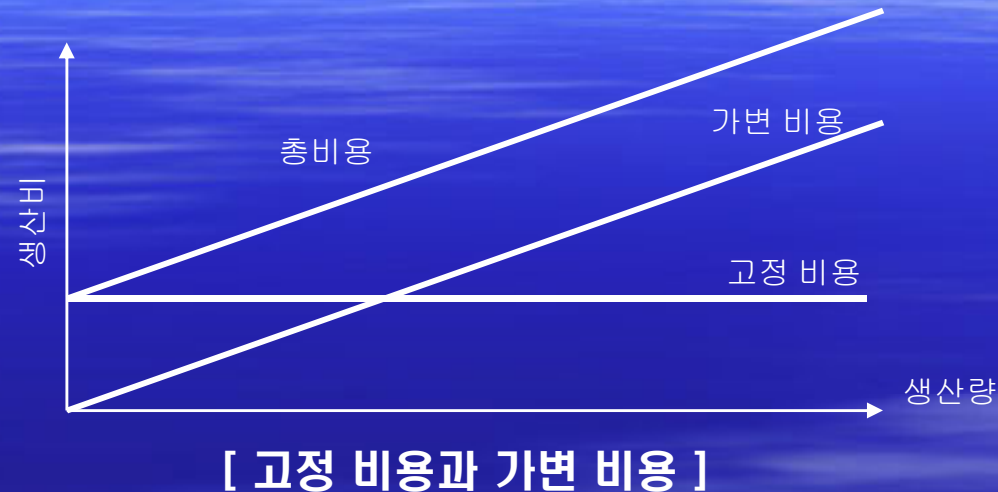


산업공학 개론

# 제 7 장 경제성 분석

# 경제성 분석

- 투자와 비용의 분석
  - 비용의 최소화, 이익의 최대화
  
- 비용의 종류
  - (1) 고정비용
    - 생산량과 무관하게 일정하게 발생하는 비용
      - 임대료, 재산세, 감가상각, 보험료, 경영진의 급여...
  - (2) 가변비용
    - 생산량에 따라 변하는 비용
      - 단위당 생산비=재료 + 인력 + 경상비 + 수리 보수비...



### (3) 매몰비용

- 의사결정에 전혀 영향을 줄 수 없는 것으로, 투자대안을 심사할 때 고려할 수 없는 비용
  1. 어떤 결정에 의해서도 회복될 수 없는 과거의 지출
  2. 고려 중인 모든 대안에 동등하게 적용되는 비용

### [4] 기회비용

- 여러 대안 중에서 하나의 대안을 선택함으로써 발생하는 잃어 버린 이익
  - 포장마차 주인의 노래방 가기
  - 투자분석 시에 반드시 포함되어야 함

### [5] 위험과 기대치

- 어떤 투자에나 위험이 따르게 되어 있고, 실제 결과와 예측치가 완전히 일치되기는 어렵다.
  - 기대되는 결과와 발생할 확률의 곱

### [6] 경제적 수명과 진부화

- 생산재에 투자를 하면서 기계의 수명을 추정함
  - 원가회계 ~> 매기별로 감가상각
- 진부화
  - 물리적 진부화
  - 기술적 진부화

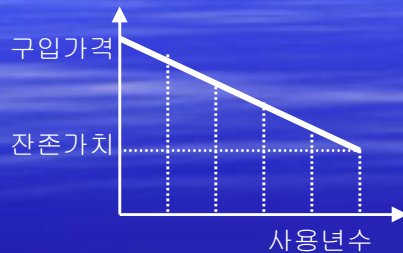
### (7) 감가상각

- 장비의 가치를 정기적으로 감소시킴으로써 장부 가격을 낮추는 것.
  - 유/무형물의 가치 감소를 모두 포함
    - 건물, 기계, 특허권, 임대권, 영업권,...
  - 감가상각은 세금에서 비용으로 처리되기 때문에 장비의 실질 가치 보다는 세금에 어떤 영향을 미치는가가 더욱 중요한 요소
    - 세율의 변동
    - 신규투자 촉진을 위한 조세공제
    - 돈의 시간적 가치
    - ....
- 감가상각에서 기준이 되는 값
  - 장비의 구입가격
  - 장비의 내용연수
  - 장비의 잔존가치

# 감가상각의 종류

## 1. 정액법

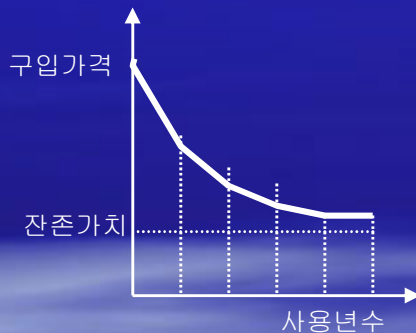
- 자산의 감가가 매년 동일하게 발생한다는 가정



$$\text{매년 상각액} = \frac{\text{구입가격} - \text{잔존가치}}{\text{사용년수}}$$

## 2. 정률법

- 매년 상각율이 일정한 방법
  - 기계의 사용 초기에 많은 감가가 발생
  - 상각율은 잔존가치와 내용연수에 따라 달라짐
  - 장부 가격이 잔존가치 이하로 내려갈 수는 없음



## 3. 비례법

- 매년 사용량에 비례하여 감가하는 방법
  - 기계의 수명 년도를 추정할 수 없고, 가동작업수로 추정할 수 있을 경우에 사용
  - 프레스 기계, 자동 우편 소인기, ....
- (+) 매년 말의 장부가가 실제 기계의 가격과 근접한다.
- (-) 기계의 기술적 진부화는 고려할 수 없다.

# 손익분기점 분석

## ■ Break-Even Point

- 손실이나 이익이 없는 판매량
- 총비용 = 총수입
  - 총비용 = 고정비용 + 가변비용  
= 고정비용 + (단위당 가변비용 × 생산량)
  - 총수입 = 단위가격 × 생산량

$$\text{손익분기점(생산량)} = \frac{\text{고정비용}}{\text{단위가격} - \text{단위당 가변비용}}$$

[예] 어떤 제품의 단가가 1만원, 단위당 가변비용이 6천원, 총고정 비용이 100만원일때.

$$\text{손익분기점} = \frac{100\text{만원}}{1\text{만원} - 6\text{천원}} = 250\text{개}$$

$$\begin{aligned} \text{총비용} &= 100\text{만원} + 6\text{천원} \times 250\text{개} = 250\text{만원} \\ \text{총수입} &= 1\text{만원} \times 250\text{개} = 250\text{만원} \end{aligned}$$

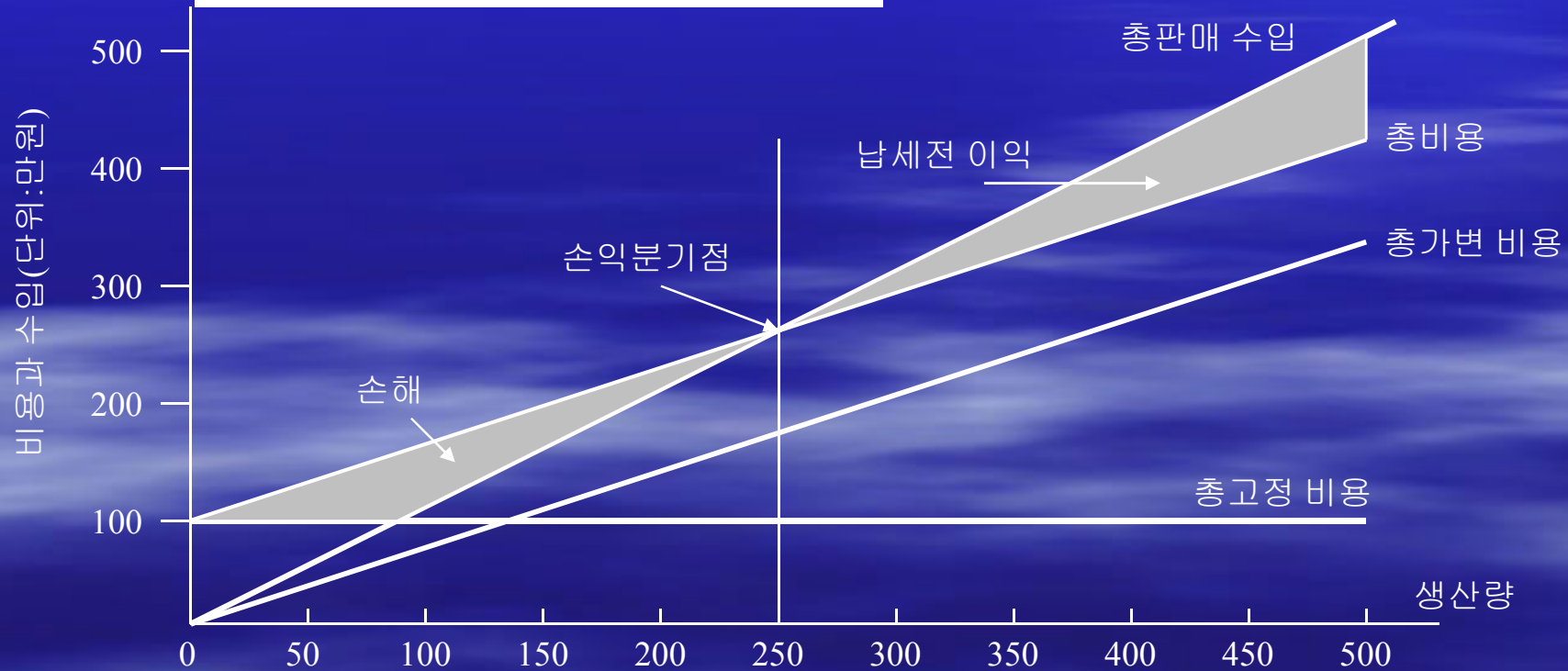
## 제7장 경제성 분석

### – 순이익 목표를 달성하기 위한 판매량

$$\text{손익분기점(판매량)} = \frac{\text{고정비용} + \text{원하는 수익}}{\text{단위가격} - \text{단위당 가변비용}}$$

[예] 어떤 제품의 단가가 1만원, 단위당 가변비용이 6천원, 총고정 비용이 100만원일 때, 300만원의 순이익을 달성하기 위한 판매량

$$\text{손익분기점} = \frac{100\text{만원} + 300\text{만원}}{1\text{만원} - 6\text{천원}} = 1,000\text{개}$$

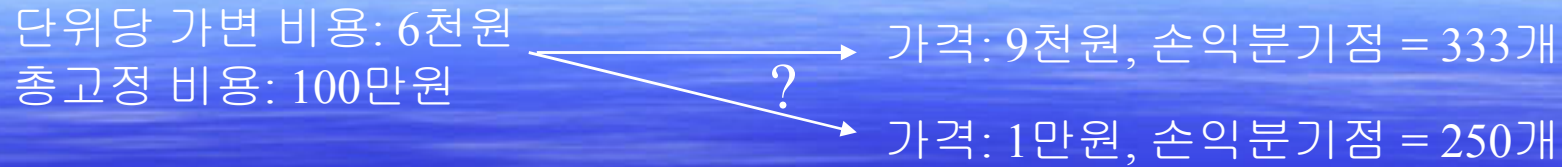


생산량, 비용, 이익의 관계



## 제7장 경제성 분석

### [예] 손익분기점 분석 ~> 가격 결정



#### 수요예측 결과

9천원: 450개 판매 예상  $\xrightarrow{!}$   $(450-333) \times 3\text{천원} = 35\text{만 } 1\text{천원}$ 의 이익 발생  
1만원: 250개 판매 예상  $\longrightarrow$  손해도 이익도 없음.

#### 수요예측 결과

9천원: 500개 판매 예상  $\longrightarrow$   $(500-333) \times 3\text{천원} = 50\text{만 } 1\text{천원}$ 의 이익 발생  
1만원: 400개 판매 예상  $\xrightarrow{!}$   $(400-250) \times 4\text{천원} = 60\text{만원}$ 의 이익 발생

가격 책정의 문제는 손익분기점 자체가 결정해 주는 것이 아니라, 각각의 가격에 대한 소비자의 수요 예측량에 달려 있다.

# 투자대안선정

## ■ 투자결정 문제

- 가격 결정이나 마케팅 문제와는 달리, 결정에 영향을 미치는 변수들이 비교적 잘 알려져 있고, 또한 비교적 정확하게 계량화될 수 있기 때문에 매우 높은 신뢰도로 결정 가능.

### - 대표적인 문제 범주

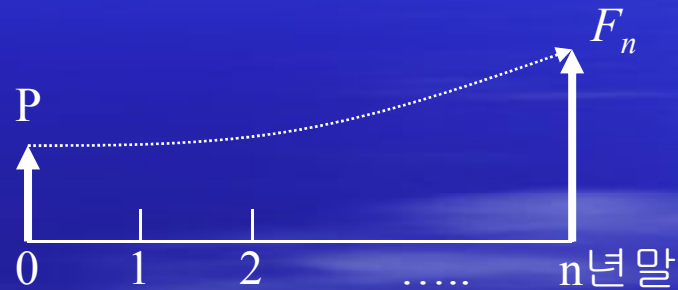
1. 새로운 기계나 설비를 구입하는 문제
2. 기존 기계나 설비를 대체하는 문제
3. 생산과 구입의 선택 문제
4. 임차와 구입의 선택 문제
5. 일시적 가동 중단 또는 공장 폐쇄 결정
6. 제품이나 생산 라인의 신설이나 제거

# 이자의 영향

- 복리 계산과 현재가 – 교재 91page 참조

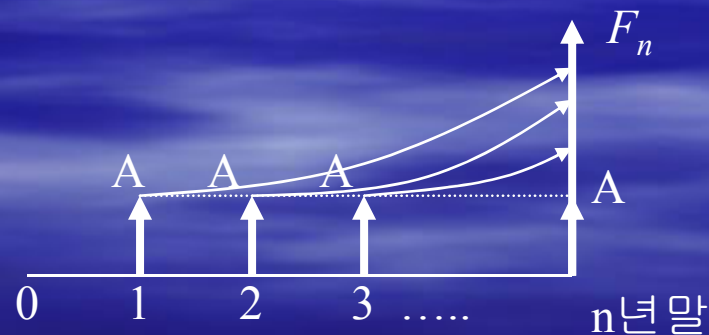
$$F_n = P \cdot (1+i)^n$$

$F_n$ : n년 말의 금액  
 $P$ : 현재가  
 $i$ : 이자율



$$F_n = A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$A$ : 매년 말의 연간 증가



$$P = A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

## 제7장 경제성 분석

- 이자율( $i$ )와 인플레이션을( $\pi$ )
  - 화폐는 시간적 가치를 지닌다.
  - 인플레이션은 화폐의 구매력을 떨어뜨린다.

[예] 오늘 10만원과 10년 후의 25만원. 이자율이 10%일 때.

$$F_{10} = 10\text{만원} \cdot (1 + 0.1)^{10} \approx 25\text{만 9천 원} \longleftarrow \text{오늘의 10만원이 더 유리}$$

[예] 지금 10만원 하는 물건의 10년 후의 가격. 인플레이션이 매년 10%씩 발생할 때.

$$F_{10} = 10\text{만원} \cdot (1 + 0.1)^{10} \approx 25\text{만 9천 원}$$

[예] 지금의 10만원과 등가가 되는 10년 후 금액의 현재 가치는?  
이자율 12%, 인플레이션이 매년 10%씩 발생할 때.

$$\text{이자율에 의해: } F'_{10} = 10\text{만원} \cdot (1 + 0.12)^{10} \approx 31\text{만원}$$

$$\text{인플레이션에 의한 구매력의 감소: } F_{10} = 31\text{만원} \cdot \frac{1}{(1 + 0.1)^{10}} = 11\text{만 9천 5백 원}$$

## 제7장 경제성 분석

- 이자율( $i$ )와 인플레이션을( $f$ )
  - 화폐는 시간적 가치를 지닌다.
  - 인플레이션은 화폐의 구매력을 떨어뜨린다.

[예] 오늘 10만원과 10년 후의 25만원. 이자율이 5%일 때.

$$F_{10} = 10\text{만원} \cdot (1 + 0.05)^{10} \approx 16\text{만 3천 원} \longleftarrow \text{오늘의 10만원이 더 불리}$$

[예] 지금 10만원 하는 물건의 10년 후의 가격. 인플레이션이 매년 10%씩 발생할 때.

$$F_{10} = 10\text{만원} \cdot (1 + 0.05)^{10} \approx 16\text{만 3천 원}$$

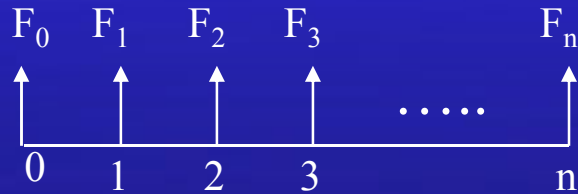
[예] 지금의 10만원과 등가가 되는 10년 후 금액의 현재 가치는?  
이자율 5%, 인플레이션이 매년 3%씩 발생할 때.

$$\text{이자율에 의해: } F'_{10} = 10\text{만원} \cdot (1 + 0.05)^{10} \approx 16\text{만 3천 원}$$

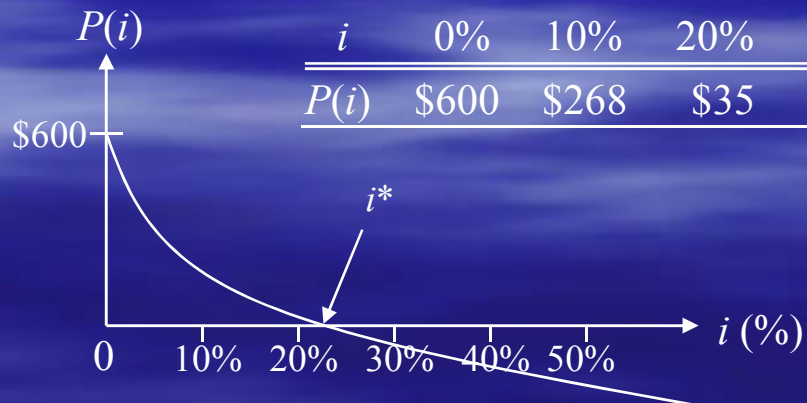
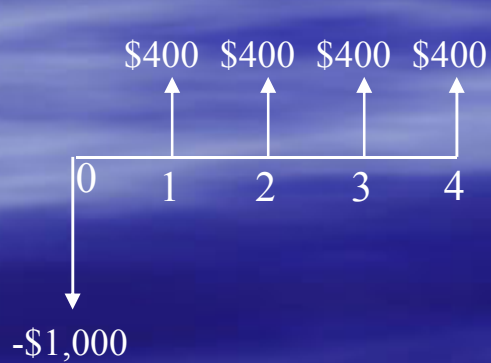
$$\text{인플레이션에 의한 구매력의 감소: } F_{10} = 16\text{만 3천 원} \cdot \frac{1}{(1 + 0.03)^{10}} = 12\text{만 1천 원}$$

# 투자 대안의 순위결정법

## 1. 순현재가법 (NPV: Net Present Value)



$$NPV(i) = \sum_{t=0}^n F_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t} = ?$$



$i$	0%	10%	20%	22%	30%	40%
$P(i)$	\$600	\$268	\$35	\$0	-\$133	-\$260

## 2. 내부 수익률 (IRR: internal rate of return)

- IRR = [ 현금 흐름상에서 지출과 수입을 같게 하는  $i^*$  ]
- 투자의 회복되지 못한 비용이 투자수명이 다 할 때까지 회복되어 0이 되도록 하는 이자율
  - 가장 널리 받아들여지는 수익률의 지표
  - 현금 흐름에 따라 없거나 둘 이상일 수도 있다.

$$\sum_{t=0}^n F_t \cdot \frac{1}{(1+i^*)^t} = 0 \quad i^* = ?$$

대안 A( $i_A^* = 10\%$ )

$t$	$F_{A,t}$	$U_{t-1}$	$U_{t-1}(0.10)$	$U_t$
0	-\$1,000	-	-	-\$1,000
1	400	-\$1,000	-\$100	-700
2	370	-700	-70	-400
3	240	-400	-40	-200
4	220	-200	-20	0

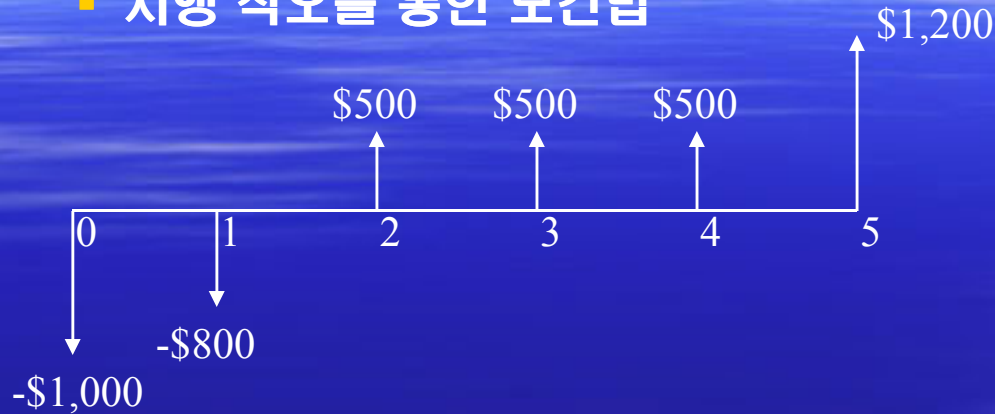
대안 B( $i_B^* = 10\%$ )

$t$	$F_{B,t}$	$U_{t-1}$	$U_{t-1}(0.10)$	$U_t$
0	-\$1,000	-	-	-\$1,000
1	100	-\$1,000	-\$100	-1,000
2	100	-1,000	100	-1,000
3	100	-1,000	100	-1,000
4	1,100	-1,000	100	0

$$U_0 = F_0 \quad U_t = U_{t-1}(1+i) + F_t$$

[예] IRR의 계산

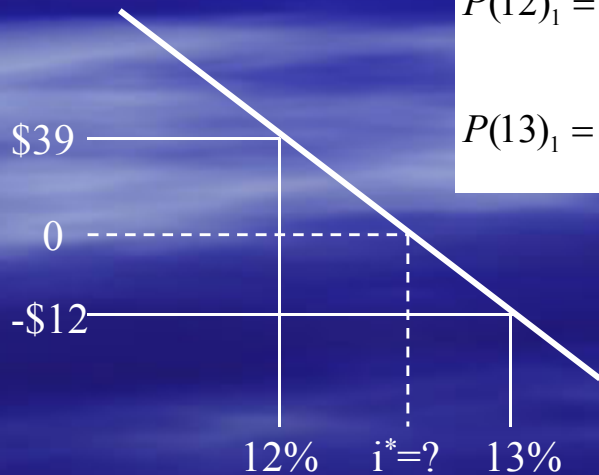
- 시행 착오를 통한 보간법



$$P(0)_0 = -\$1,000 - \$800(1) + \$500(4)(1) + \$700(1) = \$900$$

$$P(12)_1 = -\$1,000 - \$800(1.12)^{-1} + \left\{ \$500 \cdot \frac{(1.12)^4 - 1}{(0.12)} \right\} \cdot (1.12)^{-5} + \$700(1.12)^{-5} = \$39$$

$$P(13)_1 = -\$1,000 - \$800(1.13)^{-1} + \left\{ \$500 \cdot \frac{(1.13)^4 - 1}{(0.13)} \right\} \cdot (1.13)^{-5} + \$700(1.13)^{-5} = -\$12$$



$$i^* = 12\% + 1\% \cdot \left[ \frac{39 - 0}{39 - (-12)} \right] = 12\% + 1\% \cdot \left[ \frac{39}{51} \right] = 12.8\%$$



### 3. 투자회수기간법 (PP: Payback Period)

#### (1) 투자회수기간(payback period)

- 초기 투자 비용의 회수에 소요되는 시간

##### 1) 기본적인 투자 회수기간

$$n^* = \sum_{t=0}^n F_t \geq 0 \text{을 만족하는 최소의 } n$$

- ≠0일 때의 회수기간
- 화폐의 시간적 가치를 무시한 방법
- 간단한 계산으로 직관적 판단에 도움을 줄 수 있음

##### 2) 할인된 투자 회수기간(discounted payback period)

$$n^* = \sum_{t=0}^n F_t (1+i)^{-t} \geq 0 \text{을 만족하는 최소의 } n$$

- 실제적인 이자율을 사용하여 계산

[예] Payback Period

년말	대안 A	대안 B	대안 C
0	-\$1,000	-\$1,000	-\$700
1	500	200	-300
2	300	300	500
3	200	500	500
4	200	1,000	0
5	200	2,000	0
6	200	4,000	0
P(0)	\$600	\$7,000	\$0
n*(i=0)	3년	3년	3년
n*(i=15%)	5년	4년	없음

↑ 세 대안 중 가장 바람직

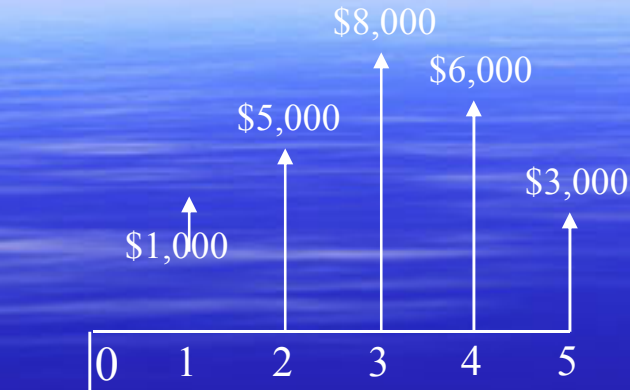
(2) Project Balance Diagram

- 투자 중단에 따른 위험 비용의 시간적 흐름
  - Project Balance Diagram을 통해 가시화
  - discounted payback period도 함께 나타남

$$PB(i)_t = (1+i)PB(i)_{t-1} + F_t \quad \text{for } t = 1, 2, \dots, n$$

$$PB(i)_0 = F_0$$

[예] Project Balance Diagram



$$PB(20)_0 = -\$10,000$$

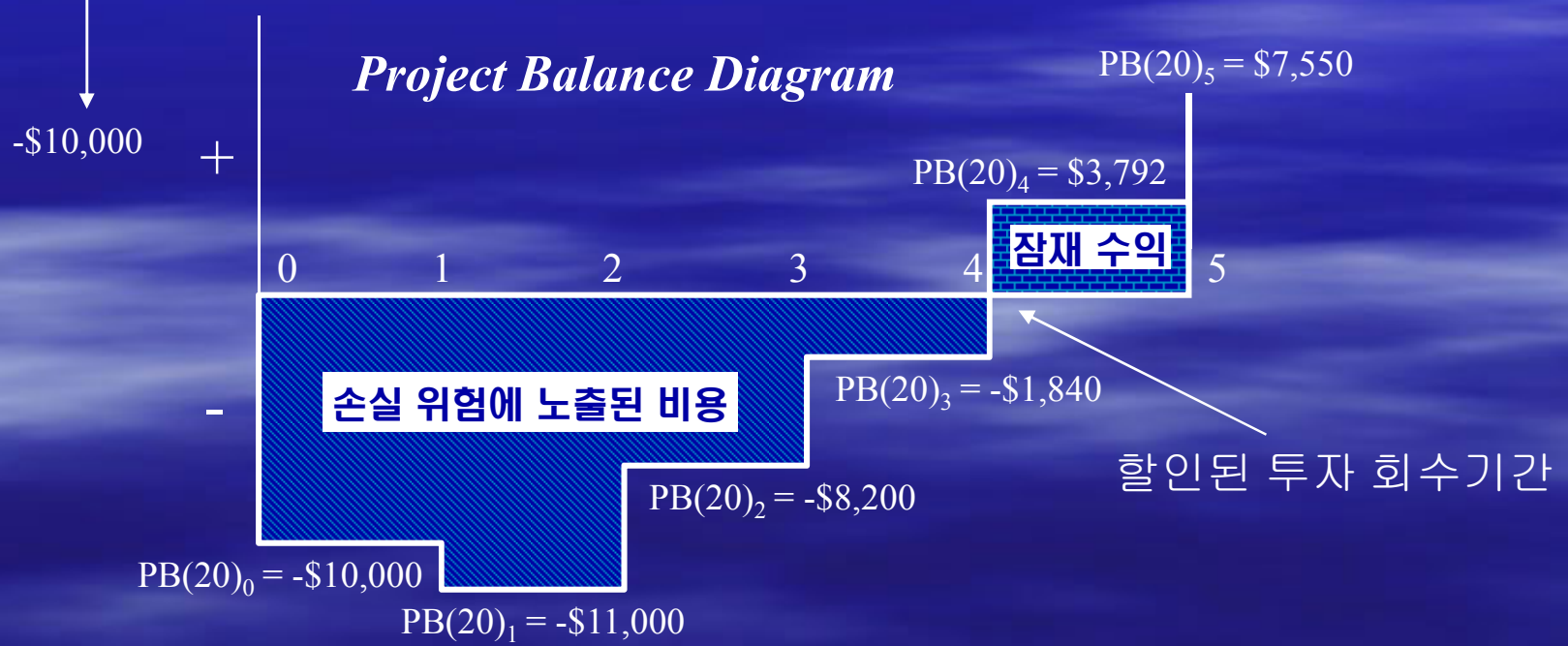
$$PB(20)_1 = -\$10,000(1.20) + \$1,000 = -\$11,000$$

$$PB(20)_2 = -\$11,000(1.20) + \$5,000 = -\$8,200$$

$$PB(20)_3 = -\$8,200(1.20) + \$8,000 = -\$1,840$$

$$PB(20)_4 = -\$1,840(1.20) + \$6,000 = \$3,792$$

$$PB(20)_5 = \$3,792(1.20) + \$3,000 = \$7,550$$



■ 생산 v.s. 구입 선택 문제

[예] 한국 전자는 냉장고를 제조하고 판매하는 회사이다. 그런데 냉장고 제조에 필요한 부품 중 일부는 사내에서 일부는 하청으로 조달하고 있다. 현재 하청을 통해 구입하는 냉장고 받침대는 단위 당 **8,250원**에 구입하고 있다. 연간 수요량은 100,000개일 때, 공학적 추정에 입각한 원가회계에 대한 자료는 다음과 같다.

- 고정비는 5천만원으로 증가할 것이다.
- 인건비는 1억 2천 5백만원으로 증가할 것이다.
- 현재 공장의 경상비는 5억원이나, 냉장고 받침대를 생산할 경우 12% 증가될 것이다.
- 재료비는 6억원이 될 것이다.

생산의 경우	부가되는 고정비 =	5천만원
	부가되는 인건비 =	1억 2천 5백만원
	재료비 =	6억원
	부가되는 경상비 = $0.12 * 5\text{억원}$ =	6천만원
	총비용	8억3천5백만원

$\rightarrow$  단위 당 생산비 =  $8\text{억}3\text{천}5\text{백만원} / 100,000$   
 $= 8,350\text{원/개}$

← 구입이 유리