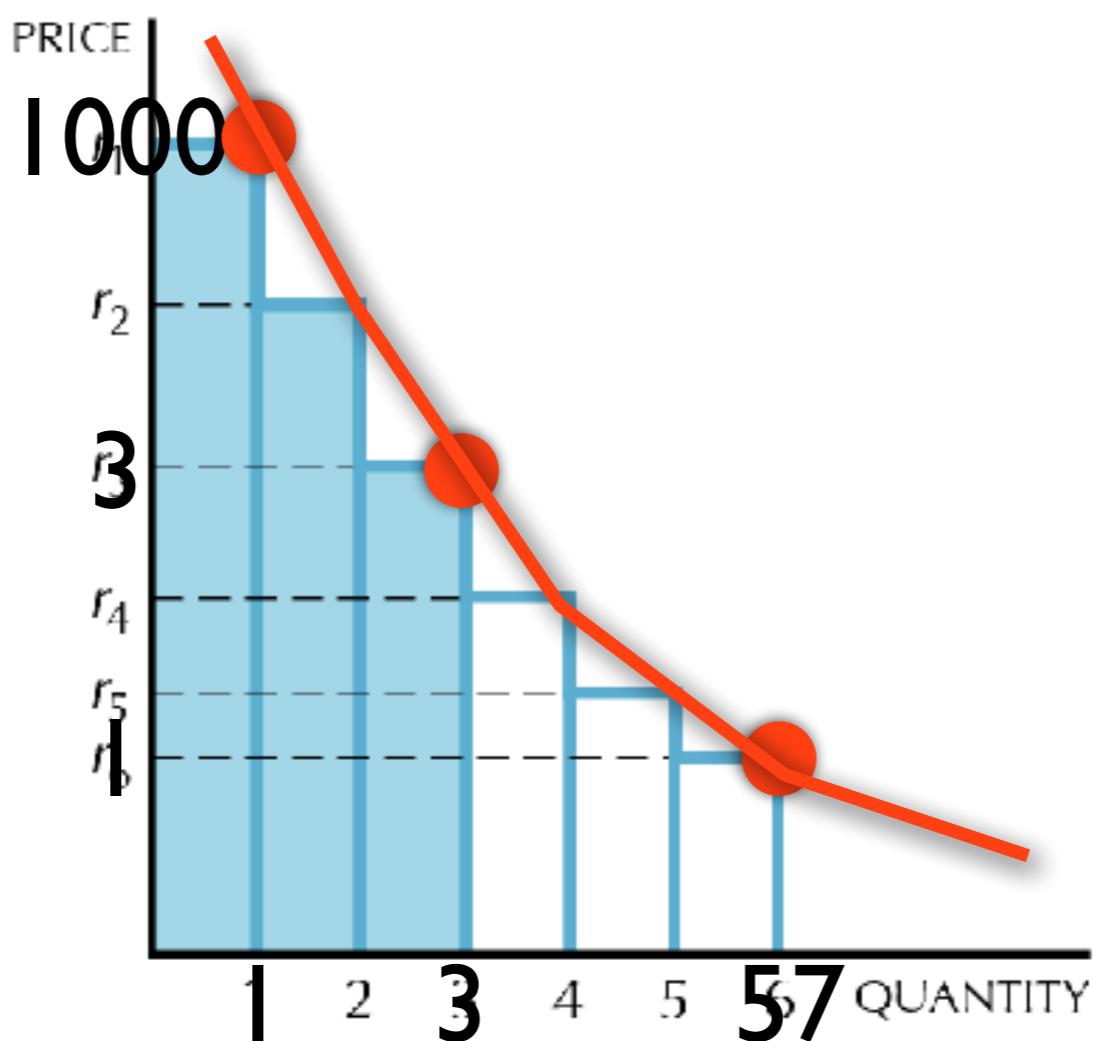
# Demand Curve



# Demand Curve



# Demand Curve



# 공급조사



# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

1명

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

1명



x 100

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

1명



x 100

3명

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

1명



x 100

3명



x 10000

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

1명



x 100

3명



x 10000

57명

# 공급조사



아래 가격을  
줄테니 제게  
팔아주실 분?



x 1

1명



x 100

3명



x 10000

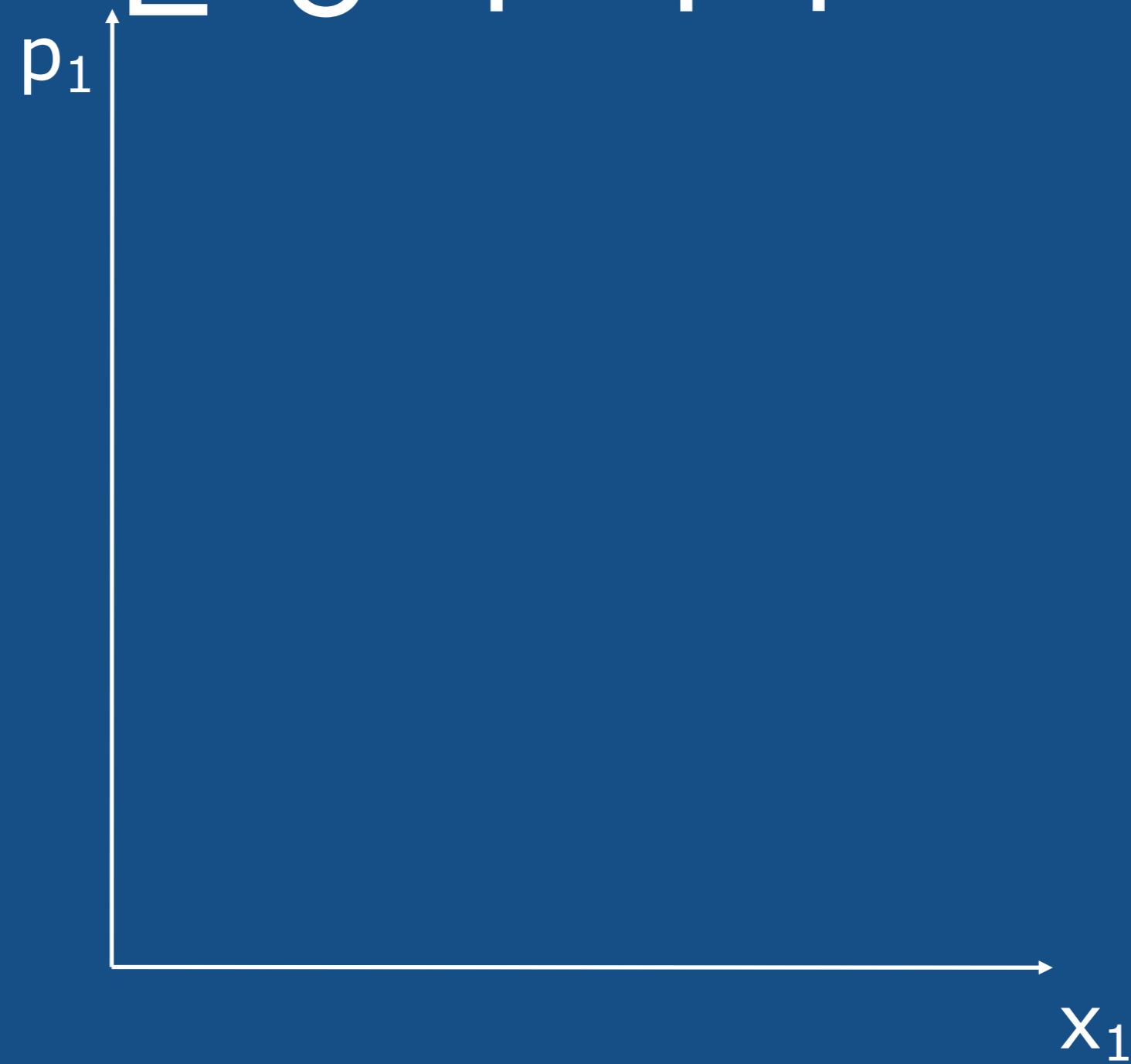
57명

# 공급법칙

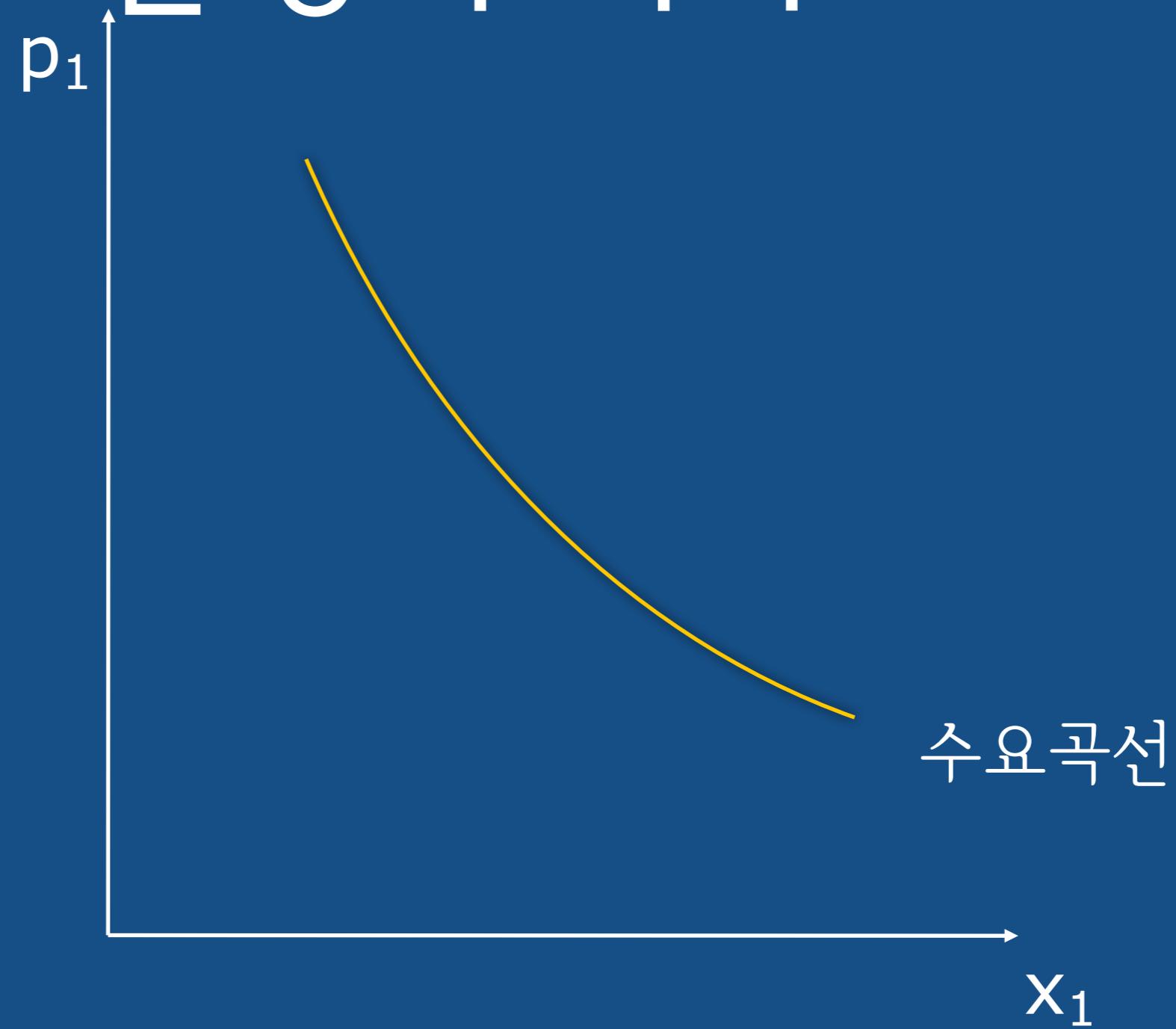
- 가격↑ $\Rightarrow$  공급량↑
- (다른 모든 조건이 동일하다면) 가격이 높을수록 공급하려는 공급자가 많아짐
- 우상향하는 공급곡선 도출 가능(가로: 공급량, 세로: 가격)

# 균형의 의미

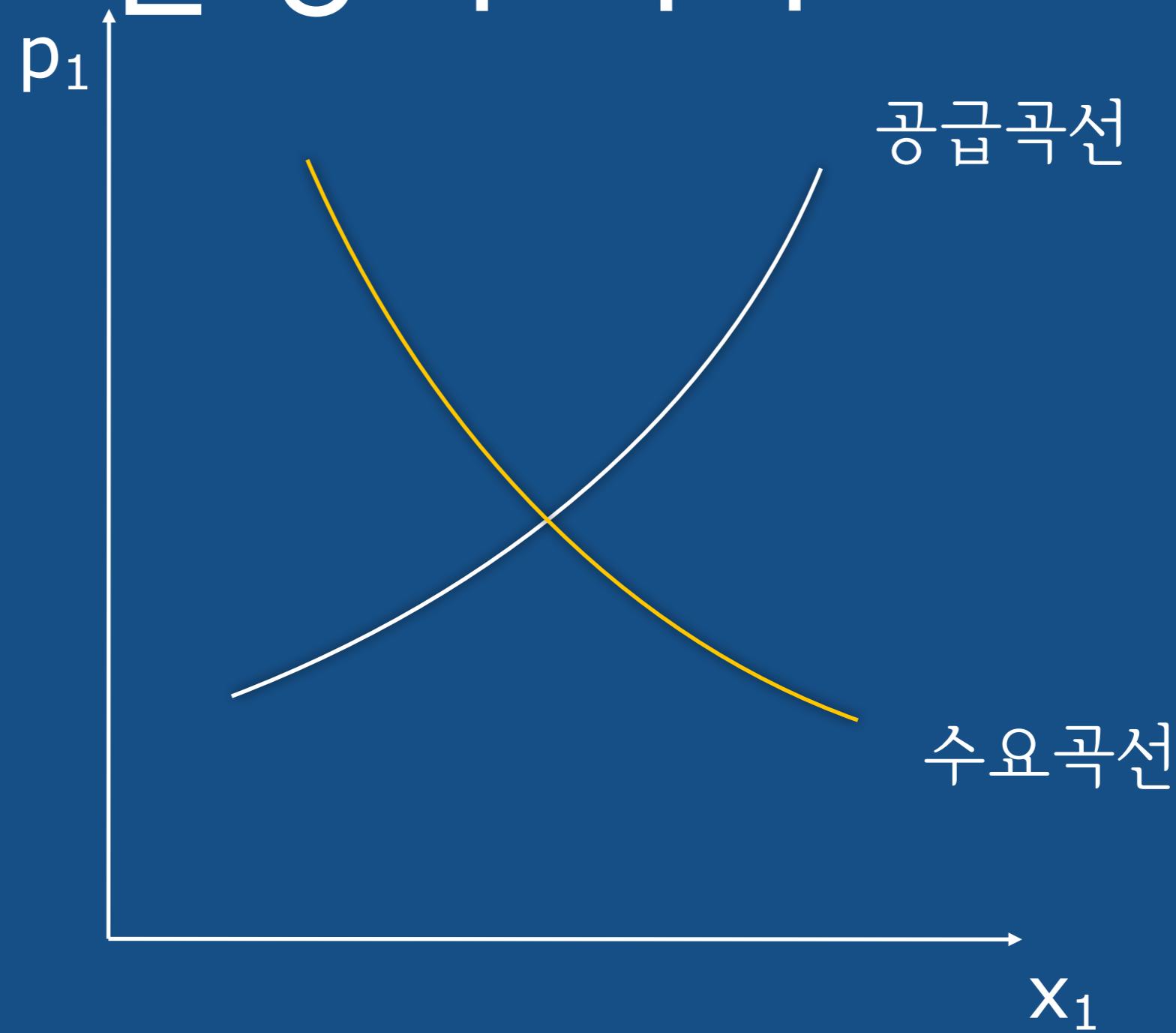
# 균형의 의미



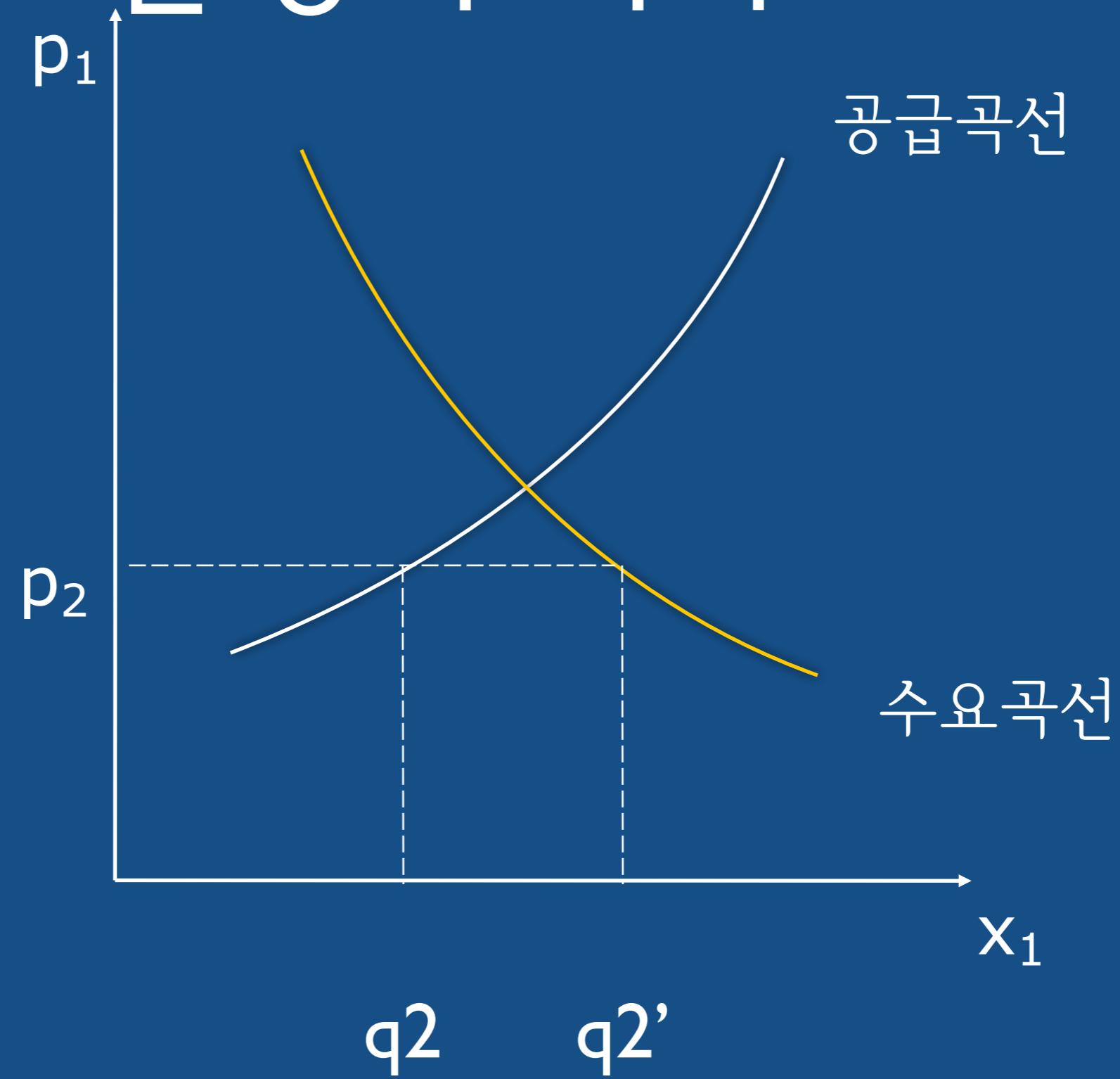
# 균형의 의미



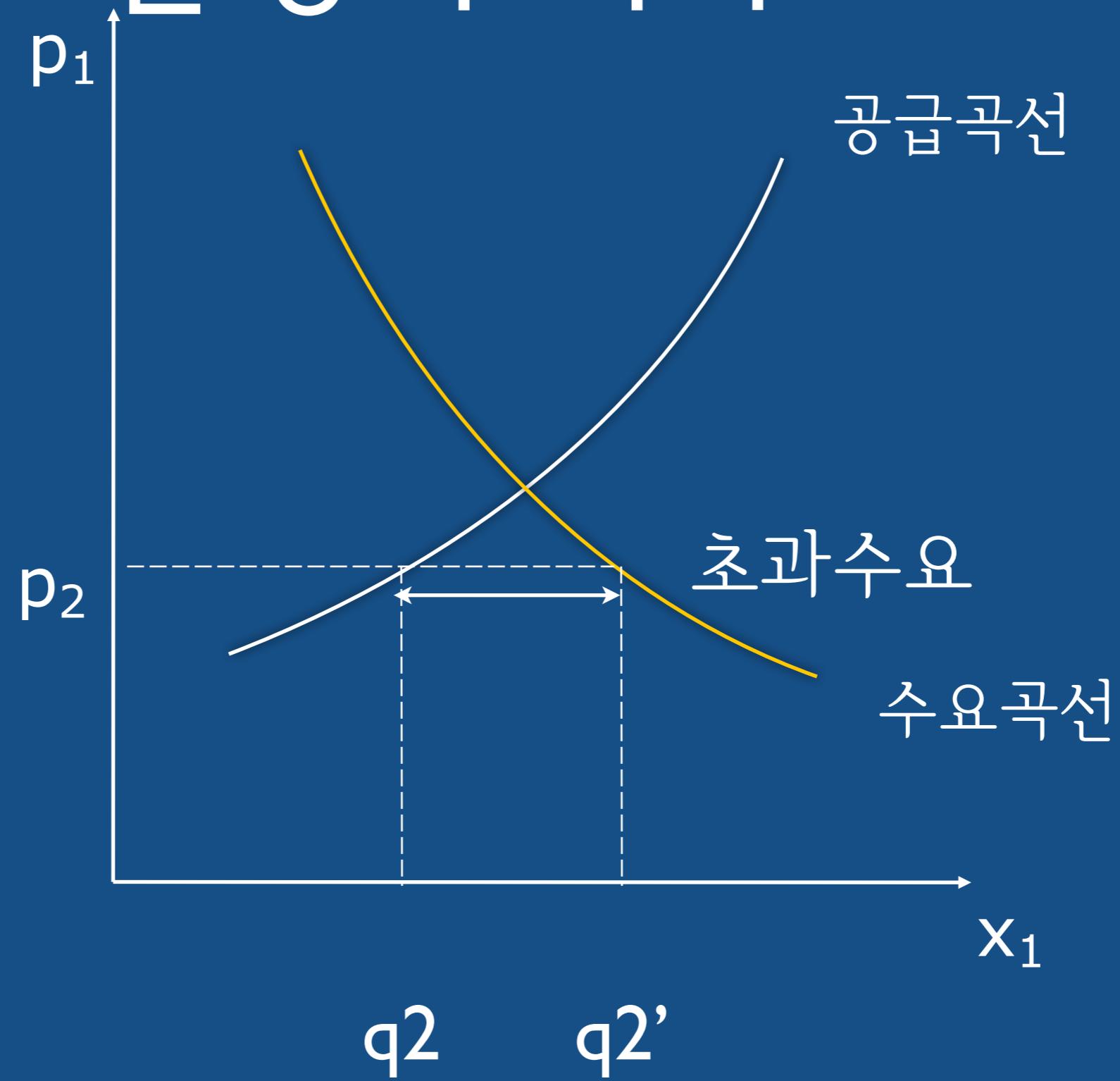
# 균형의 의미



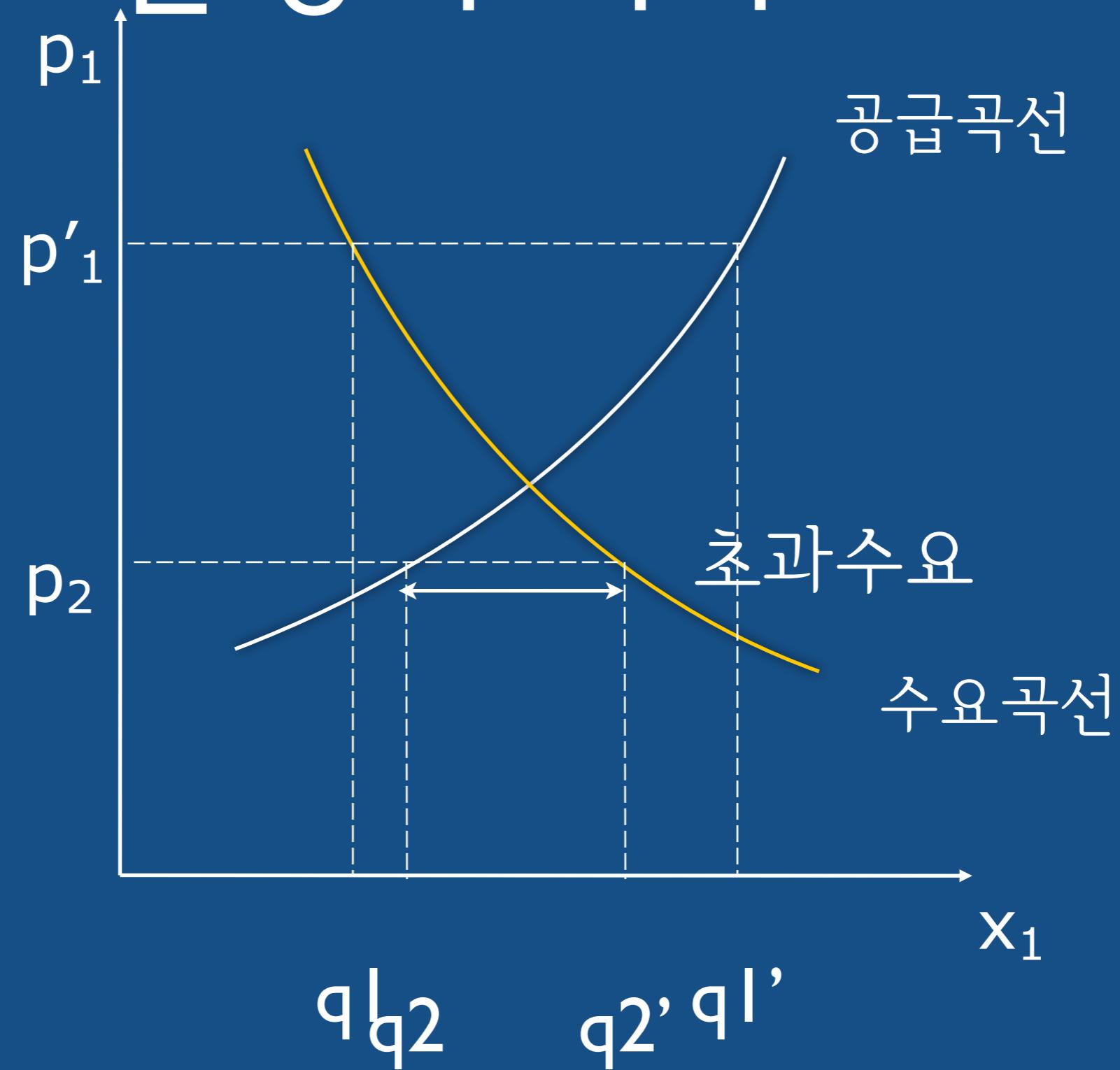
# 균형의 의미



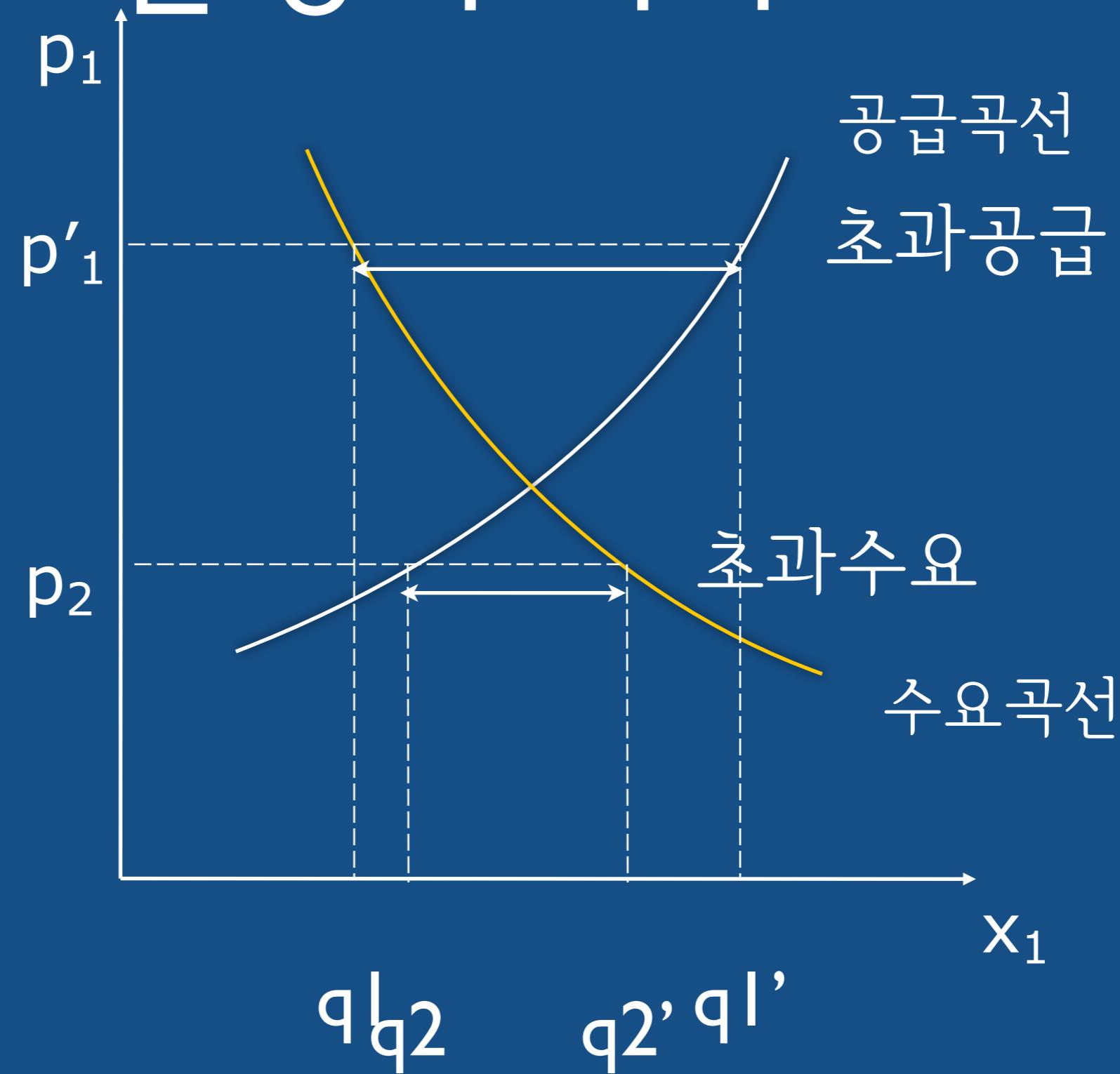
# 균형의 의미



# 균형의 의미

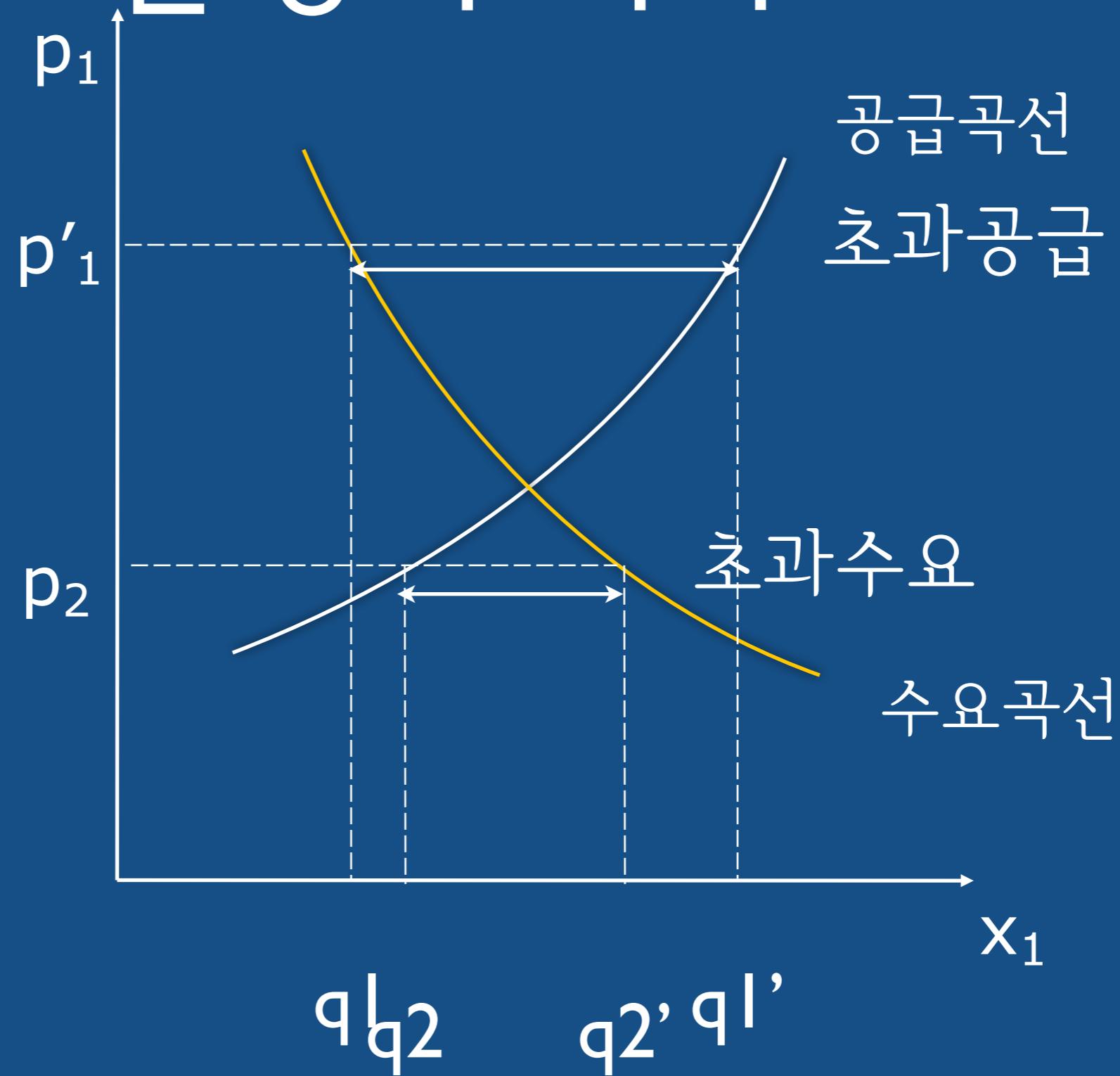


# 균형의 의미



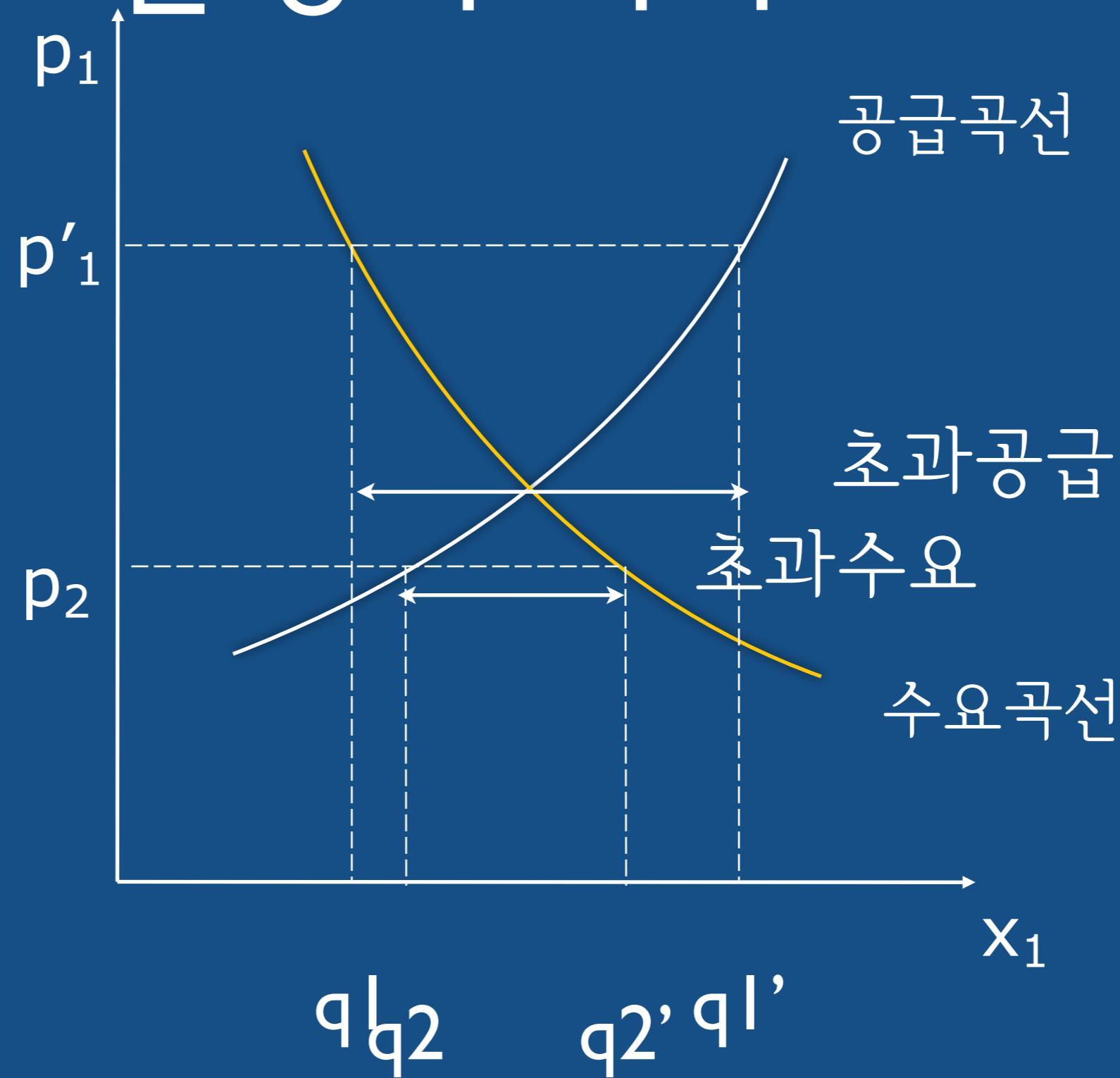
# 균형의 의미

안팔림: 가격하락  $p'_1$



# 균형의 의미

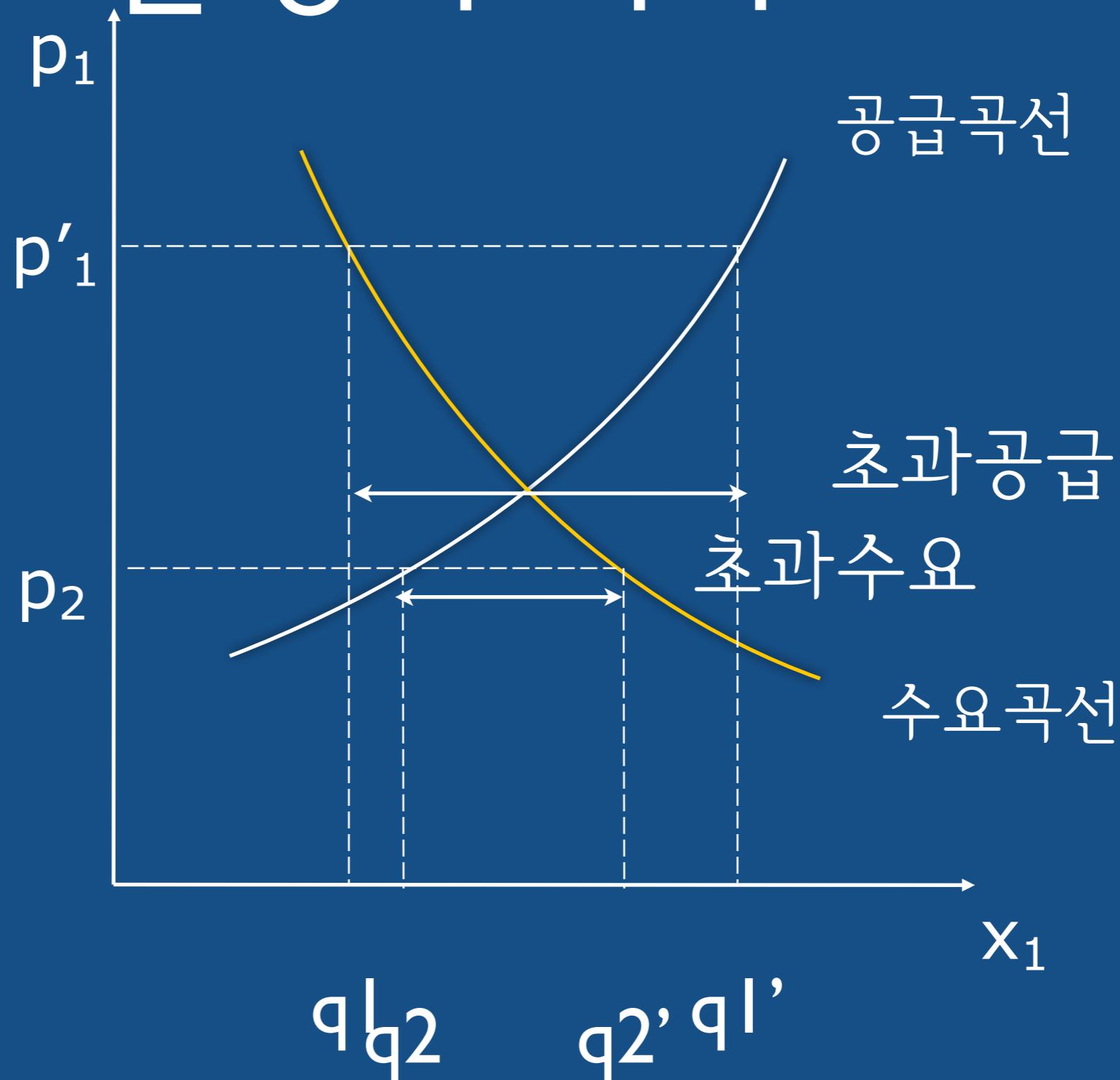
안팔림: 가격하락  $p'_1$



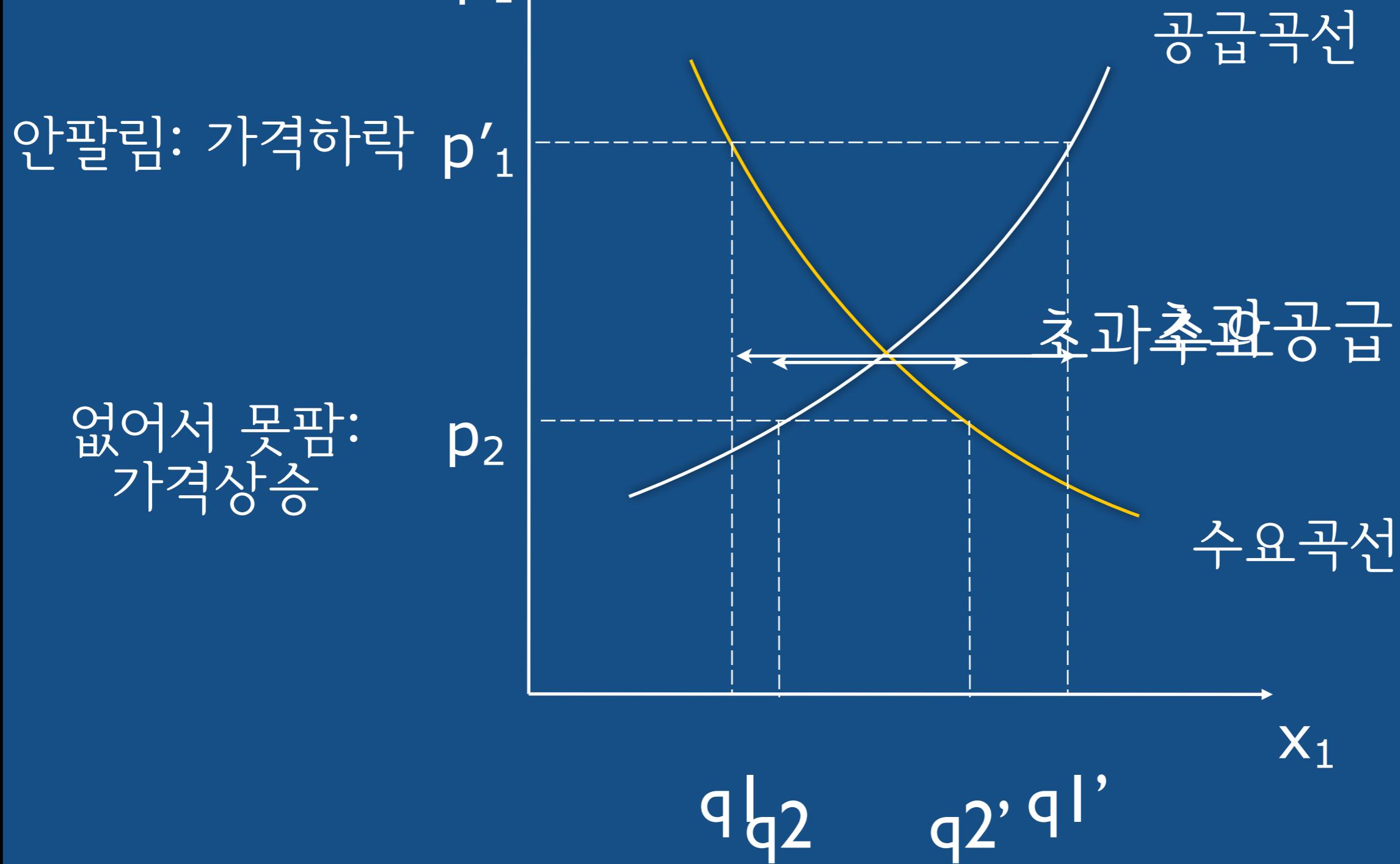
# 균형의 의미

안팔림: 가격하락  $p'_1$

없어서 못팜:  
가격상승



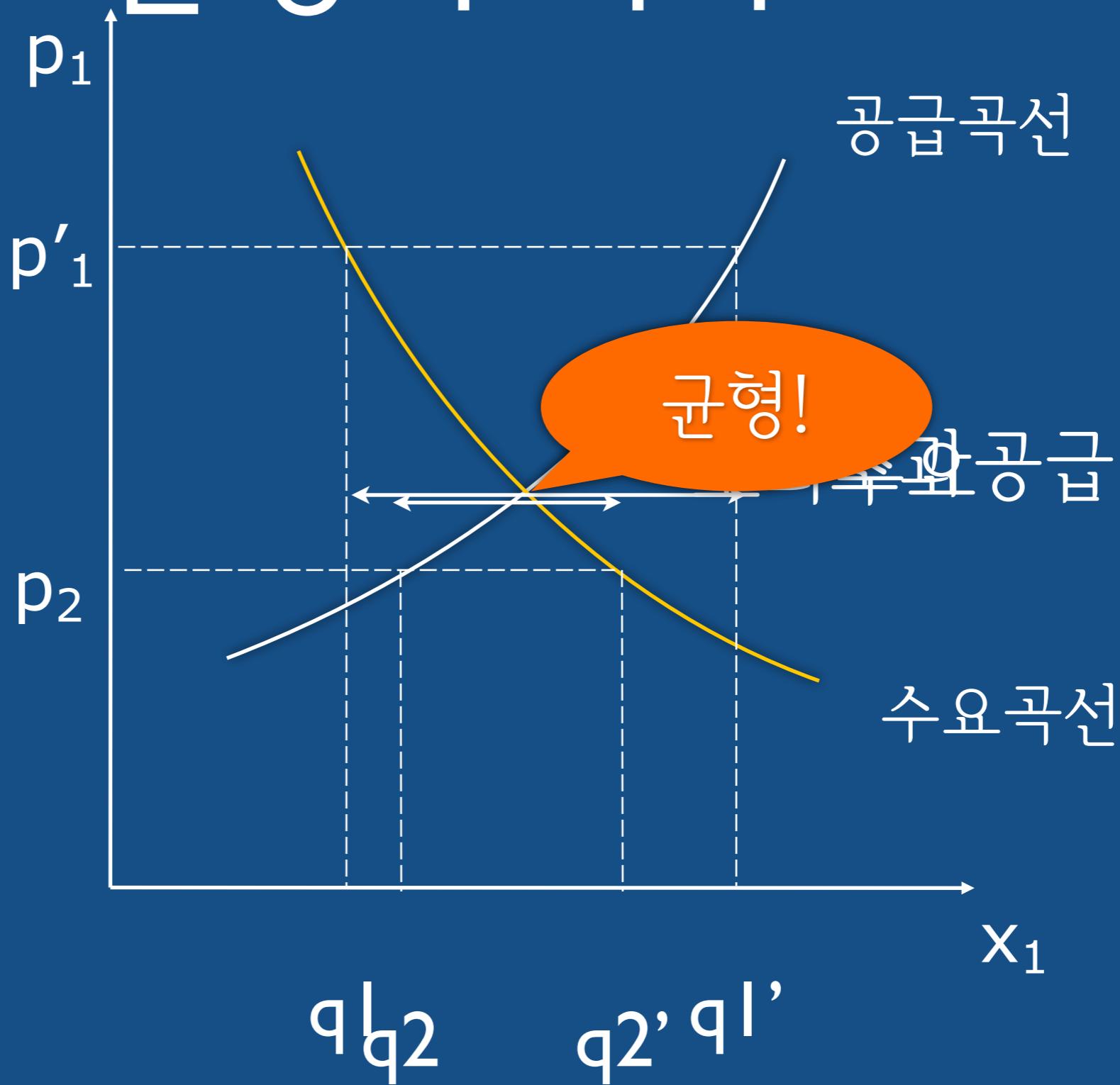
# 균형의 의미



# 균형의 의미

안팔림: 가격하락  $p'_1$

없어서 못팜:  
가격상승

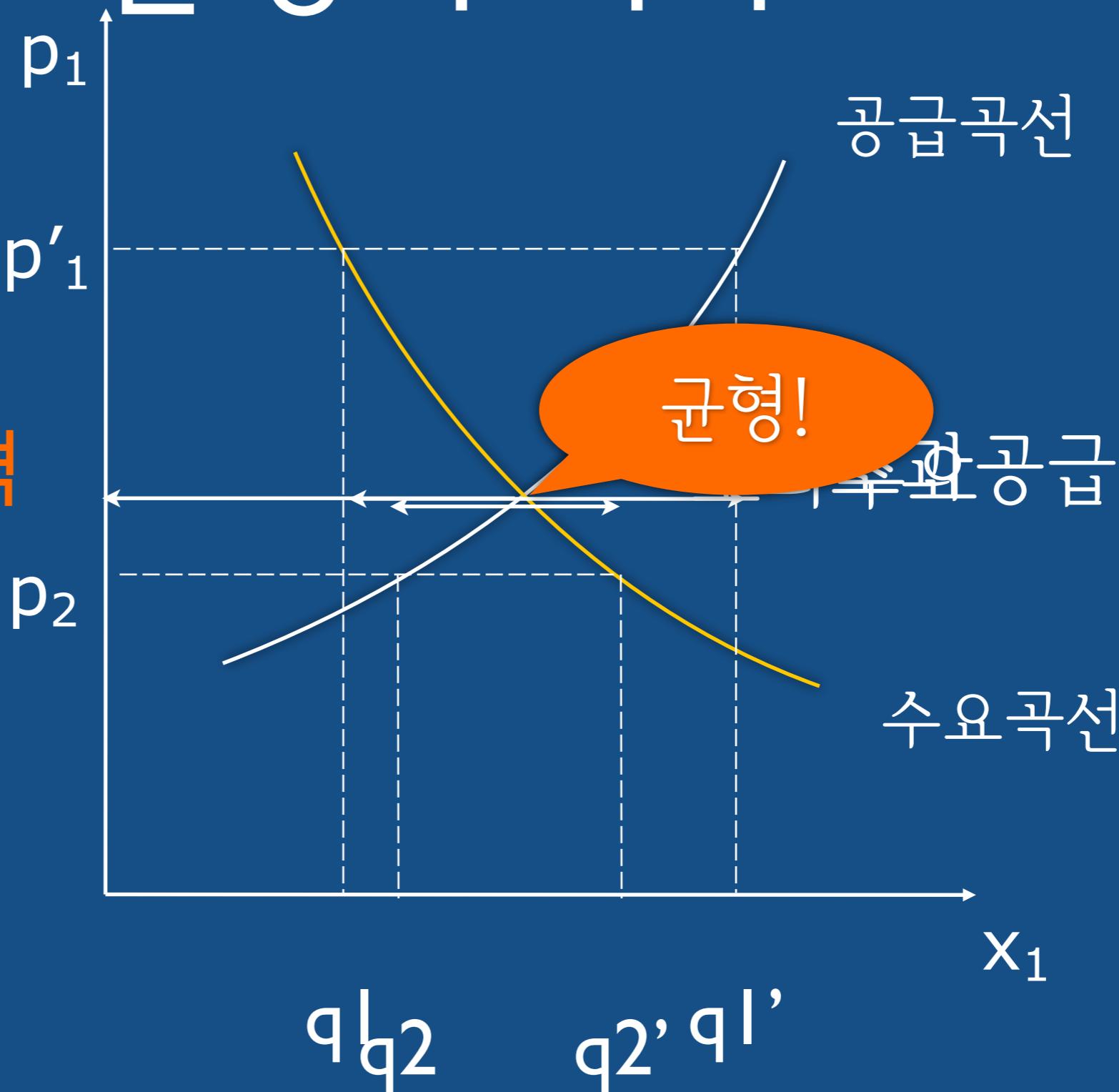


# 균형의 의미

안팔림: 가격하락  $p'_1$

$p^*$ : 균형가격

없어서 못팜:  
가격상승

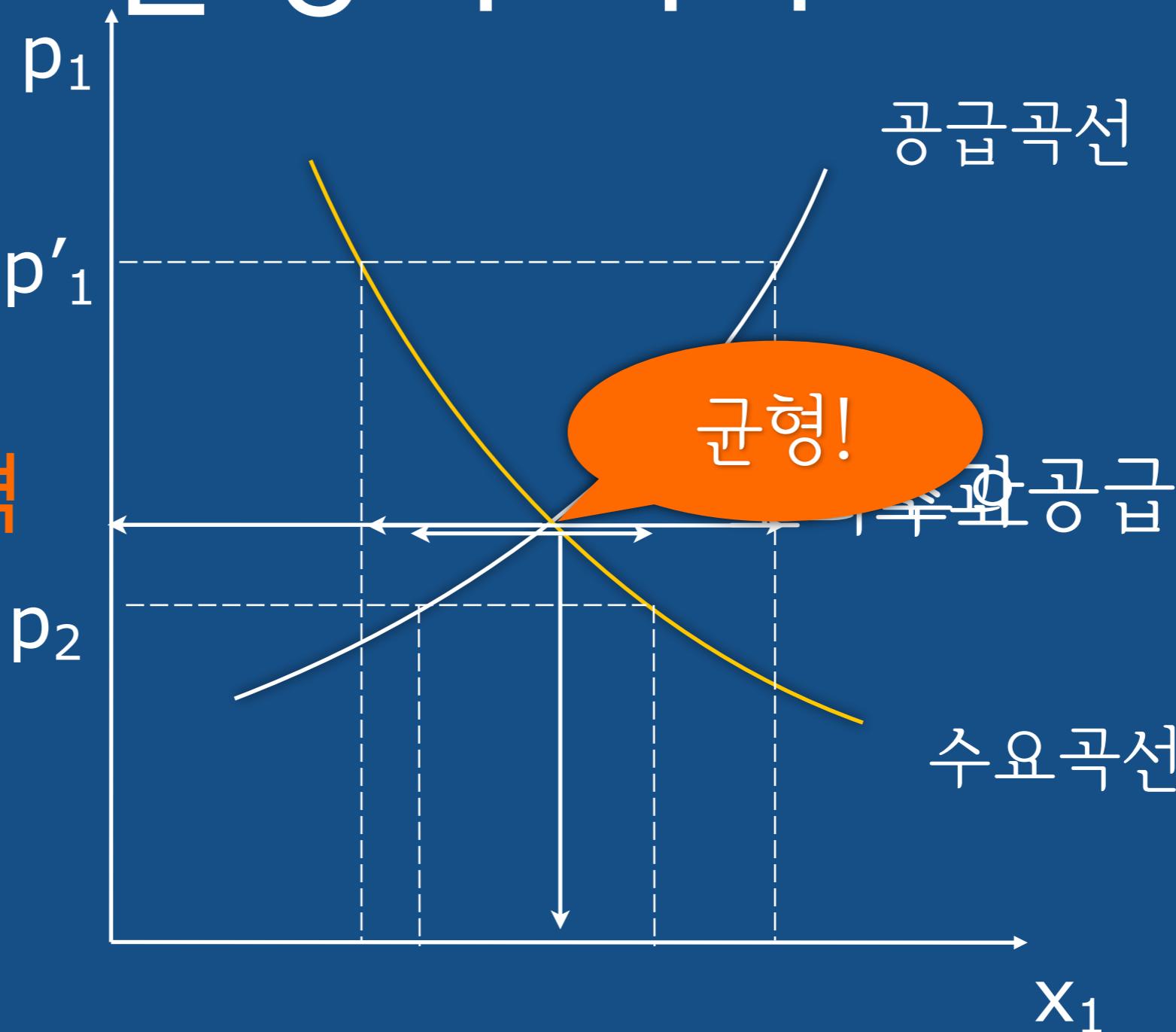


# 균형의 의미

안팔림: 가격하락  $p'_1$

$p^*$ : 균형가격

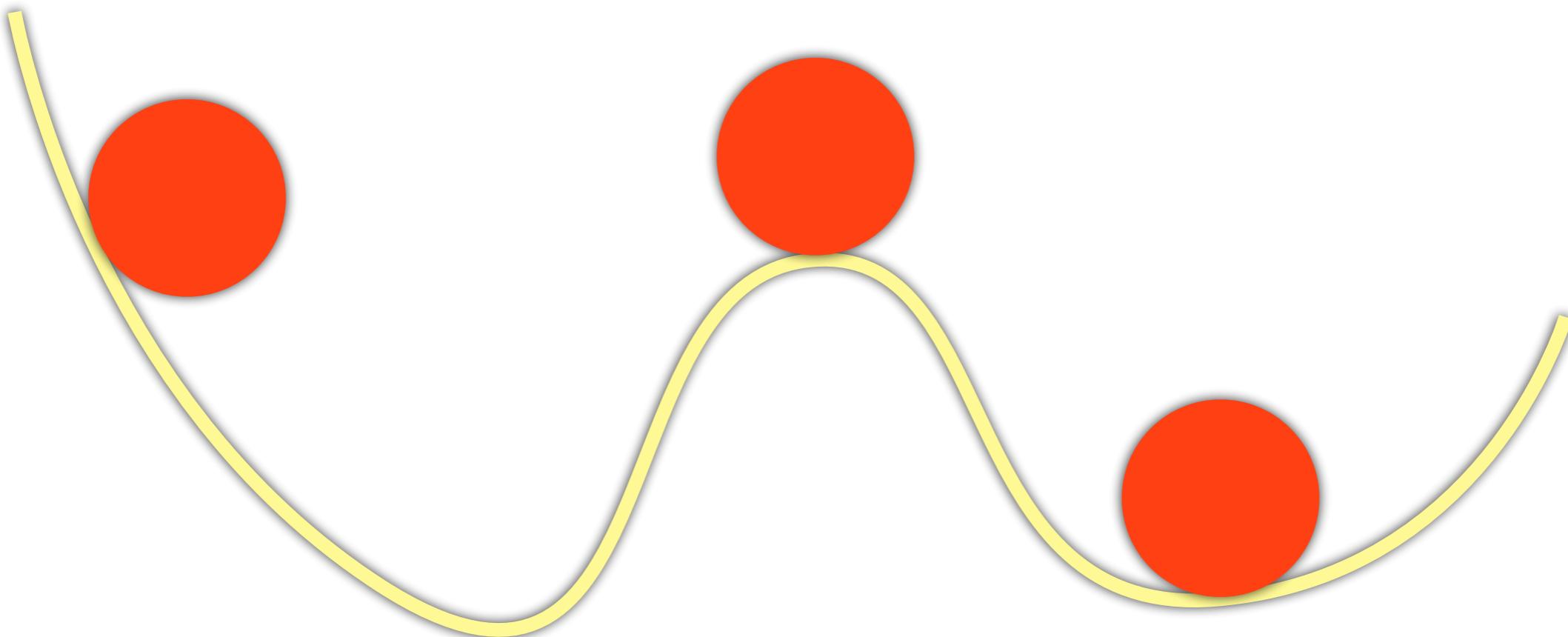
없어서 못팜:  
가격상승



$q^*$ : 균형거래량

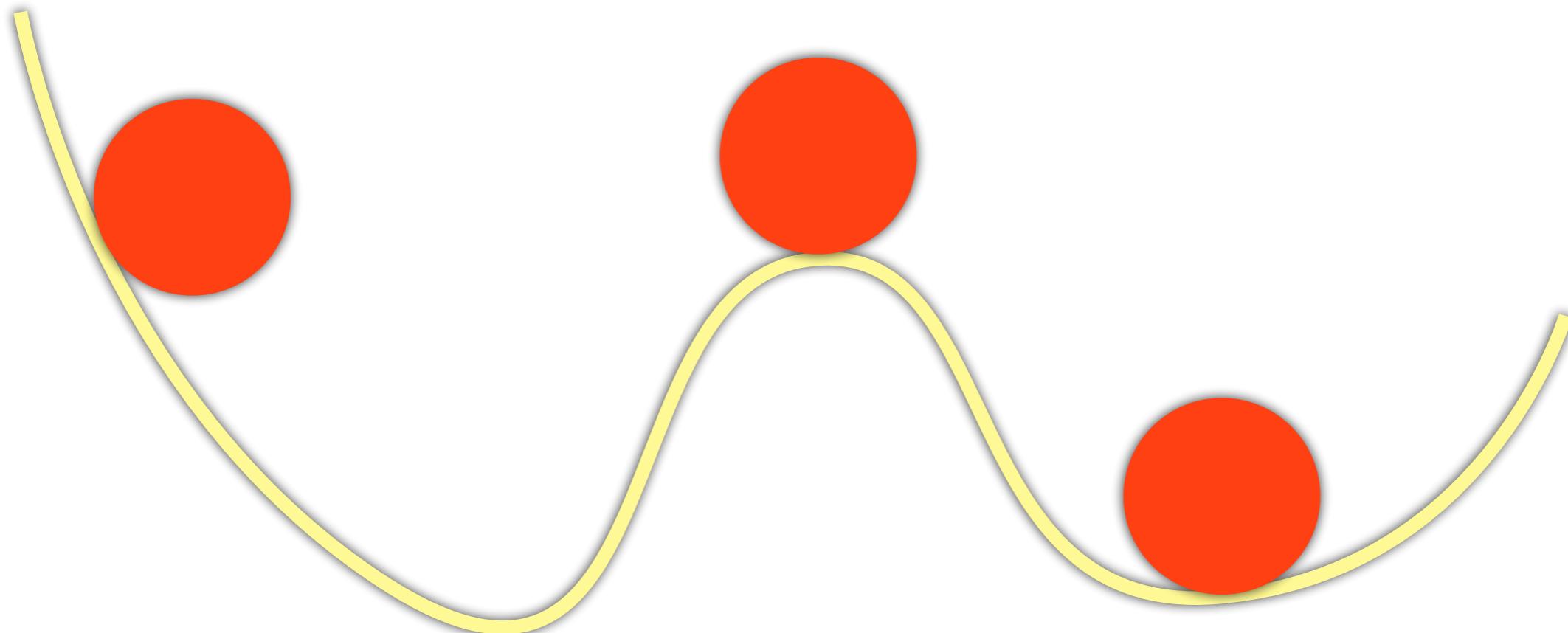
# 균형의 안정성

# 균형의 안정성



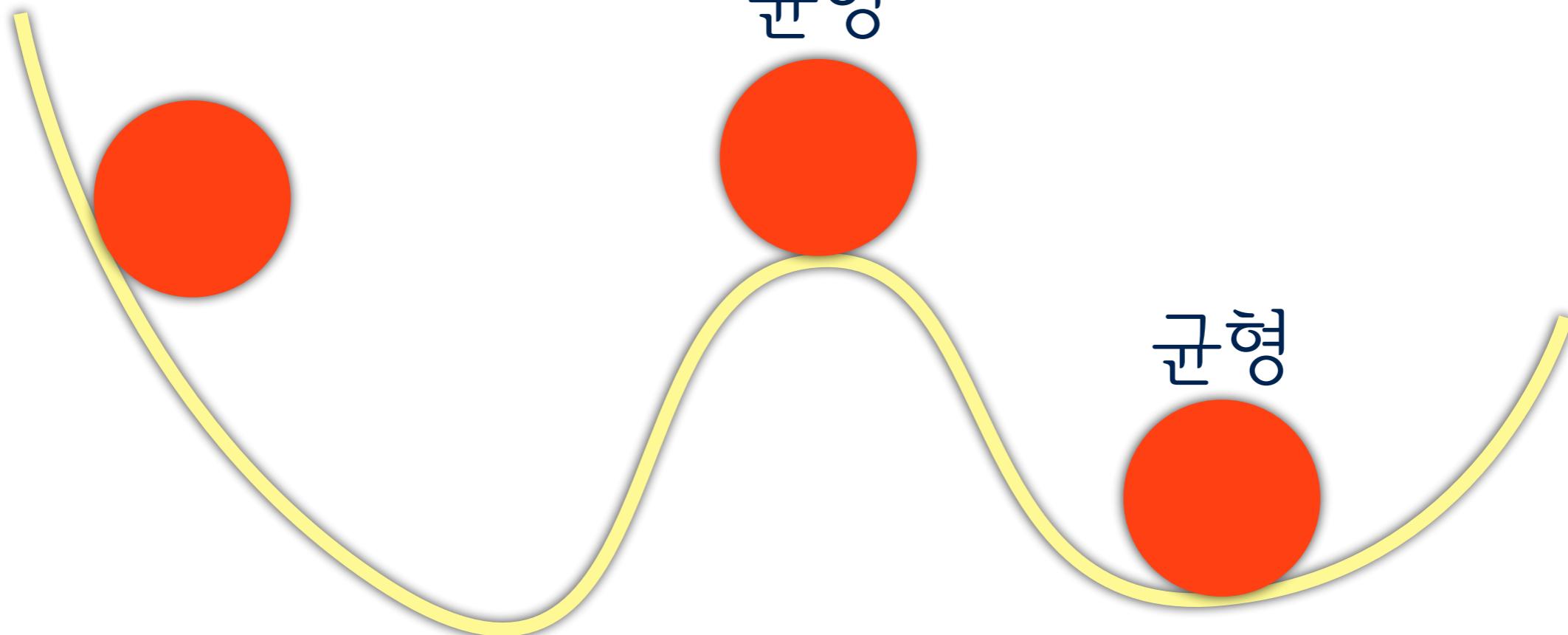
# 균형의 안정성

불균형  
Disequilibrium

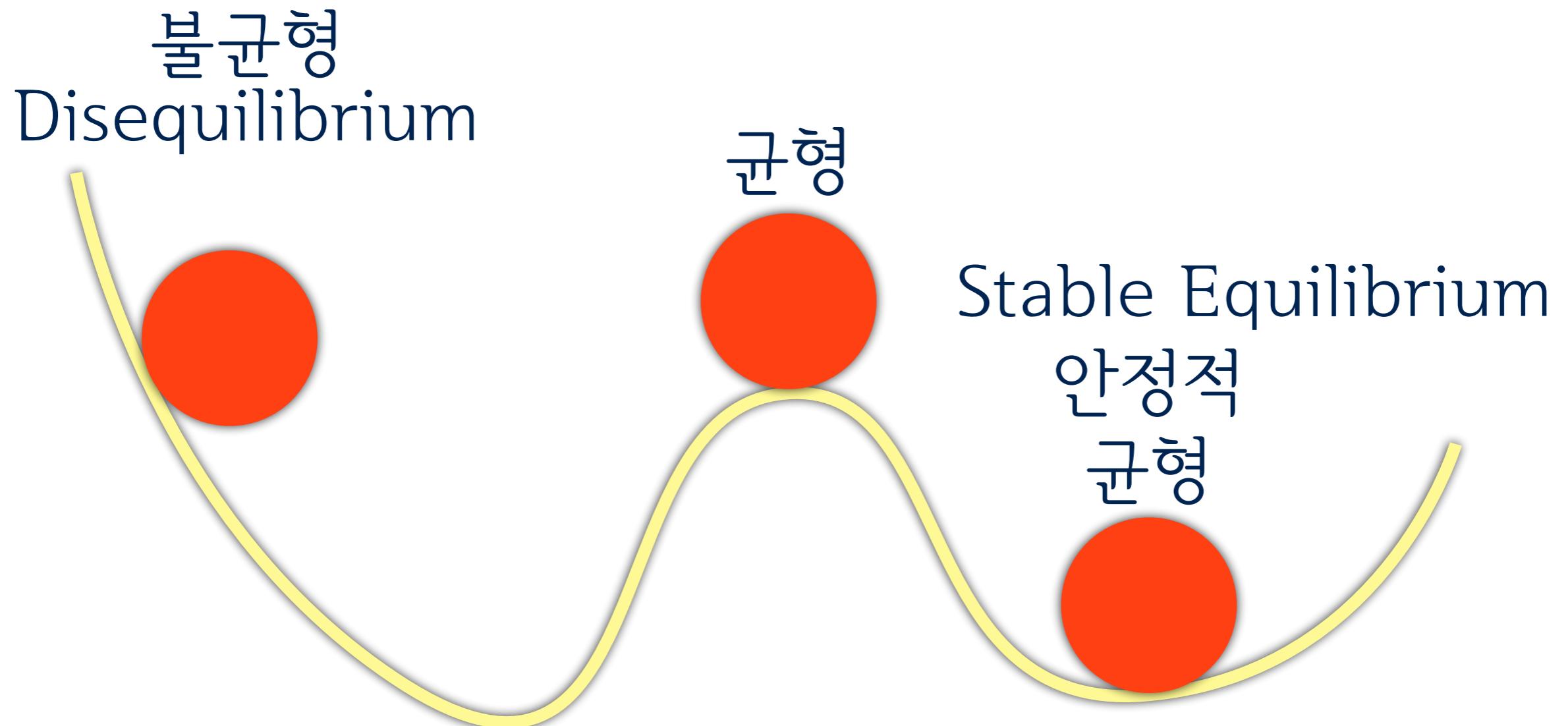


# 균형의 안정성

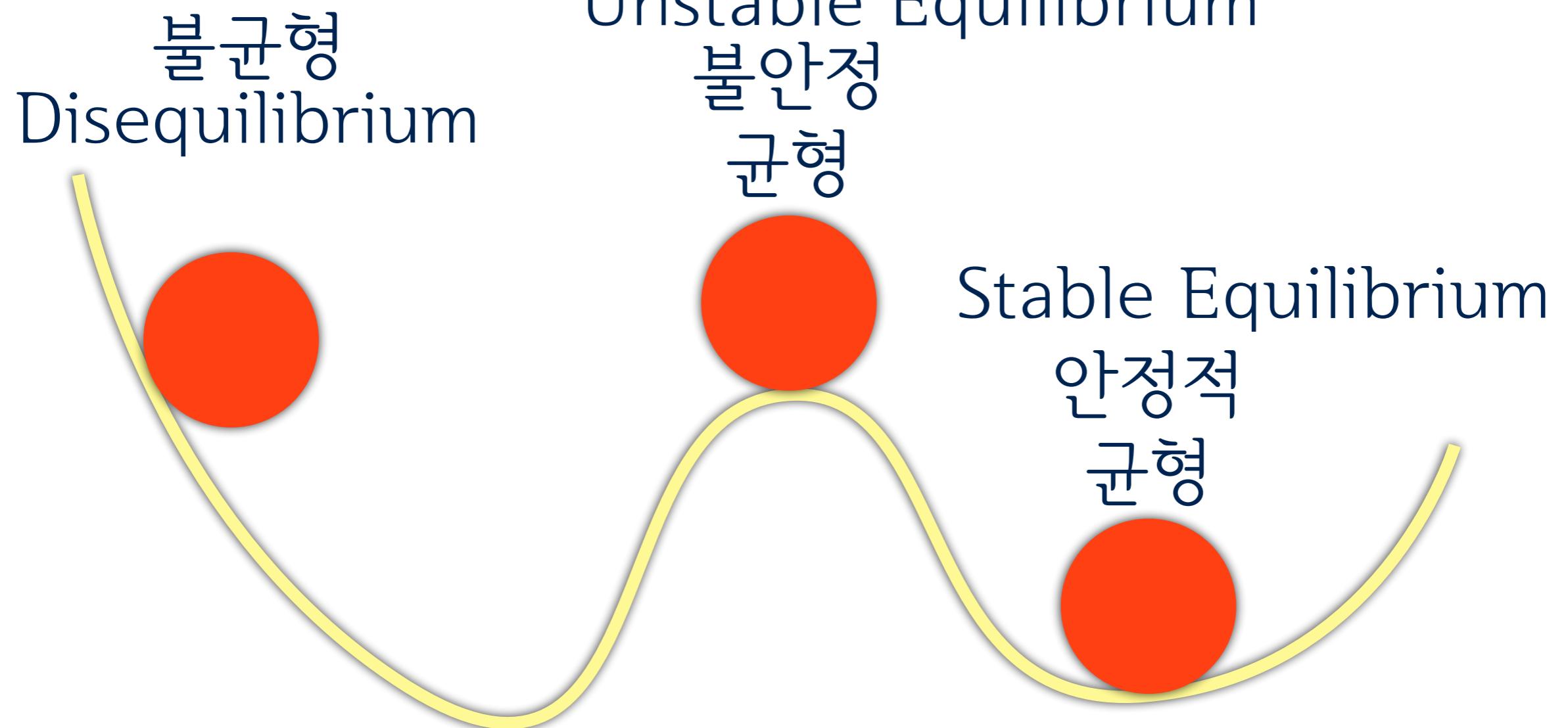
불균형  
Disequilibrium



# 균형의 안정성



# 균형의 안정성



3. 자원은 가능한한 효율적으로 사용하는 것이 합리적이다

# 경제학적 효율개념

- 다른 사람의 후생을 감소시키지 않으면서 다른 사람의 후생을 증가시킬 수 있는 방법(파레토 개선)이 존재하지 않을 때, 그 경제는 자원을 효율적으로 사용했다고 봄
  - 파레토 효율: 가장 기초적인 효율개념
- 하나의 정의일 뿐 완전한 개념은 아님
  - ex) 효율성이 공정성을 보장하지 않음

**4. 시장경제는 일반적으로  
효율성을 달성한다.**

# 시장경제의 효율성

- 자본주의 시장경제는 중앙집중적이지 않음: 경제주체의 선택에 대해서 어떤 이도 그 선택을 강제하지 않음
- 결과적 효율성: 개별 경제주체의 미시적 선택과 판단, 행동수정 등을 통해 사회 전체적(즉, 거시적)으로 효율성을 달성

5. 시장이 효율성을 달성하지 못할 경우 정부 개입이 사회 후생을 증가시킬 수 있다.

# 시장실패

- 시장 자체의 분산적 선택의 결과가 효율성을 달성하지 못하는 경우를 지칭하는 단어
  - 외부성이 시장에서 고려되지 않는 경우
  - 정치적 이유로 교역이 방해되는 경우
  - 시장을 통해 효율적으로 공급하기 어려운 속성이 있는 재화/서비스의 경우

# 미시경제학과 거시경제학

- 코카콜라사의 재정운영 vs. 바티칸의 물가
- size does not matter

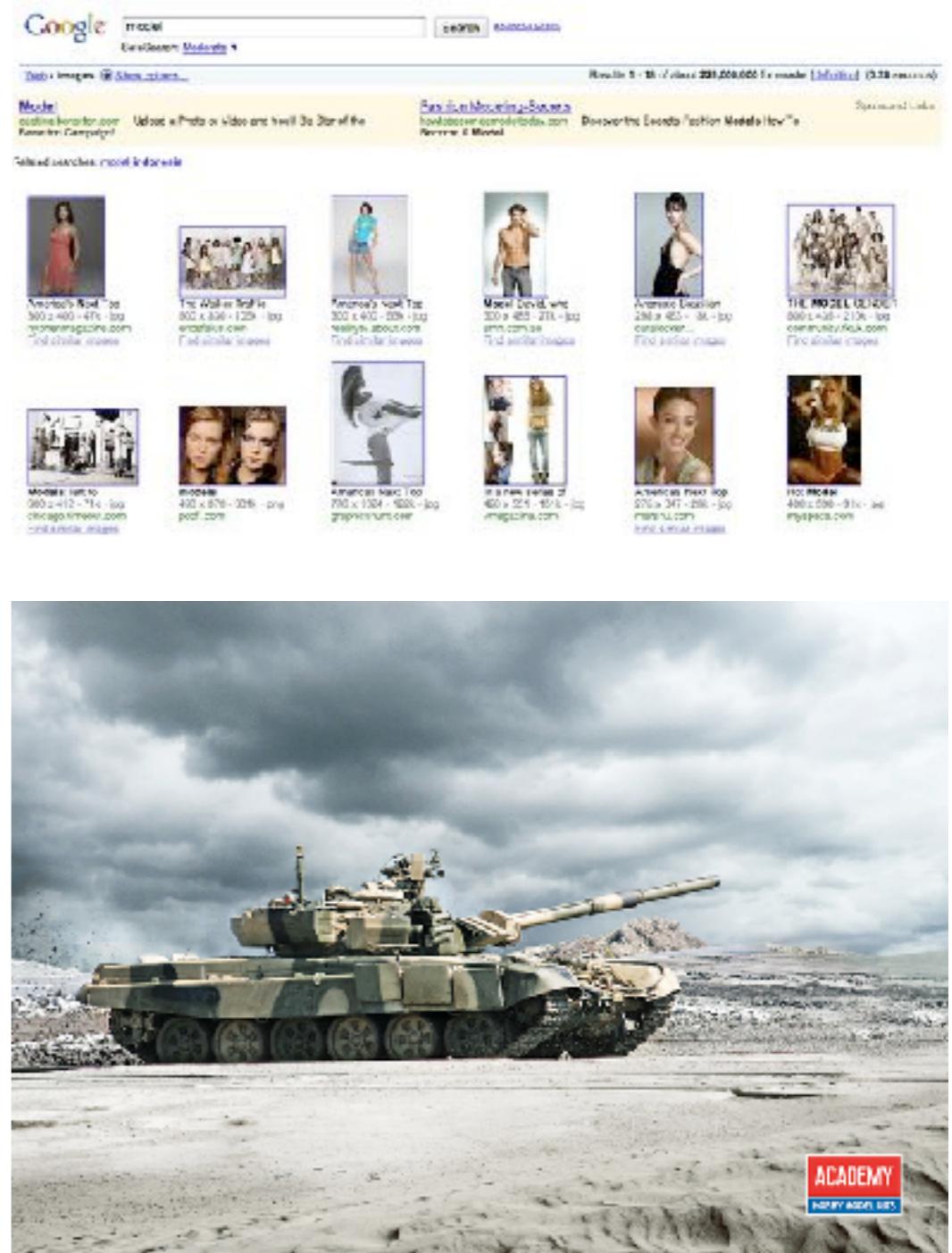
# 경제 모형 일반론

# Outline

- 모델(모형) 일반론
- 경제학 모델(모형)
- 예: 생산가능곡선모형, 비교우위모형
- 실증적경제학 vs. 규범적경제학

# What is Model?

- 패션모델
- 프라모델
- ..?



# 경제학 모형

# Economic Model

- 복잡한 경제학의 연구 대상을 단순화하여 이해하기 쉽게 만든 이론적 구조물
- 양적 모형은 수학적으로 표현 가능
  - 수식에 입힌 스토리 (내러티브)

# 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))

# Quantitative vs. Qualitative Model

- Quantitative Model은 수식, 혹은 논리적 관계로 표현 가능
  - Quantitative Data에서의 수는 의미가 있음
  - 예: 가격소득, 길이, 학점
- Qualitative Model
  - Qualitative Data에서의 수는 식별 이상의 의미가 없음
  - 예: 성별, 국적, 혈액형

# 양적 모형의 장단점 PROs/CONs of Quantitative Model

- 장점: 직관을 뛰어넘을 수 있음
  - 예: 양자역학
- 단점: 질적인 요소를 다루는데 한계가 있음
  - 예: 인간 수준 자연언어처리 (Human-level NLP)
- 단, 이 영역은 현재 AI의 혁신으로 급속히 재정의되고 있는 상태 (딥러닝)

# Two Types of Quantity

- Flow
- Stock

# 유량 Flow

- 시간에 대한 가치량
- 단위: 가치량/시간
- 예: 월세, 연금, 핸드폰 월납입비

# 저량 Stock

- 시간과 무관한 절대량
- 단위: 가치
  - 예: 전세, 복권상금, 상속, 핸드폰 가입비

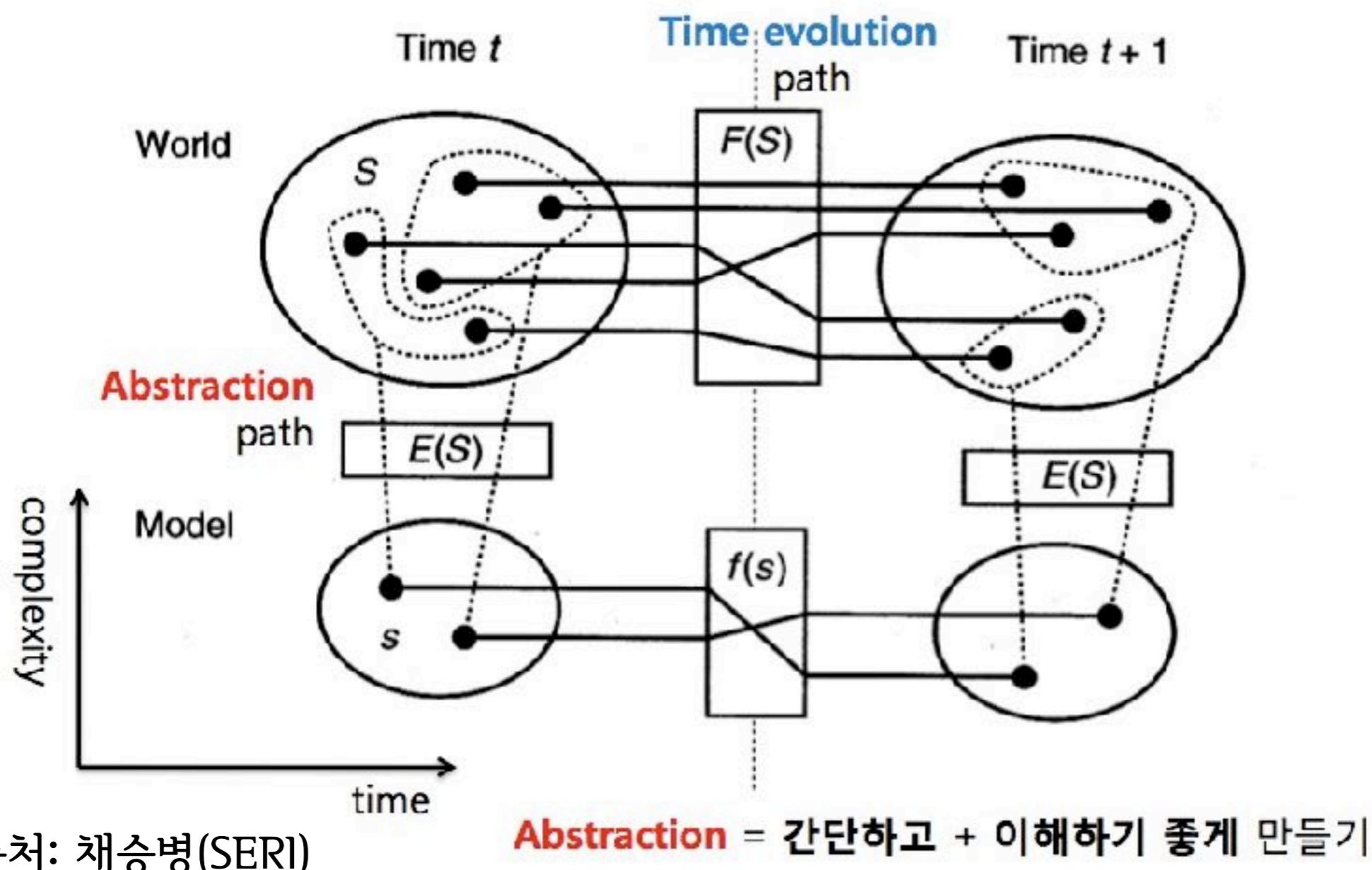
# Example of Model(1): Map



# Example of Model(1): Map



# Model of Model



# *ceteris paribus*

- other things equal: 관심 변수 외에 다른 변수들은 변함이 없다는 전제
- 특정 변수만의 변화가 발생했을 때 어떤 결과가 초래될 것인가?
- 과학적 분석을 위해 필요한 가장 기초적 방법론적 전제
  - 수학적 표현: 편미분

# 모형의 질

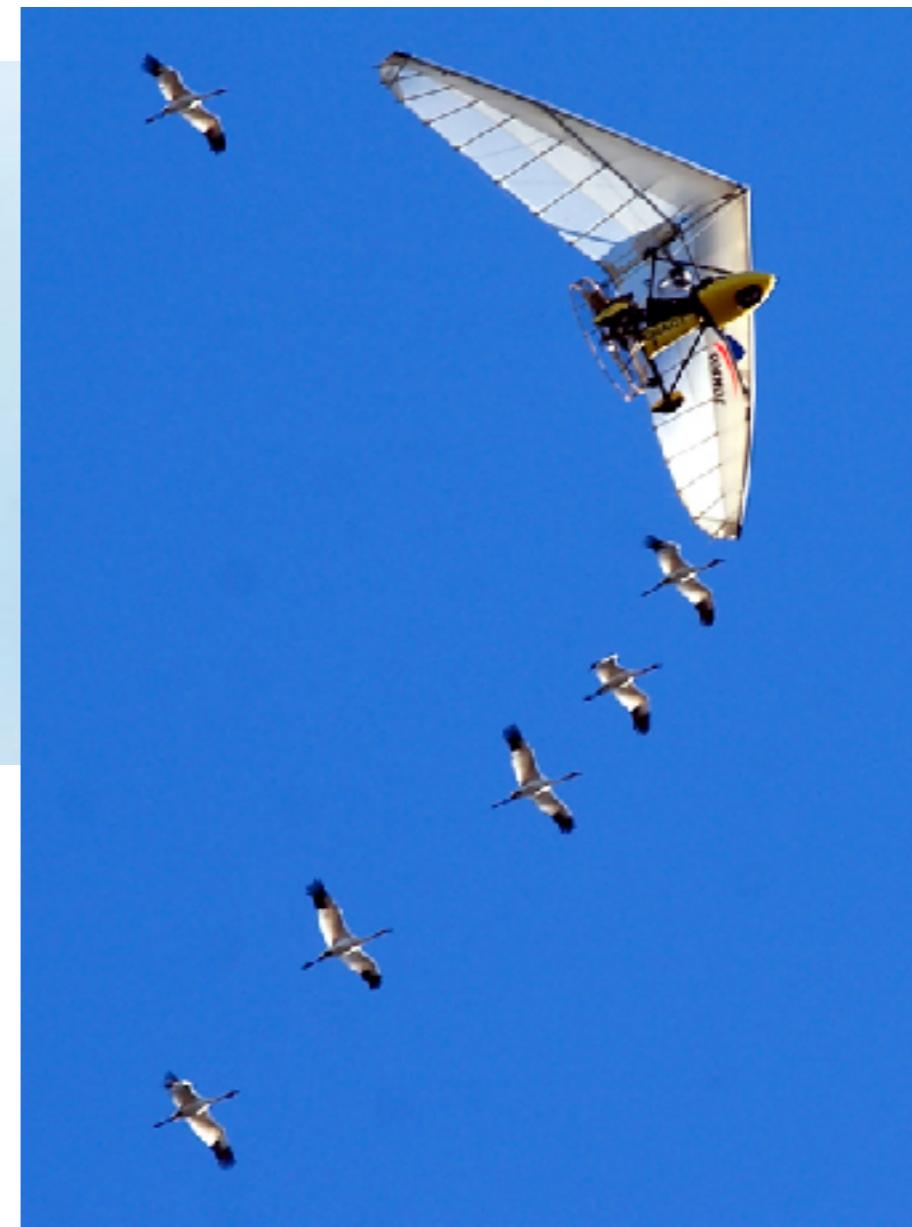
- 모든 과학적 분석에서 모형을 통한 탐구는 필수적 요소. 하지만..
  - “All models are wrong but some are useful” (George Box)
  - For such a model there is no need to ask the question "Is the model true?". If "truth" is to be the "whole truth" the answer must be "No". The only question of interest is "Is the model illuminating and useful?"
- 모형의 질(유용성)을 사전적으로 평가할 수 있는 기준은 존재하지 않음

# Example of Model(2) Flocking of Birds

# Example of Model(2) Flocking of Birds



# Example of Model(2) Flocking of Birds



# Example of Model(2) Flocking of Birds

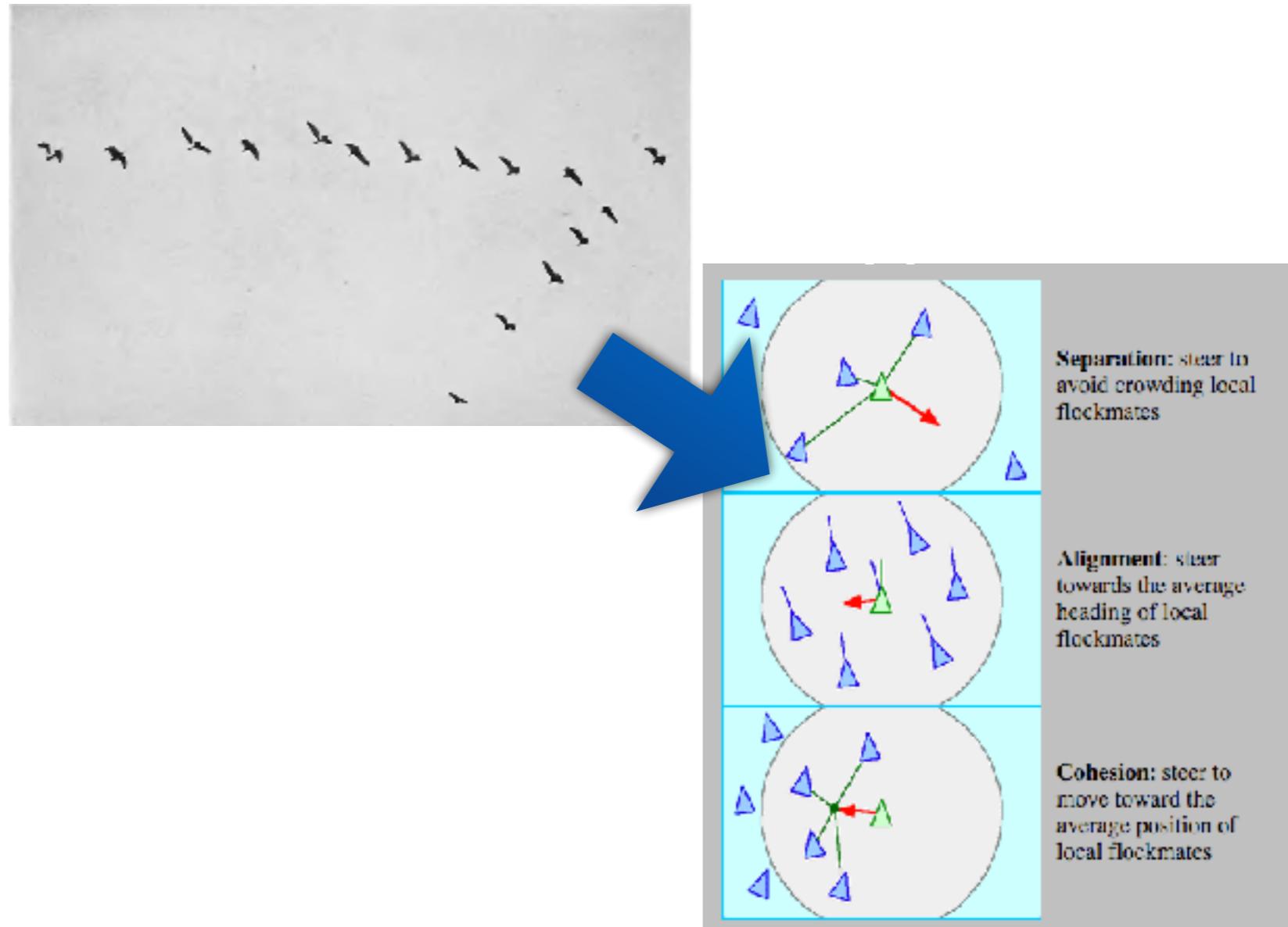


# Modeling for Birds Flocking



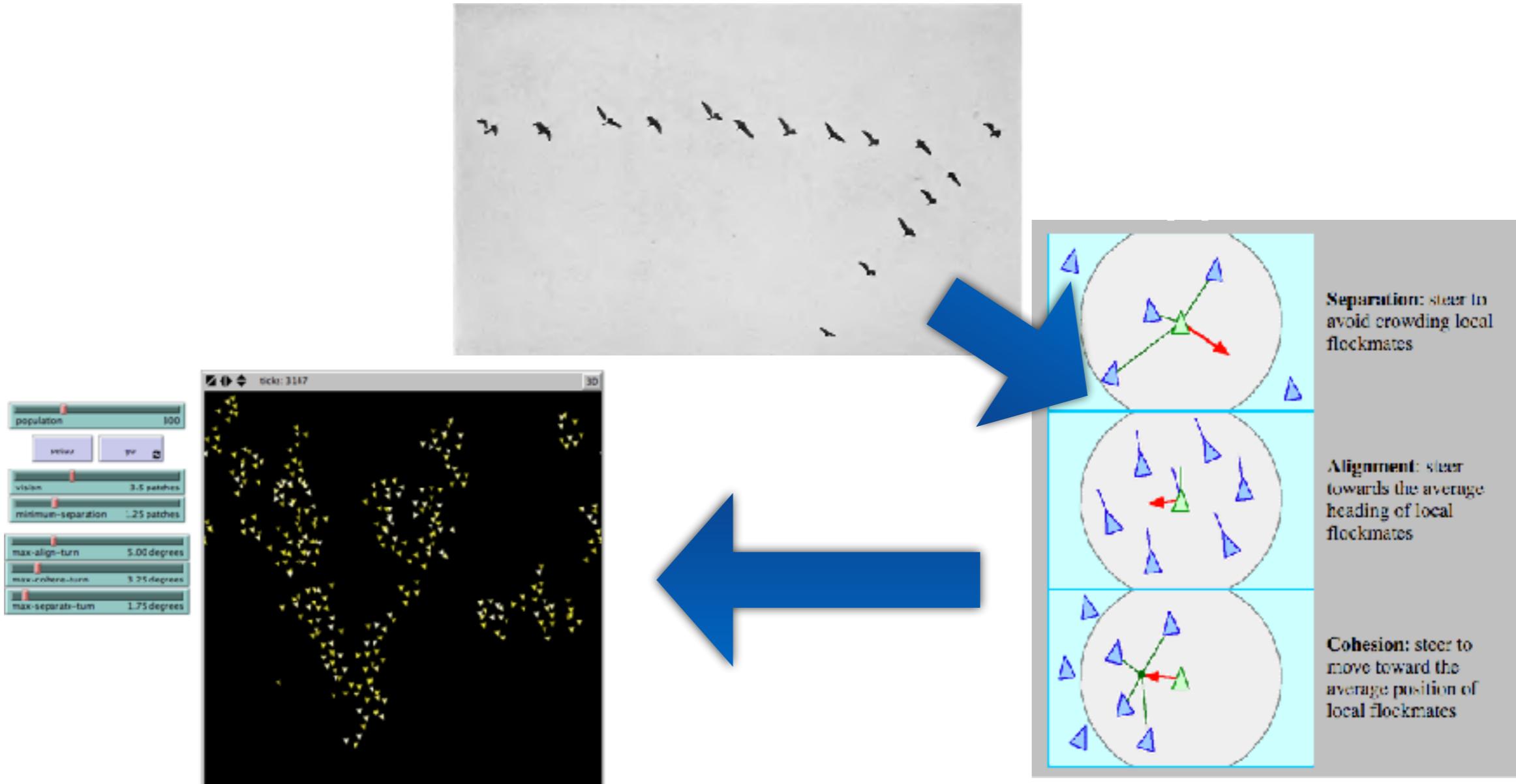
- Wilensky, U. (1998). NetLogo Flocking model. [http://ccl.northwestern.edu/netlogo/  
models/Flocking](http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Flocking). Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling,  
Northwestern University, Evanston, IL.

# Modeling for Birds Flocking



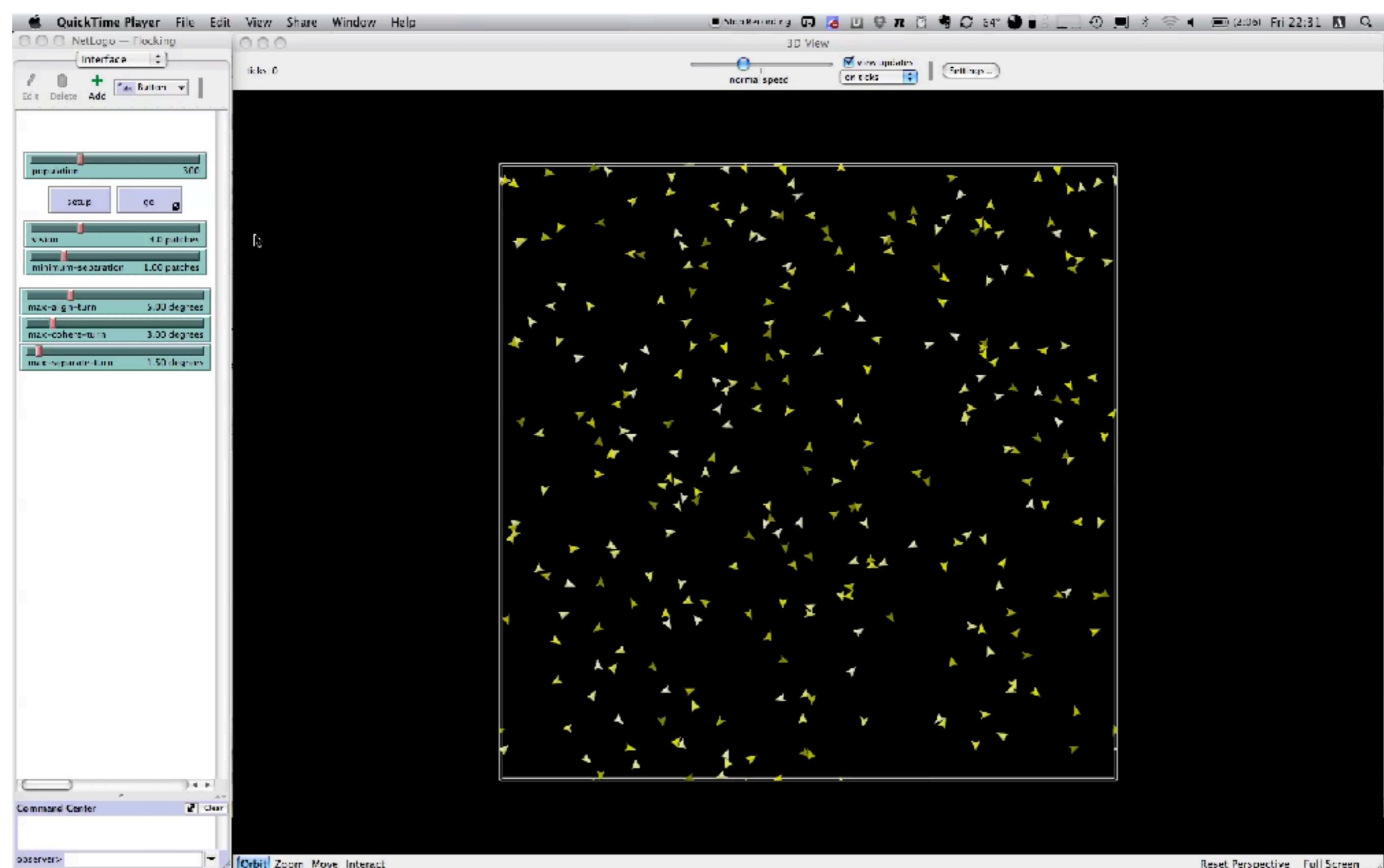
- Wilensky, U. (1998). NetLogo Flocking model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Flocking>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

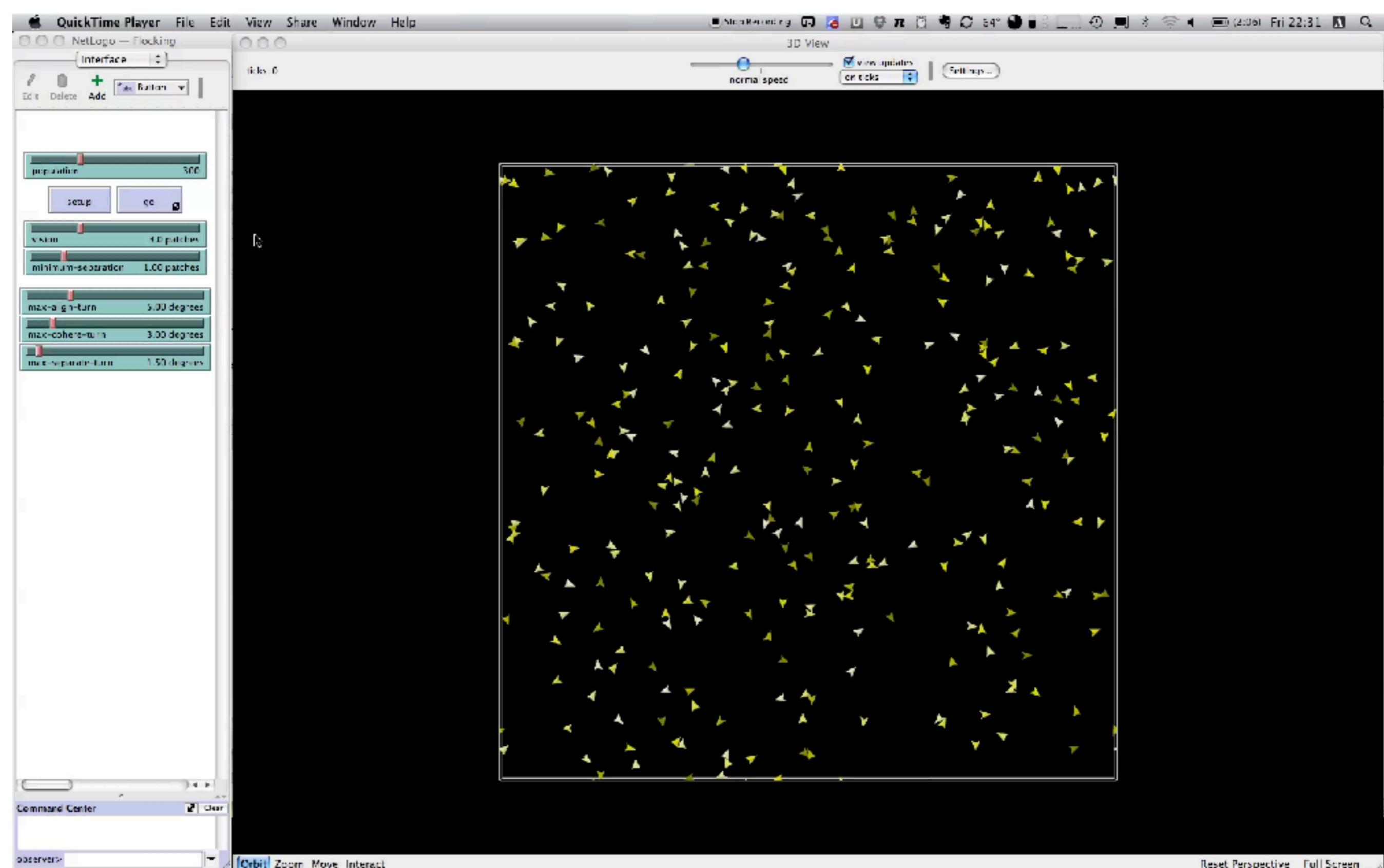
# Modeling for Birds Flocking



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

**Let's go to the  
Simulation!**





# 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: Wolf Sheep Predation



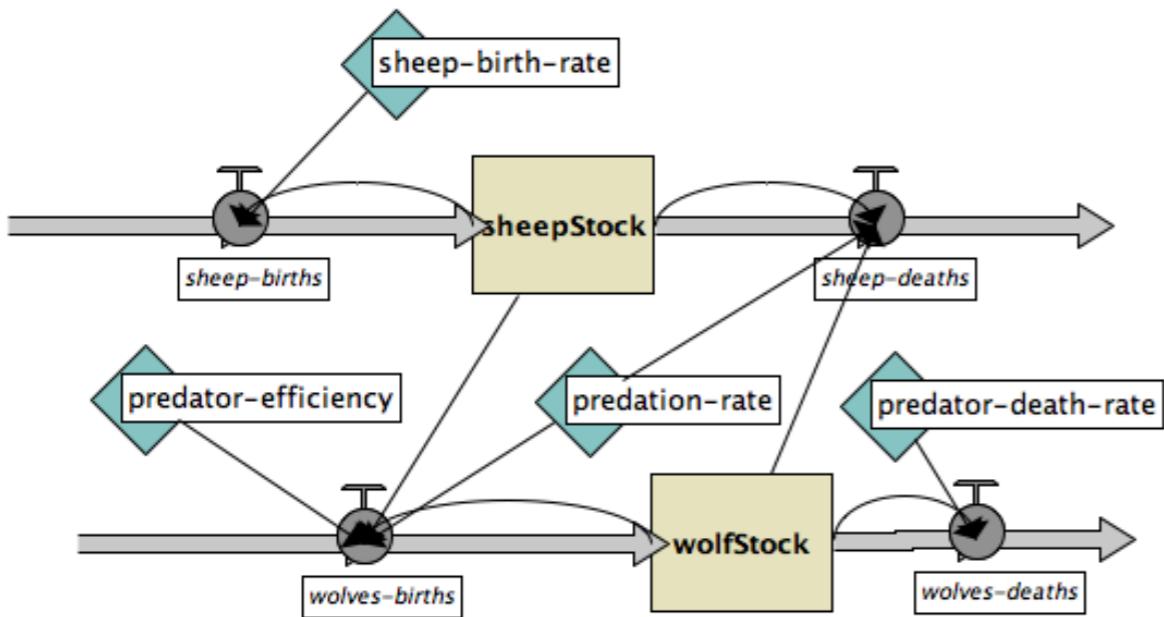
# Formal Model

## Predator-prey equation

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$$
$$\frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y$$

- x: # of sheeps
- y: # of wolves
- $\alpha, \beta, \delta, \gamma$ : parameters
- Not always tractable

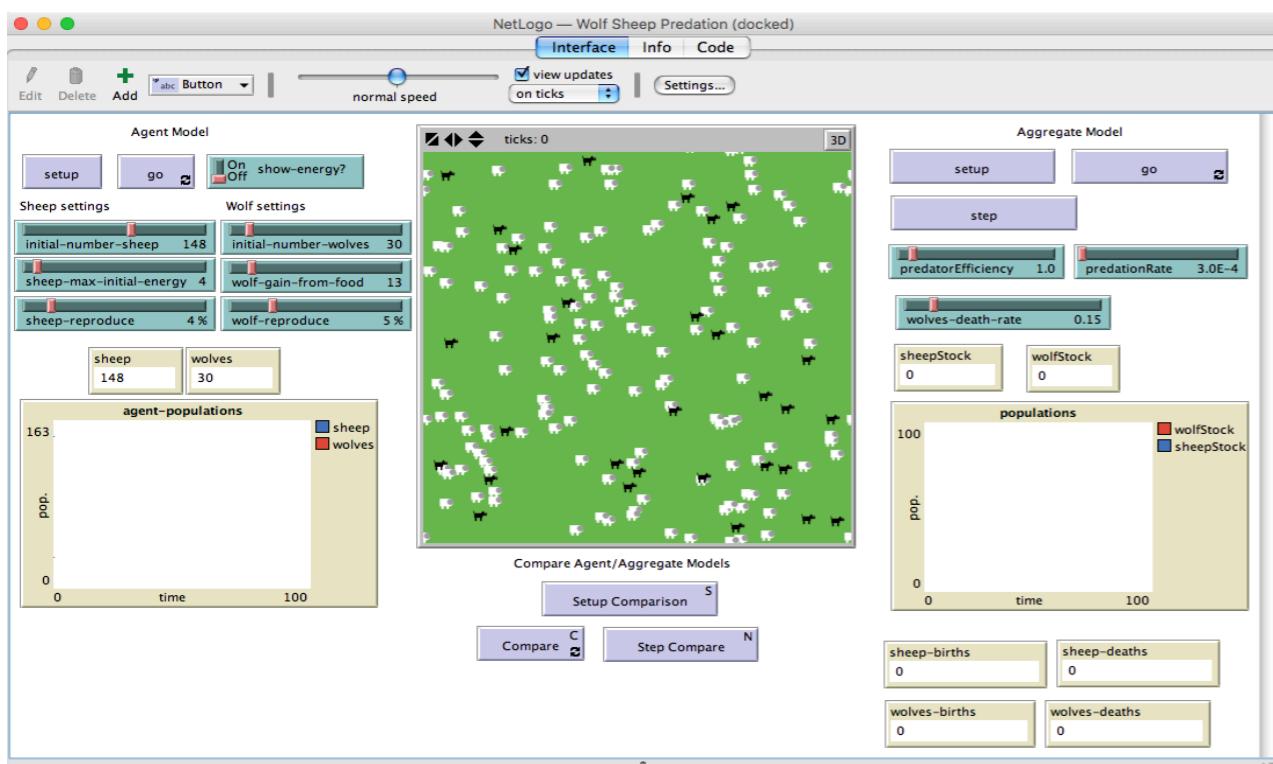
# System Dynamics (SD)



- Solve using stocks, flows, feedback loops, and time delays
- Simulation - tractable

- 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.

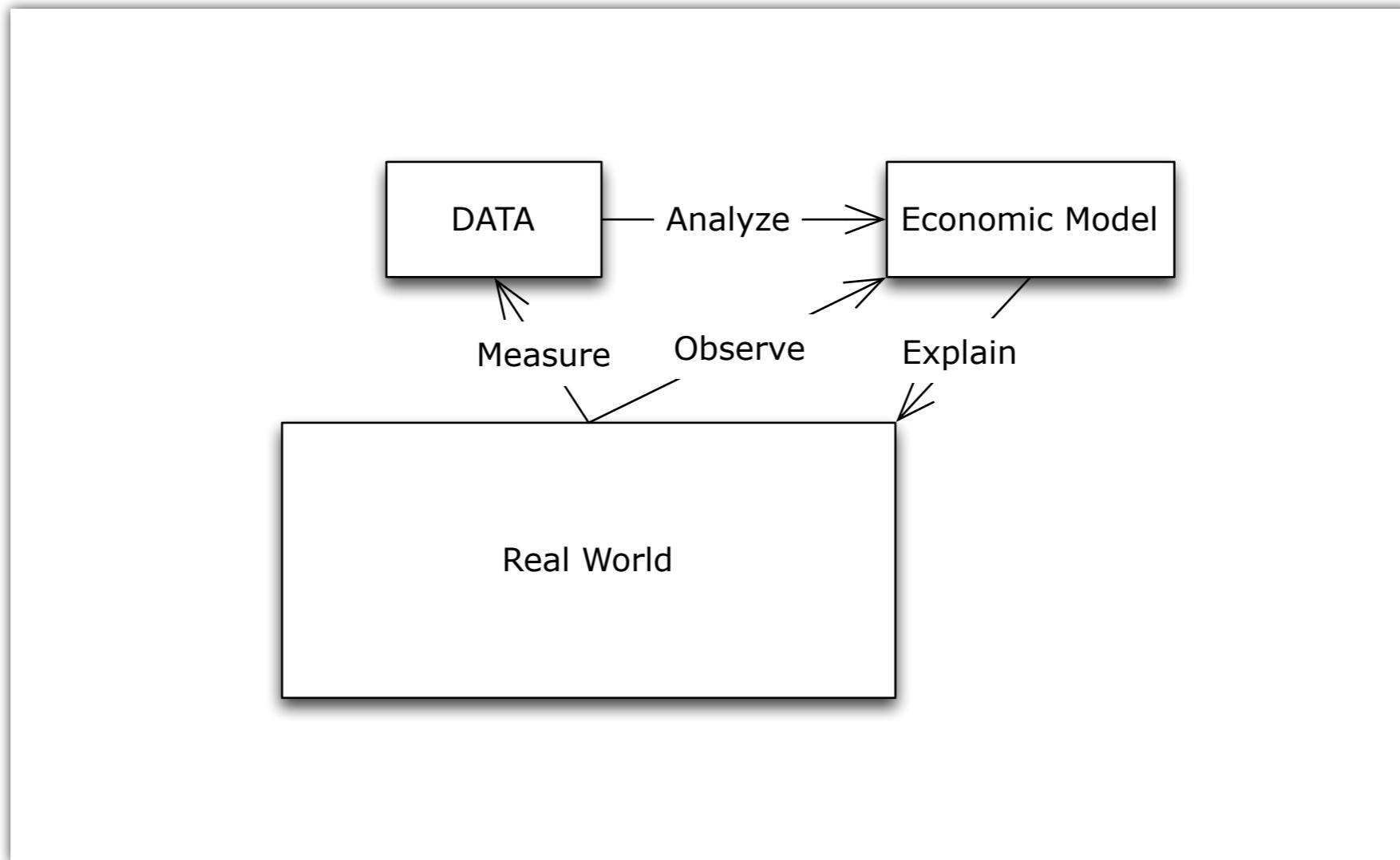
# Simulation Model



- 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:
  - Sheeps
  - Wolves
- Wolves can eat Sheep
  - Wolves ++
  - Sheeps --
- Wolves can die if there are few sheeps
- Simulation - tractable

# Measure process for Model



# Basic Structure of Micro Economic Model

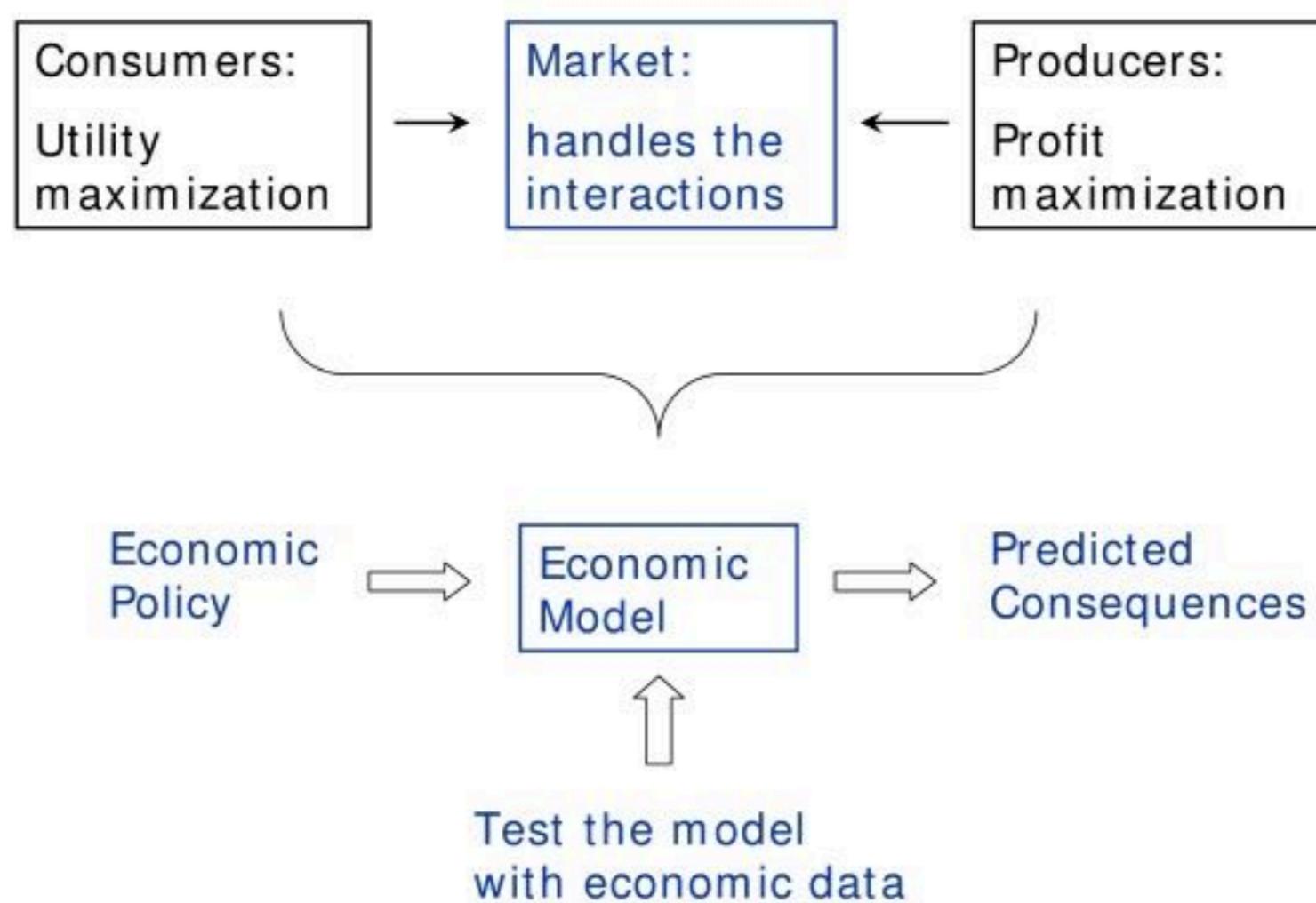


Figure 1: What is economics?

출처: 전병현(경제수학 강의노트)

# 변수, 함수, 그래프, 그리고 경제모형

# 변수 Variable

- 하나 이상의 값을 갖는 양(Quantity)을 대표하는 수. 단위가 있음 (비율 제외)
  - ex: 한국의 환율(KRW/USD), 김군의 몸무게(kg)
  - 단위가 같아야만 더하거나 뺄 수 있음
- 상수(constant): 오직 하나의 값을 가지는 수량을 대표하는 수
  - ex: 지구의 반지름(km), 빛의 속도(km/s), 현재 조남운의 몸무게

# 함수(function)

- 정의: 변수들 사이의 관계
- $y=f(x)$ : 1변수 함수
  - $f$ 는  $x$ 와  $y$ 의 관계에 대한 이름(함수의 이름)
  - ex)  $f: N \times \{\text{데자와버튼}, \text{컨피던스버튼}\} \rightarrow \{\text{데자와}, \text{컨피던스}\} \times N$ 
    - $N$ : 동전집합(100원짜리로 가정)
    - 데자와: 600원, 컨피던스: 1000원
    - $f(n, \text{데자와버튼}) =$
    - $f(n, \text{컨피던스버튼}) =$

# 함수의 그래프

# Graph of Function

- 두 변수간의 상호관계를 좌표평면상에 나타낸 것
- 인간의 공간지각능력상 그래프는 3차원 이상을 그릴 수 없음
- 4차원 이상의 상호관계(다변수함수)는 대수적인 방법으로만 분석 가능
- 관련과목: 경제수학

# 간단한 그래프의 예

- 야구장과 음료수
- 고찰대상: 야구장의 온도(화씨)와 팔리는 음료수의 양(병)
  - 가로축 변수: 야구장의 온도(화씨)
  - 세로축 변수: 음료수 판매량(병)

# 외부온도(화씨)와 음료수 판매량: 측정

x-variable: outside temperature	y-variable: number of sodas sold	Point
0 °F	10	A
10	0	B
40	30	C
60	50	D
80	70	E

# 그래프로 표현하기

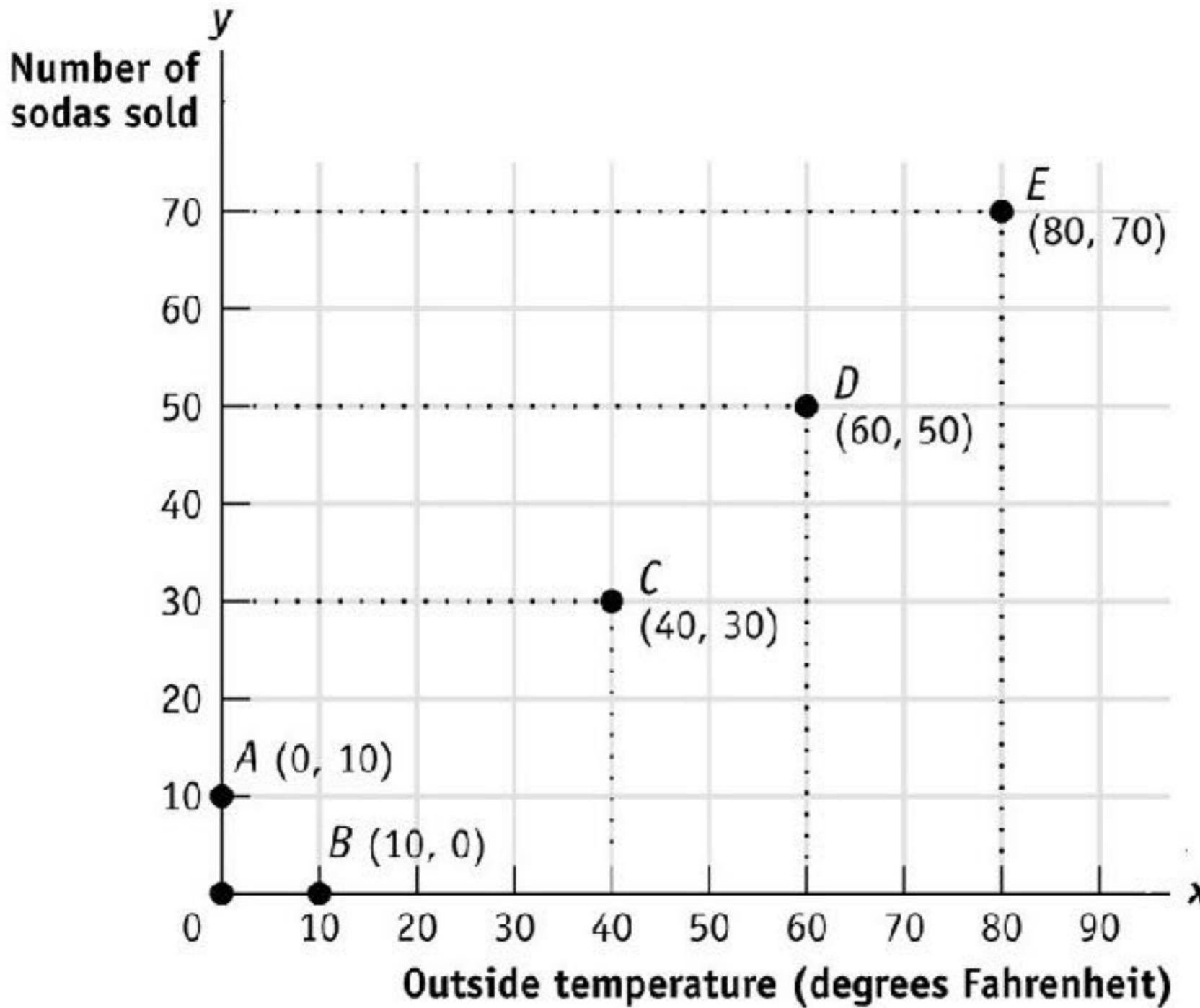
x-variable: outside temperature	y-variable: number of sodas sold	Point
0 °F	10	A
10	0	B
40	30	C
60	50	D
80	70	E

variable: umber of as sold	Point
10	A
0	B
30	C
50	D
70	E

# 그래프로 표현하기

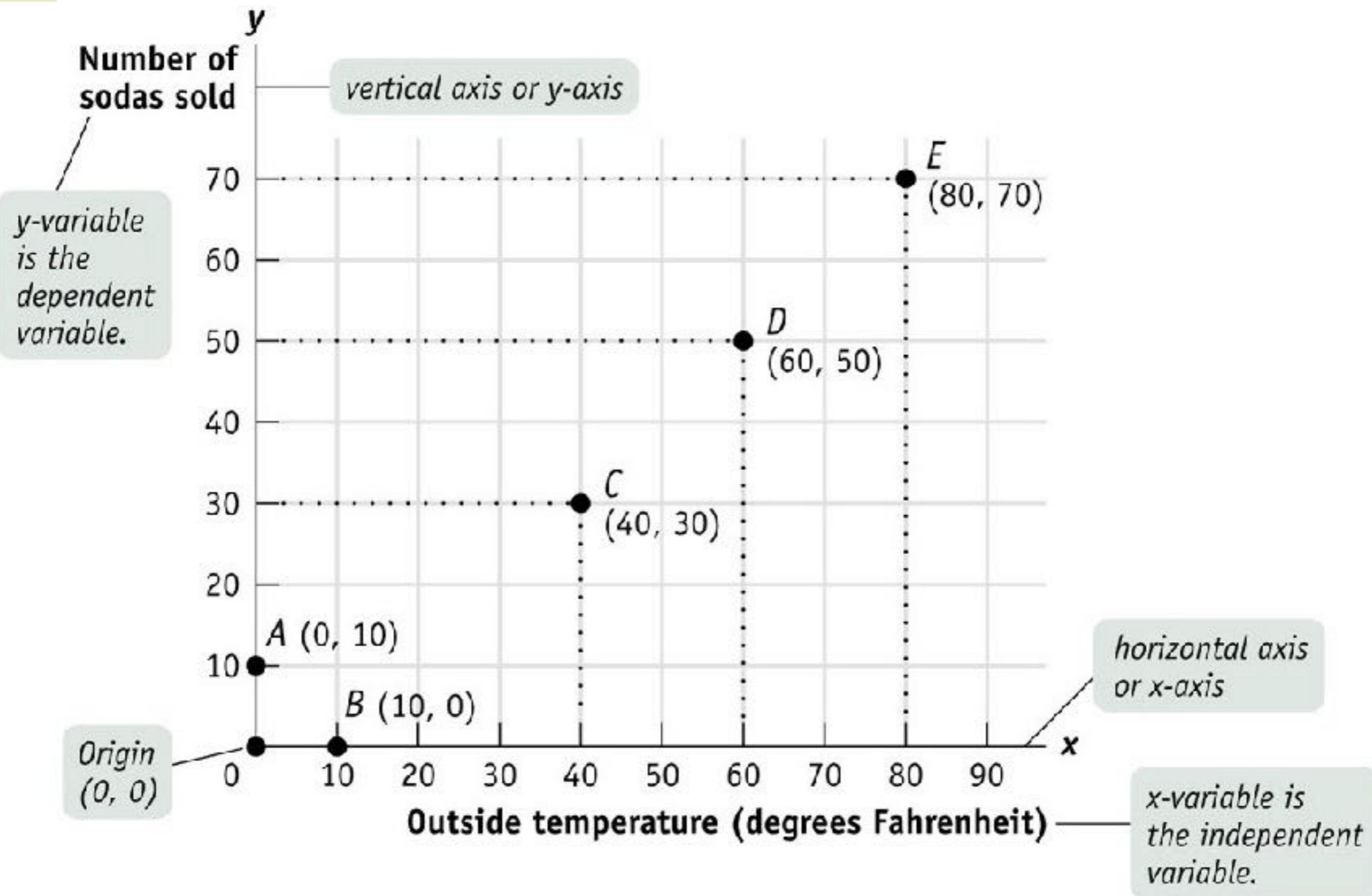
variable: Number of sodas sold	Point
10	A
0	B
30	C
50	D
70	E

# 그래프로 표현하기



variable: number of sodas sold	Point
10	A
0	B
30	C
50	D
70	E

# 그래프로 표현하기



# 2변수 그래프에서 유의할 점들

- 언제나 축의 의미를 명시할것!
  - 일반적으로 두 변수 중 원인이 되는 독립변수 (independent variable)는 가로축에 표현
  - 두 변수 중 영향을 받는 변수인 종속변수 (dependent variable)는 세로축에 표현
- 경제학에서는 예외적으로 y축에 독립변수를 표시하는 경우가 있음(가격과 수량관계)

# 그래프의 곡선(curve)

- 두 변수간의 관계를 선으로 표현할 경우 그 선을 곡선이라고 함
- 그래프의 모든 선은 곡선이라고 명명: 직선도 포함
  - 두 변수간의 관계가 직선으로 나타날 경우: 선형 관계(linear relationship)
  - 그렇지 않은 경우: 비선형관계(nonlinear relationship)

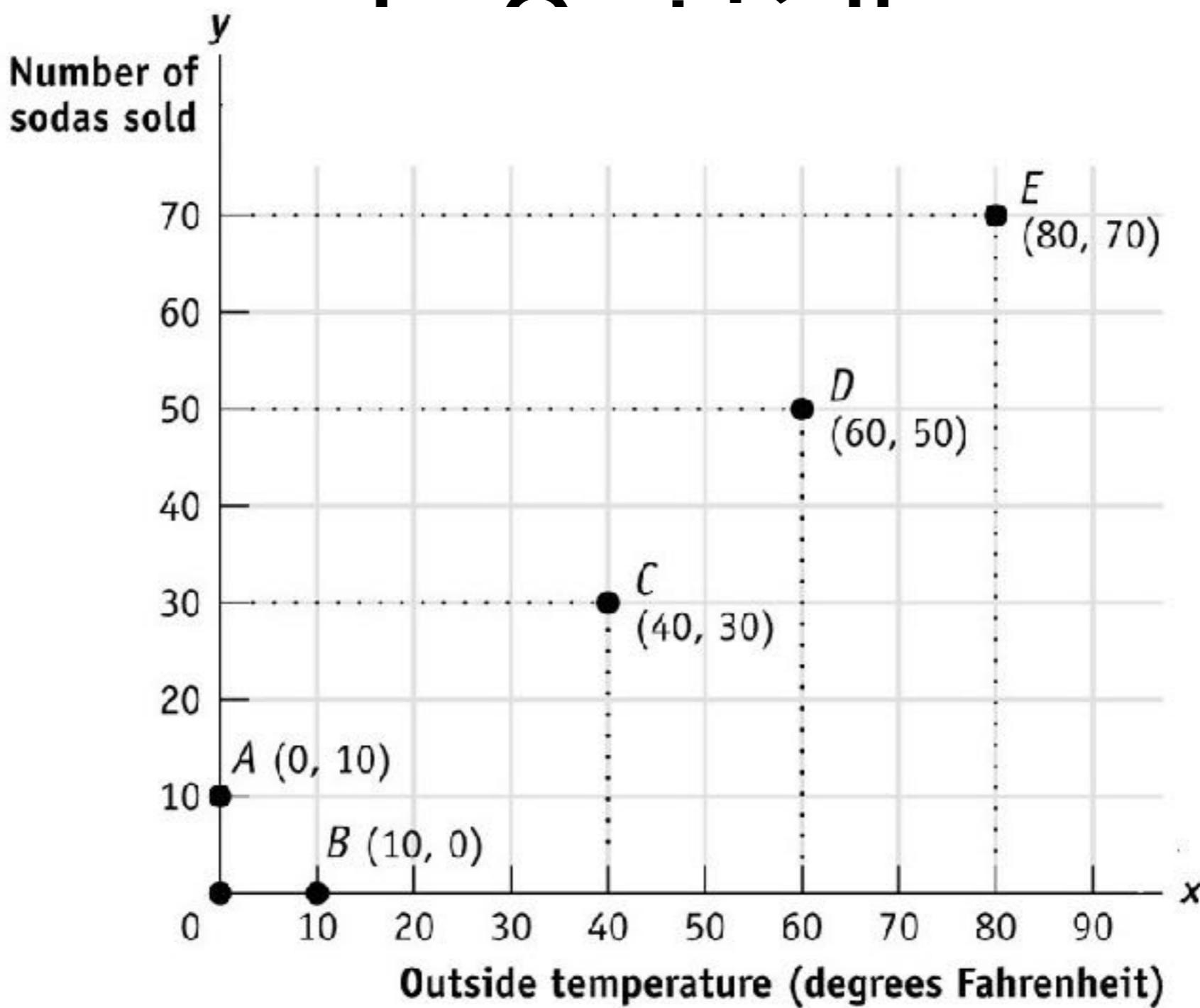
# 상관관계 Relationship

- 양(+)의 상관관계: 독립변수가 증가할 때 종속변수가 증가할 경우
- 음(-)의 상관관계: 독립변수가 증가할 때, 종속변수가 감소하는 경우

# 선형 관계

# Linear Relationship

# 선형 과정

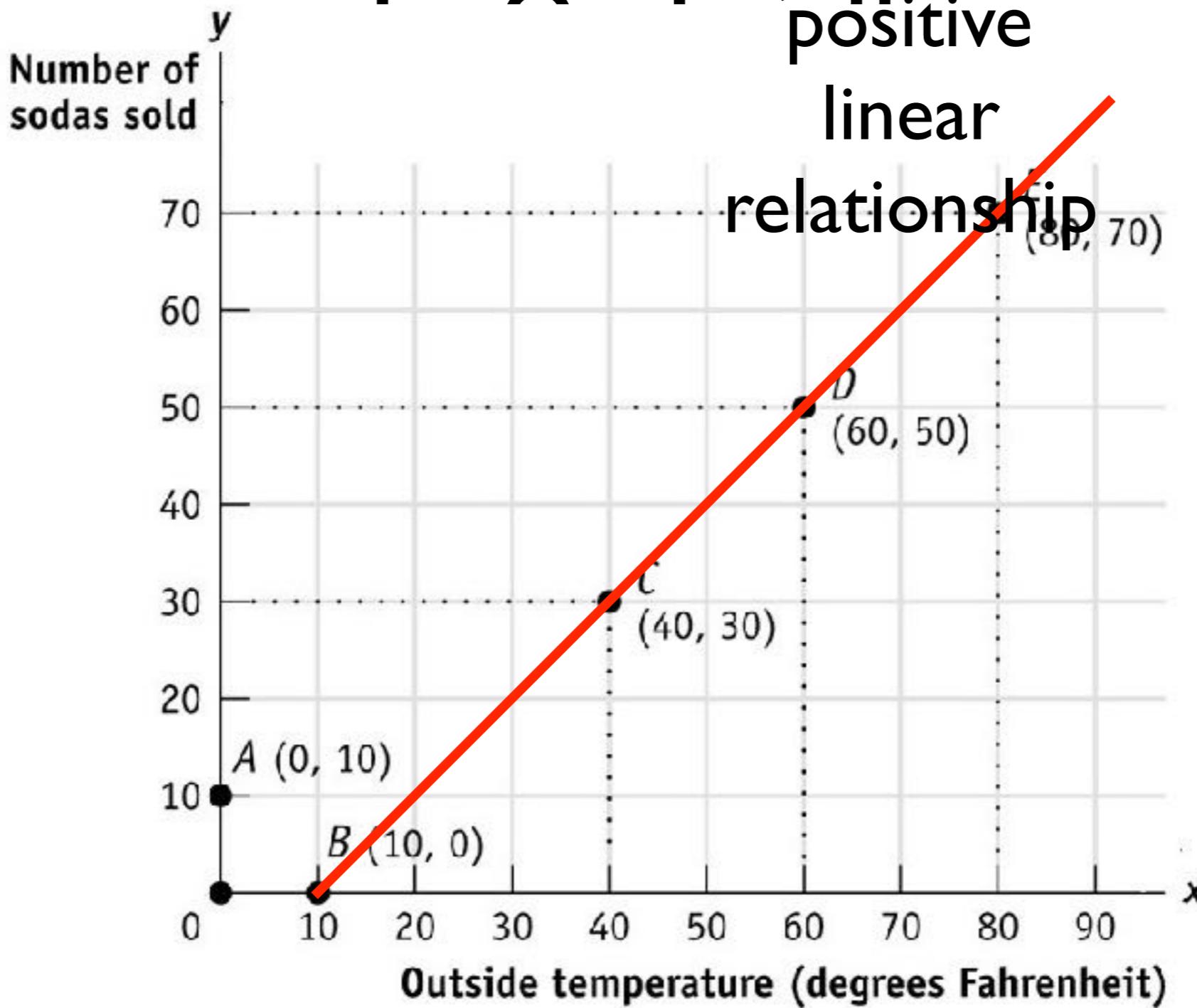


# 선형 관계

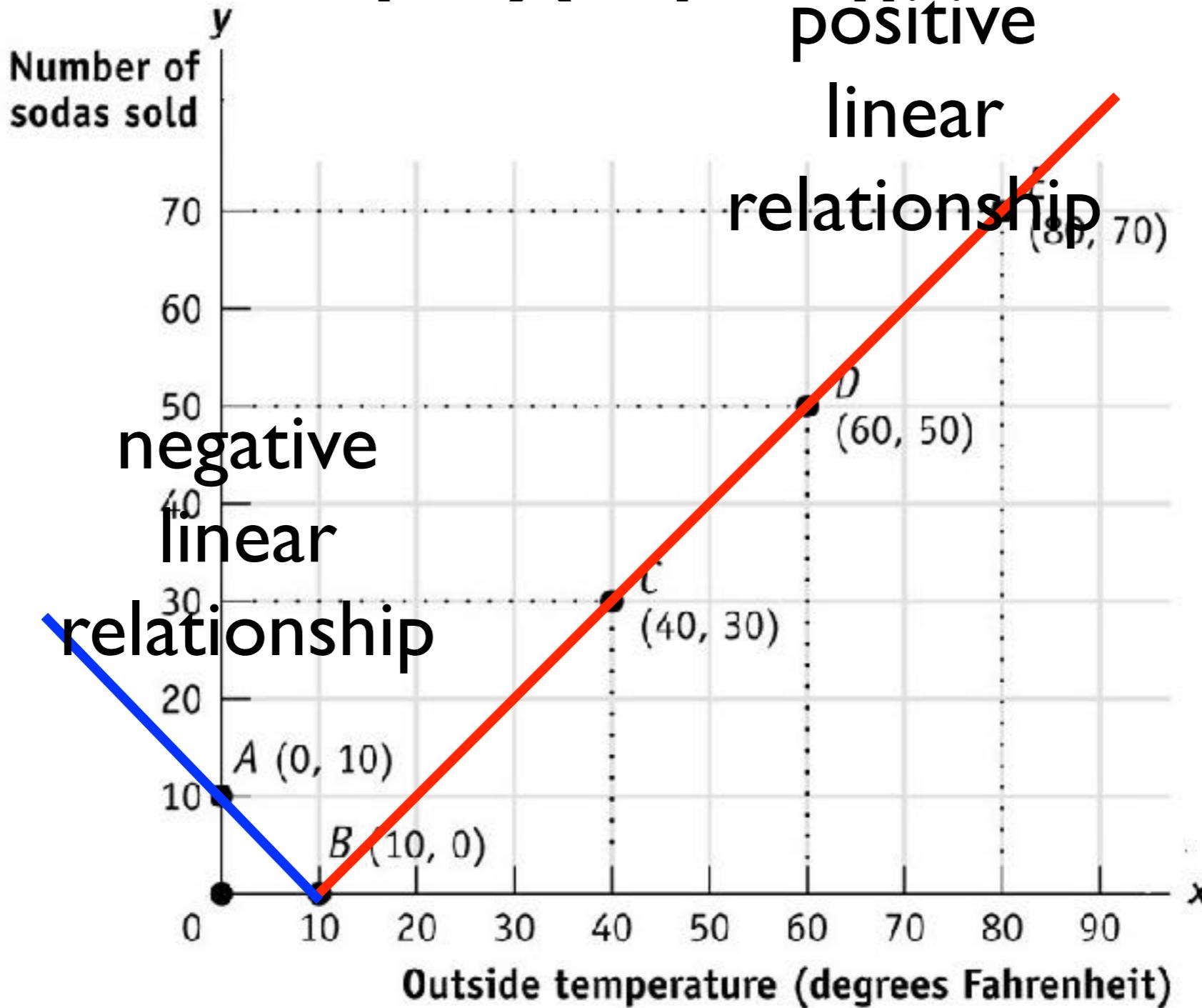
positive

linear

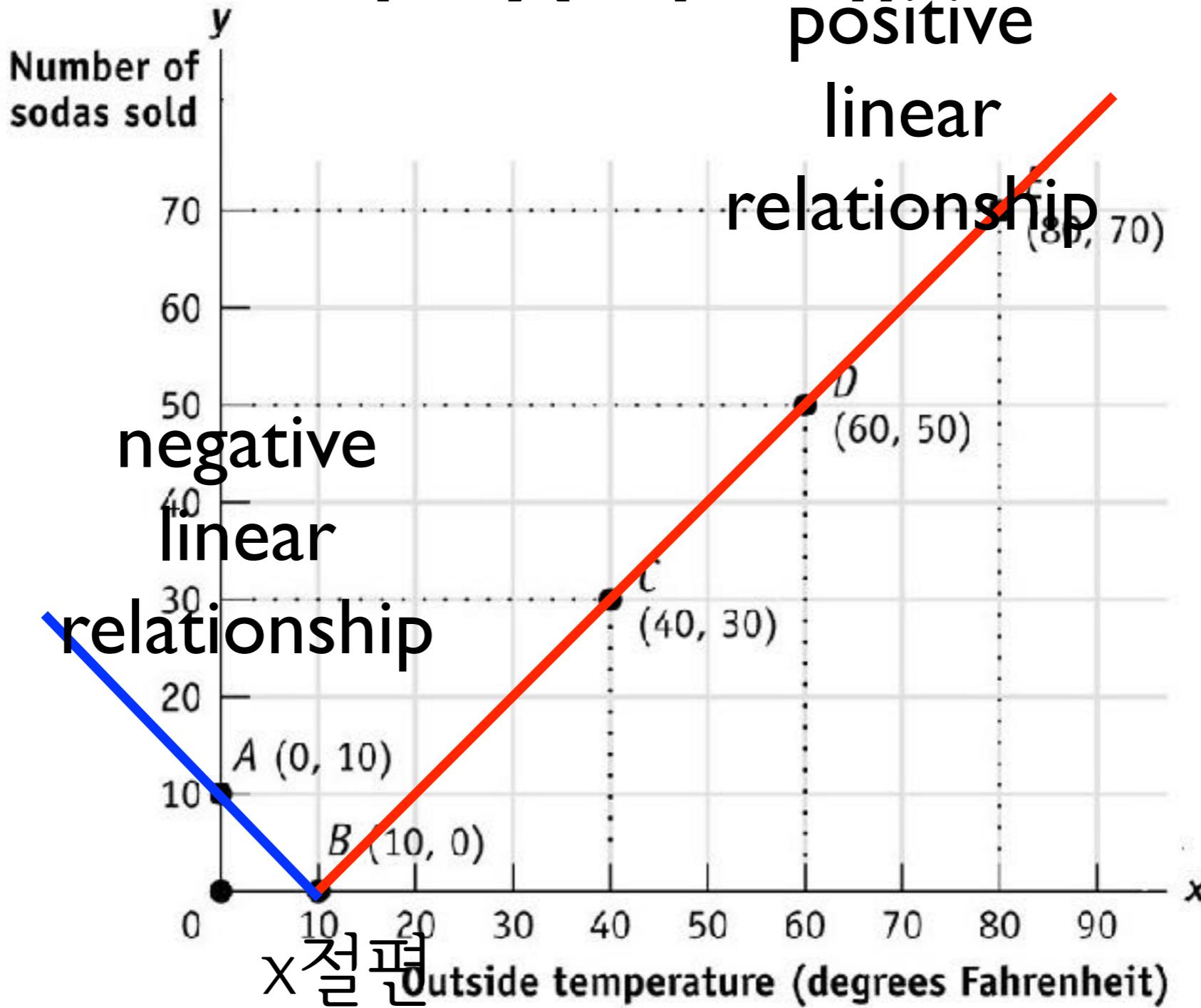
relationship



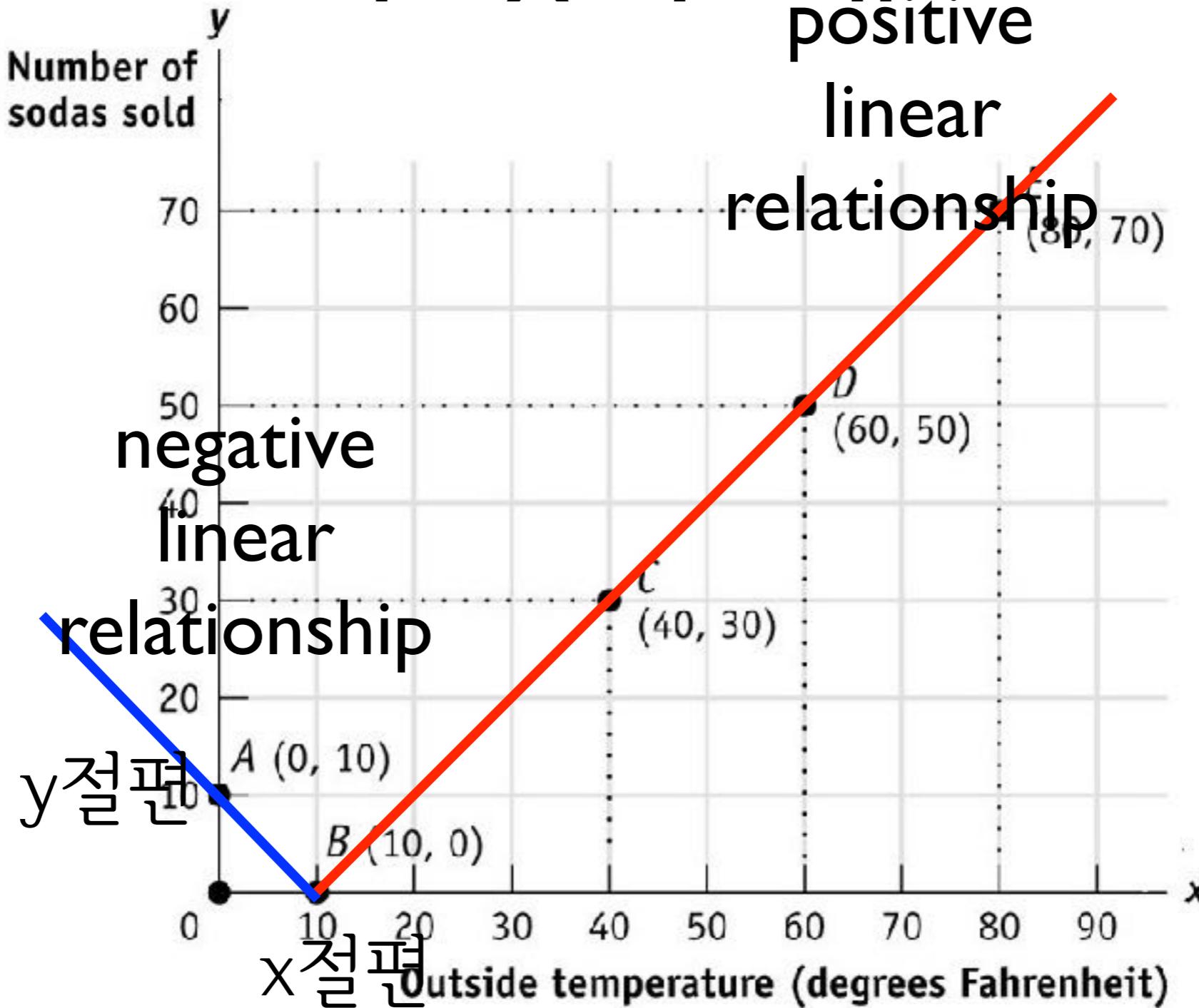
# 선형 관계



# 선형 과정



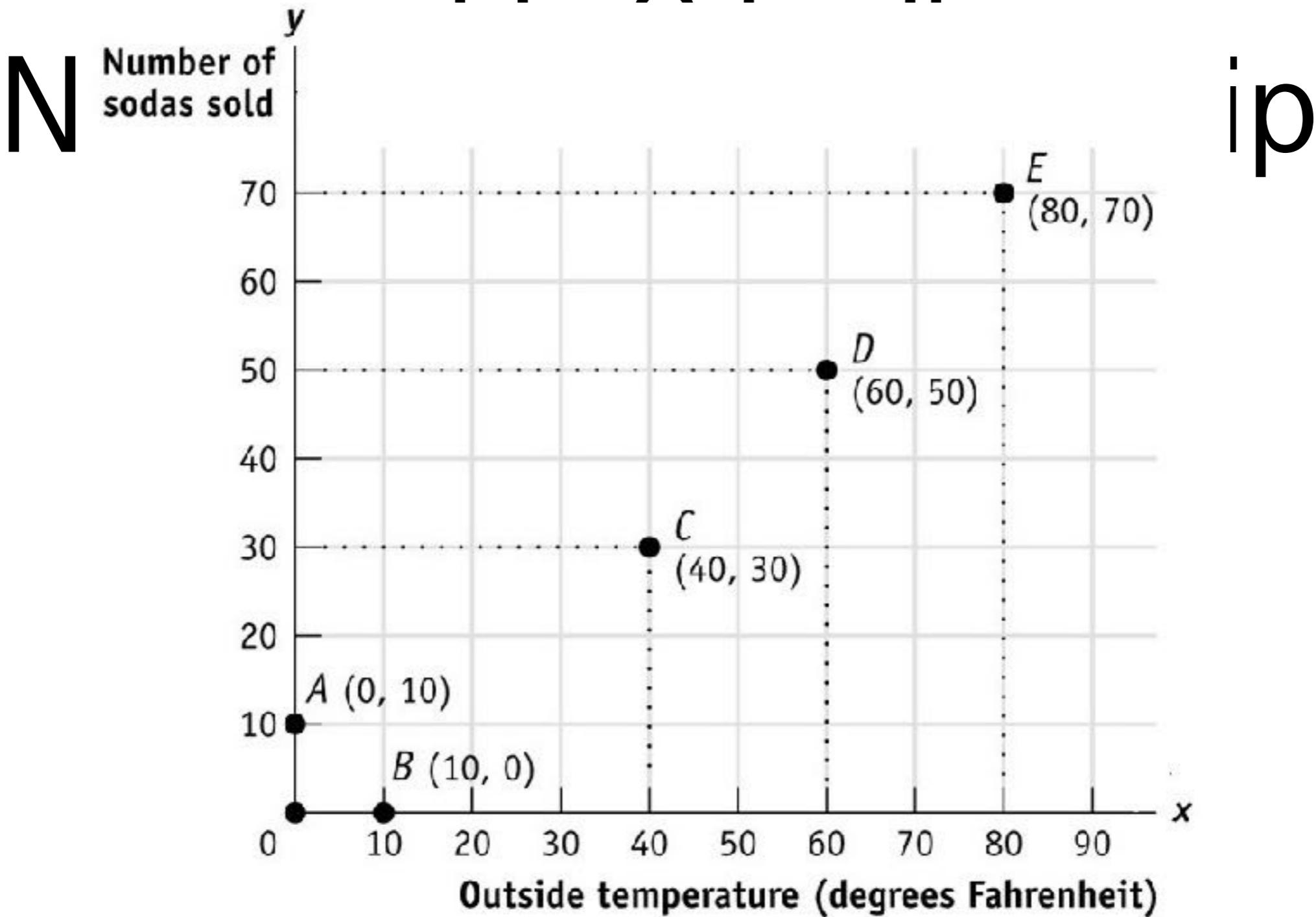
# 선형 과정



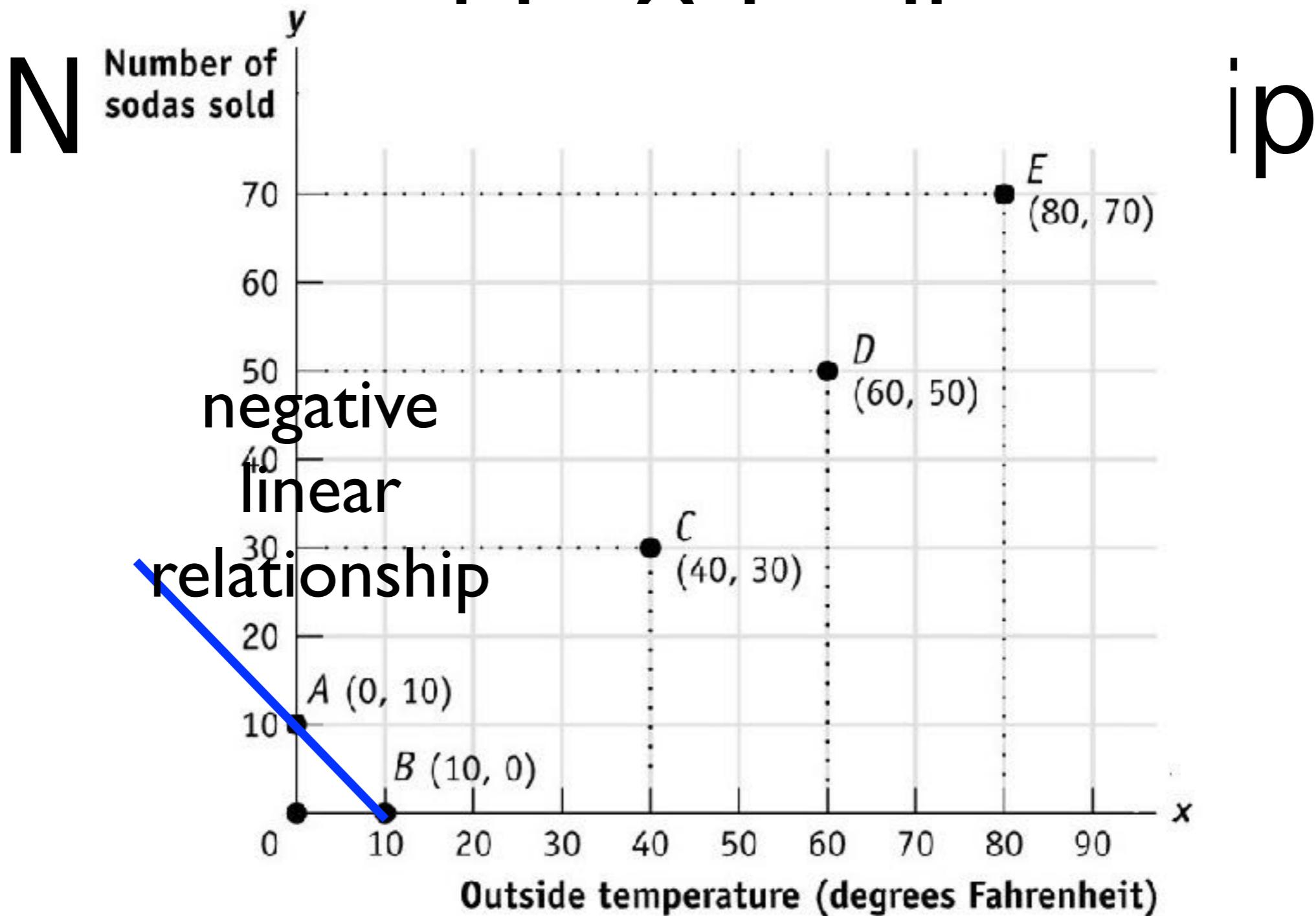
# 표본추출을 통한 상관관계 분석시 유의사항

- 확실한 것은 관측치 뿐:
  - 나머지 상관관계는 통계적 추론으로 채워야 함
  - 앞의 경우 기온과 판매량의 상관관계가 두 가지 선형관계로 추정되지만, 이것만으로는 확신할 경우 오류발생의 가능성도 있음
  - 최악의 경우 잘못된 추정으로 이어질 수 있음
- 관련과목: 계량경제학 (추천입문서: “통계학의 피카소는 누구일까?”)

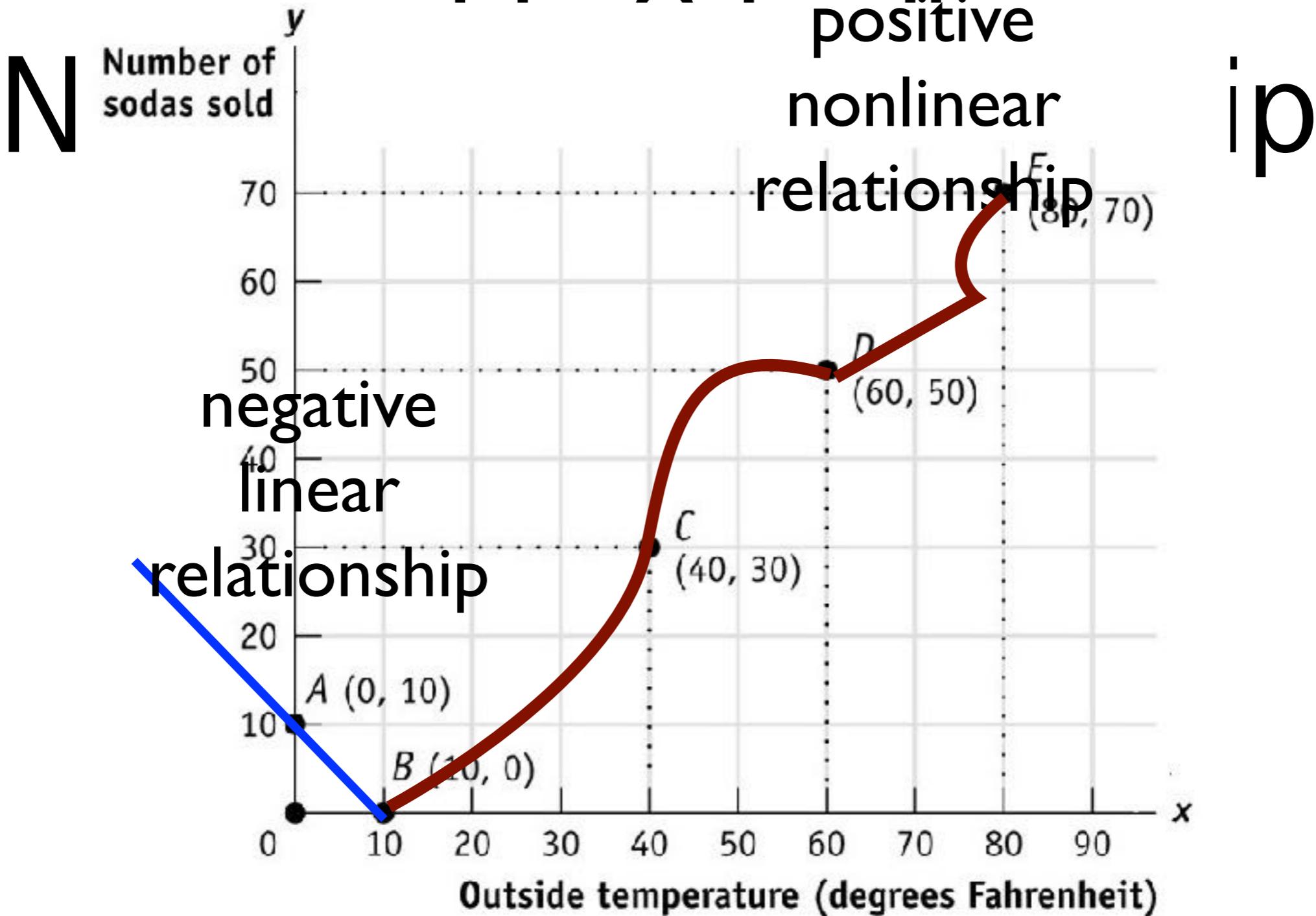
# 비선형 곡선



# 비선형 곡선



# 비선형 과정

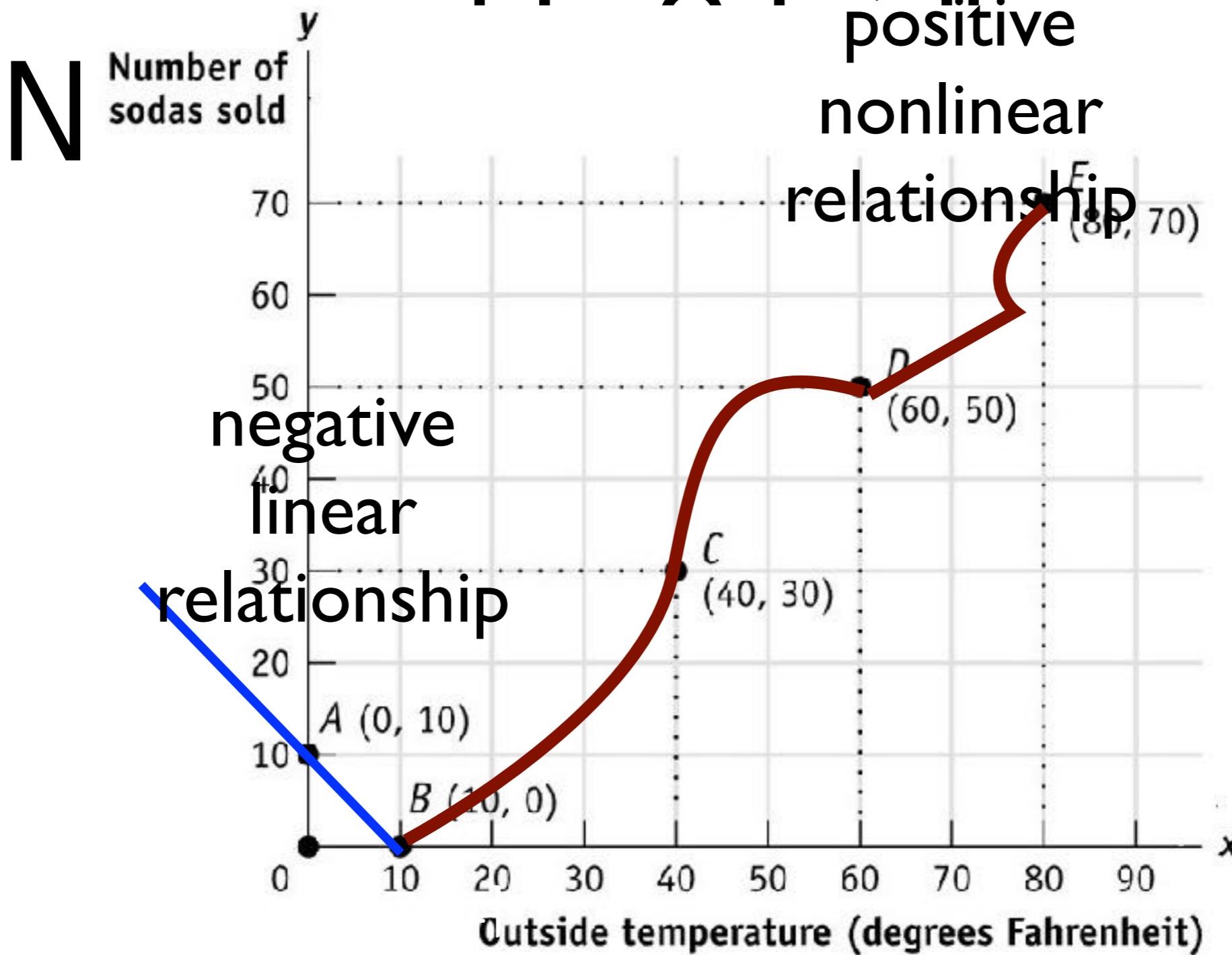


# 비선형관계

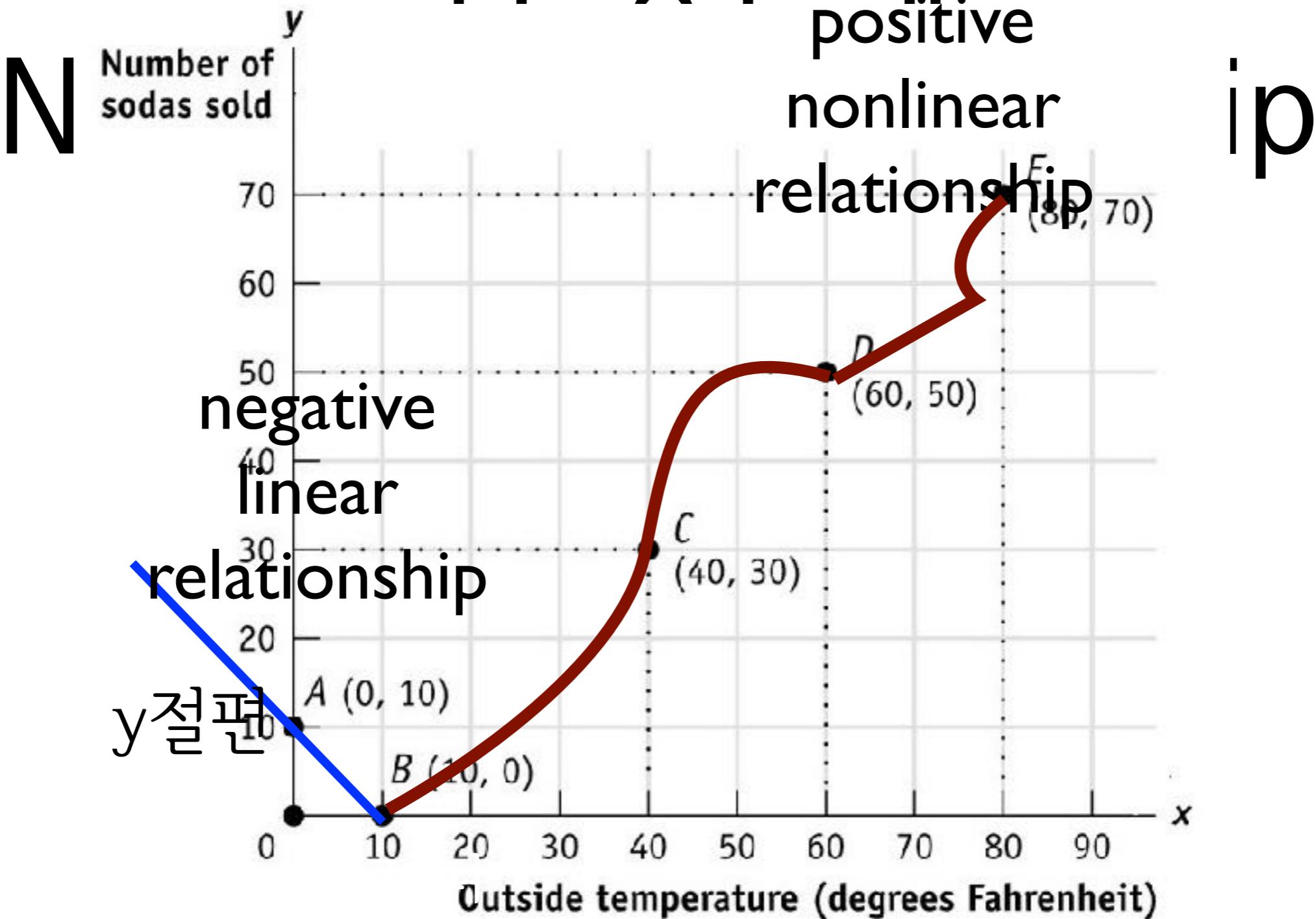
positive

nonlinear  
relationship

ip



# 비선형 과정

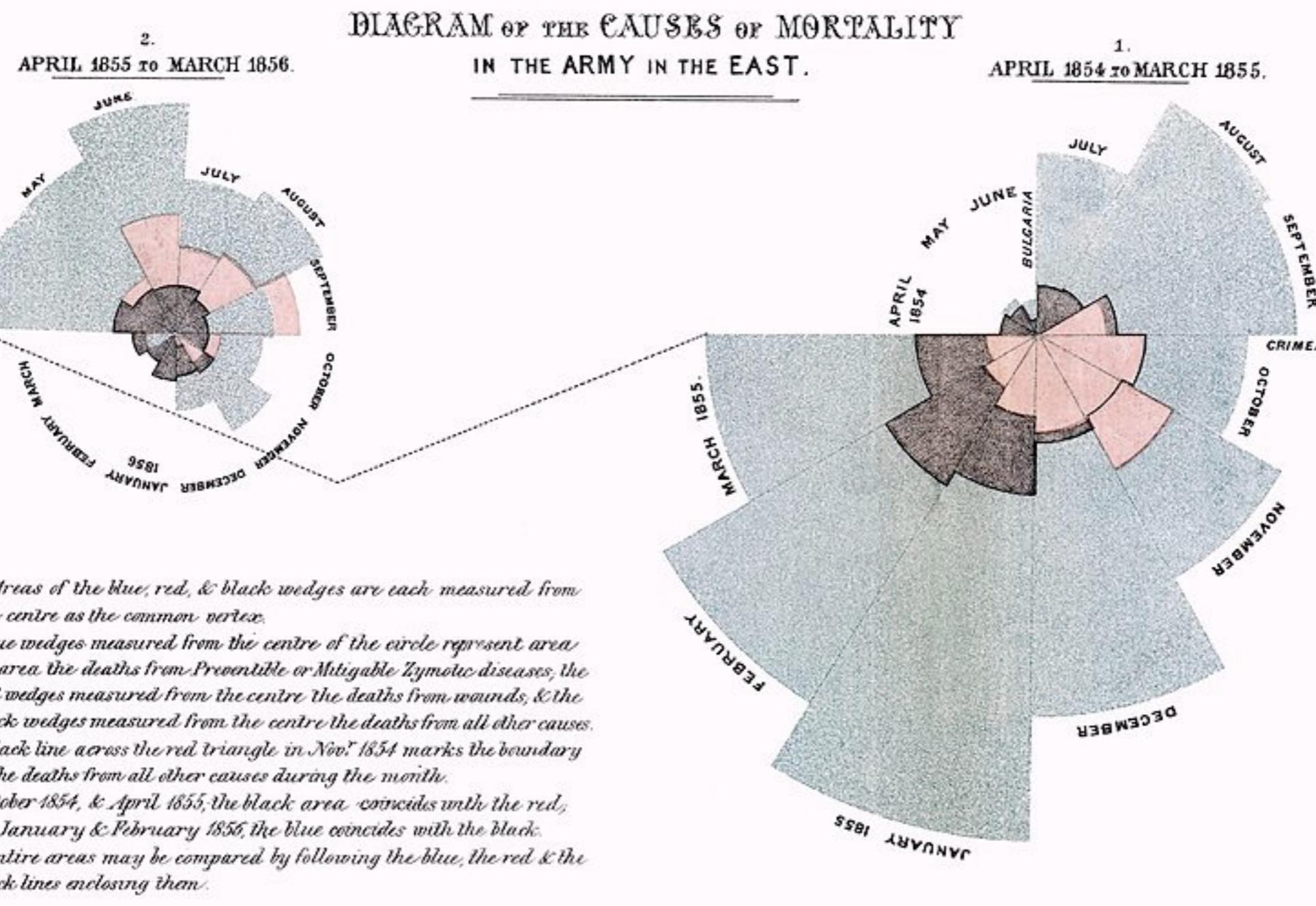


# **수치정보를 나타내는 그래프 (시각화)**

# 수치그래프

- 그래프는 인과관계 분석 뿐만 아니라 자료를 요약하여 나타내는 데에도 사용
- 수치그래프: 단순히 수치적 정보만을 나타내는 그래프
- 시계열 그래프, 산포도, 파이도표, 막대그래프
- 경제 패턴과 경향 식별등에 도움을 줌
- Florence Nightingale(1820-1910)의 알려지지 않은 통계학적 업적: Visualization

# Causes of Mortality: Polar Area Diagram (Nightingale rose diagram)



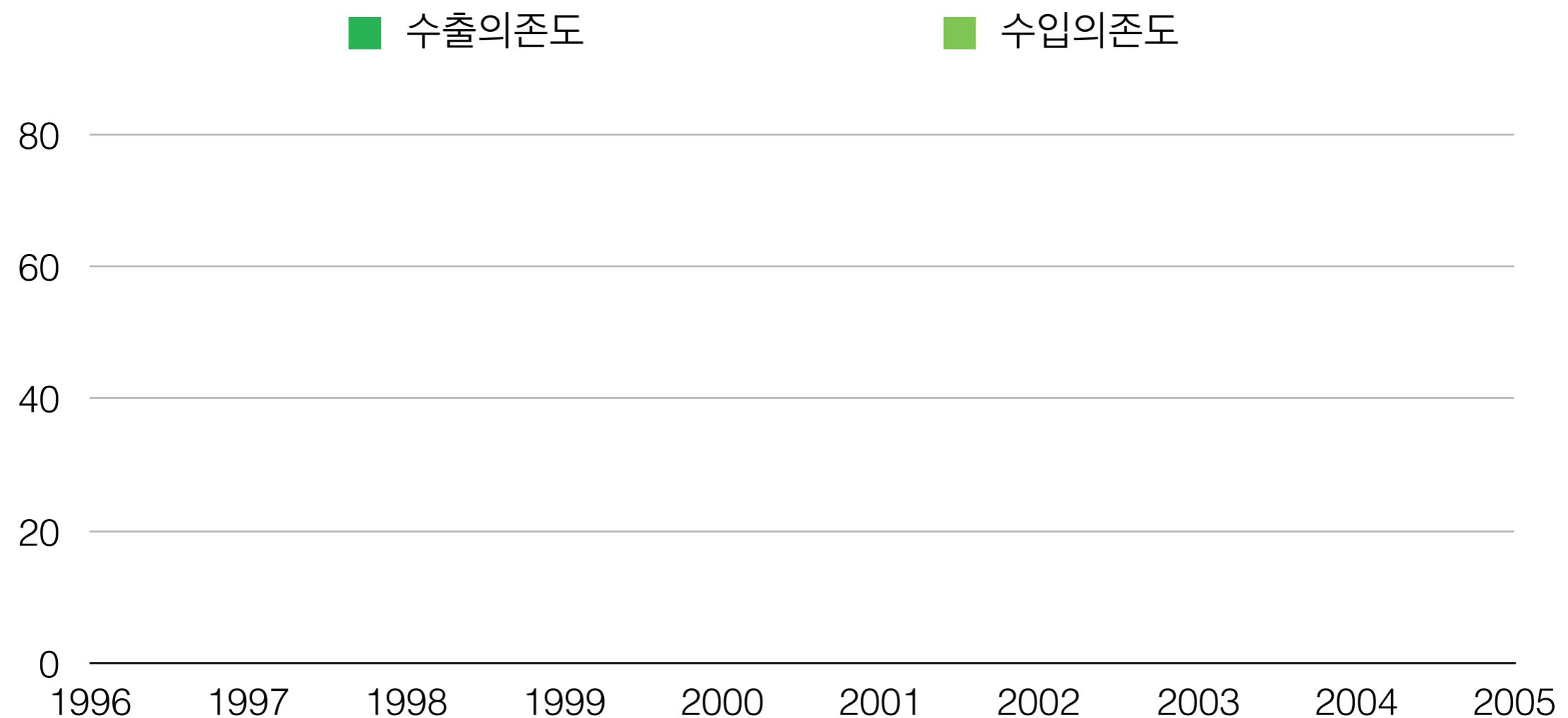
# 시계열 그래프

# Time-series graph

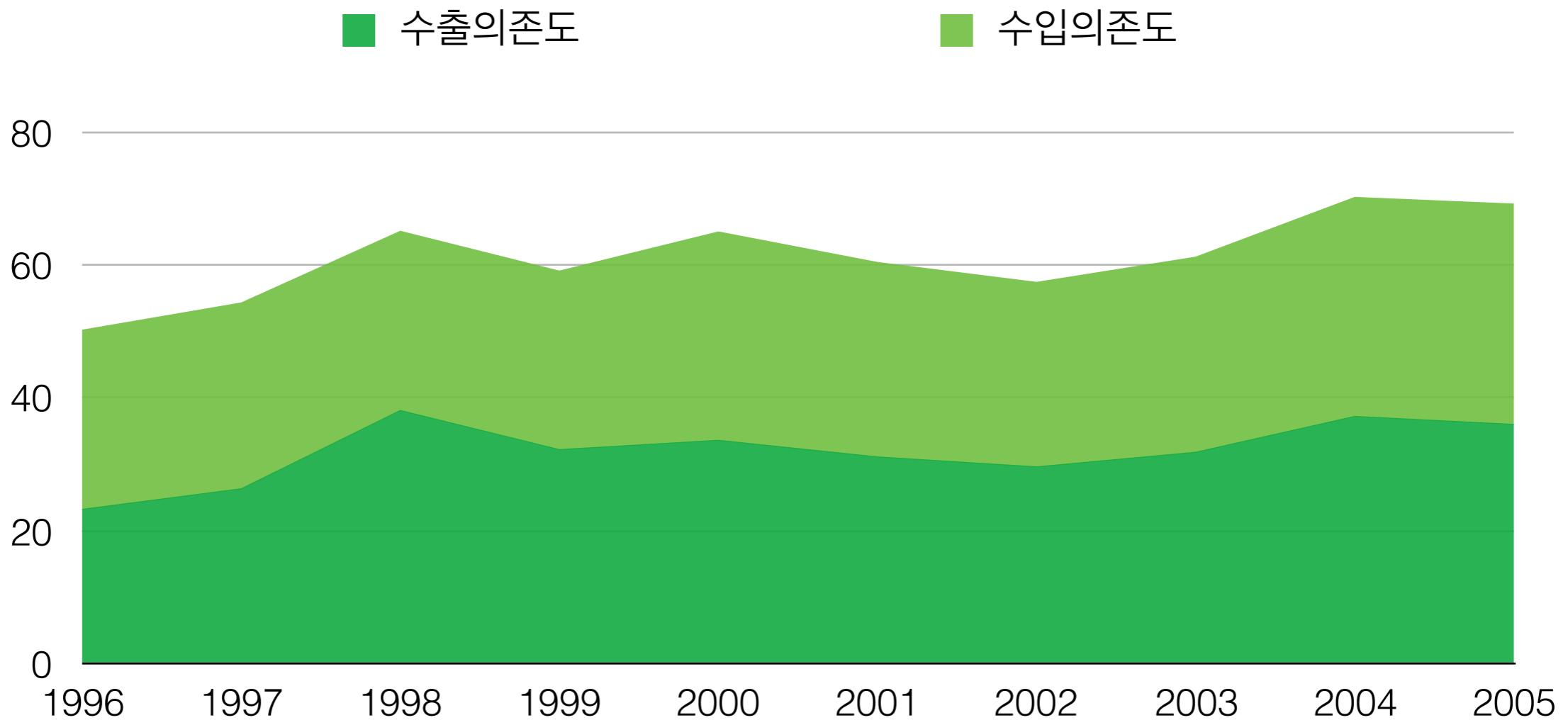
- 가로축: 시간
- 세로축: 변수값
- 변수값이 시간에 따라 어떻게 변하는지 나타냄
- 시간에 따른 추세에 대한 정보 제공

# 대한민국의 수출입의존도

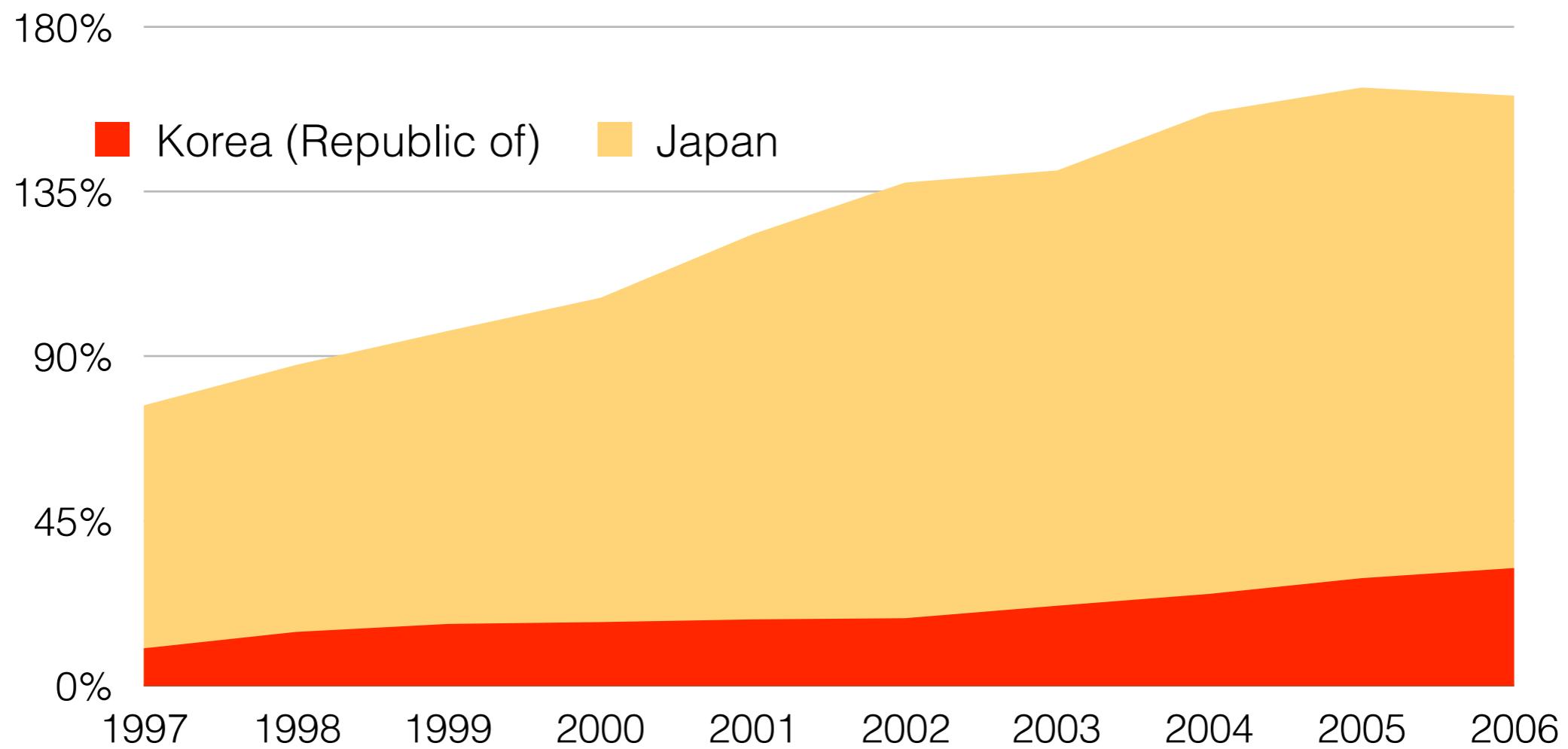
# 대한민국의 수출입의존도



# 대한민국의 수출입의존도



# Public Debt:

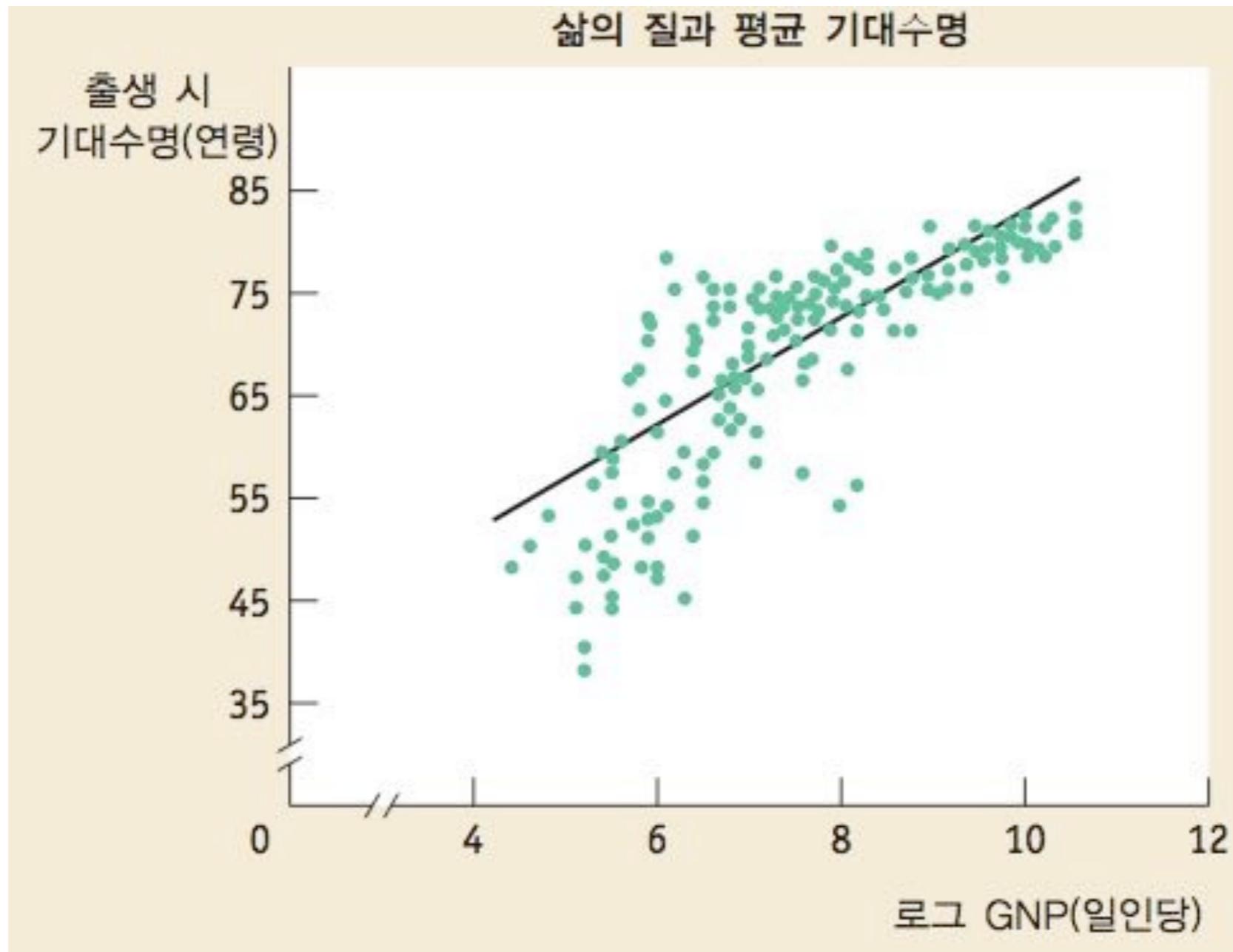


# 산포도

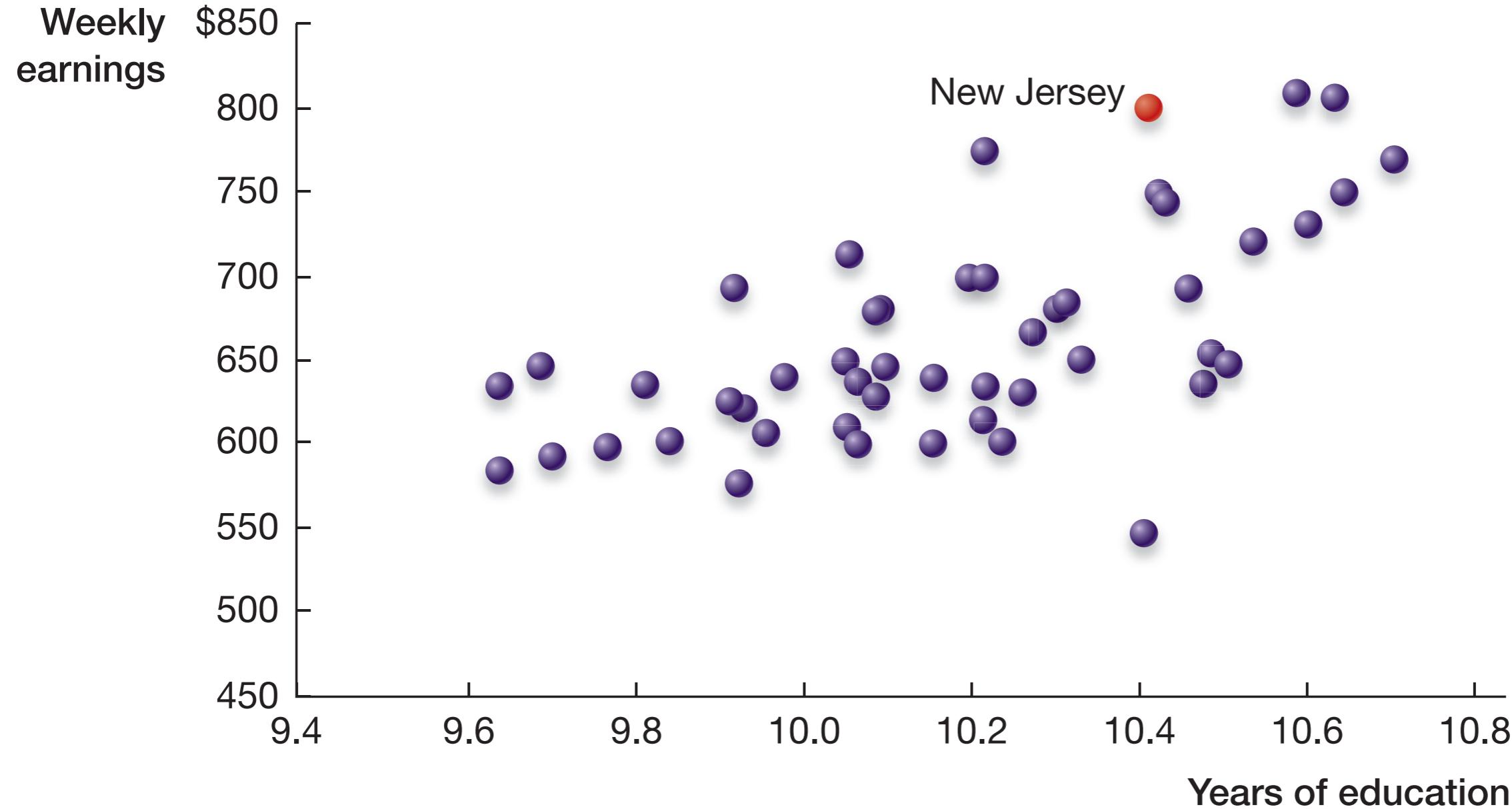
# Scatter diagram

- x변수와 y변수의 관측값을 점으로 표시
- 두 변수간의 상관관계를 대체적으로 알고자 할 때 사용
  - 인과관계가 아님!

# 삶의 질과 평균 기대수명



# 교육수준과 소득



# 막대그래프

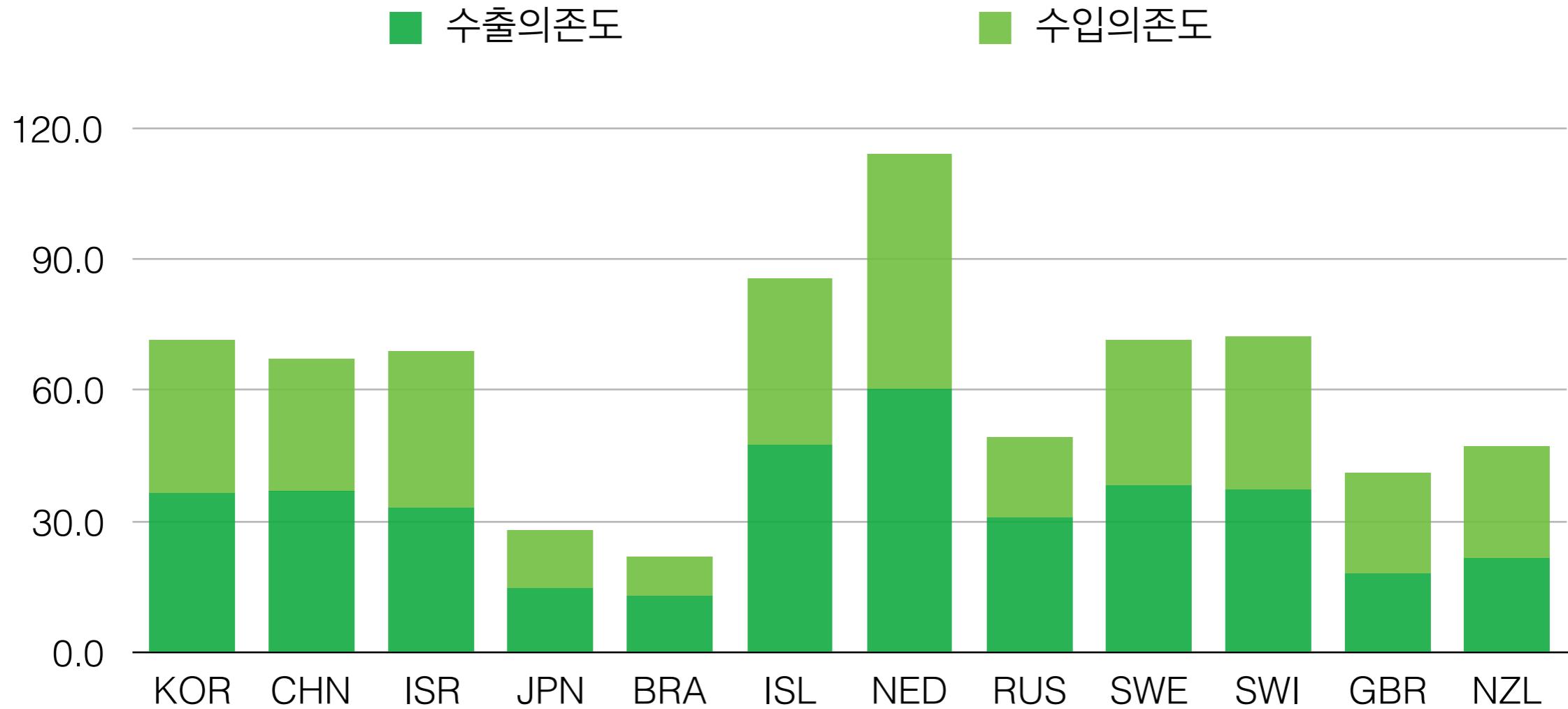
## Bar graph

- 변수의 값을 가리키는 서로 다른 높이 혹은 길이를 가진 막대들로 구성
- 가로축(혹은 세로축)을 기준으로 관찰하고자 하는 변수의 차이를 관찰

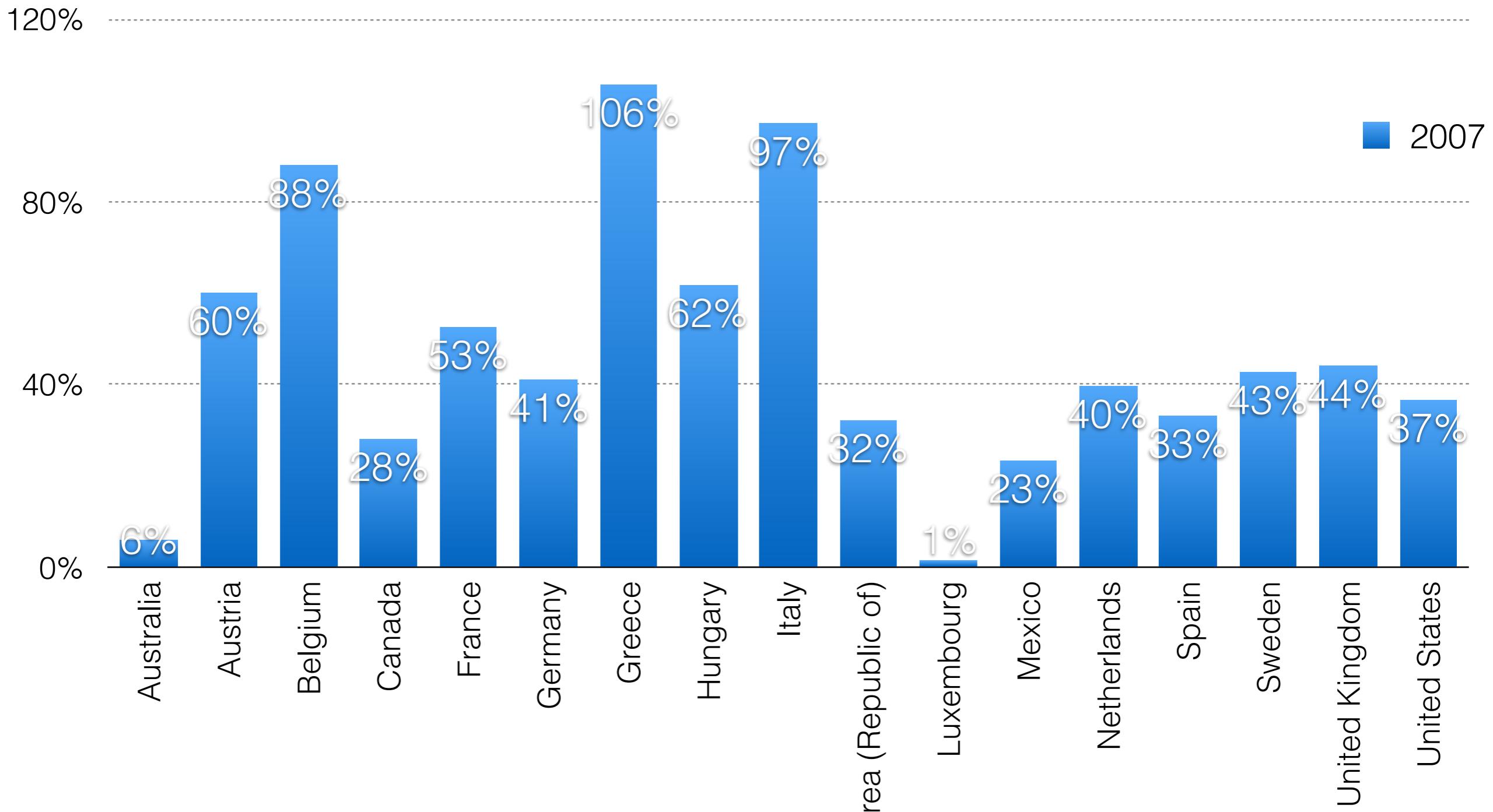
# 국가별 대외의존도 비교

# 국가별 대외의존도 비교

# 국가별 대외의존도 비교



## Central Government Debt, % of GDP by OECD stats



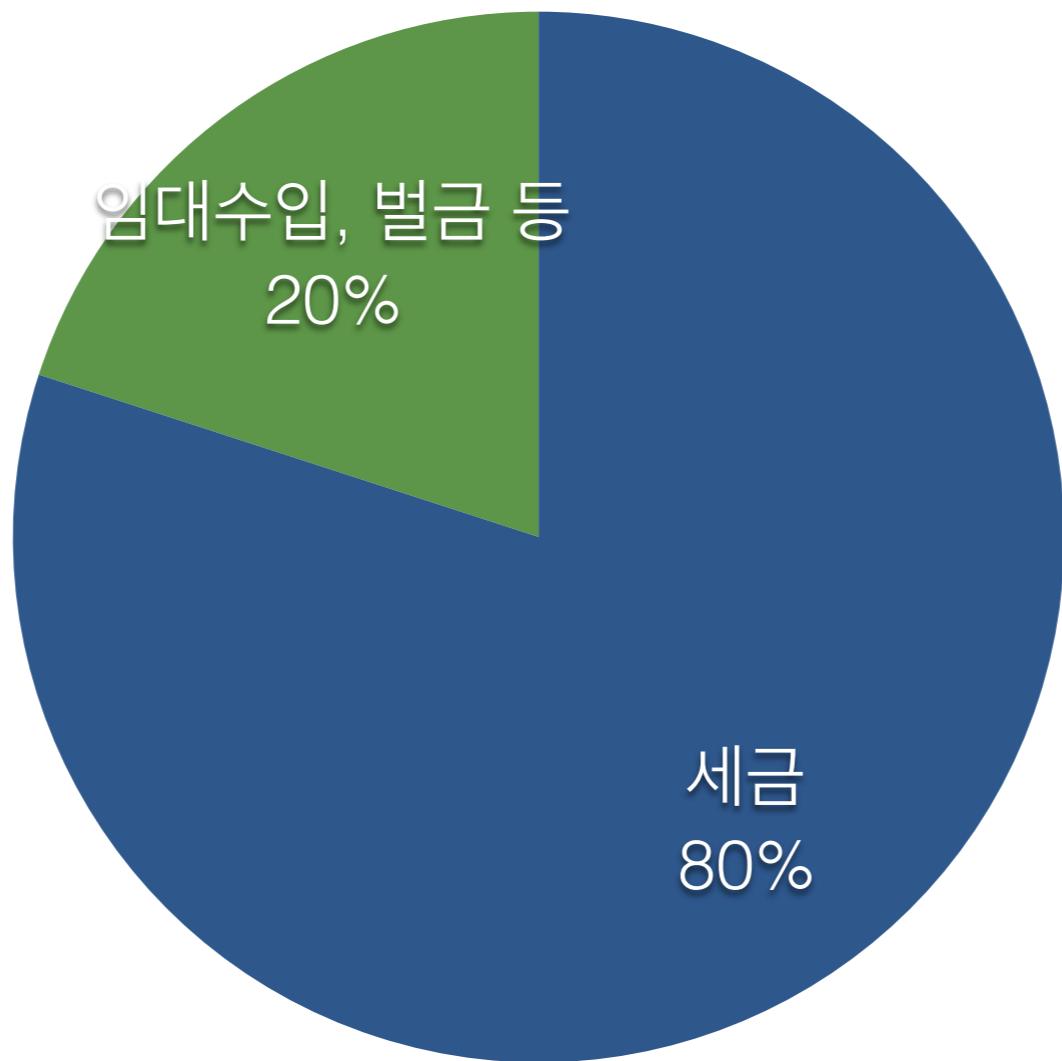
# 파이 도표

## Pie chart

- 관찰하고자 하는 대상의 구성을 비율로 원 위에 표현

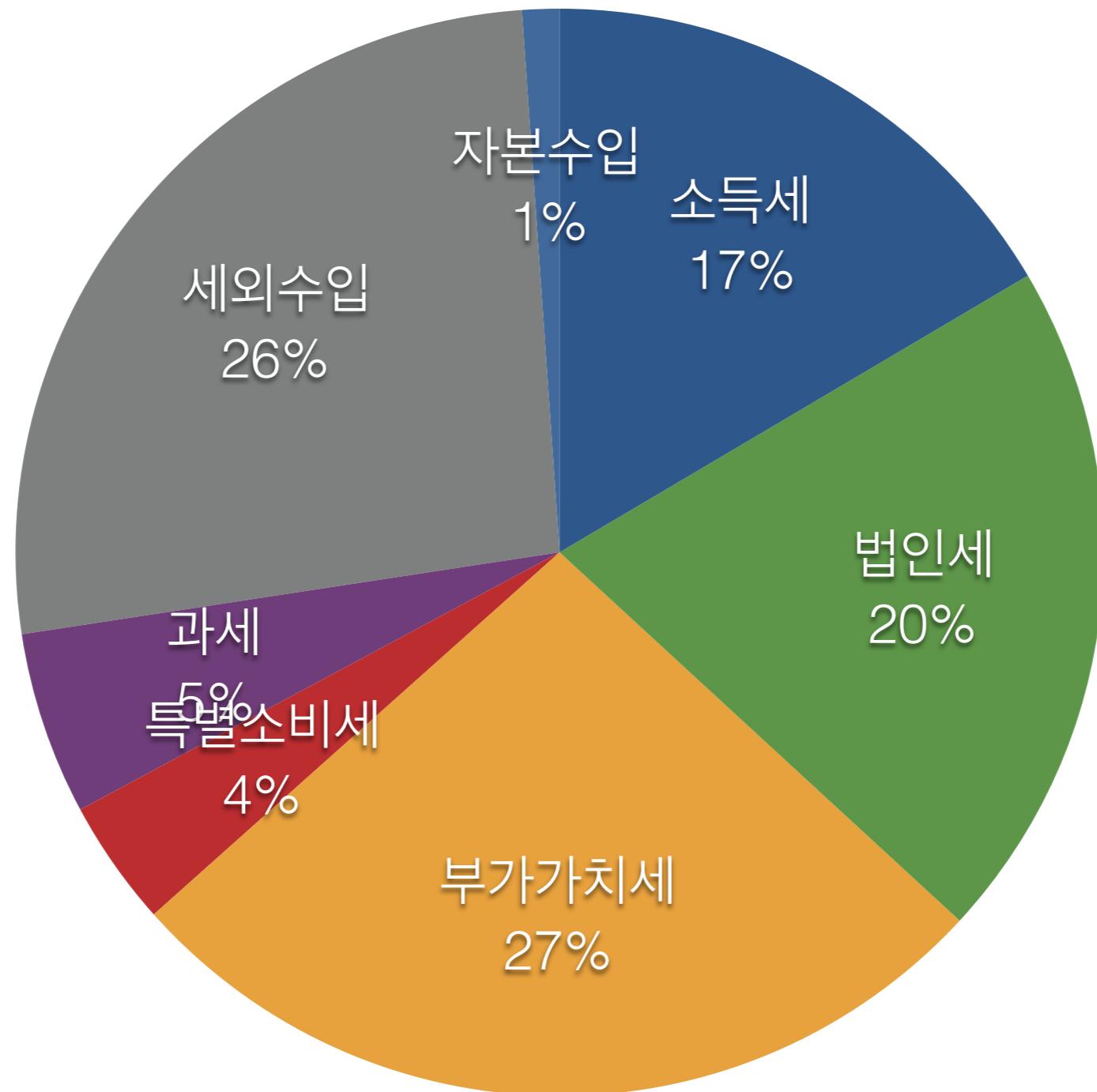
# 정부 수입(approx.)

## Gov. Income of Korea



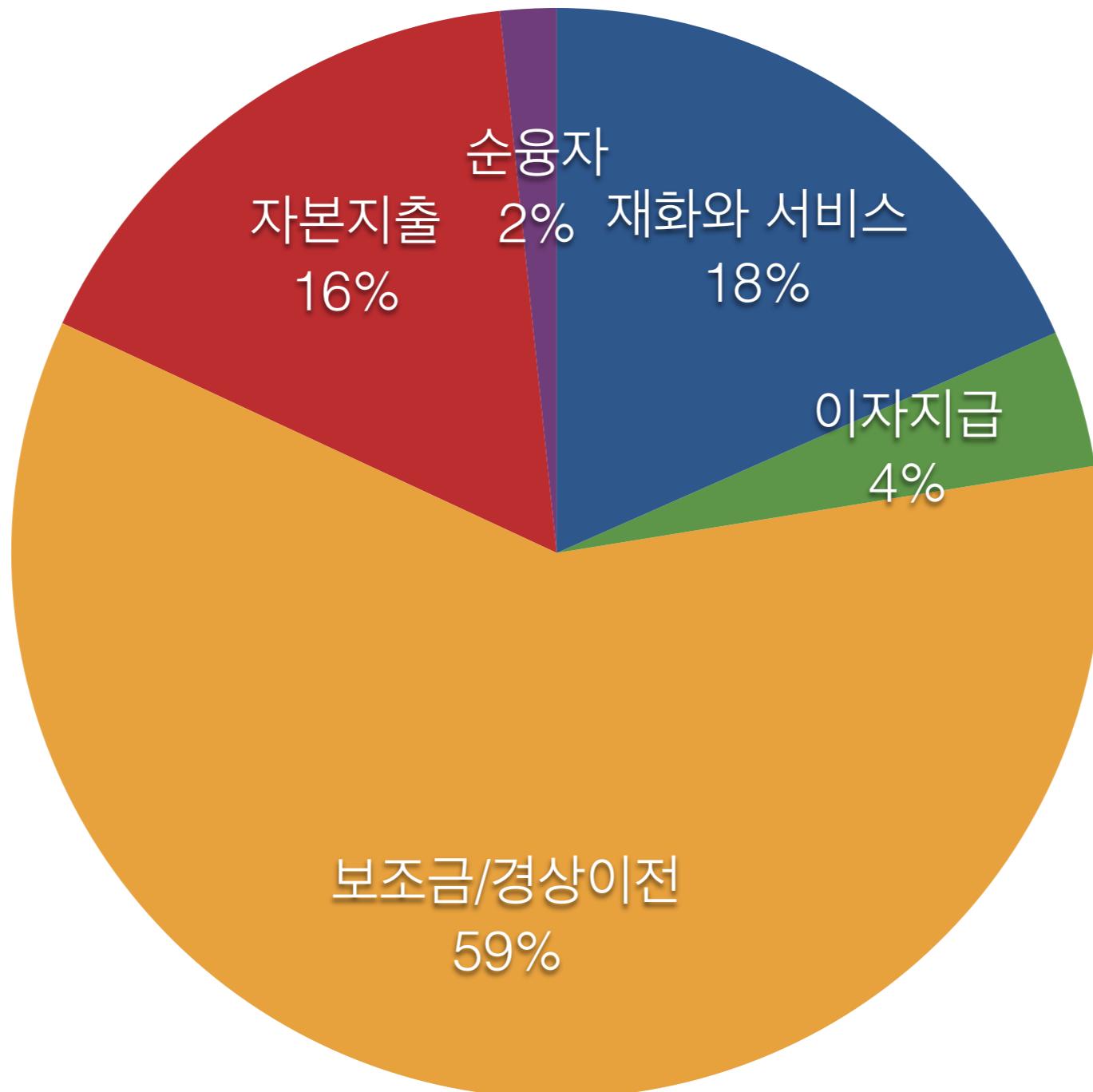
# 정부 수입 상세(2003)

Detail: Gov. Income - Kor, 2003



# 정부지출 상세(2003)

Detail: Gov. Expenditure - Kor, 2003



# 그래프 해석시 | 주의사항

- 그래프 구조의 특성
- 누락된 변수
- 역의 인과관계

# 그래프 구조의 특성

- 축의 의미와 눈금에 유의할 것
- 그래프의 잘라낸 부분도 유의
- 증가율인가? 절대량인가?

# 주의1: 눈금단위에 따른 착시

# 주의1: 눈금단위에 따른 착시



# 주의1: 눈금단위에 따른 착시



# 주의1: 누그다워에 따르 차시

1989~2004년 실업률(계절변동 조정)



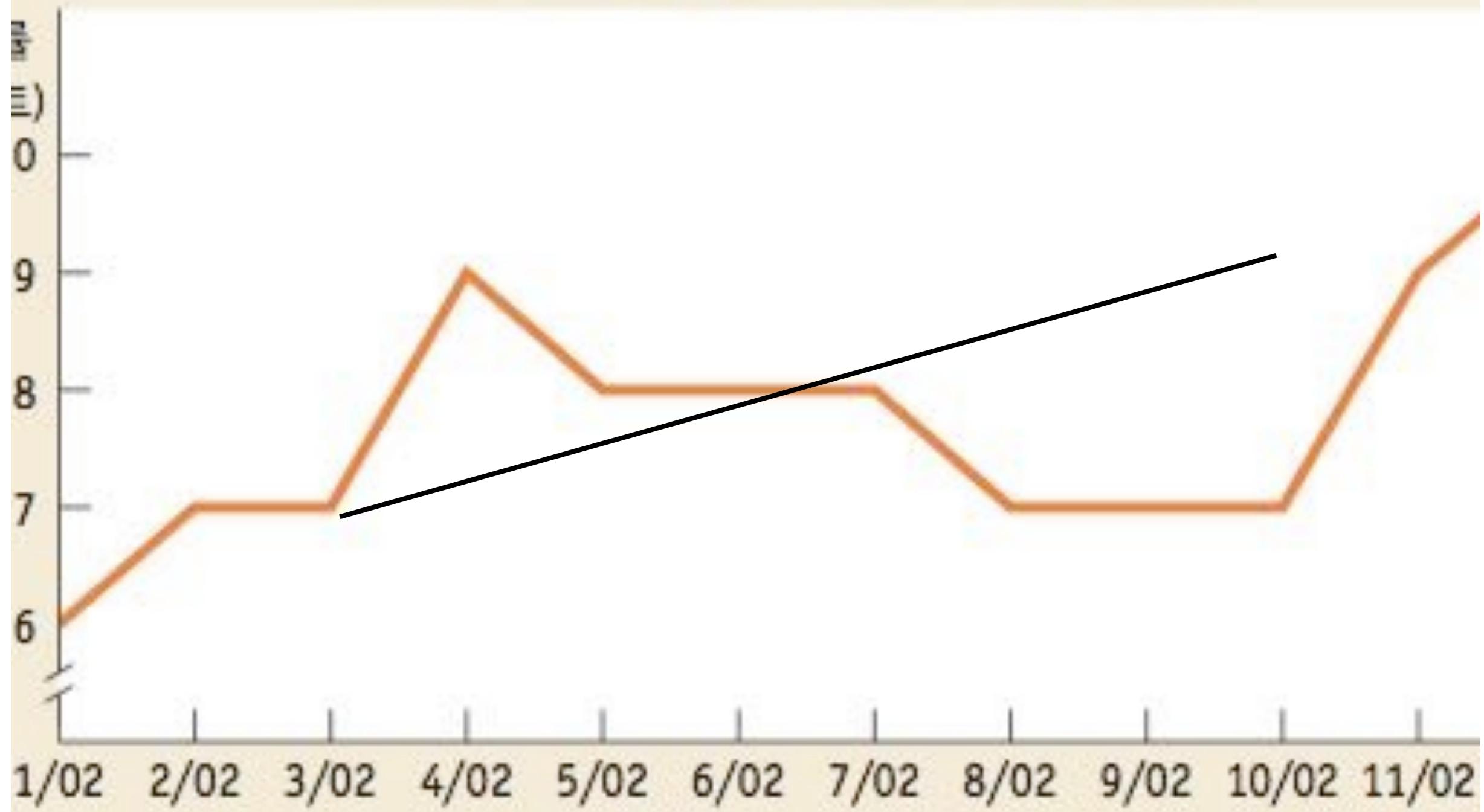
# 주의1: 누그다워에 따르 차시

2002년 실업률(계절조정 변수) : 0.1% 증가분



# 주의1: 누그다워에 따르 차시

2002년 실업률(계절조정 변수) : 0.1% 증가분



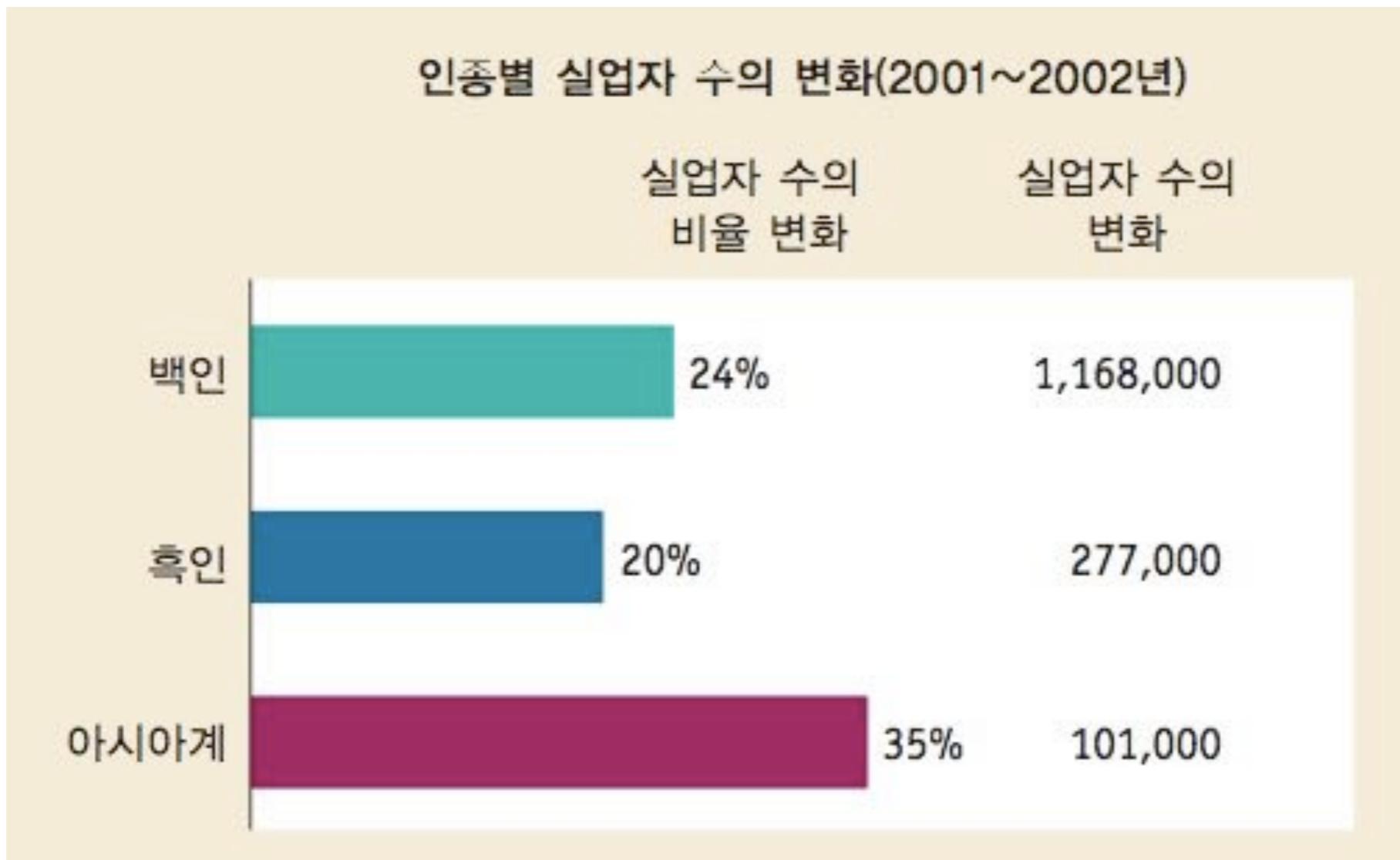
# 주의2: 죽의 잘라낸 부분



# 주의2: 죽의 잘라낸 부분



# 주의3: 비율변화와 절대량의 변화



# 누락변수

# Omitted variable

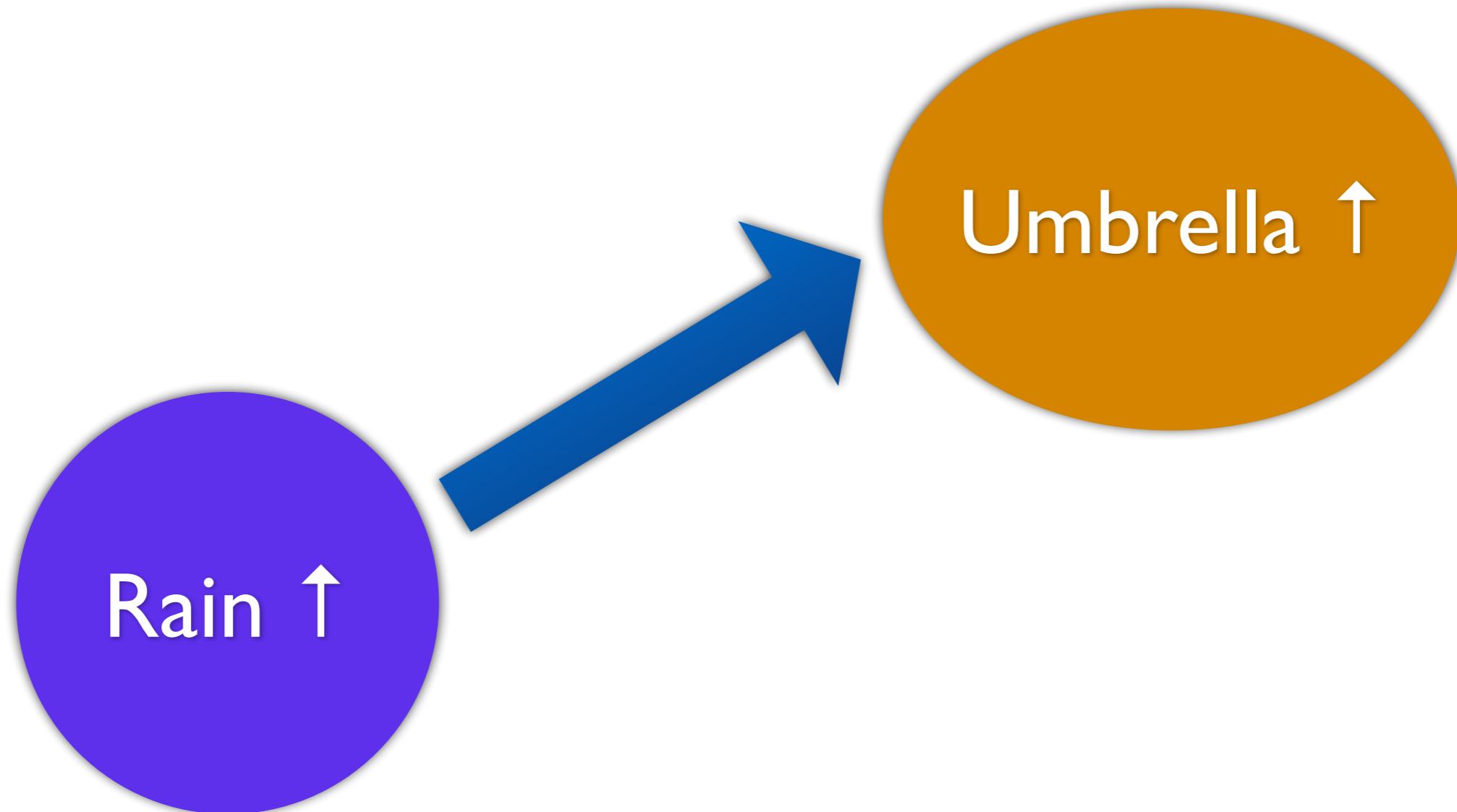
- 양[음]의 상관관계가 바로 직접적 인과관계를 의미하는 것은 아님
- ex. 우산판매량과 비옷판매량간에는 양의 상관관계: 핵심 독립변수인 날씨가 누락되어있음
- 핵심적 변수를 누락할 경우 추론에 근본적인 문제가 발생

# Omitted Causality

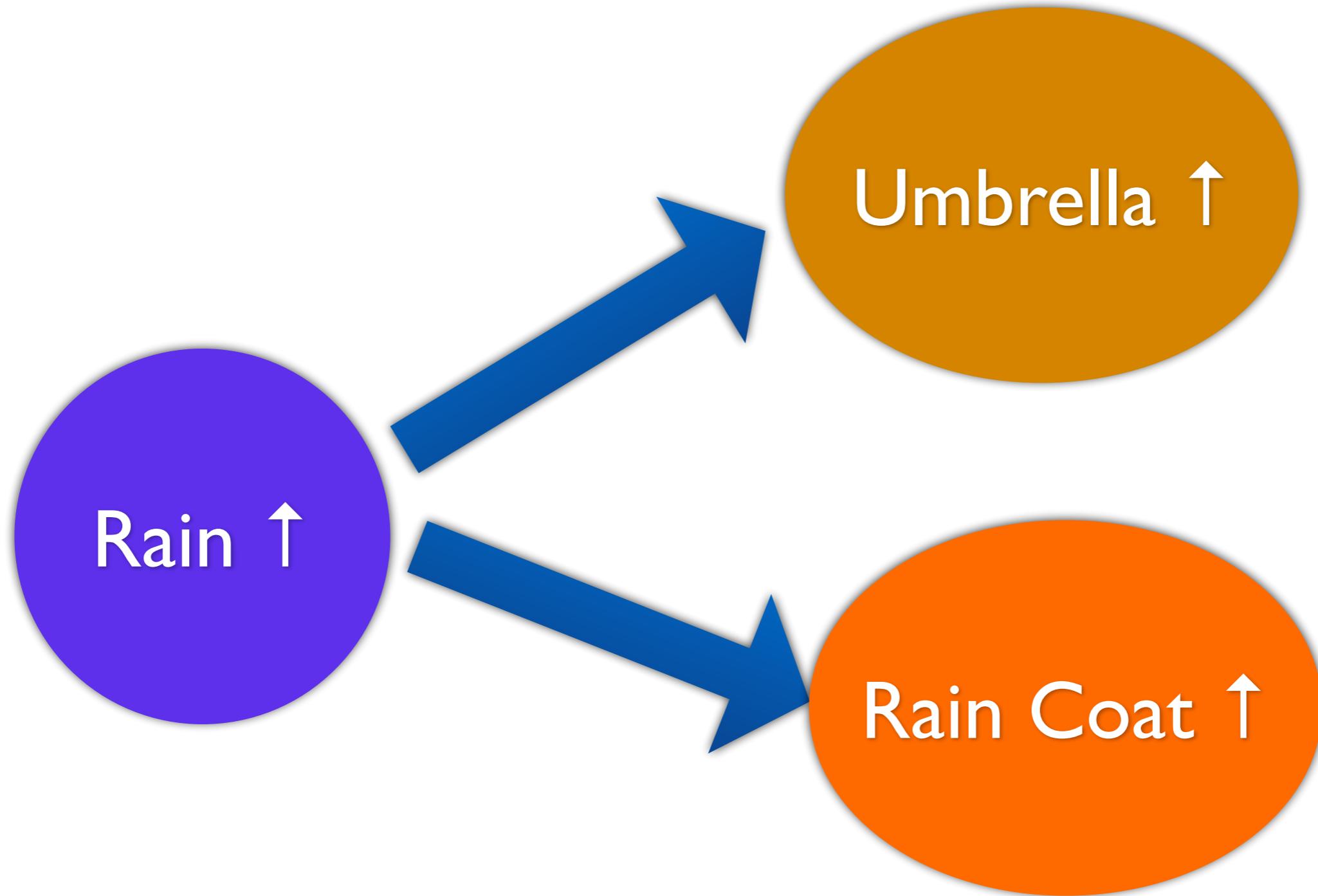
# Omitted Causality



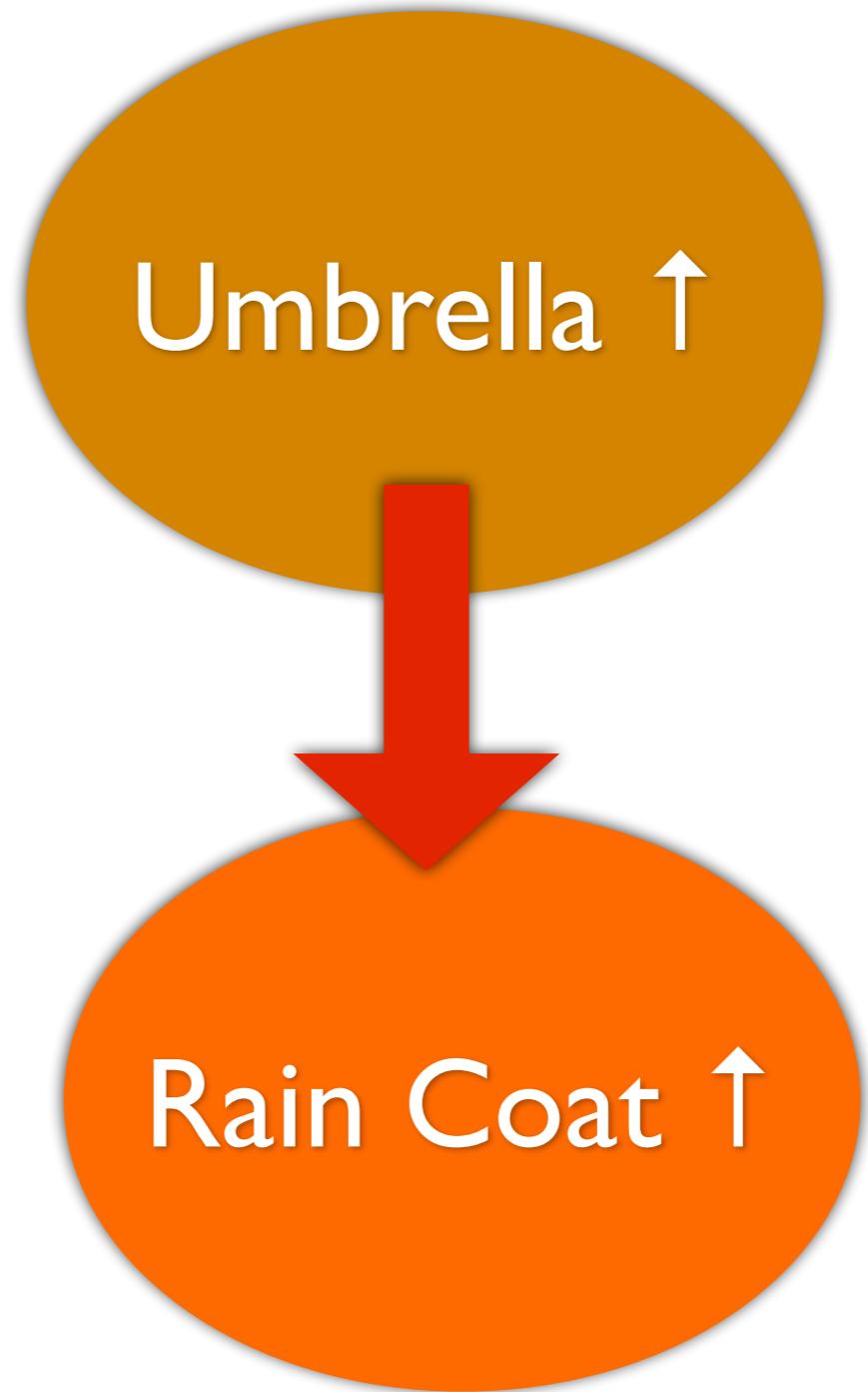
# Omitted Causality



# Omitted Causality



# Omitted Causality



# 역의 인과관계

# Reverse causality

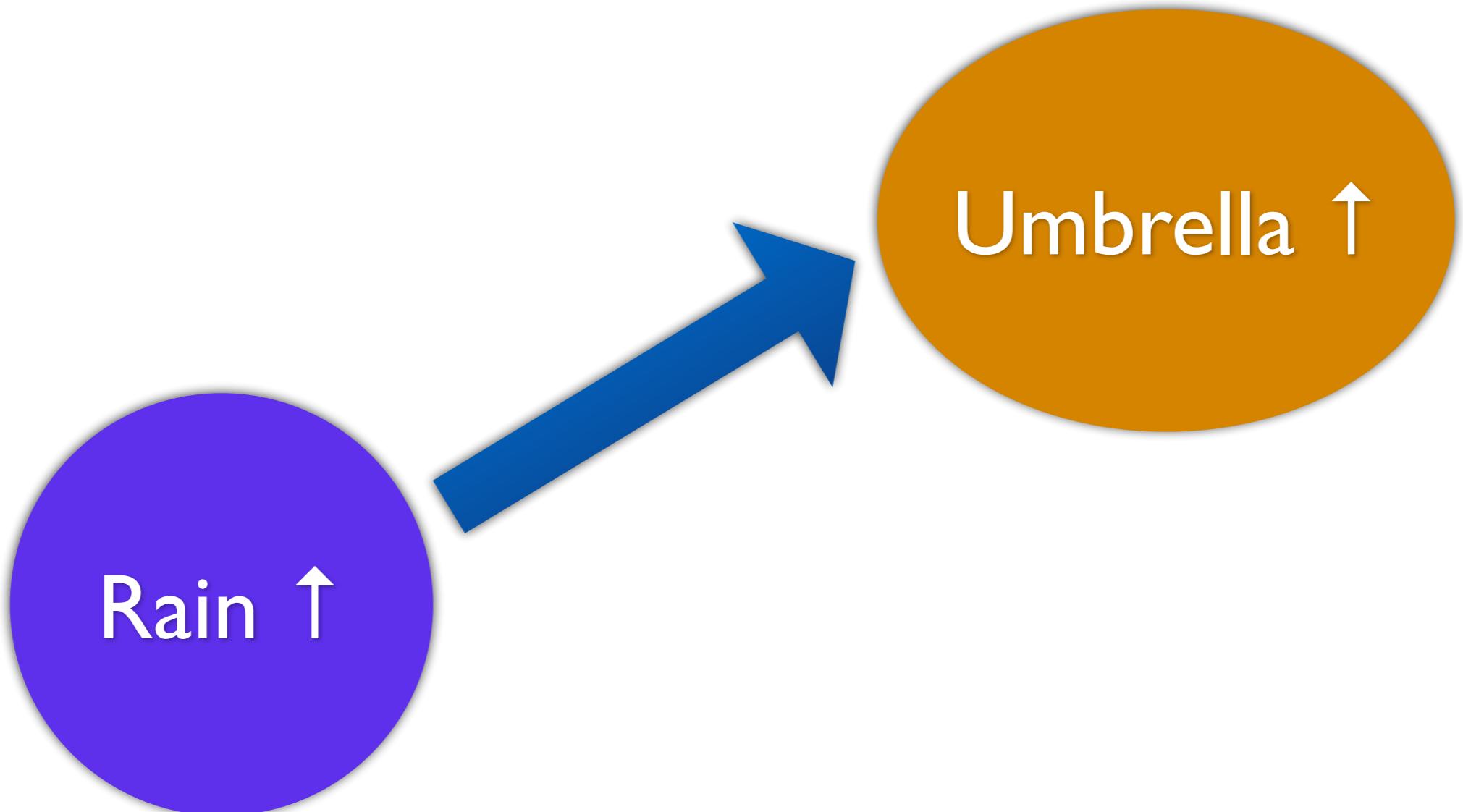
- 독립변수와 종속변수의 혼동
- 예) 비의 양과 우산판매량 사이에 양의 상관관계가 관찰: 우산판매량을 독립변수로 본다면, 우산 판매량이 많으면 비가 온다는 추론 가능

# Reverse Causality

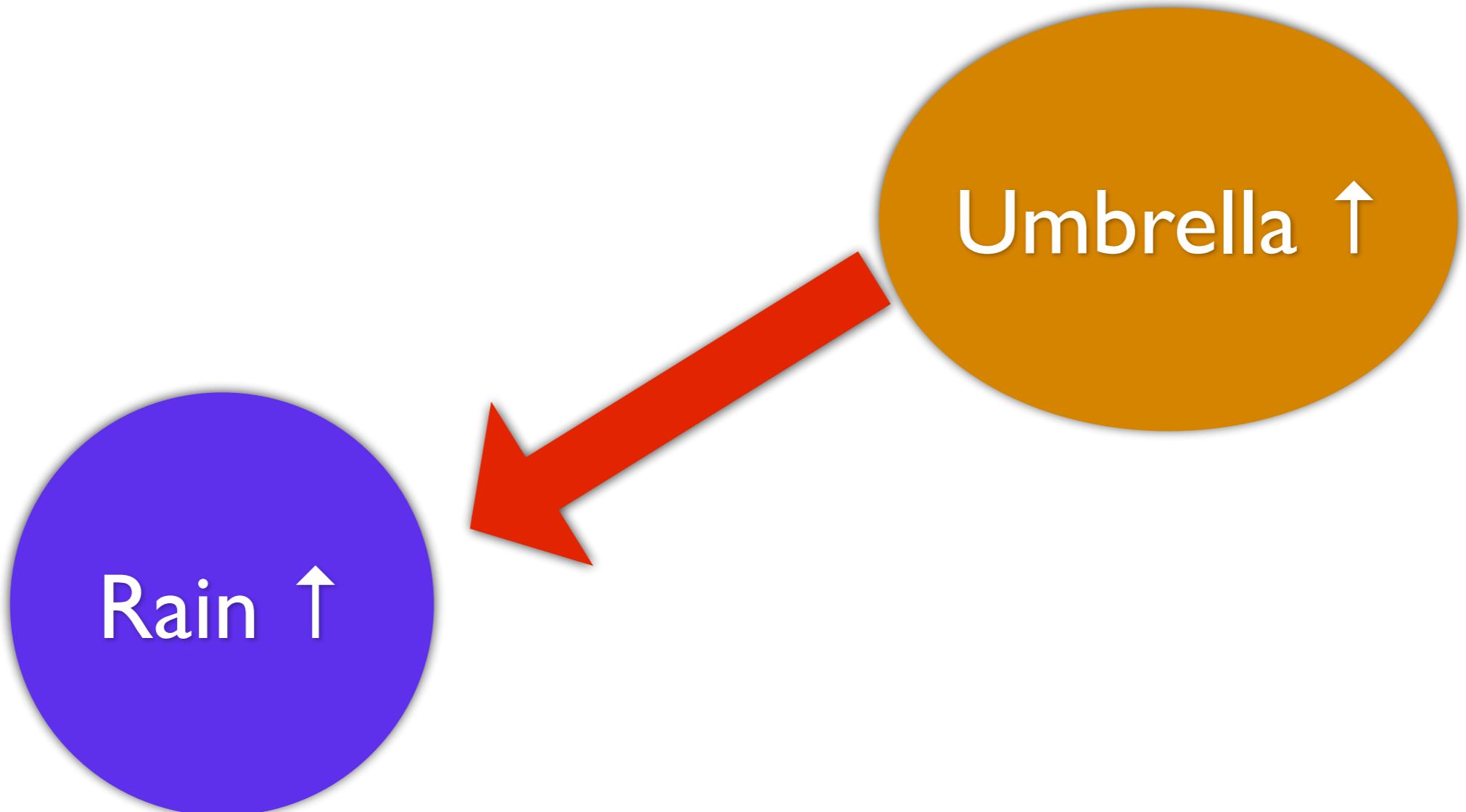
# Reverse Causality



# Reverse Causality

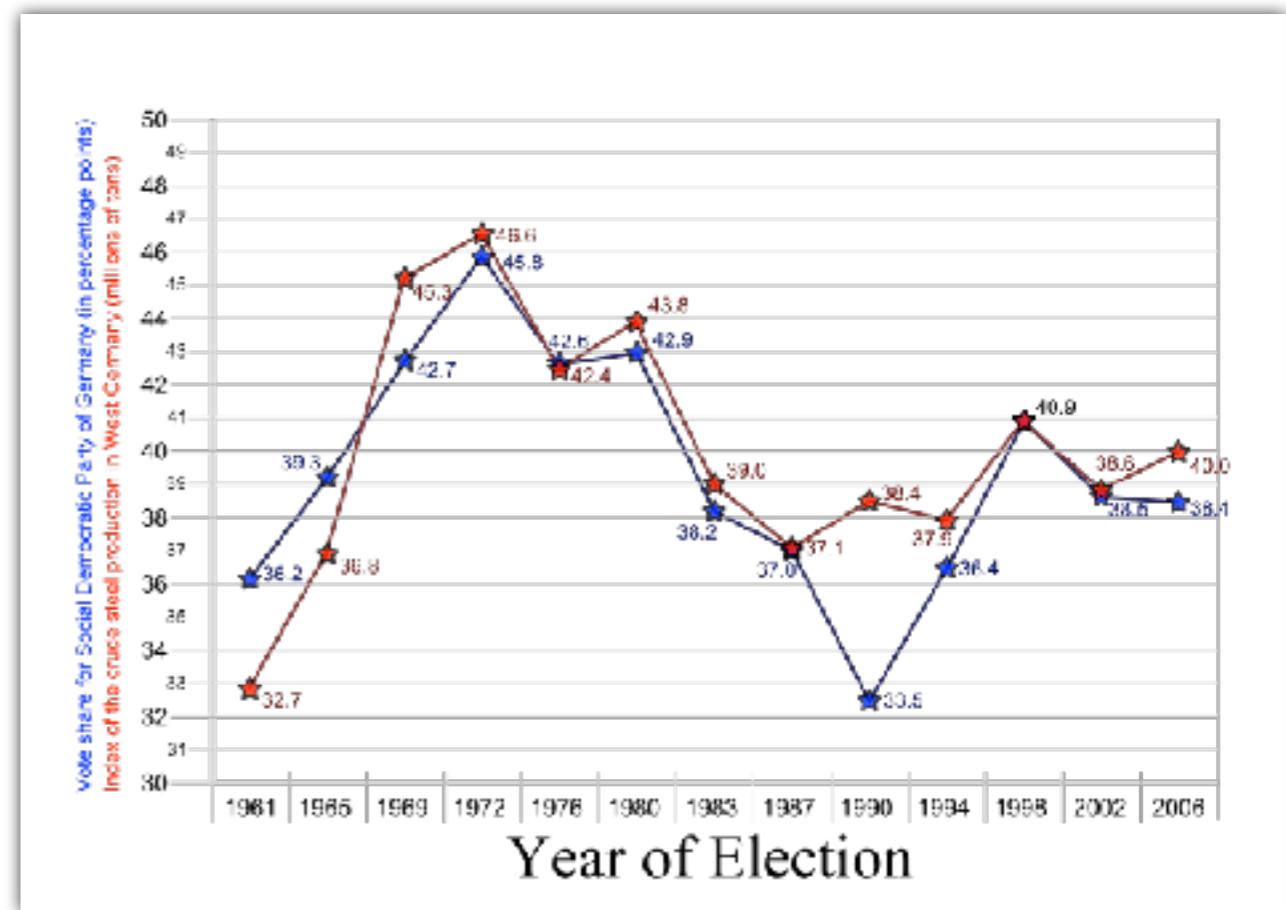


# Reverse Causality



# 미어사이트의 법칙

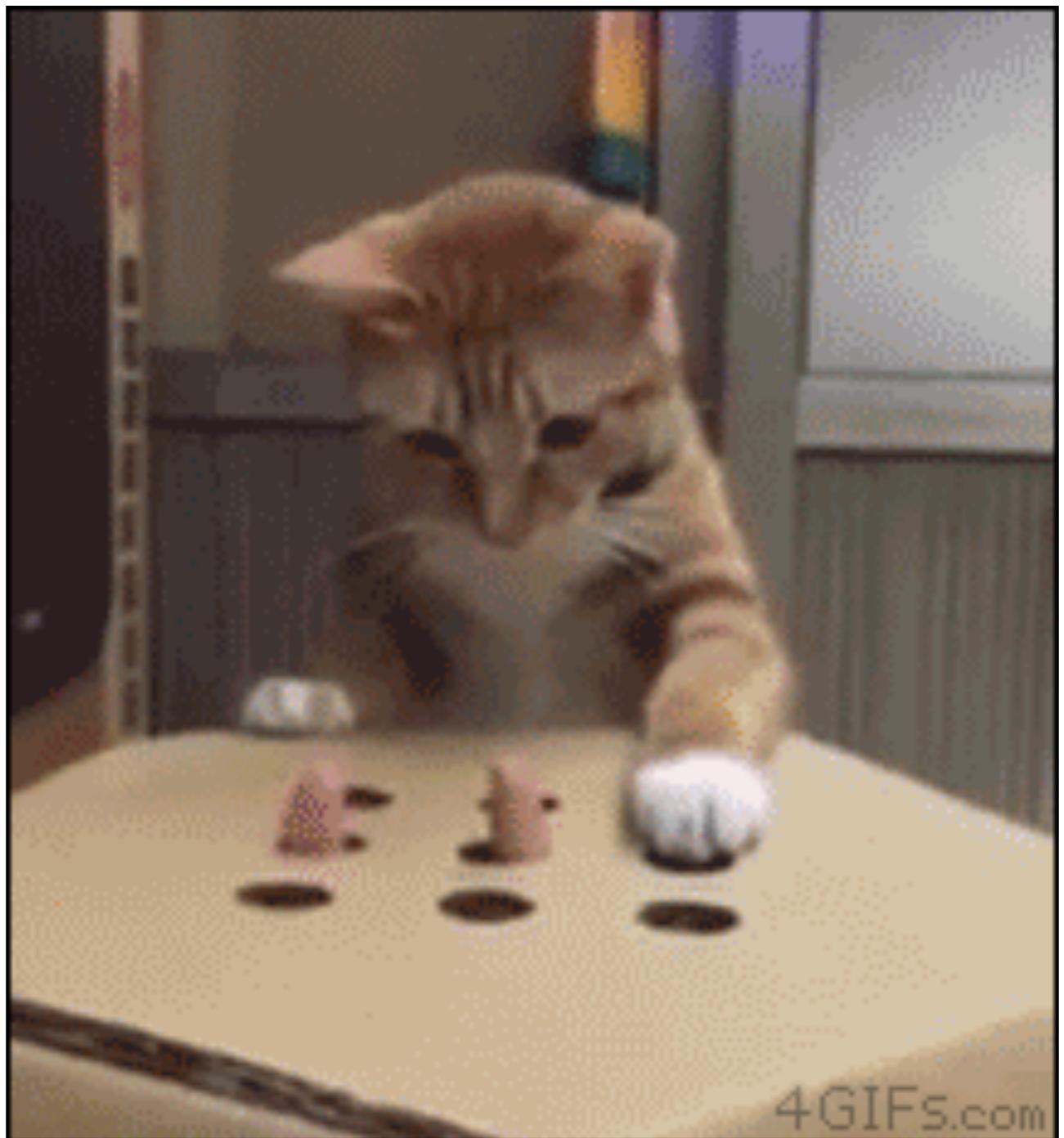
- 독일 사민당의 득표율과 해당년도의 조강(crude steel) 생산량간의 매우 강력한 양의 상관관계 존재
- 인과관계가 없는 상관관계의 사례



# Next Topics

- 수요
- 공급
- 균형

# 수고하셨습니다!



# 수고하셨습니다!

