

KICA 11월 세미나

CVM을 사용한 공공투자사업 경제성분석의 적용과 실제

2012. 11.

엄 영 숙



전북대학교
CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY

목 차

- I. 사회적 비용편익 분석과 그 절차
- II. 시장실패와 공공투자사업
- III. 공공 R&D 사업의 경제적 편익 추정
- IV. CVM 연구의 조사설계 및 적용절차
- V. 지구환경위성 탑재사업을 사례로 본 CVM 적용사례
- VI. 맺는말



공공투자사업과 경제성 분석의 틀

- **비용편익분석(Benefit-Cost Analysis)**

사업이나 정책의 목표를 달성하기 위한 여러 대안들을 수행 하는데 필요한 비용과 그로 인해 발생하는 편익을 측정하고, 이에 기초하여 최선의 대안을 선택

- **비용편익분석의 특징**

- Social B/C 분석 : 국민들 전체에 발생하는 비용이나 편익측정
- B/C 분석은 사회적 순 편익($SNB=B-C$)의 극대화를 추구한다
- B/C 분석은 인본주의 입장에서 출발한다
- B/C 분석은 규범경제학에 기초하지만 실증경제학의 도움이 필요하다
- B/C 분석은 사전(ex ante) 분석과 사후(ex post) 분석으로 구분된다
- B/C 분석은 다학제간 접근을 필요로 한다.
- B/C 분석은 만능이 아니다 - 불확실성을 감안해야 한다
- B/C 분석은 공공의사결정을 도와주는 도구이지 실제로 의사결정 자체는 아니다.

비용·편익분석의 절차

- 1) 공공사업이나 정책 정의--정책목표와 대안의 구체적 설정,
- 2) 누가 수혜자이고 피해자인지 확정—시장영역 설정
- 3) 각각의 대안에 대한 잠재적 영향을 식별하고 정량화하고, 예측.
- 4) 정량화된 영향을 비용과 편익으로 화폐가치화
- 5) 총편익과 총비용의 집계 현재가치화와 비교
- 6) 민감도 분석
- 7) 경제적 타당성 결론-경제적 효율성 달성하는 대안

시행여부와 효율적 정책대안 선정

- 현재가치화

- 장래의 어떤 시점에서 발생할 비용이나 편익을 현재시점의 가치로 할인.

- 순 편익의 현재가치가 0보다 큰가?

$$PVNB = \sum_{t=1}^N \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} > 0$$

- 현재가치화 된 편익과 비용의 비율이 1보다 큰가?

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+r)^t}} > 1$$

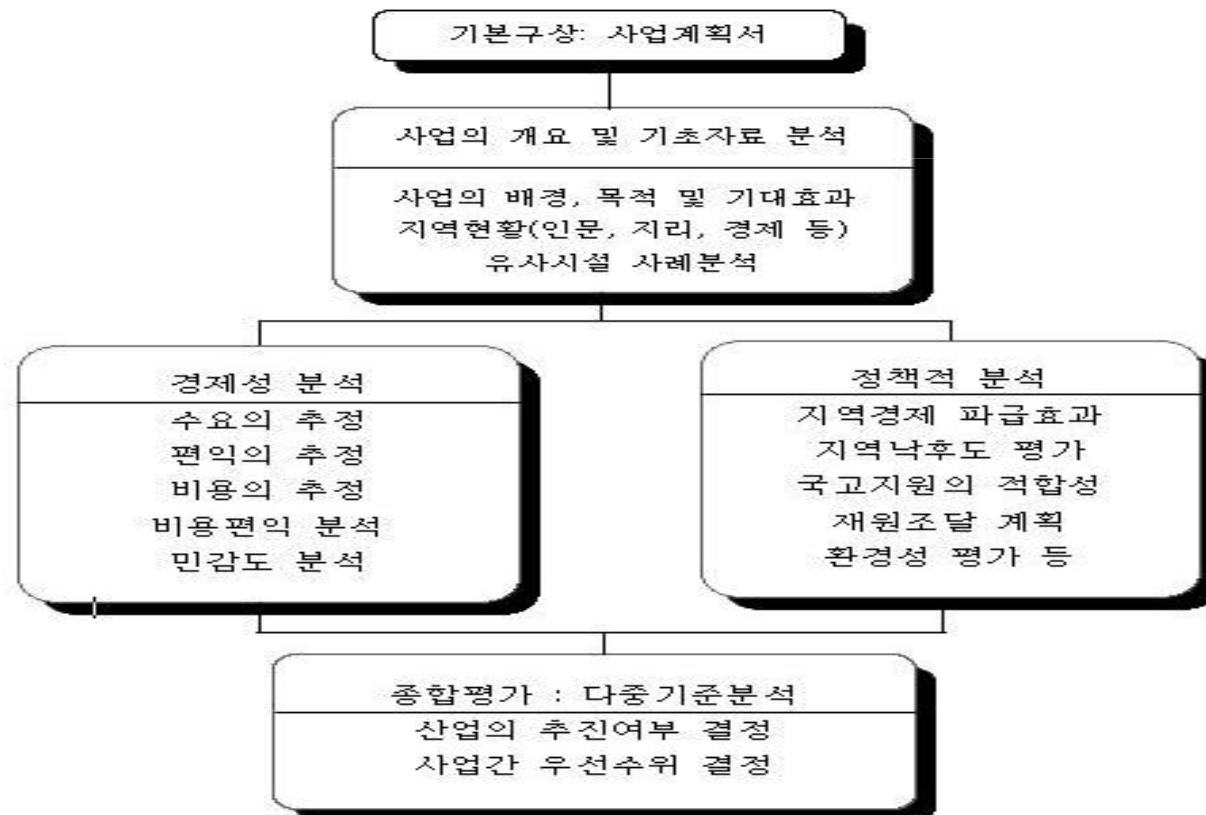
- 내부 수익율이 할인율보다 큰가?

- PVNB를 0으로 만들어 주는 할인율

$$PVNB = \sum_{t=1}^N \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0, \quad i > r?$$

예비타당성조사제도

- 예비타당성조사 (1999): 국고지원이 수반된 총 500억 이상의 공공투자사업에 대해 사전 경제성분석 실시
 - 국가재정지원규모 300억원 이상의 건설, 정보화, 국가R&D사업
 - 사회복지, 보건, 교육, 노동, 문화 및 관광, 환경보호, 농림해양수산, 중소기업



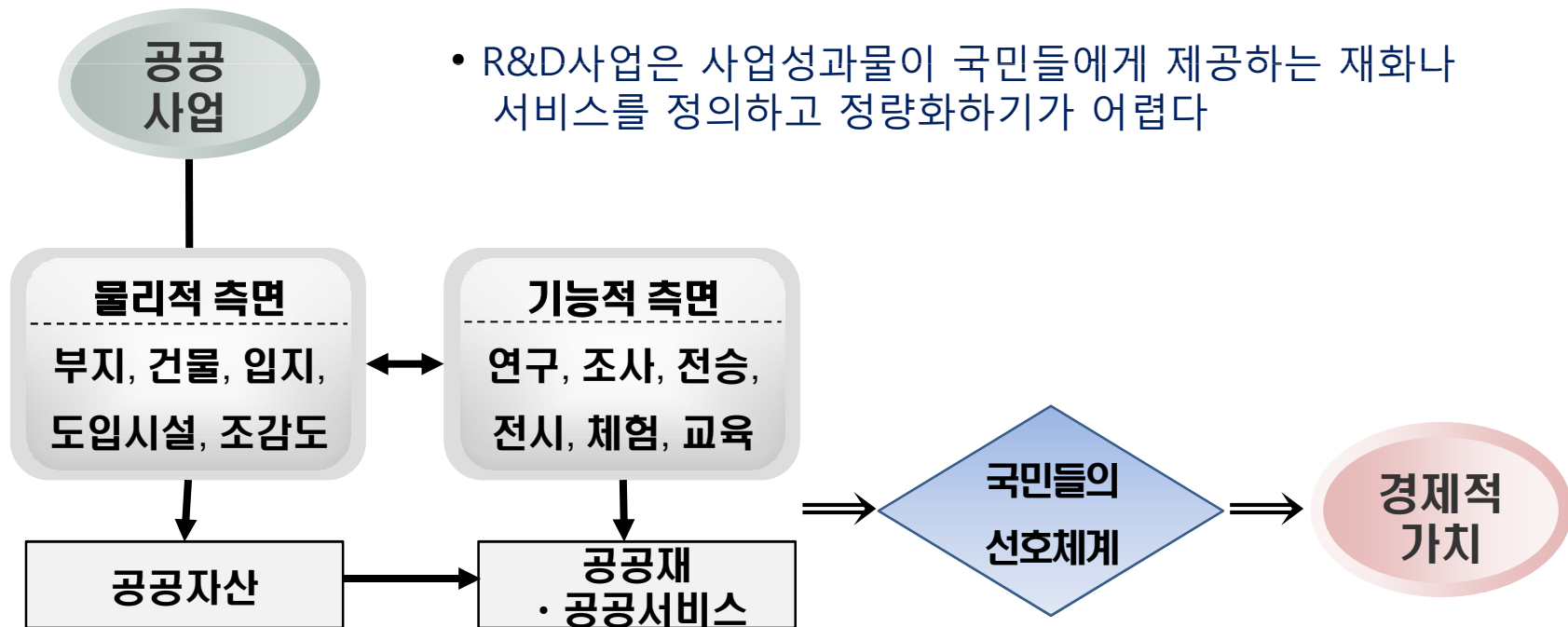
경제성 분석과 경제적 가치추정

- 재화나 서비스 소비에 따른 순편익의 극대화
순편익 = 총편익 - 총비용
- 공공사업 시행에 대한 사전적 (ex ante) 편익추정
- 경제적 가치 (economic value)
 - 재화나 서비스에 대한 선호와 선택에 기초한 지불의사 (willingness to pay, WTP)
 - 공공사업이나 정책이 부정적 영향(상황 악화): 부정적 영향을 방지하기 위한 WTP
 - 긍정적 영향 (상황 개선): 긍정적 영향을 확보하기 위한 WTP
- 경제적 가치추정
 - 대체성에 기초를 둔 상호교환(trade-off)를 반영하는 개인들의 선택행동을 관찰할 수 있는 한 어떤 공공재나 서비스든 경제적 가치추정은 가능함.
 - 유형·무형의 편익, 사용·비사용 가치를 포함하는 총가치
 - 비사용가치를 인정하는 한 본질적 가치의 일부를 측정하고 있음
 - 총가치 추정이지만 우선적으로 사용가치 추정에 초점을 맞추어야 할 것임

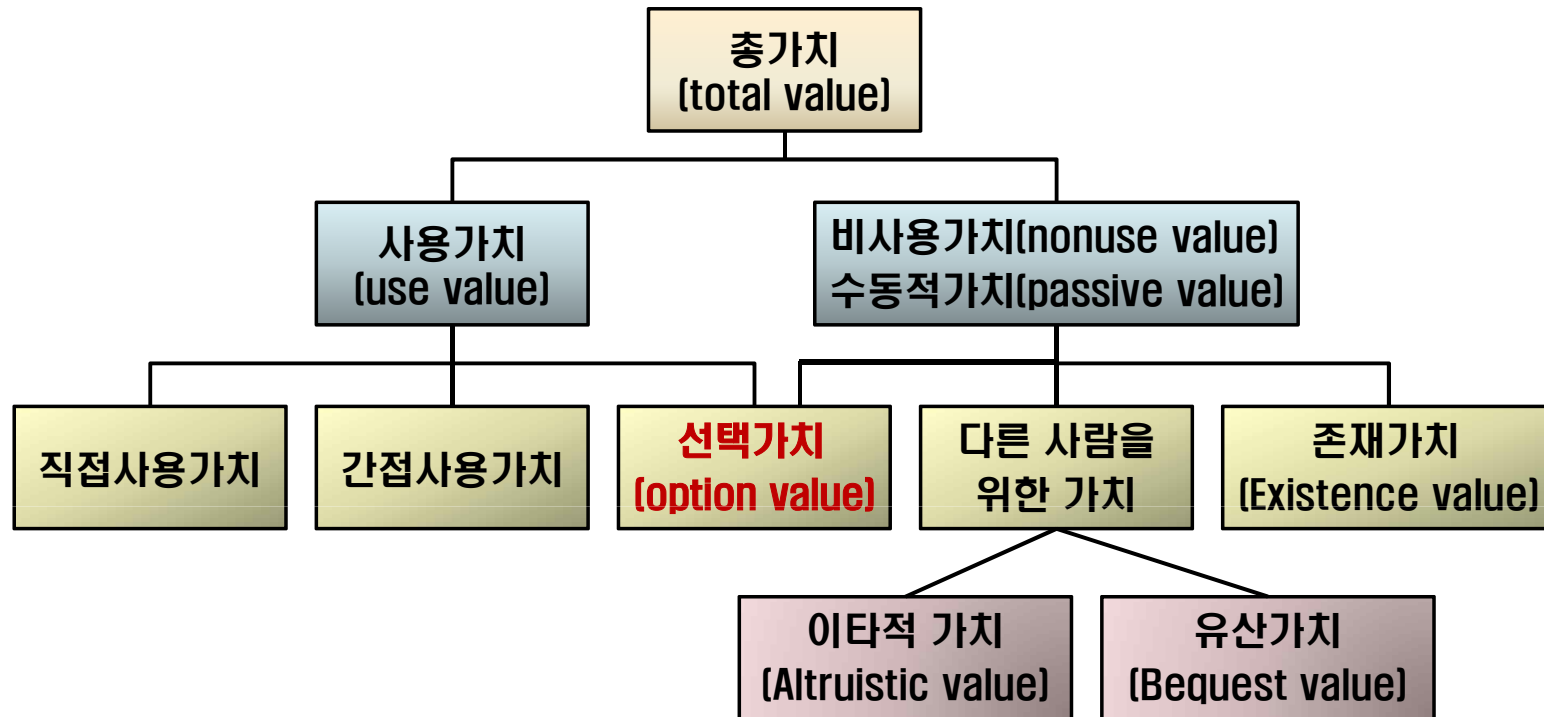
평가 대상 공공사업을 정의하고 구체화

- 사업의 시행여부 / 적절한 규모의 대안
- with/without비교 ; 대체재(substitute)의 유무
- 공공사업이 제공하는 재화나 서비스 유형

- global public goods, national public goods, local public goods, quasi public goods



경제적 가치의 유형



- 경제적 가치를 동기별로 구분하였지만, 경제성 분석은 사용가치와 비사용가치를 구분하지 않고 총가치를 측정한다.
- 무형적 외부효과가 많이 발생하거나 공공성이 큰 R&D 사업은 총가치 중 비사용가치의 비중이 클 수 있다.

시장영역의 설정: 목표모집단의 설정

- 시장영역 혹은 목표모집단의 설정

- 누가 수혜자이고 피해자인가 파악 $\text{총 편익 } (TV) = N \cdot \overline{WTP},$

- 사용가치 이외에 비사용가치도 포함하는 총가치를 측정할 경우 더욱 중요

- 잠재적 사용자를 중심으로 한 장래 사용가치를 파악하는 것이 중요

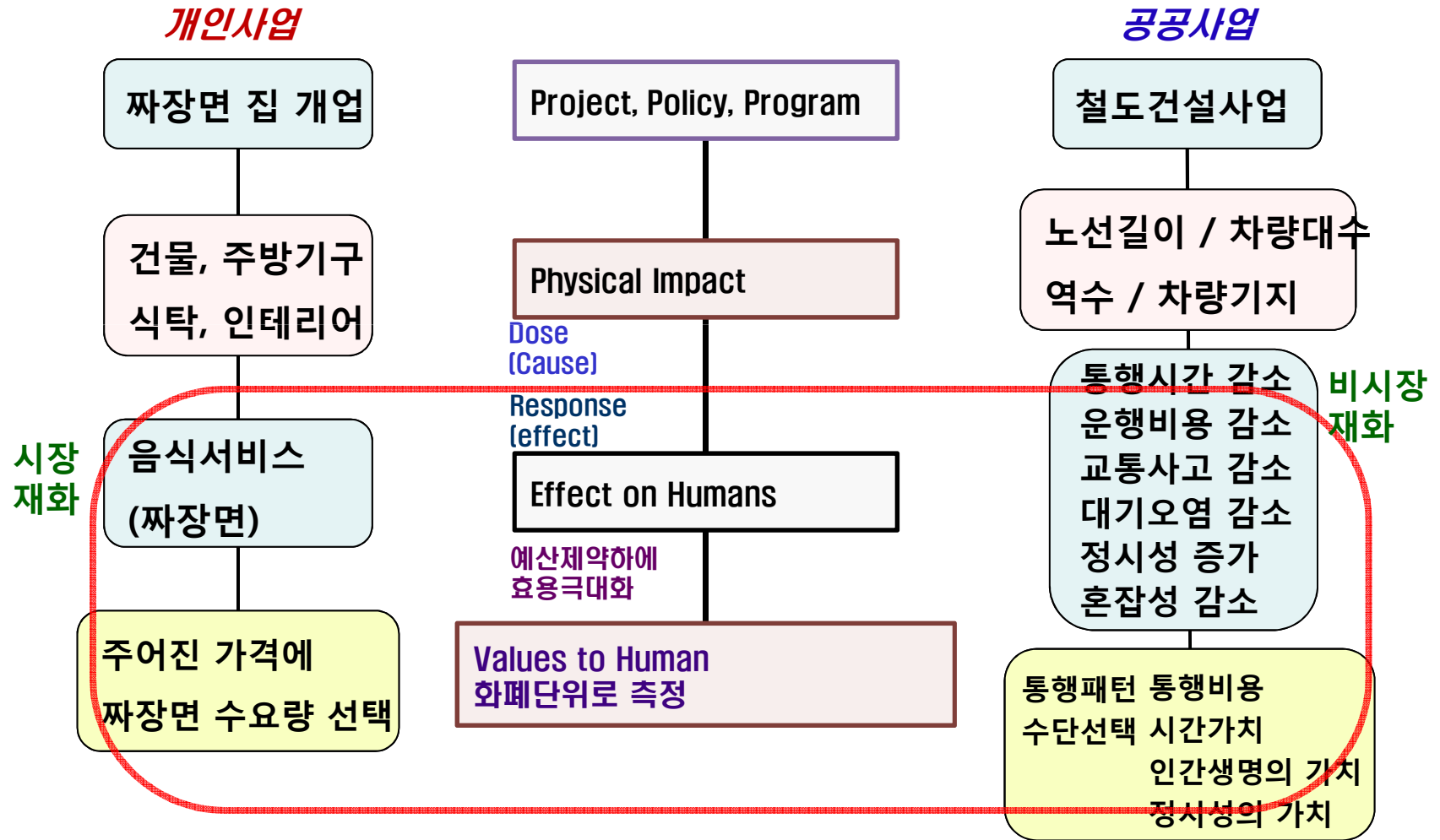
<표 V-1> 생물자원관의 주요기능과 경제적 가치 분류

가치 구분	주요 기능	주요 내용
비사용 가치	조사 및 연구	호남권 고유·자생생물의 발굴 및 조사와 생물자원 분포DB 구축 국내외 생물자원분야의 네트워크 형성
	표본 확보 및 수장	분류군별 표본제작 및 수장과 관리 인천본관의 표본 분산관리
사용가치	전시	상설전시관, 기획전시관 생물자원 관련 회의실 및 세미나실
	교육 및 체험	수요자 중심의 체험·참여유도의 차별화된 교육프로그램

잠재적 영향 식별과 정량화—조건부 상품 정의

- 공공사업의 물리적 측면도 중요하지만 이를 이용함으로써 개인들에게 미치는 영향이나 효과에 대한 기능적 측면 기술 중요- cause/effect
- 당시의 국민들이 가치를 부여하지 못하는 잠재적 영향은 의미가 없다
 - 사적 vs. 사회적 영향
 - 긍정적 vs. 부정적 영향
 - 유형적 vs. 무형적 영향
 - 직접적 vs. 간접적 영향
 - 사용적 vs. 비사용적 측면의 영향
 - 잠재가격과 매몰비용
- 대상 재화나 서비스와 관련된 대체시설 등을 충분히 고려
- 공공사업으로 인한 영향이 비시장재적 성격을 띤다
 - 비시장 가치평가 기법 적용

에타사업의 평가항목 식별—CVM 조건부 상품 정의



도로·철도사업 시행에 따른 편익항목과 평가기법

구분	편익항목	현재 적용여부	현재 적용기법	경제학자들 적용기법
사용자 편익	차량운행비용 절감편익	적용	비용절감법	비용절감법 여행비용접근법 조건부가치측정법 교통수단 선택실험법
	통행시간 절감 편익	적용	비용절감법	
	여행 쾌적성	미적용		
	혼잡성	미적용		
	정시성	미적용		
환경개선 편익	교통사고 감소 편익	적용	피해함수접근법 비용절감법	회피행위접근법 특성임금접근법 특성가격접근법 조건부가치측정법
	대기오염 감소 편익	적용	피해함수접근법 비용절감법	
	소음 감소편익	적용	피해함수접근법 비용절감법	
	온실가스 감소편익	미적용	피해함수접근법 비용절감법	
사용자 비사용자	선택가치	미적용		조건부가치측정법
	비사용가치	미적용		조건부가치측정법

- 편익항목 추가시 한 개인이 공공사업에 부여하는 총가치를 측정한다는 것은
유념할 필요있음

비시장재의 가치평가방법의 분류

선호 연계 방법		가치측정방법
물리적 연계 (오염도와 피해간의 관계)		피해함수접근법 (Damage Function Approach) 대체비용접근법 (Replacement Cost Approach) 비용절감접근법 (Cost of Savings Approach)
행태적 연계 (피해에 대응한 개인 들의 효용극대화 선택 -선호에 기초)	시장접근법	시장수요접근법 (Market Demand Approach)
	현시선호접근법 (RP)	여행비용접근법 (Travel Cost Approach) 특성가격접근법 (Hedonic Price Approach) 회피행위접근법 (Averting Behavior Approach)
	진술선호접근법 (SP)	조건부가치접근법 (Contingent Valuation Method) 조건부순위접근법 (Contingent Ranking Method) 조건부행위접근법 (Contingent Behavior Method)
	편익이전	가치이전, 함수이전, 메타분석

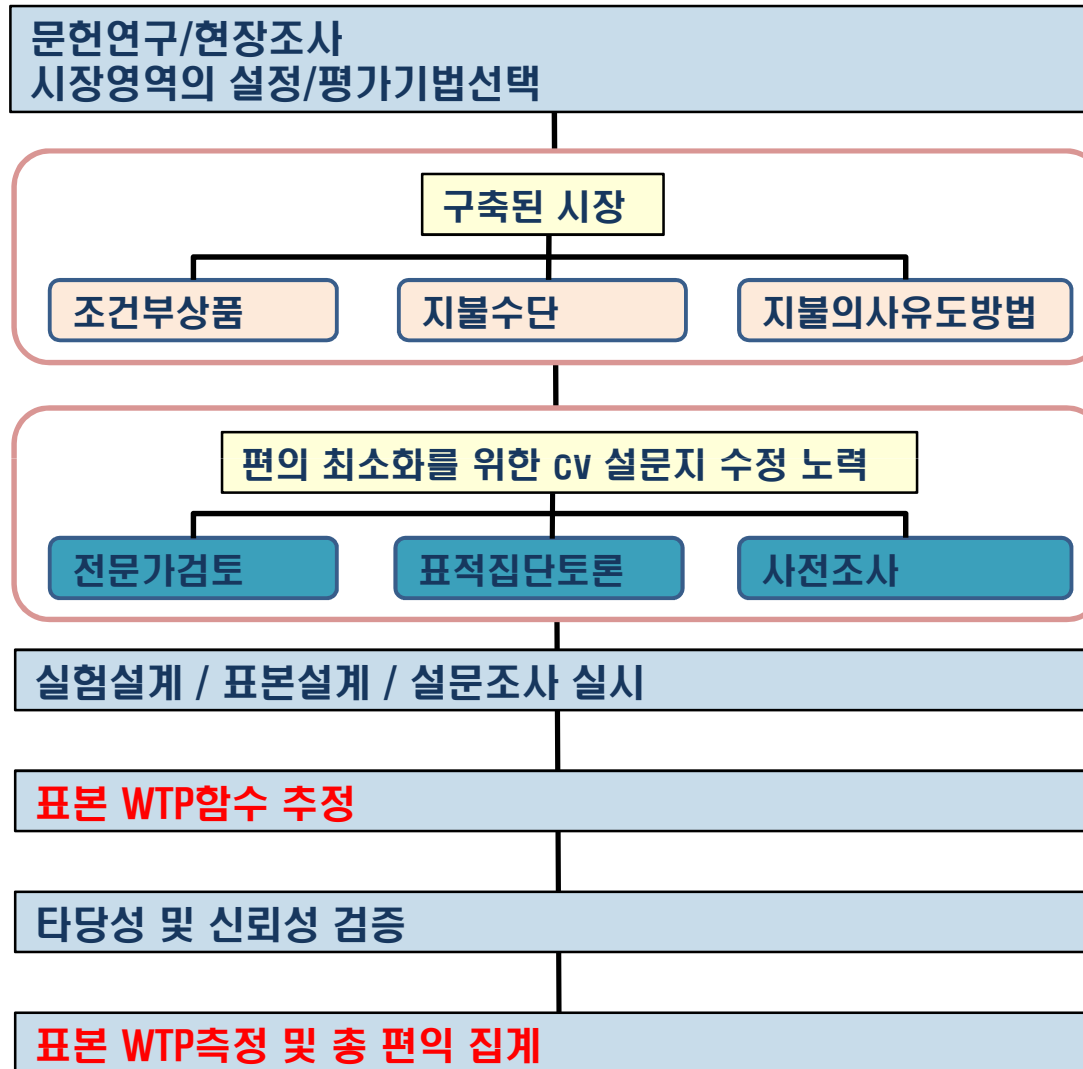
- 물리적 연계접근법이나 현시선호접근법은 사용가치 측정에 적절
- SP, CVM: 직접 WTP를 질문하거나 WTP함수 추정에 기초하여 총가치 측정
- 개인들 선호와 WTP의 다양성과 이질성 반영

정량화된 영향을 비용과 편익으로 화폐가치화

● 조건부가치측정법(CVM)

- 비 시장가치 평가기법 중 진술선호접근법의 대표적인 평가기법—
무형적, 공공재적 성격의 편익, 비사용가치 포함 총가치 측정 가능
- 평가대상 사업의 with and without 상황에 대한 가상적 시나리오를 설정하고 개인들의 지불의사를 직접 질문하여 총 가치를 측정
- 후생경제이론에 가장 근접한 지불의사(WTP) 측정방법
- 사후적(ex post) 평가보다는 사전적(ex ante) 평가에 더 적절
- 1960년대 처음사용, 1970년대 중반 이후 활발하게 사용됨
- 1989년 Exxon Valdez 사건—Blue Ribbon panel
- NOAA CVM 적용 가이드라인
- 여러 상황에 유연하게 적용가능하나 여러 편익(bias)에 노출 가능성

CVM의 연구단계와 단계별 수행내용



CVM 가상 시나리오 설정—정의와 영향 식별 단계

● CVM시나리오의 3요소

- 조건부 상품 : 예타사업의 물리적 측면 뿐만아니라 개인들에 미칠 영향이나 효과를 알기 쉽게 설명하는 것이 중요 - 보기카드 작성
- 지불수단 : 대상 재화에 대한 WTP를 지불하는 방법
 - 소득세 , 요금인상
 - 지불기간과 지불빈도 설정도 중요
- 지불의사 유도방법 : WTP로 질문, 제시금액에 대한 양분 선택형 (예/아니오) 질문 -WTP 함수 모형이 복잡해짐

● 설문지 구성:

- 응답자들의 태도 및 지식관련 질문, 사용과 경험,관련 질문, CVM 문항, 후속질문(지불 거부 요인파악), 인구통계학적 질문

CV 가상시장 구축을 위한 기본 구성요소

구성 요소		주요 포함 내용	환경위성 사업 사례
평가대상 재화에 대한 설명 (Contingent Commodity)	내용적 정의 (Substantive Definition)	속성(Attributes): 공공 재화나 서비스의 속성이나 특성 정의	대기오염 정보개선
		상황이나 배경(context): 왜 국민들이 평가대상 서비스에 관심이 있는지에 대한 설명	건강상 피해감소, 농작물 피해감소, 기업 피해 감소 등
		변화의 원천 (source of change)	PM, 오존, 황사피해 증가 월경성 오염 증가
	형식적 정의 (Formal Definition)	준거 및 목표수준 (reference & target level), 혹은 변화량	정확도 20% 개선
		변화의 범위(extent of change): 서비스 제공의 시간적·공간적 범위	매 6시간에서 매 시간 전국적으로 대기오염 정보 공급
		변화의 시기 및 기간	2017년부터 10년간
	공급의 확실성 (실현가능성)	탐재 기술적 어려움 있음	
공급방식에 관한 설명 (Provision Rule)		평가대상 공공재나 서비스가 어떻게 공급되는가에 대한 설명 - 즉 평가 비시장재는 대상 공공투자사업과 연계되어 평가됨	정지궤도 지구환경위성 사업에 대한 설명
지불방법에 관한 설명 (Payment Vehicle)	내용적 정의 (Substantive Definition)	속성: 주로 화폐, 시간, 고통 노력 등으로 지불가능	화폐(세금)
		context: 소득세, 사용료, 입장료 등	소득세 인상, 우주과학기금
		포함그룹(Constituency): 가구당, 개인별	가구당 지불
	형식적 정의 (Formal Definition)	준거 및 목표수준: 대체로 증가분으로 표시	연간 5,000원
		extent: 연간/월간, 한번만 지불, 5년간 지불	연간, 5년간
		지불시점	소득세 납부시점
	지불의 확실성 (전략적 편의?)		

목적: 자생/고유 생물자원 수집, 조사, 수장, 연구, 분석

<p>어 류</p>	 <p>수수미꾸리</p>	 <p>꼬치동자개</p>	 <p>얼룩새코미꾸리</p>	 <p>여울마자</p>
<p>조 류</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 전국에서 관찰가능한 조류종이 다 분포 • 멸종위기의 천연기념물 조류가 상주 지역에서 관찰되고 있음 			
<p>곤충류</p>	 <p>흰꼬리수리</p>	 <p>원앙</p>	 <p>재두루미</p>	 <p>흑두루미</p>
<p>포유류</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 전국에서 관찰된 곤충류의 75% 정도가 유역에서 관찰됨 			 <p>큰바다사자</p>
<p>수생식물</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 수생식물  <p>붕어마름</p>	 <p>생이가래</p>	 <p>넉가래</p>	

생물자원관 주요시설의 기능설명



<h2>연구 · 조사</h2>	<h2>표본확보 · 소장</h2>
<p>낙동강 고유 · 자생생물의 발굴 및 조사와 생물자원 분포DB 구축 국내외 생물자원분야의 네트워크 형성</p> 	<p>분류군별 표본제작 및 수장과 관리 인천국립생물자원관의 표본 분산관리</p> 
<h2>전시</h2>	<h2>교육</h2>
<p>상설전시관, 기획전시관 생물자원 관련 회의실 및 세미나실</p> 	<p>수요자 중심의 체험 · 참여유도의 차별화 된 교육프로그램</p> 

CVM 설문지 수정 및 조사설계

● 표적집단토론과 사전조사

- 표적집단토론회 : 10-12명 소 그룹으로 1-2시간 토론회
CVM설문지의 각 요소 논의 - 설문지 수정
- 사전조사 : 30-100명 정도의 잠재적 응답자,
 - 개방형 질문 - 제시금액 분포선정
 - 지불거부 요인 도출

● 제시금액설계

- 사전조사에서 도출된 WTP 분포의 15%에서 85% 범위
- 양분 선택형 질문에 대한 4내지 6가지 제시금액을 설계
- 표본에 제시금액을 무작위로 배분
- 편익산정을 위한 단순모형 추정 - 제시금액분포가 매우 중요

CVM 표본설계

- 표본설계 및 본 설문조사 실시
 - 목표모집단의 설정: 시장영역의 설정
비사용가치 포함시 잠재적 수혜자 파악 노력
 - 사용자 vs. 비사용자 ; 사용가치 vs. 비 사용가치
 - 현재 전국을 모집단으로 (?) - 계층화된 확률표본-성별, 연령비율
 - 최소 400부 이상, 높은 지불거부 고려 1,000부 설문
 - 소득세, 가구 설문 누가 응답--세대주나 배우자
 - 지역적 특성이 있는 사업--사업예정지 인근지역과
원거리 지역의 설문배분 비율이 달리
 - 대인 면접법 - 면접원 훈련
 - 본조사 실시: 설문 응답율 조사, 직업군 다양화, 검증과정 필수

WTP 함수 추정: 양분선택형 CV 응답

- **Random Utility Model: Utility Difference Function**

$$\Delta v_i = v_i(m_i - A, S_i, z = 0, \eta_{i1}) - v_i(m_i, S_i, z = 1, \eta_{i0}) > 0$$

- **Random WTP Function: Expenditure Difference Function**

$$WTP_i = e(w_i, z = 0, v_i) - e(w_i, z = 1, v_i) = \alpha + \gamma S_i + \eta_i$$

- **Single-Bounded Dichotomous Choice Question 'Yes/no' response**

$$\ln L = \sum_{i=1}^N [I_i \cdot \ln(\Phi(X_i \beta^*)) + (1 - I_i) \cdot \ln(1 - \Phi(X_i \beta^*))]$$

- **Double-Bounded Dichotomous Choice Question: Efficiency gains, but more bias**

Yes/yes, Yes/no, No/yes, No/no responses

$$\begin{aligned} \ln L = & \sum_{i=1}^N [(I_{1i} I_{2i}) \ln \Phi_{\epsilon_1 \epsilon_2} \left(-\frac{A_{1i} - \alpha_1 - \gamma_1 S_i}{\sigma_1}, -\frac{A_{2i} - \alpha_2 - \gamma_2 S_i}{\sigma_2}, \rho \right) \\ & + I_i (1 - I_{2i}) \ln \Phi_{\epsilon_1 \epsilon_2} \left(-\frac{A_{1i} - \alpha_1 - \gamma_1 S_i}{\sigma_1}, \frac{A_{2i} - \alpha_2 - \gamma_2 S_i}{\sigma_2}, -\rho \right) \\ & + (1 - I_{1i}) I_{2i} \ln \Phi_{\epsilon_1 \epsilon_2} \left(\frac{A_{1i} - \alpha_1 - \gamma_1 S_i}{\sigma_1}, -\frac{A_{2i} - \alpha_2 - \gamma_2 S_i}{\sigma_2}, -\rho \right) \\ & + (1 - I_{1i})(1 - I_{2i}) \ln \Phi_{\epsilon_1 \epsilon_2} \left(\frac{A_{1i} - \alpha_1 - \gamma_1 S_i}{\sigma_1}, \frac{A_{2i} - \alpha_2 - \gamma_2 S_i}{\sigma_2}, \rho \right)] \end{aligned}$$

- **Nested Hypotheses**

$$H_0 : \rho = 0, \quad \beta_1 = \beta_2, \quad \sigma_1 = \sigma_2$$

CV응답의 계량경제학적 분석—WTP함수 추정

● 생물자원관 건립에 대한 지불의사(WTP)함수 추정치

	모형(1)	모형(2)	모형(3)	모형(4)
상수항	3.729 (3.952)***	1.039 (4.012)***	2.288 (1.112)***	0.639 (1.137)***
거리	-0.0185 (-2.661)***	-0.0055 (-2.885)***	-0.0209 (-3.002)***	-0.0061 (-3.264)***
교육수준			0.219 (1.994)**	0.0589 (1.978)**
람사회의 개최도시 인지			2.313 (3.024)***	0.677 (3.282)***
유사시설에 대해 들어봄			1.848 (2.403)***	0.538 (2.583)***
생물자원 보전에 대한 태도			-0.578 (-1.513)	-0.157 (-1.511)
Sigma ()	8.002 (7.881)***	2.187 (9.100)***	7.646 (8.044)***	2.077 (9.376)***

CVM 자료의 계량경제학적 분석

● WTP 함수추정

양분선택모형 CV 응답자료—probit이나 logit 모형 적용

● CVM 타당성 검증 및 표본 WTP 산정

● WTP 함수의 계수추정치를 사용하여 표본 WTP 평균이나 중앙값 계산

- 함수형태의 선택, 확률분포의 선택
- (-) WTP의 가능성과 그 처리?
- 지불거부(protest bids) 혹은 지불 저항자들의 식별과 처리

● CV 설문자료의 타당성 검증

- 제시금액이 커질수록 '예'의 비율이 작아지는지?
- WTP 함수에 영향을 미치는 요인들이 경제이론이나 기존문헌과 일관성이 있는지 점검.
- 표본 WTP와 사업예정지로부터 응답자들의 거주지 거리의 관계

표본 WTP 측정: 가구당

● 표본 지불의사(WTP) 측정치

		모형(1)	모형(2)	모형(3)	모형(4)
WTP 표본 집중경향치 ^a		1,244 (3.102) ^{***}	1,373 (9.669) ^{***}	1,286 (3.375) ^{***}	1,377 (10.276) ^{***}
95% 신뢰구간		439-1,998	1,113-1,673	532-2,012	1,137-1,656
가구당 표본WTP (원)	~ 50km이내 ^c	3,267	2,463	3,546	3,046
	51 ~ 100km	2,342	1,871	2,501	2,245
	101 ~ 150km	1,417	1,421	1,456	1,655
	151 ~ 200km	492	1,080	411	1,220
	200km이상	0	819	0	914

모집단 설정 방법에 따른 총편익 산정

- 표본 WTP 집중 경향치를 모집단에 걸쳐 집계(Aggregation):

$$\text{총편익 (TV)} = N \cdot \overline{WTP},$$

- 모집단 설정 방법에 따른 전라북도 도립공원 총편익 (단위 : 억원)

		모악산	선운산	마이산	대둔산	
WTP 표본평균		8,247원	4,656원	5,107원	5,082원	
연간 탐방객 수 ^a		2,241	1,312	771	593	
분석 표본 내 복수 방문비율		88%	58%	70%	66%	
방법 I	목표 모집단	사용가치 측정	926	931	501	398
		비사용가치 측정	전국 가구수 (=17,386)			
	연간 총편익	사용가치	32.1	16.5	7.9	7.1
		비사용가치	831.6	501.9	612.6	574.3
	자산가치		16,567	9,943	11,904	11,152
방법 II	잠재적 사용자그룹		1,238천명	4,877천명	4,185천명	4,433천명
	연간 총편익		102억원	227억원	214억원	225억원
	자산가치		1,959억원	4,355억원	4,100억원	4,312억원

맺는 말

- CVM은 수요추정(WTP 함수)과 편익산정(WTP 표본평균) 단계의 일관성을 유지하는 후생이론에 가장 근접한 비시장 가치평가 기법이다.
- 주의 깊게 설계되고 수행된 CVM 연구결과는 공공재적·무형적 편익이 주를 이루는 공공사업의 편익을 산정하는데 적절하게 적용될 수 있다.
- CVM 적용단계 중 가장 중요하고 신중하게 이루어져야 할 부분이 CV 가상시나리오 구축단계임. 공공사업 시행으로 개인들에게 미칠 영향이나 효과가 제대로 설명되고 전달되지 않는다면 아무리 세련된 계량분석단계를 거쳐 WTP를 측정하더라도 의미 없는 숫자의 편익을 도출할 수 있다.
- 공공사업이 개인들에게 미치는 영향의 식별과 정량화의 중요성
 - 문화, 정보화, 과학기술, R&D 사업의 영역에서 물리적 성과와 개인에게 미치는 영향에 gap이 존재
 - 다양한 평가항목 발굴이 필요

맺 는 말

- CVM은 개인들의 행동이 아니라 의도에 기초하기 때문에 실증연구 단계에서 여러 가지 편익에 도출될 우려가 있다. 그러므로 WTP함수 추정과 WTP 측정단계에서 가능한 한 보수적으로 접근할 필요가 있다. CVM 연구의 내적 및 외적 타당성과 신뢰성을 확보하려는 노력이 지속되어야 한다.
- 다양한 비시장 평가기법의 적용 노력
 - 현재 물리적 연계방법과 진술선호접근법을 주로 사용하고 있음
 - 개인들 선호와 WTP의 이질성 반영 노력
- CVM 연구결과 산정된 총편익에 의거한 B/C비율의 해석에 유의해야 한다. B/C 비율이 0.9와 1.2는 통계적으로 유의하게 다른 수치인가?
- 사업성과에 대한 불확실성이 크고 무형적, 공공재적 편익이 큰 R&D사업의 경우 B/C비율의 해석에 주의를 요함 - 주의 깊은 민감도 분석 필요.