

Lecture Note 13



Fall, 2021

Syllabus

Week	Date	Topic	Note
1	9/6(월)	R Basic - R 기초 문법 학습	
2	9/13(월)	R Basic – Data Manipulation I	과제#1
3	9/20(월) (추석)	<추석> (보충영상) R Basic - Data Manipulation II	
4	9/27(월)	Descriptive Analytics I - 데이터 요약하기/상관관계/차이검증	과제#2
5	10/4(월) (대체공휴일)	<대체공휴일> (보충영상) Descriptive Analytics II - 데이터 시각화	과제#2
6	10/11(월) (대체공휴일)	<대체공휴일> (보충영상) Supplementary Topic I - 외부 데이터 수집 (정적 콘텐츠 수집)	과제#4 과제#3
7	10/18(월)	Predictive Analytics I – Linear regression	
8	10/25(월)	Predictive Analytics II – Logistic Regression	시험 대체 수업
9	11/1(월)	Predictive Analytics III – Clustering & Latent Class Analysis	과제#4
10	11/8(월)	Predictive Analytics IV – Tree-based Model and Bagging (Random Forest)	
11	11/15(월)	Predictive Analytics V – Association Rules	
12	11/22(월)	Prescriptive Analytics I – Linear Programming	과제#5
13	11/29(월)	Prescriptive Analytics II – Data Envelopment Analysis (DEA)	
14	12/6(월)	Prescriptive Analytics III – Integer Programming	과제#6
15	12/13(월)	Prescriptive Analytics IV – Simulation	Quiz
16	12/20(월)	Final Presentation	

Lecture 13-1

“효율성”의 개념과 DEA의 기본가정

자료포락분석(Data Envelopment Analysis)

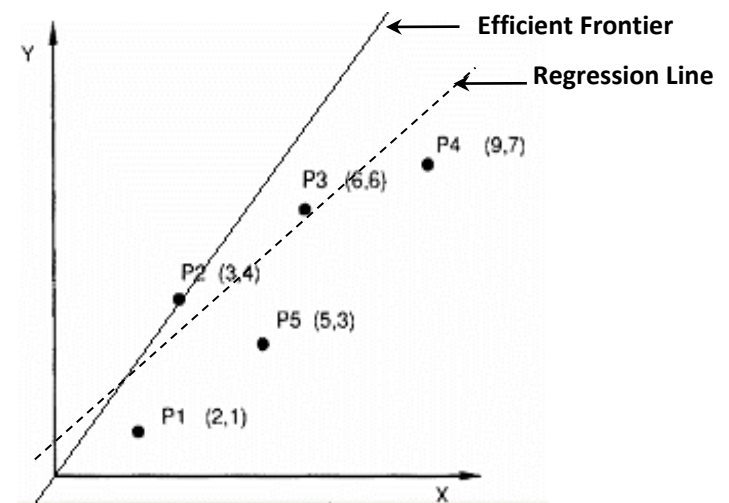
➤ 개념 비교

- 효과성(Effectiveness) : 목표 성과 대비 실제로 얻은 성과의 비율
- 생산성(Productivity) : 투입대비 산출의 비(Ratio). 절대효율성(Absolute Efficiency)
- 효율성(Efficiency) : 생산성과 구분해 DEA에서 말하는 효율성은 상대 효율성(Relative Efficiency)

➤ 선형 회귀와 선형 계획 Approach의 차이

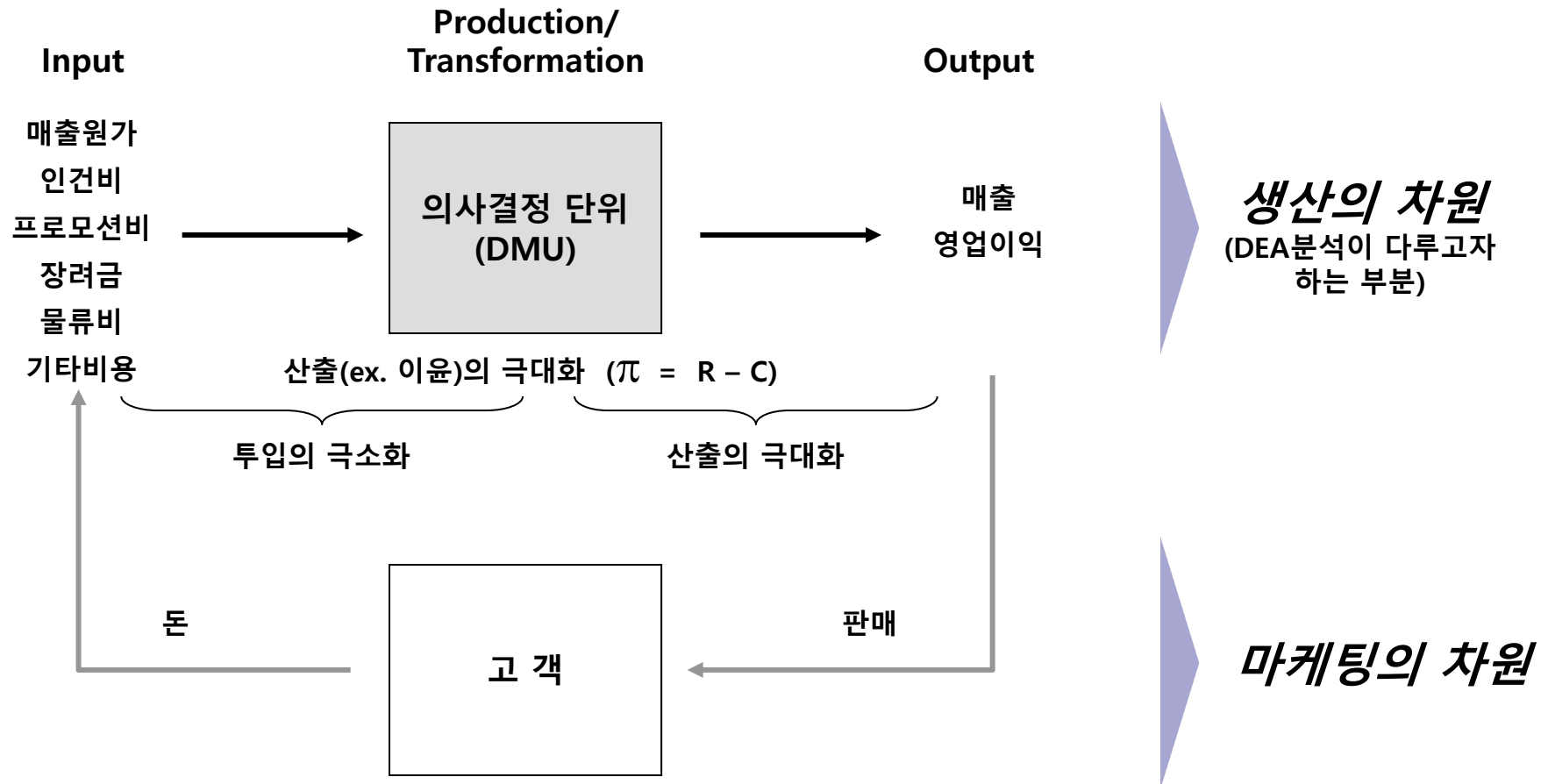
- 회귀분석 : 통계적 추정(Estimation) / 모수적(Parametric)
- DEA : 비통계적 / 비모수적(Non-parametric)
 - 1 Output – N Input 만 고려되는 회귀분석과 달리
M Output – N Input을 고려할 수 있음

One input – One output case



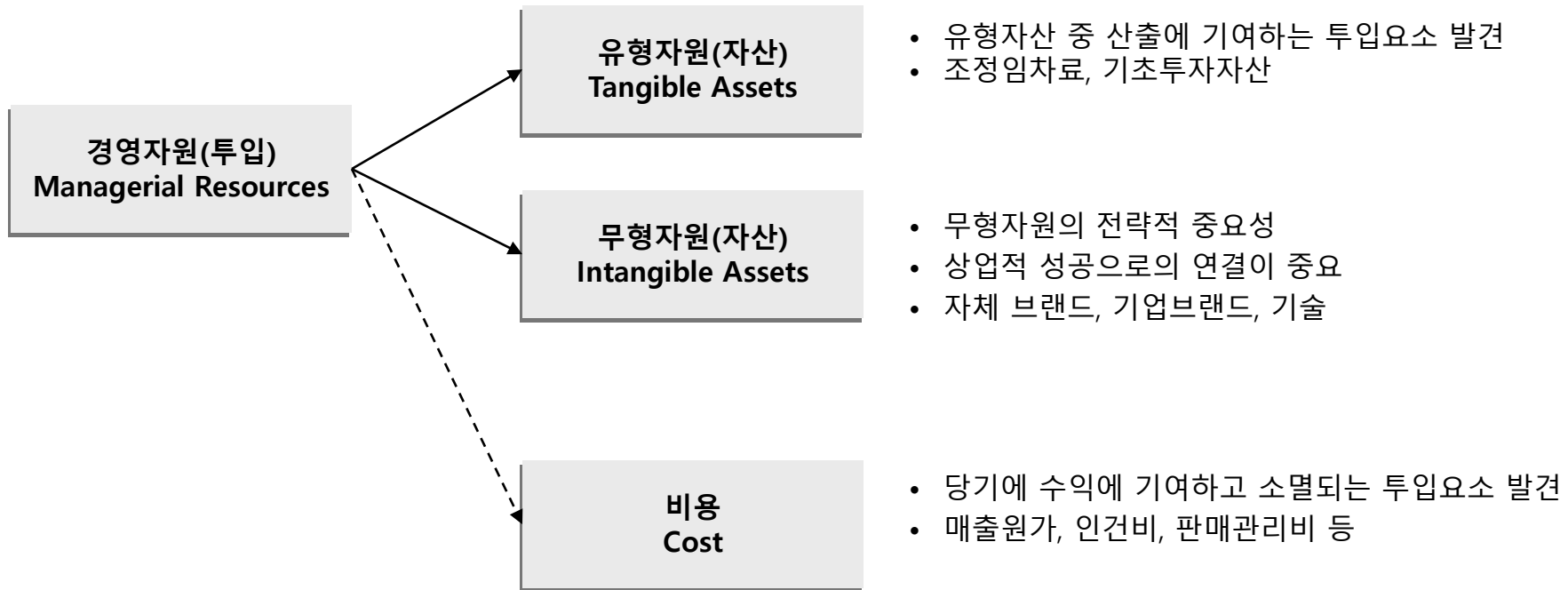
경영학적 관점에서 DEA 구조

- DEA는 기본적으로 생산의 차원문제에 접근함.
- 산출극대화를 위한 투입최소화의 문제를 어떻게 해결할 것인가?



DEA분석방법 : 투입-산출구조 파악

- 기업의 산출 목표가 정해진 후, 조직의 생산성 분석을 위해서는 구체적으로 투입자원이 무엇이며 어떠한 유형들이 있는가에 대한 이해가 선행되어야 함. 자산(asset)과 비용(cost) 중에 산출과의 관련성이 높은 투입요소의 발견이 중요함.



DEA 기본 가정

➤ 효율성의 표현

$$Efficiency = \frac{\text{Weighted sum of "Outputs"}}{\text{Weighted sum of "Inputs"}}$$

➤ 기본 가정

- 의사결정단위 별로 상이한 가중치를 이용할 수 있음
- 의사결정단위 각각은 투입물의 단위 당 비용과 산출물의 단위 당 가치를 달리 평가할 수 있음
- 투입물과 산출물의 가중치를 달리하여 자신의 효율성을 측정
- 자신에게 가장 우호적인 가중치가 부여되었는데도 불구하고 비효율적인 단위로 평가되었다면 그 의사결정 단위는 다른 어떤 가중치를 적용해도 비효율적일 수 밖에 없음을 의미

➤ 제약조건

- ✓ 모든 다른 DMU의 효율성 ≤ 1
- ✓ 모든 가중치 > 0

Lecture 13-2

선형계획법을
이용한 효율성 표현

자료포락분석에서 다루는 주요 개념

의사결정단위 (DMU: Decision Making Unit)	<ul style="list-style-type: none">• 효율성은 절대적 개념이 아니라, 상대적 개념으로 우리가 분석하고자 하는 분석 단위 내에서의 효율성을 측정하는데, 이때 분석단위들을 “의사결정단위”라 함• 일반적으로 DEA에서 DMU들은 동질적인 사업단위라는 가정이 성립해야 함
투입 요소 (Input)	<ul style="list-style-type: none">• 효율성을 도달하는 데 필요로 하는 투입 요소• 주로 인적자원 / 물적자원 / 매출원가 / 운영비용 / 고정자산 등이 고려
산출 요소 (Output)	<ul style="list-style-type: none">• 투입요소의 투입 결과로 얻어지는 산출 요소• 주로 매출액 / 매출수량 / 그 외 성과 지표 등이 고려됨
벤치마크 (Benchmark)	<ul style="list-style-type: none">• 효율성은 상대적 개념이므로 상대적으로 효율성을 달성한 그룹들이 벤치마크가 되고, 비효율적 DMU들은 가장 가까운 효율적 DMU를 찾는데, 가장 가까운 DMU가 경영 상 벤치마크가 될 수 있음
규모효율성(Scale Efficiency)	<ul style="list-style-type: none">• 투입 대비 산출의 생산 Process가 항상 비례적인 것은 아니며, 사업 단위가 큰 그룹과 사업 단위가 작은 그룹 간 효율성이 다를 수 있음• 가령, 객실 수 15개로 오직 Room만 파는 모텔 / 객실 수 300개, F&B, 연회, 골프 등 다양한 사업을 운영하는 호텔 간 효율성 비교를 하면 사업단위가 작은 쪽이 유리함

선형 계획모형을 이용한 효율성 구하기

- 예를 들어, 3개의 투입과 2개의 산출이 있다고 가정해보자.

구분	투입#1	투입#2	투입#3	산출#1	산출#2
DMU#1	30	40	30	40	0
DMU#2	40	40	20	20	5
DMU#3	1	98	1	10	25

- 효율성은 모든 DMU의 입장에서 자신의 효율성에 대한 선형계획모형을 푸는 방법임. 즉, DMU의 개수만큼 선형계획모형을 반복하는 것
- DMU#1의 효율성 극대화 문제
 = DMU#1의 시스템이 어떠한가중치를 사용해도 다른 시스템보다 같거나 크지 않으면, 비효율적이라 정의

$$\text{Max} \quad E_1 = \frac{v_1 * 40 + v_2 * 0}{u_1 * 30 + u_2 * 40 + u_3 * 30} = v_1 * 40 + v_2 * 0$$

$$\text{Subject to} \quad (v_1 * 40 + v_2 * 0) - (u_1 * 30 + u_2 * 40 + u_3 * 30) \leq 0 \quad : \text{산출의 가치가 투입의 가치를 넘을 수 없다.}$$

$$u_1 * 30 + u_2 * 40 + u_3 * 30 = 1 \quad : \text{산출의 가치를 1로 고정}$$

$$(v_1 * 40 + v_2 * 0) - (u_1 * 40 + u_2 * 40 + u_3 * 20) \leq 0 \quad : \text{DMU\#2의 투입 가치를 넘을 수 없다.}$$

$$(v_1 * 40 + v_2 * 0) - (u_1 * 1 + u_2 * 98 + u_3 * 1) \leq 0 \quad : \text{DMU\#3의 투입 가치를 넘을 수 없다.}$$

Lecture 13-3

규모경제성
(Return to Scale)

DEA 기본 가정

➤ DMU1의 효율성

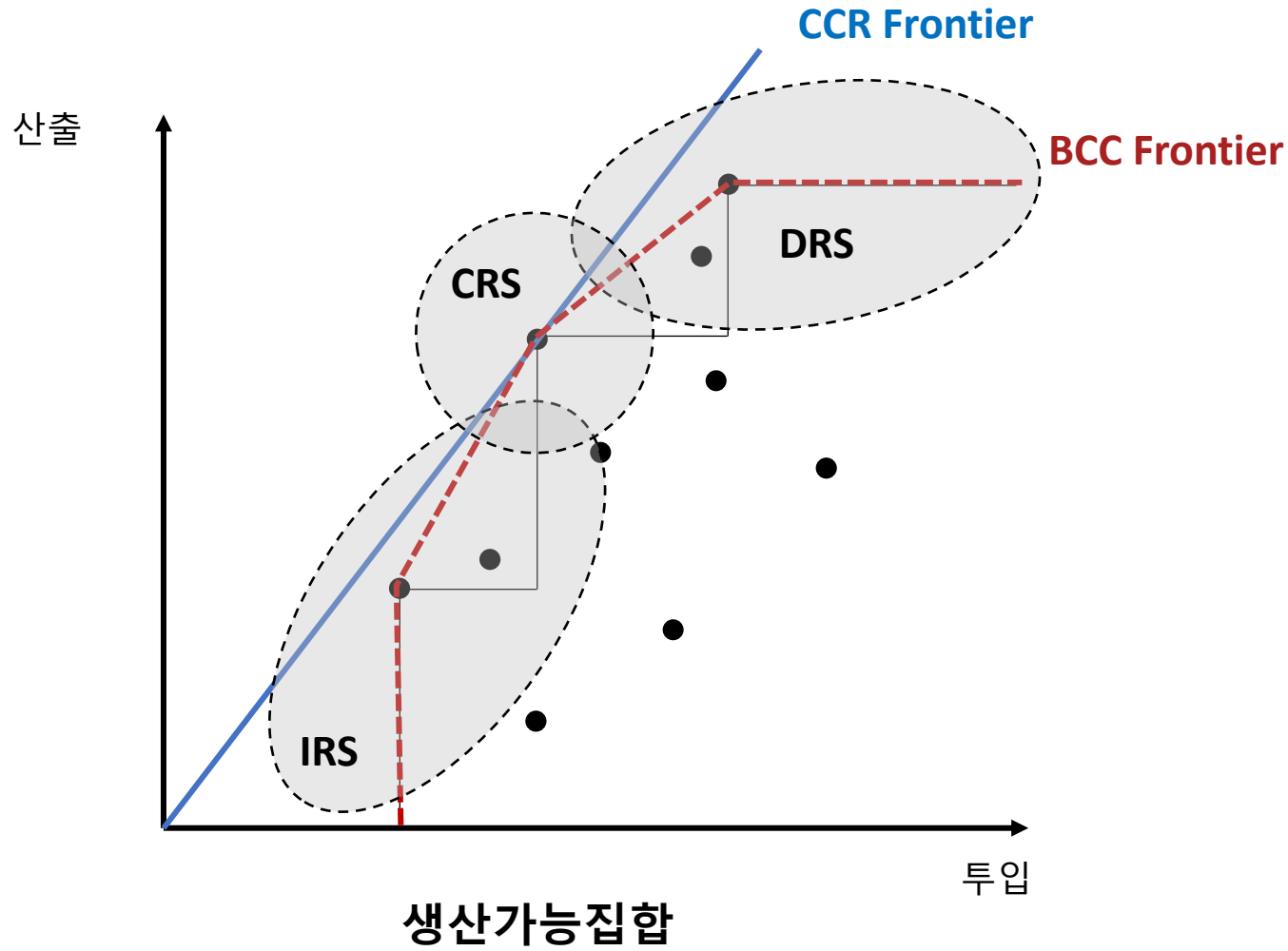
구분	투입변수		산출변수	
의사결정단위	노동력 X11	R&D X12	특허건수 Y11	매출액 Y12
DMU 1	100	70	50	100
DMU 2	100	80	60	80
DMU 3	100	100	60	100

- 투입 가중치 : v_1, v_2 / 산출 가중치 u_1, u_2

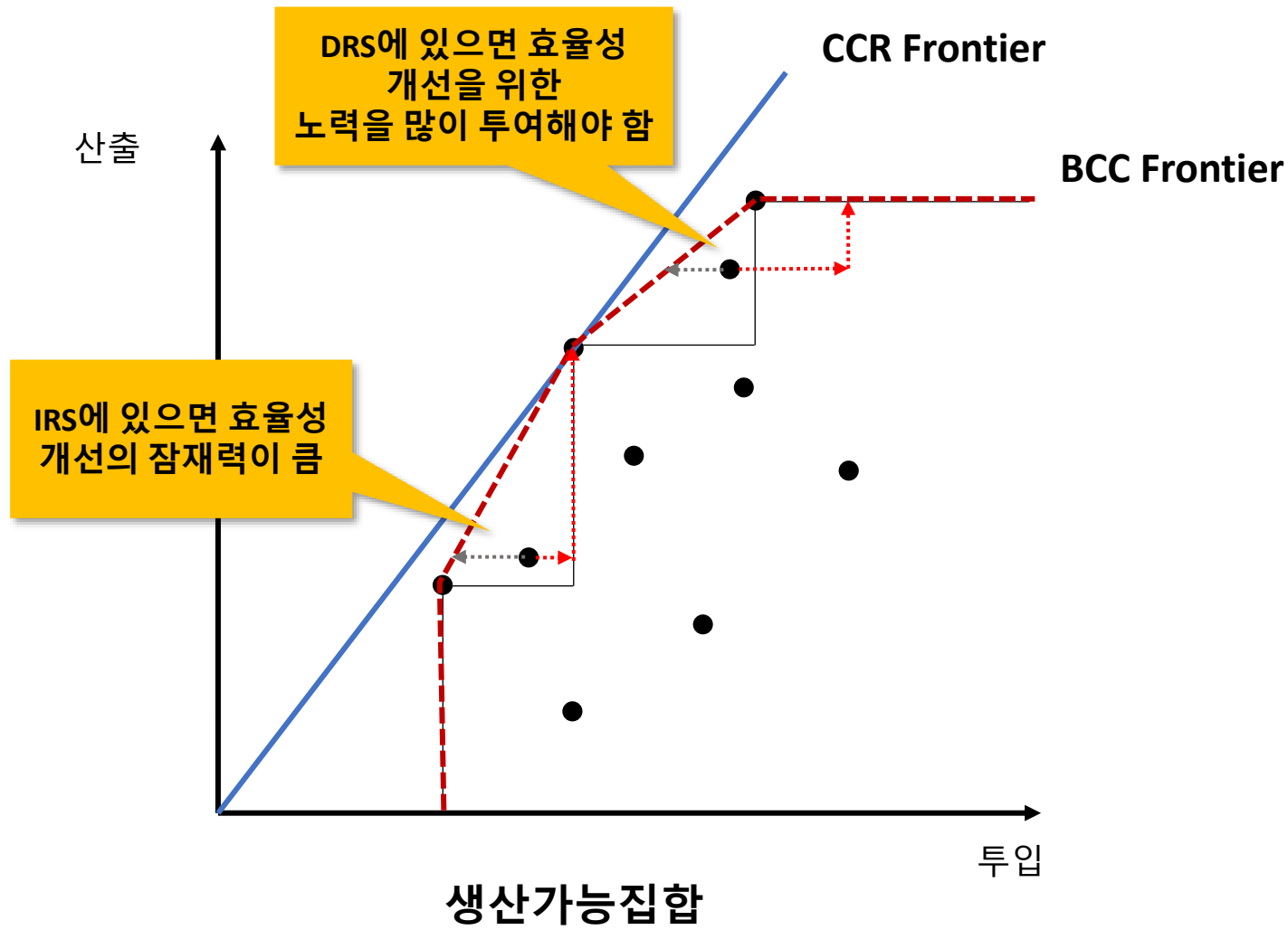
$$\begin{aligned} \text{Max } E_1 &= \frac{U_1 Y_{11} + U_2 Y_{12}}{V_1 X_{11} + V_2 X_{12}} \\ \text{s.t. } V_1 X_{11} + V_2 X_{12} &= 1 \\ \frac{U_1 Y_{11} + U_2 Y_{12}}{V_1 X_{11} + V_2 X_{12}} &\leq 1 \\ \frac{U_1 Y_{21} + U_2 Y_{22}}{V_1 X_{21} + V_2 X_{22}} &\leq 1 \\ \frac{U_1 Y_{31} + U_2 Y_{32}}{V_1 X_{31} + V_2 X_{32}} &\leq 1 \end{aligned}$$

생산변경선(Production Frontier Line)

- 1투입 - 1산출 모형 예시

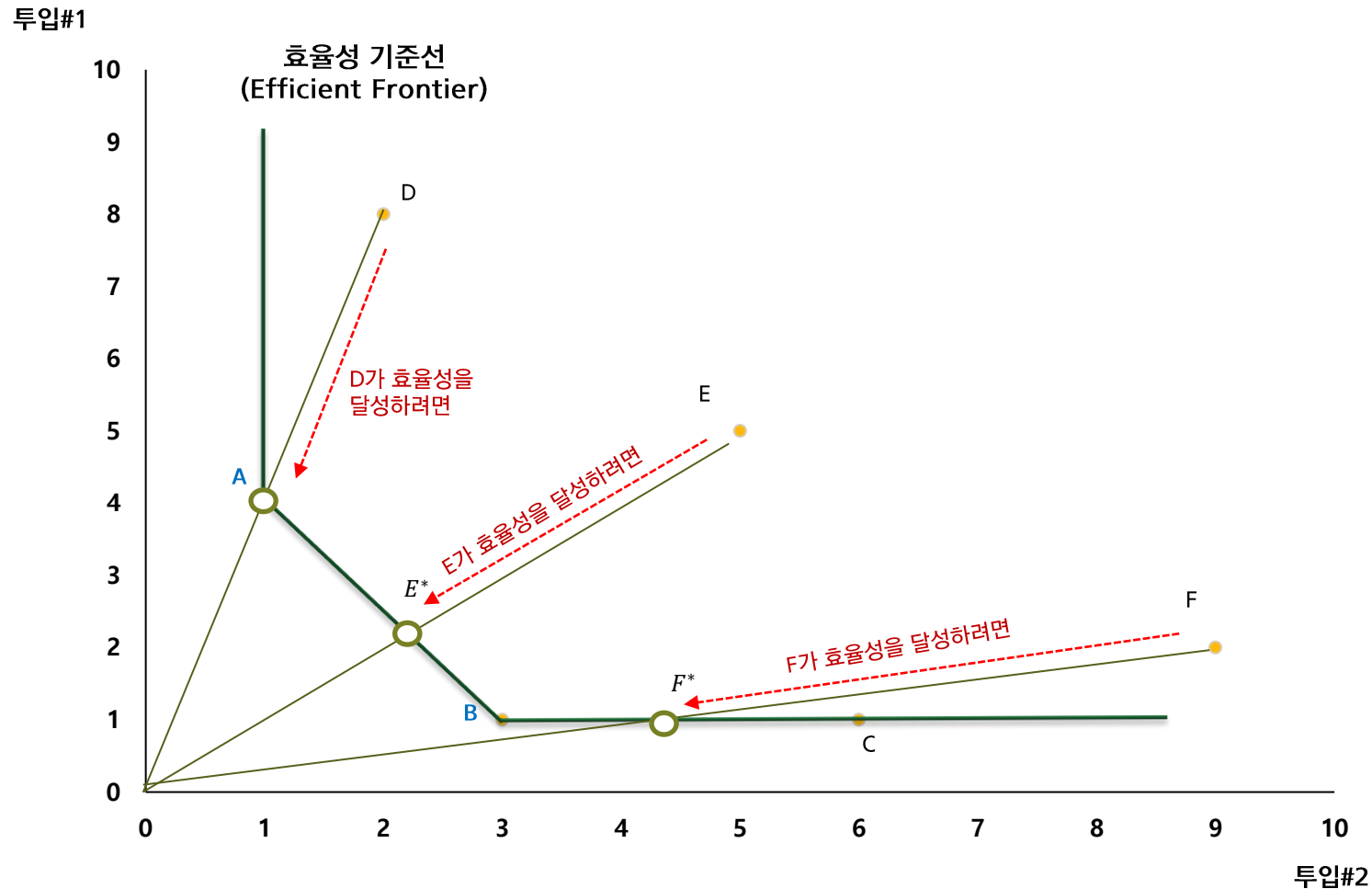


생산변경선(Production Frontier Line)

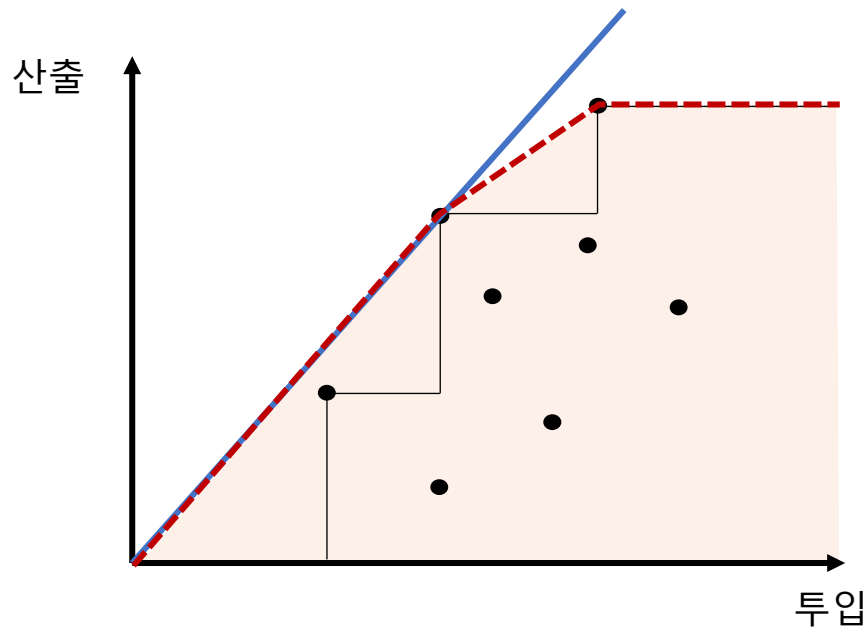


생산변경선(Production Frontier Line)

- 투입이 2개인 경우, 특정 산출량을 창출하는데 들어가는 투입의 배합을 함수로 표현함

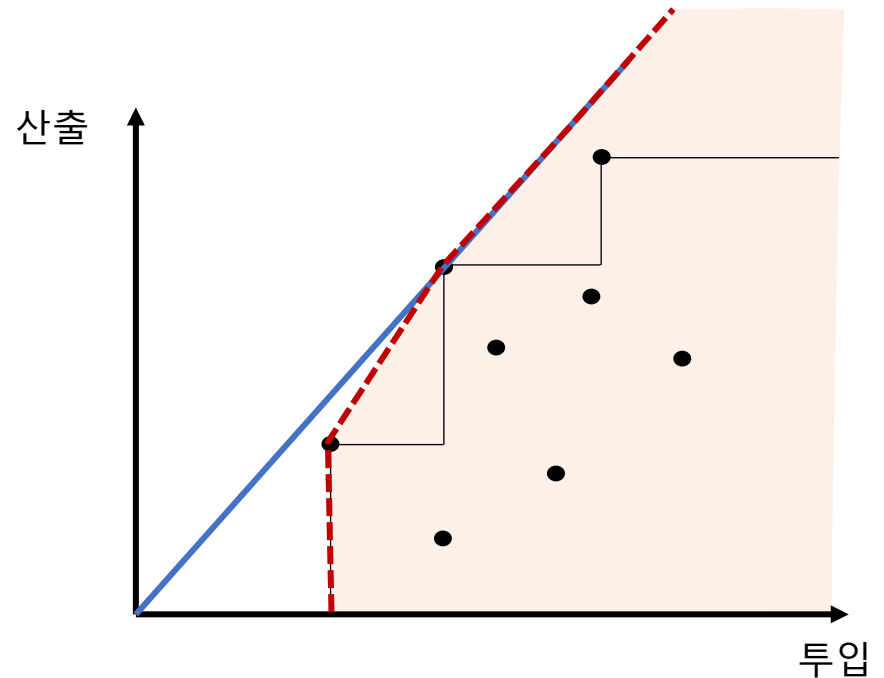


비규모경제성(NIRS) 및 비규모불경제성(NDRS)



비규모경제성(NIRS)

- 전통적인 제조업/물류산업에서 주로 발생



비규모불경제성(NDRS)

- IT 및 플랫폼 산업에서 주로 발생