

# New Approach using ISDM for Assessing the Impact of Climate Change



Research Center for Climate Change

Professor / Director

Seungdo KIM

# Who am I?



## 학력

연도	기관	전공	학위
1984	서울대학교	해양학	이학사
1992	Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, USA	환경공학	M.S.
1995	Univ. of Wisconsin-Madison, USA	환경공학	Ph.D.



## 경력

연도(부터~까지)	기관	직위(직명)
1988 ~ 1990	미국 Oak Ridge National Laboratory	연구원
1995 ~ 1997	한국환경기술개발원(한국환경정책평가연구원 전신)	책임연구원
1997 ~ 현재	한림대학교 환경생명공학과	교수
2004 ~ 현재	UNFCCC(기후변화협약) Expert Review Team	National Inventory Report 검토 팀장(Lead Reviewer)
2007 ~ 2010	POSCO	전문교수(기후변화분야)
2008 ~ 현재	기후변화연구센터	센터장
2009 ~ 2013	IPCC Emission Factor Database (EFDB)	Editorial Board Member
2009 ~ 2014	환경부 기후변화 특성화대학원(온실가스 배출통계분야)	총괄책임자
2015 ~ 현재	기후변화협약 협상 정부 대표	투명성 의제 담당
2009 ~ 현재	현대제철	사외이사

# 기후변화 주요 연구 실적

## ● 온실가스 및 기후변화 관련 연구 : 1997년부터 약 65건 수행

연도	제목	발주처	역할
2008~2009	국가 온실가스 배출계수 총괄관리방안 수립 연구 (검증 평가방법론 개발)	한국환경공단	총괄 연구책임자
2009	국가 및 배출원별 인벤토리 구축 및 관리방안	녹색성장위원회	
2010~2011	국가 온실가스 인벤토리 최적 관리체계 구축을 위한 로드맵 설정에 대한 연구	국가온실가스 종합정보센터	
2010	GHG-CAPSS 진단 평가를 위한 기획 연구	과학원	
2011	온실가스 감축을 위한 GHG-CAPSS 신뢰도 향상 연구(I)		
2011~2013	자원순환과정에서 발생하는 불소계 온실가스 관리 정책방안 마련을 위한 연구(불소계 온실가스 인벤토리 구축)	국가온실가스 종합정보센터	
2012~2014	온실가스 배출계수 관리 및 에너지 고정연소 폐기물 매립분야 검증 평가 기술개발	한국환경산업기술원	
2014~2015	<b>영흥화력본부 기후변화통합위기관리체계 수립 및 BCP 체계 구축</b>	남동발전	
2016~2019	고농도(N <sub>2</sub> O) 배출가스로부터 고순도 N <sub>2</sub> O 회수 및 정제 기술 개발 (위탁과제 : 탄소시장 진출 방안 마련 연구)	환경부 Non-CO <sub>2</sub> 사업단	위탁연구 책임자
2016~2020	저탄소 도시지향 폐자원 순환 복합플랜트 핵심기술 개발 (위탁과제 : 저탄소 도시형 복합플랜트 탄소중립 모델 개발)	국토해양부 플랜트 연구사업	위탁연구 책임자
2016	HFCs 촉매열분해를 활용한 이동처리 기술 개발	강원지역환경기술개발센터	연구책임자
2016~2017	강원도 적응기본계획 수립에 대한 연구	강원도	위탁연구 책임자

# 차례



I

통합적 접근 필요성

II

System Dynamics 소개

III

기후변화 분야 접근 방법론

IV

기후변화 적용 사례



통합적 접근 필요성

# 교토의정서와 파리협정 비교

항 목	교토의정서	파리협정
개최국	일본 교토 1997년 제3차 당사국총회(COP3)	프랑스 파리 2015년 제21차 당사국총회(COP21)
채택 및 발효	1997년 12월 채택 2005년 발효	2015년 12월12일 채택
대상 국가	주요 선진국 37개국	195개국 협약 당사국
적용시기	2020년까지 기후변화 대응 방식 규정	2020년 이후 신기후체제
목표 및 주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>선진국 37개국의 제1차 공약기간 중의 평균 배출량을 1990년 수준 보다 평균 5.2% 감축</li> <li>온실가스 감축 목표치 차별적 부여(선진국만 감축 의무)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지구 평균 온도 상승을 산업화 이전과 비교하여 2°C로 제한하며, 1.5°C까지 제한하는데 노력</li> <li>선진국과 개도국 모두 책임을 분담하여 감축 동참(모든 당사국 참여 방식)</li> <li>선진국은 2020년부터 개도국 기후변화 대응 사업 지원 목적으로 연간 최소 1천억달러 지원</li> <li>법적 구속력이 있으며 2023년부터 5년마다 당사국 감축 약속 이행검토</li> </ul>
접근방법	하향식	상향식
주요 진행 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 비준 거부, 캐나다 탈퇴, 일본 및 러시아의 기간 연장 불참 등 실질적 실패</li> <li>우리나라는 감축 의무 부과되지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우리나라는 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축 (자체 감축; 25.7%, 국제 탄소시장; 11.3%)</li> </ul>



## 전망

- ▶ 모든 국가가 감축에 참여하는 신기후체제에서는 **개도국 온실가스 감축사업**이 활기를 띠리라 예상됨
- ▶ 최빈국과 도서국가를 포함한 개도국 대상 기후변화 **적응사업**이 활성화되리라 기대됨
- ▶ 개도국의 감축과 적응에 대한 경험과 능력 부족으로 **개도국 역량 배양**이 주요 이슈
- ▶ 감축, 적응, 재정지원, 역량 배양이 제대로 목표 대비 차질 없이 진행되고 있는지 여부를 확인할 수 있는 **방법론 개발**이 주요 이슈

# 상향식 감축 이행 여부를 어떻게 객관화할 것인가?

## Questions

- ▶ 특정 국가가 보고한 감축량을 신뢰할 수 있는가?
- ▶ 감축수단이 실현 가능한가?
- ▶ 감축목표 달성을 위해 제시한 경로(Pathway)가 과연 적절한가?



**Transparency**

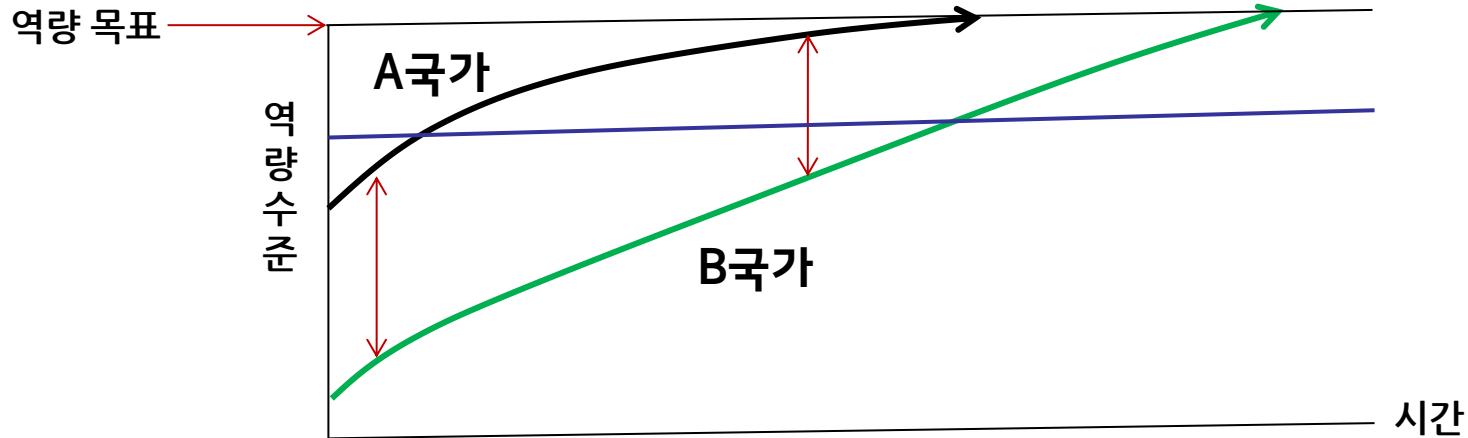
**MRV**

(Measurement, Reporting, Verification)

# 상향식 감축 이행 여부를 어떻게 객관화할 것인가?

## Problems

- 동일한 감축방법에 대해 동일한 감축량 산정 보고가 가능한가?
  - 동일한 감축량 산정방법 적용하면 되나, 국가별 자료 수준 및 관리체계 차이로 동일한 방법 적용에도 불구하고 감축량이 다르게 결정될 수 있음



## 일본 기후변화 분야 개도국 진출 사업모델

### JICA

- 사업주체로서 개도국 무상 지원사업으로 진행
- (사업명) Capacity Development for Climate Change Strategies in “Developing Country”

### 환경성

- 전문가 섭외 및 파견
- 지원사업 진행할 민간기업 선정
- MRV 수행

### 민간기업

- 온실가스 감축기술 이전
- 적응사업 추진 주체

### Project 유형

1. 기후변화 적응 전략수립 역량 강화
2. 국가 온실가스 인벤토리 구축 역량 강화
3. 감축과 적응의 통합 접근방법 역량 강화

- 온실가스 인벤토리 구축 통한 감축사업 도출
- 온실가스 감축기술 이전
- 적응 전략수립 통한 적응사업 도출

개  
도  
국

JCM/Credits

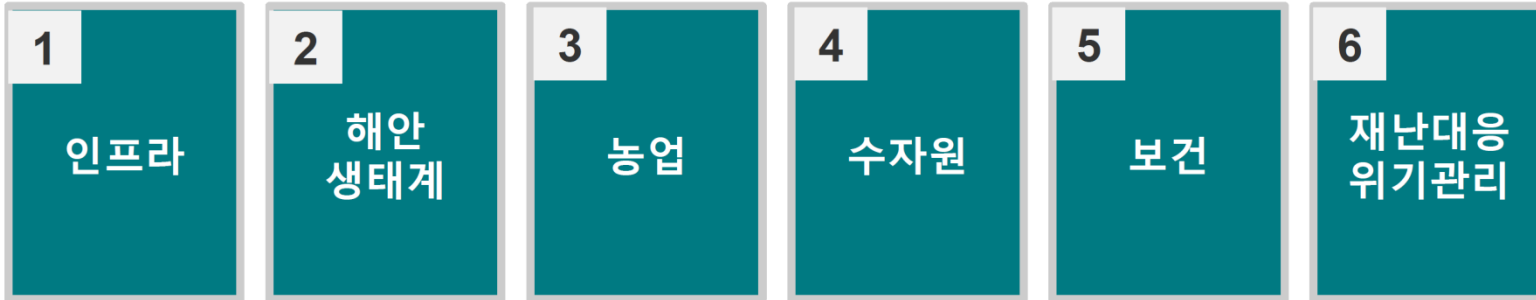
# 적응산업의 높은 성장률(%)

산업	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	평균
저탄소 발전	31%	30%	36%	40%	6%	26%	16%	6%	24%
CCS	-	-	145%	89%	319%	60%	49%	36%	116%
에너지 효율 및 수요관리	10%	8%	9%	-1%	6%	6%	2%	3%	5%
에너지 저장	1%	3%	5%	6%	4%	10%	13%	14%	7%
그린 빌딩	27%	24%	14%	-4%	-7%	10%	13%	11%	11%
수송	18%	6%	13%	-1%	13%	15%	9%	7%	10%
탄소시장	186%	101%	114%	6%	-2%	5%	-36%	-34%	43%
<b>적응</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>17%</b>	<b>31%</b>	<b>17%</b>	<b>14%</b>	<b>14%</b>	<b>30%</b>
컨설팅 및 엔지니어링	-1%	18%	7%	14%	-3%	8%	2%	3%	6%
기후산업 전체	22%	17%	23%	5%	5%	14%	5%	4%	12%

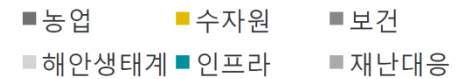
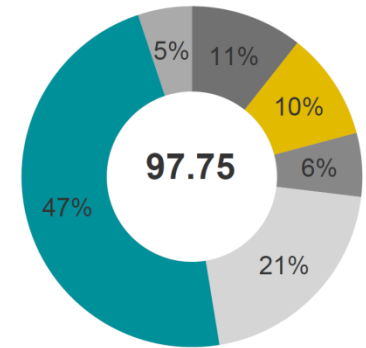
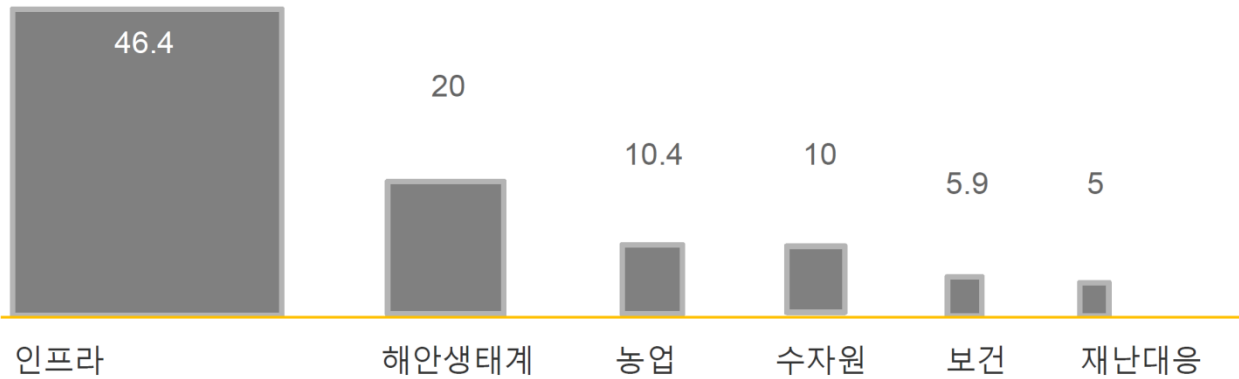
자료: EBI(2015), Climate Change Business Journal

# 기후변화 적응 취약분야 및 투자 수요

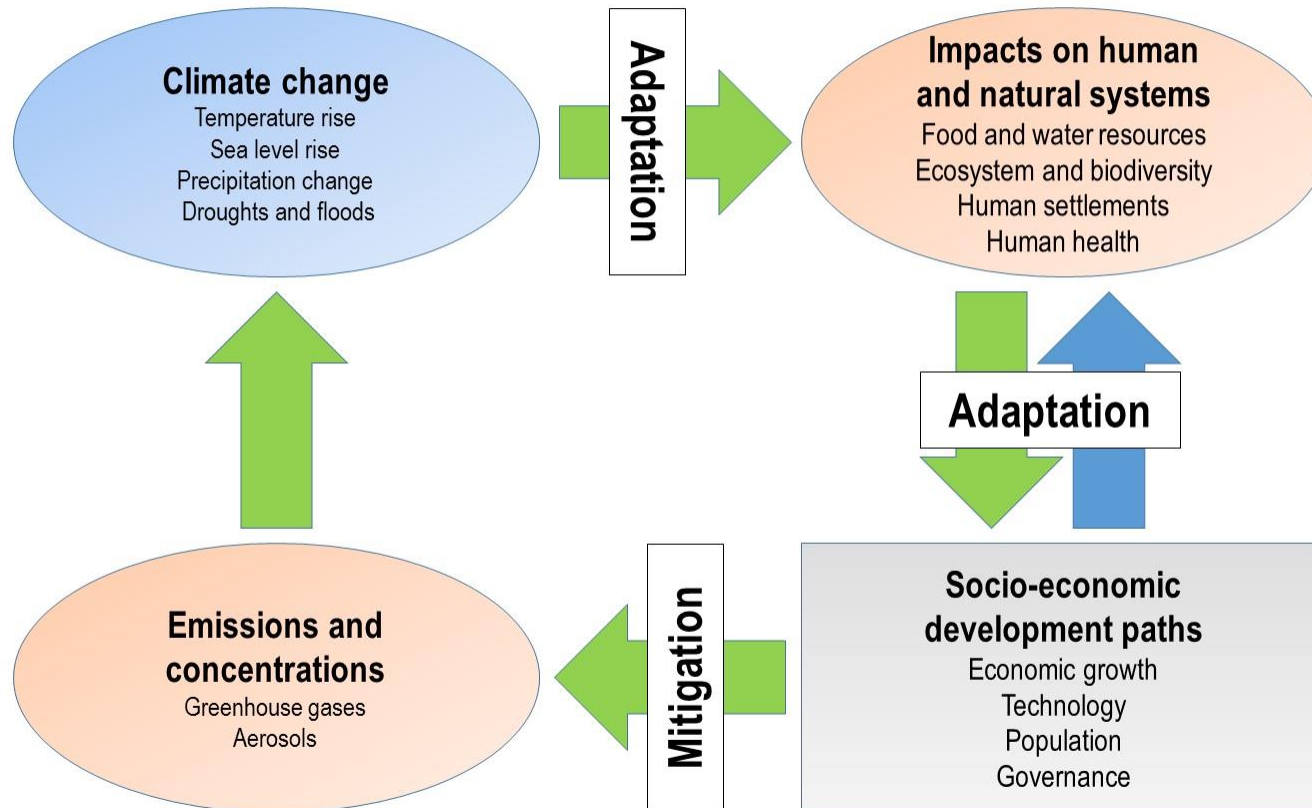
## 적응 6대 취약분야



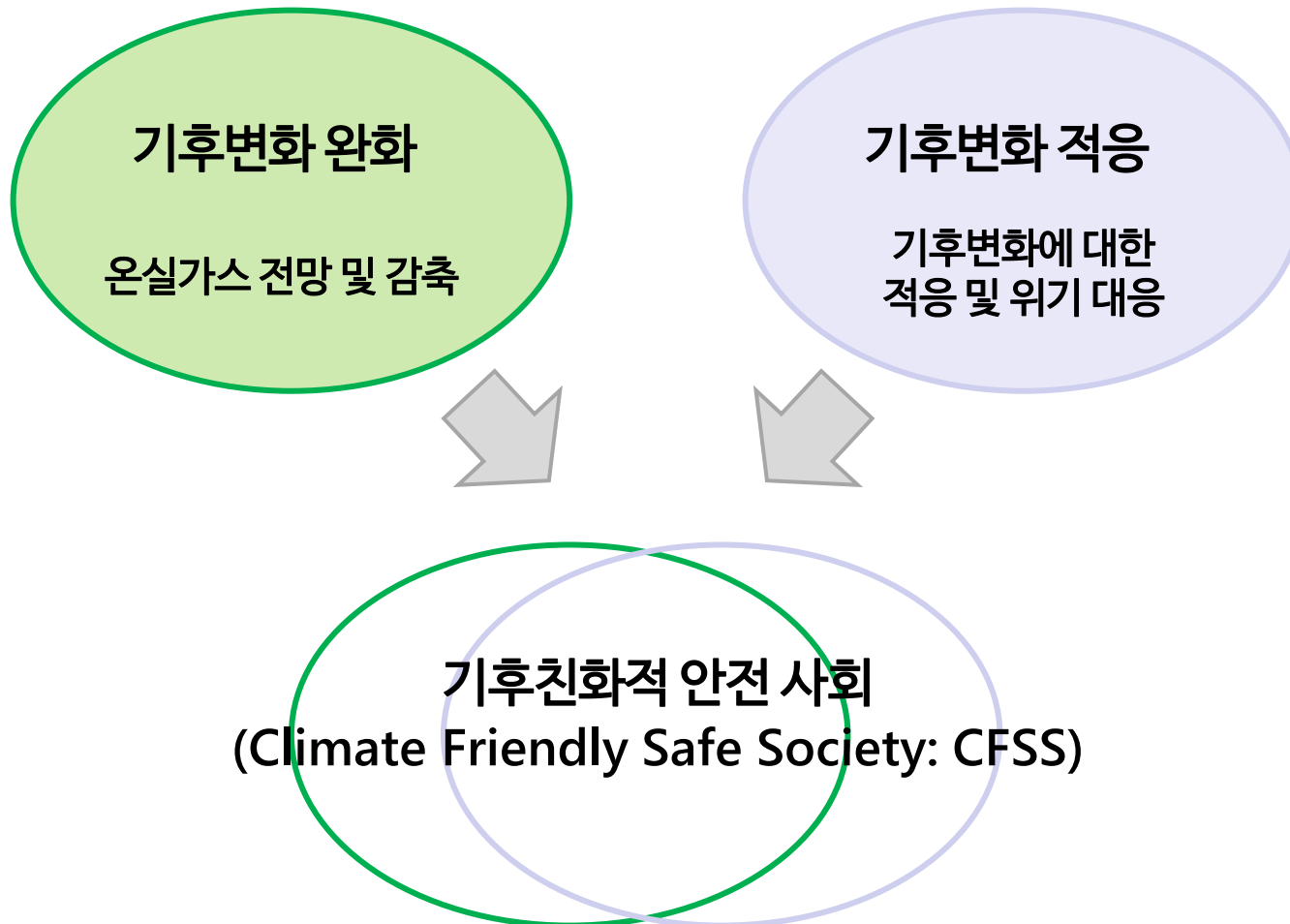
## 개발도상국 분야별 2030 기준 투자 수요 (bln USD)



## Climate Change – an integrated framework



## 완화와 적응이 통합된 기후친화 안전사회 확보



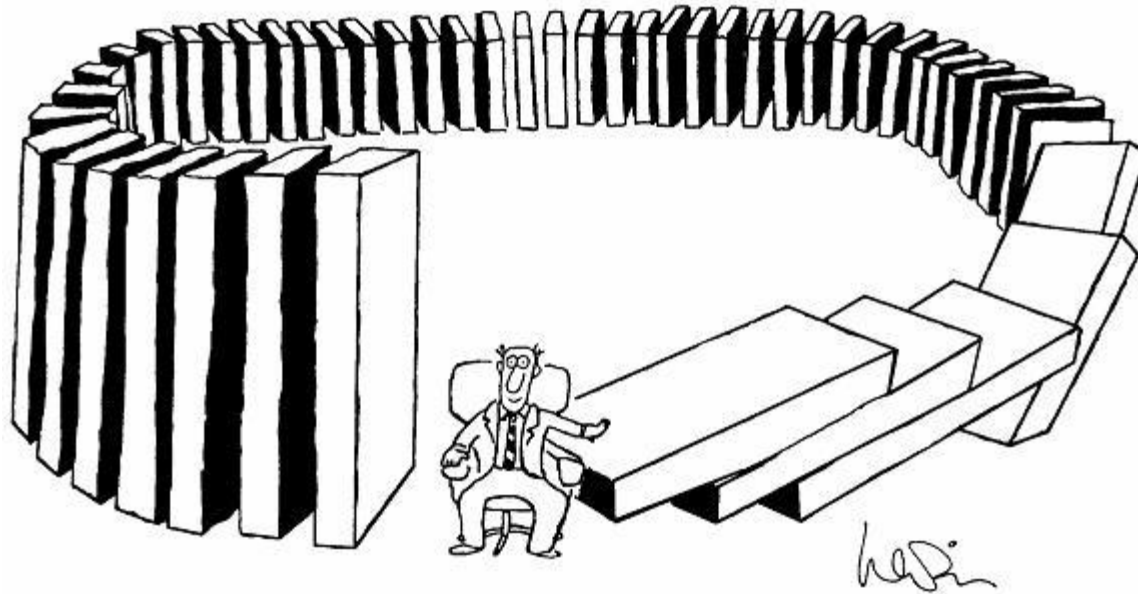


2

**System Dynamics 소개**

- 어떻게 합리적인 최적의 의사결정을 내릴 수 있는가?
- 의사결정에 영향을 주는 동인(Driving Force)은 무엇인가?
- 동인이 어떤 작용을 통해 의사결정을 내리게 하는가?
  - 동인이 서로 독립적인가? 또는 서로 영향을 주는가?
  - 의사결정으로 끝나는 것이 아니라 그 의사결정으로 다른 요인이 영향을 받고 그 영향이 새로운 의사결정을 초래하므로 최적이란 없고(단기적 최적은 존재 가능), 계속 의사결정은 동태적으로 변하는가?
- 객관적으로 의사결정을 지원할 수 있는 방법이 없는가?
  - 의사결정 지원시스템 개발

# System Dynamics?





## System Dynamics 기원

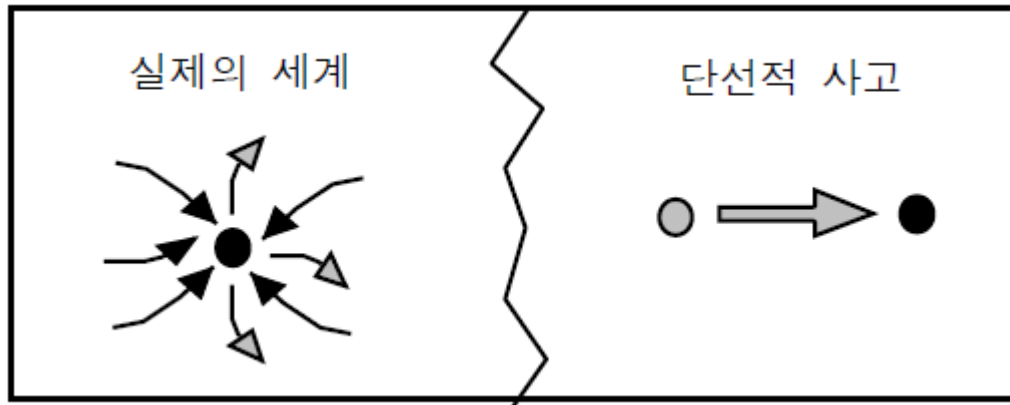
- SD는 1961년 MIT Forrester 교수가 산업체 재고량과 노동력의 불안정한 변화, 시장점유율의 감소 문제들을 다룬 **산업동태론**이 모태
- 공공정책, 공학, 기업 경영, 각종 **의사결정행위**에 대한 이해와 문제해결 방법으로 광범위하게 응용 발전

## 정의

- 동태적이고 순환적 인과관계의 시각으로 현상을 이해하고 설명하거나, 이러한 이해에 기초한 컴퓨터 모델을 구축하여 복잡한 인과관계로 구성된 현상이 어떻게 동태적으로 변해 나가는지를 컴퓨터 상에서 구현하는 방법론

## 문제 출발 : 단선적 사고

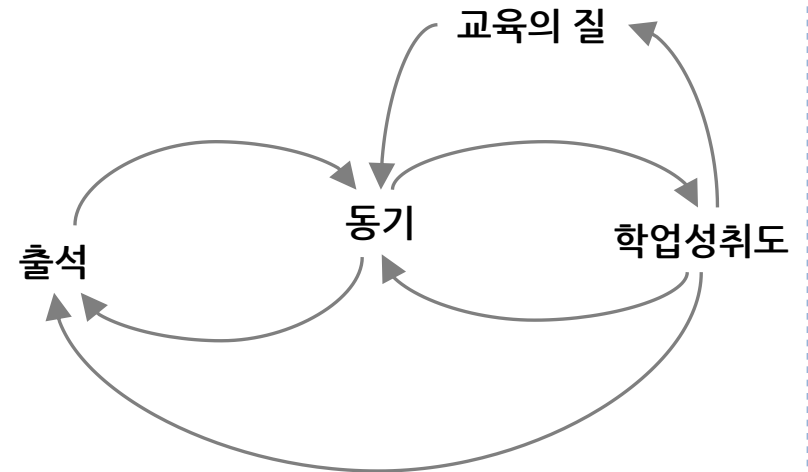
- **(단선적 사고)** 지구온난화는 대기 중의 온실가스 증가에 의한 것이므로 온실가스 감축만 하면 지구온난화는 해결할 수 있다는 접근 방식;  
 단선적 사고를 수학적으로 표현하면 **다중회귀방정식**으로 단선적 사고는 다음과 같은 가정에 기초하고 있음
  - 인과관계가 단일 방향으로 진행, 즉 독립변수가 종속변수에만 영향을 미침
  - 독립변수들이 서로 독립적이라는 가정
  - 요인들 간의 상대적 중요성이 고정되어 있음
  - 요인들이 어떻게 종속변수에 영향을 주는지에 대한 메커니즘은 중요하게 여기지 않음



### 일방향의 단선적 인과관계



### 내부순환적 환류 인과관계



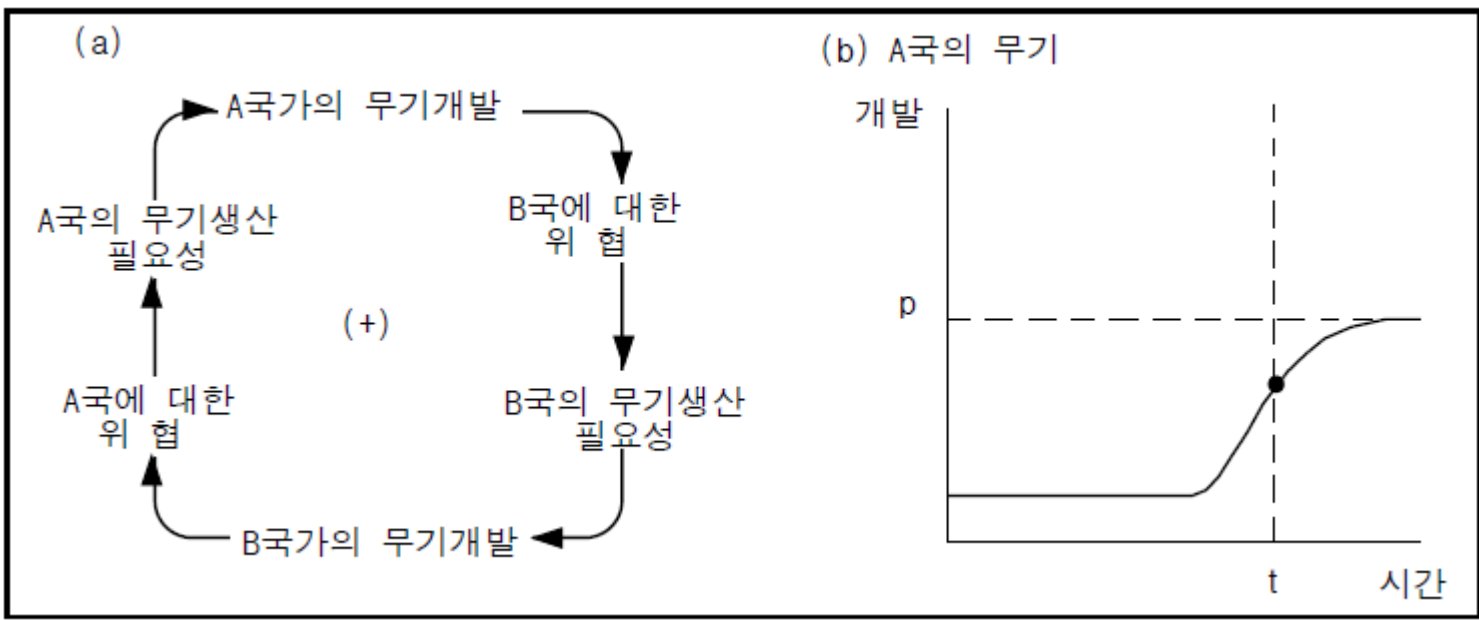
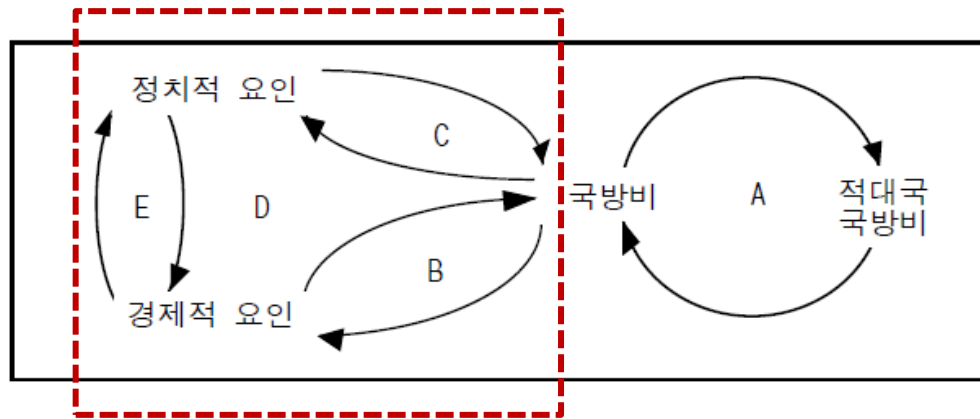
# 대안 : 시스템 사고



## 접근 방법론

- **(환류적 사고)** 문제 요인들의 순환적 인과관계(Circular Causality)와 환류구조(Feedback Loop) 관점에서 이해 접근
  - 종속변수 및 독립변수 구분은 없어지며, 모든 인과관계도 순환적 관계로 귀결되고, 문제 요인 간의 상호의존적 관계에 대한 연구
- **(동태적 사고)** 문제 요인들이 시간과 상황에 따라 변화되는 동태적 관점에서 접근
  - 시간과 상황에 따라 요인들 간의 상대적 중요성이 변화
- **(사실적 사고)** 문제 요인들이 어떻게 문제를 초래했는지 원인 규명
- 통합적 사고와 분석적 사고의 조화
  - 전체를 보고 가까이서 부분을 보는 접근법, 즉 숲을 보고 나무를 볼 것을 강조

# 동태적 접근에 의한 예측기법



## System Dynamics

System Thinking

Computer Simulation


Structure(구조)

Behavior(행태)

- ✓ Cause and Effect
- ✓ Feedback
- ✓ Stock, Flow, Delay

### ✓ Modeling

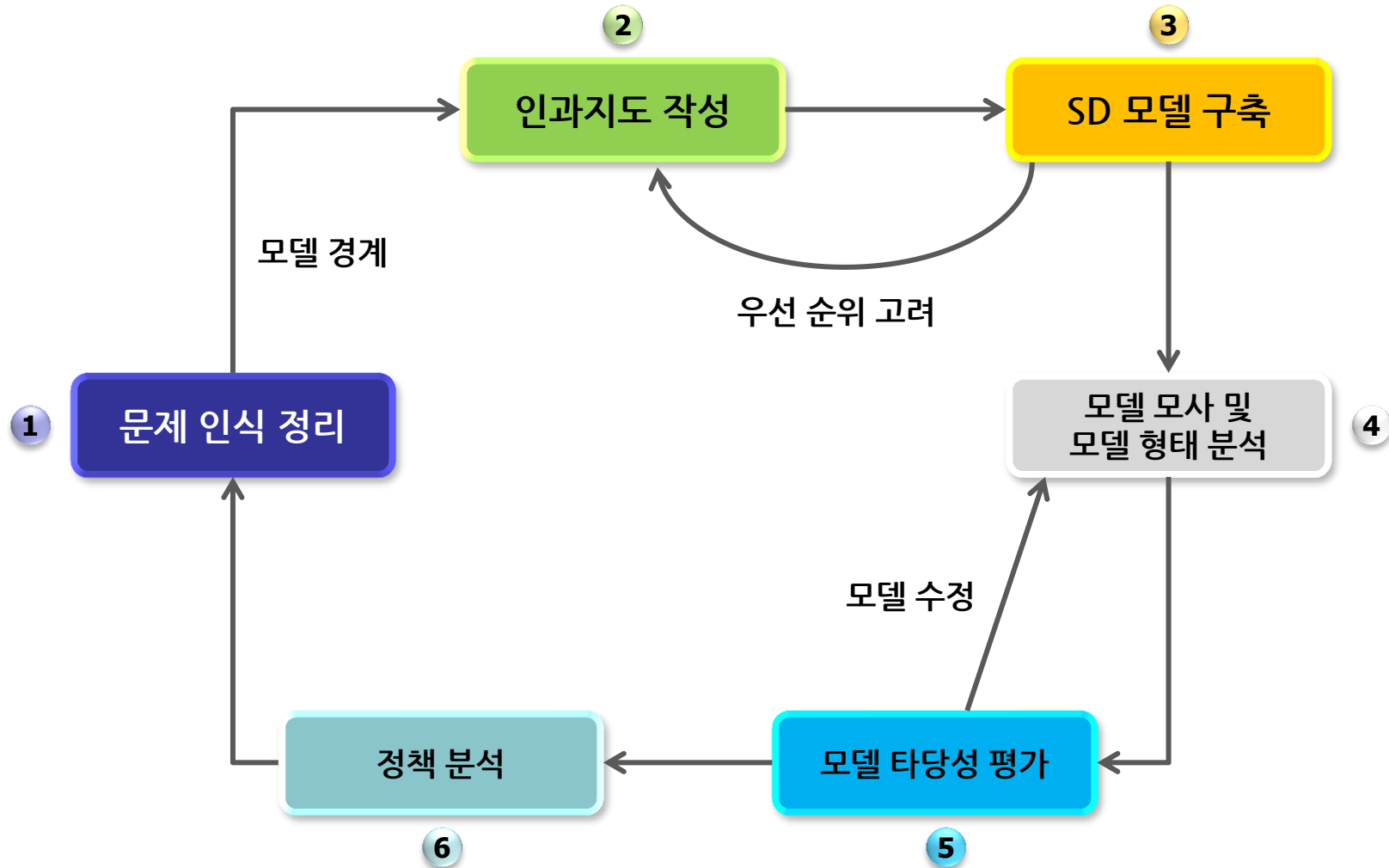
- 이해하기 쉽고, 현재의 구조를 정확히 반영
- 상호간의 인과관계 및 Feedback 구조 반영

-  Exponential Growth
-  Goal-Seeking
-  Oscillations
-  S-Shaped

### ✓ Simulation

- 시간의 경과에 따른 구조의 형태 분석
- 발생된 문제의 해결 포인트 파악

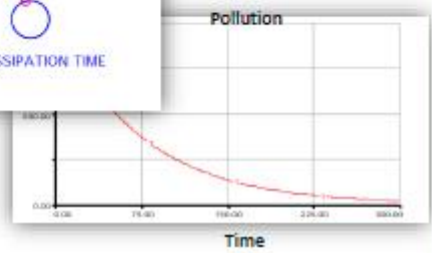
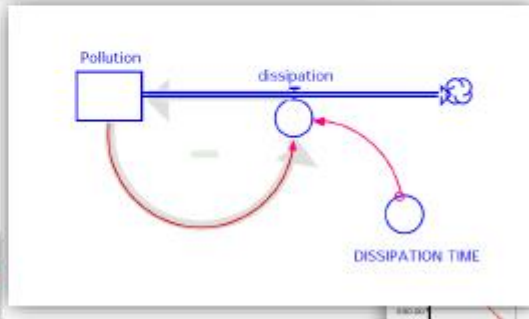
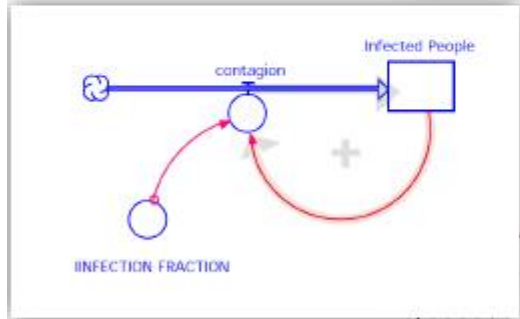
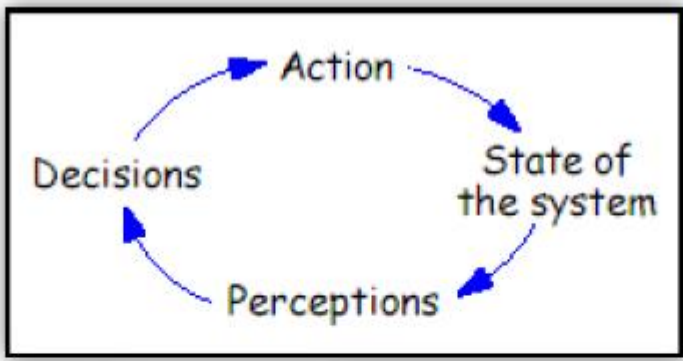
# System Dynamics Model 구축 절차



■ System Dynamics Model의 목적은 시스템 내의 현상을 인과관계로 규명하여 시스템을 이해하고, 시스템 작동 동인(Driving Force)을 파악하는데 있음

- 시스템을 구성하는 주요 요소(Component)를 결정하고, 요소들 간의 상호 작용을 이해하고, 동태적으로 어떻게 변화되는가를 관찰
- 그러므로 여러 시나리오를 가상하고, 그 시나리오에 따른 영향을 보여줌으로써 정책 및 의사결정 지원이 가능
  - 어떤 정책을 구현했을 때 결과 추정이 가능하므로 정책효과를 파악하는데 주요 수단으로 활용 가능
  - 동적인 정책 수단 개발 가능

# System Dynamics Simulation 의사결정 지원





3

## 기후변화 분야 접근 방법론

# Integrated Assessment Model



- S. P. Simonovic, Professor of University of Western Ontario, Director of Institute for Catastrophic Loss Reduction

## ■ Global Change or Climate Change?

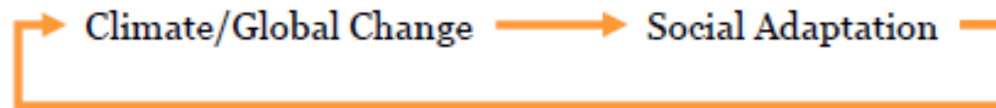
- 현재 기후변화는 자연계(Natural System)뿐만 아니라 사회·경제 시스템(Socio-Economic System)에도 영향을 미치며 상호 의존적 관계를 보이고 있기 때문에 기후변화의 과학적 관점과 기후변화의 사회 경제적 관점을 통합적으로 접근해야 하므로 Global Change가 적합



통합평가모델(Integrated Assessment Model) 개발

# IAM simulating GLOBAL CHANGE

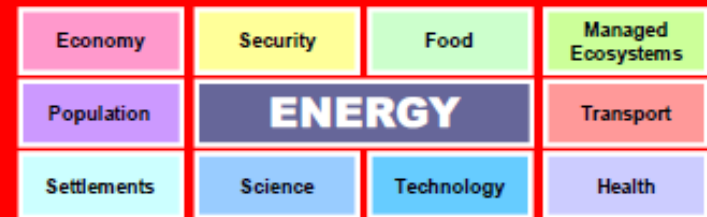
Feedback System



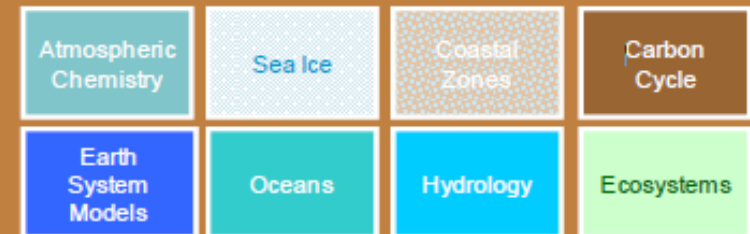
Understanding → better policy

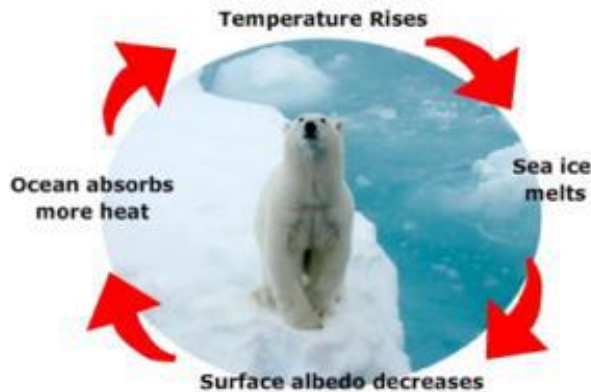
- **Integrated Assessment(IA) Models simulate "Global Change"**
- Focus on human-environment connections
- Clarify feedbacks between climate, energy, economic etc. policy alternatives
- Provide insight unavailable from disciplinary science

## Human Systems



## Natural Earth Systems





## ➤ Strong Positive Feedbacks

(Amplification of the surface temperature response)

- Higher temperature → Warming oceans → Increase in evaporation → Water vapor increase → Temperature increase
- Higher temperature → Snow and ice melt → Large absorption of sunlight → Temperature increase
- Higher ocean temperature → Less algae → More heating → Temperature increase

- ▶ System Dynamics Model 적용이 적합한 분야 특징
  - ❑ Fuzzy, not-well defined environments;
  - ❑ Limited data;
  - ❑ Large-scale complex and dynamic systems;
  - ❑ Feedback systems;
- ▶ 기후변화 분야가 이러한 특성을 가지고 있는가?

- 기후변화의 글로벌 모델링은 기후체계의 복합적 특성과 동적인 행태로 인하여 용이하지 않음
  - 기후, 인구, 토지 사용, 에너지, 경제, 정책 등의 복합적 요인의 영향을 받음
- System Dynamics Model은 복합적 인과관계와 동태적 특성을 지닌 기후 변화 적응 분야를 해석하는데 적합한 모델 중 하나로 여겨짐
  - 정량적 결과 보다는 정성적이고 경향성 파악에 강한 장점
- System Dynamic Model은 통합적 관점에서 경향을 파악하여 의사결정을 지원에는 유리하나, 미래의 정량적 결과를 요구하는 경우에는 기존 모델과 비교하여 취약할 수 있으므로 기존 모델과 상호 보완할 필요가 있음

## Steps for Developing Integrated System Dynamics Model

1. Develop system dynamics-based model of society-biosphere-climate system
  2. Provide support for communication between the science and policy communities
  3. Examine the effects of climate change on socio-economic and environmental sustainability through the model output
- Need interdisciplinary team
    - Systems modelling – engineering
    - Climate policy – geography and political science
    - Economics - economics



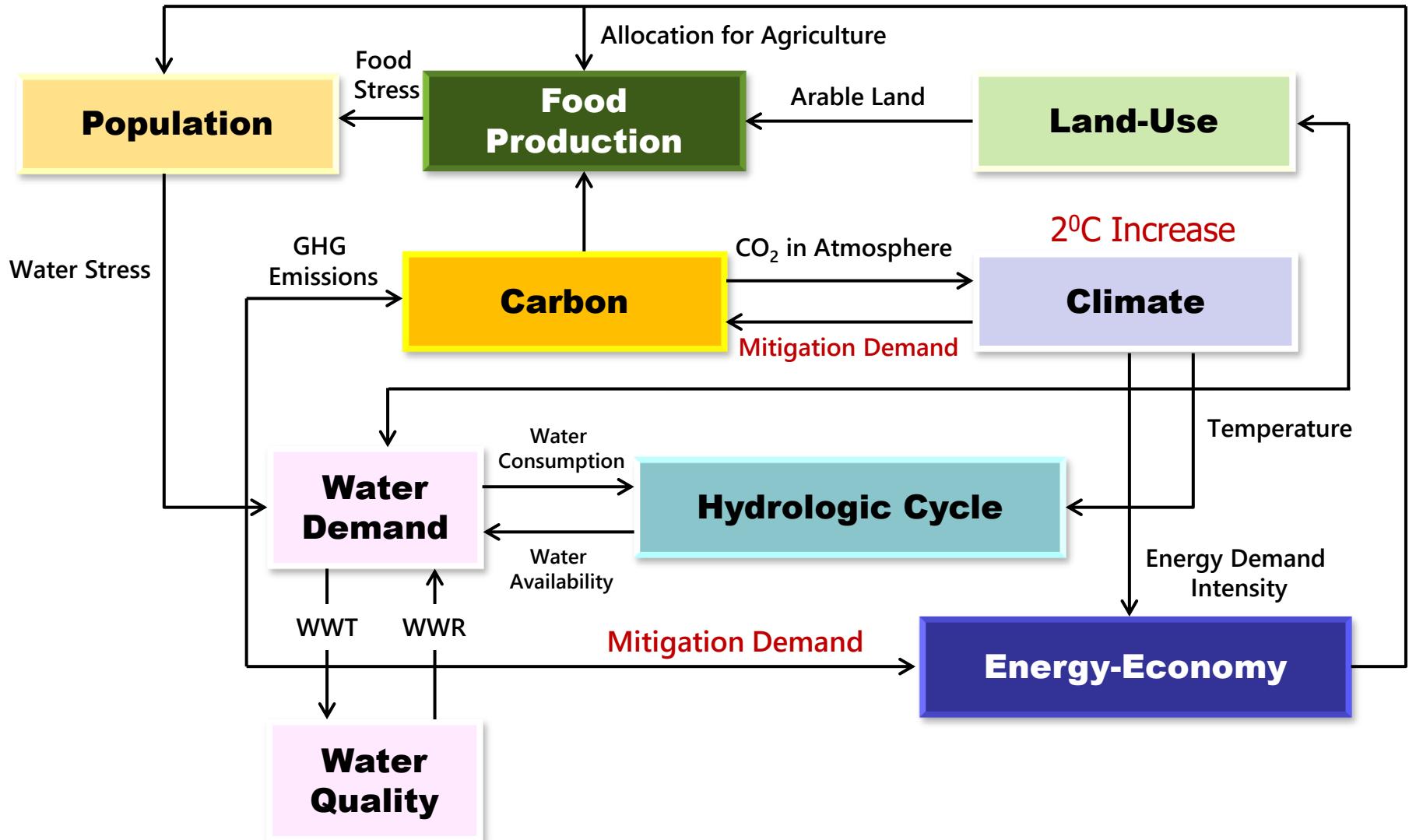
4

기후변화 분야 적용 사례

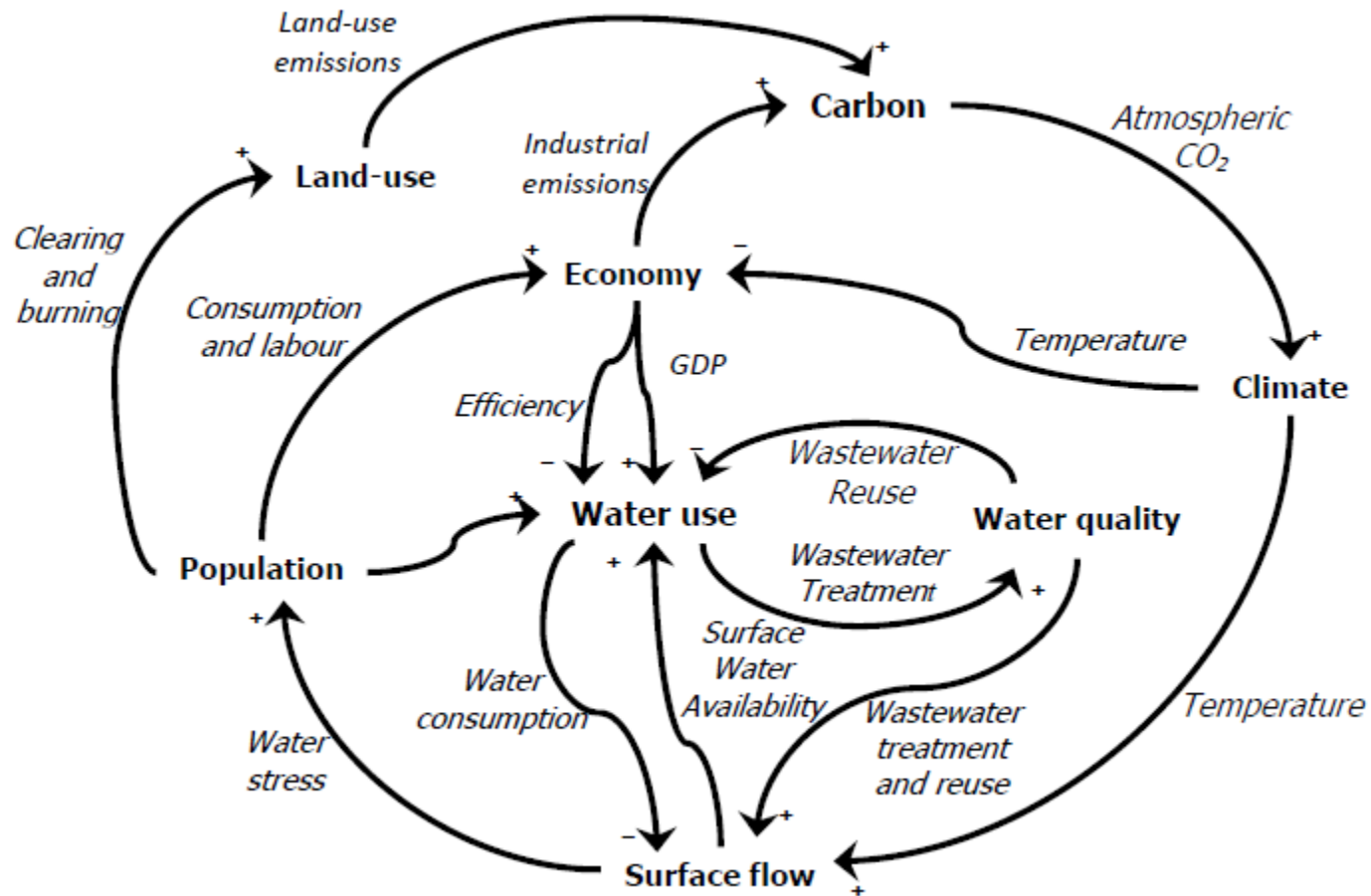
# Global Change



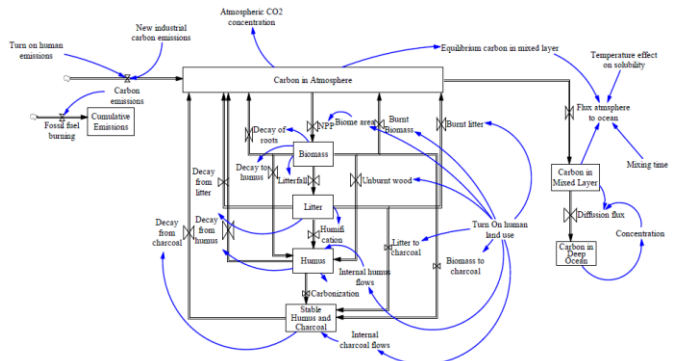
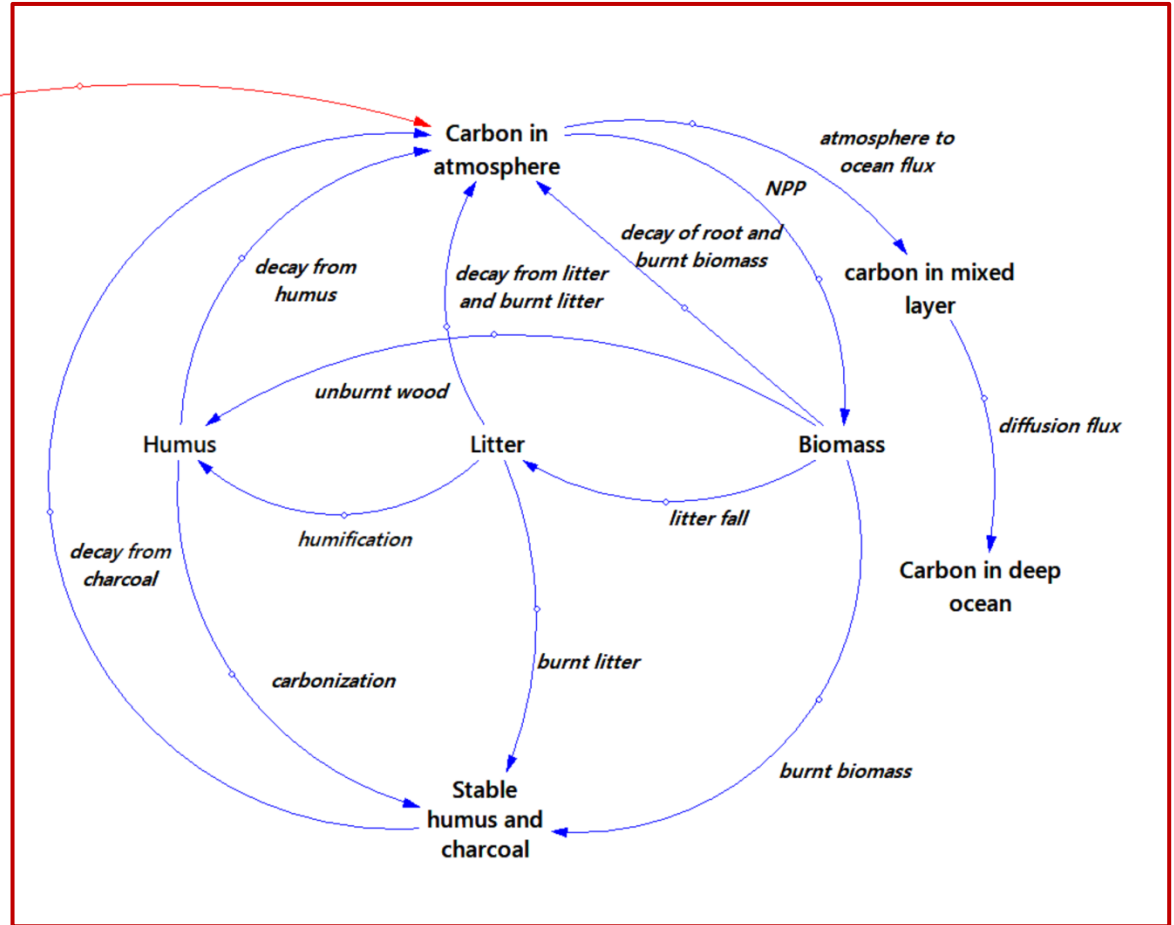
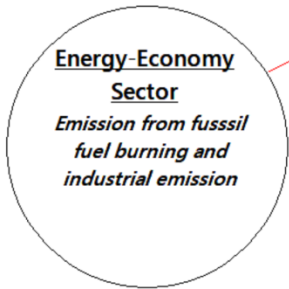
# Integrated SDM for Global Change



# Integrated SDM for Global Change



# Connection between Sectors



Carbon Sector

# Carbon Sector의 인과관계 정량적 표현

## The Carbon Sector

$$C_A = 0.4754 N_A$$

- $C_A$  is the carbon dioxide **concentration** in the atmosphere, in ppm; and  $N_A$  is the **mass** of carbon in the atmosphere, in Gigatons of Carbon (Gt C)

$$N_A = \int (D_B + D_L + D_H + D_K - NPP + B_B + B_L + E - F_O) \cdot dt$$

- $D_B$ ,  $D_L$ ,  $D_H$ , and  $D_K$  are the **releases of organic matter** from the terrestrial biomass, litter, humus, and charcoal, respectively, to the atmosphere through decomposition;
- $NPP$  is the **net primary productivity** (the difference between photosynthesis and respiration, and always positive in value);
- $B_B$  and  $B_L$  are the **biomass burning** from land-use and landuse change;
- $E$  is the **industrial emissions** as a result of economic activity; and
- $F_O$  is the **carbon absorption** by the oceans.

## 탄소세 시나리오

### ■ (가정)

- 2012년부터 탄소세 부과하여 2032년에 \$ 100로 가정(선형적 증가)

### ■ (단소적 사고)

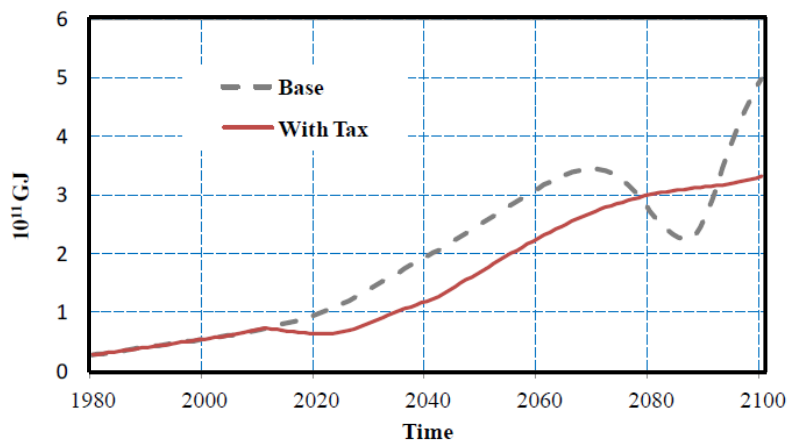
- 탄소세를 적용하게 되면 온실가스 감축 효과가 얼마나 되는가?

### ■ (통합적 사고)

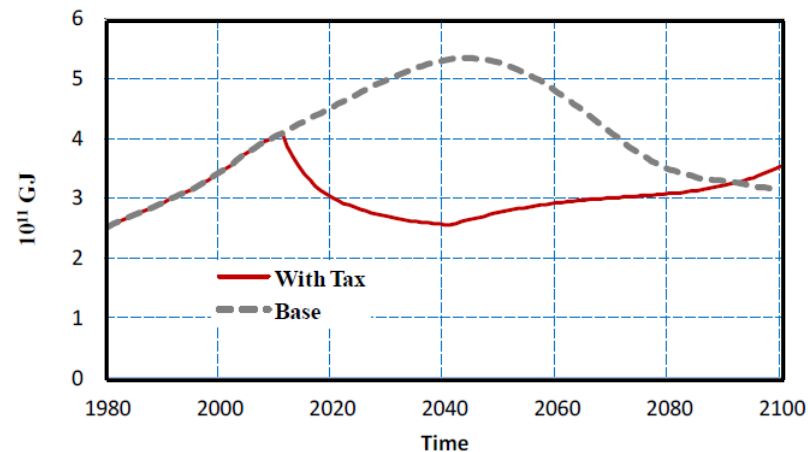
- 탄소세를 적용하게 되면 대기 중 CO<sub>2</sub> 농도는 어떻게 되고, 지구 온도는 얼마나 되고, 수자원 및 식량자원에 미치는 영향은 어떻게 되고, GDP는 얼마나 감소할까?

# 전기생산과 열에너지생산 에너지 사용량 변화

## Energy used for Electricity Generation



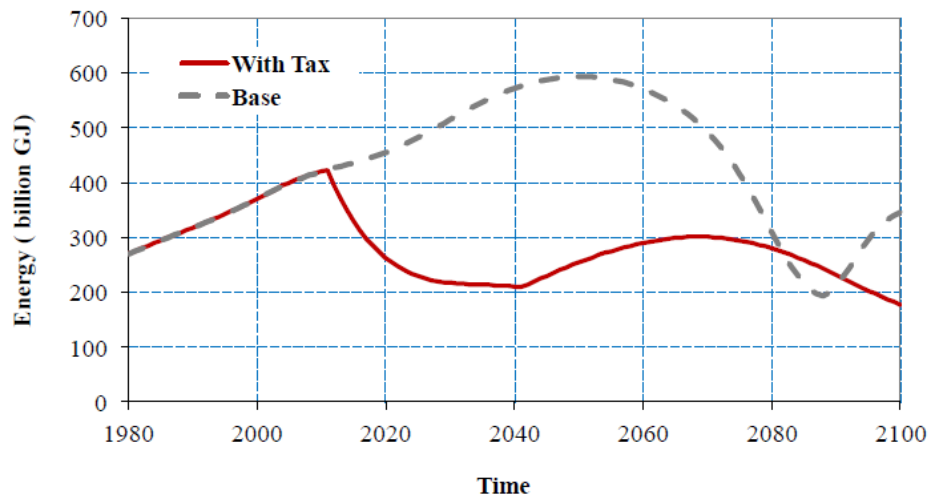
## Energy used for Heat Energy Production



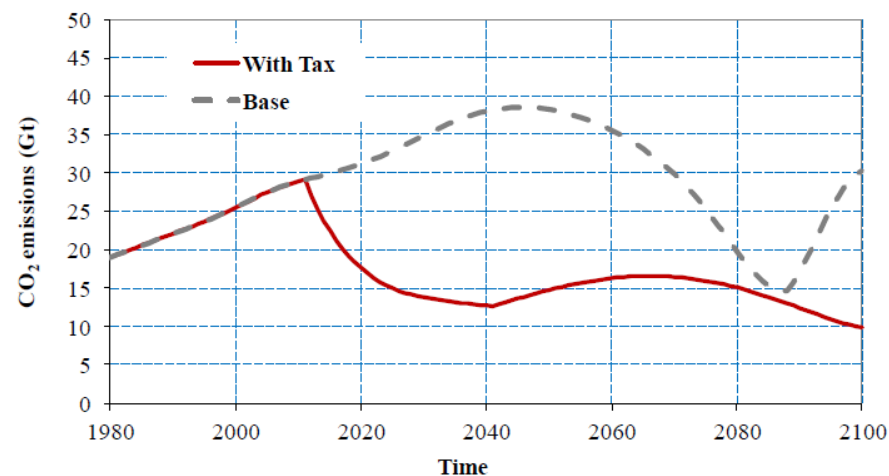
- 탄소세가 열 생산에 미치는 영향이 전기생산 보다 훨씬 큰 것으로 나타났으며, 주된 원인은 전기생산은 원자력, 수력 등 화석연료와 무관한 에너지원도 많기 때문으로 풀이됨

# 에너지 사용량과 CO<sub>2</sub> 배출량 변화

## Energy Consumption



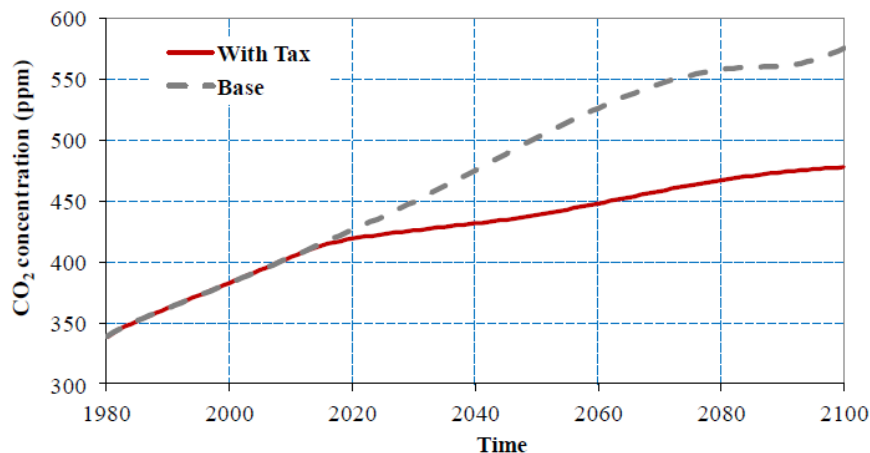
## CO<sub>2</sub> Emission from Fossil Fuel



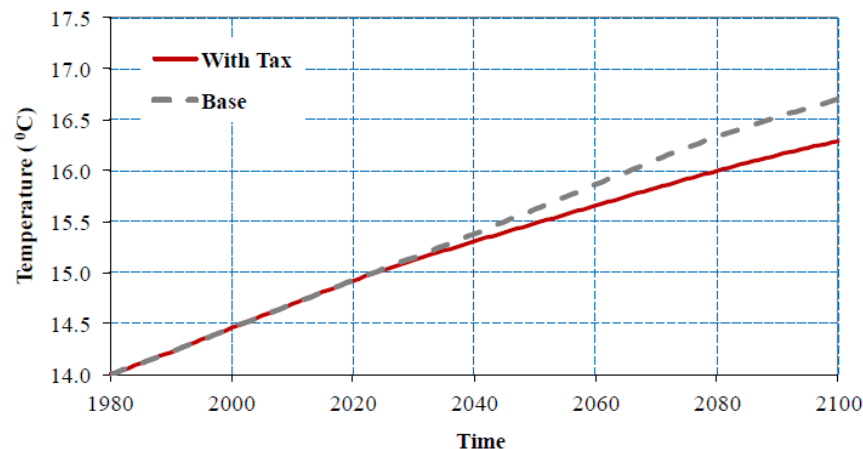
- (기준 시나리오) 에너지 사용량은 지속적으로 증가(2050년 최대치 도달)하다가 화석연료 공급량 감소로 인해 가격이 상승하면서 에너지 소비량과 CO<sub>2</sub> 배출량이 감소하다 신재생에너지 보급 확대와 화석연료 채취 신기술의 보급으로 에너지 소비량과 CO<sub>2</sub> 배출량 증가
- (탄소세 시나리오) 탄소세 적용으로 에너지 소비량이 급속히 감소하다가 2040년 CCS 도입으로 CCS 적용 설비들의 에너지 사용량 증가와 CO<sub>2</sub> 배출량 증가 예상

# CO<sub>2</sub> 대기 중 농도와 대기 온도 변화

## Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration



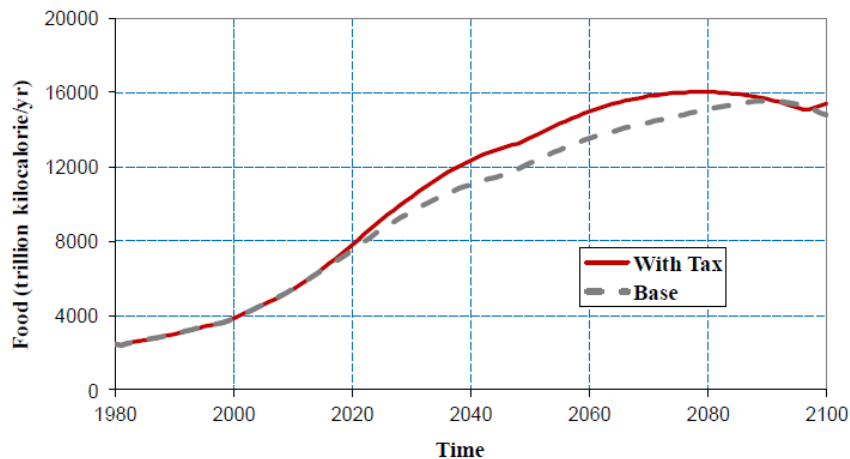
## Atmospheric Temperature



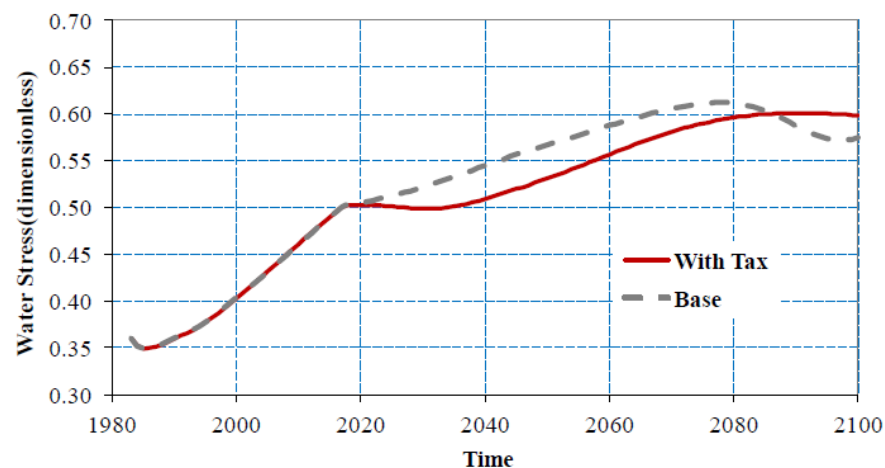
- (기준 시나리오) CO<sub>2</sub> 대기 중 온도는 화석연료 사용량 증가로 계속 증가하다가 배출량이 감소하기 시작하는 2050년 이후의 배출량 감소 효과가 CO<sub>2</sub> 농도 감소로 이어지는 2080년부터 안정화 추세에 도달하리라 추정하며, 대기 온도는 금세기말 2.7°C 증가 예상
- (탄소세 시나리오) CO<sub>2</sub> 농도는 탄소세 적용시점부터 감소하다가 안정화 추세에 도달함을 알 수 있는 반면에 온도는 상대적으로 둔감하게 변해 금세기 말에 기준 시나리오에 비해 0.5°C 밖에 낮아지지 않아 파리협정 목표 달성을 위해서는 추가적인 노력 필요

# 식량생산과 물 스트레스 변화

## Food Production

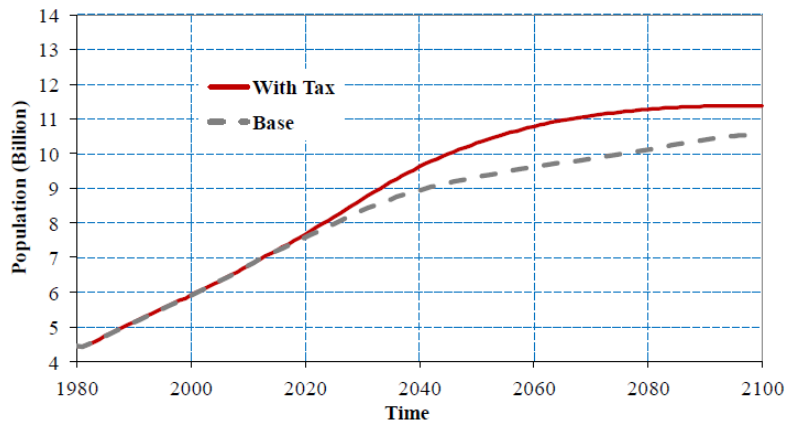


## Water Stress

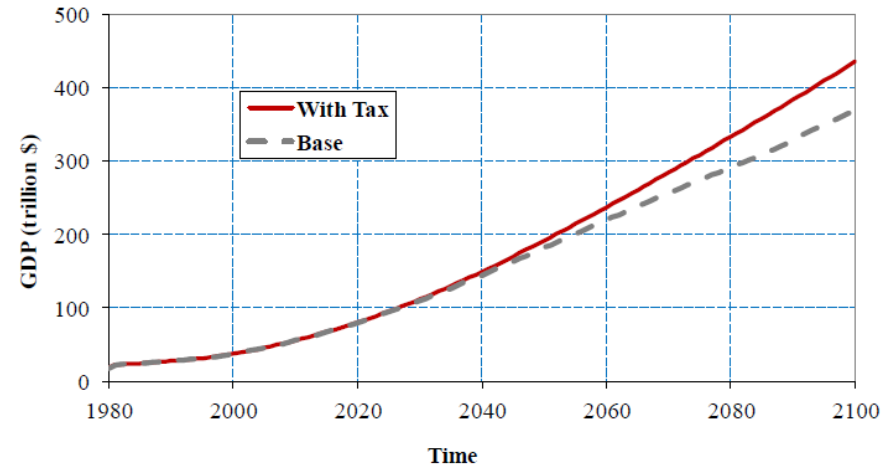


- (식량 생산) 탄소세 적용으로 온도 상승이 억제되고 이로 인해 인간 수명 증가와 인구수 증가를 예상할 수 있으며, 증가된 인구에게 공급하기 위한 식량 증산의 필요성으로 기준 시나리오보다 식량 생산의 증가가 필연적임
- (물 스트레스) 탄소세 적용으로 친환경에너지 산업이 부상하고 물 수요도 상대적으로 감소하는 반면에 인구 증가로 인해 물 사용 증가로 인한 Water Stress가 상승하므로, 이 경우에는 양과 부의 효과가 동시에 나타남

## Global Population



## GDP



- (인구수) 탄소세 적용으로 온도 상승이 억제되고 이로 인해 인간 수명 증가와 인구수 증가를 예상할 수 있으며 금세기말 인구수는 기준 시나리오 보다 약 10% 더 증가하는 것으로 추정됨
- (GDP) 탄소세 적용으로 초기에는 기준 시나리오와 비교하여 GDP가 감소하나, 온도 상승 지연과 화석 연료 사용 연장으로 인해 화석연료 가격 인상 요인 약화로 이어지면서 기준 시나리오와 비교하여 GDP가 금세기말 13% 더 증가하는 것으로 예상됨

# Risk Assessment



# 해수면 상승에 따른 리스크 평가

▶ 피해 예상 지역은 어디인가?



노출

▶ 피해 예상 양상은 어떻게 되는가?



민감도

▶ 피해 예상 규모는 어떻게 되는가?



취약성

▶ 어떻게 대응해야 하는가?



리스크 처리

1

노출 평가(Exposure Assessment)

2

취약성 평가(Vulnerability Assessment)

3

리스크 평가(Risk Assessment)

4

리스크 처리(Risk Treatment)

효과적 리스크 관리방안 도출



# 1단계 : 노출 평가

## 목적

- 특정 지역이 기후재난에 대한 노출 정도의 정량적 평가

## 방법

- ➔ 연안 지역 노출 지수(Coastal Exposure Index) 개발 활용
  - 물리적 변수 결정  
(예: 상대적 해수면 상승률, 평균 파고, 평균 조차, 해안 경사)

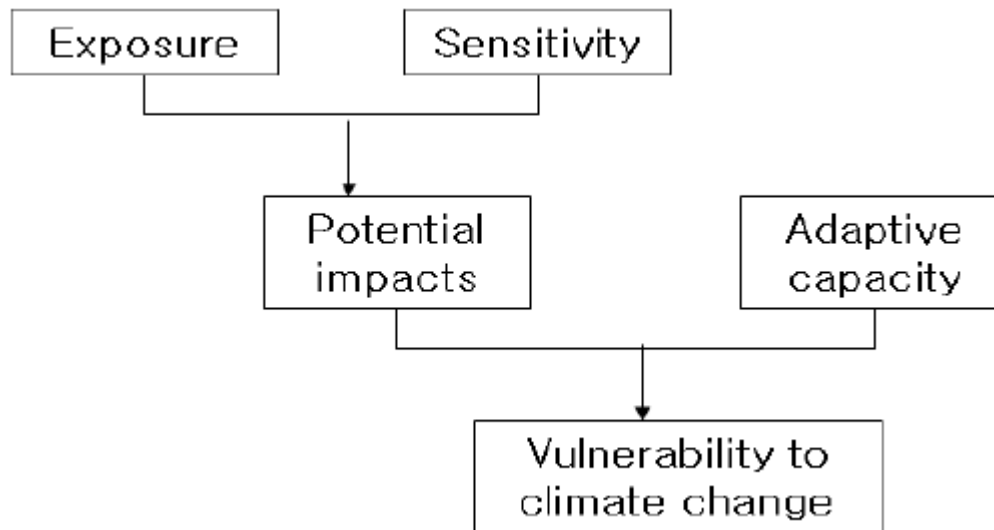
## 2단계 : 취약성 평가

### 정의

- (취약성) 잠재 피해 현상으로부터 적응능력을 고려한 시스템 허용 한계

$$\text{취약성} = \alpha \times \text{기후노출} + \beta \times \text{민감도} - \gamma \times \text{적응능력};$$

여기서  $\alpha, \beta, \gamma$ 는 가중치



## 2단계 : 취약성 평가

### 목적

- 특정 지역의 특정 기후재난에 대한 피해 적응 한계 파악

### 방법

- ➔ 취약성 평가 지수(Vulnerability Assessment Index)  
개발 활용

## 정의

➔ Risk = P(Hazard) X Consequences

- 리스크는 특정 영향(재해) 확률과 그 발생으로 초래되는 결과(피해)의 곱

➔ P(Hazard) = P(Climate Change) X Hazard

- 특정 영향(재해)의 발생 확률은 기후변화 발생 확률과 특정 기후변화로 발생하는 영향(재해)의 곱

## 3단계 : 리스크 평가

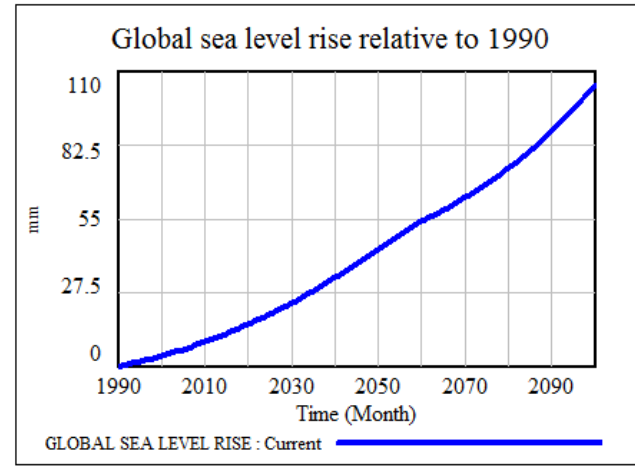
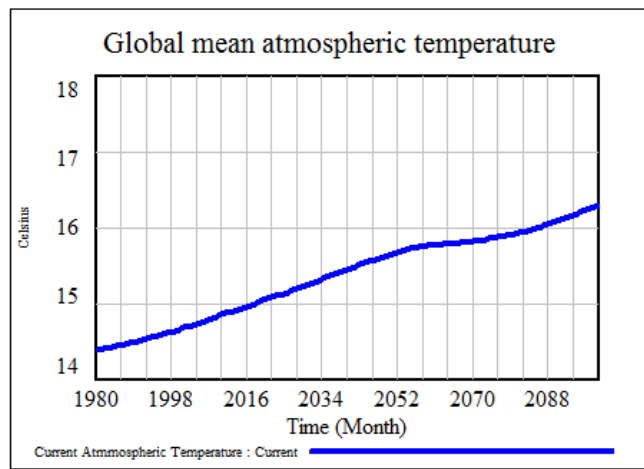
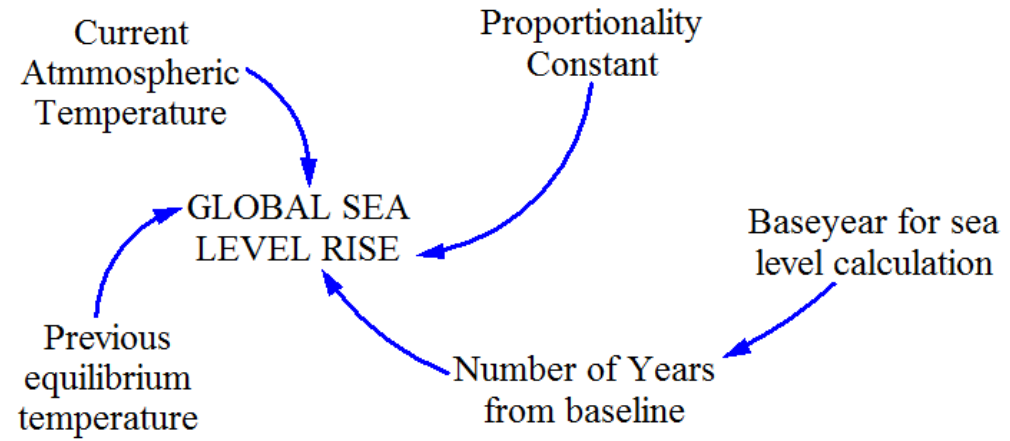
### 목적

- 특정 지역의 특정 기후재난에 대한 피해 정량화

### 방법

1. (해수면 상승 추정) 기존 모델 또는 SDM 이용하여 지역 해수면 상승 추정
2. (기후변화 영향 추정) CMS(Coastal Modeling System) 또는 SDM 활용한 조사 대상 연안지역의 범람 범위와 피해 추정
3. (기후변화 피해 추정) HAZUS-MH 프로그램 활용하여 기후재난으로 인한 재산 손실 평가와 인명 피해 예측

# SDM 활용하여 해수면 상승 추정



## (기후변화 영향 추정) 태풍 매미 발생 당시 범람지역 비교 결과

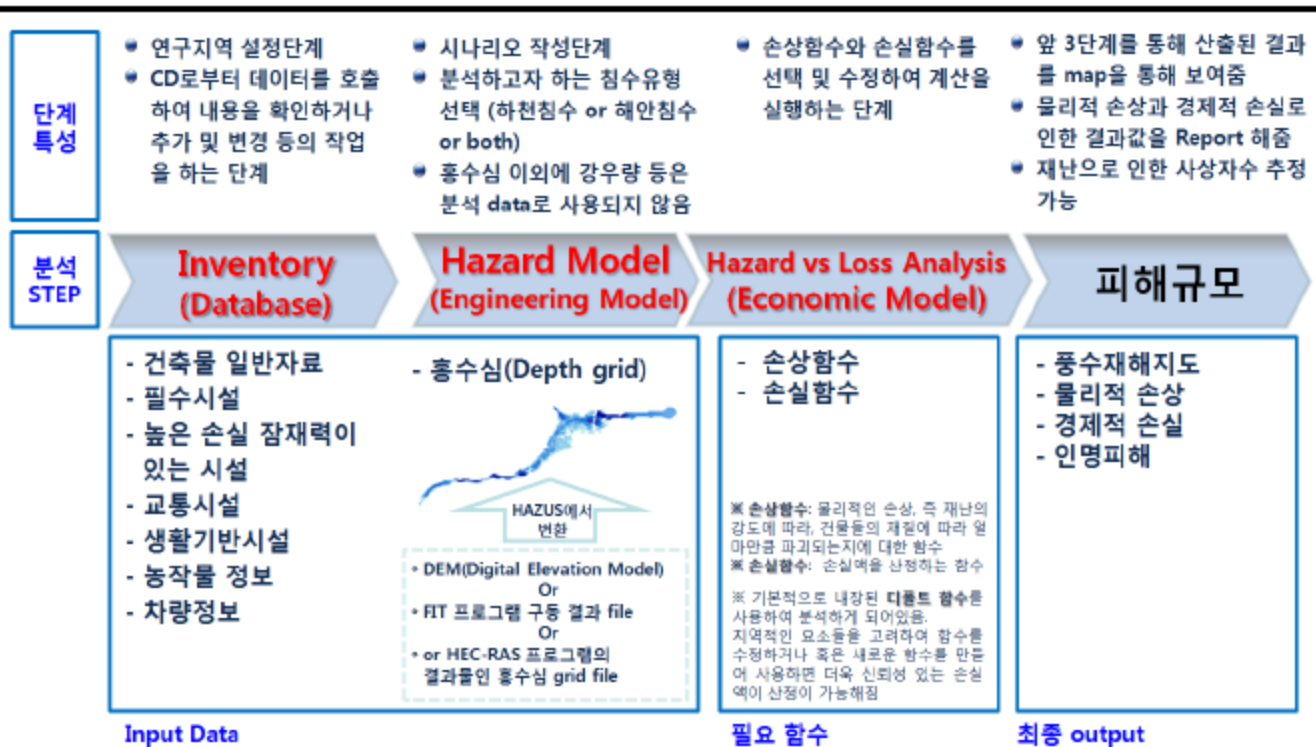


(좌): 실제 범람지역

(우): CMS 계산 결과

자료: 국토해양부(2011).

# (기후변화 피해 추정) HAZUS-MH 피해 분석 절차



주: FEMA(2012a; 2012b; 2012c)를 재구성함.

자료: 안전행정부(2013).

## 4단계 : 리스크 처리

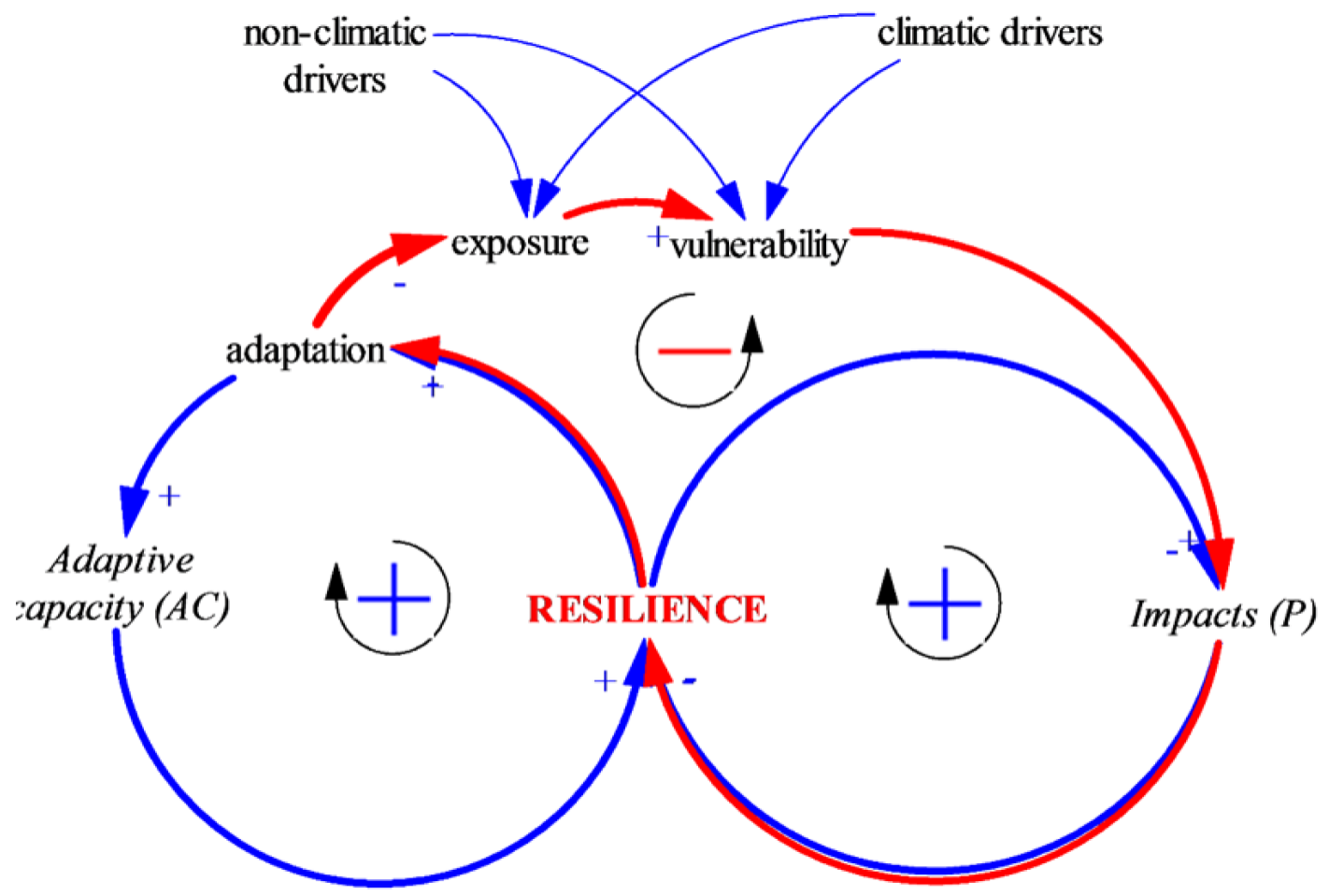
### 목적

- ▶ 리스크에 대한 예방적 조치로서 조사 대상 지역의 적응능력 제고를 위한 대안 제시

### 방법

- ➔ System Dynamics Model을 활용한 종합적 관점에서 대안 도출하며, 정책 변화에 따른 효과 분석을 동적 관점에서 파악하여 최적 대안 제시
  - 최적 대안 선정 기준으로 비용과 편익 고려

# 리스크 관련 인과지도





5



제언

- APCC 주요 연구 주제 중의 하나가 “Climate Change and Application”이고, 주요 연구 목적이 “Conduct water, agriculture, and health application research using climate change prediction information”임
  - 현재 저의 연구팀은 기후변화가 우리나라 수자원에 미치는 영향을 ISDM을 활용하여 연구하고 있고, 해수면 상승으로 인한 베트남 메콩 델타 지역의 수자원과 식량자원에 미치는 영향을 연구하고 있음
- APCC는 현재 기후모델을 통해 신뢰도 높은 기후 현상이 예측 가능하므로 이러한 정보를 ISDM에 입력 정보로 활용하여 수자원, 식량자원, 건강에 미치는 영향을 추정할 수 있고, 여러 가능한 정책의 영향을 시나리오로 구성하여 그 효과 추정이 가능할 수 있음
- 그러므로 개도국에 진출할 때 APCC의 기후모델과 ISDM을 접목하여 기후변화로 인하여 향후 수자원, 식량자원, 건강이 어떻게 영향을 받을 것인가를 예측할 뿐만 아니라 정책 대안 제시도 가능할 수 있음

# Thank You !

