

2018보건행정학회 추계학술대회
2018.11.02.

미래 위험과 편익의 평가

— 호흡기감염병과 음압격리병실 사례를 중심으로 —

김동환, PhD



CONTENTS

- 01 미래의 불확실성과 경제성분석방법
- 02 호흡기감염병과 음압격리병실
- 03 비용과 편익
- 04 실물옵션적용 경제성분석 결과
- 05 미래의 위험과 편익 평가방향

01

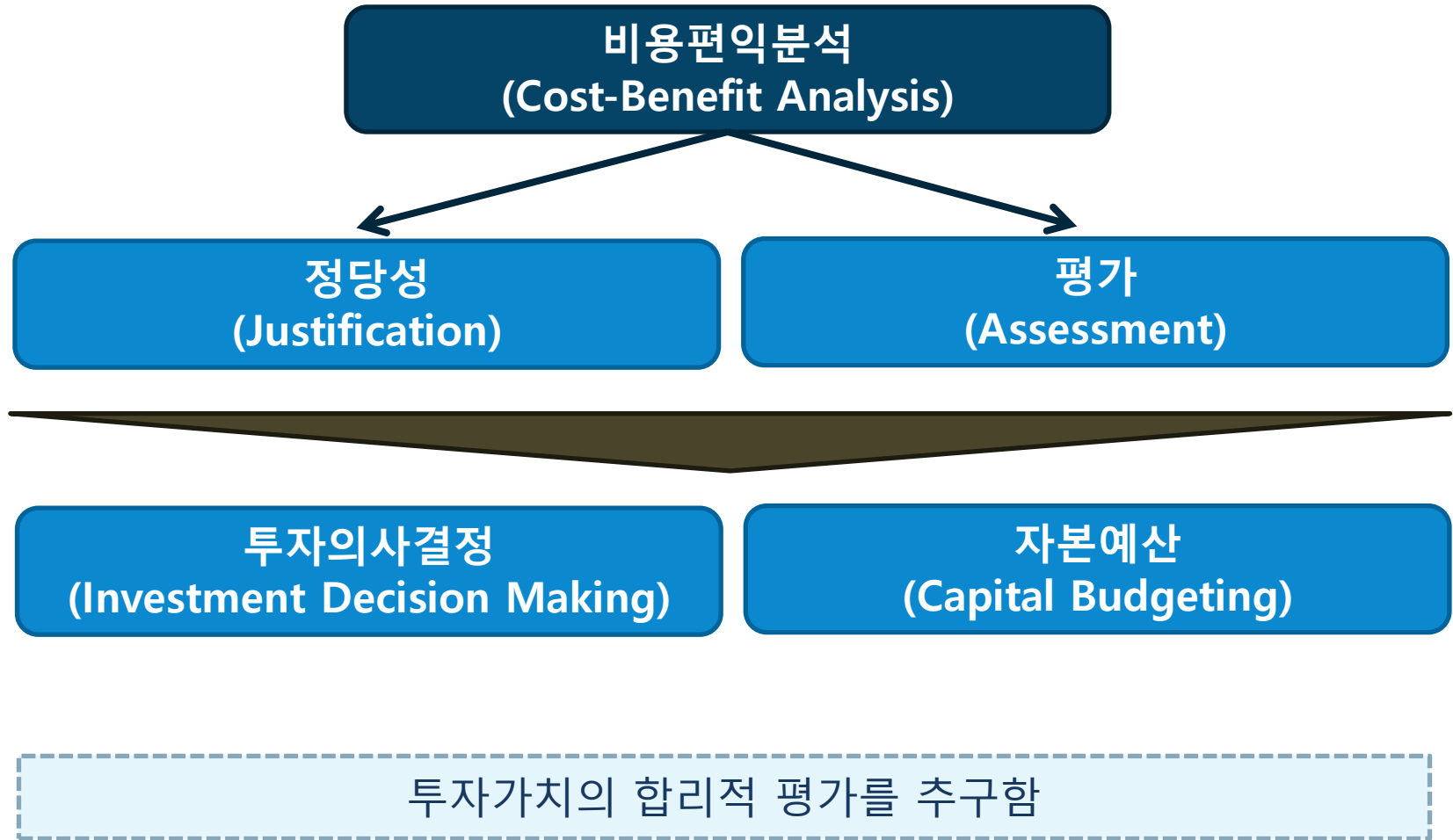
미래의 불확실성과 경제성분석방법

미래의 불확실성

미래를 확신할 수 있는가?

- 불확실한 시대에서 더 높은 초불확실성의 시대
 - ✓ Galbraith(1977)는 사회를 주도하는 지도원리가 사라진 불확실한 시대라 규정
- 과학기술 발달속도의 증가
 - ✓ 새로운 기술의 등장과 기술적 혁신을 통해 사회 및 경제적 변화가 크게 일어남
 - ✓ 최근에 이르러 새로운 혁신이 일어나는 시간이 짧아지고 있음
- 제4차 산업혁명의 태동
 - ✓ 제4차 산업혁명의 태동으로 미래의 위험과 기회에 대한 준비 필요
- 보건의료분야에서의 미래불확실성
 - ✓ 기술발전에 의한 새로운 의약품 및 의료기기 등의 인허가, 등재, 가격설정 필요 발생
 - ➔ 보건의료정책 의사결정을 위한 가치평가의 필요성 증대

경제성분석



전통적 투자가치평가방법

이자율 이론과 시간의 가치

현금흐름할인방법
(Discounted Cash Flow method)

회수기간방법
(Payback Period method)

순현재가치방법
(Net Present Value method)

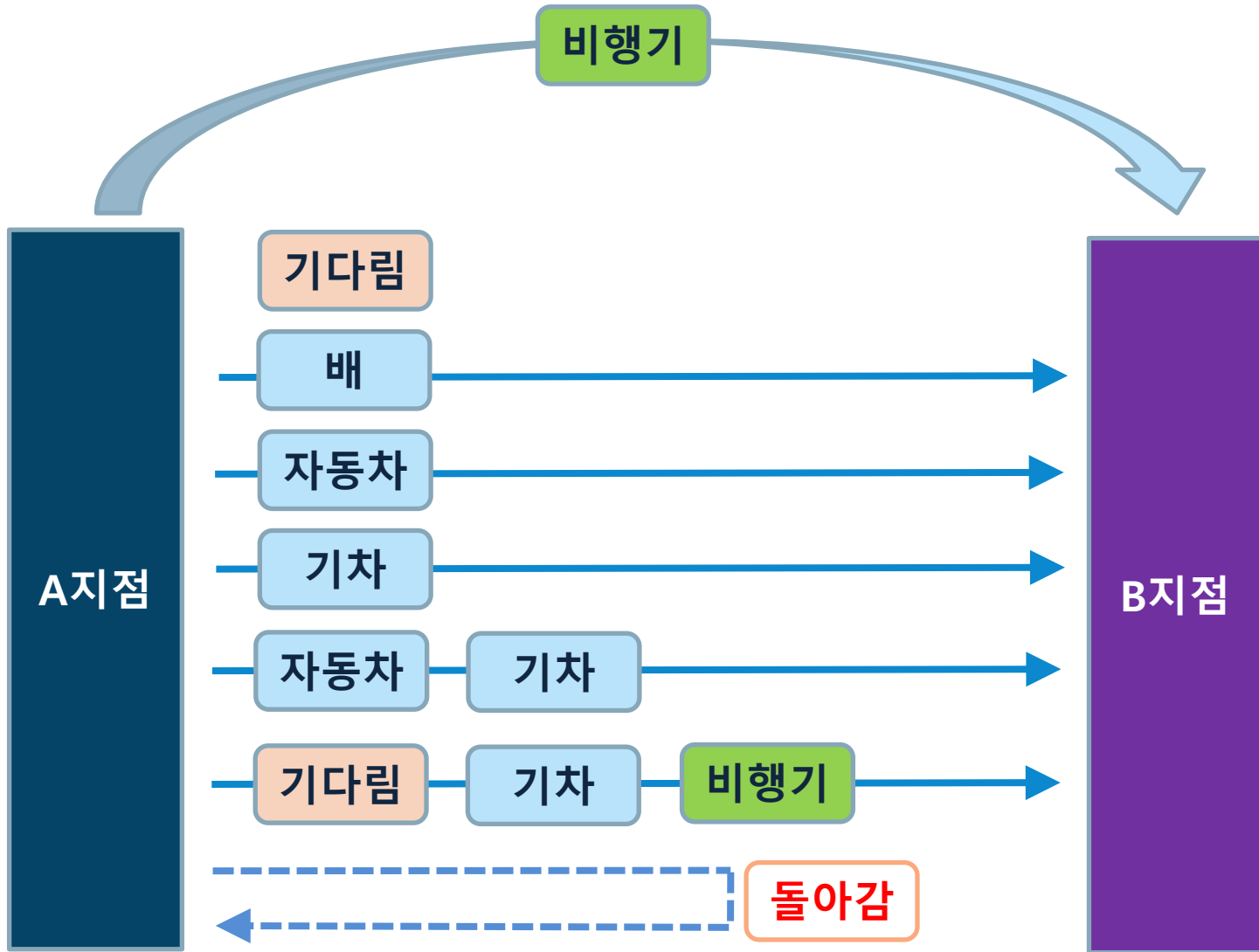
내부수익률방법
(Internal Rate of Return method)

간단한 계산, 쉽게 보여줄 수 있는 방법

돌이킬 수 없고(irreversible), 연기할 수 없는(non-deferrable) 고정된 접근방법

유연성의 제한(limited flexibility)

유연성



실물옵션가치평가방법 유형

미래의 상황변화와 투자 결정의 변경 가능성

투자자들의 선택

1. 지금 투자
2. 예비단계 수행 후 나중에 투자
3. 투자 후 철수 및 처분
4. 예비단계 수행 후 나중에 철수 및 처분
5. 아무것도 안 함

실물옵션의 유형

1. 연기옵션(Option to defer)
2. 단계별 투자옵션(Time-to-build option)
3. 운영규모변경옵션
(Option to alter operating scale)
4. 포기옵션(Option to abandon)
5. 교체옵션(Option to switch)
6. 성장옵션(Option to growth)
7. 복합연계옵션
(Interaction among multiple real option)

실물옵션개념

I 옵션(option)이란

- 옵션(option)

- ✓ 옵션 매입자가 일정한 금융자산 또는 비금융자산 등을 미리 정해진 기간 동안에 , 미리 정해진 가격인 행사가격으로, 일정한 양을 사거나 또는 팔 수 있는 권리를 의미함

- 실물옵션(real option)

- ✓ 대상이 금융자산(주식, 주가, 환율 등)인 경우에 금융옵션(financial option)이라고 하고, 대상이 비금융자산(R&D투자 실행 계획이나 전략적 투자안 등)인 경우에 실물옵션(real option)이라고 함

- 옵션의 기본형태

- ✓ 콜옵션(call option)과 풋옵션(put option)
- ✓ 유럽식 옵션(european option)과 미국식 옵션(american option)

실물옵션결정요인

Variable	Financial (call)option parameters	Real option parameters
S	Stock price	Present value of a project's cash-flows
X	Exercise price	Investment expenditure
t	Time to expiration	Length of time over which decision may be deferred
r_f	Risk-free rate of return	Time value of money
σ	Variance of returns on stock	Riskiness of project's cash-flows

실물옵션을 설명하는 이론

블랙-숄즈(Black-Sholes)모형

$$C = S \cdot N(d_1) - \frac{E}{e^{R_f T}} \cdot N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{E}{S}\right) + \left(R_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(R_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}$$

C = Price of Call Option, e = Natural Logarithm = 2.71828

E = Exercise Price, Rf=Risk Free Rate

T = Maturity

ln(S/E) = Natural Logarithm of (S/E)

σ^2 = Annual Distribution of Stock Price – Earning Ration

N(d) = Cumulative Probability of d(standard normal deviate)

● 기본가정

- ✓ 주가는 기하브라운 운동에 의해 변함($dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$)
- ✓ 기초자산은 배당을 지급하지 않으며, 무위험 차익거래기회는 존재하지 않음
- ✓ 증권의 거래는 연속적으로 발생하며, 무위험이자율은 일정함, 거래비용 및 세금 없음

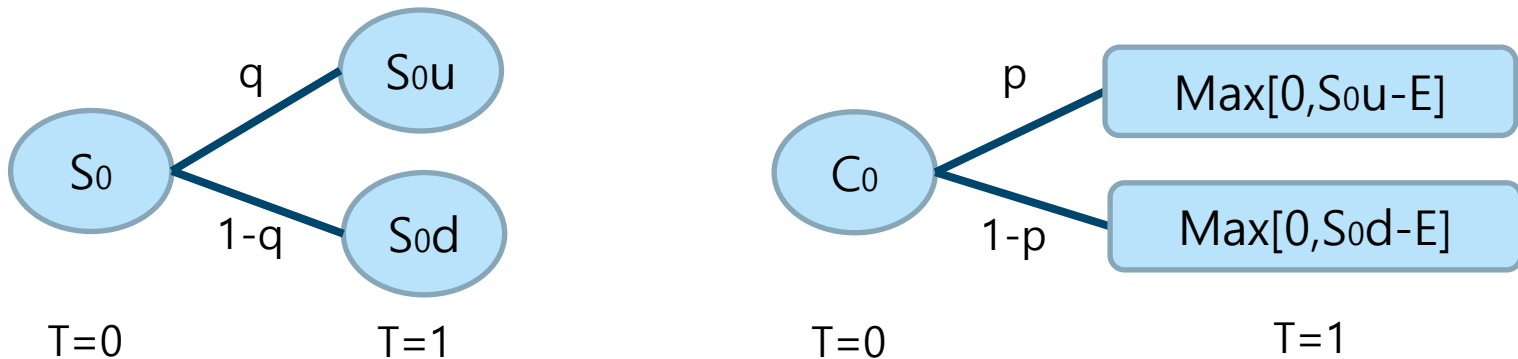
● 변동성 추정

- ✓ 표준편차 이용

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{j=t-n}^{t-1} (r_j - \bar{r}_t)^2}{n-1}}$$

실물옵션을 설명하는 이론

이항옵션가격결정모형 (Binomial Options Pricing Model)



● 계산법

✓ 마지막 기간부터 콜옵션 가치를 계산하기 시작하여 처음 기간으로 거슬러 올라가는 후진귀납법(backward induction)을 사용함

✓ 의사결정나무(decision tree)를 활용한 방법

● 2단계 이항옵션가격모형을 위한 단계별 상승률(u), 하락률(d), 위험중립확률(p)

계산

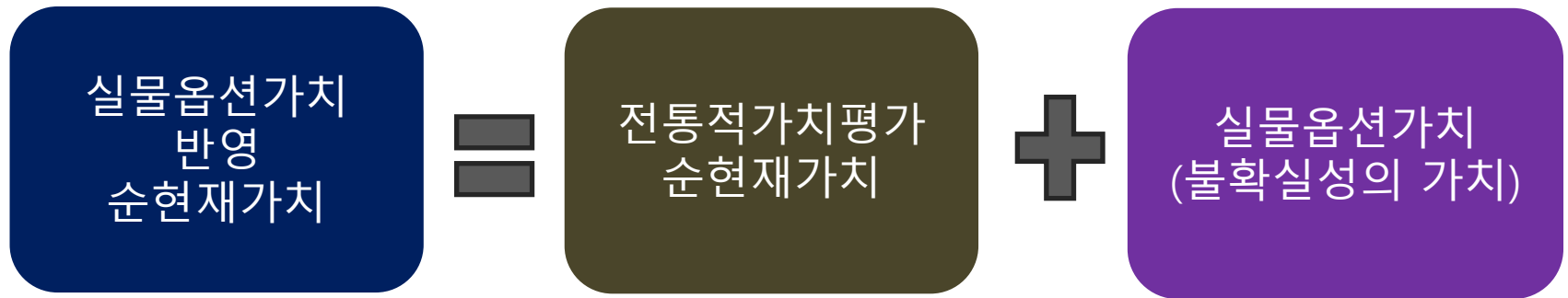
✓ 단계별 상승률: $u = e^{\sigma\sqrt{T/\delta}}$ (δ : 단위기간)

✓ 단계별 하락률: $d = e^{-\sigma\sqrt{T/\delta}}$

✓ 위험중립확률: $p = (e^{r_f \times T/\delta} - d) / (u - d)$

✓ 위험중립확률:

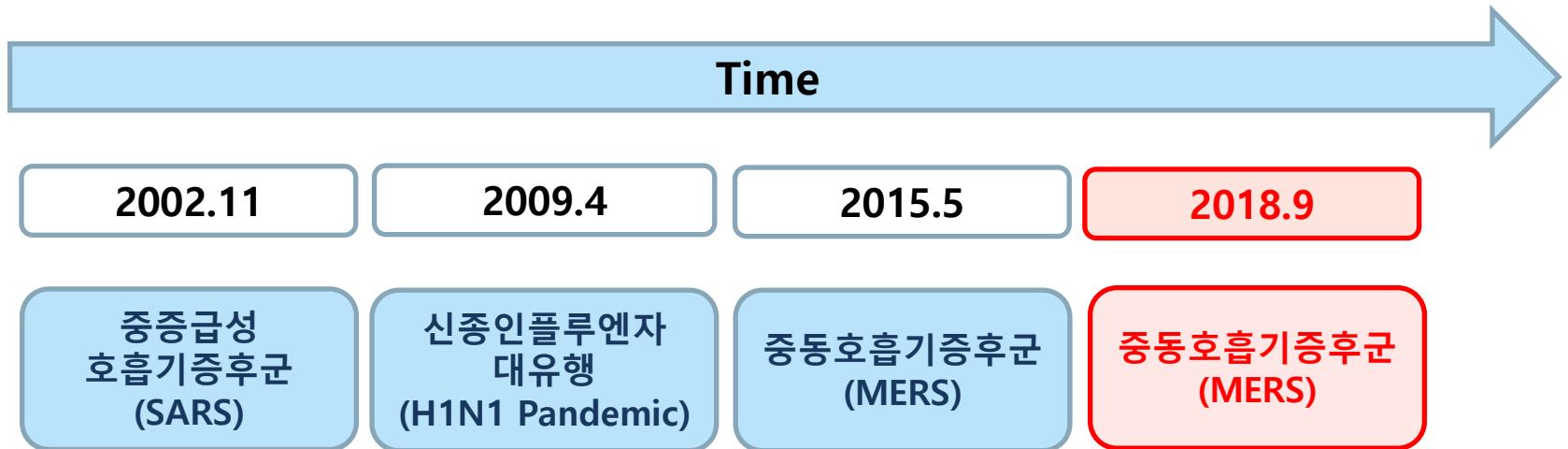
실물옵션가치를 반영한 순현재가치



02

호흡기감염병과 음압격리병실

2000년 이후, 신종 호흡기감염병 발생



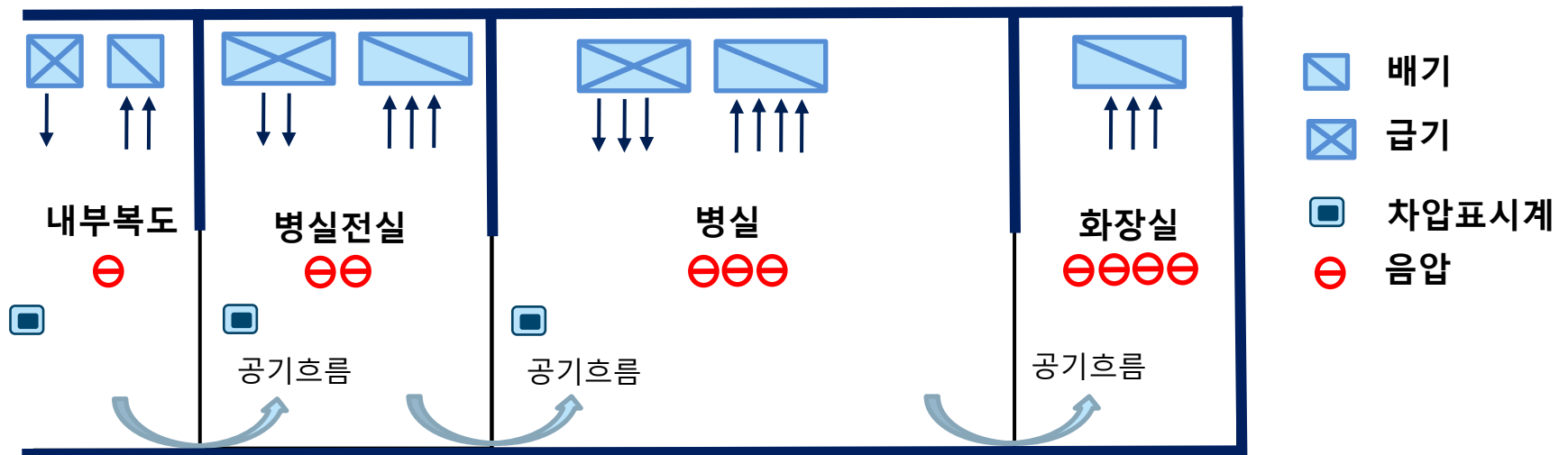
호흡기감염병 위험에 대한 대응

- 감염관리 및 예방체계 구축
- 감염전문 인력, 음압시설 및 전문장비 등의 인프라 구축

음압격리병실

정의

- 공기감염을 예방하기 위하여 음압을 유지할 수 있는 공조시설과 환기시스템, 전실 등을 갖춘 격리병실(질병관리본부)



감염병 발생의 불확실성과 그에 대한 투자

호흡기감염병 발생 및 유행의 불확실성

- 호흡기 감염병은 언제 발생할 것인가?
- 발생했을 때 우리병원에 감염의심자가 내원하겠는가?
- 감염의심자가 감염확진자가 될 가능성은 있는가?

음압격리병실 설치 및 운영에 대한 투자

- 호흡기 감염병 환자가 없는 경우에는 어떻게 운영해야 하는가?
- 음압격리병실 설치에 대한 경제성이 있는가?



03



비용과 편익

경제성분석 대상

■ 분석대상기관

- 상급종합병원 800~899병상
 - ✓ 음압격리병실 6개 설치, 이 중 1개는 국가지정음압격리병실 수준으로 설치
- 종합병원 400~499병상
 - ✓ 음압격리병실 2개 설치

※ 「의료법 시행규칙」제4조제1항에 따르면 300병상 이상인 종합병원은 2018년12월31일까지 보건복지부장관이 정하는 기준에 따라 전실 및 음압시설 등을 갖춘 1인 음압격리병실 1개 이상을 설치하되, 300병상을 기준으로 100병상 초과할 때 마다 1개의 음압격리병실을 추가로 설치하여야 함

비용과 편익추정

I 투자비용

- 설치비용
 - ✓ 격리병실, 전실, 화장실을 1세트(set) 및 별도 공간에 공조시설을 설치하는 비용
- 운영비용
 - ✓ 음압공조시설 및 냉난방시설 운영에 따른 비용과 필터교체(프리필터 및 헤파필터), 청정도 점검 등의 비용
 - ✓ 음압격리병실 감염관리교육 등 기타 운영 비용
- 설치공사 기간 동안의 기회비용
 - ✓ 음압격리병실 설치공사시 발생하는 기회비용으로 기존 병실 운영 기회비용
- 감염병 발생 및 유행시 추가비용
 - ✓ 의료인력 추가투입 비용

비용과 편익추정

■ 편익

- 순편익(또는 순비용)
 - ✓ 순편익: 음압격리병실 운영편익 > 일반병실 운영편익
- 손실비용감소편익
 - ✓ 감염병 발생 및 유행시 음압격리병실 설치 및 운영을 통해서 예방될 수 있는 편익

$$\text{월별 순편익} = \frac{\sum_{i=1}^n NPS_i}{n} - \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{m}$$

단, NPS_i = 음압격리병실이 있는 i 의료기관의 음압격리병실 단위병상당 월평균 입원진료비

S_j = 음압격리병실이 없는 j 의료기관의 단위병상당 월평균 입원진료비

n = 음압격리병실이 있는 의료기관 수

m = 음압격리병실이 없는 의료기관 수

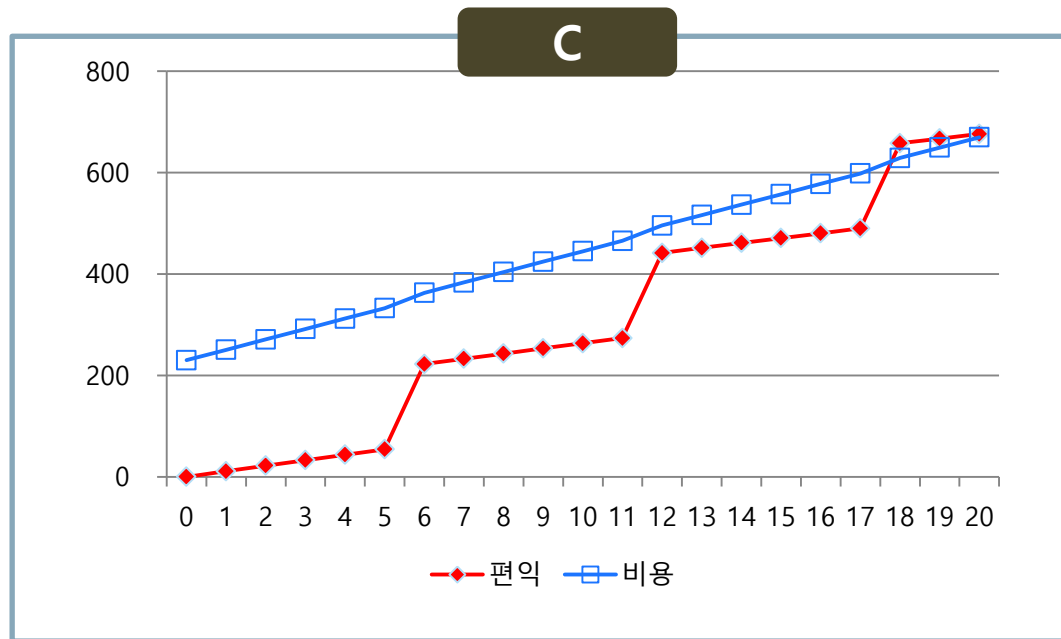
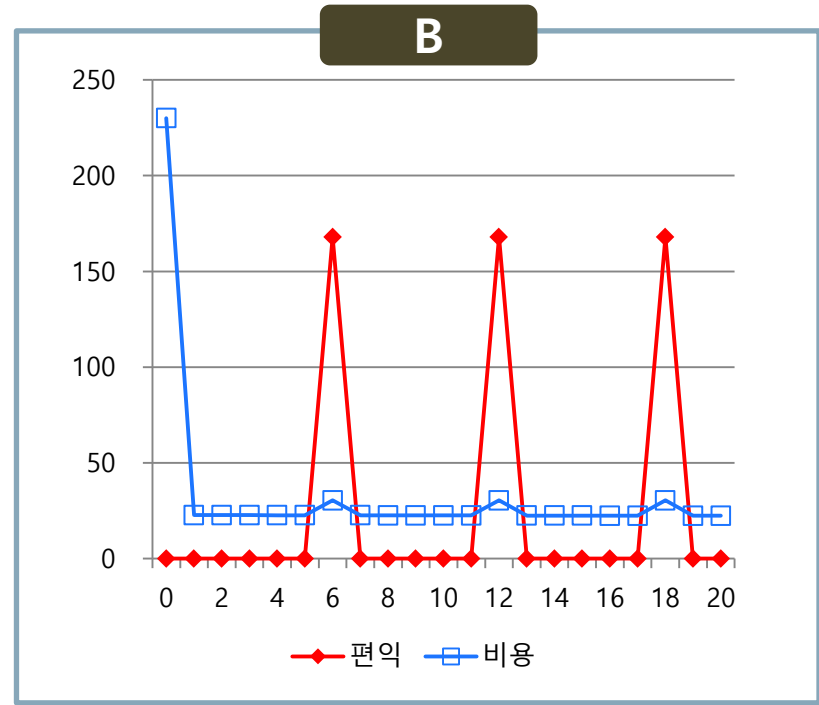
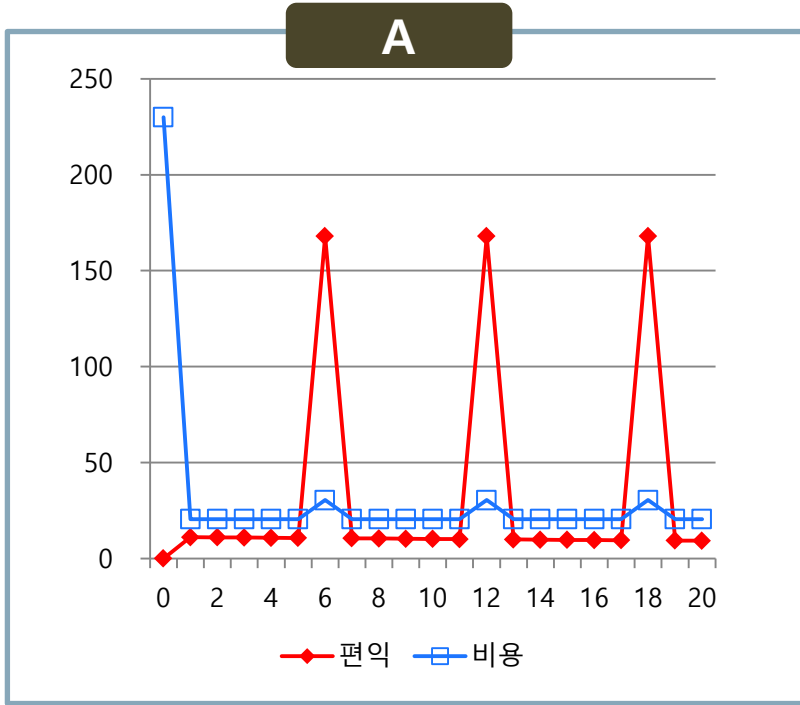
음압격리병실 단위병상당 입원진료비 추정

항목	산식
음압격리병실 병상가동률	감염병 환자의 월간 총 입원일수 / (음압격리병실 의무설치 개수 × 월 일수)
음압격리병실 입원진료비	감염병 입원진료비 + 병상가동률 충족 여부 × 비감염병 입원진료비
감염병 입원진료비	감염병 일평균 입원진료비 × 음압격리병실 병상가동률 × 음압격리병실 의무설치 개수 × 월 일수
비감염 입원진료비	(병원전체 병상가동률 - 음압격리병실 병상가동률) × 비감염병 일평균 입원진료비 × 음압격리병실 의무설치 개수 × 월 일수
병상가동률 충족 여부	if 음압격리병실 병상가동률 ≥ 병원 병상가동률 then 0 또는 if 음압격리병실 병상가동률 < 병원 병상가동률 then 1
의무설치 음압격리병실 1실당(병상당) 입원진료비	음압격리병실 입원진료비 / 의무설치 개수

편익의 변동성 추정

- 월간 수익률로부터 역사적 변동성 산출
- 감염병 발생 주기와 감염병 발생 시 변동성이 급격히 증가하는 점프프로세스 적용

예)





04



실물옵션적용 경제성분석결과

음압격리병실 설치에 대한 경제성분석 결과

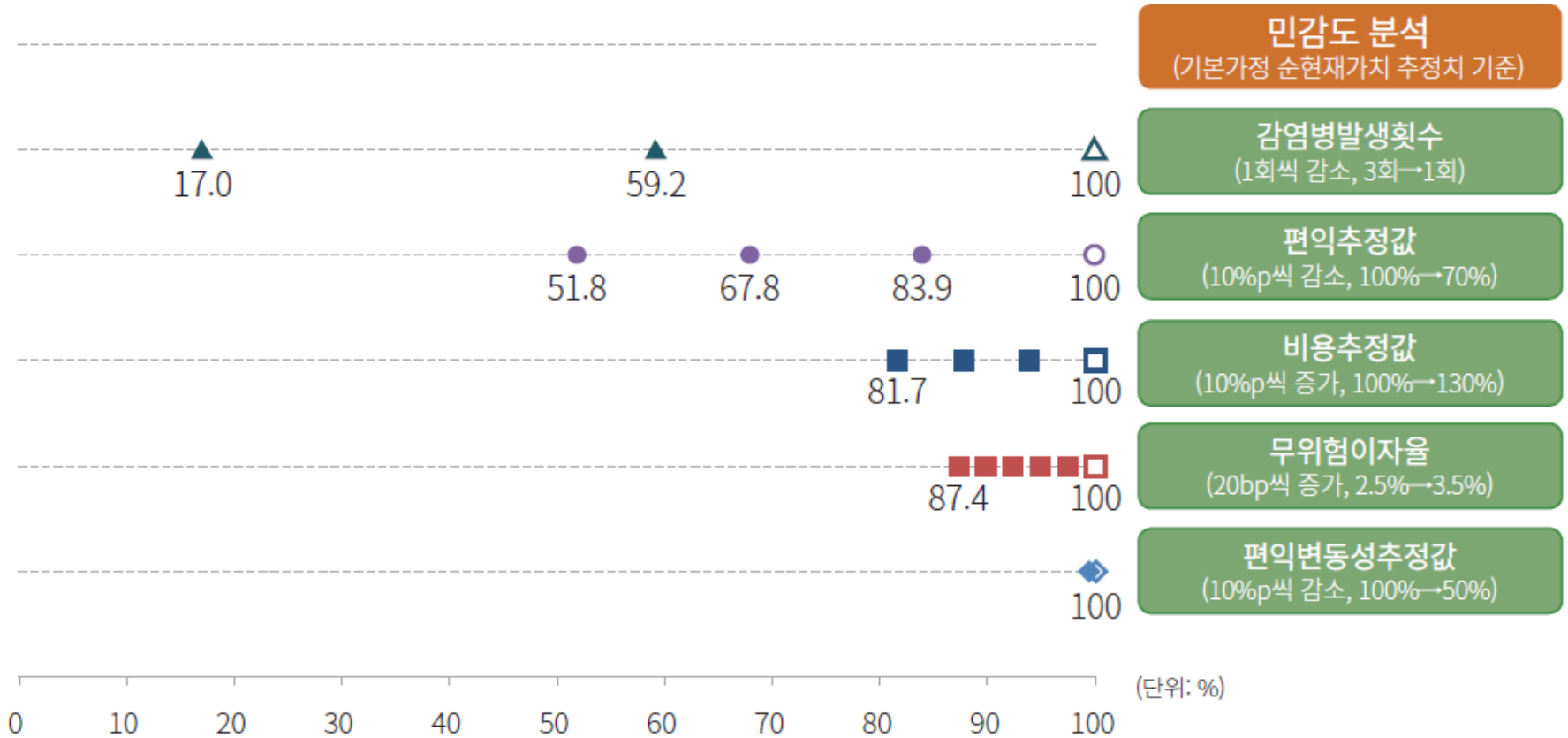
(단위: 백만원)

	항목	상급종합병원(800~899)	종합병원(400~499)
편익	1. 운영편익(순편익)	380	202
	2. 감염병 확산(유행)시 운영편익	1,817	446
	소계	2,197	648
비용	1. 설치비용	217	230
	2. 설치기회비용(70일 가정)	132	21
	3. 기본운영비용	683	410
	4. 운영비용(순비용)	-	-
	5. 감염병 확산(유행)시 의료인력 증원 비용	50	30
	소계	1,082	691
편익-비용		1,115	-43
실물옵션가치		1,571	281
실물옵션가치 반영 순현재가치(NPV)		2,686	238

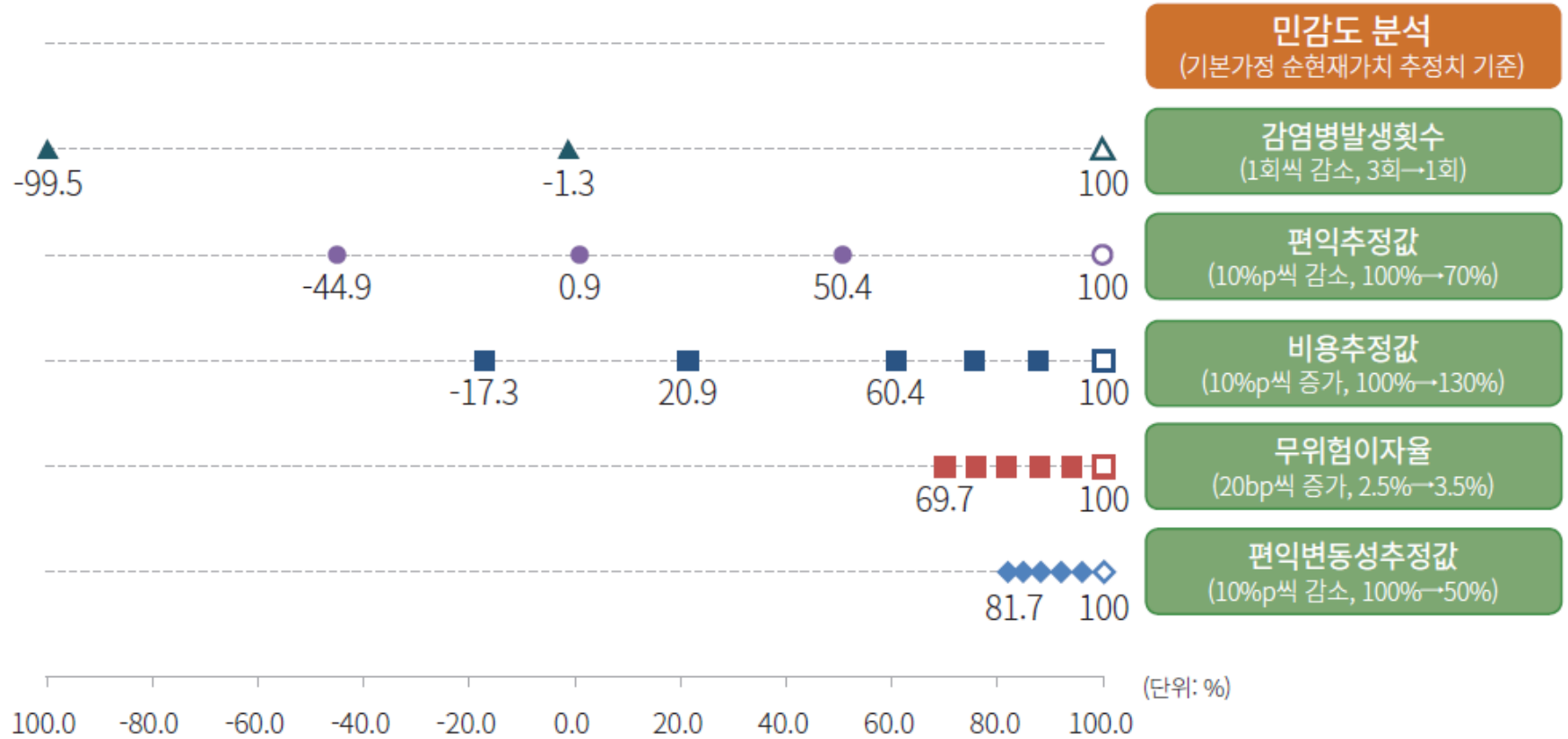
주: 1) 진료비에 기초한 비용과 편익은 비급여본인부담 부분이 포함되었다. 종합병원급 이상 요양기관 비급여본인 부담은 2014년 기준 전체 19.6%, 입원 19.4%, 외래 19.8%를 적용함(국민건강보험공단, 2015년 진료비 실태조사).

2) 본 분석 대상이 되는 상급종합병원(800~899병상)과 종합병원(400~499병상)에서는 순비용이 아닌 순편익이 산출됨.

민감도분석1(상급종합병원 800~899병상)



민감도분석2(종합병원 400~499병상)





05

미래의 위험과 편익평가 방향

미래의 위험과 편익평가 방향

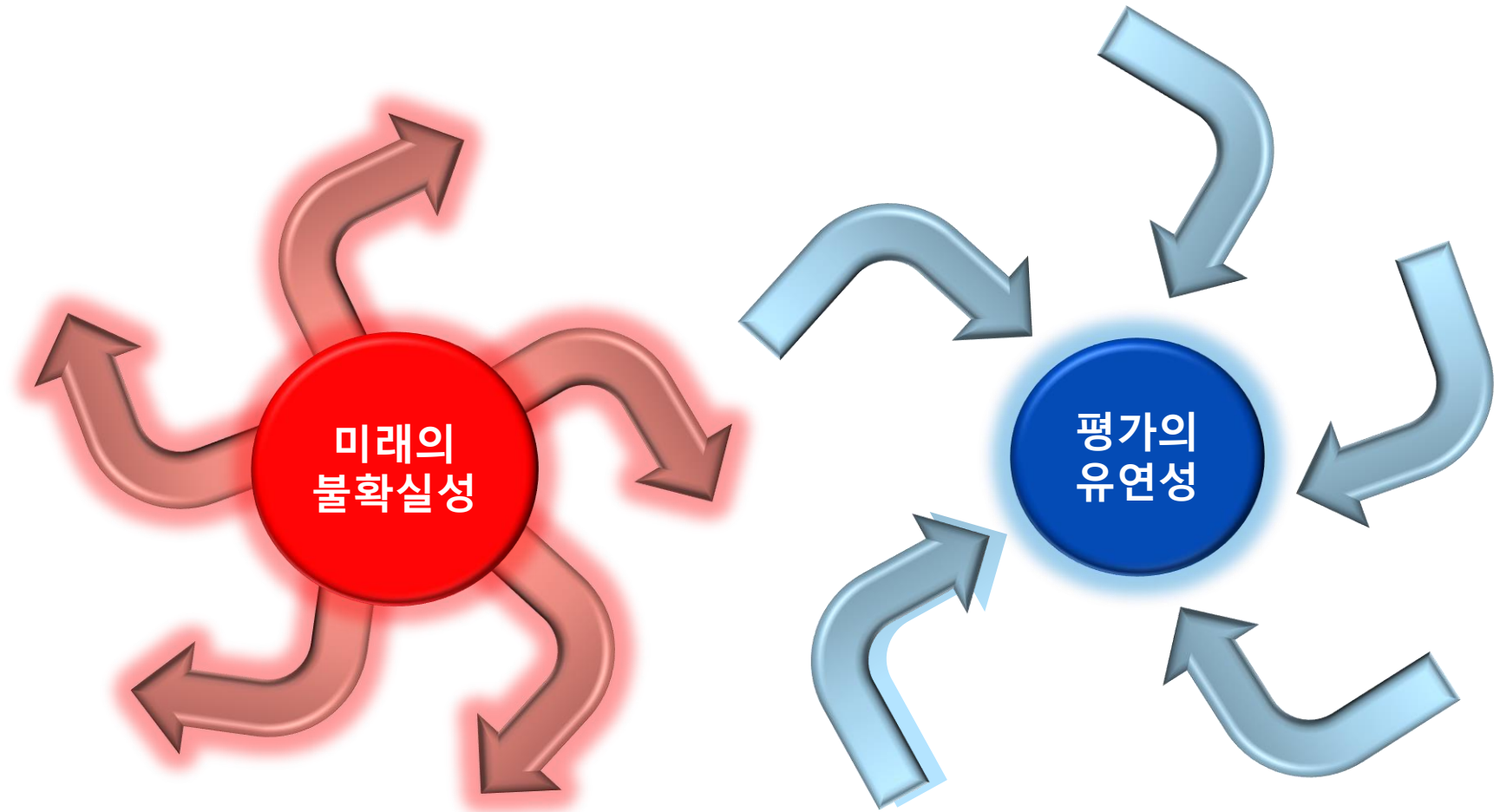
■ 주제에 대한 다학제적 접근 고려

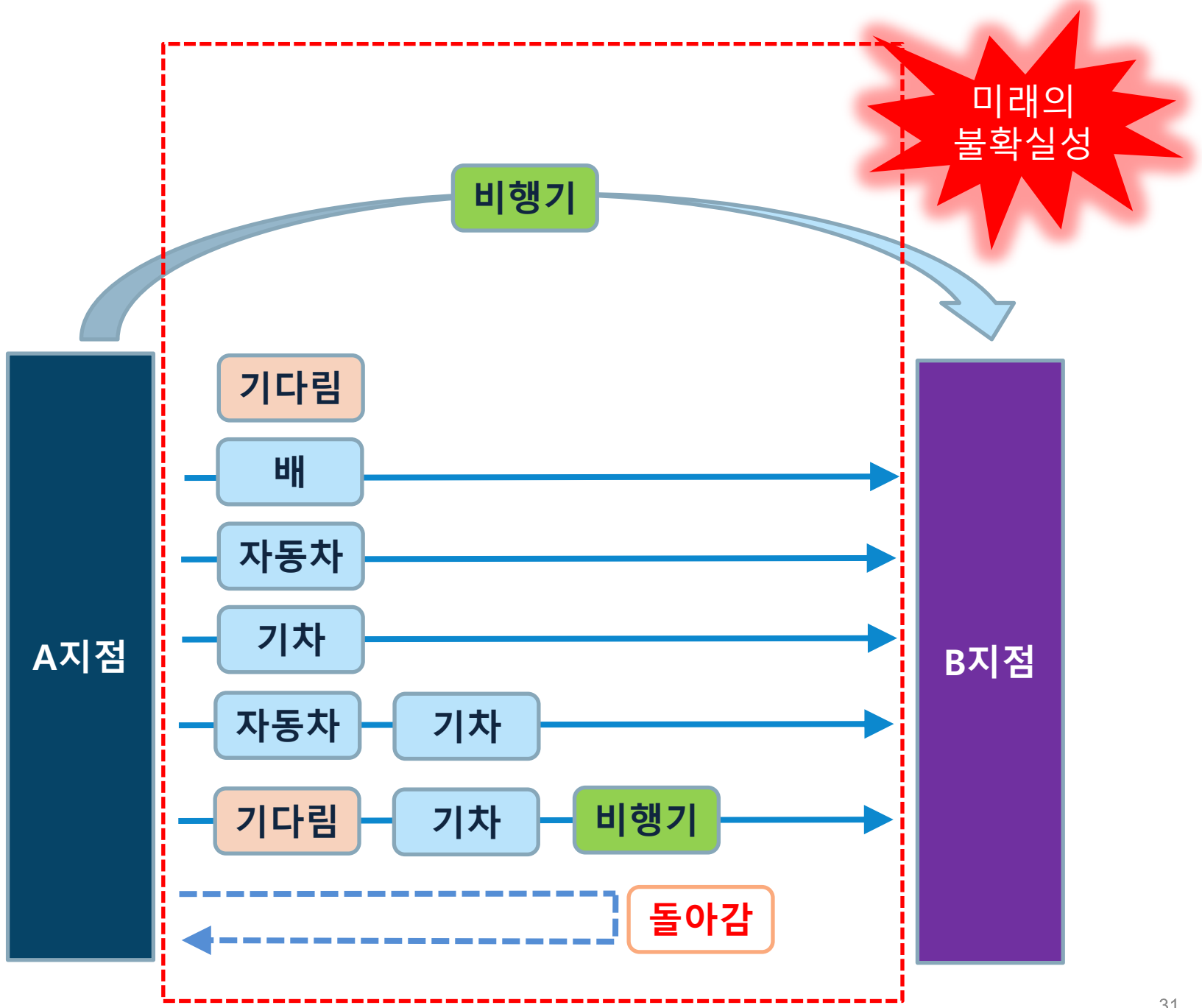
- 보건의료분야에 국한하지 않는 사회현상을 이해하는 접근 필요
- 다학제간 융합 연구를 통해 미래의 위험과 편익 추정 시도

■ 가치평가방법에 대한 접근방향

- 내재가치 추정시 **불확실성의 가치 고려**
- 확정적 평가가 어려울 때, **유연성의 가치를 고려**

미래의 위험과 편익평가 방향





감사합니다