

# 도시계획에서 시간변수를 이용한 모형화 방안

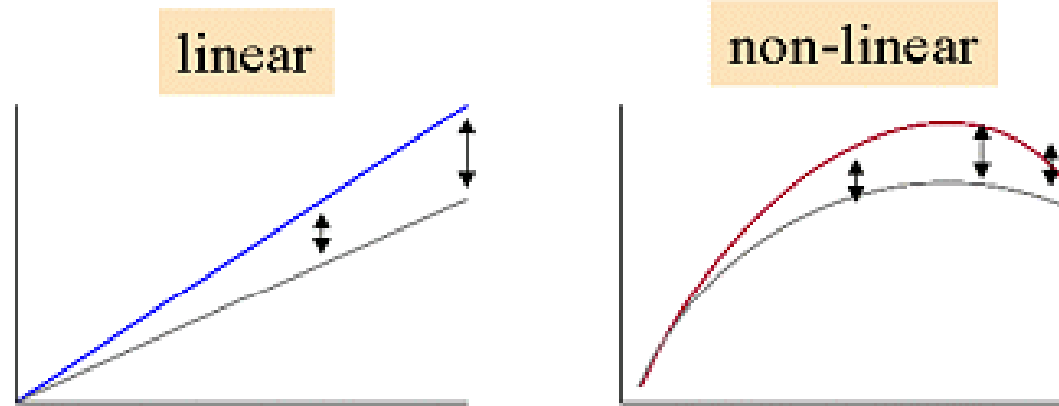
김 창 훈  
010-9063-8668

주식회사 스트라모  
(Strategic Modeling Company)

# 시간에 따른 동적 상호관계

- ✓ 도시계획에서 다양한 요인분석과 요인들간의 동태적 상호관계 (dynamics relationship) 분석
- ✓ 도시의 공급과 수요에 미치는 영향분석(capacity limitation and demand)
  - 도시 시설의 공급과 수요와의 동태적 관계 분석
- ✓ 도시계획의 전략적 접근 방법(strategic planning) 필요
  - 수요예측 결과와 공급측면을 동시에 고려한 동태적인 도시의 전략계획 (Scenario Planning, Dynamic Planning)수립

## 구조와 패턴



# 스톡과 플로우 (Stock & Flow)

## Stocks과 Flows (SFD)

- 컴퓨터 시뮬레이션 모델로 표현하기 위한 요소
- Stocks : 시스템의 상태, 의사결정과 행위의 기반이 되는 변수
- Flows : 시간에 따라 Stocks에 영향을 주는 변수

## 수학적 모델

- SFD를 이용하여 변수들간의 관계식 규명/모델의 testing vs. validation

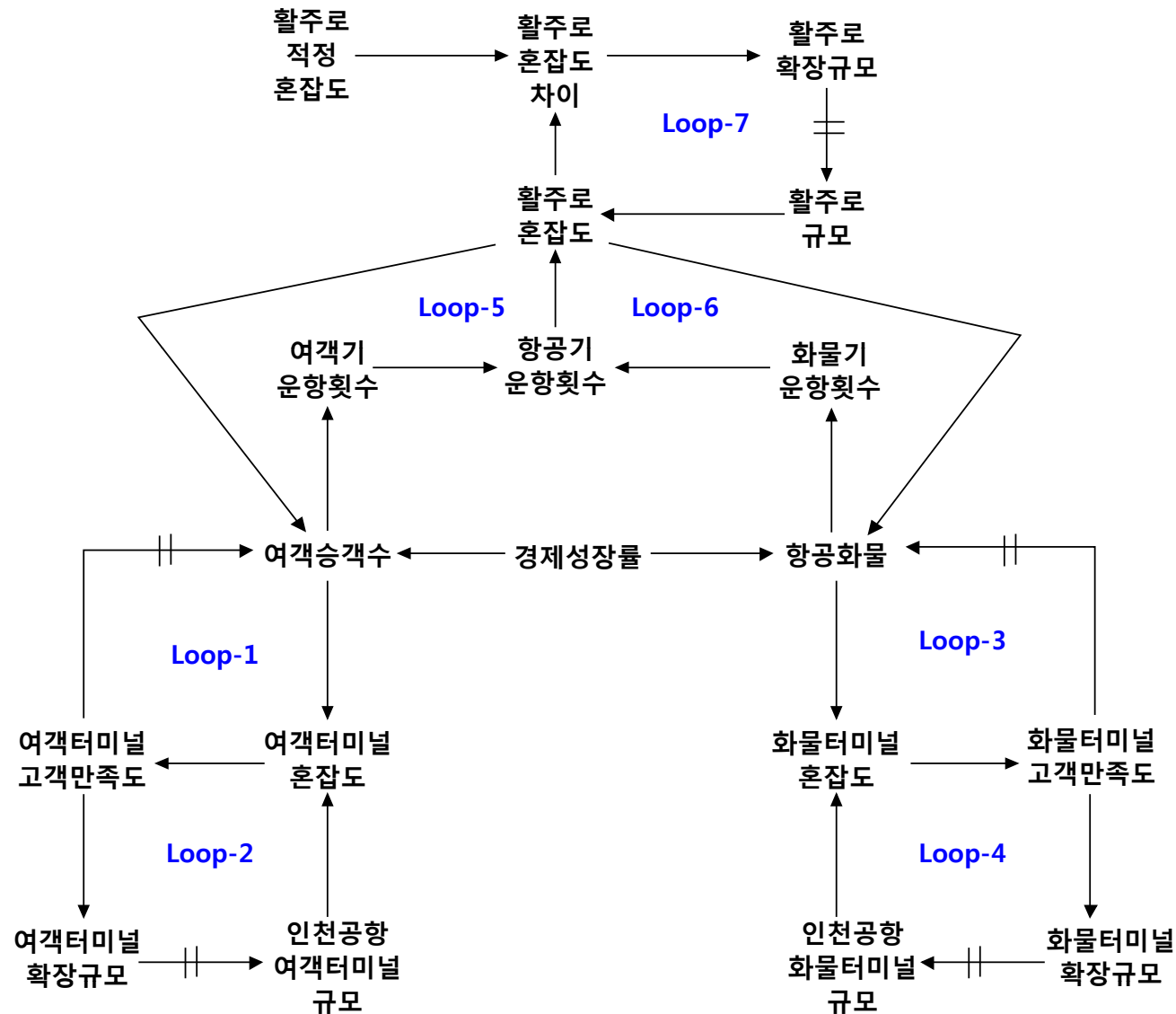
$$Stock(t) = \int_{t_0}^t [inflow(s) - outflow(s)] ds + stock(t_0)$$

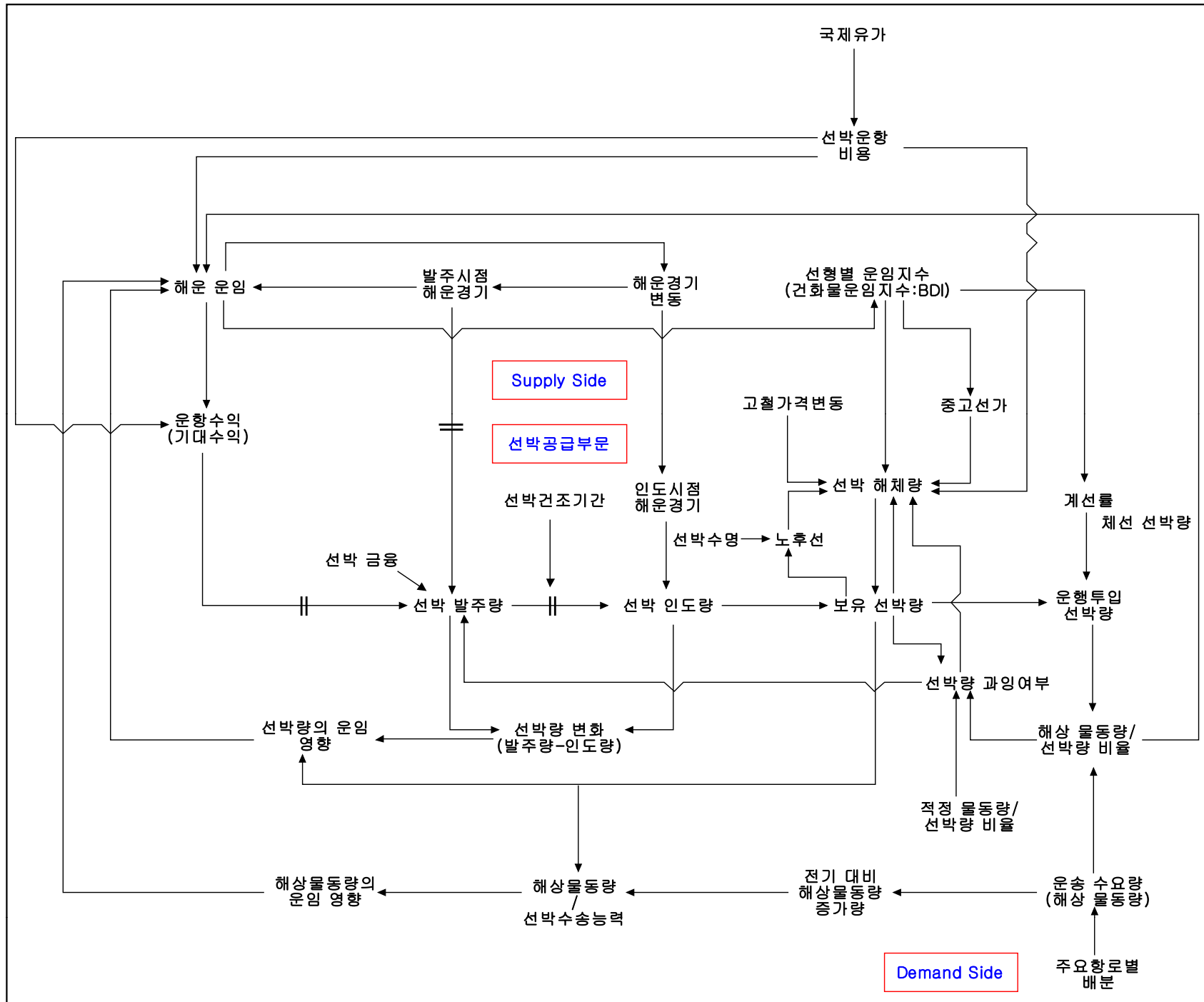
$$\frac{d(Stock(t))}{dt} = inflow(t) - outflow(t)$$

## 모델에서 변수 구분

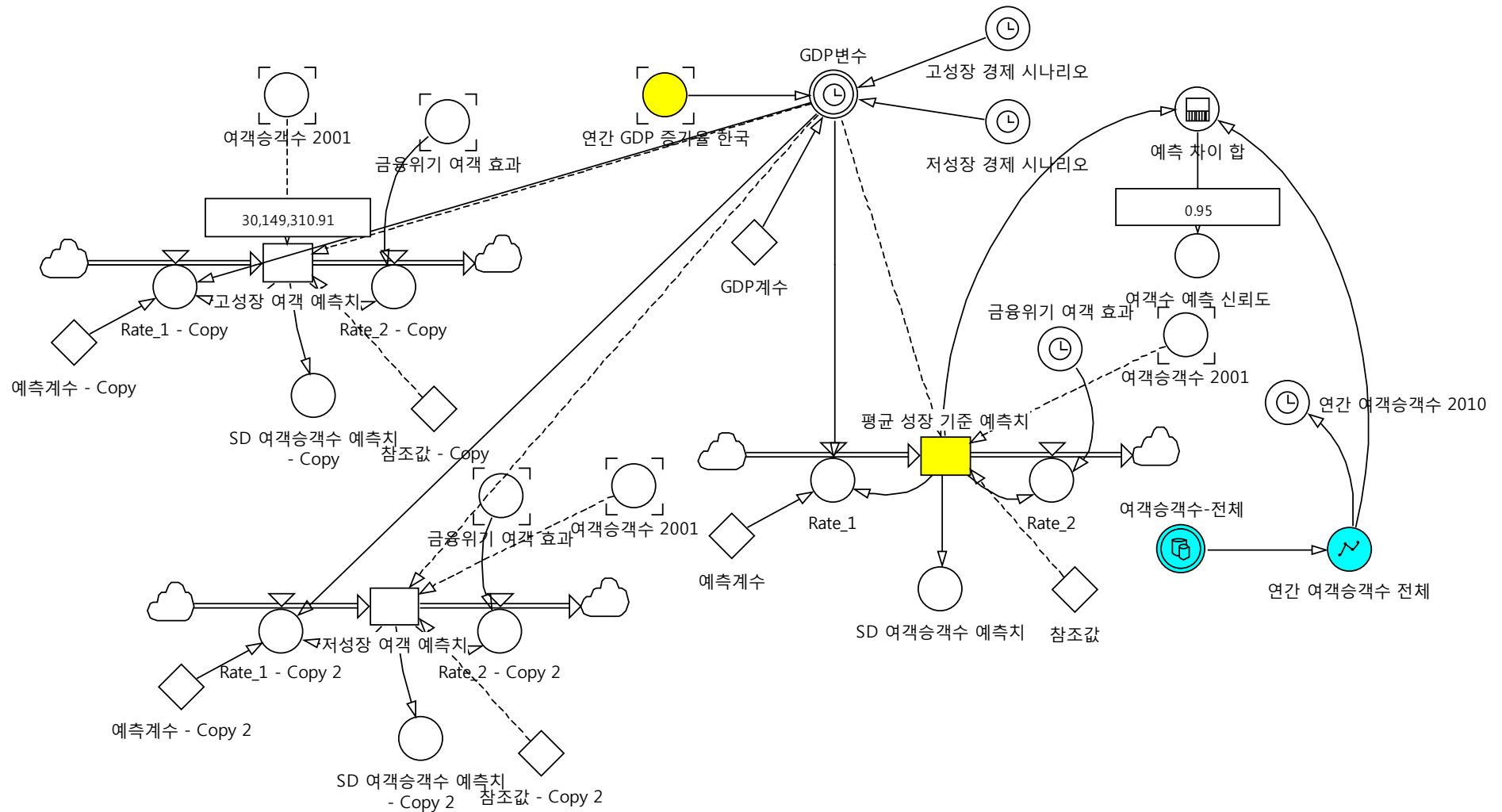
| 변수 구분                             | 의미                                |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 목적변수(Objective Variable)          | 의사결정자가 관심을 갖고 살펴보고자 하는 변수         |
| 환경(외생)변수<br>(Exogenous Variable)  | 의사결정자가 통제할 수 없으며 환경변화에 따라 달라지는 변수 |
| 내부(내생)변수<br>(Endogenous Variable) | 모델의 내부에서 그 값이 결정되어지는 변수           |
| 정책변수(Decision Variable)           | 의사결정자가 그 값을 결정해야 할 변수             |

# 인과지도 사례

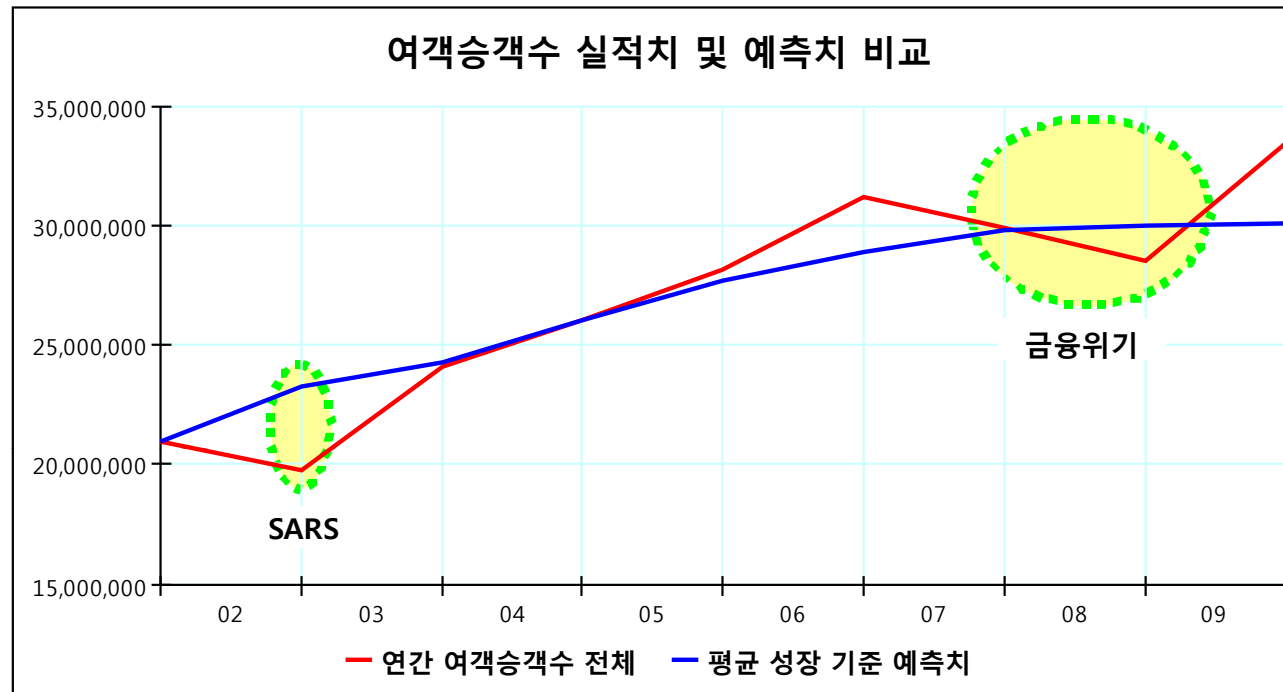




# 단선적인 예측 구조



# 예측 시뮬레이션 결과 (1)

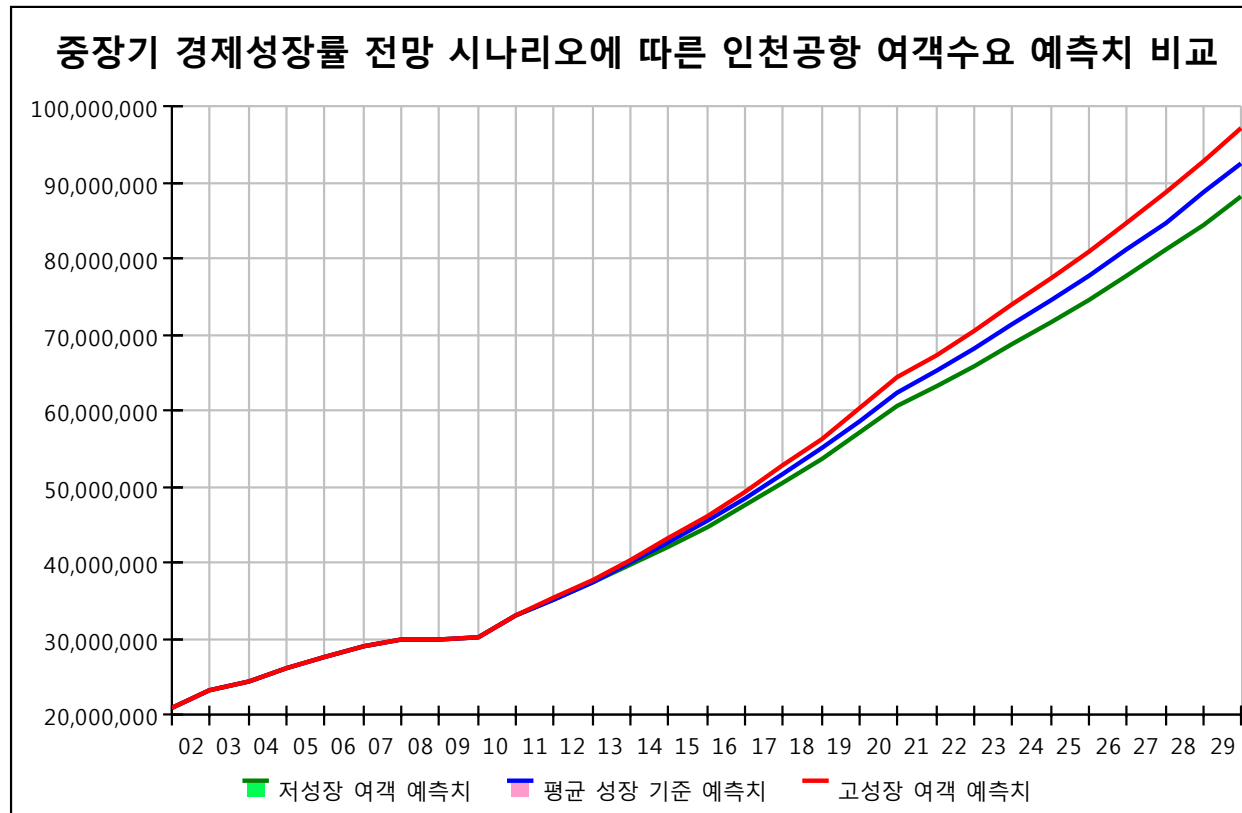


| Time | 연간 여객승객수 전체 | SD 여객승객수 예측치 |
|------|-------------|--------------|
| 02   | 20,924,171  | 20,924,171   |
| 03   | 19,789,874  | 23,281,836   |
| 04   | 24,084,072  | 24,302,016   |
| 05   | 26,051,466  | 26,051,466   |
| 06   | 28,191,116  | 27,682,239   |
| 07   | 31,227,897  | 28,966,074   |
| 08   | 29,973,522  | 29,829,629   |
| 09   | 28,549,770  | 30,008,426   |
| 10   | 33,478,925  | 30,149,311   |

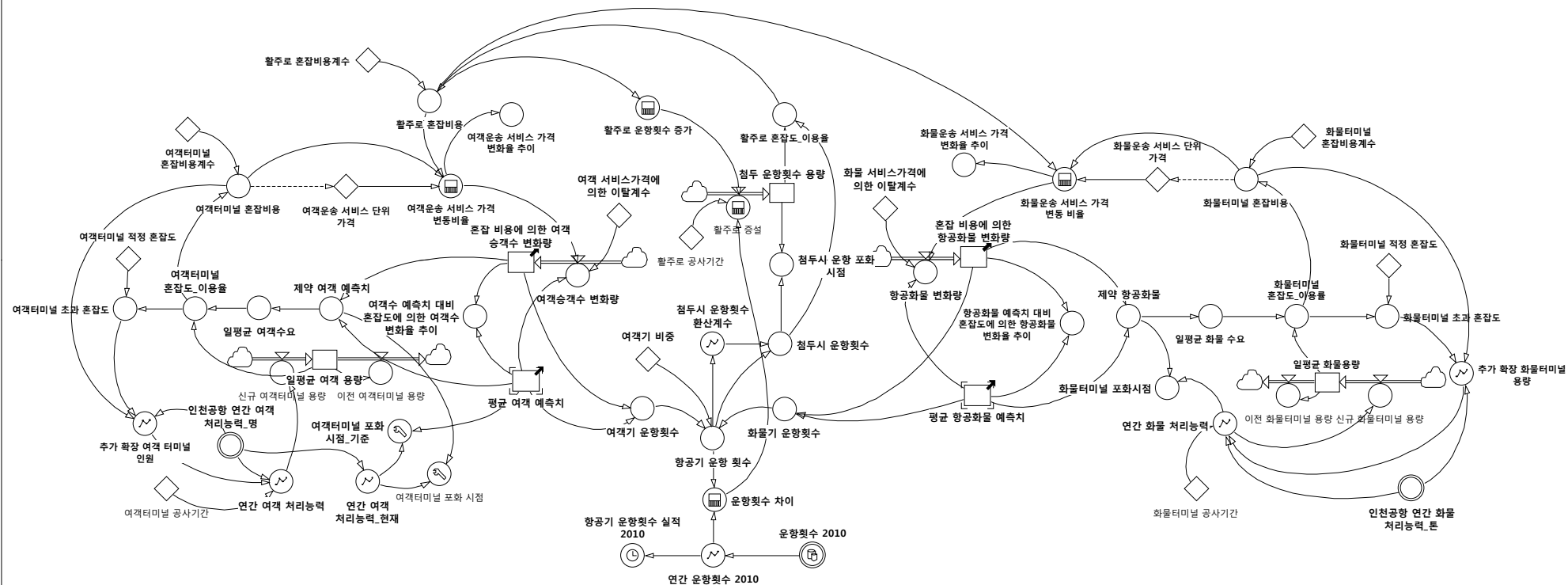
여객수 예측 신뢰도

0.95207

## 예측 시뮬레이션 결과 (2)



## 양방향 피드백 예측 모형 (사례)



# 시스템 다이내믹스 이슈

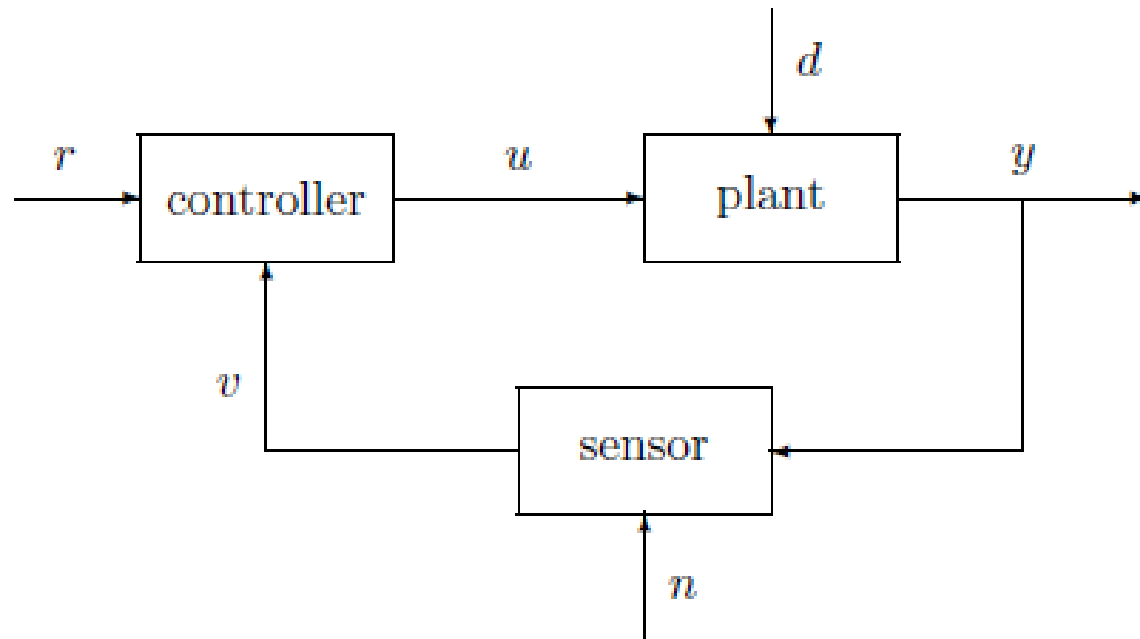
○ 시스템 다이내믹스(System Dynamics)는

다양한 변수간의 복잡한 상호관계를 분석한다.

- 변수 간 피드백 관계 (Feedback Relationship)
- 변수 간 시차효과 관계 (Time-Delay Relationship)
- 변수 간 비선형관계 (Non-Linearity Relationship)
- 동적 시뮬레이션 (Dynamic Simulation)

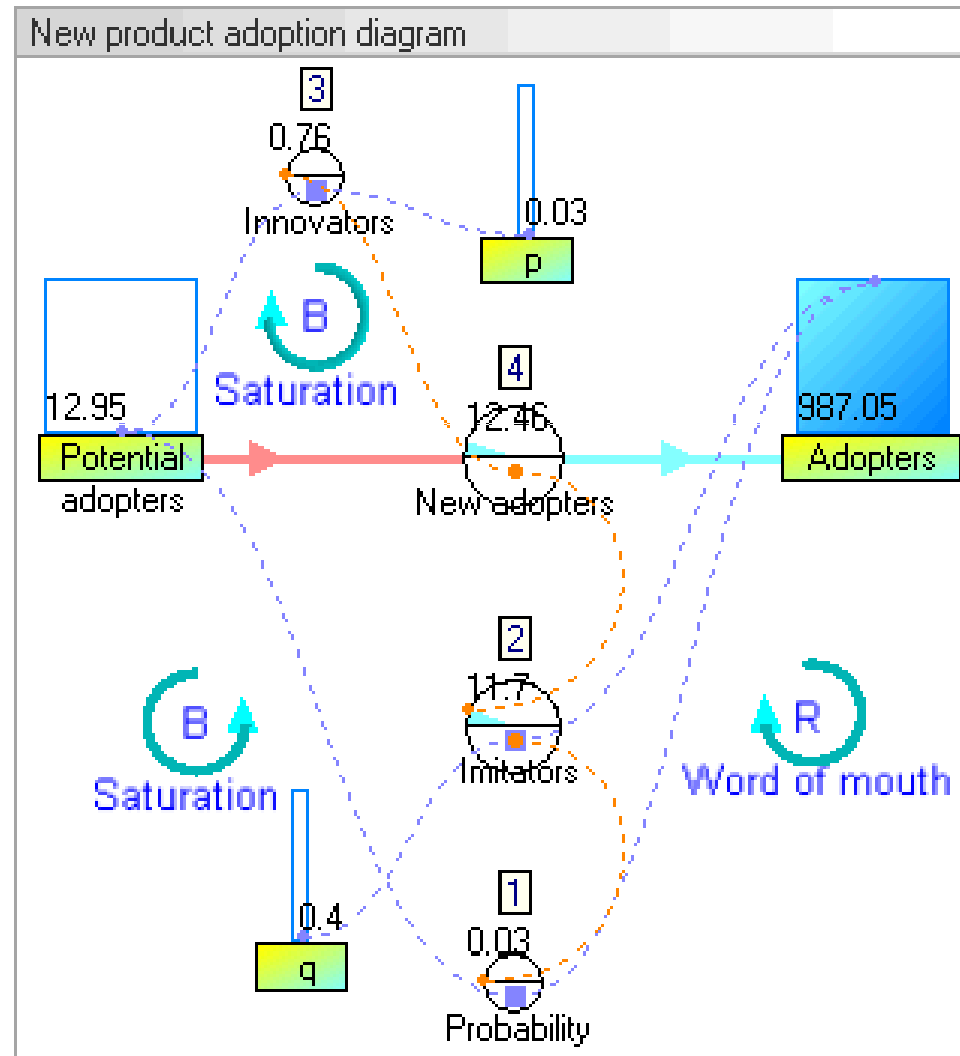
# 피드백 논리

## Basic Feedback Control System

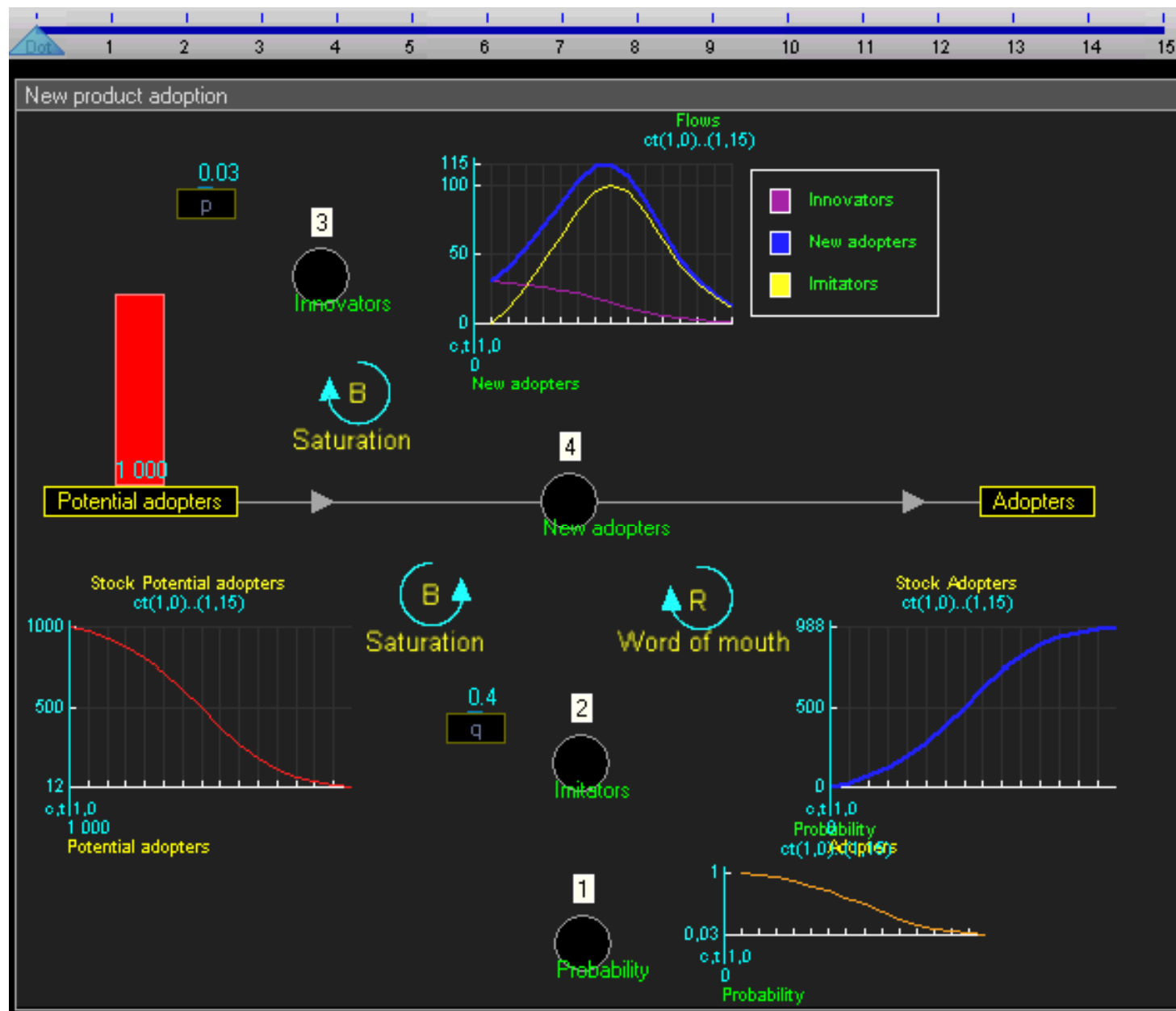


$r$  reference or command input  
 $v$  sensor output  
 $u$  actuating signal, plant input  
 $d$  external disturbance  
 $y$  plant output and measured signal  
 $n$  sensor noise

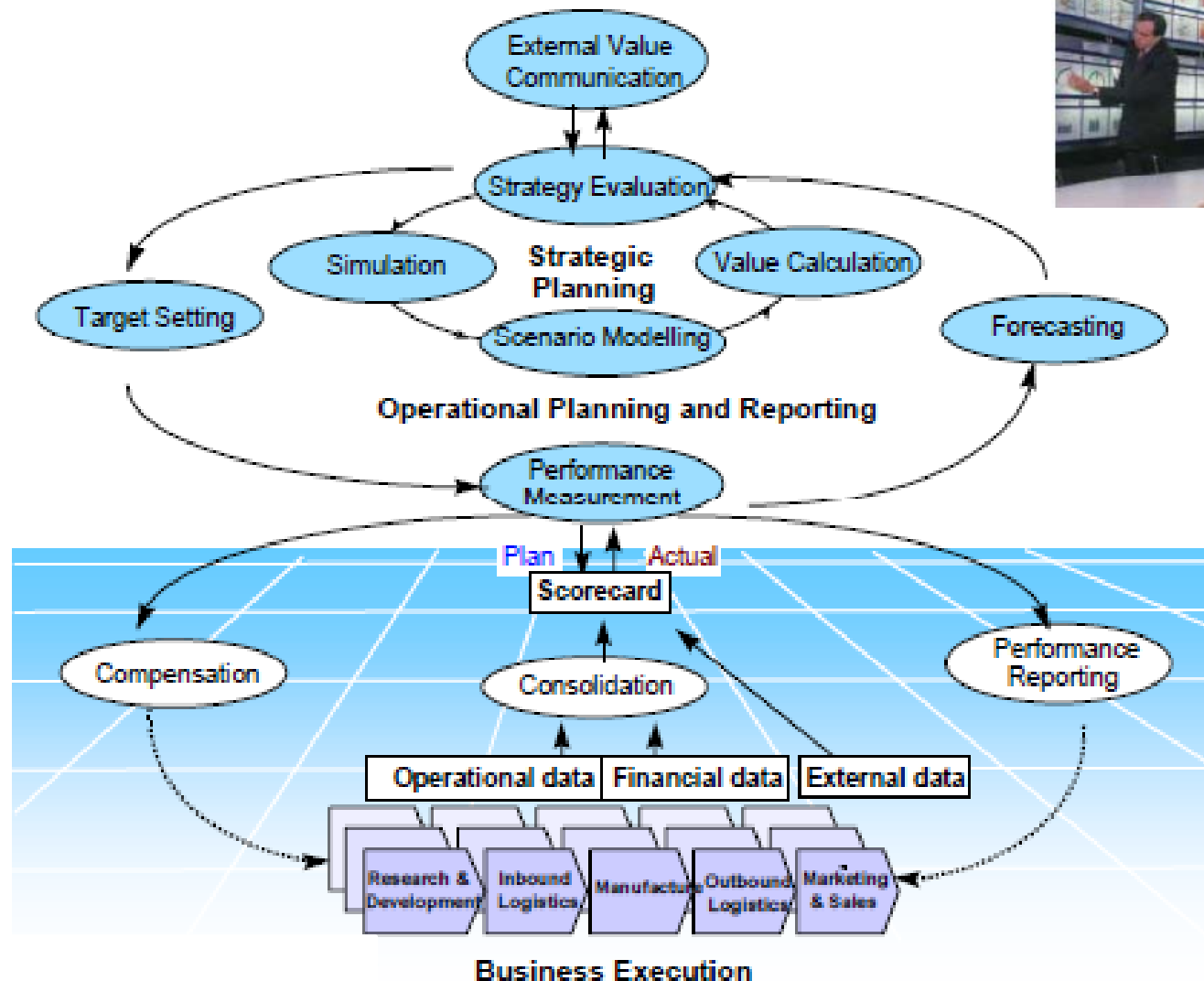
# 스톡 플로우 시뮬레이션



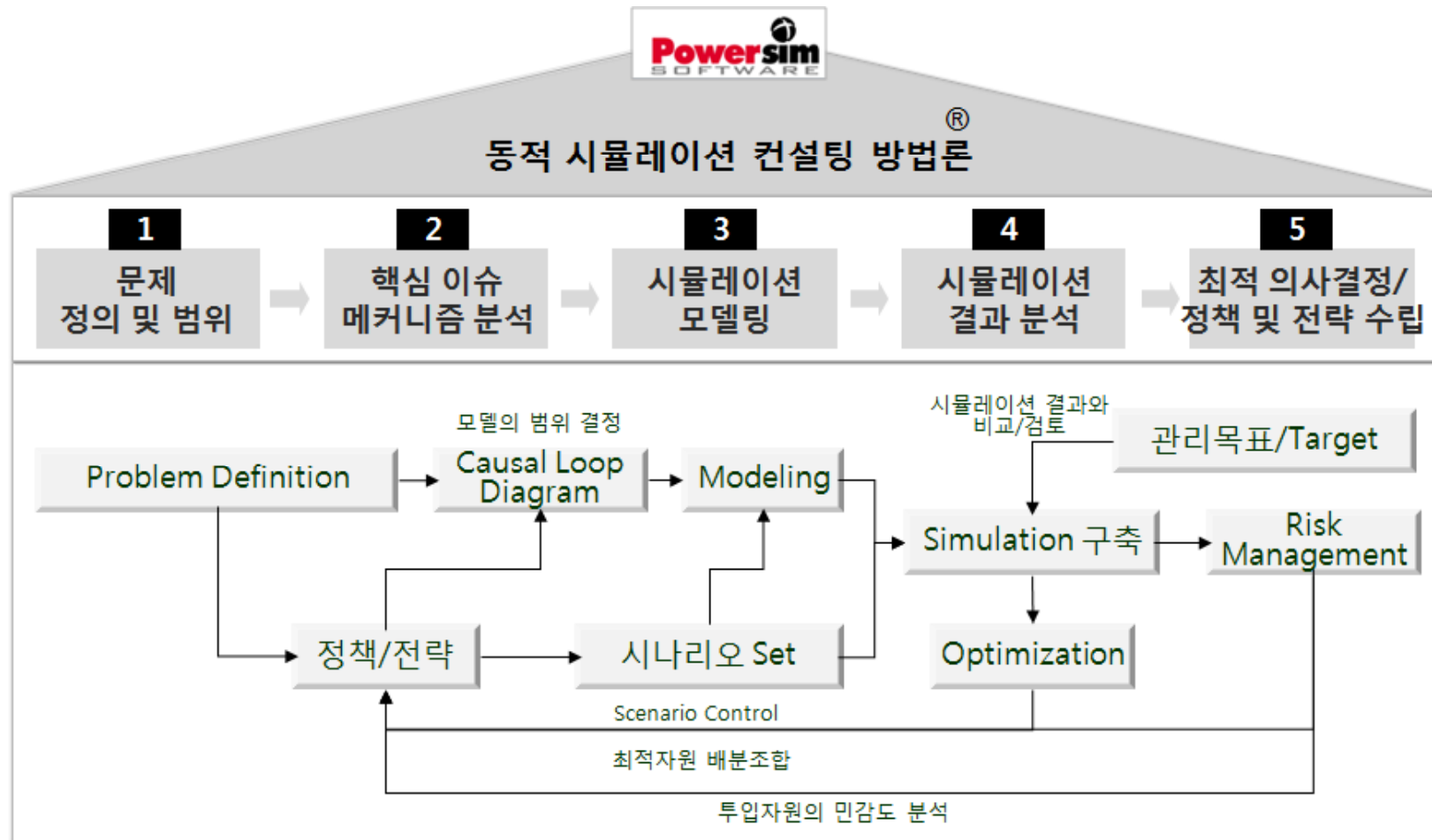
# 스톡 플로우 시뮬레이션



# 도시계획 수립을 위한 Powersim 모델링 및 시뮬레이션 기법



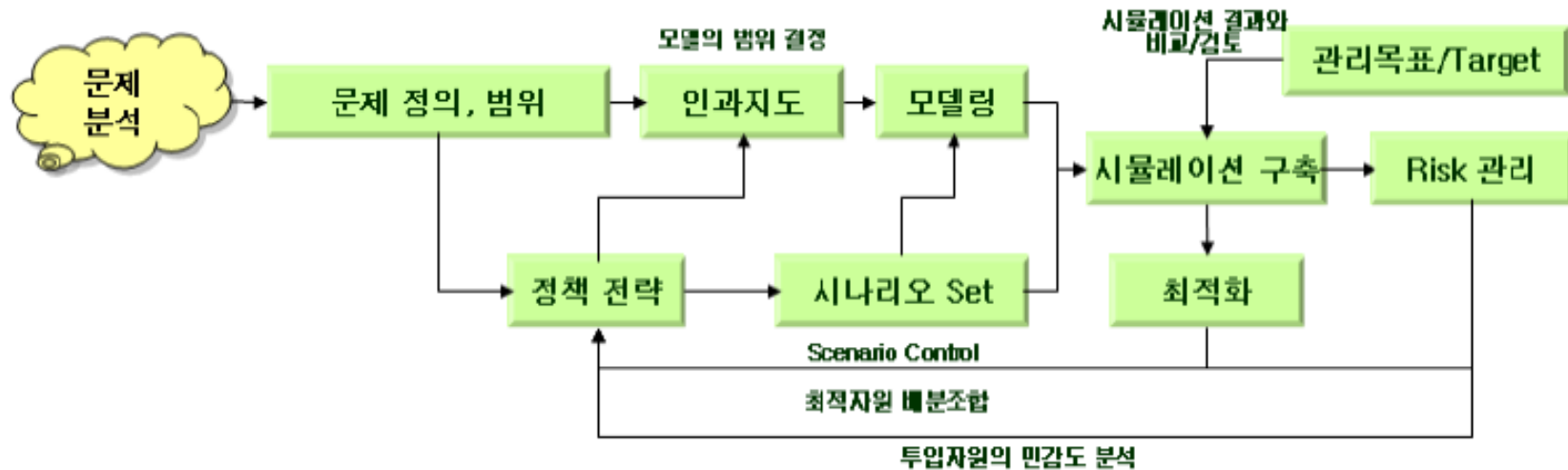
# SD 모델링 및 시뮬레이션 방법론



# 파워심 소프트웨어를 이용한 모델링



파워심 프로젝트 진행방법론(PPM: Powersim Project Methodology)



[www.powersim.com](http://www.powersim.com)

[www.stramo.com](http://www.stramo.com)

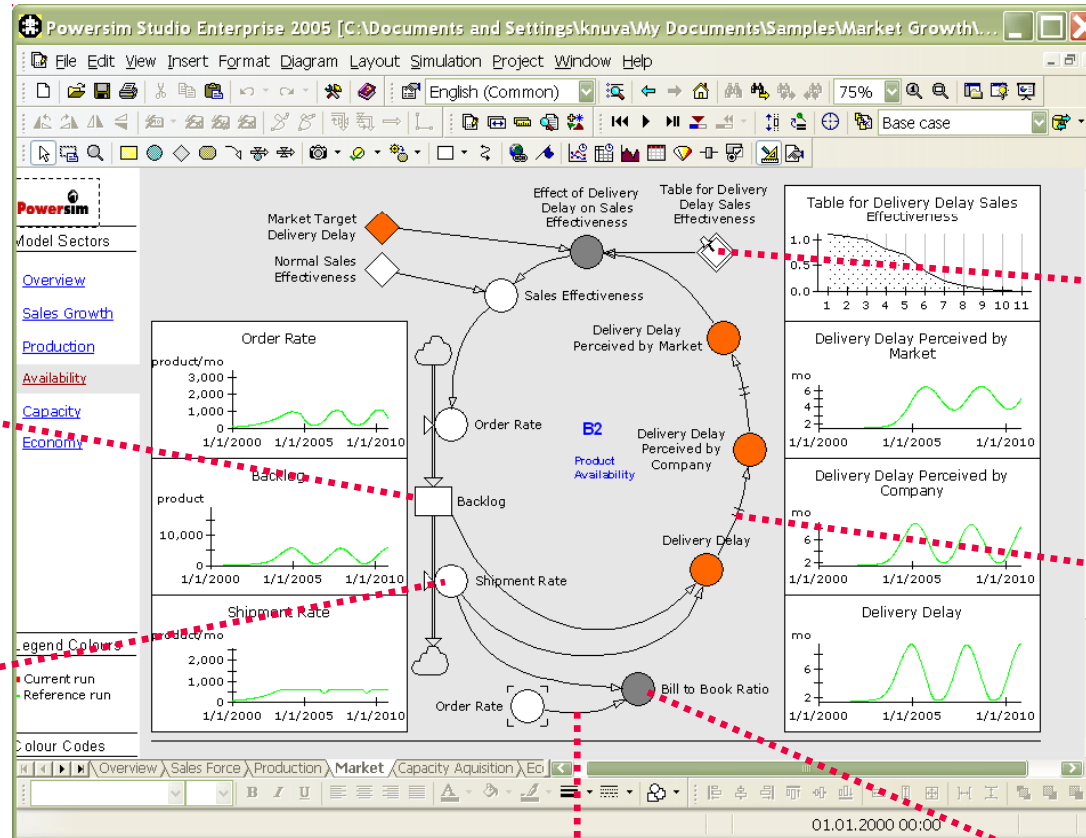
# 파워심 소프트웨어를 이용한 모델링

## 1. Stock, Level

- 사각형 모양의 아이콘
- 시스템의 상태나 상황을 나타내는 상황변수  
Ex) 회사의 현금 보유량(cash)

## 2. Rate, Flow

- 수도꼭지 형태 아이콘
- Stock, Level의 상태를 변화시켜주는 입력량 또는 출력량을 나타내는 변수  
Ex) 현금 유입량(Cash Inflow)



## 3. Constant(상수변수)

- 다이아몬드 형태의 아이콘
- 모델에 대한 입력 변수 또는 의사결정변수를 지정  
Ex) 투입자금 규모

## 5. Delays(시간지연)

- 수식의 적용이 일정한 시간이 지나서 나타내게 함.  
Ex) 3개월 후 원금 상황

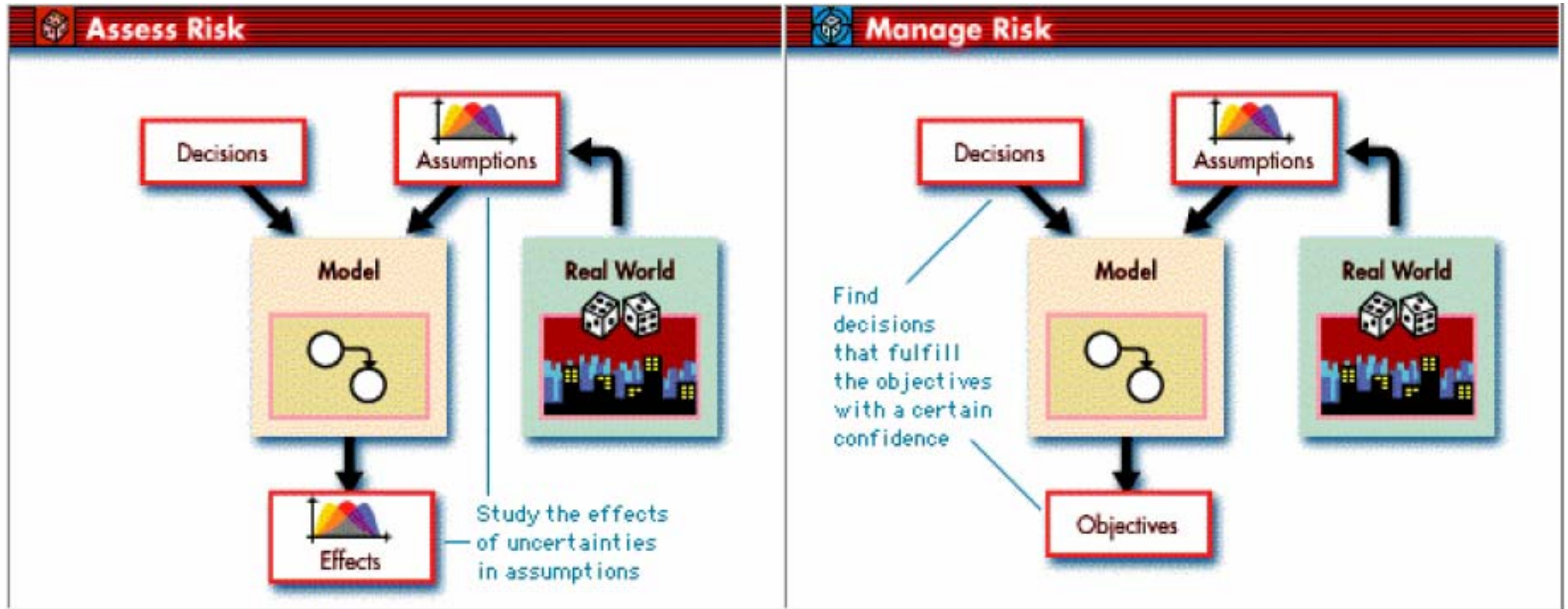
## 4. Link

- 화살표 형태의 연결선
- 변수간의 연결 관계를 나타내는 선이며 수식관계를 표현할 수 있다.  
Ex) 이자율 → 발생이자

## 6. Auxiliary(보조변수)

- 동그라미형태의 아이콘
- 여러 변수들간의 조합으로 이루어진 보조변수 또는 종속변수임
- 다양한 형태의 변수들간의 관계를 설정하거나 정의  
Ex) 이자율\*잔고=발생이자

# 파워심 소프트웨어를 이용한 분석



## 미래예측이란? (1)

미래예측은 단순히 미래를 내다보고  
하나의 미래상을 제시하는 것이라기보다는  
향후 발생할 개연성이 높은 몇 가지의 가능성들을 제시하는 것에  
가깝다.

그래서 미래학에서 말하는 미래예측은 그것이 정확한가,  
아닌가의 유무를 떠나 미래에 대비할 수 있는 방안을 제시하고,

유연한 전략을 갯출 수 있도록 돕는데  
그 필요성과 의미가 있는 것이다. [1]

## 미래예측 (2)

고대적 미래관은 정태성·수동성을 특징으로 하는 반면,

구조적 복잡성과 과정적 역동성이 가속화하는  
오늘날의 인류사회는 변동의 향방이나 추이를 가늠하기 어려운  
불확실성의 시대로 접어들고 있어,

미래 진단이나 미래 전략에 대한 사회적 요구가  
어느 때보다 절실해지고 있다.

미래 연구의 중요성은 바로 이러한 시대 변화의  
산물이라고 말할 수 있다. [1]

## 미래예측 특징

미래연구는 다음의 세가지 특성을 지닌다.

**첫째,** 미래 연구는 분석의 학문일 뿐 아니라 실행의 학문이다.

미래는 예측의 대상이기도 한 동시에 개조의 대상인 까닭이다.

**둘째,** 미래 연구는 다양한 시각의 통찰에 기반을 둔 총체론적 관점을 지향한다.

흔히 '3P', "있음직하고(probable)", "가능하며(possible)", "바람직한(preferable)" 상태를 추구하는 미래 연구는 과학적 사고, 인문학적 관심, 예술적 감성을 아우르는 복합적 상상력을 필요로 한다.

**셋째,** "변화무쌍"과 같은 어법으로 표현되는 역동적 변화상을 나타내는 오늘날의 미래 전망은 가시적 추세를 외삽(extrapolate)한 양적 추정을 넘어선 질적 동향의 요인까지를 포함한 적극적 탐사를 요하는 작업이다. [1]

# 미래예측의 원리

## 1. 과거의 원리

전망(Forecasting)과 후망(Backcasting)

“If we want to attain a certain goal, what actions must be taken to get there?”

## 2. 불확실성의 원리

불확실성을 분석하기 위해서는 복잡하게 얽혀 있는 환경을 읽어낼 필요가 있다. 이를 위해서는 과거와 현재에 벌어졌던 일들을 분석해보아야 한다.

‘과거의 원리’ 분석을 통해 ‘불확실성’의 패턴을 찾는다.

## 3. 장기적 분석의 원리

3년 후, 5년 후 미래의 모습보다는 10년 후, 20년 후 일어날 지각변동이 개인, 조직, 사회에 가져올 변화를 예측하는 것을 주목적으로 한다.

# Trend 분석

트렌드는 크게 상하좌우나 변절까지를 포함한 **방향(direction)**과 **시간별 위치변화를 뜻하는 움직임(movement)**이라는 기본 요소로 구성된다.

트렌드 분석은

**“시간에 따른 사물현상의 패턴 변화를 파악함”**

(searching for the patterns over time)을 목적으로 한다.



# Trend 분석

트렌드 분석의 유형은 그것이 지향하는 대상이나 목표에 따라,

일차적으로 변화의 관찰 대상인 패턴의 소재 여부에 따라  
내적.외적 패턴 (internal and external patterns) 분석으로  
양분되기도 하며,

관심이 집결되는 영역에 따라

- 시간 트렌드(temporal trends) 분석
- 공간 트렌드(spatial trends) 분석
- 관계 트렌드(associational trends) 분석
- 혼합적 트렌드(compound trends) 분석

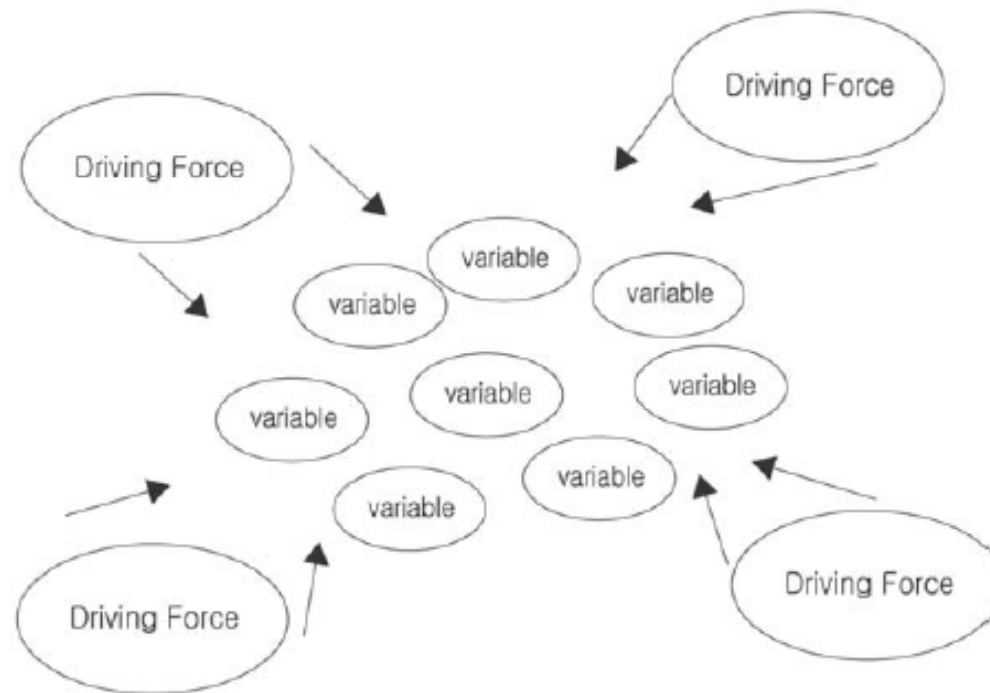
등으로 분류되기도 한다.(Shimeall, et. al., 2002).

# Trend 분석

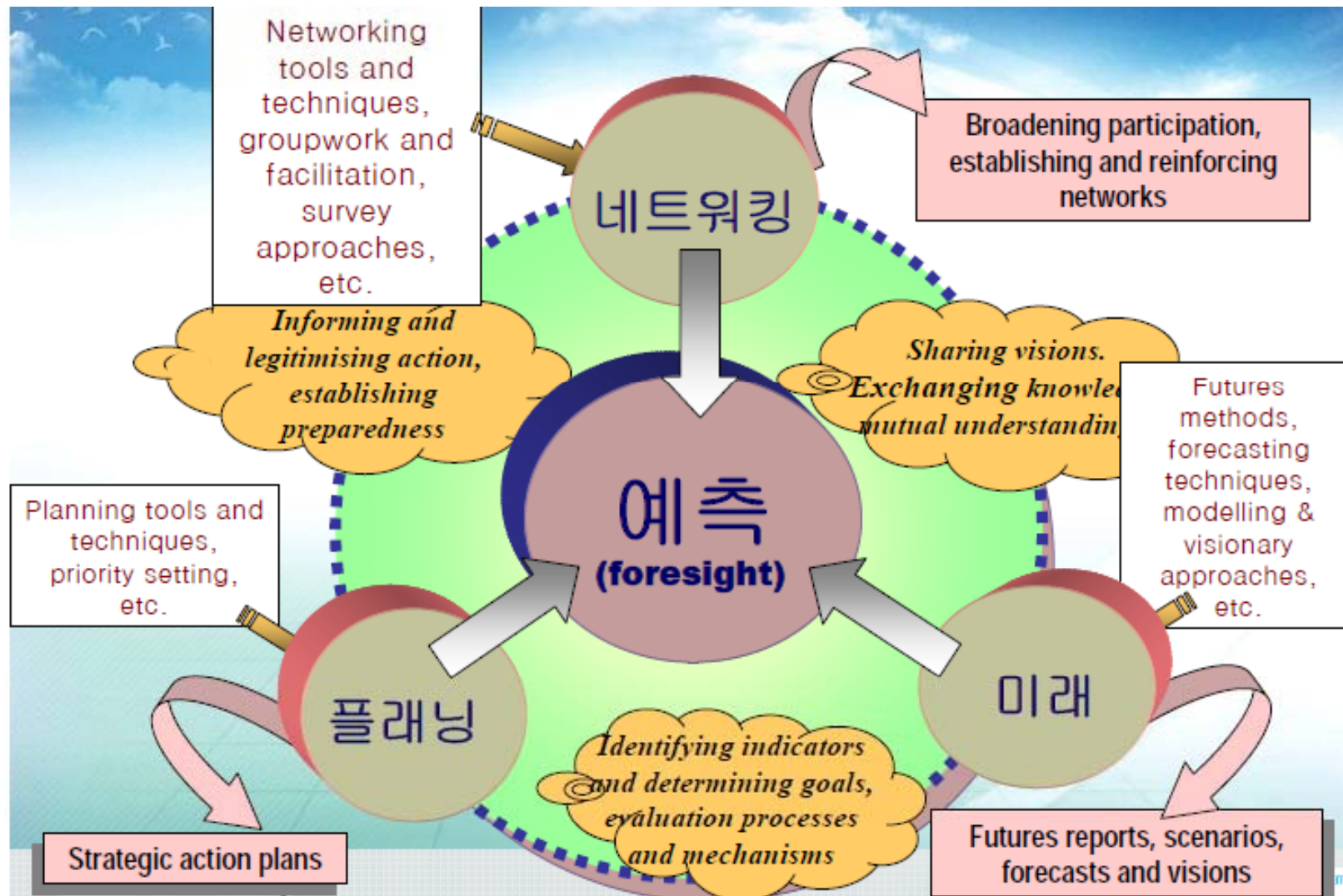
예를 들어

오늘은 맑으나 내일은 비가 올 것이라는 것은 트렌드가 아니며,

한국의 기후가 지구온난화라는 거시적 동인에 의해  
아열대 기후로 점점 변화되고 있다는 것이 트렌드이다.



## 미래예측의 3 요소 (KISTEP)

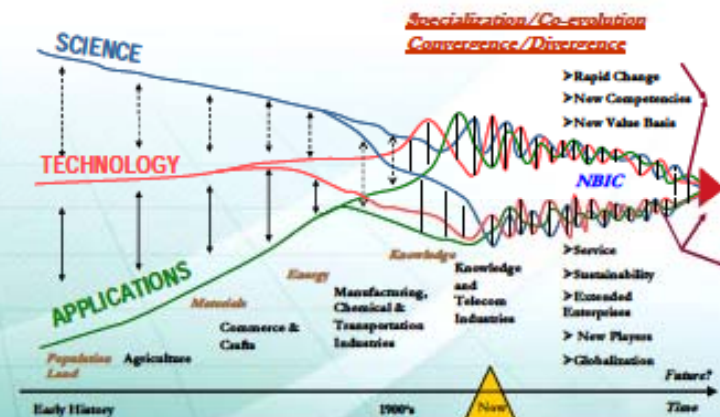
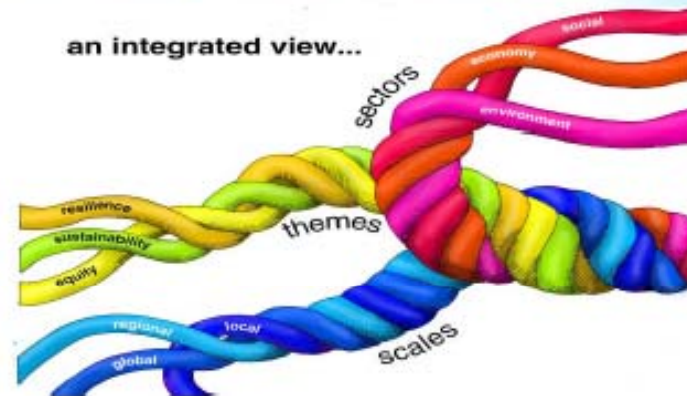


# 미래예측의 3 요소 (KISTEP)

## 고려해야 할 측면들 : STEEPV

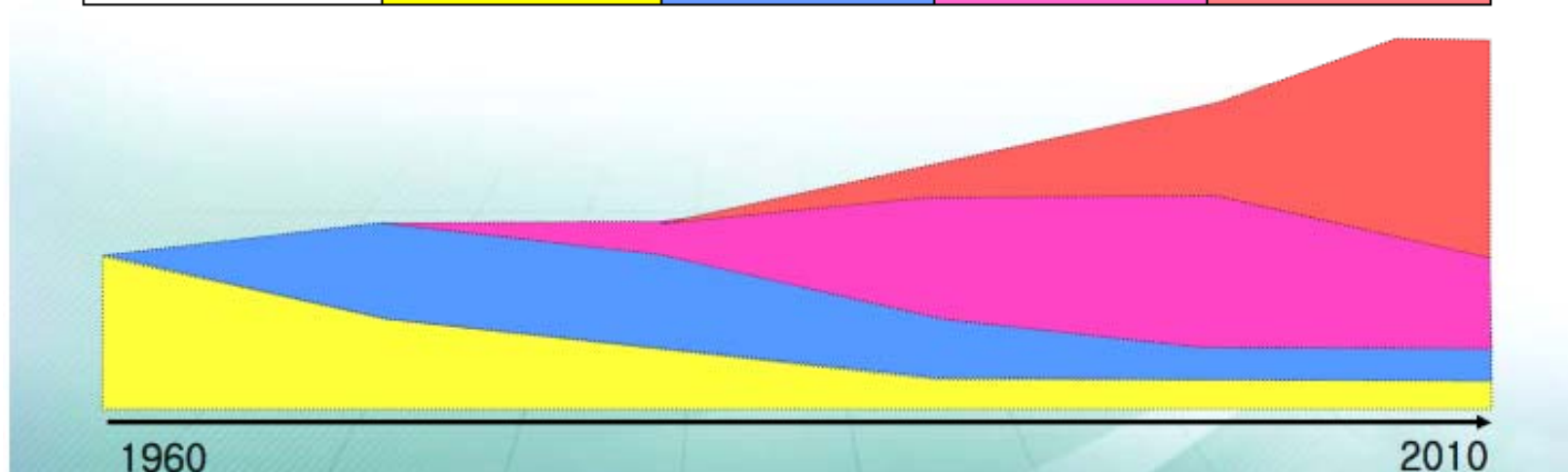
- Social (사회)
- Technological (기술)
- Economic (경제)
- Ecological (환경)
- Politics (정치)
- Values & Norms (가치)

예측활동

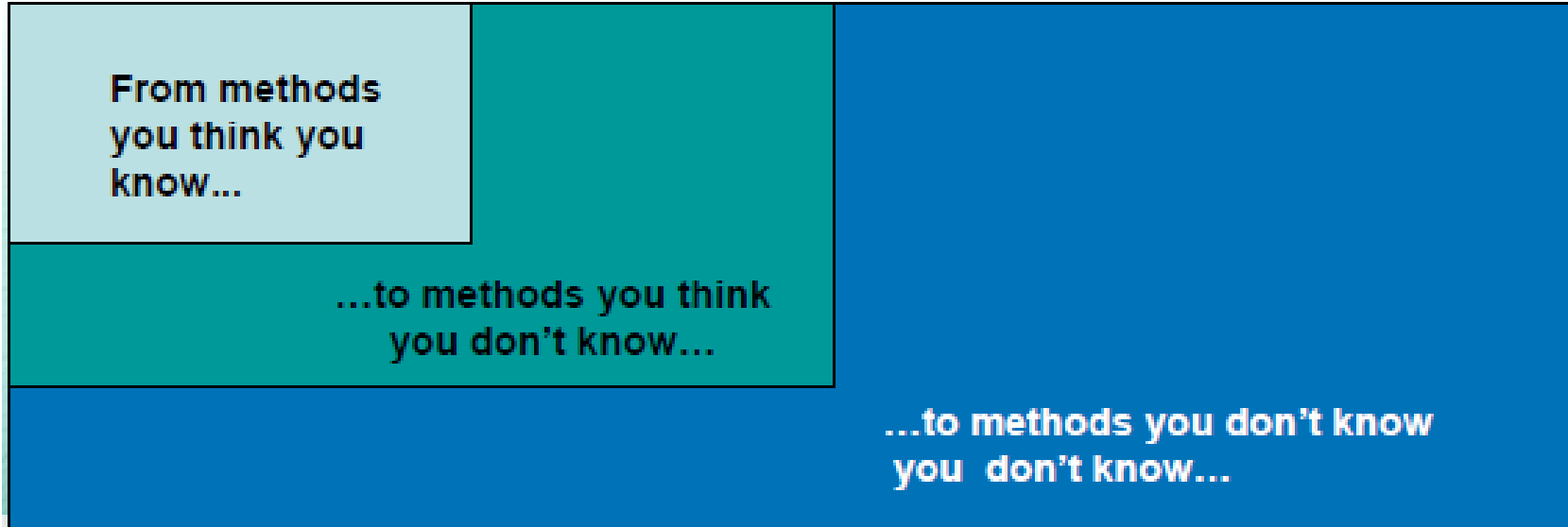


# 미래예측 Paradigm 변화 (KISTEP)

|                             |                                |                                 |                               |                                              |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>가정<br/>(Assumption)</b>  | 미래는 다양한 전문가의 의견수렴과 비교를 통해 예측가능 | 미래는 수학적 정밀성과 광범위한 자료수집을 통해 계산가능 | 시장 및 소비자의 트렌드를 이해함으로써 미래예측 가능 | 사회·경제·기술적인 요소들의 동적인 상호관계를 이해함으로써 미래를 만들      |
| <b>패러다임<br/>(Paradigm)</b>  | Expert-Based Foresight         | Model-based Foresight           | Trend-based Foresight         | Context-based (Open) Foresight               |
| <b>관점<br/>(Perspective)</b> | Exploring Change               | Calculating Change              | Reacting to Change            | Understanding & Anticipating/ Shaping Change |



# 미래예측 방법론 (KISTEP)



# 미래예측 방법론 (KISTEP)



## 참고문헌

1. 미래예측방법론, 최항섭, 정보통신정책연구원, 2007