

CEO를 위한 Digital 최신회과정

2019년 4월 강의

System Dynamics 기반의  
토큰 발행과 유통의 Simulation(기본)

aSSIST 경영대학원 크립토MBA 주임교수  
BeCrypto CEO  
김문수

# 주임 교수 소개



## 김문수 (aSSIST 경영대학원 크립토MBA 주임교수/ BeCrypto CEO)

김문수 교수는 토큰 이코노미 설계의 전략적 패턴, 토큰 상태방정식, 토큰 Dynamics 등 토큰 경제학의 주요 모델을 창시하고 이론을 연구하고 있으며, 대기업, 상장사, 스타트업, 비정부기구 등 20여 곳의 토큰 이코노미를 설계하고 자문하며 블록체인의 사회화와 산업 현장에 기여하고 있습니다.

### 주요 연구 분야

- 토큰 이코노미 설계의 전략적 패턴/ 토큰 기반 마케팅 전략과 토큰 가치 확보 전략
- 토큰 상태 방정식과 토큰 Dynamics/ 블록체인 Data의 실증적 분석
- 토큰 이코노미 구조 분석
- 딥러닝 메커니즘과 인공지능 경영 전략

### 토큰 이코노미 설계 사례

코오롱에코원, 효성 갤럭시아커뮤니케이션즈, 루이드, 스켈터랩스, 스타시아, Aha, 원더스, 프로스쿨, 휴모트, 골든시니어, 대리주부, 환경재단 등 외 다수

### 산업 경력

- BeCrypto Founder & CEO/ 이투스 Founder & CEO/ 스마투스 Founder & CEO
- 딜로이트 선정 2004 한국 고속성장기업 8위/ 에디슨 재단 선정 글로벌 혁신기업 수상 후보

### 학력

- 서울대 공과대학 응용화학부/ 중국 CKGSB EMBA/ aSSIST 빅데이터 경영학 박사 수료

# CEO에게 최신 지식의 중요성

[http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2018/08/09/2018080903828.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2018/08/09/2018080903828.html)



## 리카싱 회장

- 홍콩 청쿱그룹
- 리카싱 재단

“가진 것은 지혜와 학습과 노력 뿐,  
자신의 비즈니스 분야가 현재를 넘어  
미래에 어떻게 발전할지에 대한  
최신 지식이 필수적이다”

- 리카싱 회장-

# 오늘 강의의 요약

---

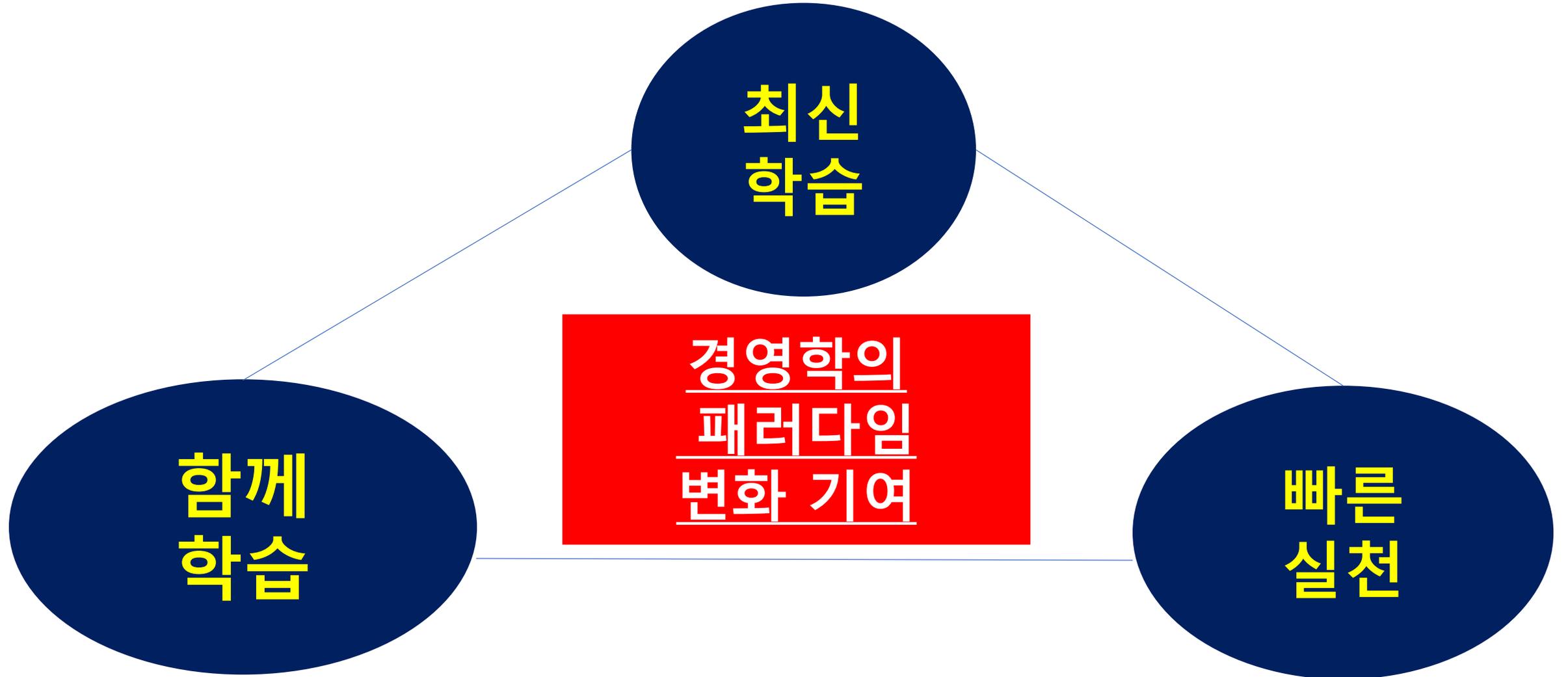
• 토큰 이코노미를 어떻게 모델링할 수 있을까?

• System Dynamics의 매력은 무엇인가?

• 어떤 패턴을 활용할 수 있을까?

# CEO 최신화과정 강의를 만드는 이유

---



# CEO 최신화과정 강의 방식

---



# CEO 최신화과정 강의 주제 선택의 기준

## 임팩트

- ✓ 산업에 임팩트를 주고 있는가?
- ✓ 즉, 새로운 방법으로 성장하는 최신 기업이 있는가?
- ✓ 그 새로운 기업에 투자하는 최신 투자 패턴이 있는가?

## 최신 기술

- ✓ 최신 기술 메커니즘으로 인한 임팩트인가?
- ✓ CEO가 학습할 만한 가치가 있는 기술인가?

## 난이도

- ✓ 강의로 다루어 볼만한 난이도가 있는가?

# 메커니즘 캠퍼스 온라인 강의 제공 <http://mechcampus.kr/>

The screenshot displays the Mechanism Campus website interface. At the top, there is a navigation bar with the logo and menu items: '오프라인 강좌', '온라인 강좌', and '메커니즘 캠퍼스'. Below this, six course cards are arranged in a 2x3 grid. Each card features a distinct background image related to the course topic, a title, a subtitle, and a table of course details. The courses are: 1. '크립토 펀드' (Crypto Fund) with 7 lectures, 2:32 hours, and 150,000 KRW. 2. 'EOS의 사상과 구조' (Ideology and Structure of EOS) with 6 lectures, 2:25 hours, and 150,000 KRW. 3. '토큰 이코노미 설계의 전략적 패턴' (Strategic Patterns of Token Economy Design) with 4 lectures, 2:33 hours, and 150,000 KRW. 4. '디지털 화폐학' (Digital Cryptoeconomics) with 7 lectures, 2:32 hours, and 150,000 KRW. 5. '블록체인 Data의 실증적 분석' (Empirical Analysis of Blockchain Data) with 6 lectures, 2:25 hours, and 150,000 KRW. 6. '블록체인 & 토큰 이코노미 종합 패키지' (Blockchain & Token Economy Comprehensive Package) with 5 lectures, 37% discount, and more.

강의 수	학습시간	수강료
7개	2:32시간	15만원
6개	2:25시간	15만원
4개	2:33시간	15만원

• 부분별 심화내용 지속적 추가 촬영 업데이트

# 2019 최신화과정 커리큘럼

일부 과목은 산업변화 속도에 따라 바뀔 수 있습니다.

<b>2019년</b>	<b>1월 (16일)</b>	<b>2월 (20일)</b>	<b>3월 (20일)</b>	<b>4월 (18일)</b>	<b>5월 (15일)</b>	<b>6월 (19일)</b>
주제	게임이론과 토큰 이코노미	메커니즘 디자인과 토큰 이코노미	Digital Trans- formation 실행 패턴	SD 기반 Token Design전략 (기본)	SD 기반 Token Design전략 (심화)	Digital China
	<b>7월 (17일)</b>	<b>8월 (21일)</b>	<b>9월 (18일)</b>	<b>10월 (16일)</b>	<b>11월 (20일)</b>	<b>12월 (18일)</b>
주제	딥러닝 2019 최신 동향	디지털 헬스케어	비디오 커머스	스테이블 코인	알고리즘 트레이딩	크립토 경영전략

CEO를 위한 Digital 최신회과정

2019년 4월 강의

**System Dynamics 기반의  
토큰 발행과 유통의 Simulation**

aSSIST 경영대학원 크립토MBA 주임교수  
BeCrypto CEO  
김문수

# 지금까지의 선행 강의 이력과 오늘 강의의 구조

• 암호화폐의 SER-M 분석	2018년 1월
• 기업의 코인 발행 전략	2018년 2월
• 토큰 경제학	2018년 4월
• STEEM 경제 분석	2018년 5월
• 스마트 컨트랙트	2018년 6월
• 암호화폐 펀드	2018년 7월
• 토큰 이코노미 설계의 전략적 패턴	2018년 8월
• EOS의 사상과 구조	2018년 9월
• 디지털 화폐학	2018년 10월
• 블록체인 Data의 실증적 분석	2018년 11월
• 행동경제학과 토큰 이코노미 전략	2018년 12월
• 게임이론과 토큰 이코노미 전략	2019년 1월

## 중간토큰학

- 메커니즘 디자인과 토큰 이코노미 전략

# 연구 단계별 연결 구조

현상	<ul style="list-style-type: none"><li>• 암호화폐 펀드</li></ul>
분석	<ul style="list-style-type: none"><li>• 암호화폐의 SER-M 분석</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• STEEM 경제 분석</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 블록체인 Data의 실증적 분석</li></ul>
이해	<ul style="list-style-type: none"><li>• 디지털 화폐학</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 스마트 컨트랙트</li></ul>
실행	<ul style="list-style-type: none"><li>• 토큰 이코노미 설계의 전략적 패턴</li></ul>
전략	<ul style="list-style-type: none"><li>• 행동경제학과 토큰 이코노미 전략</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• 게임이론과 토큰 이코노미 전략</li></ul>
<b>업의 본질</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>메커니즘 디자인</b></li></ul>

# 지난 '게임이론' 강의와 연결 구조

---

2019년 1월 강의

2019년 2월 강의



전략과 경쟁

게임이론

메커니즘 디자인

# 지금까지의 선행 강의 이력과 오늘 강의의 구조

토큰 이코노미  
설계의 전략적  
패턴

2018년 8월

Kim, Moon S.; Chung, Jee Y. 2019. "Sustainable Growth and Token Economy Design: The Case of Steemit." *Sustainability* 11, no. 1: 167.

**System Dynamics 기반의  
토큰의 발행 및 유통의 Simulation**

2019년 4월

기본편

2019년 5월

심화편



# 강의 순서

---

1. Token Dynamics의 배경
2. System Dynamics의 이해
3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해
4. 시스템적 사고와 전략
5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례
6. 강의의 요약

# 강의 순서

---

**1. Token Dynamics의 배경**

**2. System Dynamics의 이해**

**3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해**

**4. 시스템적 사고와 전략**

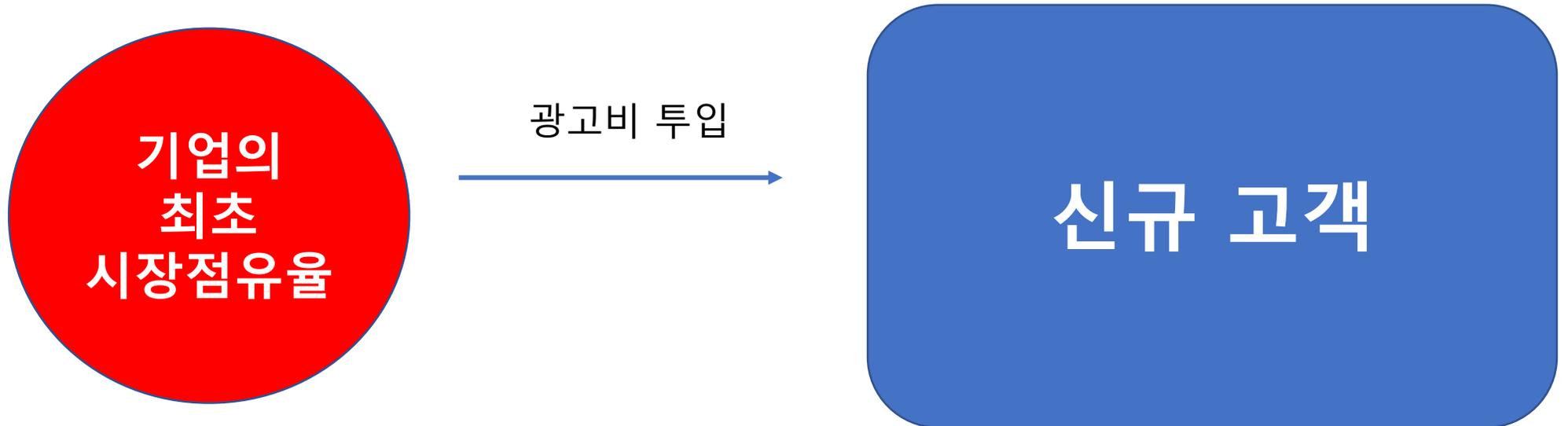
**5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례**

**6. 강의의 요약**

# 전통적인 마케팅 전략

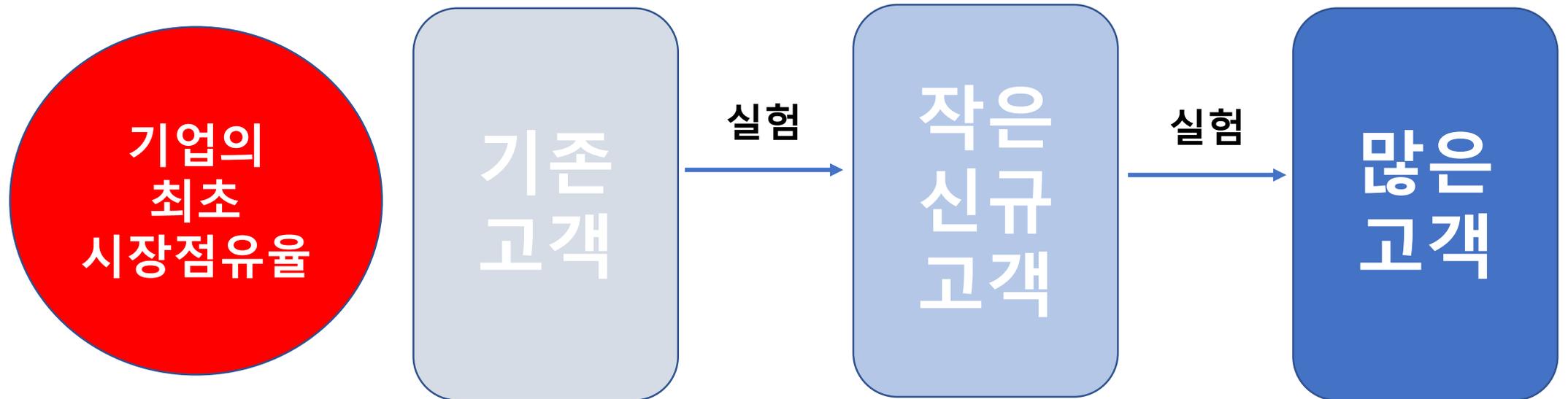
---

기존방식



# 실리콘밸리 마케팅 전략

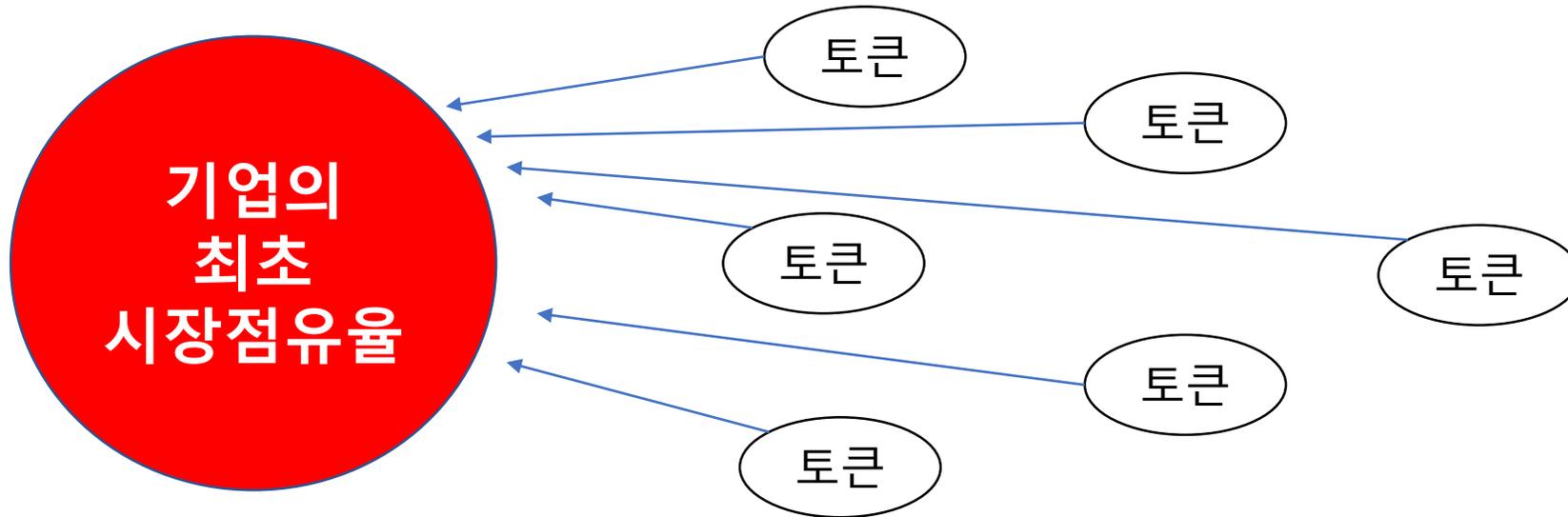
## 그로스 해킹



# 토큰이코노미와 마케팅의 결합

토큰 발행

신규 고객



✓ 증가된 시장점유율의 가치를 고객과 공유

# 기업 토큰이코노미 실무에서 양적 설계의 역할

## 토큰 발행 전략 수립

- 블록체인 프로젝트 테마 적합성 검토
- 블록체인 프로젝트 추진 전략 수립
- 블록체인 프로젝트의 사회화 / 마케팅 전략 수립

## 토큰 이코노미 설계

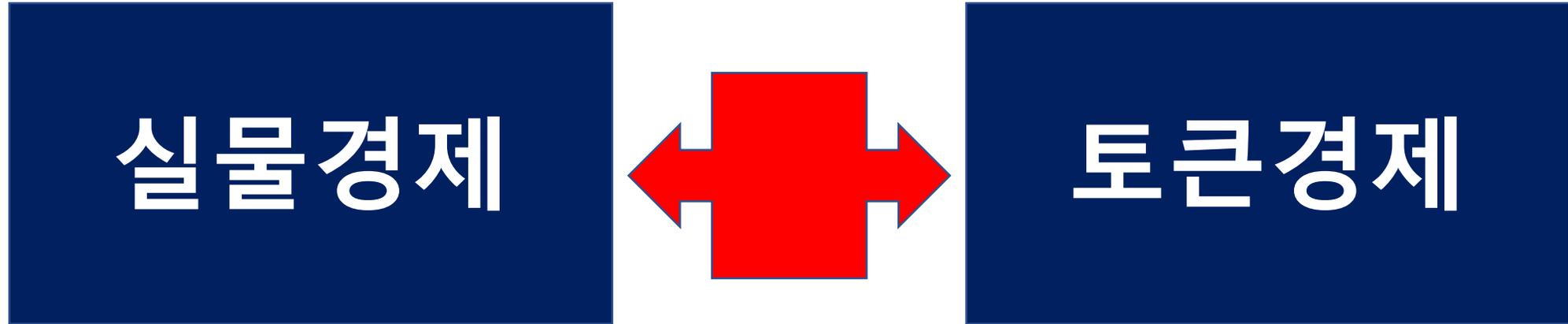
- 토큰 이코노미의 유형과 범위 선정
- 토큰 초기 참여자들의 인센티브 전략 수립
- 토큰 장기 보유 촉진 정책 수립
- 토큰의 신규 발행, 채굴, 소각 메커니즘 전략 수립
- **Token 상태 방정식**
- **Token 양적 분석**
- **Token Dynamics 도출**

## 상장 후 가치 극대화

- 거래소 상장 후 가치 상승 전략 수립
- 거래소 상장 후 후속 마케팅 전략 수립
- 거래소 상장 후 토큰 이코노미 수정 및 업데이트

# 토큰 이코노미 설계에서 주요 포인트

---



**“어떻게 연결할 것인가?”**

# 토큰 Dynamics 작성 실무의 절차

---

1. 매출액 목표 제시
2. 토큰의 발행 계획
3. 토큰 지급 계획 모델링
4. 토큰 회수 계획 모델링
5. 토큰의 수지 체크
6. 토큰 Dynamics 시각화
7. 본사 보유 Pool 시뮬레이션

# Steady State 의 개념 이해

[https://en.wikipedia.org/wiki/Steady\\_state#Economics](https://en.wikipedia.org/wiki/Steady_state#Economics)

## Steady state

From Wikipedia, the free encyclopedia

*For other uses, see [Steady state \(disambiguation\)](#).*

In [systems theory](#), a [system](#) or a [process](#) is in a **steady state** if the variables (called [state variables](#)) which define the behavior of the system are constant over time. This means that for those properties  $p$  of the system, the [partial derivative](#) with respect to time is zero and remains so:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = 0 \quad \text{for all } t.$$

In [discrete time](#), it means that the [first difference](#) of each property is zero and remains so:

$$p_t - p_{t-1} = 0 \quad \text{for all } t.$$

The concept of a steady state has relevance in many fields, in particular [thermodynamics](#), [economics](#), and [engineering](#). If a system is in a steady state, it will continue into the future.<sup>[1]</sup> In [stochastic](#) systems, the probabilities that various states will be repeated will remain constant. See [form](#) for the derivation of the steady state.

In many systems, a steady state is not achieved until some time after the system is started or initiated. This initial situation is often called a [transient state](#). For example, while the flow of [fluid](#) through a tube or electricity through a network could be in a steady state because there is a constant flow, a system in [transient state](#), because its volume of fluid changes with time.

Often, a steady state is approached [asymptotically](#). An [unstable system](#) is one that diverges from the steady state. See for example [unstable equilibrium](#).

# Steady State 의 개념 이해

[https://en.wikipedia.org/wiki/Steady\\_state#Economics](https://en.wikipedia.org/wiki/Steady_state#Economics)

## Contents [hide]

- 1 Applications
  - 1.1 Economics
  - 1.2 Electronics
  - 1.3 Chemical engineering
  - 1.4 Electrical engineering
  - 1.5 Mechanical engineering
  - 1.6 Physiology
  - 1.7 Fiber optics
- 2 See also
- 3 References

- 핵심은 " 동적"인 변화 속에서
- Steady State 라는 것이 포인트

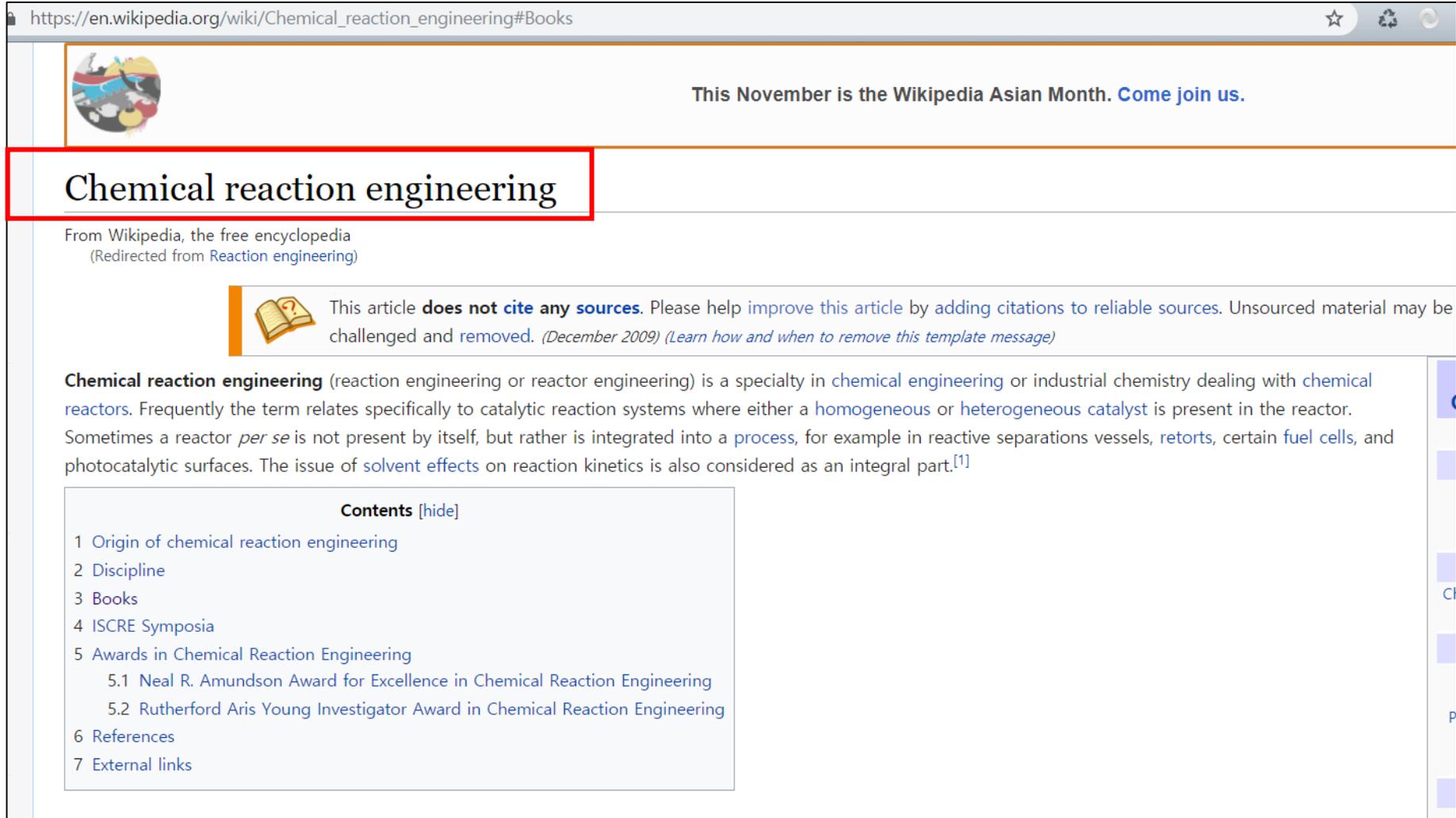
## Applications [edit]

### Economics [edit]

*Main article: Steady state economy*

A *steady state economy* is an economy (especially a national economy but possibly that of a city, a region, or the world) of stable size featuring a stable population and stable **consumption** that remain at or below **carrying capacity**. In the **economic growth** model of **Robert Solow** and **Trevor Swan**, the steady state occurs when gross **investment** in **physical capital** equals **depreciation** and the economy reaches **economic equilibrium**, which may occur during a period of growth.

# 반응공학 : 상태방정식이 활발히 사용되는 학문



The screenshot shows a web browser window with the URL [https://en.wikipedia.org/wiki/Chemical\\_reaction\\_engineering#Books](https://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_reaction_engineering#Books). The page title is "Chemical reaction engineering", which is highlighted with a red box. Below the title, it says "From Wikipedia, the free encyclopedia (Redirected from Reaction engineering)". A notice indicates that the article "does not cite any sources" and needs improvement. The main text defines "Chemical reaction engineering" as a specialty in chemical engineering or industrial chemistry dealing with chemical reactors. A table of contents is visible at the bottom of the article section.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Chemical\\_reaction\\_engineering#Books](https://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_reaction_engineering#Books)

This November is the Wikipedia Asian Month. [Come join us.](#)

## Chemical reaction engineering

From Wikipedia, the free encyclopedia  
(Redirected from Reaction engineering)

This article **does not cite any sources**. Please help improve this article by adding citations to reliable sources. Unsourced material may be challenged and removed. (December 2009) *(Learn how and when to remove this template message)*

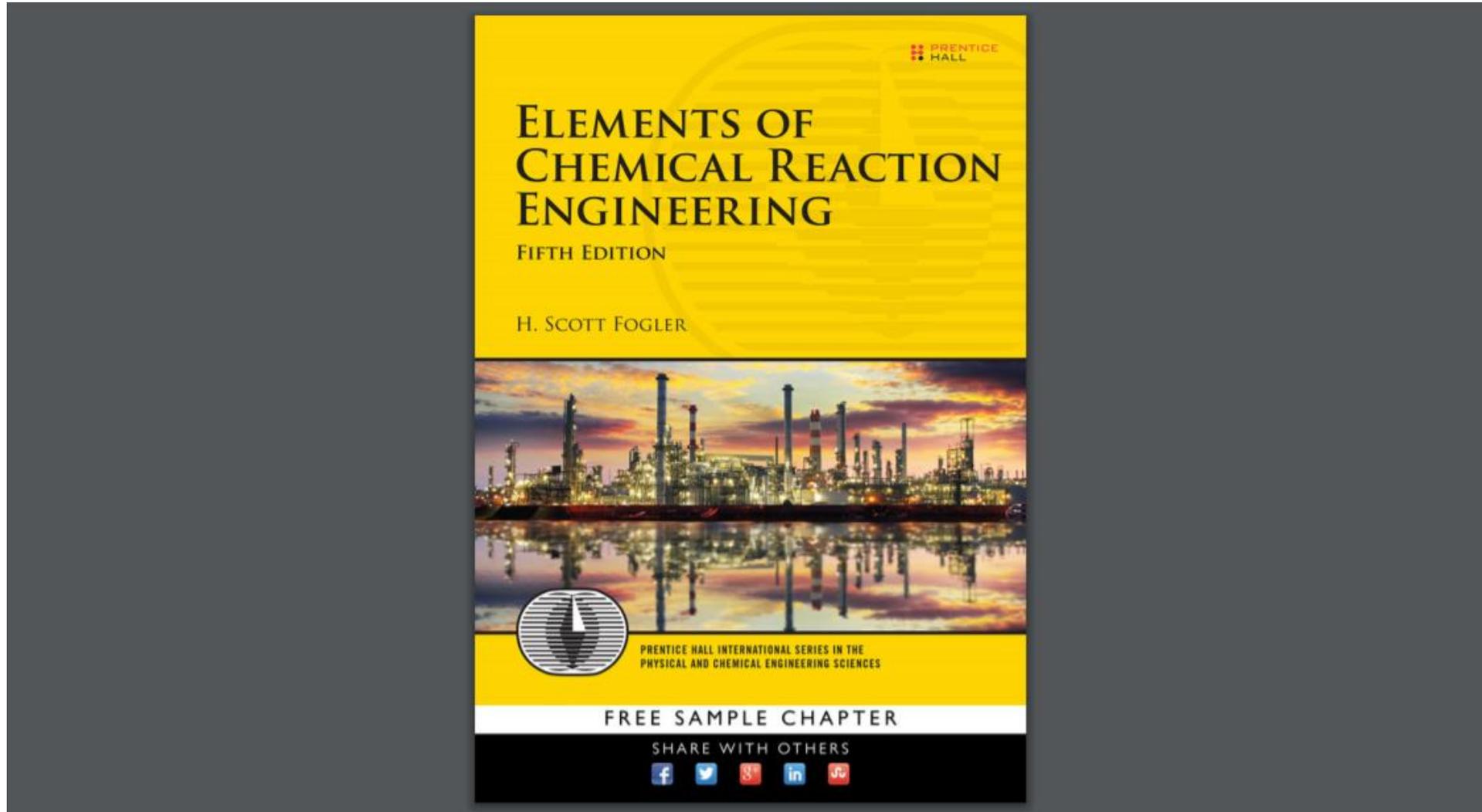
**Chemical reaction engineering** (reaction engineering or reactor engineering) is a specialty in chemical engineering or industrial chemistry dealing with chemical reactors. Frequently the term relates specifically to catalytic reaction systems where either a homogeneous or heterogeneous catalyst is present in the reactor. Sometimes a reactor *per se* is not present by itself, but rather is integrated into a process, for example in reactive separations vessels, retorts, certain fuel cells, and photocatalytic surfaces. The issue of solvent effects on reaction kinetics is also considered as an integral part.<sup>[1]</sup>

**Contents** [hide]

- Origin of chemical reaction engineering
- Discipline
- Books
- ISCRE Symposia
- Awards in Chemical Reaction Engineering
  - Neal R. Amundson Award for Excellence in Chemical Reaction Engineering
  - Rutherford Aris Young Investigator Award in Chemical Reaction Engineering
- References
- External links

# 반응공학 : 상태방정식이 활발히 사용되는 학문

<http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133887518/samplepages/9780133887518.pdf>



# 반응공학 : 상태방정식이 활발히 사용되는 학문

<http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133887518/samplepages/9780133887518.pdf>

## 1.2 The General Mole Balance Equation

To perform a mole balance on any system, the system boundaries must first be specified. The volume enclosed by these boundaries is referred to as the *system volume*. We shall perform a mole balance on species  $j$  in a system volume, where species  $j$  represents the particular chemical species of interest, such as water or NaOH (Figure 1-3).

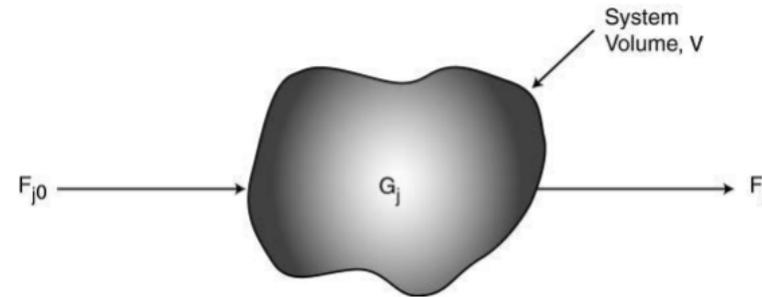


Figure 1-3 Mole balance on species  $j$  in a system volume,  $V$ .

A mole balance on species  $j$  at any instant in time,  $t$ , yields the following equation:

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Rate of flow} \\ \text{of } j \text{ into} \\ \text{the system} \\ \text{(moles/time)} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{Rate of flow} \\ \text{of } j \text{ out of} \\ \text{the system} \\ \text{(moles/time)} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Rate of generation} \\ \text{of } j \text{ by chemical} \\ \text{reaction within} \\ \text{the system} \\ \text{(moles/time)} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{Rate of} \\ \text{accumulation} \\ \text{of } j \text{ within} \\ \text{the system} \\ \text{(moles/time)} \end{array} \right]$$

Mole balance	<b>In</b>	-	<b>Out</b>	+	<b>Generation</b>	=	<b>Accumulation</b>
	$F_{j0}$	-	$F_j$	+	$G_j$	=	$\frac{dN_j}{dt}$ (1-3)

# 반응공학 : 상태방정식이 활발히 사용되는 학문

<http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133887518/samplepages/9780133887518.pdf>

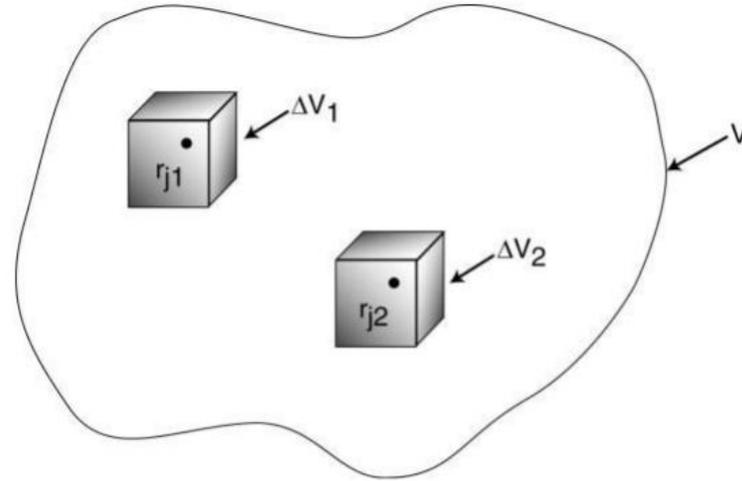


Figure 1-4 Dividing up the system volume,  $V$ .

The rate of generation,  $\Delta G_{j1}$ , in terms of  $r_{j1}$  and subvolume  $\Delta V_1$ , is

$$\Delta G_{j1} = r_{j1} \Delta V_1$$

Similar expressions can be written for  $\Delta G_{j2}$  and the other system subvolumes,  $\Delta V_i$ . The total rate of generation within the system volume is the sum of all the rates of generation in each of the subvolumes. If the total system volume is divided into  $M$  subvolumes, the total rate of generation is

$$G_j = \sum_{i=1}^M \Delta G_{ji} = \sum_{i=1}^M r_{ji} \Delta V_i$$

# 반응공학 : 상태방정식이 활발히 사용되는 학문

<http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133887518/samplepages/9780133887518.pdf>

By taking the appropriate limits (i.e., let  $M \rightarrow \infty$  and  $\Delta V \rightarrow 0$ ) and making use of the definition of an integral, we can rewrite the foregoing equation in the form

$$G_j = \int^V r_j dV$$

From this equation, we see that  $r_j$  will be an indirect function of position, since the properties of the reacting materials and reaction conditions (e.g., concentration, temperature) can have different values at different locations in the reactor volume.

We now replace  $G_j$  in Equation (1-3)

$$F_{j0} - F_j + G_j = \frac{dN_j}{dt} \quad (1-3)$$

by its integral form to yield a form of the general mole balance equation for any chemical species  $j$  that is entering, leaving, reacting, and/or accumulating within any system volume  $V$ .

This is a basic equation for chemical reaction engineering.

$$F_{j0} - F_j + \int^V r_j dV = \frac{dN_j}{dt} \quad (1-4)$$

From this general mole balance equation, we can develop the design equations for the various types of industrial reactors: batch, semibatch, and continuous-flow. Upon evaluation of these equations, we can determine the time (batch) or reactor volume (continuous-flow) necessary to convert a specified amount of the reactants into products.

# 토큰 이코노미에서 유량과 저장

유량(Flow)와 저장(Stock)은  
어떻게 다를까요?

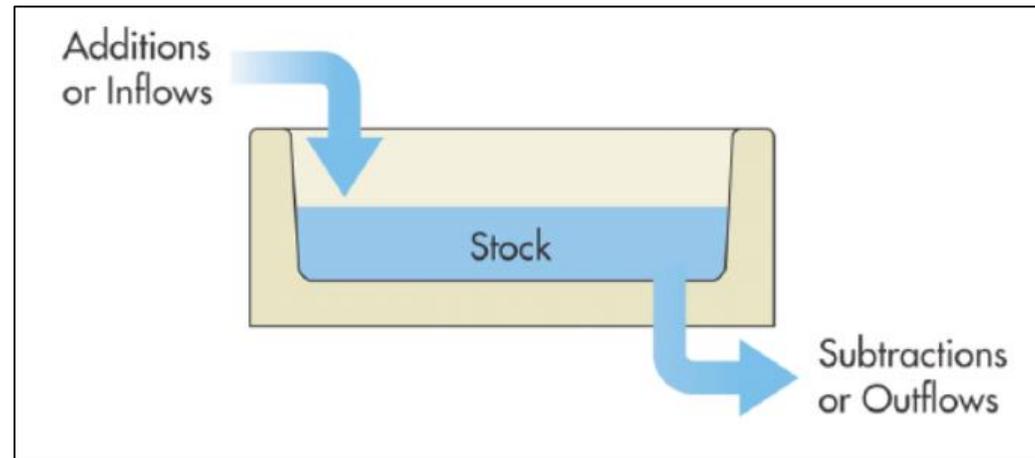
저수지에 고여있는 물의 양 : 저장  
저수지로 흘러드는 물의 양 : 유량

# 유량과 저량의 시각적 이해

<https://fixingtheeconomists.wordpress.com/2013/09/21/how-do-stock-flow-relations-work-in-economics-and-are-they-inappropriate-for-price-dynamics/>

## 저량

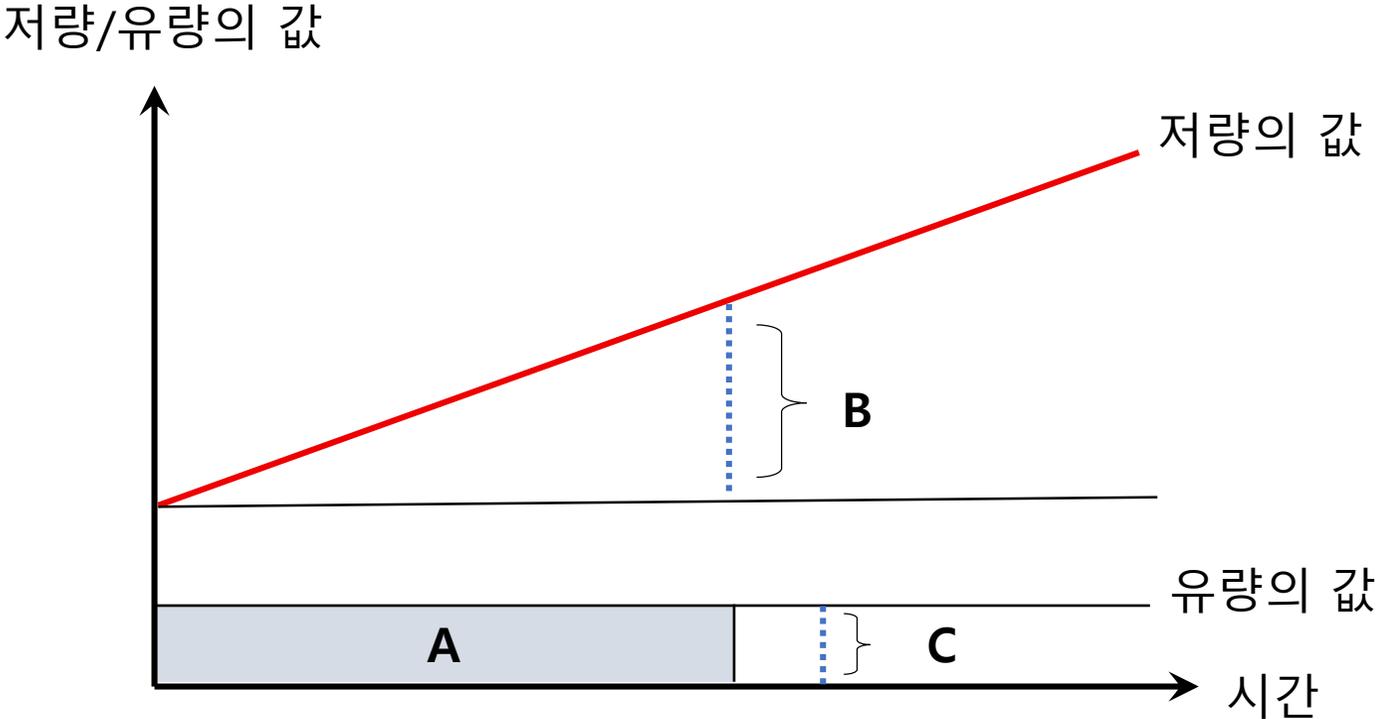
- 초기 토큰 분배량
- 사업부서별 토큰 예산 총액
- 토큰의 재무운영을 위해 할당된 예산의 총액



## 유량

- 저량에서 일어난 변화량
- 일정 기간 소비자에게 토큰으로 지급한 금액
- 일정 기간 시장으로부터 회수된 토큰의 수량

# 저량과 유량의 관계 (도식)



# 저량과 유량의 관계 (풀이)

---

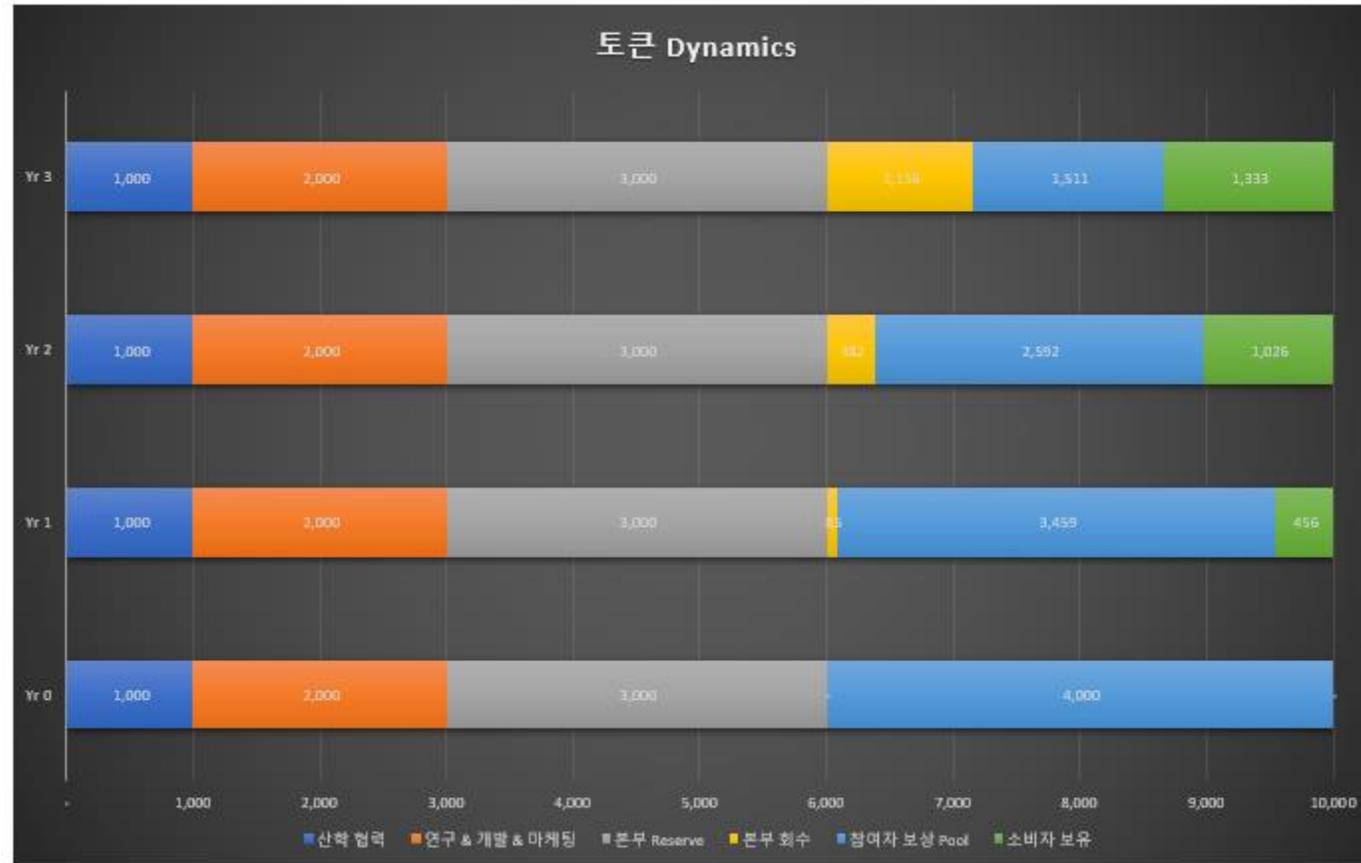
- ① 증가 유량과 감소 유량을 합한 값이 양수이면, 저량은 증가한다. 반대로 그 값이 음수이면 저량은 감소한다.
- ② 유량의 변화를 시간의 축으로 표현했을 때 유량곡선의 아랫부분 면적의 합(A의 면적)은 동일한 기간 동안에 저량이 변화된 양(B의 크기)과 동일하다.  
즉, '저량의 최종 시점의 값=저량의 초기값+유량 곡선의 아랫부분 면적'이다.
- ③ 특정 시점에서의 유량의 값(C)은 그 시점에서 저량의 기울기이다.
- ④ 유량의 값이 상수일 때 저량은 선형적으로 증가하며, 그 기울기는 유량의 값과 동일하다.(그림의 경우)
- ⑤ 유량이 선형적으로 증가하면, 저량은 기하급수적으로 증가한다. 유량이 선형적으로 감소하면, 저량은 기하급수적으로 감소한다.

# [실무현장] 유량과 저량

B2B 사업 본부		500
Yearly	단위: 백만(m)	Yr 0
	B2B 파트너 보상 예산 총액 (지출만 있는 저량)	500.0
	B2B 파트너 획득 총액 (저량)	
	소각 (유량)	
	배당 지급 (유량)	
	본사 보유 잔량 (유량)	
		500.0
누계 (Accumulative)	단위: 백만(m)	Yr 0
	B2B 파트너 보상 예산 총액(지출만 있는 저량)	
	B2B 파트너 획득 총액(저량)	
	소각(유량)	
	배당 지급(유량)	
	본사 보유 잔량(유량)	

- ✓ 토큰 이코노미 실무에서는 매우 작은 단위에서 저량과 유량이 섞여 있으므로 명확한 구별이 필요하다.
- ✓ 유량과 저량의 초기 설정에서 오류가 발생하면 전체 토큰 시뮬레이션에서 오류가 발생한다.

# Token Dynamics의 예시 (온라인 교육 플랫폼)



# Token Dynamics의 예시 (온라인 교육 플랫폼)

---

## 2. POA Design

KPI	Mechanism Design	기준 값
마케팅 노출 수 (KPI 0)	카톡 링크, SNS 공유	10
회원 가입률 (KPI 1)	가입 시 보상	7.00%
회원 중 무료 강의 시청률 (KPI 2)	무료 강의 시청 보상	20%
유료 구매율 (KPI 3)	첫 유료 강의 구매 보상	20%
유료 회원 연간 평균 구매액 (KPI 4)	구매액에 비례해서 보상	200,000

# Token Dynamics의 예시 (온라인 교육 플랫폼)

4. 연도별 시뮬레이션		Yr 1
기존 서비스	Funnel 0 (노출, KPI 0) #	
	Funnel 0 -> Funnel 1 비율	
	Funnel 1 (회원 가입, KPI 1) #	
	Funnel 1 B2B 유입 (회원 가입, KPI 1) #	
	1년 잔존율 (Retention Rate)	
	총 Funnel 1 #	
	Funnel 1 -> Funnel 2 비율 (KPI 2)	
	Funnel 2 (무료 강의 시청) #	
	Funnel 2 -> Funnel 3 비율 (KPI 3)	
	Funnel 3 (유료 구매 회원 수 ) #	
	Funnel 3 -> 유료 회원 당 평균 매출액 (KPI 4)	

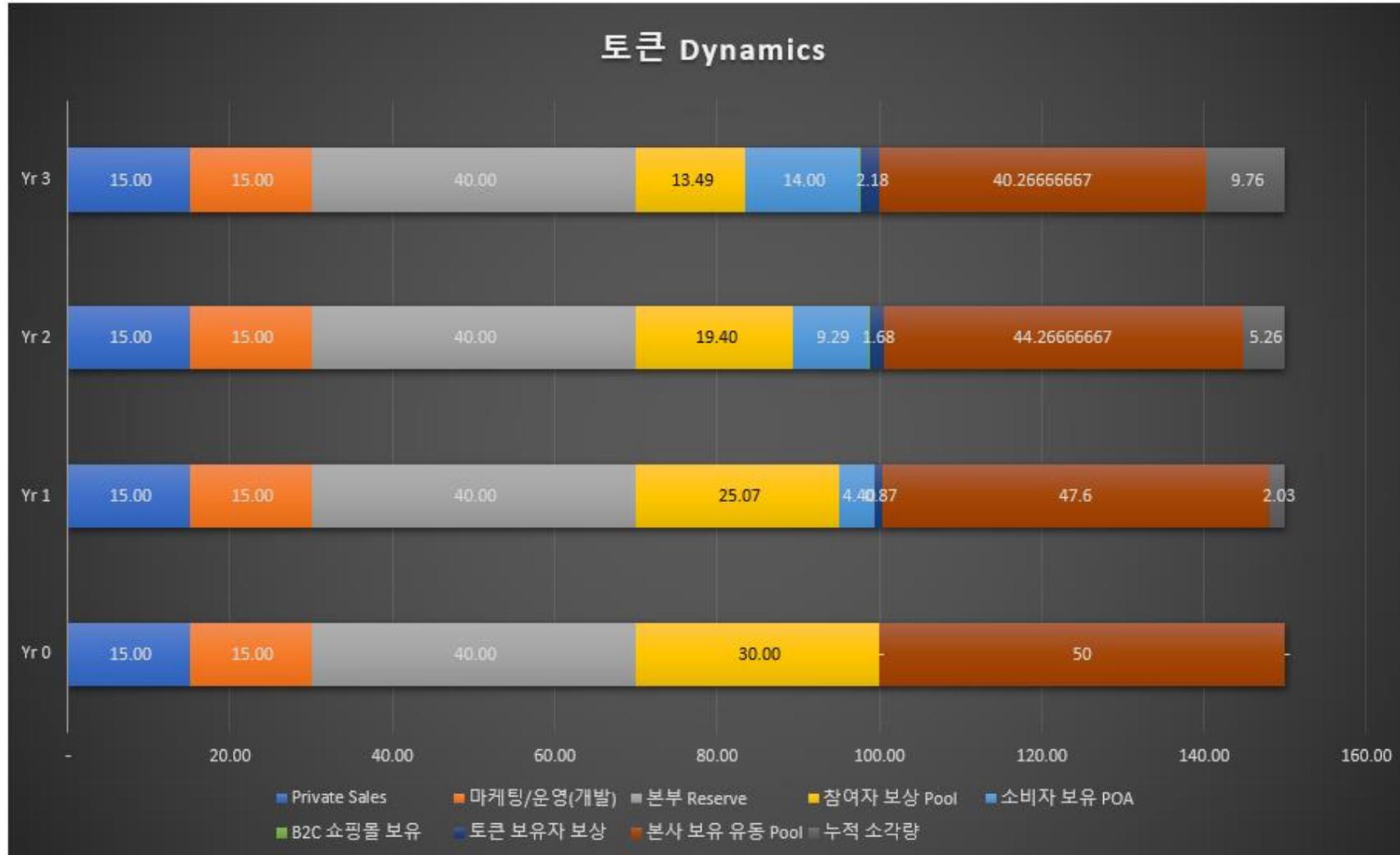
# Token Dynamics의 예시 (온라인 교육 플랫폼)

토큰 지급	POA1
	POA2
	POA3
	POA4
	POA5
	총 POA 토큰 지급
	B2B 토큰 지급
토큰 회수	기존 매출 (온라인 콘텐츠 판매)
	총 토큰 회수

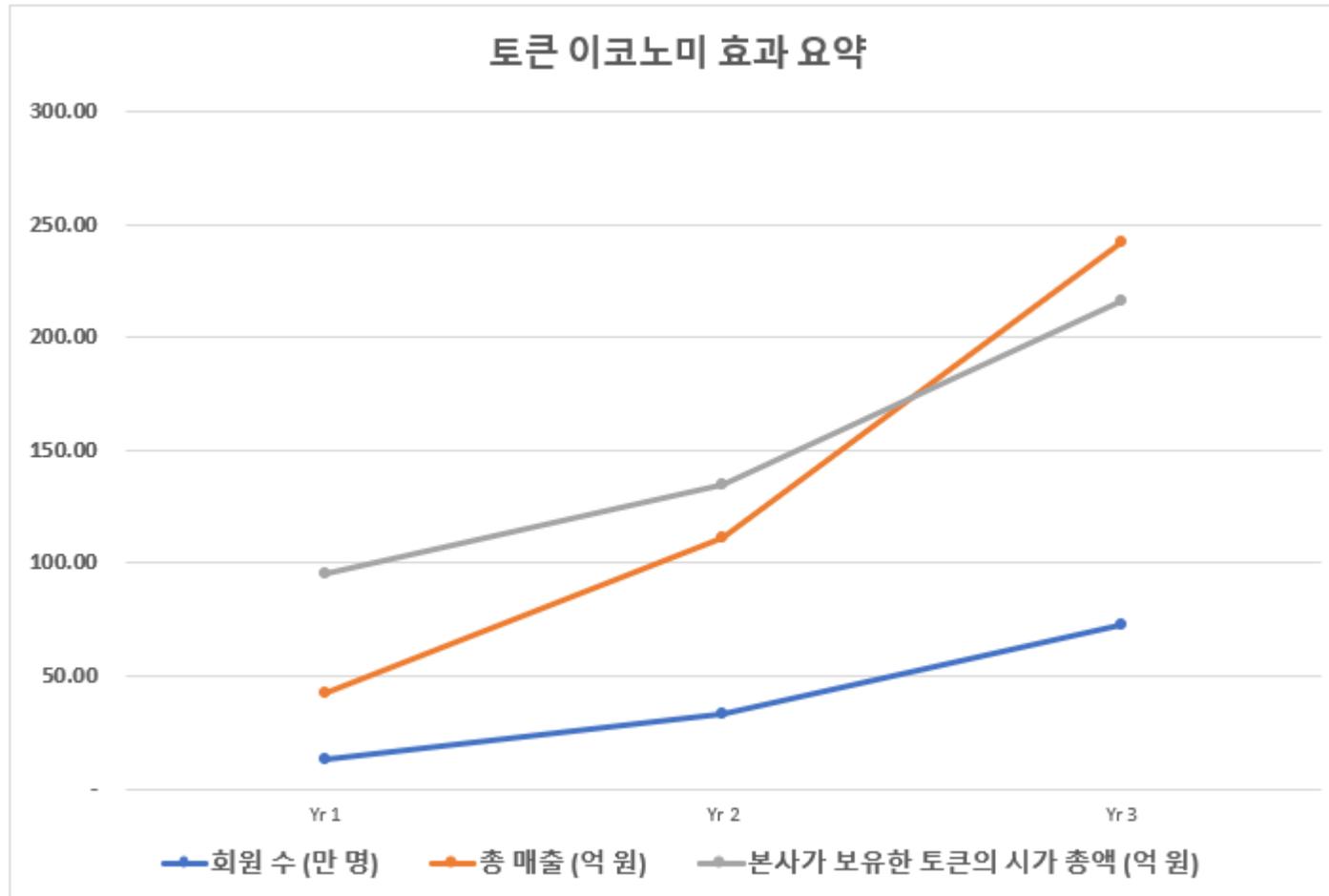
## 5. 토큰 이코노미 목표 및 효과 요약

회원 수 (만 명)
유료 회원 수 (만 명)
총 매출 (억 원)
토큰 가격 (원)
본사가 보유한 토큰의 시가 총액 (억 원)
토큰 전체의 시가 총액 (억 원)

# Token Dynamics의 예시

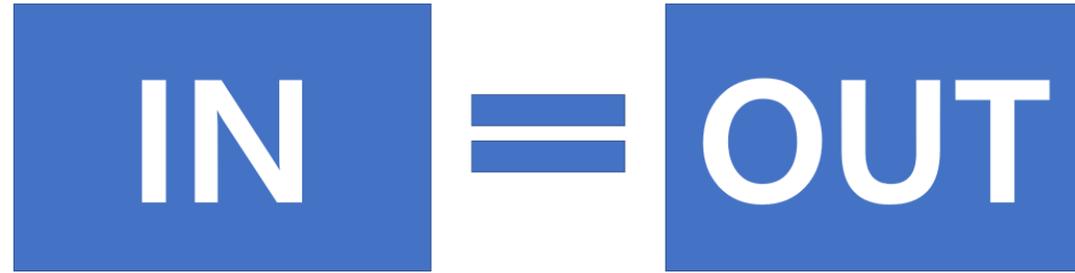


# Token Dynamics의 예시 (온라인 교육 플랫폼)



# 토큰 상태 방정식 기본형의 예시

---



**Total Supply = Private Sales + Operation + Reserve + Consumer Pool(S0) + Token Pool(S0)**

**Consumer Pool(S0) = Consumer Pool(S1) + PoA(S1)**

**Consumer Pool(S0) = Consumer Pool(S2) + PoA(S1) + PoA(S2)**

**Consumer Pool(S0) = Consumer Pool(S3) + PoA(S1) + PoA(S2) + PoA(S3)**

**Token Pool(S1) = Returned Token(S1) + Token Pool(S0)**

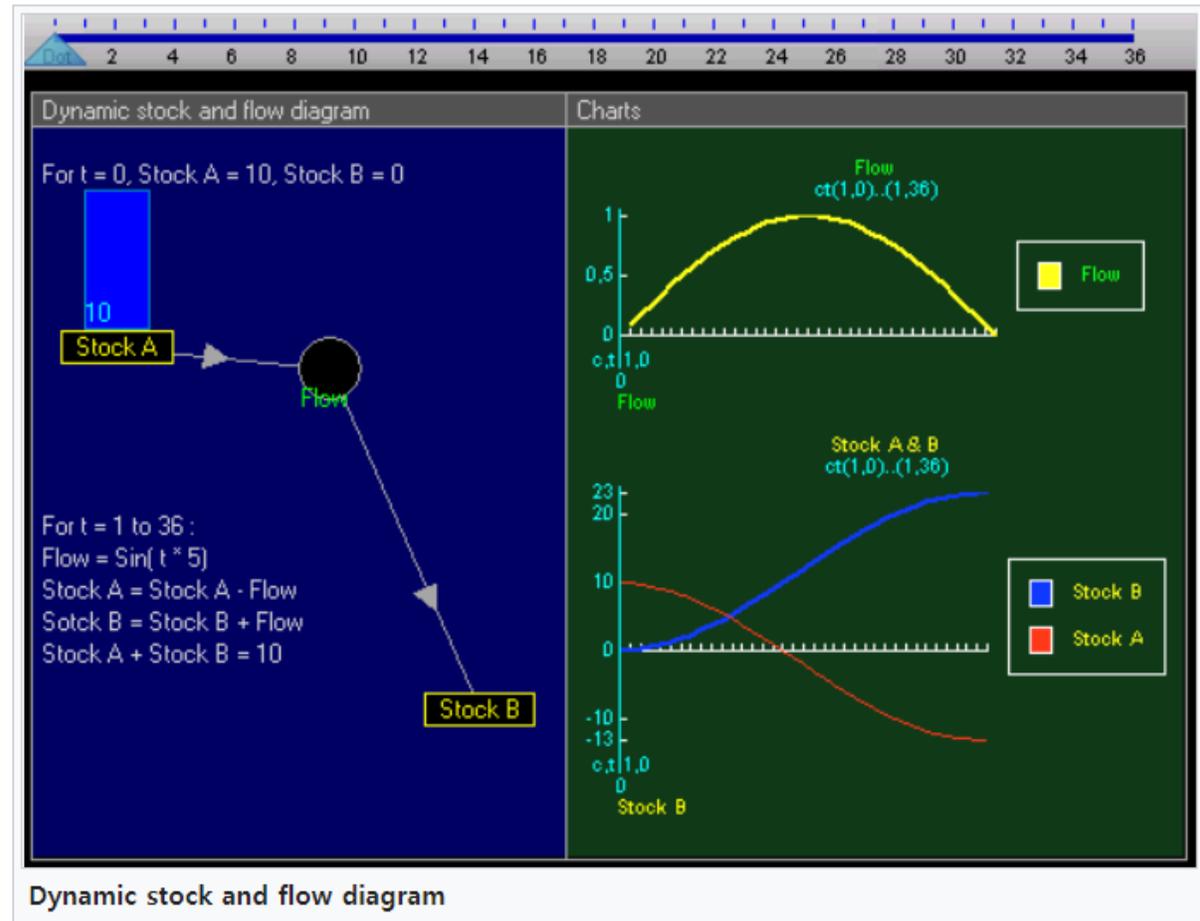
**Returned Token(S1) = Burning(S1) + Dividend(S1) + Company Reserve(S1)**

# 상태방정식을 세우는 이유

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stock\\_and\\_flow](https://en.wikipedia.org/wiki/Stock_and_flow)

## 1. 첫째는 시뮬레이션을 하기 위해서

- ✓ 가설로 세운 모델이 실제로 돌아가는지 확인
- ✓ 토큰 잔고가 음(-)이 발생하지 않는지 확인



# 상태방정식을 세우는 이유

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stock\\_and\\_flow](https://en.wikipedia.org/wiki/Stock_and_flow)

## 2. 둘째는 미분해서, 실제 의사결정 숫자를 구하기 위해

- ✓ 소각을 몇 개 해야 할까?
- ✓ 토큰 추가 지급은 몇 개까지 할 수 있을까?
- ✓ 토큰 시가총액 상승하려면 실물 경제와의 비율은 어떻게?

Time	Stock A	Flow	Stock B
0	10,00	0,00	0,00
1	9,912844	0,087156	0,087156
2	9,739196	0,173648	0,260804
3	9,480377	0,258819	0,519623
4	9,138357	0,34202	0,861643
5	8,715739	0,422618	1,284261
6	8,215739	0,50	1,784261
7	7,642163	0,573576	2,357837
8	6,999375	0,642788	3,000625
9	6,292268	0,707107	3,707732
10	5,526224	0,766044	4,473776

Ten first stocks and flow values

Equations that change the two stocks via the flow are:

$$\text{Stock A} = \int_0^t -\text{Flow} dt$$

$$\text{Stock B} = \int_0^t \text{Flow} dt$$

List of all the equations, in their order of execution in each time, from time = 1 to 36:

1) Flow = sin(5t)

2.1) Stock A - = Flow

2.2) Stock B + = Flow

# 강의 순서

---

1. Token Dynamics의 배경

2. System Dynamics의 이해

3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해

4. 시스템적 사고와 전략

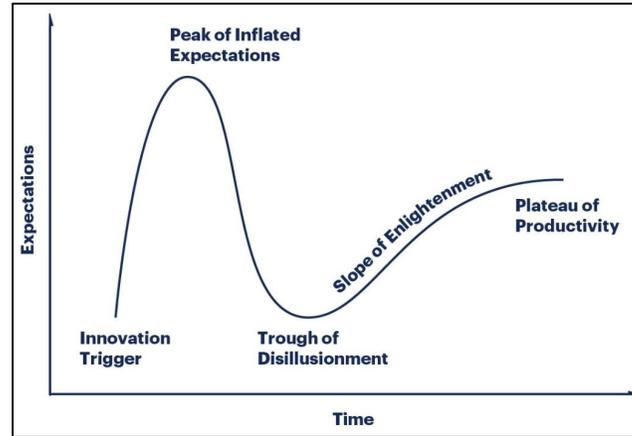
5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례

6. 강의의 요약

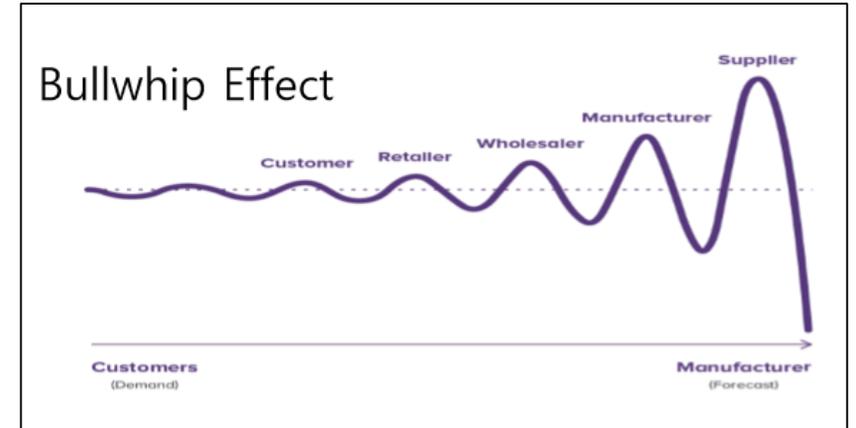
# CEO들이 자주 마주치는 패턴



S graph



Hype graph

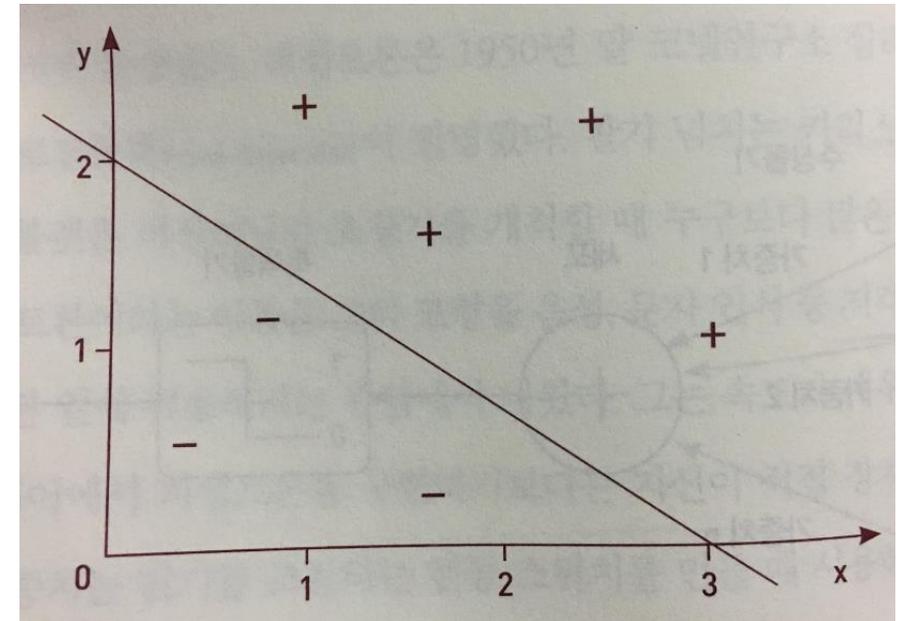
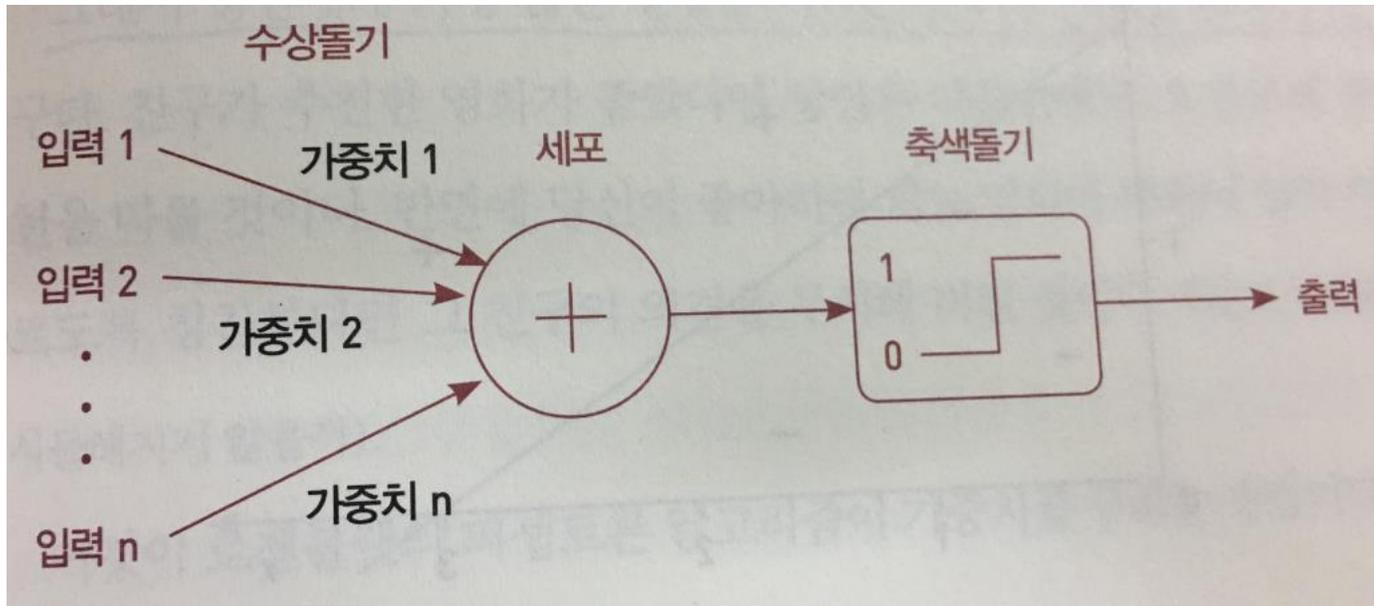


Bullwhip effect

# Sigmoid 곡선

## 퍼셉트론

- ✓ 지각(Perception) 에서 유래
- ✓ 1950년 말 심리학자 프랭크 로젠블랫이 발명

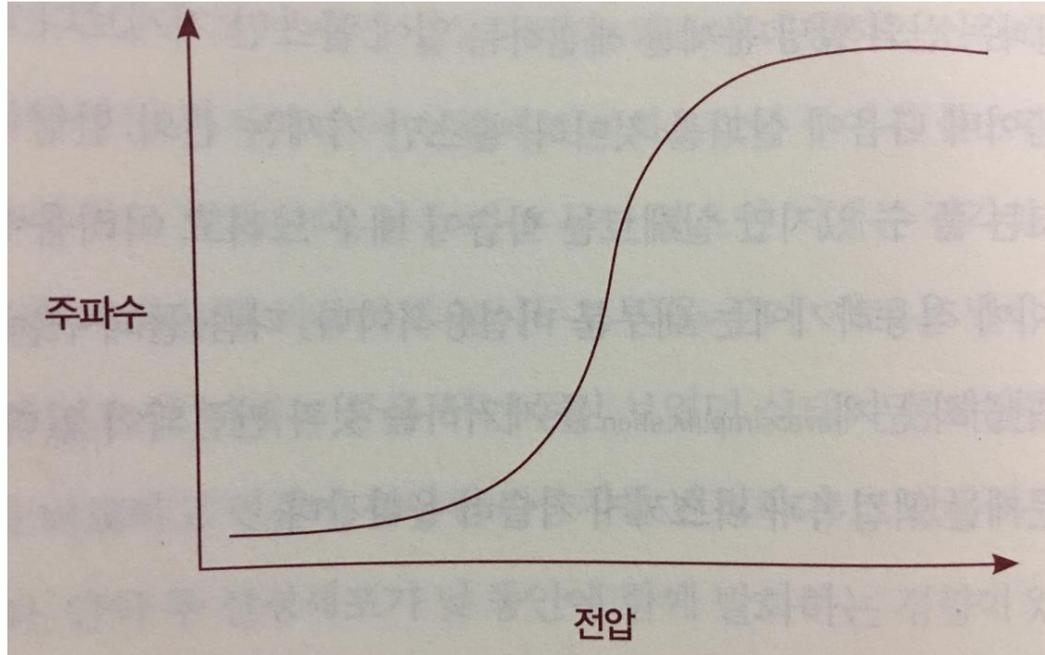


- ✓ 간단하게 입력이  $x, y$  만 있다고 가정하여
- ✓  $x$ 의 가중치가 2,  $y$ 의 가중치가 3이고, 한계값이 6이면,

- ✓ 선형방정식  $2x+3y=6$  을 경계로
- ✓ 6을 넘으면 1을 출력

# Sigmoid 곡선

활성  
함수



✓ 시그모이드 곡선 (S자 곡선)

✓ 처음에는 천천히

-> 걷잡을 수 없이 빠르게

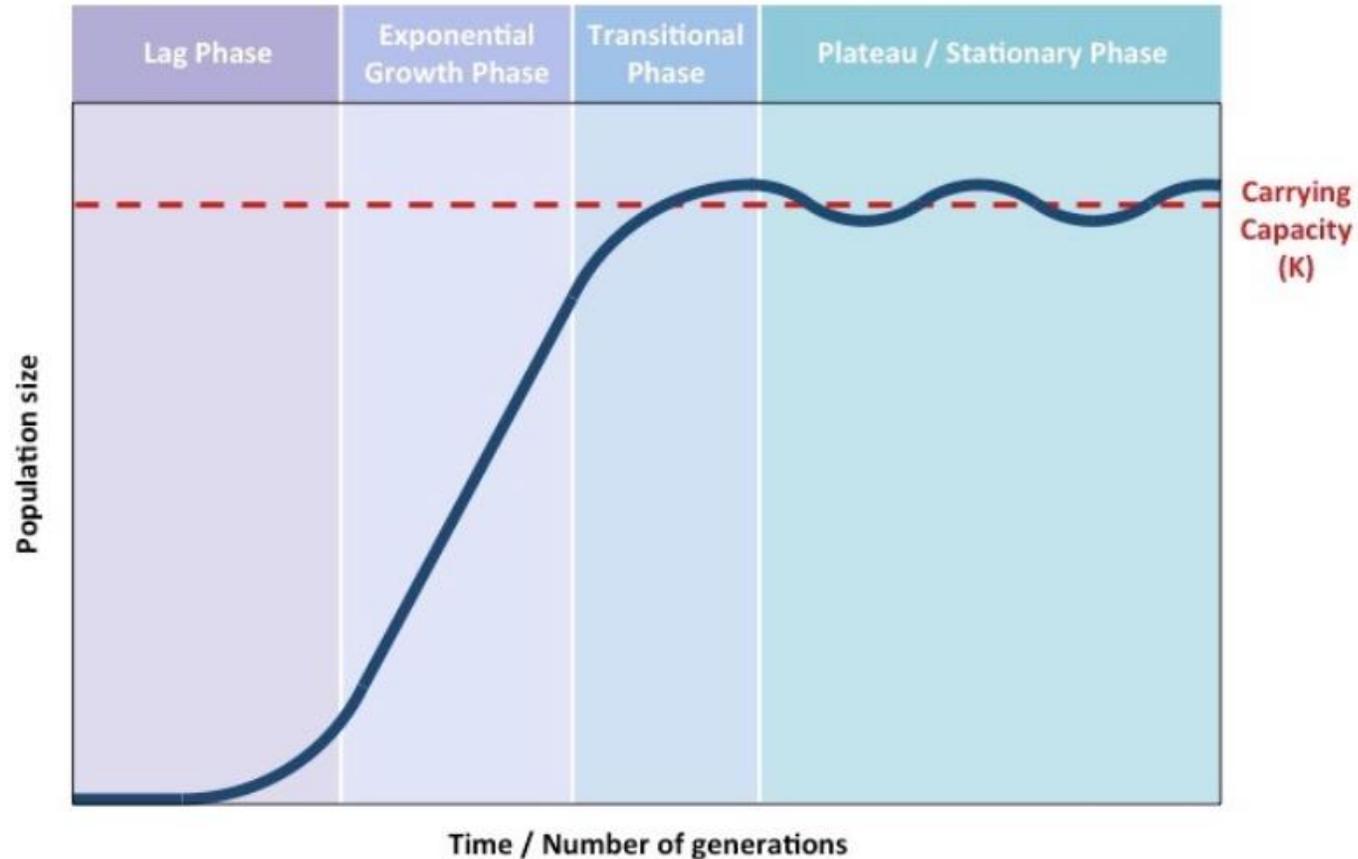
-> 이후 새로이 안정화

철학

✓ 헤밍웨이 소설 [태양은 다시 떠오른다]에서 어떻게 파산했냐는 질문에 대한 대답 -> "두 가지 상황이 있었다. 서서히 그러다가 갑자기 파산했다."

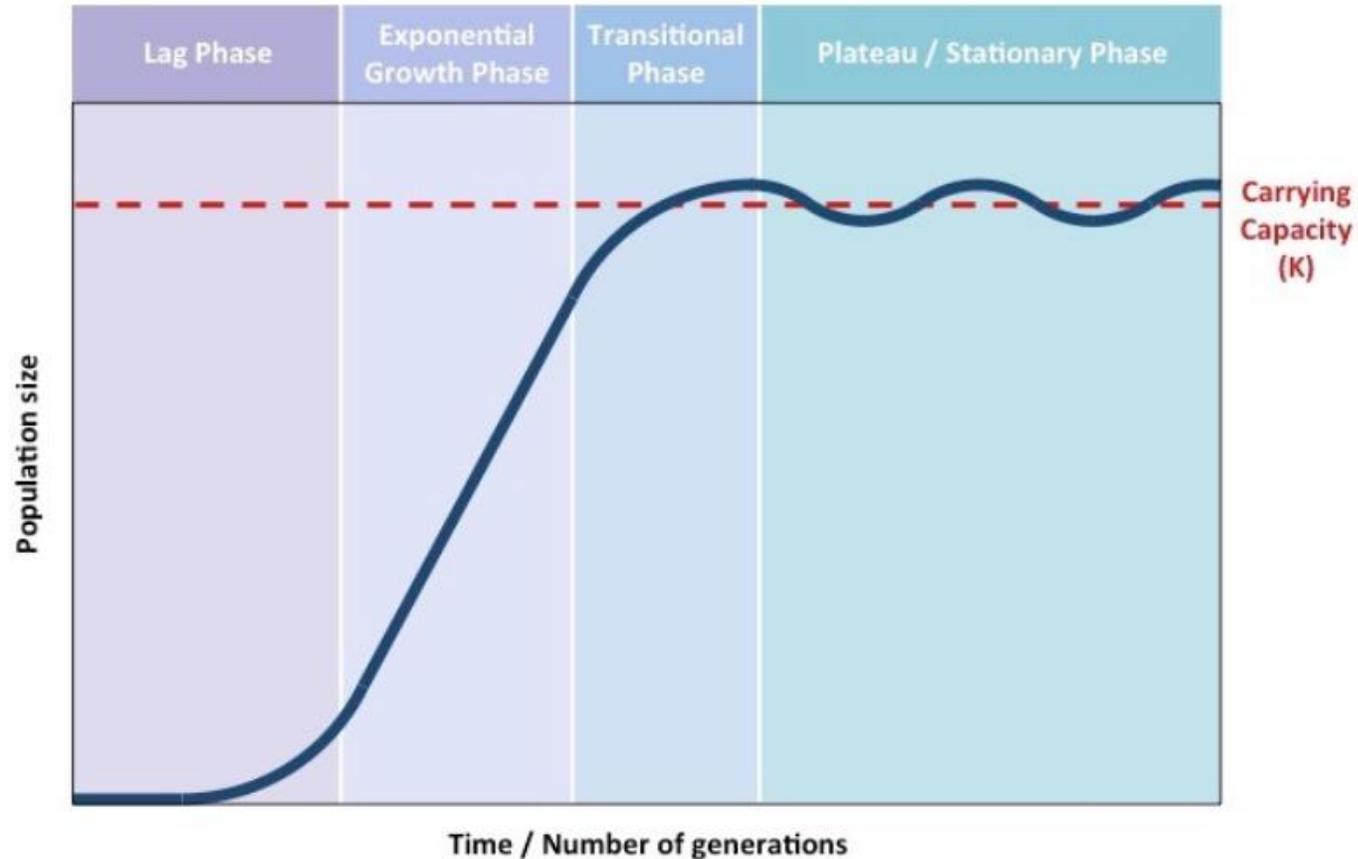
✓ 물이 끓는 순간, 신기술 확산, 유행병, 제국의 몰락, 사랑에 빠지는 순간  
팝콘 튀길 때 옥수수 터지는 장면, 샤워기 온도 맞출 때, 리먼브라더스의 파산

# Sigomid 곡선의 단계별 상황



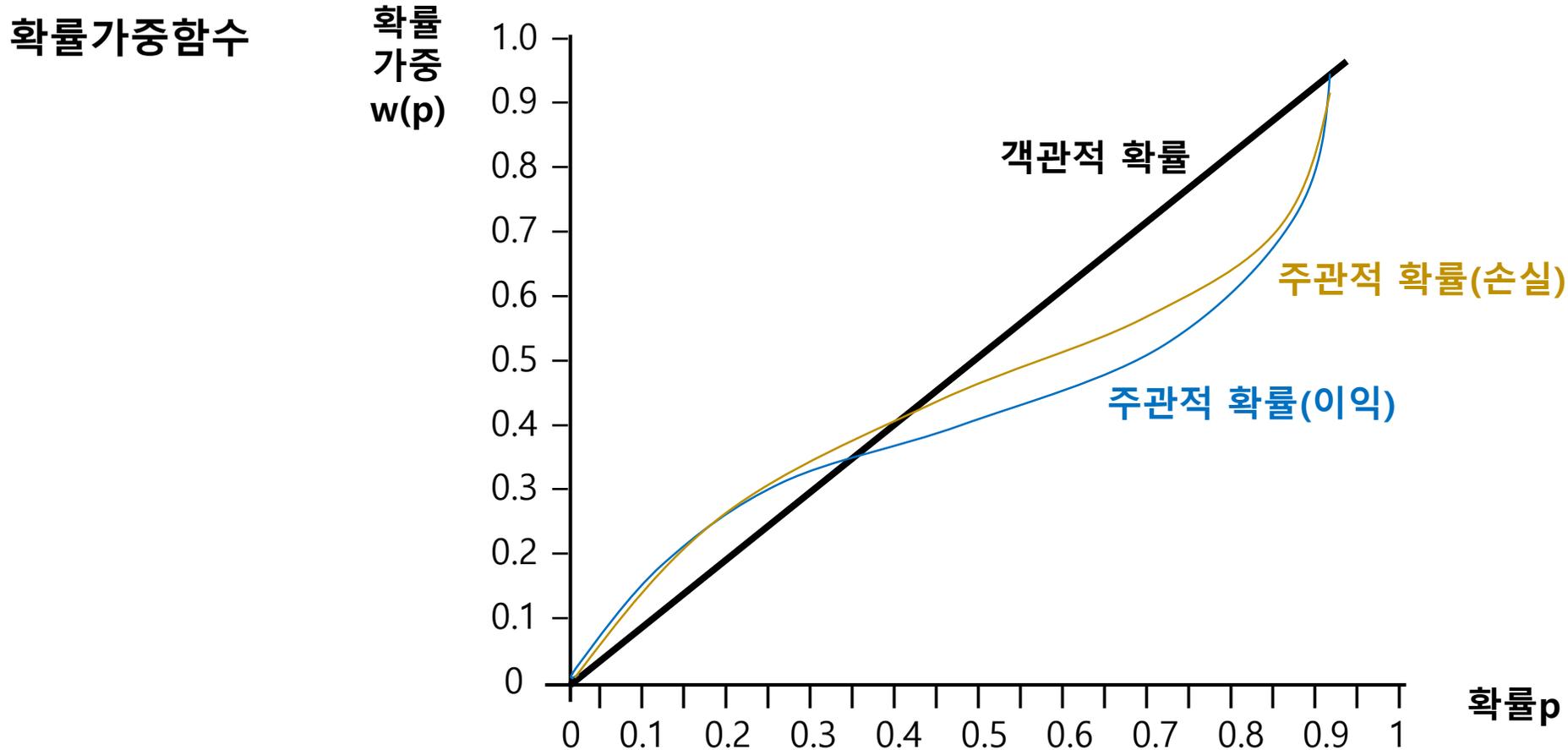
**CEO는 단계마다 어떤 태도를 가져야 하는가?**

# Sigmoid 곡선의 단계별 상황



깊은 인내 의 기간	담대한 용 기가 필요	겸손한 준비	초심으로 돌아가는 자세와 수비의 강화
---------------	----------------	-----------	-------------------------

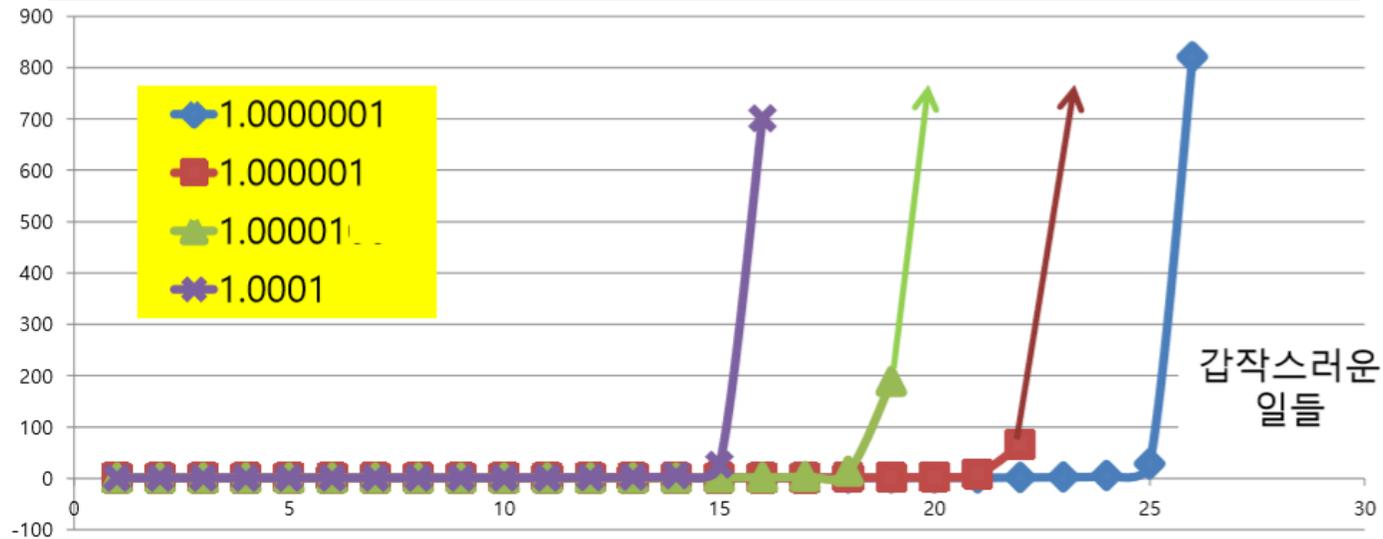
# CEO들의 실수 (in 행동경제학, 확률의 주관적 판단)



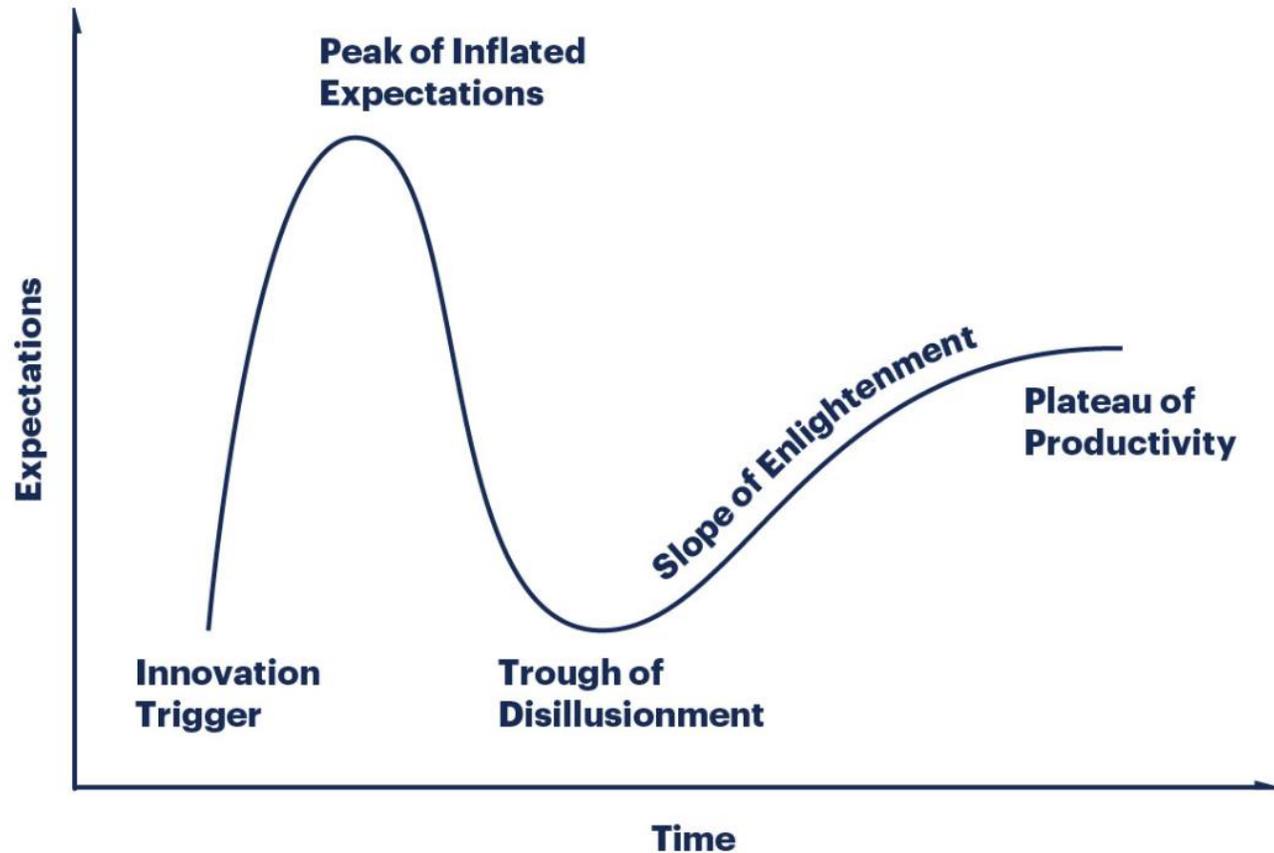
- 초기기업은 작은 확률을 지나치게 낙관적으로 해석하고 (기적이 일어날 것이라 생각)
- 성숙기업은 큰 확률을 낮게 평가한다. (세상의 변화를 무시)

# Sigmoid 곡선의 도입부의 본질

1	1.0000001	1.0000001	1.0
7	1.0000064	1.0000064	1.0
12	1.0002048	1.0002048	1.0
17	1.0065751	1.0065751	1.0
21	1.1105525	1.1105525	1.2
24	2.3137296	2.3137296	5.4
25	5.4	5.4	28.7
26	28.7	28.7	821.3
27	821.3	821.3	674530.5
28	674530.5	674530.5	454991362407.6
<b>29</b>	454,991,362,408	454,991,362,408	207,017,139,865,568,000,000,000



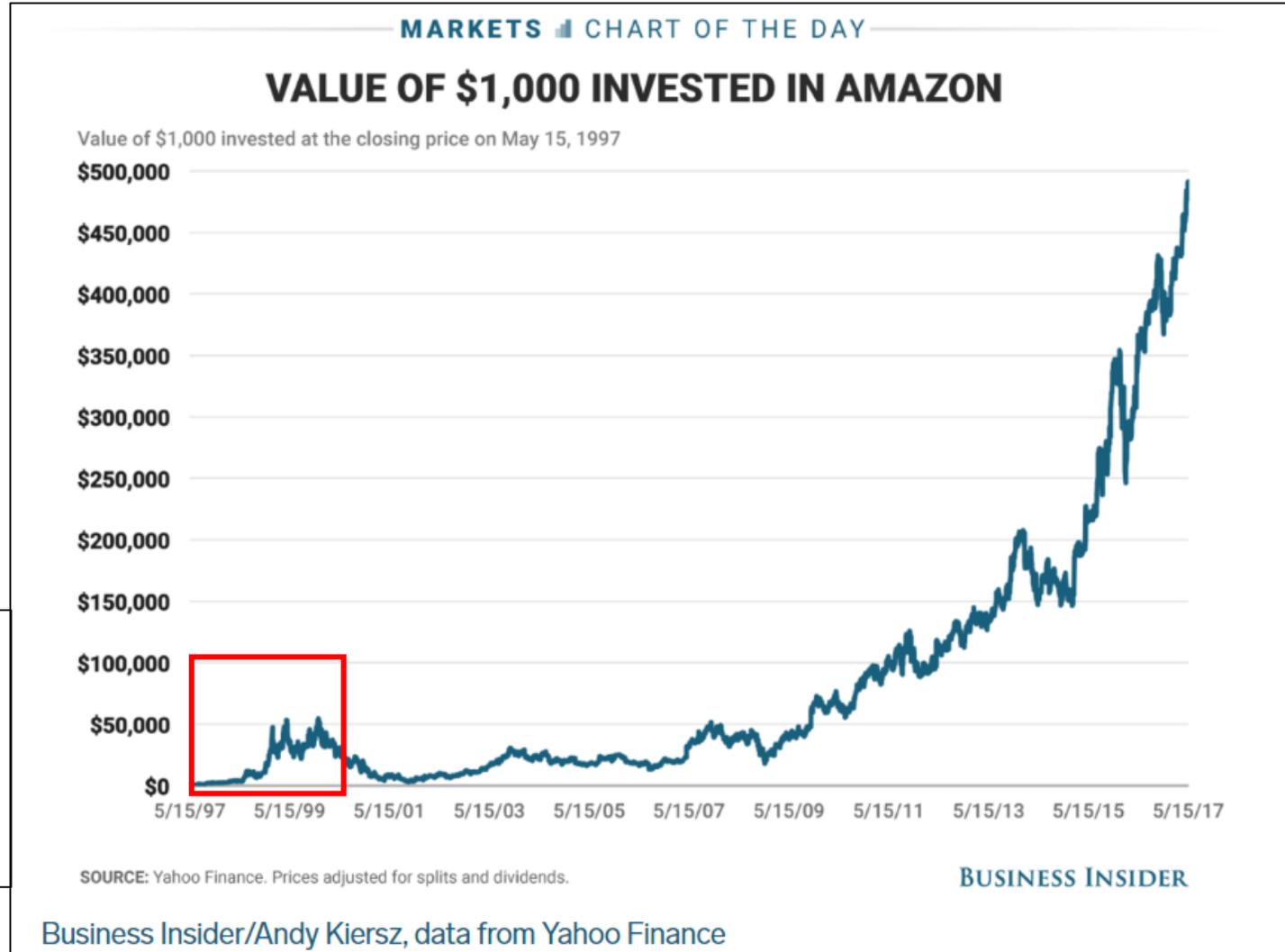
# Hype 곡선의 단계별 상황



**CEO는 단계마다 어떤 태도를 가져야 하는가?**

# Amazon의 성장 곡선은 어떠했는가?

아마존의 CEO는 초기 Boom and Burst 기간 동안 어떠한 자세를 가졌는가?



# FILA의 최근 성장 곡선은 어떠했는가?



# Tencent의 성장 곡선은 어떠한가?



# 매일유업, 남양유업 실적 비교

<https://www.hankyung.com/economy/article/2019040792601>

역전된 라이벌, 남양유업과 매일유업 (단위:억원)



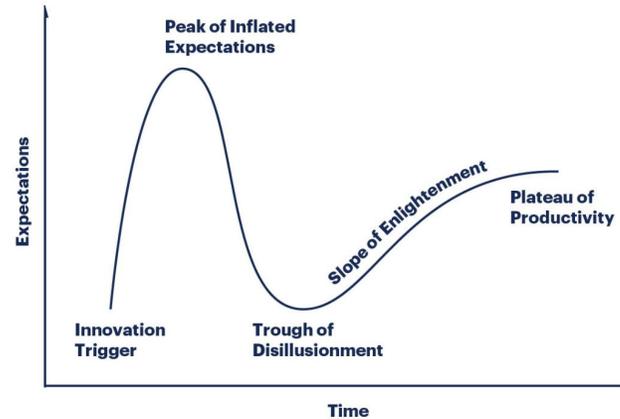
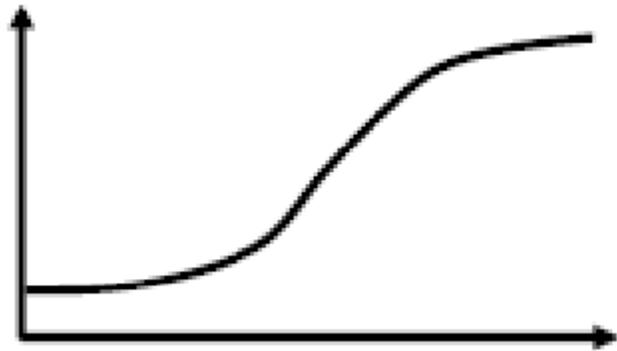
# 매일유업, 남양유업 3년간 주가 비교

<https://www.hankyung.com/economy/article/2019040792601>



- 3년 상승구도에서도 Hype 곡선이 보이는 특징

# 체계적인 접근의 필요성



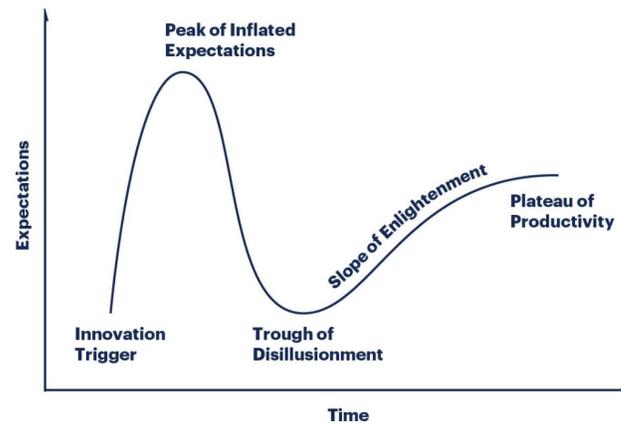
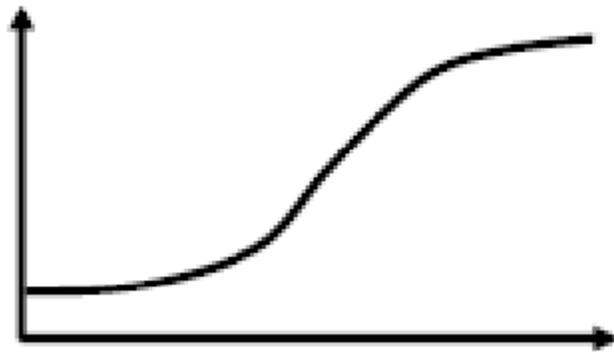
무엇이 이런 그래프를 어떻게 만들어내는가?



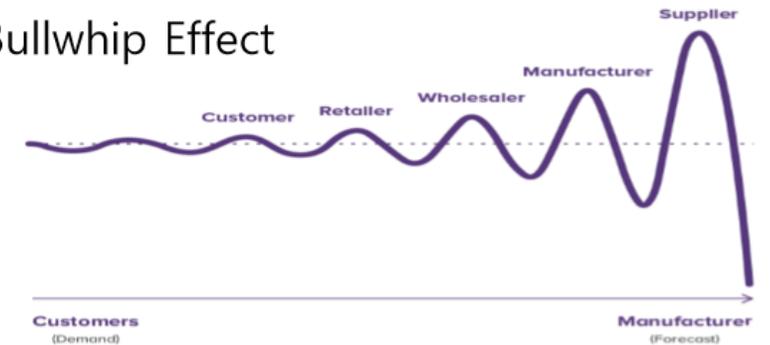
**System Dynamics**

## System Dynamics

토큰 설계자의 의도대로 시스템을 만들 수 있다.



### Bullwhip Effect



# 토큰 이코노미 설계에 사용되는 학술적 이론들

✓ 사회과학, 자연과학, 통계학 등의 다양한 학문이 응용

메커니즘  
디자인

시장 설계

화폐수량설

네트워크 과학

시스템  
다이나믹스

화폐소각

상태방정식

# 통계적 방법론과 시스템 다이내믹스 방법론 간의 비교

특성	통계적 방식	시스템 다이내믹스
1. 추론의 방식	기존의 경험적 자료	변수들 간의 인과적 관계
2. 분석의 대상	정태적 행태 (점추정)	동태적 행태 유형
3. 분석의 초점	두 변수 간의 상관관계	다변수들 간의 순환관계
4. 분석의 목표	수치적 정확성의 추구	구조적 정확성의 추구
5. 정책예측	단기적 예측	장기적 예측
6. 정책처방의 실험	어려움	쉬움(정책수단의 발견)

# 통계적 방법론과 시스템 다이내믹스 방법론 간의 비교

---

통계

시스템  
다이내믹스

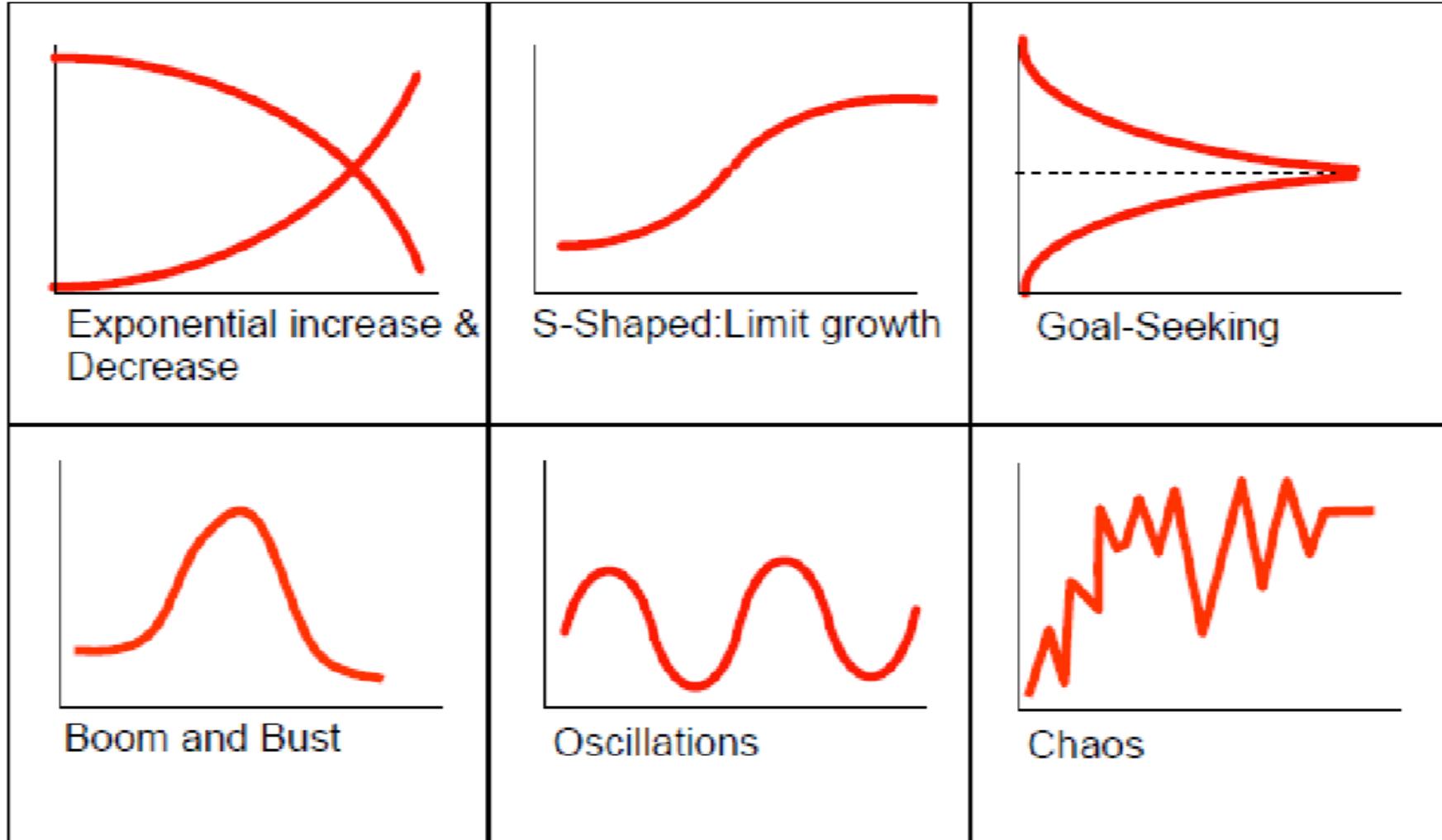
정확추구성

의도성

오차최소성

# 시스템의 행태 유형

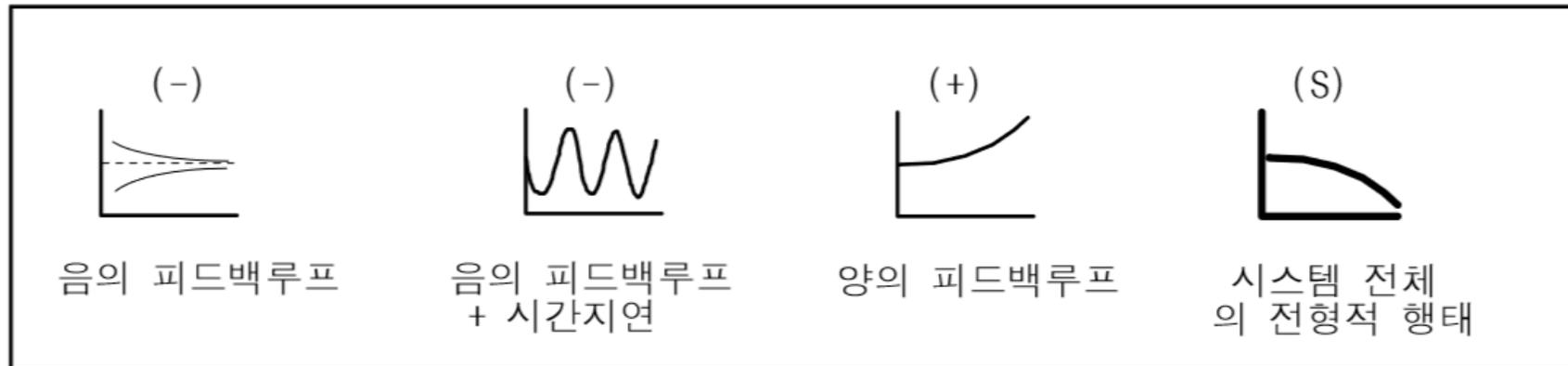
aSSIST 신호상 교수님 강의록 참조



# Feedback Loop의 유형

aSSIST 신호상 교수님 강의록 참조

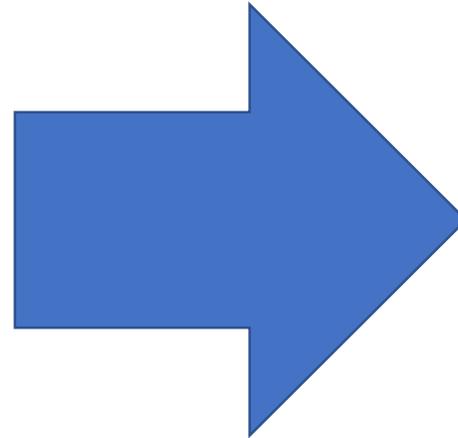
- 피드백 루프의 원형에 사용될 아이콘
- 맨 왼쪽 그림: 음의 피드백 루프가 보이는 행태의 전형
- 두 번째 그림: 시간지연이 개입된 음의 피드백 루프 행태의 전형
- 세 번째 그림: 양의 피드백 루프가 보이는 행태
- 오른쪽 그림: 시스템 전체의 행태를 묘사하기 위한 그림



# 시스템이 만들어지는 요소

시스템 다이내믹스, 김도훈 외 2인

단위별 인과구조  
의  
조합과 결합

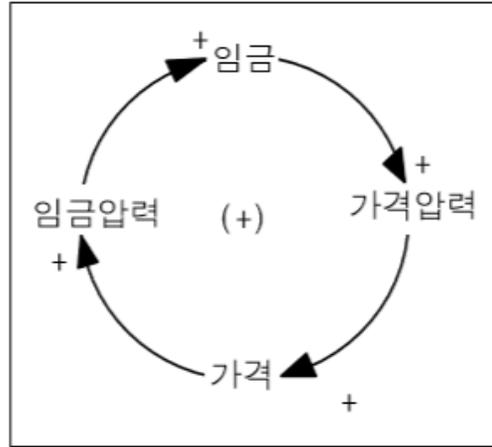


시스템의 형태로  
발현

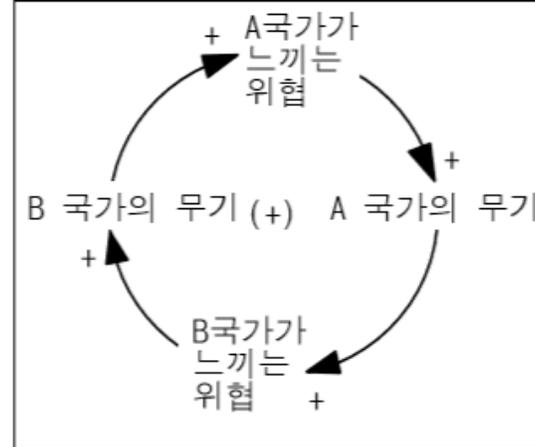
# 인과지도의 유형들

시스템 다이내믹스, 김도훈 외 2인

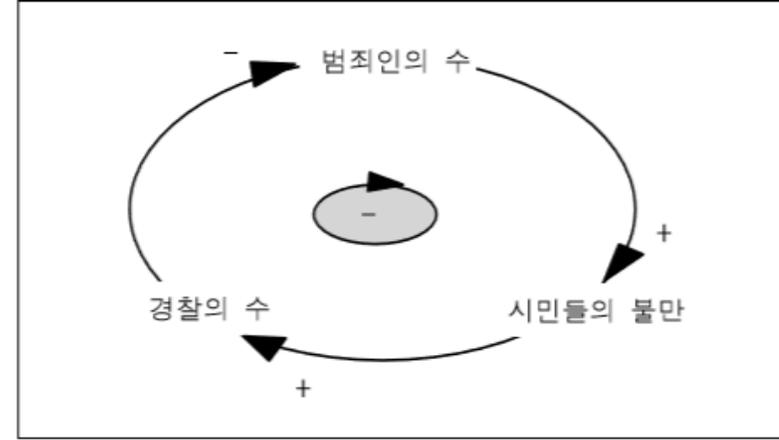
임금과 가격



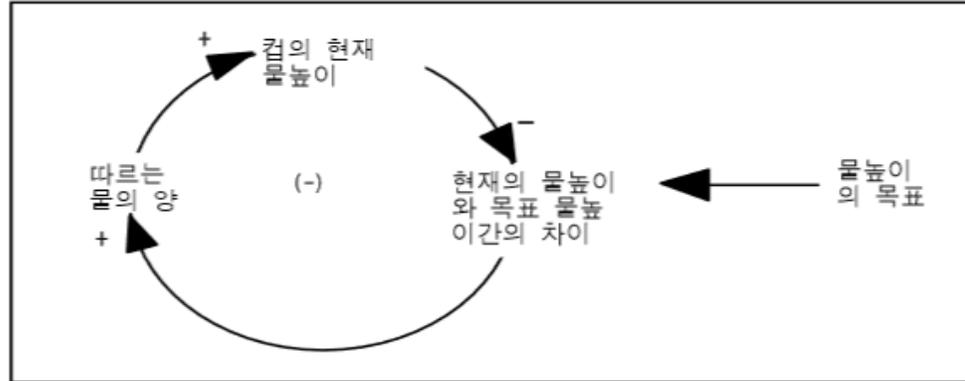
군비 경쟁



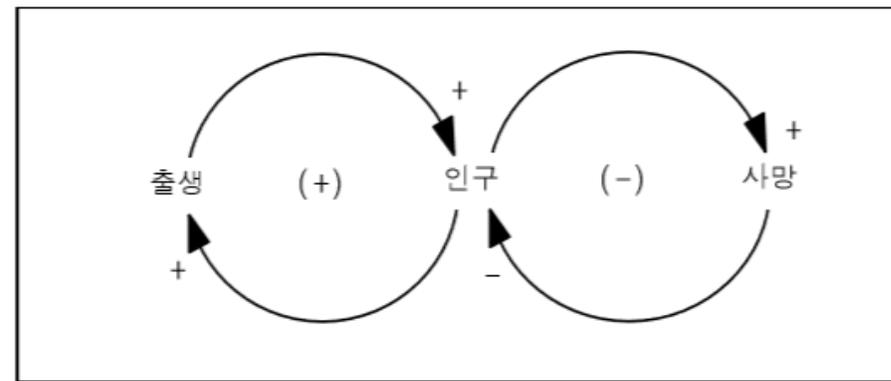
범죄의 증감에 관한 인과지도



물 따르기

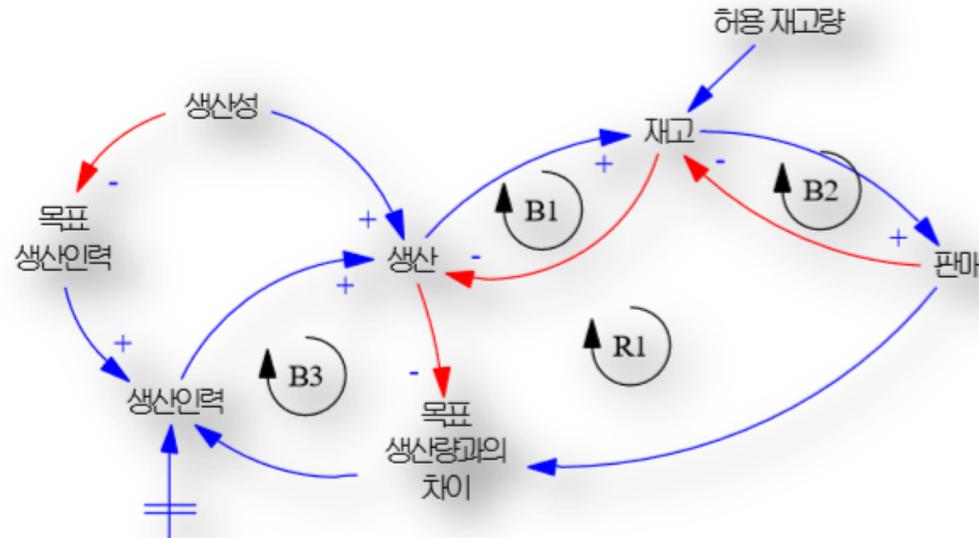


인구 모델



# System Dynamics란?

- 시스템 다이내믹스 방법론이란
- **시스템**을 구성하는
- **요소(변수, 패러미터, ..)간의 관계를**
- 다중의 **피드백 루프**로 표현하고
- 요소와 관계로 구성된 루프의 **음과 양의 성질, 지배적 루프 등에 대한 분석**을 통해
- **전략적 지점을 파악**하거나, 문제 개선방안에 대한 **다양한 전략 수립**이 가능케 하는 방법론



# 인과지도의 기본 개념

- 인과지도는 세 가지 구성 요소(Weick 1979, Hall 1994)

- **화살표**

- 변수와 변수간의 직접적인 인과관계 표시
- 기점이 원인 변수, 종점이 영향을 받는 변수
- 통계학에서의 상관관계는 다른 개념

- **+, - 기호**: 인과관계 방향 표시

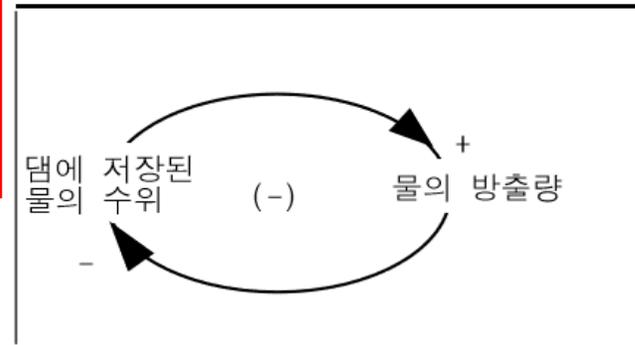
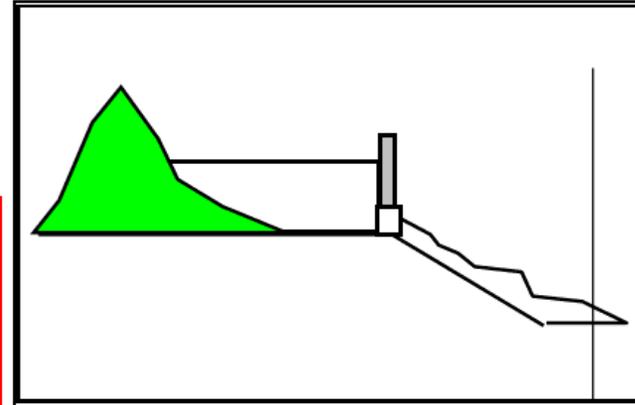
- Same Direction, Opposite Direction

- "+"는 두 요인이 같은 방향으로 변화를 의미
  - 원인이 증가하면 결과도 증가하는 양의 관계
  - If cause(A) increases, the effect(B) increases above what it would otherwise have been
- "-"는 두 요인이 반대 방향으로 변화를 의미
  - 원인이 증가하면 결과는 감소하는 음의 관계
  - If cause(A) decreases, the effect(B) decreases below what it would otherwise have been

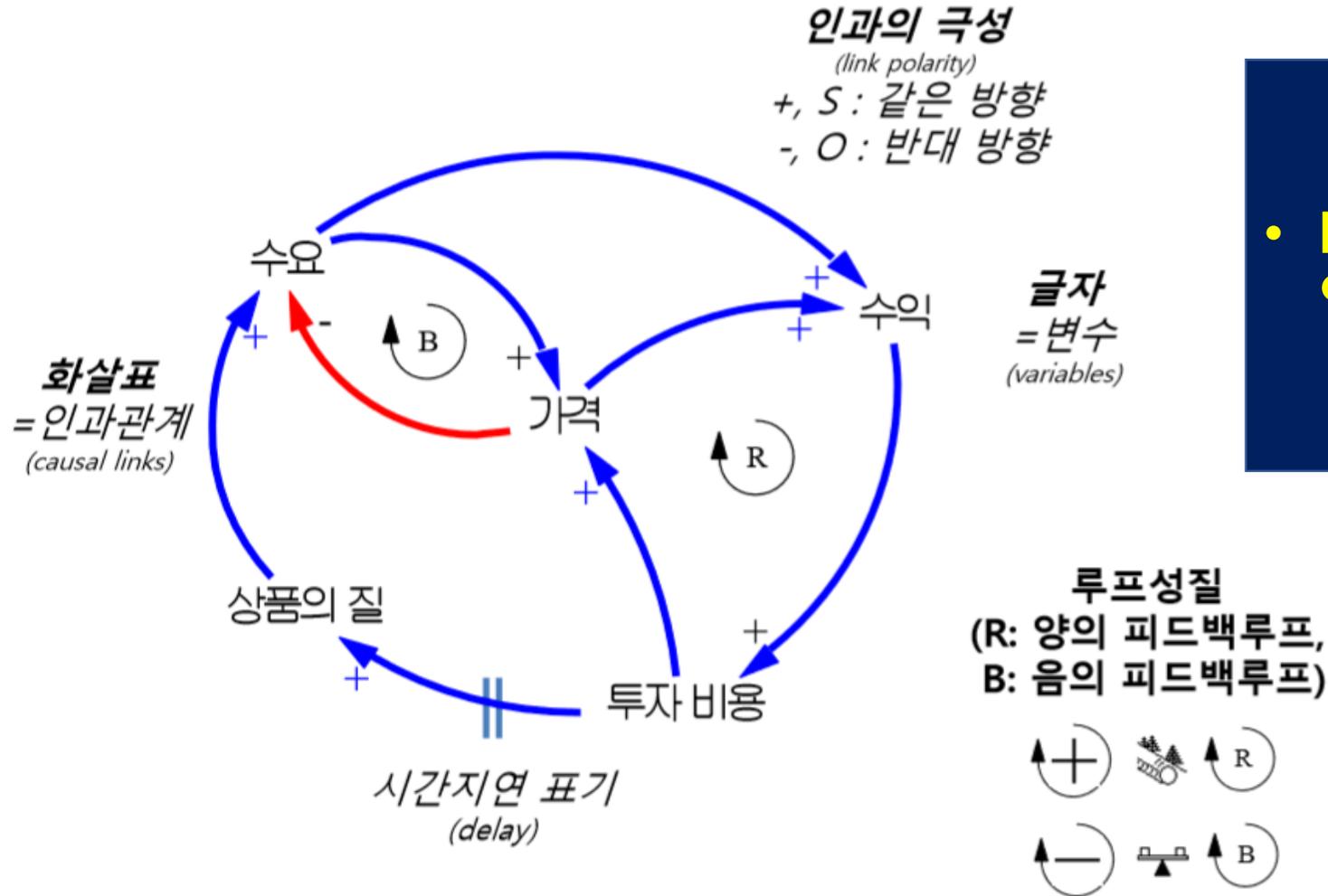
- Same direction(**S**), Opposite direction(**O**)을 쓰기도 하는데, 착오를 유발할 수 있어 권장하지 않음;

- **하나의 폐쇄된 원 형성**

- 피드백 루프 (Maruyama 1963, Weick 1979)
- 가장 핵심적인 차이점

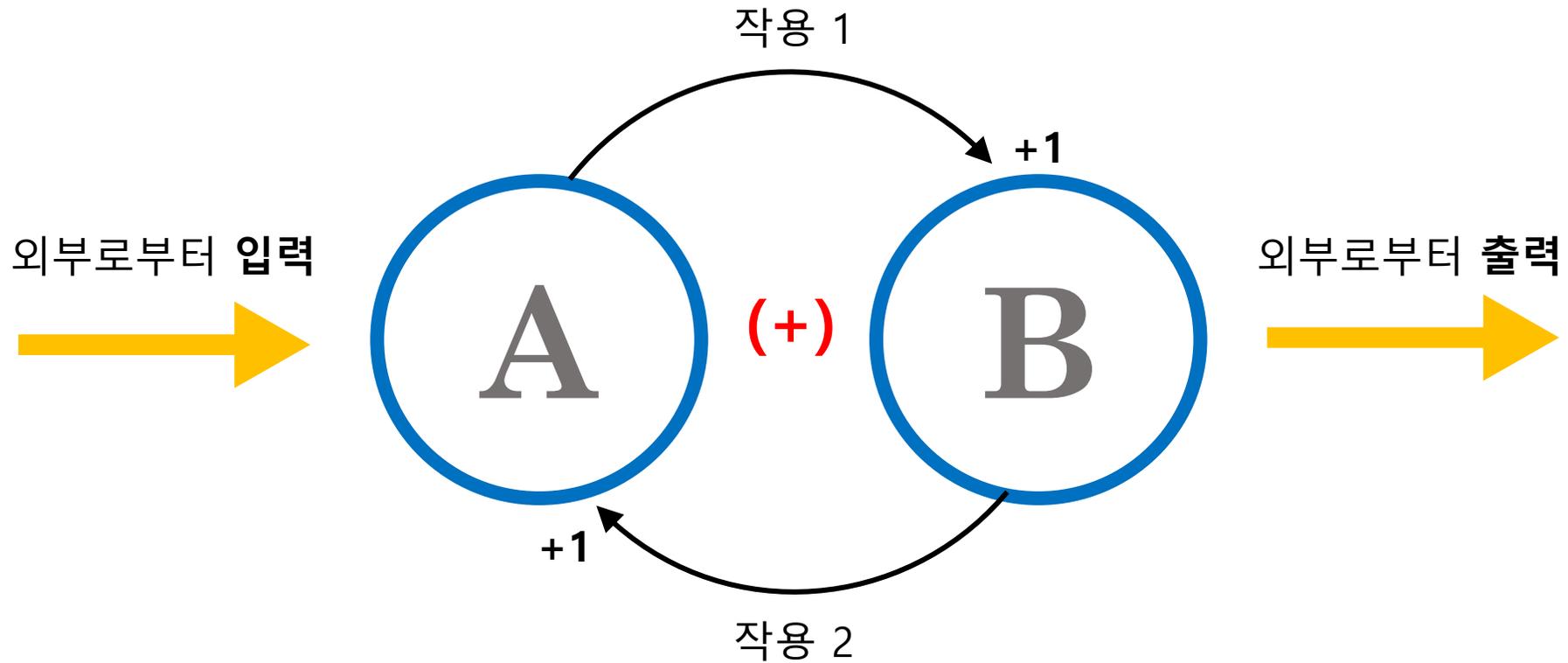


# 인과 지도 읽는 법

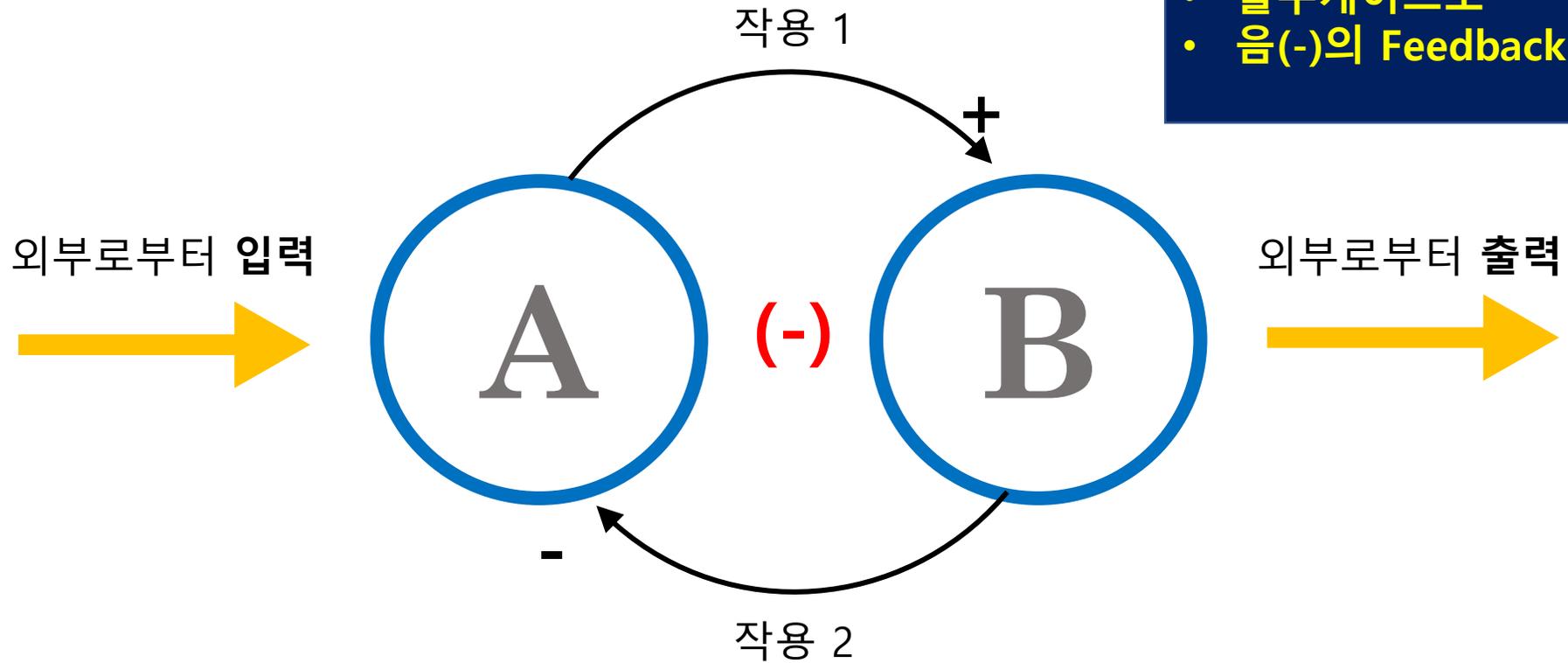


• Loop별로 (-)가 짝수개이면 양(+)의 Feedback Loop

# 양(+ )의 피드백 루프

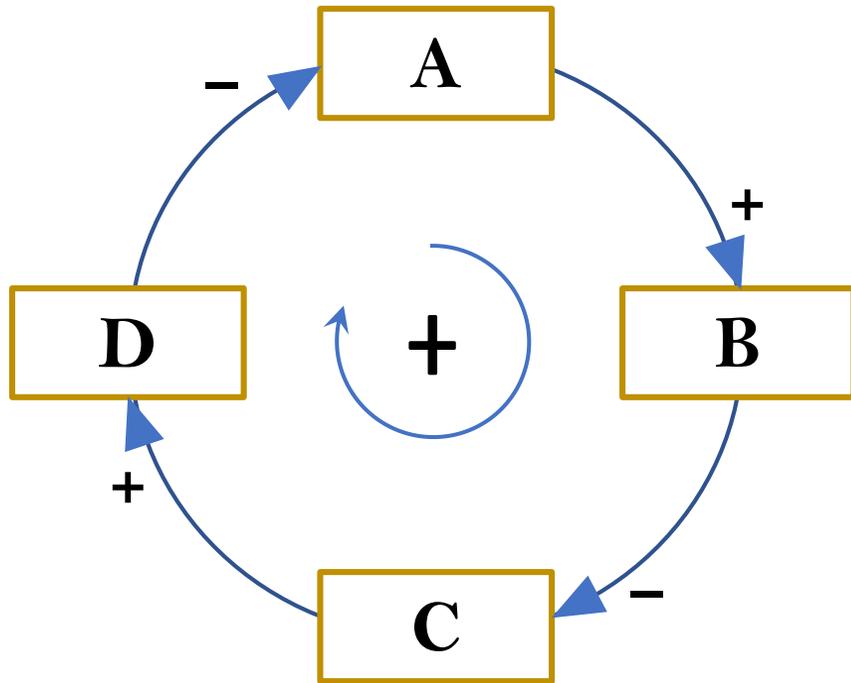


# 음(-)의 피드백 루프

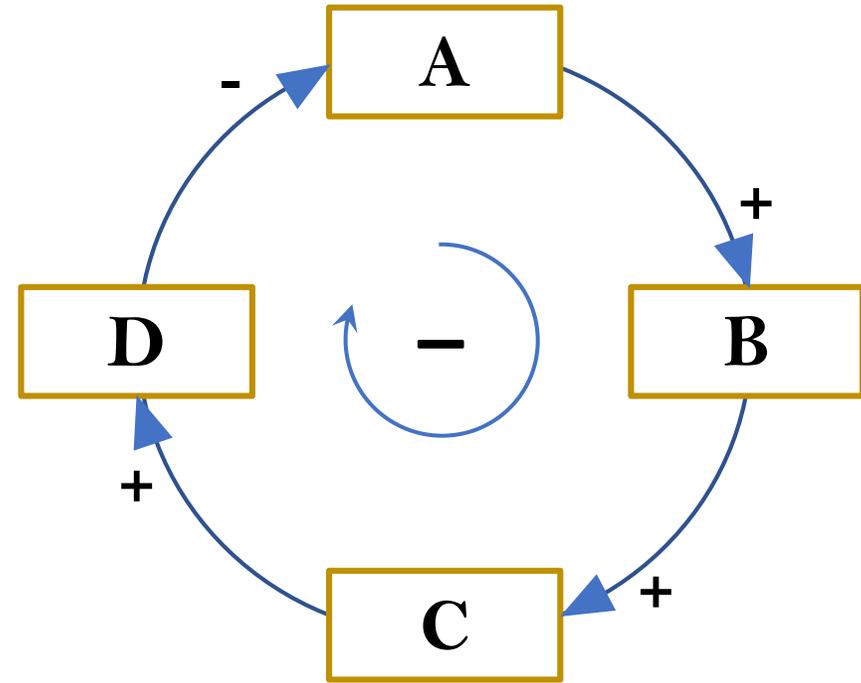


- Loop별로 (-)가
- 홀수개이므로
- 음(-)의 Feedback Loop

# 음의 극성의 홀수, 짝수 개로 피드백 Loop의 극성 판단

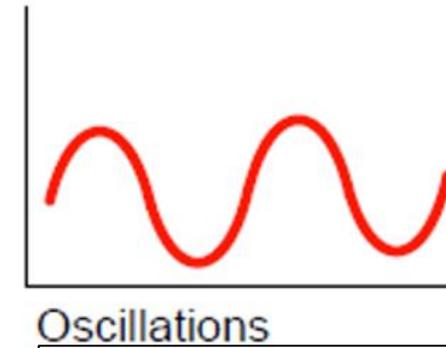
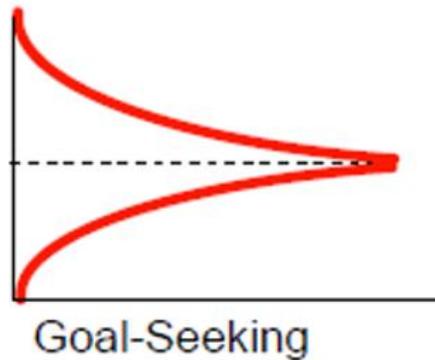
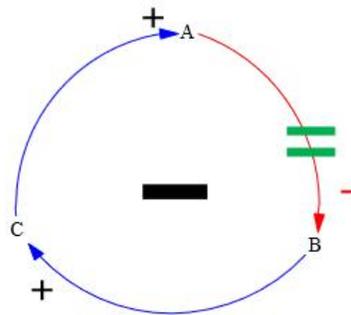
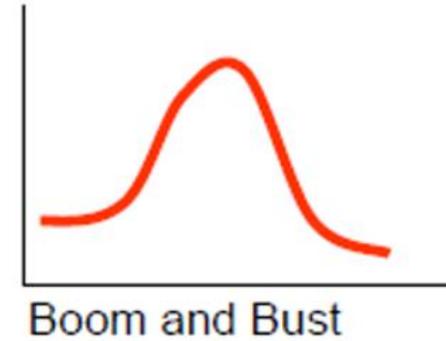
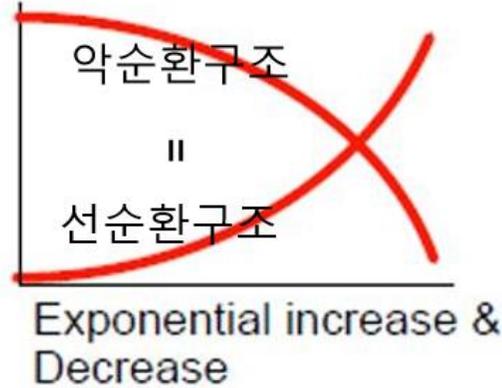
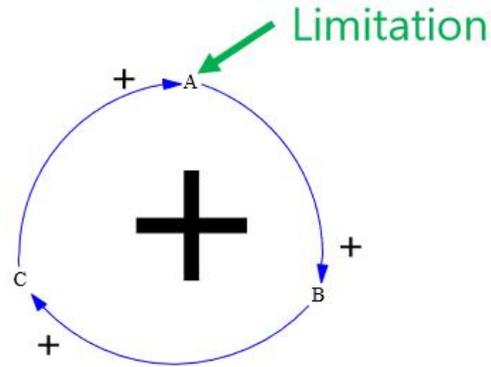


- Loop별로 (-)가 짝수개이므로 양(+)의 Feedback Loop



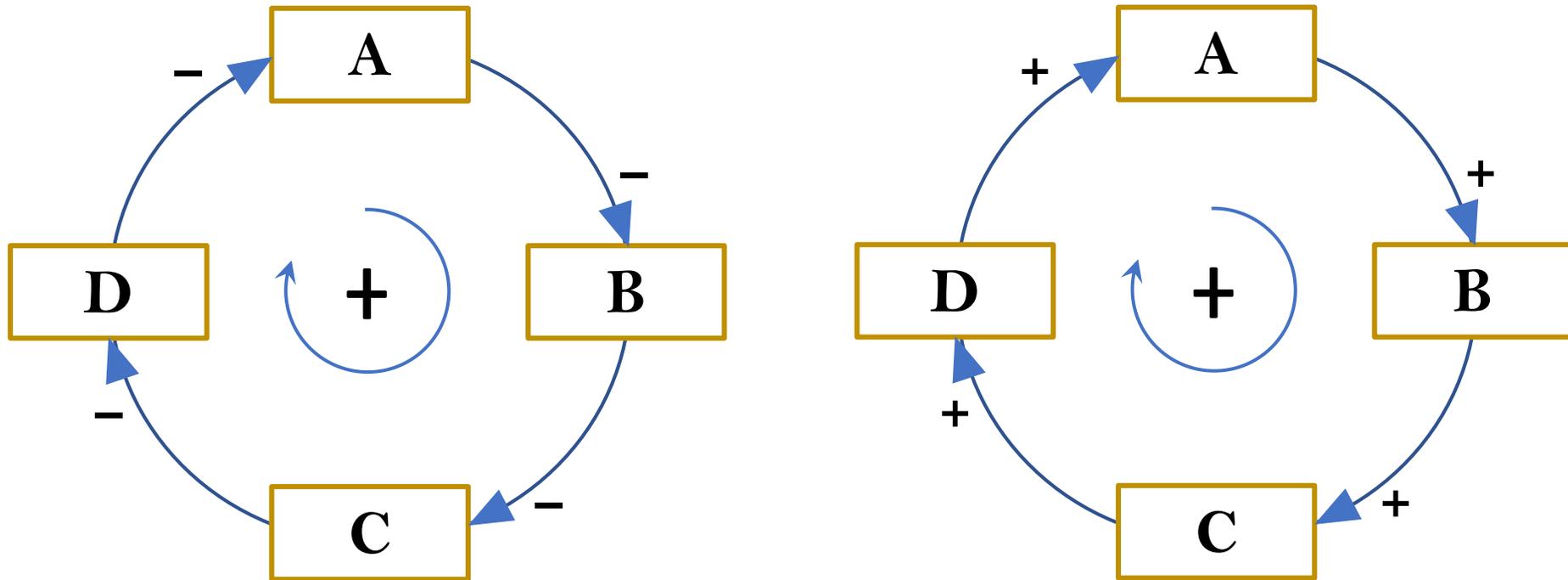
- Loop별로 (-)가 홀수개이므로 음(-)의 Feedback Loop

# 피드백 Loop별 시스템 거동 형태



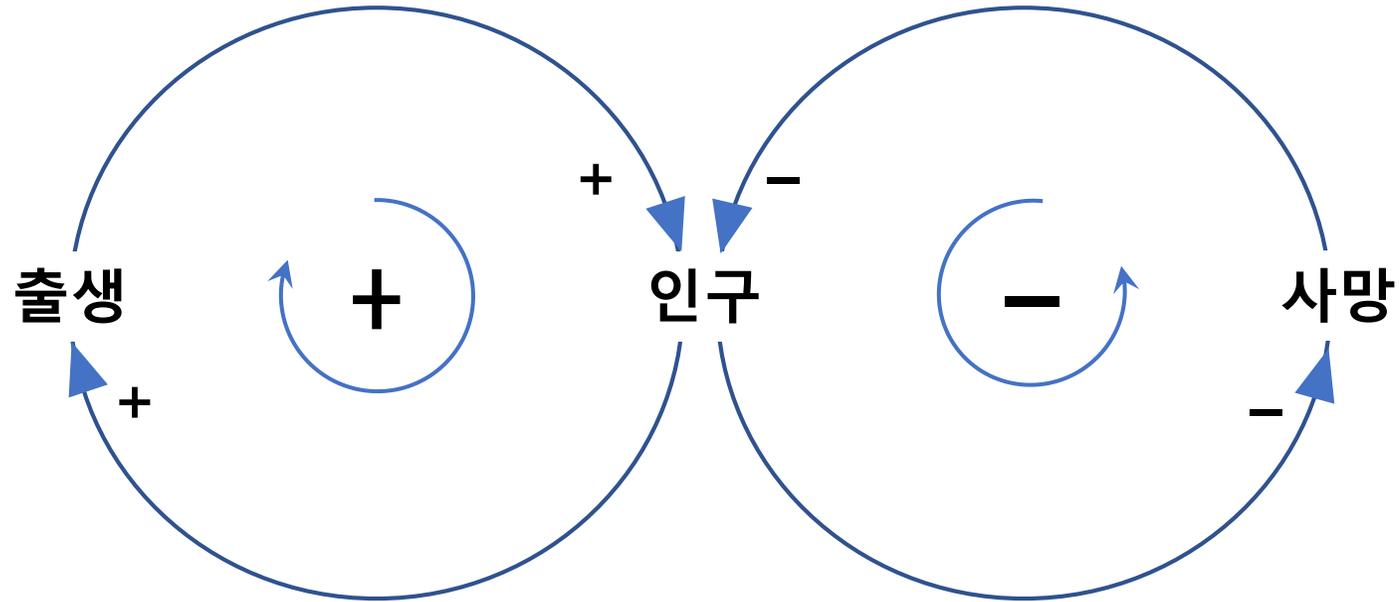
음의 피드백 루프에  
시간지연이 있을 때

# 악순환과 선순환 모두 양(+) 의 피드백 루프

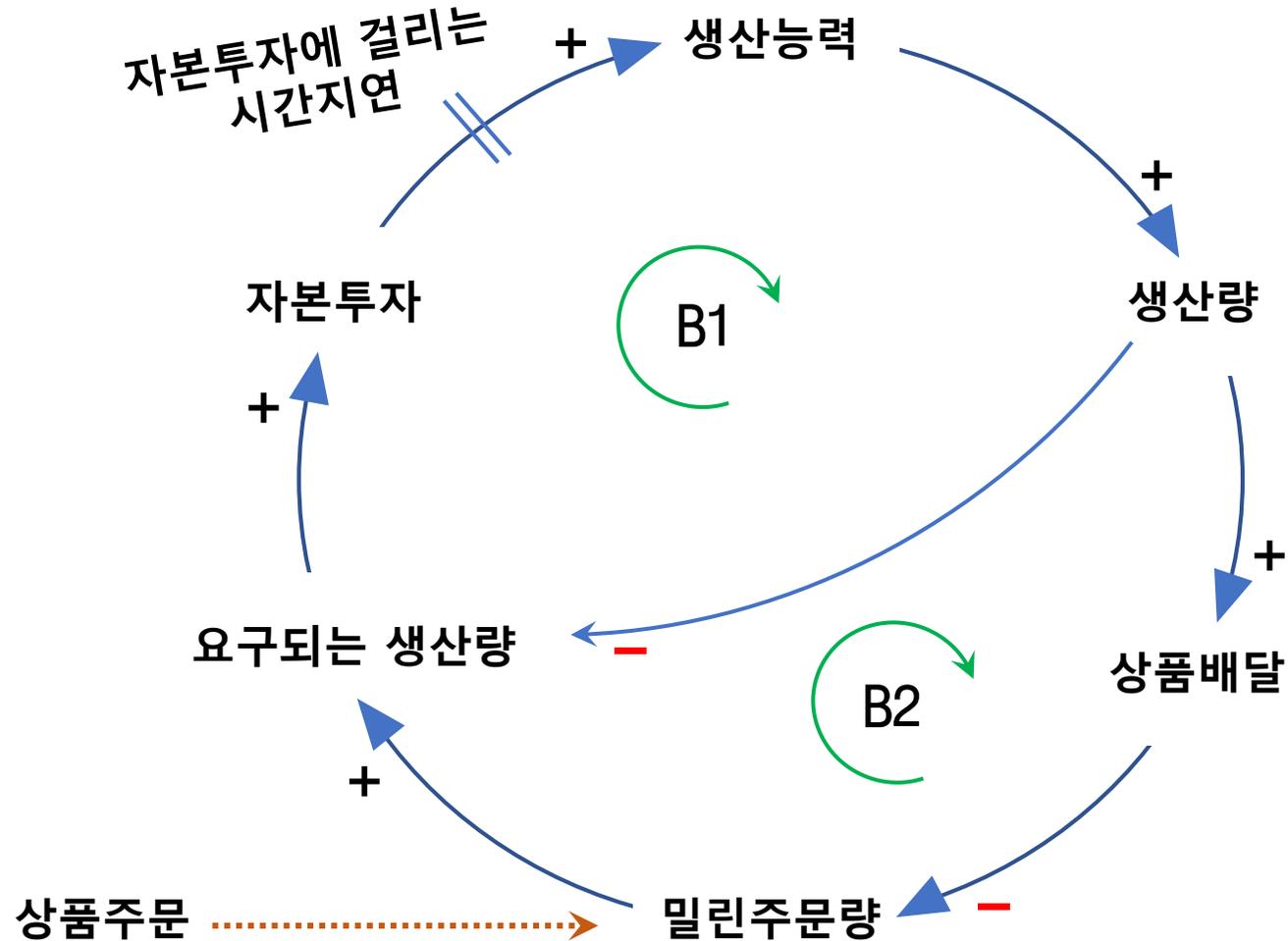


# 양과 음의 피드백 루프가 한 개의 변수로 연결된 패턴

---



# 음의 피드백 루프 + 시간지연 패턴



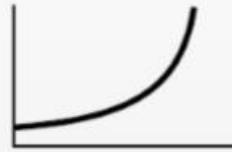
< 음의 피드백 루프가 2개의 변수로 연결된 경우 >

# 시스템의 행태 유형



**BALANCING LOOP**

대상을 향한 움직임이 (지연없이)있다. 그렇지 않으면 진동한다. 끌개 주변을 (지연을 포함) 배회한다.



**REINFORCING LOOP**

중요한 변수는 기하 급수적인 성장 또는 붕괴로 가속(또는 감소)된다.



**"FIXES THAT BACKFIRE" "역효과 수정"**

문제 증상이 변갈아 개선되고 (문제의 변수가 하강) 악화된다 (문제가 이전보다 악화된다).



**"LIMITS TO GROWTH"**

성장 (때로는 극적인 성장), 평준화 또는 하락으로 떨어진다.



**"SHIFTING THE BURDEN"**

단기적 해결의 의존도가 더욱 커진다. 실질적인 문제를 근본적으로 해결하려는 노력은 약해진다. 문제 증상이 반복적으로 개선되거나 악화된다.



**"TRAGEDY OF THE COMMONS"**

총 활동은 증가한다. 그러나 개인적인 활동으로부터 얻은 이익은 떨어지고 있다.



**"ACCIDENTAL ADVERSARIES" "우발적인 적"**

각 측면의 성향은 감소하거나 낮게 유지된다. 적대감 또는 경쟁력이 시간이 지남에 따라 증가한다.

# Jay Wright Forrester

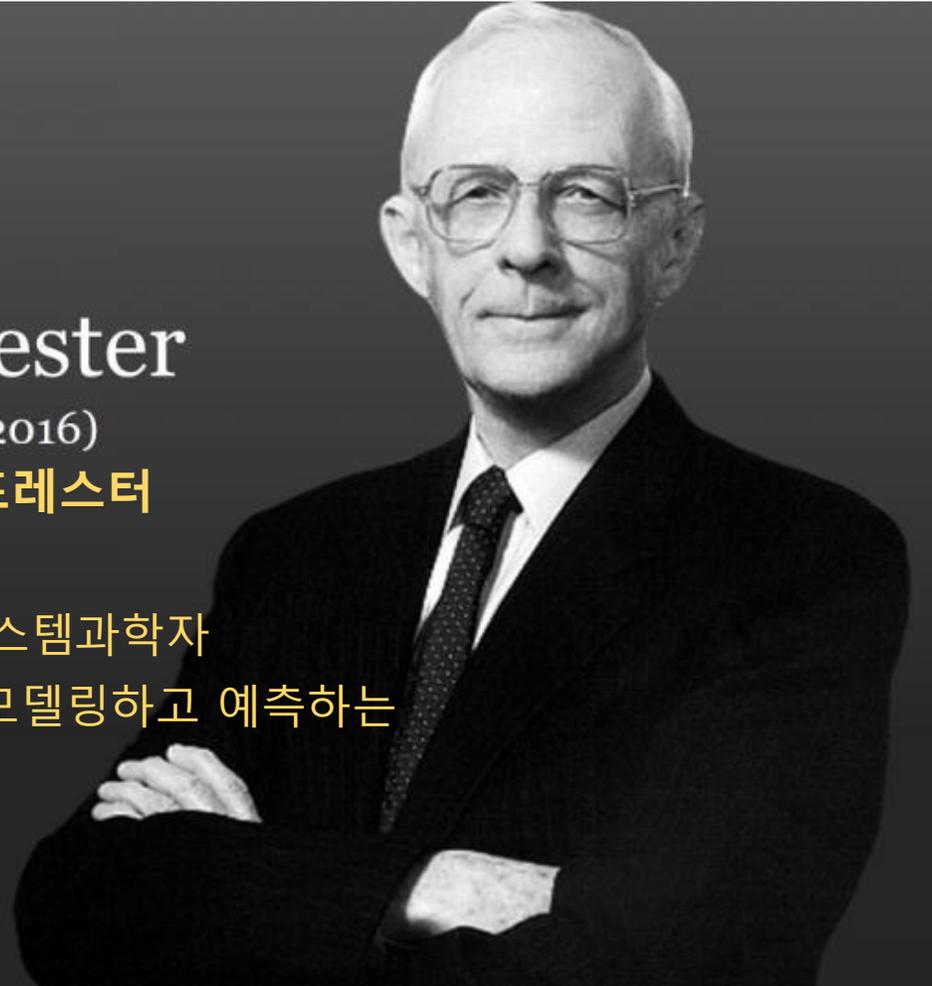
---

Prof. Jay W. Forrester

(July 14, 1918—November 16, 2016)

제이 라이트 포레스터

선구적인 미국의 컴퓨터 공학자, 시스템과학자  
동역학계의 물체들 간 상호작용을 모델링하고 예측하는  
시스템 다이내믹스를 창시



# Industry Dynamics의 정의

---

" 산업동태론(시스템 다이내믹스)은 산업시스템들의 행태를 연구하는 방식으로  
서, **정책과 의사결정과 구조 그리고 시간지연** 등이 어떻게 상호 연결 되  
어 시스템의 성장과 안정성에 영향을 주는지를 밝히고자 한다 . . .  
산업동태론은 시스템에 동태적인 특성을 부여하는 정보 네트워크의 중요성을 강  
조한다."

- 포레스터 *Jay W. Forrester* -

# 피터 센게 Peter Senge



피터 센게  
Peter M. Senge  
(1947~)

미국 MIT 슬론경영대학원 교수  
조직학습학회 Society for Organization, SoL 창립 회장

**2008년** 「월스트리트저널」에서 '세계에서 가장 영향력 있는 경영 구루 20인'으로 선정.

**2009년** 「패스트컴퍼니」는 '비즈니스에서 가장 창의적인 인물 35위'로 뽑힌 비즈니스 전략가.

「저널어브비즈니스스트레티지 Journal of Business Strategy」에서도 '지난 100년간 경영 전략에 가장 영향력을 끼친 24인'으로 추천됨.

## 주요저서

『학습조직의 5가지 수련 The Fifth Discipline Field book』,

『배우는 학교 Schools that Learn』,

『미래, 살아있는 시스템 Presence』 등 수많은 베스트셀러를 저술함.

# 시스템 다이내믹스의 시스템 사고

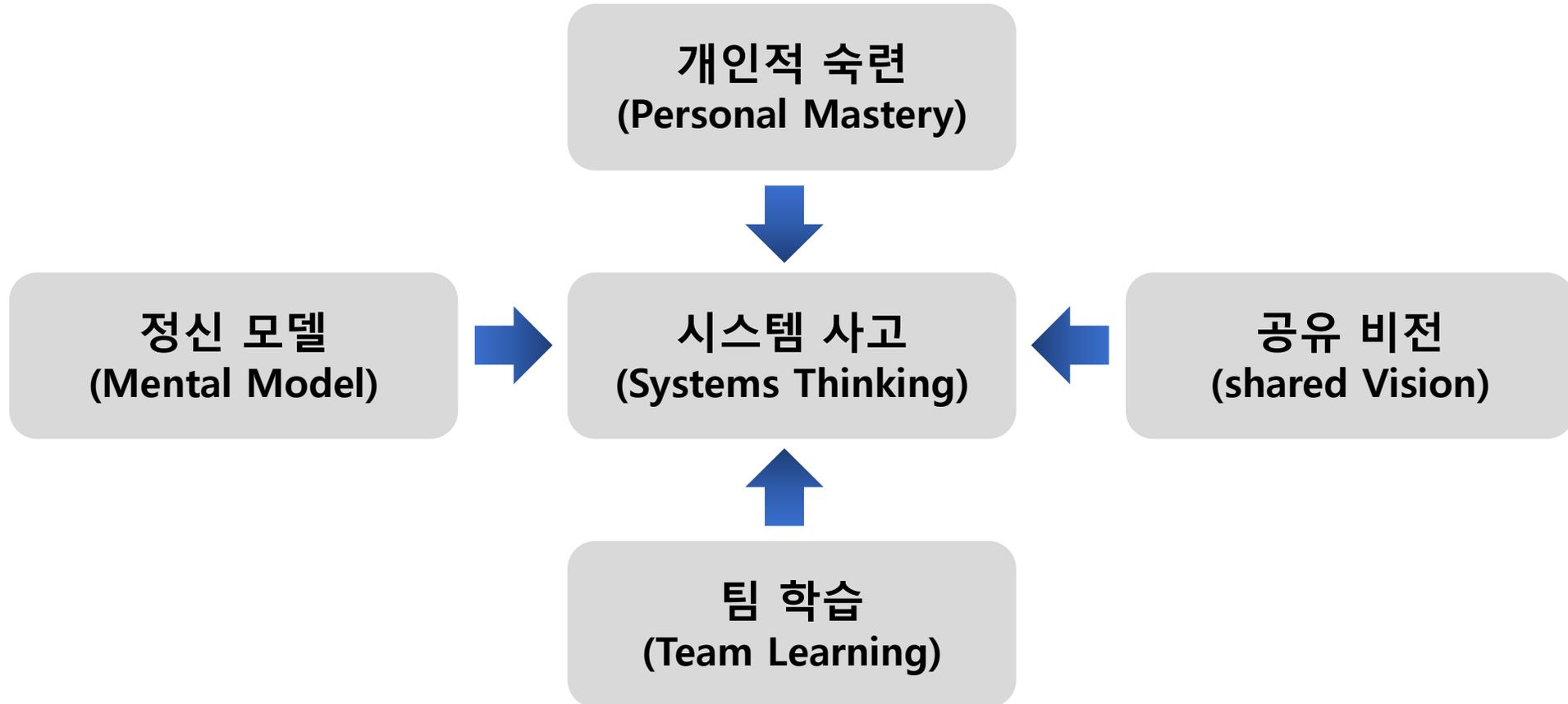
---

" 시스템 사고란, 전체를 보기 위한 규범이다.  
이것은 스냅샷과 같은 정적 상태보다는,  
패턴의 변화를 보기위해 **개체보다는 상호작용**  
**을 보기 위한 프레임워크**이다.  
우리가 속한 사회가 점점 더 복잡성에 지배되고  
있기에 시스템 사고는  
더욱 필요하게 될 것이다."

- 피터 센게 *Peter Senge* -

# The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization

---



## 피터 센게의 『제5경영』과 사례분석

다운로드 ☆ 마이 아카이브에 담기

페이지: 1 / 9
알아서 맞춤

(일부혁신비서관실)

### 피터 센게의 『제5경영』과 사례분석

1990년 출판된 『제5경영(The Fifth Discipline)』(저자: 피터 센게)은 서구의 사고방식이 중앙집방에 급급하다고 지적하고, 문제의 근본적인 해결방법으로 학습조직의 다섯 가지 본과학(Discipline)인 시스템 사고, 개인적 숙련, 정신모델, 공유비전, 팀학습을 제시하고 있음

시스템 사고를 제5의 본과학(The Fifth Discipline)으로 정의하고 나머지 본과학들을 통합하는 핵심으로 보았으며, 단선적이고 단편적인 문제 인식에서 벗어나 전체적인 관계를 파악하는 것의 중요성을 강조함

< 차 례 >

1. 『제5경영』 주요내용 요약
  - 제5경영 개요
  - 시스템 사고 : 제5의 본과학
  - 학습조직의 본과학 개념 및 시스템 사고와의 연관관계
  - 학습조직 추진상의 이슈 및 해결방안
2. 시스템 사고를 통한 정책실의 사례분석 (시화호 사례)
3. 정부혁신예의 시사점

한계 및 시사점

- 시스템 사고를 토대로 시스템 다이내믹스(System Dynamics) 분야가 확립되었으나 고도로 훈련된 컨설턴트의 도움이 있어야 실제 적용이 가능한 한계가 있음
- 그러나 혁신교육과정의 하나로 '시스템 사고에 기초한 정책분석' 과정을 개설하여 정책입안자들이 근본적인 문제해결을 위한 사고의 방법을 습득하도록 함으로써 정책의 실효를 최소화하는데 기여할 수 있을 것으로 판단됨

(일부혁신비서관실)

### 1. 『제5경영』 주요내용 요약

□ 제5경영 개요

- 제5경영(The Fifth Discipline)이란?
  - 학습조직을 실현하기 위해 ①시스템 사고, ②개인적 숙련, ③정신 모델, ④공유비전, ⑤팀 학습을 조화롭게 발전시키는 것임
  - 시스템 사고는 위의 다섯 가지 본과학(分科學) 중에서 핵심이며 그야말로 다섯 번째 본과학(The Fifth Discipline)이라 할 수 있음

<그림1> 학습조직의 다섯 가지 본과학

< 책 제목이 『제5경영(The Fifth Discipline)』인 이유 >

- ◇ 책 원제목의 'Discipline'은 '실천에 옮기기 위해 반드시 배우고 익숙해야 할 이론과 기법의 집합체'란 의미이며, 한국어판에서는 '본과학(分科學)'으로 번역되고 있음
- ◇ 넓은 의미에서 경영 그 자체라 할 수 있으므로 '제5경영'이라는 제목으로 번역되었으며, 이 명칭으로 더 널리 알려짐
- \* 본과학(分科學)은 철학을 근거로 본과학과 나뉘진 않음이란 의미임 (철학=모든 본과학의 합)

- 등장배경
  - 1978년 하버드대 크리스 아지리스와 MIT대 도널드 슌에 의해 '학습조직(Learning Organization)'에 대한 개념이 마련되었으나 철학적·심리학적 차원에서 접근해 과장적인 논의를 하는 수준이었음

# (정리하면) 시스템 다이나믹스 역사와 철학

---

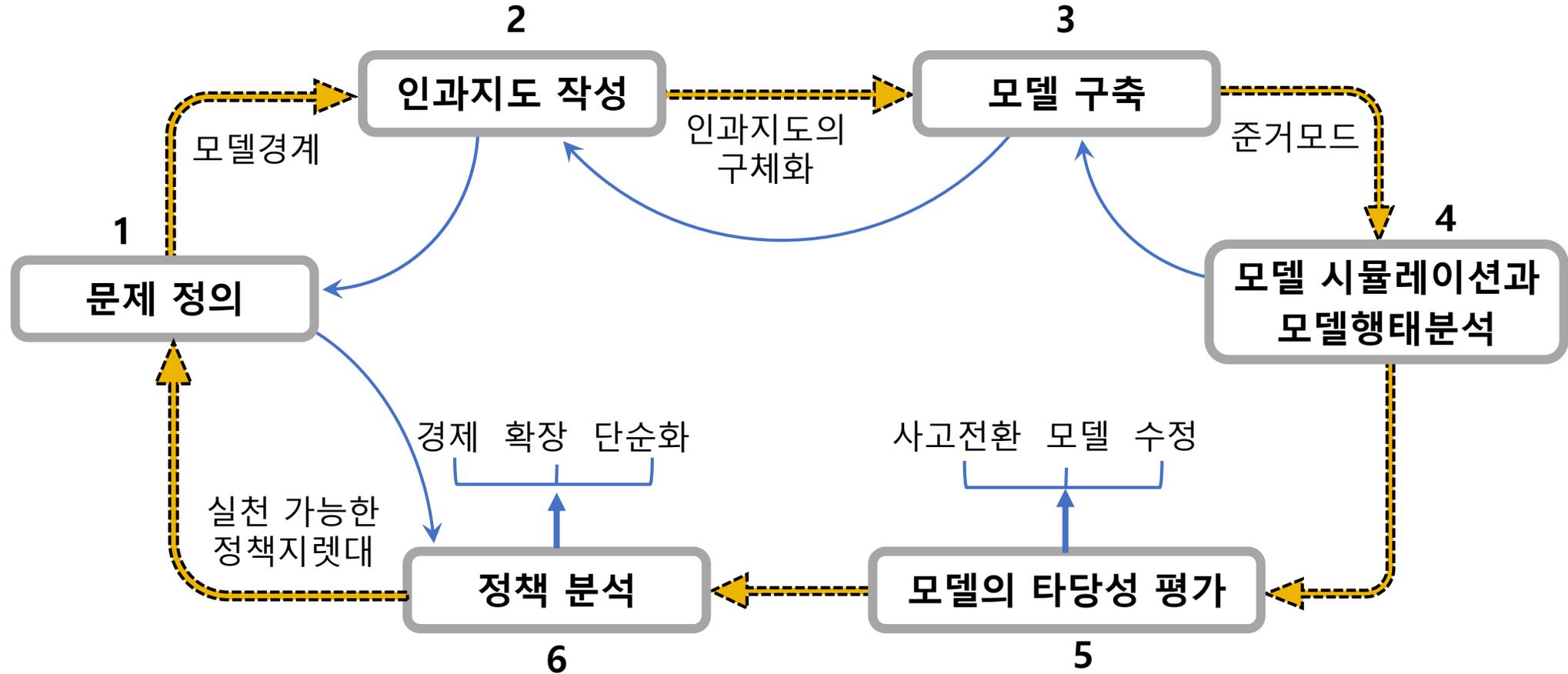
- 시스템 다이나믹스는 1961년, 포레스터(Jay W. Forrester)의 [산업동태론 (Industrial Dynamics)]라는 책에서 출발한다.
- 이후 시스템 사고 방법은 1990년대 피터 센게(peter Senge)의 『The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization』에서 체계화 된다.
- 기존 연구방법처럼 정체된 시스템 혹은 정지된 상태로 가정한 시스템을 연구하는 것이 아니라, 움직이고 변화하는 시스템의 시간에 따른 변화를 파악하는 방법론이다.

# 강의 순서

---

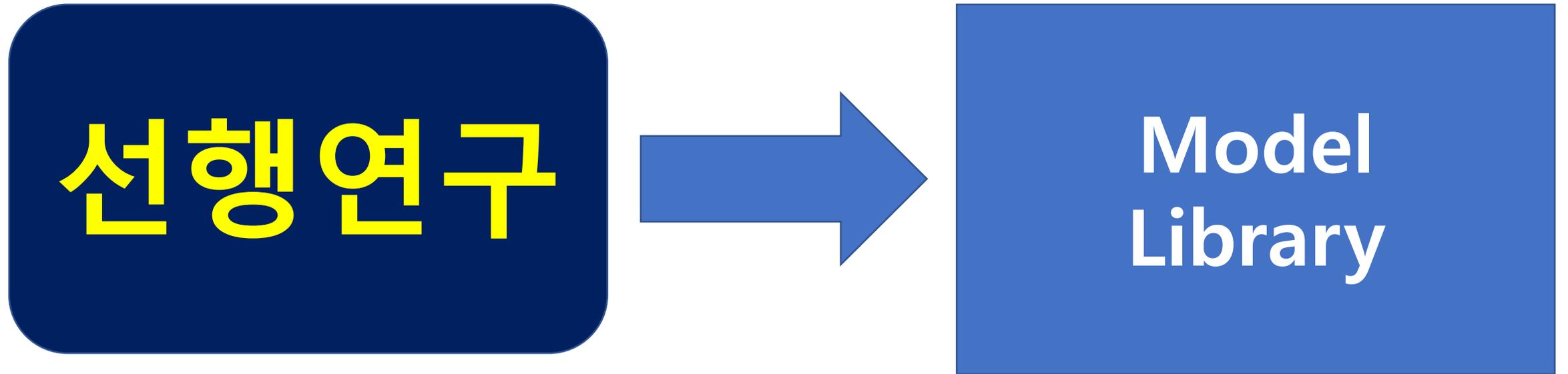
1. Token Dynamics의 배경
2. System Dynamics의 이해
3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해
4. 시스템적 사고와 전략
5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례
6. 강의의 요약

# 시스템 다이내믹스 연구의 절차



# Vensime의 매력

---



- 경제, 화폐, 경영 외 다양한 분야의 선행 연구들이 준비되어 있음

- [Path Dependence, Competition, and Succession in the Dynamics of Scientific Revolution](#)
- [Polya urn with increasing returns](#)
- [A System Zoo](#)
- [Delay Sandbox](#)
- [Theil Statistics](#)
- [The Rise and Fall of the Saturday Evening Post](#)
- [Boiling Water Reactor Dynamics](#)
- [Fibonacci Rabbits](#)
- [Poisson distribution demo](#)
- [Market Growth](#)
- [Oscillation from a purely positive loop](#)
- [Bifurcating Salmon](#)
- [Urban Dynamics](#)
- [DICE](#)
- [Java Vensim helper](#)
- [Cumulative Normal Distribution](#)
- [WORLD3-03](#)
- [Payments for Environmental Services](#)
- [Models in the Special Issue of the System Dynamics Review on Environmental and Resource Systems](#)
- [Rental car stochastic dynamics](#)
- [Pink Noise](#)
- [Industrial Dynamics](#)
- [Lorenz Attractor](#)

---

## CATEGORIES

- [Aside](#)
- [Balaton](#)
- [behavior](#)
- [Business](#)
- [Climate](#)
  - [Armstrong Green et al.](#)
  - [Clout & Climate Change](#)
  - [COP15](#)
  - [impacts](#)
  - [Integrated Assessment](#)
  - [Low Carb Fuels](#)
  - [Post-Copenhagen](#)
  - [Regional Climate Initiatives](#)
  - [sea level](#)
  - [Skeptics](#)
  - [The Deal We Need](#)
- [Data](#)
- [Education](#)
- [energy](#)
- [Ethics & Equity](#)
- [Feedback Everywhere](#)
- [Few Words](#)
- [financial crisis](#)
- [Forecasting](#)
- [health](#)
- [Limits](#)
- [Model Library](#)

# 시스템 다이나믹스 설계 도구

<https://www.vensim.com/>

Learn About Ventana Systems    Learn about Ventity Simulation Software

## Vensim

VENTANA systems, inc.

Home    Contact Us    Software    Support    FAQ    News    Search...

### Diagrams for Transparency

```
Smoothed trend; a moving average of  
|  
dSmoothed Input=  
(input-Smoothed Input)/smoothing time  
~  
input/smoothing time  
|  
dTrend=  
(Observed Trend-Smoothed Trend)/trending  
~  
input/smoothing time/trending time  
|  
Observed Trend=  
(input-Smoothed Input)/smoothing time  
~  
input/smoothing time  
The observed trend is essentially t  
input as a forecast; thus if there  
state bias in the forecast, which v  
observed trend.  
|  
Code when you need it  
:END OF MACRO:
```

Industrial strength simulation software for improving the performance of real systems. Vensim's rich feature set emphasizes model quality, connections to data, flexible distribution, and advanced algorithms. Configurations for everyone from students to

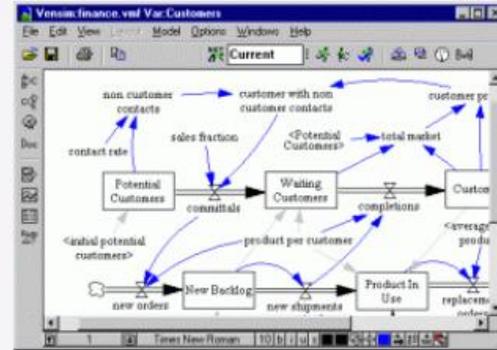
# 시스템 다이나믹스 설계 도구

## Featured

Some features & applications of Ventana simulation products:

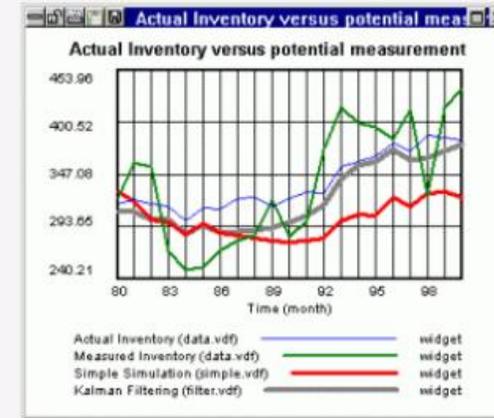
[View More Featured Items](#)

## Resources



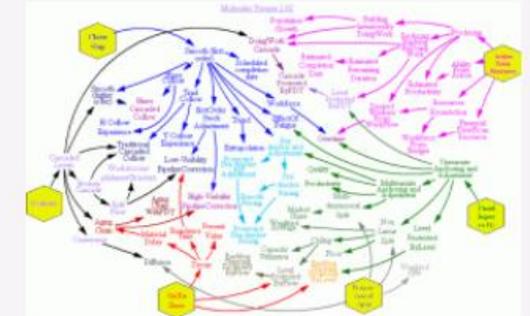
Browse our list of resources related to system dynamics and Vensim. [Read More](#)

## Applications



Vensim can be used to improve decisions anywhere there are problems with detail and dynamics, which is to say, everywhere. Ventana's consulting provides many examples. Our customers apply Vensim in energy, health, climate, education and many other areas.

## Real Dynamics



Fourteen reasons to move up from spreadsheets.

# 시스템 다이내믹스 설계 도구

<https://www.vensim.com/documentation/index.html?20815.htm>

Contents | [Index](#) | [Search](#)

- Vensim Help
- Release Notes
- Models that Come with Vensim
- User Guide - Vensim Introduction & Tutorials
  - 1 Introduction
  - 2 The Vensim User Interface
  - 3 A Hands-On Example
  - 4 Causal Loop Diagramming
  - 5 Stock and Flow Diagrams
  - 6 Building a Simulation Model: A Population Model
  - 7 Functions and Simulation Errors
  - 8 Building a Lookup Function
  - 9 Multiple Views
  - 10 Customizing Output
  - 11 Games in Vensim
  - 12 Input Output Controls
    - Word of Mouth Sales
    - wom1.mdl Equations
    - Output Controls
    - Input Controls
    - Gaming Control
  - Publishing the Model
- 13 SyntheSim
- 14 Reality Check
- 15 Sensitivity Testing
- 16 Using Data in Models
- 17 Subscripts
- 18 Optimization
- 19 Sending Models to Others
- 20 Reference Modes

- Modeling Guide -- Concepts with Examples
- Reference Manual

### wom1.mdl Equations

Vensim:WFINV.MDL Varinet hire rate

File Edit View Layout Model Tools Windows Help

The diagram illustrates the dynamics of a word of mouth sales model. It features three main stocks: Potential Customers, Seed Customers, and Customers. Potential Customers flow into Seed Customers, which then flows into Customers. Customers flow back into Potential Customers. Seed Customers flow into Customers. Customers flow out as leaving customers, influenced by obsolescence time. Customers also generate sales, which is influenced by sales size and sales. Sales are influenced by advertising spending and advertising effectiveness. Advertising spending is influenced by advertising effectiveness and c advertising spending. The diagram also shows information variables like sales size, sales, and advertising effectiveness.

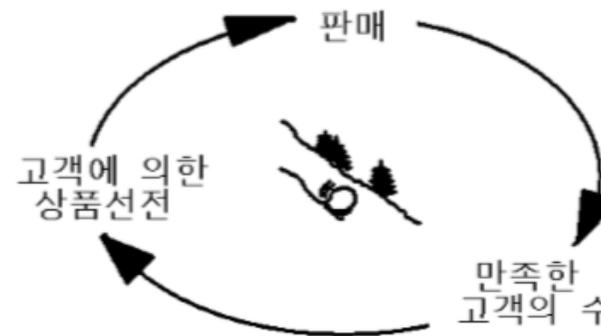
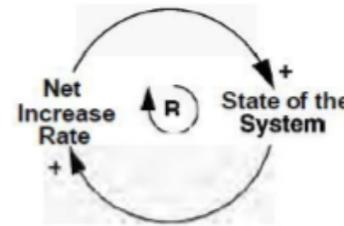
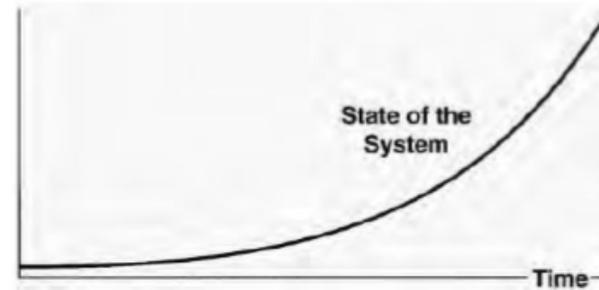
# 시스템다이나믹스 실습 도구

<https://insightmaker.com/>

The screenshot shows the Insight Maker website interface. At the top, there is a navigation bar with links for Features, Explore Insights, New Insights, News, Create a Free Account, and Log In. The main content area features the Insight Maker logo and a prominent call-to-action: "Start Building Insights and Models". Below this, a system dynamics model is displayed, showing a stock-and-flow diagram with variables like "Nonrenewable Resources", "Fraction of NR Remaining", and "Resource Usage Rate". To the right of the model is a line graph titled "System Dynamics" showing "World Population" over time (1900-2060) with three data series: Population (green), Persistent Pollution (red), and Nonrenewable Resources (blue). A "Read more" link is provided. Below the graph, another call-to-action reads "Start Building Insights and Models for Free", followed by the text "Create an Insight Maker account to start building models. Insight Maker is completely free." At the bottom, four key features are highlighted: "Start Now" (web-based, no downloads), "Simulate" (powerful algorithms for System Dynamics and Agent), "Collaborate" (easy sharing via link or embed), and "Free & Open" (build and share for free).

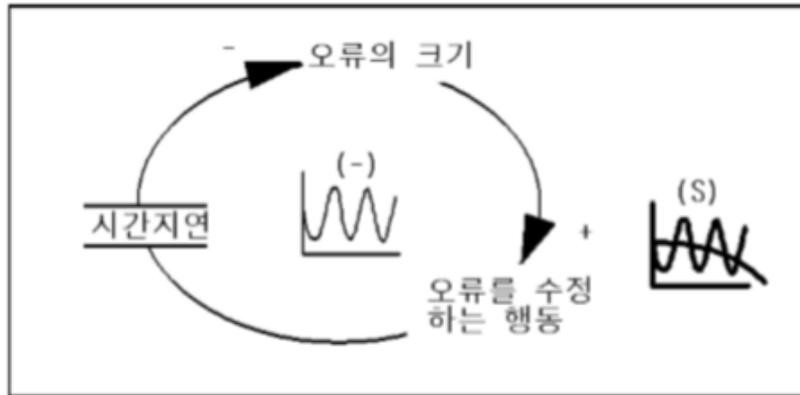
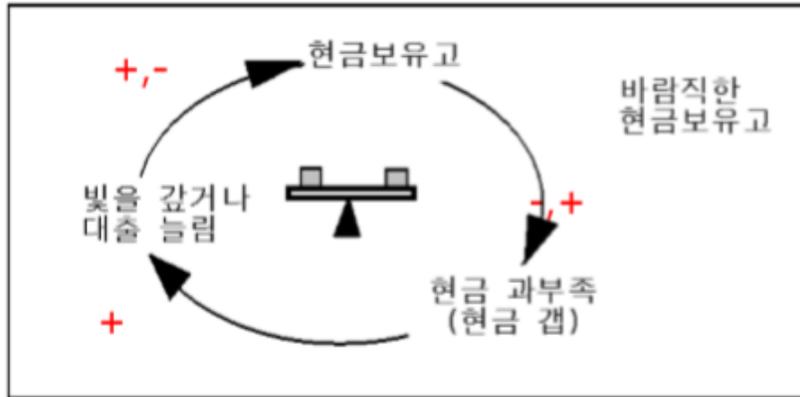
# 1. 기하 급수적 성장(감소)

- 기하 급수적인 성장(또는 감소)에 따라 초기 양이 커지기(작아지기) 시작하고 성장(감소)률이 증가함
- 비즈니스 프로세스에서 기하급수적인 성장은 정확하게 이 형식을 따르지 않을 수도 있지만 성장을 가속화한다는 기본 개념이 유지됨
- 이 행태를 신제품 판매 시에 기대하지만, 대부분은 실패하고, 일부 성공한 제품에서도 Sigmoid 곡선의 성과를 보임
- 사례
  - 고객의 상품선전(구전효과)으로 인한 판매과정의 자기강화
  - 눈덩어리가 불어나는 모습을 표현한 것



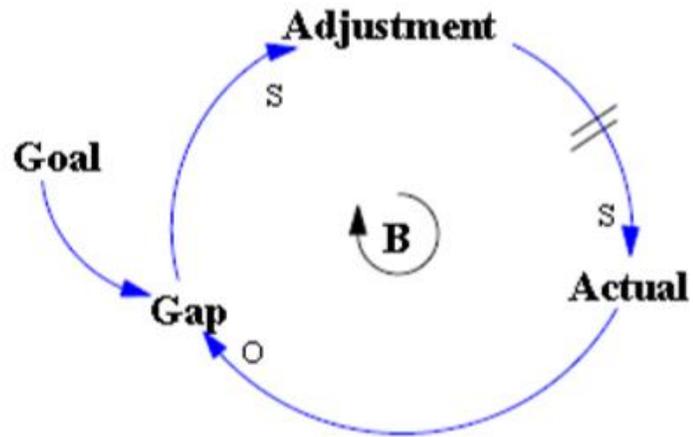
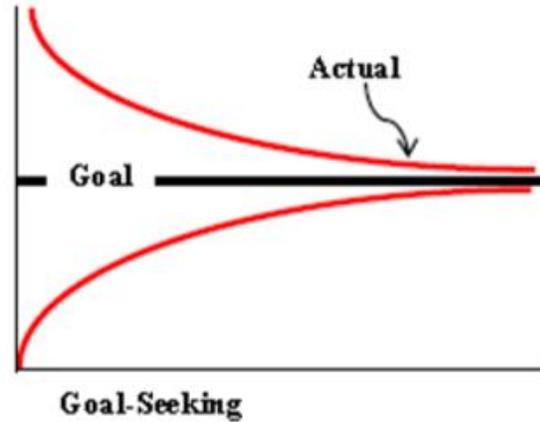
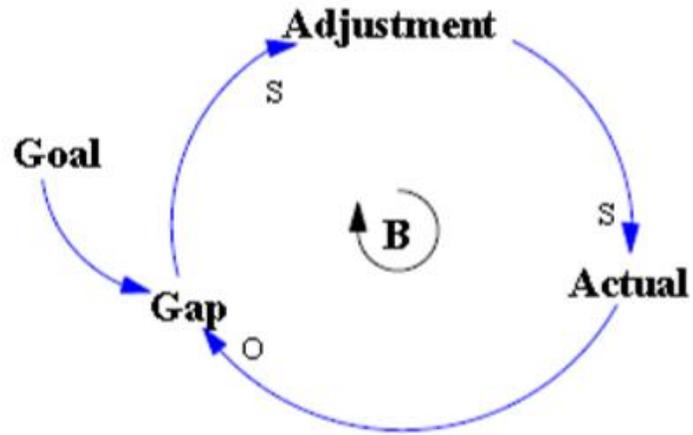
## 2. 균형과정 및 시간지연이 있는 균형과정

- 균형과정(self-balancing process)
  - 현금관리 메커니즘
  - 저울에서 두 힘이 균형을 이룬 모습
  - 핵심은 바람직한 현금보유고와 현재의 현금보유고간의 차이(갭)
- 일정한 목표를 향해 행동하는 개인이나 조직은 종종 지연된 피드백에 반응하여 그들의 행동을 조절
  - Overaction, Overshoot
- 아무리 목표에 도달하고자 해도 파동만 → '훈련된 무능력'이나 '무력감'에 빠지게 됨
- 결국은 목표를 향한 일체의 노력을 포기
  - 샤워기
  - 상품의 생산과 유통의 과정
- 이 루프에서의 전략은 인내심. 인내심이 미덕



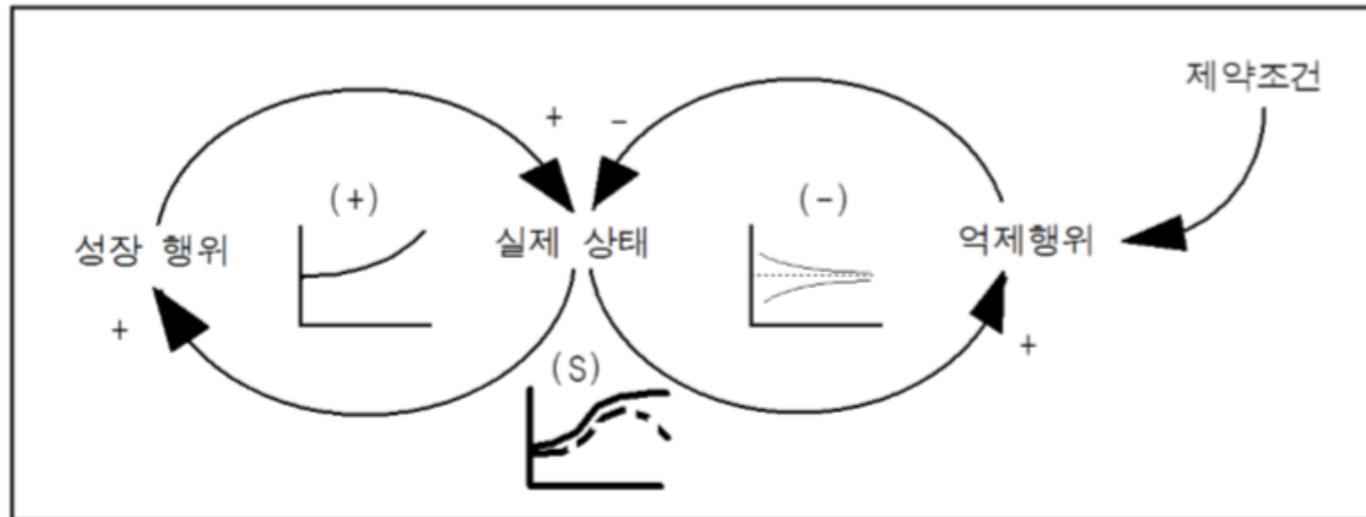
## 2. 균형과정 (시간지연 여부에 따른 차이)

aSSIST 신호상 교수님 강의록



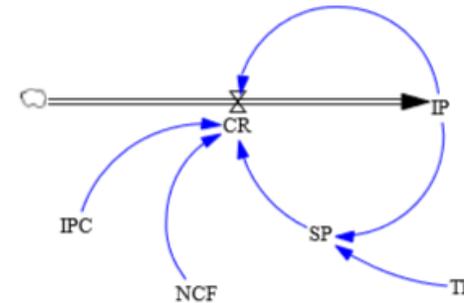
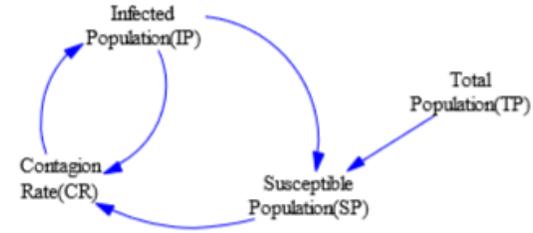
# 3. 성장의 한계

- 1972년 지구환경의 미래에 관한 시스템 다이내믹스 연구자들의 로마클럽 보고서 제목
- 한창 성장기던 1970년대라 반향은 충격적
- 성장을 계속할 수 없는 피드백 구조가 존재한다는 의미
- 양의 피드백 루프와 음의 피드백 루프가 하나의 주요 변수를 중심으로 작용하는 구조

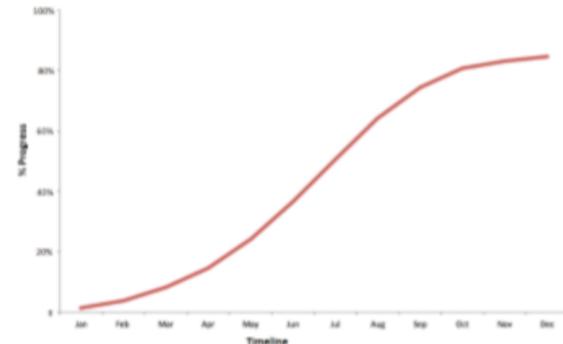


# 3. 성장의 한계

- 양과 음의 피드백이 조합된 형태
- 영원히 성장할 수 있는가?
  - 결국 하나 이상의 음의 피드백 루프가 작동해서 성장을 멈추게 됨
- 동적 시스템에서 일반적으로 관찰되는 동작 모드는 S자 성장이며, 처음에는 지수 함수이지만 시스템 상태가 평형에 도달할 때까지 점차 느려짐
- 시스템은 두 가지 조건이 충족되는 경우에 S형 성장을 보임
  - 첫째, 음의 피드백 루프에 시간 지연을 포함하지 않아야 함
  - 둘째, 수용한계가 고정되어 있어야 함
- S형 성장을 생성하는 구조의 주요 특징은 포지티브 및 네거티브 루프의 상호 작용이 비선형 (변곡점, 가속, 감속)적이라는 것



S-Curve

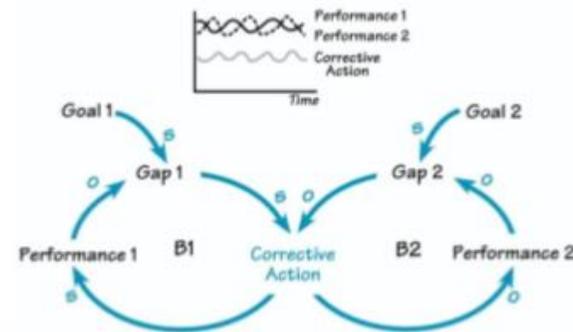
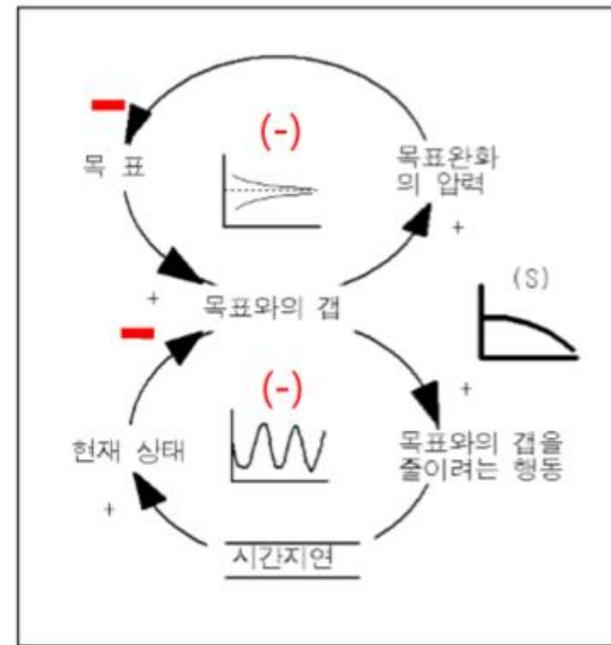


# 3. 성장의 한계

- 음과 양의 루프가 대칭적으로 구조화된 루프의 경우
- 양의 피드백루프가 먼저 작동한 후, 일정 수준이상이 되면
- 음의 피드백루프가 작동하여 성장을 멈추게 하는데,
- 양의 피드백루프가 작동하기도 전에 음의 피드백루프가 작동하면 성장 자체가 이루어지지 않고 시스템이 사멸하게 됨
- 음의 피드백루프가 작동한 후, 사멸되기 전에 양의 피드백이 작동한다면?....

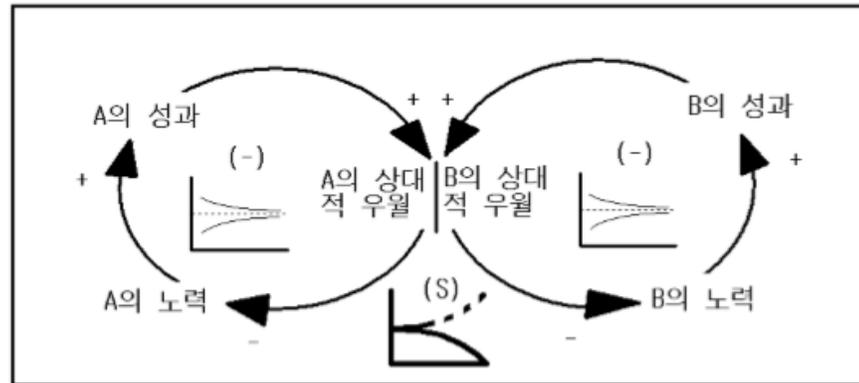
# 4. 목표의 완화

- 목표달성이 어렵다고 생각할 때 종종 목표를 완화시키곤 함
  - 짐떠넘기기 구조와 비슷
  - 이 현상은 자기실현적 예언에서도 나타남
  - 목표를 완화하면 원래로 되돌아 감
- 개구리 신드롬
  - 두 개의 음의 피드백 루프
    - 뜨거운 물도 견딜 만하다고 생각한 개구리
    - 목표를 현실에 맞추어 완화시키려 노력
  - 현실 개선노력이 효과를 보기 위해서는 많은 노력과 시간이 걸림
    - 목표를 후퇴시키는 것은 달리 마음만 먹으면 됨
    - 목표를 후퇴시키는 피드백 루프가 더 강하게 작동



# 5. 경쟁의 상승 (Escalation)

- 두 개의 음의 피드백 루프로 연결
- 경쟁의 순환고리에 빠져 오직 경쟁에서 승리에만 몰두
  - 시장이 정체되어 있고
  - 시장점유율에서 상대적으로 차이가 나지 않는 두 선두 기업이 더 나은 성과를 내기 위해 의도하였던 의도하지 않았던 노력을 가하게 되면
  - 이를 위협으로 느낀 경쟁기업이 유사한 전략(정체시장이고 제로섬게임이라 별다른 전략이 없음)을 사용함으로써 점차 과도한 경쟁상태로 돌입됨
  - 큰 회사들 간의 광고 전쟁, 가격 책정, 리베이트 및 프로모션, 급여 및 복리 후생, 노사 및 부서, 마케팅 대 제조 부서 등 모든 분야에서 "전쟁"을 초래
- 과도한 경쟁은 상호 발전보다는 공동 파멸을 초래 → 파국을 막기 위한 기업들의 단합



## 6. Bass Diffusion Model (Bass 확산 모델)

---

### Bass Model 또는 Bass Diffusion Model (Frank Bass가 개발)

1969년 발표된 바스 확산모형은 수리적 모델이라 현실에 적용하기 마땅치 않을 수 있는데, 통설로는 새로운 개념의 제품이 출시되어 보급률이 10% 정도 되면 시장에 존재가 뚜렷하게 각인되고, 30%까지 올라가면 임계점이 형성된다고 한다.

이것은 신제품이 어떻게 인구 집단에서 채택되는가에 대한 과정을 설명하는 간단한 미분 방정식으로 구성된다. 이 모델은 현재 제품을 채택한 사람들과 새로운 제품의 잠재적인 채택자가 어떻게 상호 작용하는지에 대한 이론적 근거를 제시한다.

### 모델의 기본 전제

: 도입자가 혁신가 또는 모방 자로 분류 될 수 있으며 채택의 속도와 시기는 혁신 성의 정도와 채택 자 간의 모방 정도에 달려 있다는 것이다.

저음 모델은 예측, 특히 **신제품 판매 예측 및 기술 예측**에 널리 사용된다.

# 6. Bass Diffusion Model

시스템 다이내믹스 모델링과  
시뮬레이션, p, 248-p.256

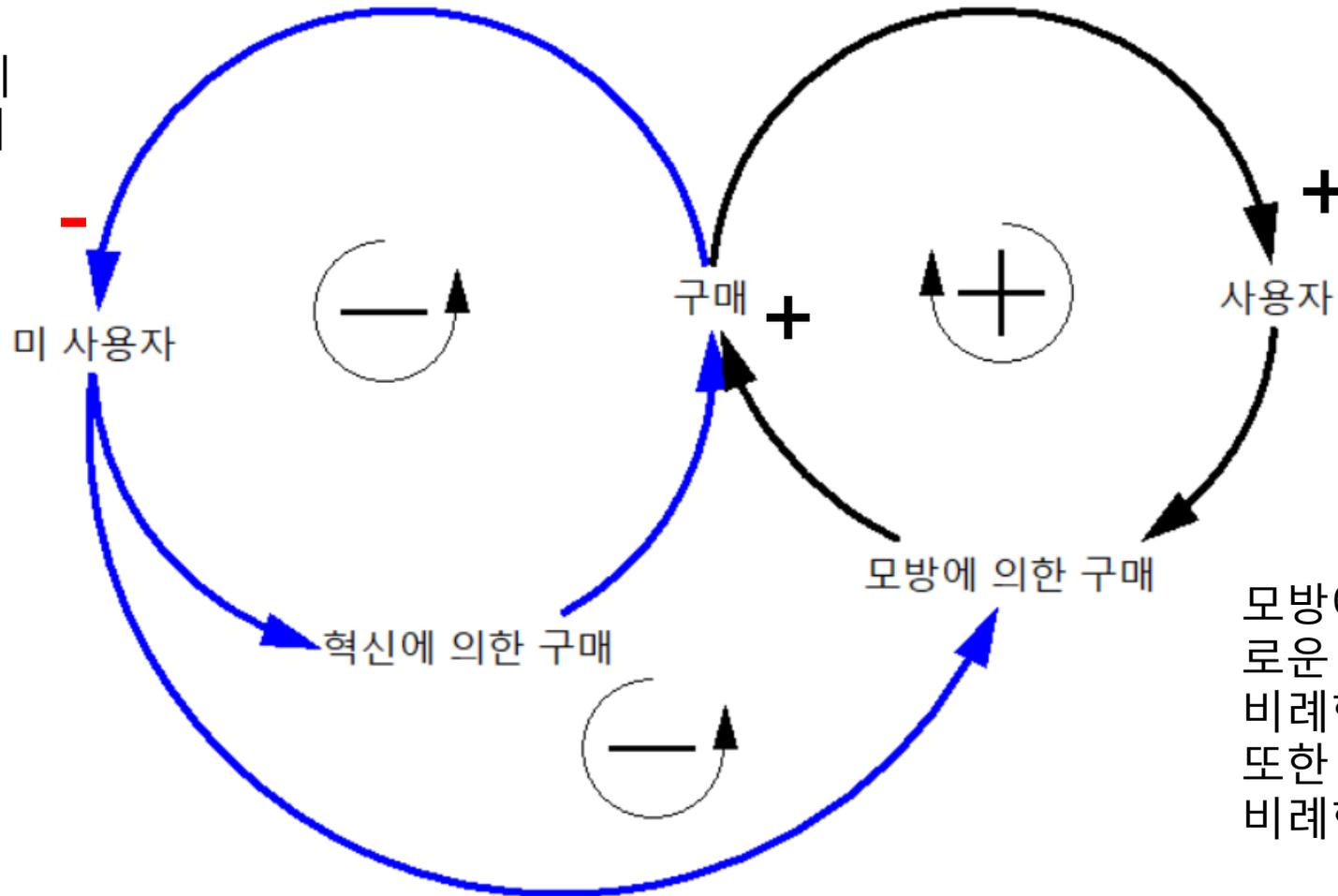
신제품  
확산의 구조

- 혁신적인 사람들에 의한 적극적 확산
- 확인 후 모방하는 사람들에 의한 확산

# 6. Bass Diffusion Model

시스템 다이내믹스 모델링과 시뮬레이션, p, 248-p.256

혁신에 의한 확산은 미 사용자의 함수로, 음의 순환고리를 형성



모방에 의한 확산은 새로운 상품의 사용자에게 비례한다.  
또한 미사용자의 수에 비례한다.

## 6. 인과지도를 SFD로 바꾸기

시스템 다이내믹스 모델링과  
시뮬레이션, p, 248-p.256

- **인과지도를 SFD(Stock and Flow Diagram)으로 바꾸기 위해서 가장 먼저 무엇이 저장변수인가를 확인해야 한다.**
- 인과 지도에 나오는 변수들은 모두 5개이며 이 중에서 양의 보존 법칙이 성립되는 것은 '미사용자' 및 '사용자'이다.
- 그리고 이 두 변수의 합은 '총인구'가 된다. 또한  $s$ 이 두 양을 결정하는 '구매'는 '미사용자' 및 '사용자'의 양을 변화시키는 변동률이 될 것이고 그것은 '혁신에 의한 구매' 및 '모방에 의한 구매', 두 양의 합이 된다.

# 6. Bass Diffusion Model에 보조변수 추가하기

시스템 다이내믹스 모델링과 시뮬레이션, p, 248-p.256

- 혁신에 의한 구매를 위해서는 총인구 중 혁신적 사고를 갖는 사람과의 관련성을 살펴야 한다. 즉, 혁신에 의한 확산은 미사용자(초기에는 전체 가능인구. 여기에는 사람의 비율이 혁신적 사람과 보수적 사람이 같은 비율로 전파된다는 가정이 있음) 일부분(혁신 비율)만에 해당하게 된다. 그리고 그 구매 속도는 새로운 형태의 핸드폰이 어떻게 이러한 사람들에게 알려지는가에 달려 있다. 만약 그 속도(혁신 속도)가 일정하다면, 혁신에 의한 확산은 미사용자에 비례하게 되어
- **혁신에 의한 구매 = 미사용자 X 혁신비율 X 혁신 속도**
- 반면에, 모방에 의한 구매는 사용자가 미사용자를 만나는 과정에서 이루어진다. 사용자가 사람들을 만나는 비율을 접촉률(명/월)이라고 정의하면
- **사용자가 한 달 동안 만나는 사람의 수 = 사용자 X 접촉률**

# 6. Bass Diffusion Model에 보조변수 추가하기

시스템 다이내믹스 모델링과  
시뮬레이션, p, 248-p.256

그리고 그 만난 사람이 미사용자일 확률은 '미사용자/총인구'가 된 것이다.  
따라서 다음과 같이,

$$\text{사용자가 한 달 동안 만나는 미사용자} = \text{사용자} \times \text{접촉률} \times \frac{\text{미사용자}}{\text{총인구}} \dots \dots \dots$$

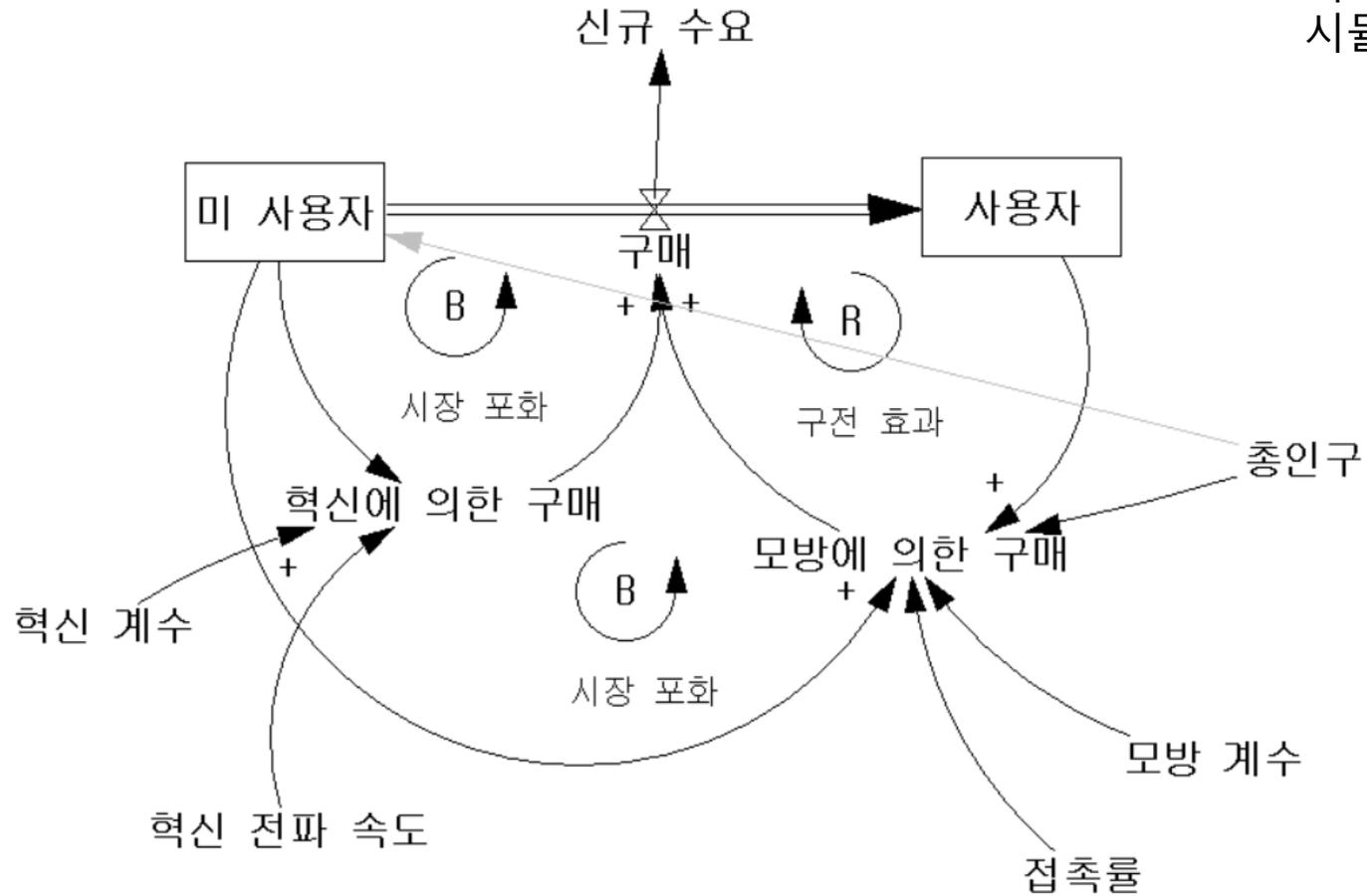
이 된다. 그리고 미사용자가 사용하고 있는 핸드폰이 마음에 들어 구매할 가능성을  
구매 비율로 정의한다면

$$\text{모방에 의한 구매} = \text{사용자} \times \text{접촉률} \times \frac{\text{미사용자}}{\text{총인구}} \times \text{전파비율} \dots \dots \dots$$

으로 평가될 수 있다.

# 6. Bass Diffusion Model의 SFD

시스템 다이내믹스 모델링과 시뮬레이션, p, 248-p.256

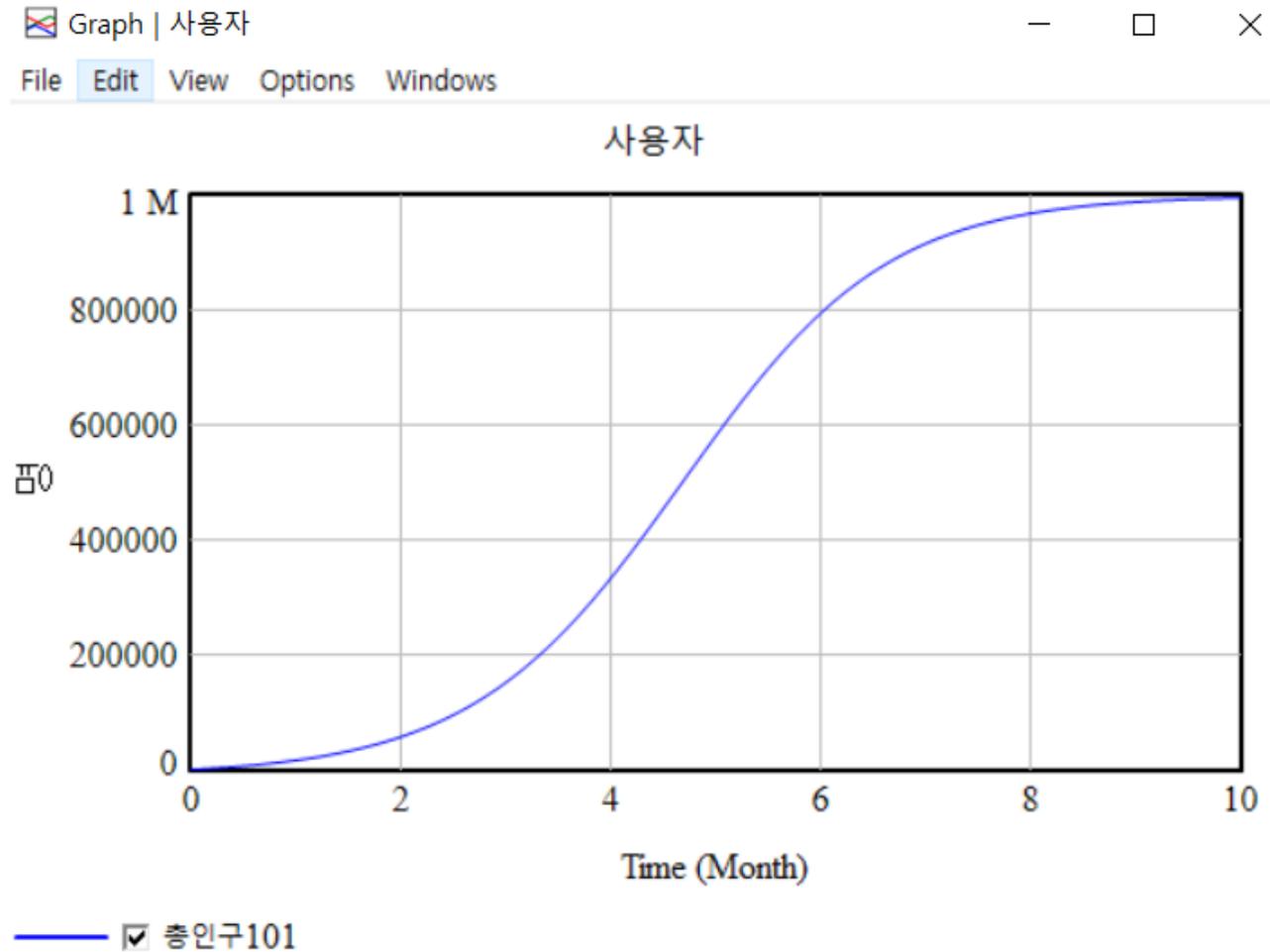


## 6. Bass 확산 모델에 포함된 Equation

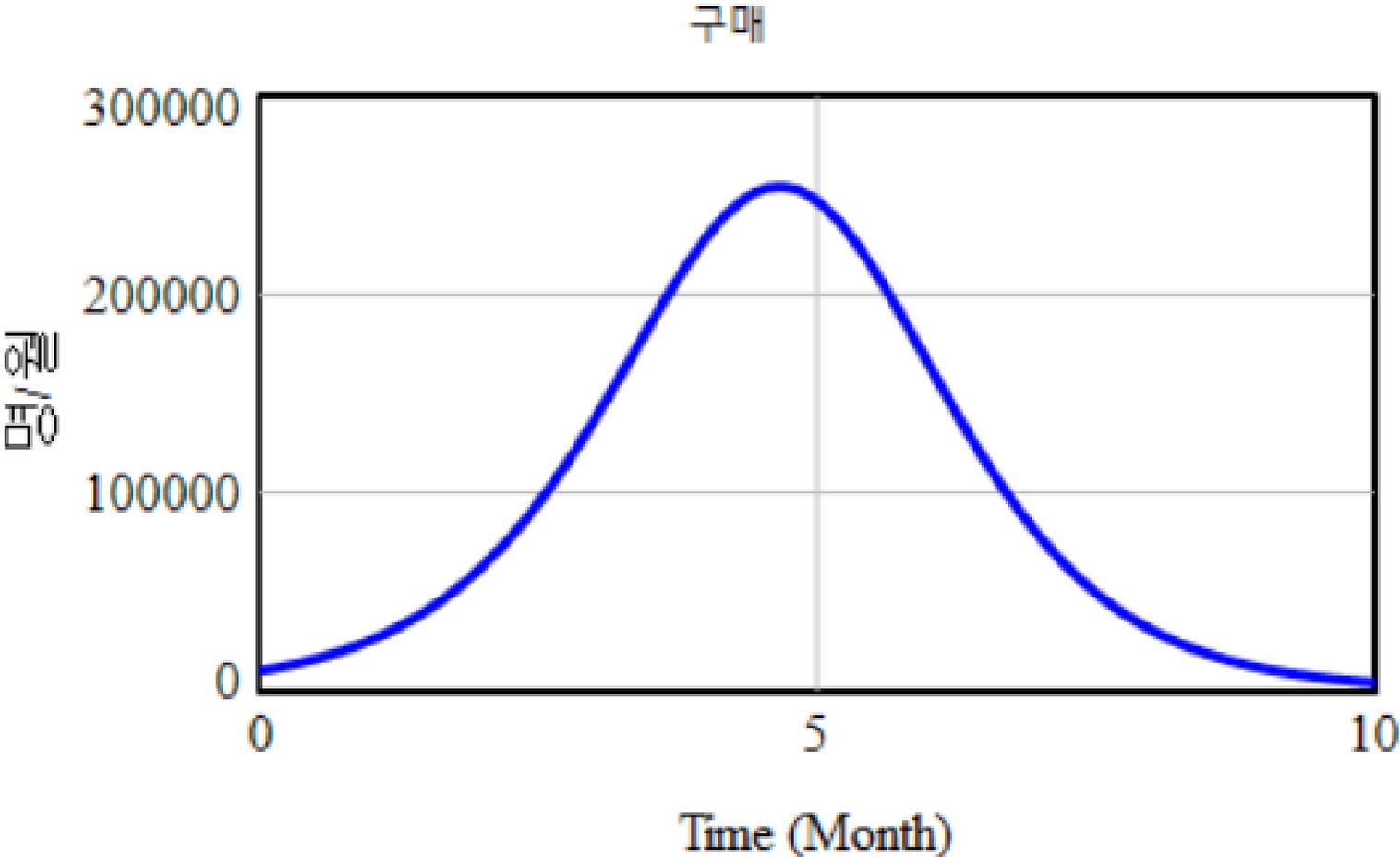
---

- FINAL TIME = 10      Units: 월
- INITIAL TIME = 0      Units: 월
- SAVEPER = time step      Units: 월
- time step = 0.0625      Units: 월
- 구매 = 혁신에 의한 구매 + 모방에 의한 구매      Units: 명/월
- 모방에 의한 구매 = 사용자 \* 접촉률 \* (미사용자/총인구) \* 구매확률      Units: 명/월
- 미사용자 = INTEG(-구매, 총인구-사용자)      Units: 명
- 사용자 = INTEG(구매, 0)      Units: 명
- 신규 수요 = 구매      Units: 명/월
- 구매확률 = 0.025      Units: Dimensionless
- 접촉률 = 50      Units: 1/명
- 총인구 =  $10^6$       Units: 명
- 혁신 비율 = 0.1      Units: Dimensionless
- 혁신 구매 속도 = 0.1      Units: 1/월
- 혁신에 의한 구매 = 미사용자 \* 혁신비율 \* 혁신 구매 속도      Units: 명/월

# 6. Bass Diffusion Model Simulation



# 6. Bass Diffusion Model Simulation



# 6. (Web) Bass Diffusion Model

<https://forio.com/simulate/keubanks/bass-diffusion-model/overview/>

embed/link copy add to favorites

**The Bass Diffusion Model**  
Dynamic FORECASTING  
Simulate Re-Run

Adopters Adoption Decisions Diagram

Time	Adopters (Green)	Potential Adopters (Red)
0	0	1,000,000
1	~150,000	~850,000
2	~400,000	~600,000
3	~750,000	~250,000
4	~950,000	~50,000
5	~1,000,000	~0

**Bass Diffusion Model** By Keith Eubanks

Sim URL: <https://forio.com/simulate/keubanks/bass-diffusion-model>

Sim access: All users may copy the simulation and explore the model.

Sim plan: Simulate Free

Sim stats: This sim has been run 824 times.

Your Rating: ☆☆☆☆☆  
Average Rating: ☆☆☆☆☆ (1)

Keith Eubanks 

[See other simulations by the same author](#)

# 6. (Web) Bass Diffusion Model

<https://forio.com/simulate/keubanks/bass-diffusion-model/overview/>

**Forio Simulate™**

Bass Diffusion Model

[view model equations](#)

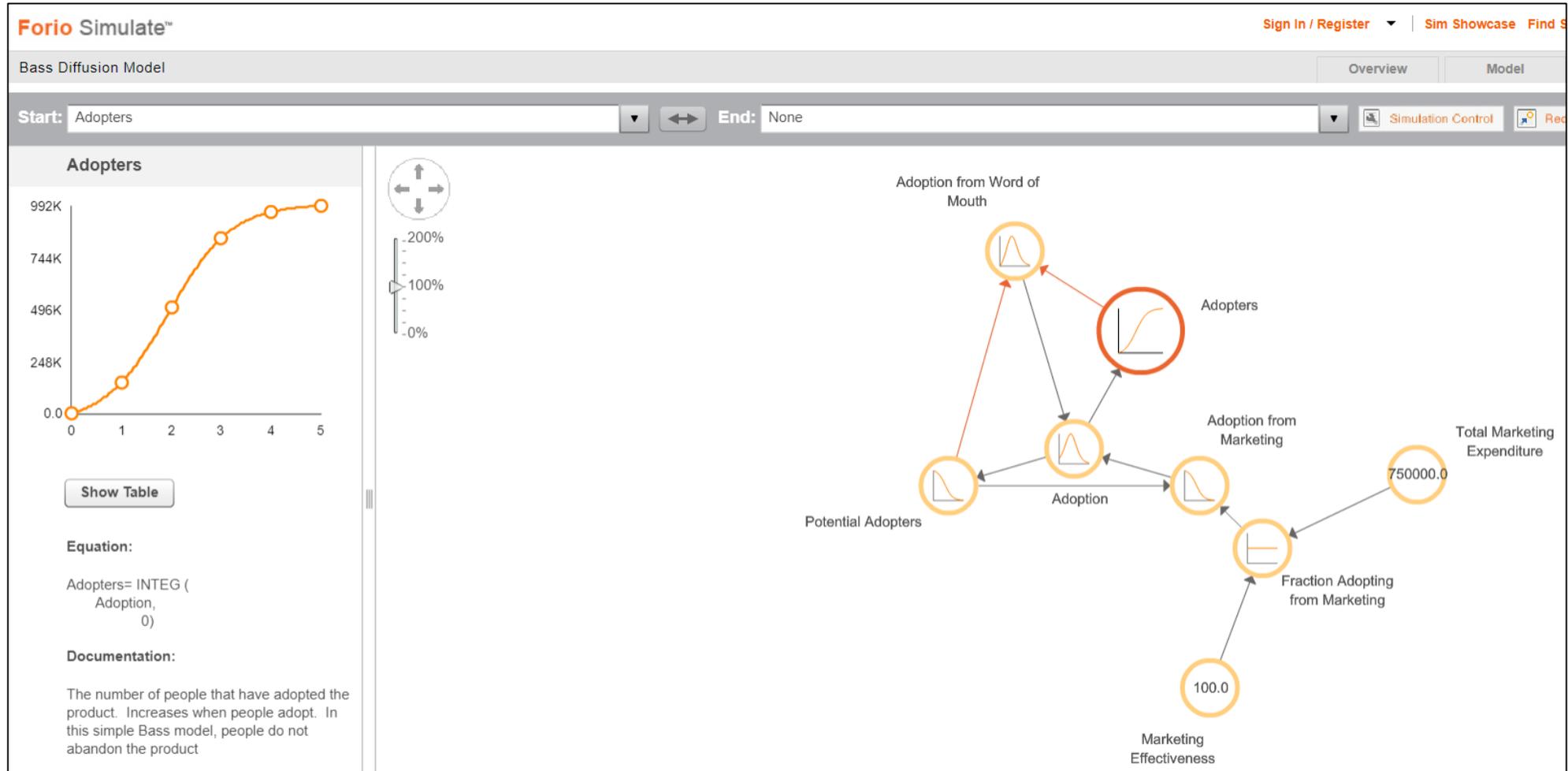
The equations for the Vensim model used in this simulation are shown below. You may also download the full model, which will require a copy of Vensim, available from Ventana Systems, Inc. For more information on Vensim, visit <http://www.vensim.com/>.

[Download Model](#)

```
1 Adopters= INTEG (
2   Adoption,
3   0)
4
5 Adoption=
6   Adoption from Marketing + Adoption from Word of Mouth
7
8 Adoption from Marketing=
9   Potential Adopters*(Fraction Adopting from Marketing)
10
11 Adoption from Word of Mouth=
12   Contact Rate*Adoption Probability*Potential Adopters*Adopters/(Adopters+Potential Adopters)
13
14 Adoption Probability=
15   0.015
16
17 Contact Rate=
18   100
19
20 FINAL TIME = 5
21
22 Fraction Adopting from Marketing=
23   Marketing Effectiveness*Total Marketing Expenditure*1e-09
24
25 INITIAL TIME = 0
26
27 Marketing Effectiveness=
28   100
29
```

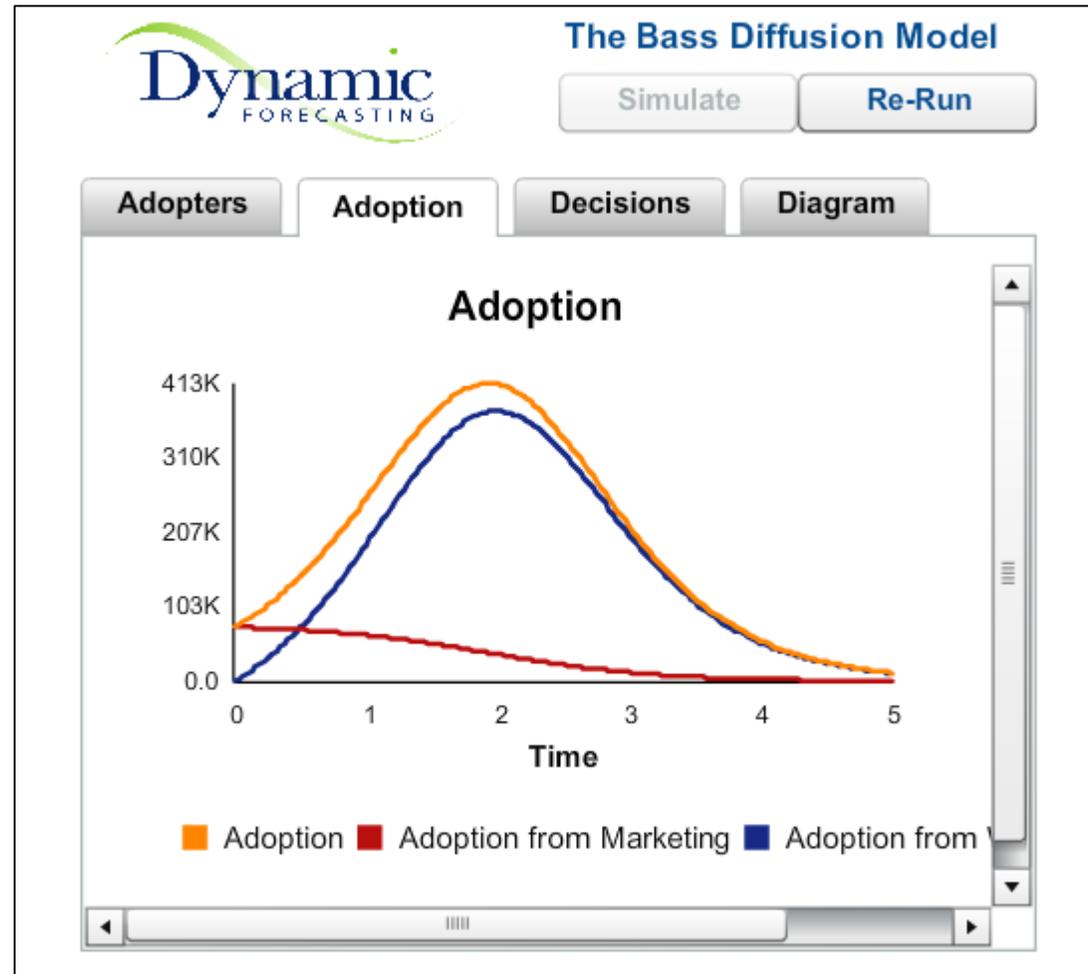
# 6. (Web) Bass Diffusion Model

<https://forio.com/simulate/keubanks/bass-diffusion-model/overview/>

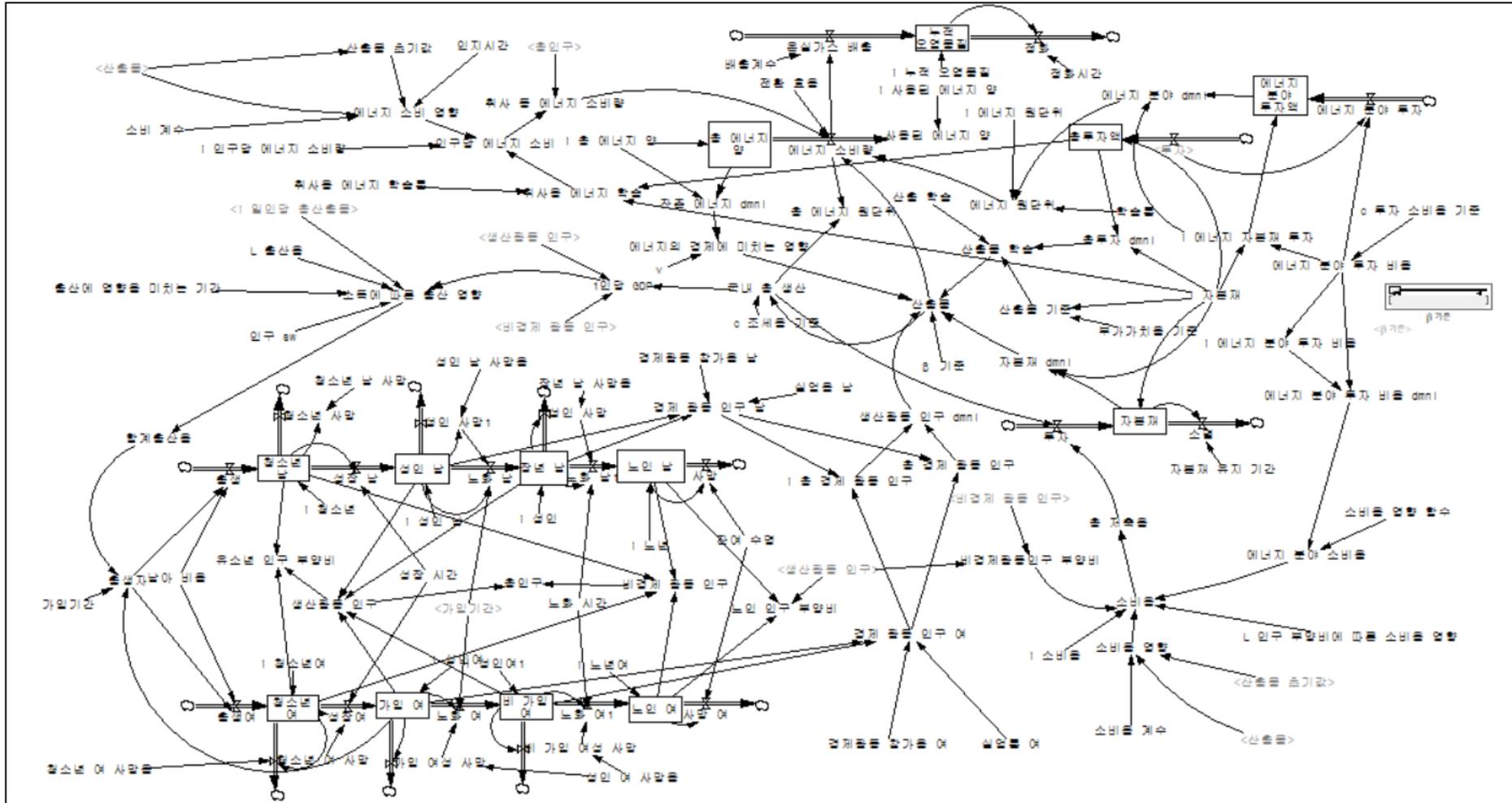


# 6. (Web) Bass Diffusion Model

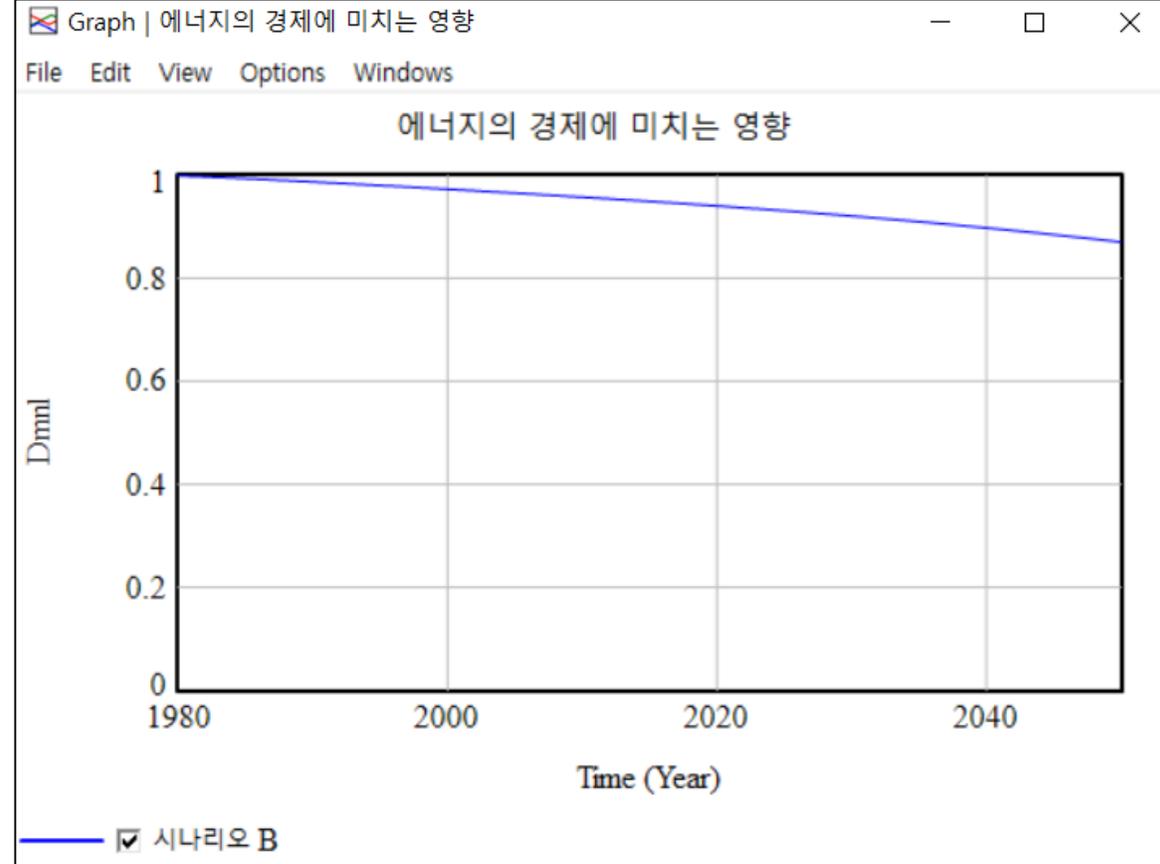
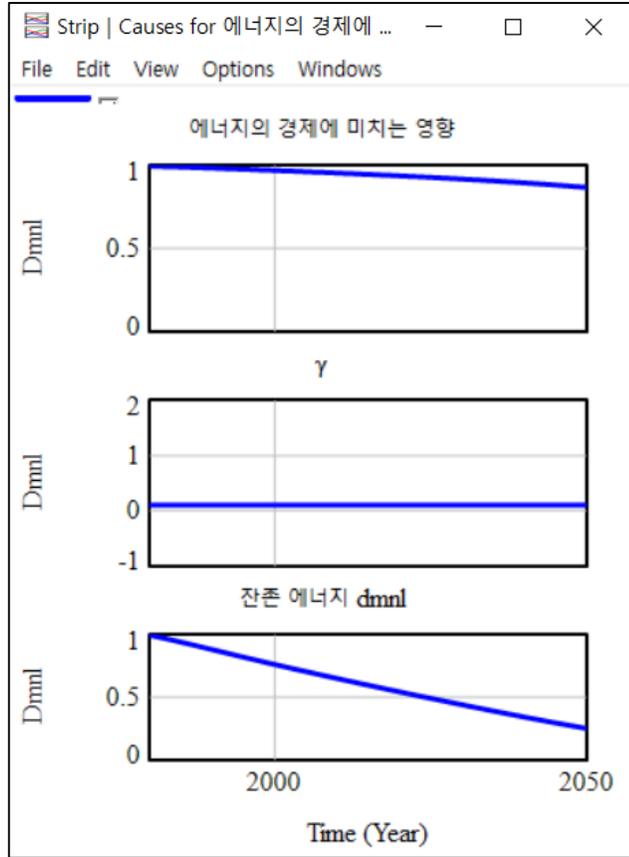
<https://forio.com/simulate/keubanks/bass-diffusion-model/overview/>



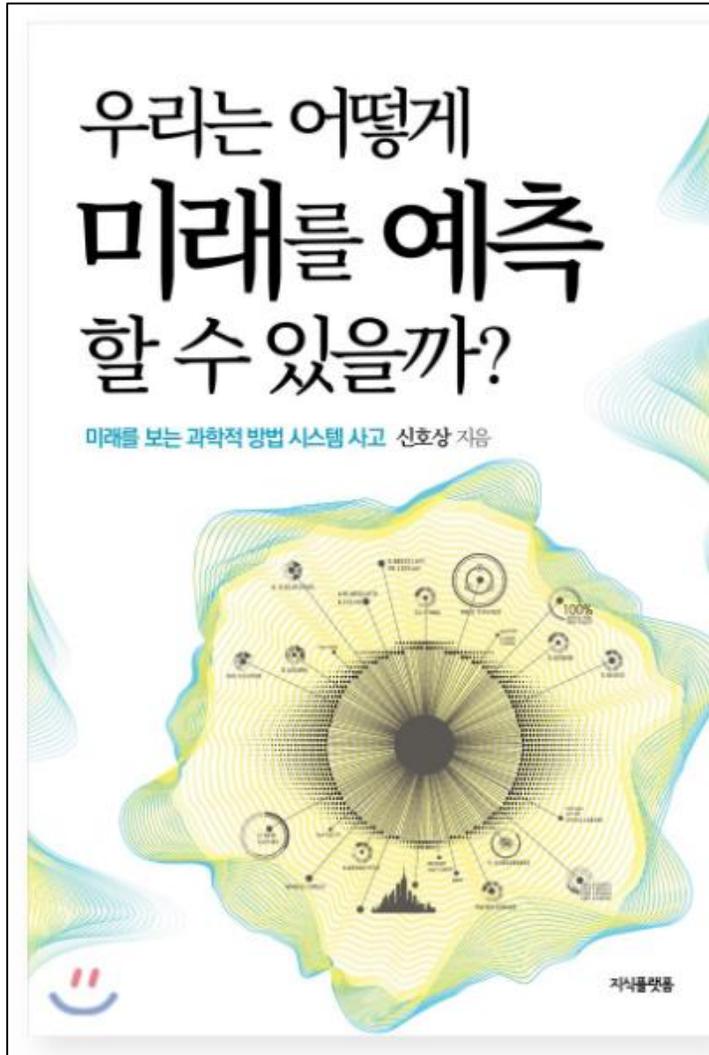
# 6. 모델의 통합



# 6. 모델의 통합



Time (Year)	1980	1980.25	1980.5	1980.75	1981	1981.25	1981.5	1981.75	1982	1982.25	1982.5
에너지의 경제에 미치는 영향 : 시나리오 B	1	0.999739	0.999476	0.99921	0.998942	0.998671	0.998397	0.998121	0.997842	0.99756	0.997



소득공제

## 우리는 어떻게 미래를 예측할 수 있을까? 미래를 보는

신호상 저 | 지식플랫폼 | 2019년 03월 25일

첫번째 구매리뷰를 남겨주세요. | 판매지수 312 ?

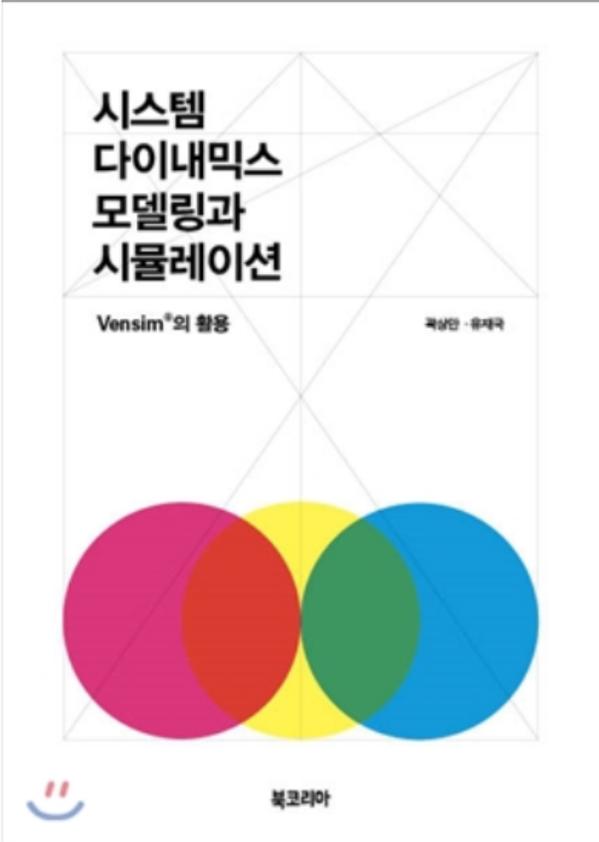
정가 18,000원

판매가 **16,200원** (10% 할인)

YES포인트 ? 900원 (5% 적립)

5만원이상 구매 시 2천원 추가적립 ?

결제혜택 카드/간편결제 혜택을 확인하세요 ▾



공유하기

소득공제

## 시스템 다이내믹스 모델링과 시뮬레이션 Vensim®의 활용

곽상만, 유재국 공저 | 북코리아(Bookkorea) | 2016년 08월 30일

첫번째 구매리뷰를 남겨주세요. | 판매지수 270  **베스트** 공학계열 top100 15주

---

정가 23,000원

판매가 **21,850원** (5% 할인)

YES포인트  690원 (3% 적립)

5만원이상 구매 시 2천원 추가적립

---

추가혜택쿠폰 **쿠폰받기**

↳ 주문금액대별 할인쿠폰

---

판매중

수량

배송비 : 무료

**카트**

**바**

주문시 **3일** 이

서울특별시 영

11(여의도동, 일

## 9 모델링의 패턴

9.1 패턴의 요약

9.2 매개변수 모델

9.3 지수함수 모델

9.4 천이 모델

9.5 점근 모델

9.6 제한 모델

9.7 파동 모델

9.8 재고 모델

9.9 배스 확산 모델

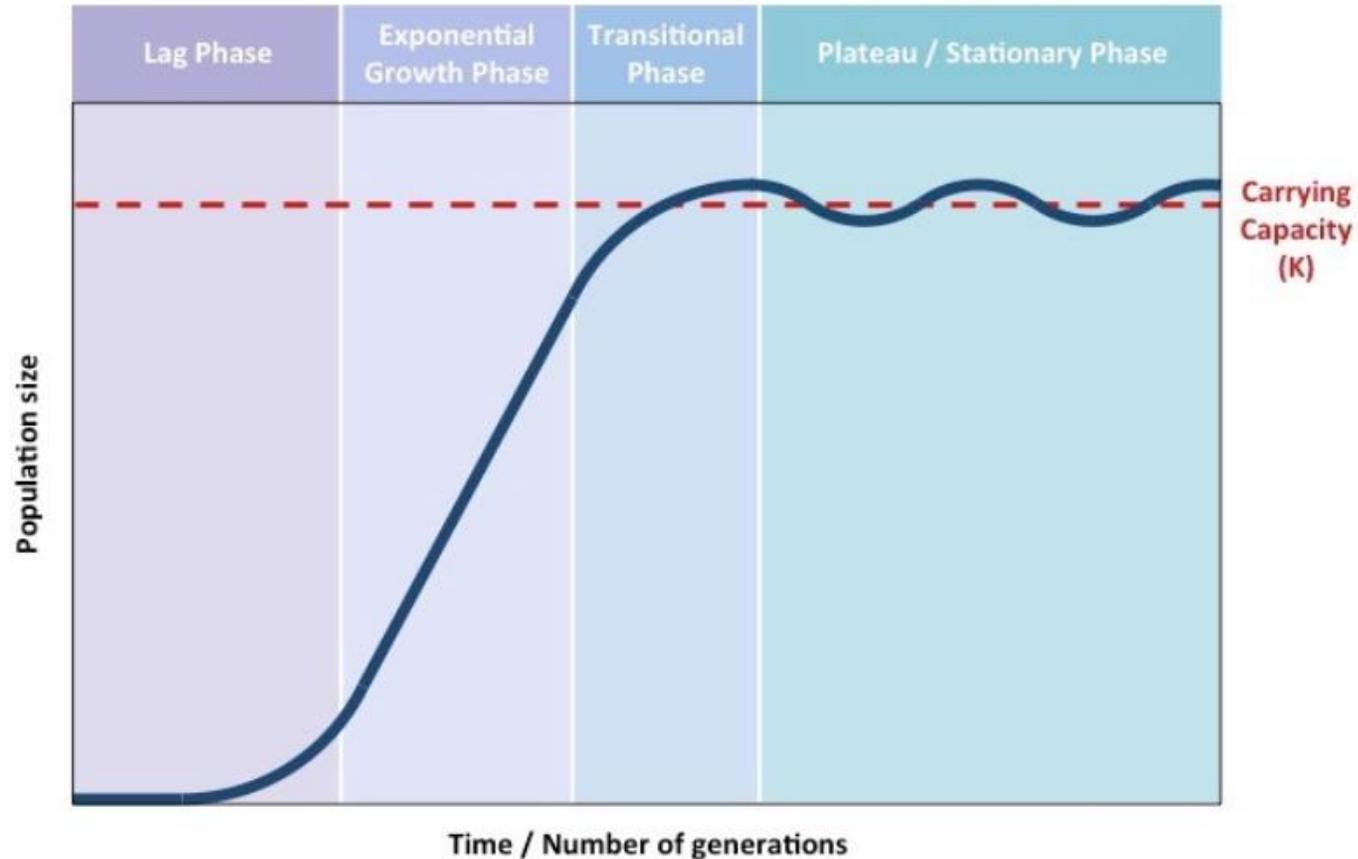
9.10 욕조 모델

9.11 경쟁 모델과 학습 모델

9.12 네트워크 모델

9.13 모델의 통합

# Sigomid 곡선의 단계별 상황



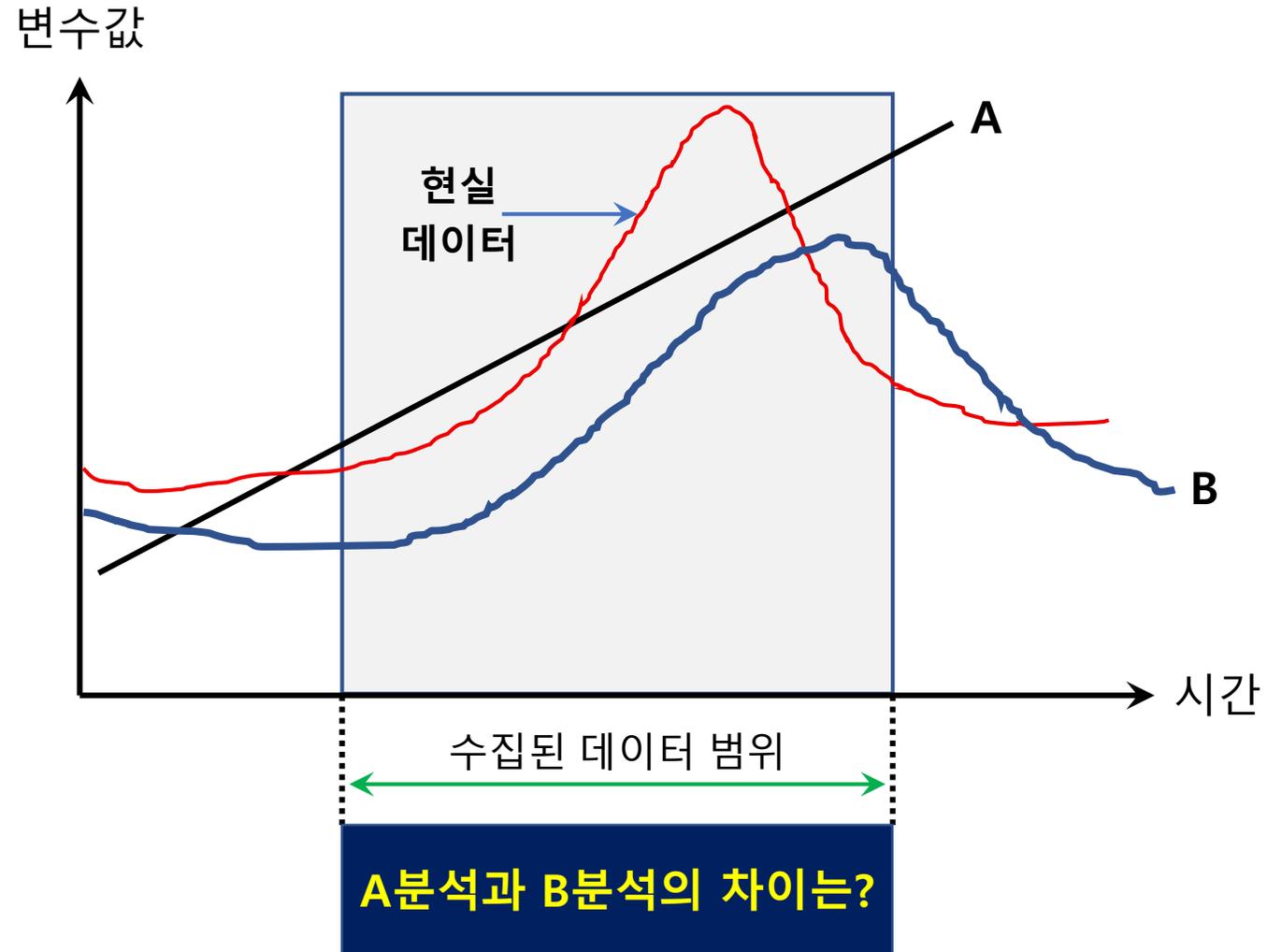
깊은 인내 의 기간	담대한 용 기가 필요	겸손한 준비	초심으로 돌아가는 자세와 수비의 강화
---------------	----------------	-----------	-------------------------

# 강의 순서

---

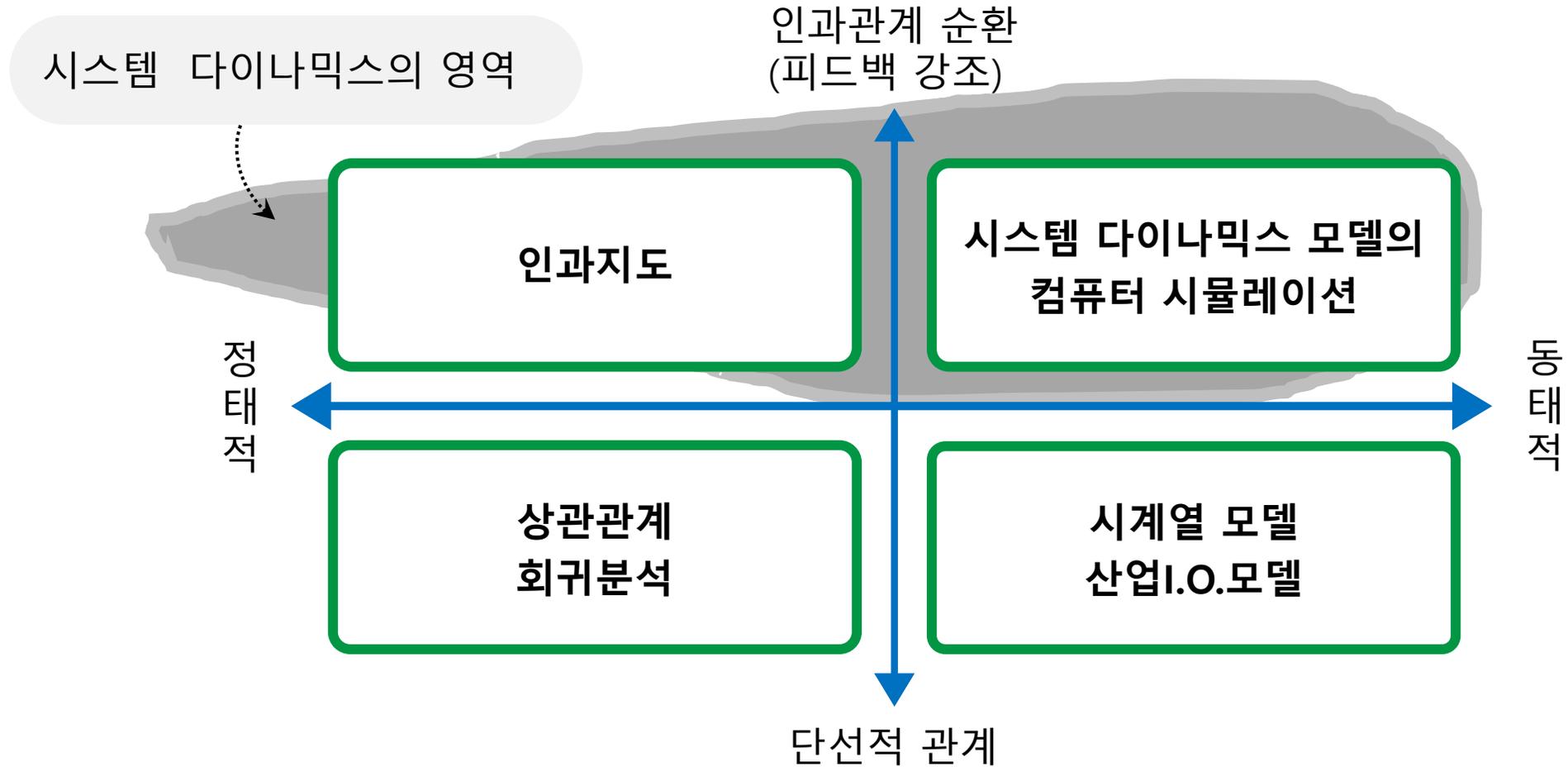
1. Token Dynamics의 배경
2. System Dynamics의 이해
3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해
4. 시스템적 사고와 전략
5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례
6. 강의의 요약

# 동태적 사고와 선형적 사고의 차이



# 시스템 다이내믹스 방법론의 위상

P51



## 구조성

여러 계층으로 구성 되어 여러 관련 부분들이 한 시스템 속과 다른 시스템과 상호 연관성과 의존성을 가지고 상호작용을 하게 된다.

## 전체성

부분의 개별적 분석만을 통해서는 전체 시스템을 이해할 수 없고, 부분의 상호관계를 중심으로 전체적인 분석을 통해야만 시스템을 이해 할 수 있다.

## 목적성

부분들 간의 균형을 통해 시스템 자체를 계속 유지하는 것이고, 나아가 더욱 성장한다는 분명한 목적을 가진다.

## 입출력 및 전환과정

투입된 필요한 입력은 전환과정을 통해 목적달성에 필요한 활동이나 출력으로 변형되는 과정.

# 시스템 사고란?

---

1. 문제 요인들의 순환적 인과관계(circular causality)와 피드백 루프(feedback loop)를 강조한다. (대상을 피드백 시스템으로 관찰하는 것.)
2. 문제를 유발하는 용인의 상대적 중요성이 고정되어 있는 것이 아니라 시간의 흐름에 따라 변하는 것으로 본다. (시간에 따른 동적 변화를 고려하여 시스템을 구성하고 해결책을 찾는 방법: 변화가 가능한 변수나 변화요인을 사용)
3. 문제 요인을 찾아낼 뿐만 아니라 요인들이 어떻게 문제를 야기시키는지도 설명하려 한다. (시스템의 작동 메커니즘을 직관적으로 파악한 후, 해법을 찾아내는 사고방식)

# 시스템 사고란?

---

상품의 질이 좋아지면 가격이 증가한다거나, 가격이 오르면 상품개발 비용이 넉넉해지는 작용을 생각하는 이들도 있을 것이다. 틀린 것은 아니지만, 아름답지는 않다. 사실적인 인과관계가 아닌 개념적인 상관관계이기 때문이다.

시스템 사고는 개념적인 상관관계의 사용은 지양하고 실질적이고 사실적인 인과 관계를 고려한다. **인과관계가 없지만 상관관계를 보이는 경우가 있고, 상관은 있는데 직접적인 인과관계가 없는 경우가 있다.**

(생략)

『우리는 어떻게 미래를 예측할 수 있을까?』-신호상 저 p122

# 시스템적 접근의 가치

---

## 시스템적 접근(Systems Approach)

전체의 입장에서 부분을 이해하며, 상호 관련성을 추구하고 문제의 본질을 파악하여 해결하고자 하는 개념. (부분보다는 전체를 생각하고, 부분은 어디까지나 전체의 부분이며, 전체는 부분의 합 이상의 의미가 있다는 관점.)

## 시스템적 접근의 효과

기업을 하나의 시스템으로 볼 때 각 부문(Sub-System)의 성과가 모여서 기업 전체의 성과를 이룬다는 측면에서 부분 최적화(Sub-Optimization)로, 하위시스템의 능률보다는 시스템 전체의 최적화 유용성을 추구하는 것.

# 시스템 사고의 원칙 - 시스템사고를 용이하게 해주는 원칙

## 피터 센계의 [The Fifth Discipline]에서 제시한 시스템 사고 법칙의 세 가지 관점

- “어제의 해결책이 오늘의 문제를 야기한다. 현재의 문제들은 과거 해결책의 산물이다.”
- “원인과 결과는 시간과 공간상에서 서로 가까이 연결되어 있지 않다.”
- “압력은 더 큰 압력으로 되돌아온다. 세계 밀수록, 튕겨내는 반동도 크다.”
- “쉬운 해결책은 문제를 키울 뿐이다. 치료가 병을 더 악화시킬 수 있다.”
- “빠르다고 항상 좋은 것은 아니다.”
- “두 마리 토끼를 동시에 잡을 수는 없다.”
- “코끼리를 바늘로 쪼갬다고 작은 코끼리 두 마리가 되지는 않는다.”
- “무엇도 탓할 수 없다. 비난할 대상은 외부가 아니라 내부이다.”
- “더 나쁜 사태가 오기 전에 일시적인 개선 상태가 먼저 나타난다.”

✓ 수면 아래를 보라  
(Lower the water line)

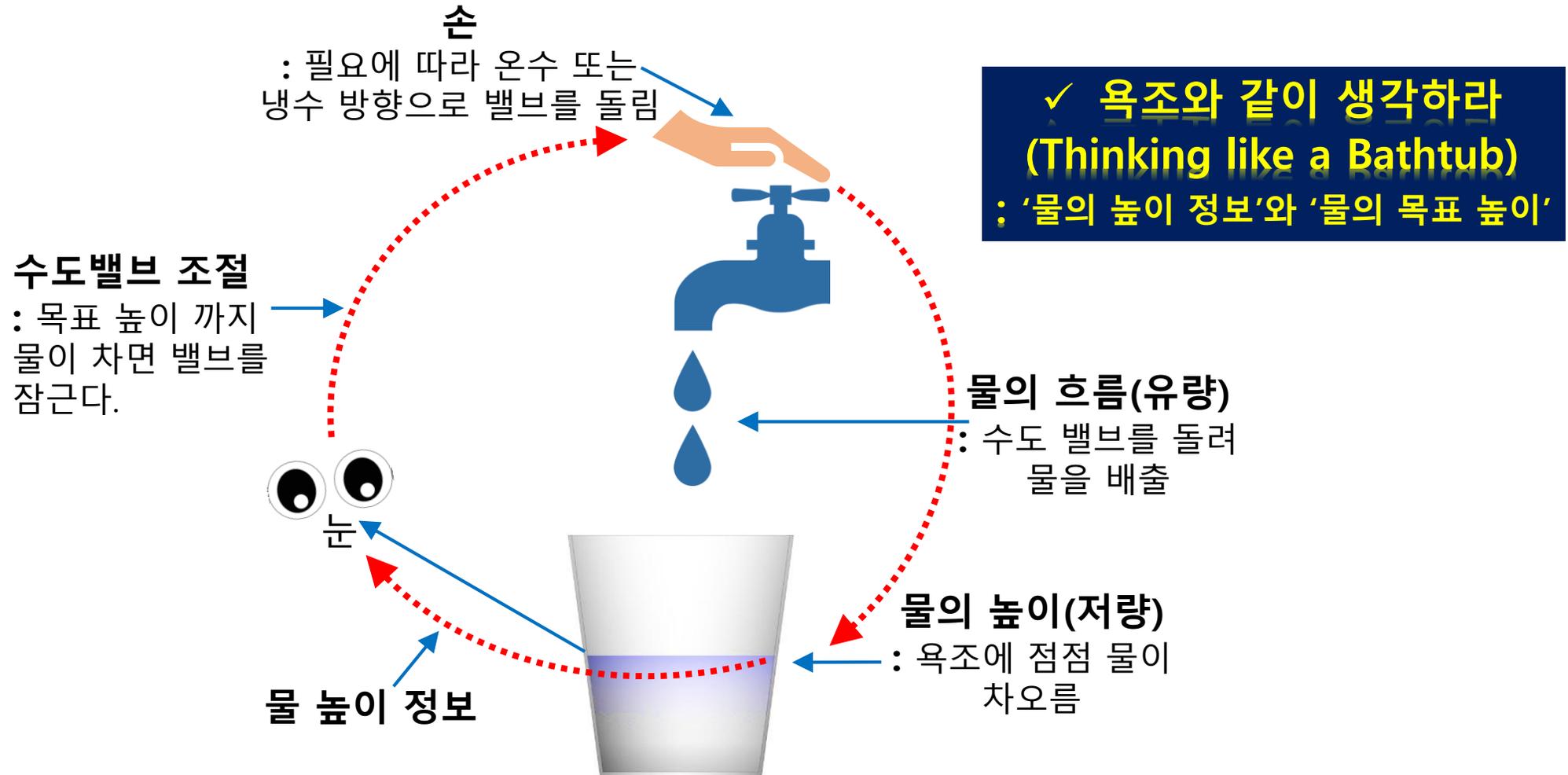
# 시스템 사고의 원칙 - 시스템사고를 용이하게 해주는 원칙

---

## ✓ 시간을 고려하고, 시간 지연 요소들을 찾아내라 (Ferretting out Delays)

시간 지연은 행태를 파동으로 나타내고 시스템을 불안정 하게 만듦.  
시스템의 행태를 정확히 이해하려면 행태의 한 사이클이 충분히 포함될 수 있을 만큼의 시간을 잡아야 한다.

# 시스템 사고의 원칙 - 시스템사고를 용이하게 해주는 원칙



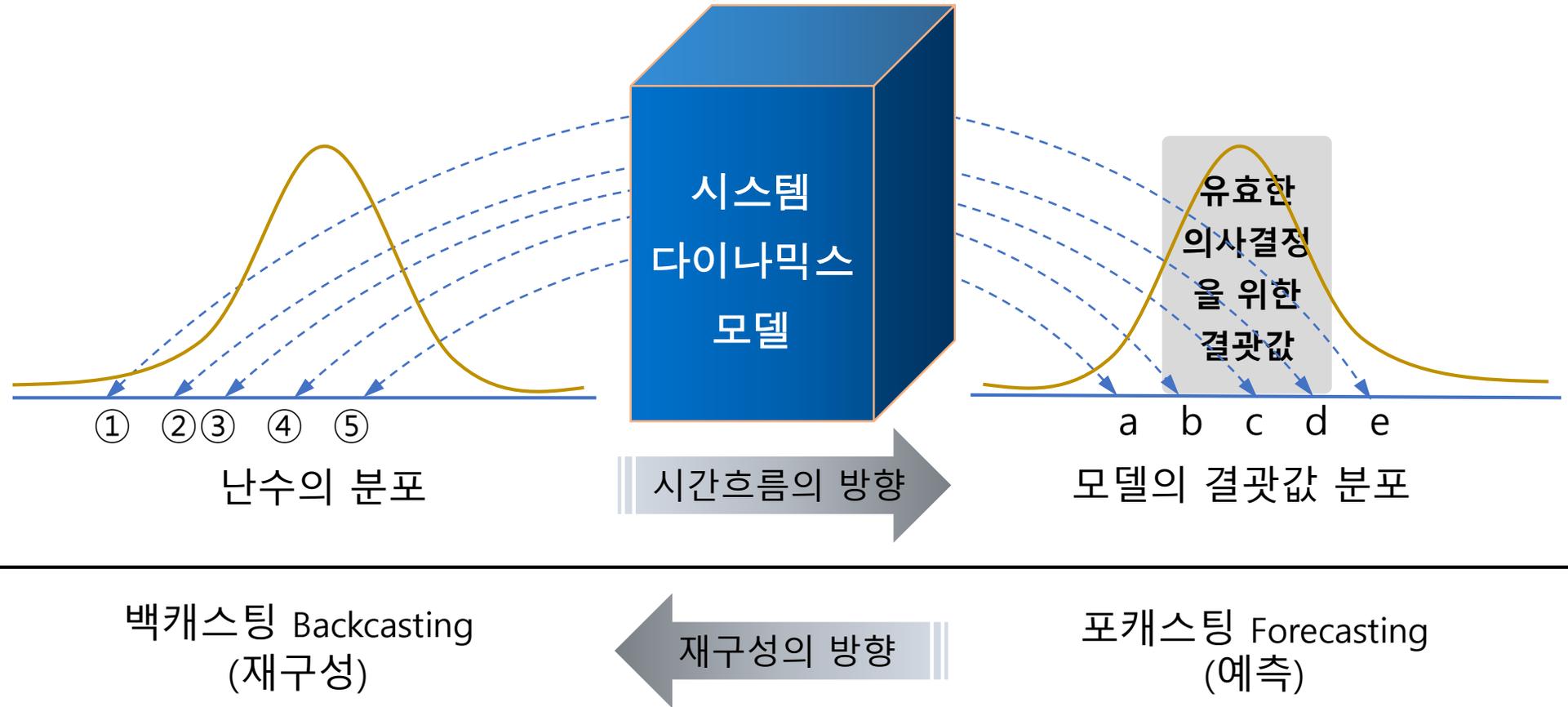
# 시스템 사상가의 습관

---

## - Habits of Systems Thinker -

1. 원인과 결과 간의 관계를 조사할 때는 시간 지연의 중요성을 인식하라.
2. 의도되지 않은 결과가 창발이 되는 곳을 찾아라.
3. 이해를 증진하기 위해 관점을 변경하라.
4. 원인과 결과 간의 복잡한 관계 속에 있는 순환적 본질을 정의하라.
5. 행태보다는 행태를 나타내는 시스템의 구조에 주목하라.
6. 더 높은 지렛대 작용을 얻기 위해 시스템 구조의 이해를 사용하라.
7. 시스템 직관을 얻기 위해 끊임없이 가정하고 조사하라.
8. 결과를 확인하고 필요하면 행동을 변경하라.
9. 큰 그림을 그릴 수 있도록 노력하라.

# 백캐스팅의 절차와 개념



- System Dynamics의 가치는 미래를 단순 예측하는 것이 아니라,
- 그에 해당하는 핵심 구조를 파악하여, 이를 통해 현재를 바꾸기 위함이다.

# 유능한 전략가의 시스템적 사고 (정책지렛대 발견)

---

*“ 부하들 각자가 온 힘을 다해서 전쟁에 임하는 것이 승리의 핵심이다. 바위를 산 위로 굴려서 올리려면 엄청난 힘이 든다. 그러나 산 위의 경사진 곳에 있는 바위를 아래로 굴러 내려뜨리는 데는 거의 힘이 들지 않는다. 왜 그런가? 바위가 무겁고 가벼워서가 아니다. 바위가 경사진 곳에 있는가 그렇지 않은가의 차이이다. 부하를 스스로 움직이도록 하기 위해서는 그들을 경사진 곳에 위치시켜 자발적으로 뛰어 내려오듯이 전쟁에 임하게 해야 한다.”*

– 손자병법 孫武 –

# 유능한 전략가의 시스템적 사고 (정책지렛대 발견)

[https://youtu.be/nkIIDP\\_AFlc?t=255](https://youtu.be/nkIIDP_AFlc?t=255)



The video player shows a scene from a martial arts performance. A person in a purple shirt and blue jeans is performing a move on a red mat. The text '발꿈치로 발목을 걸어 넘기는 호미걸이' is overlaid on the video. The video player interface includes a 'Premium' logo, a search bar with '강호동 이만기 호미걸이', and playback controls showing 4:15 / 14:36.

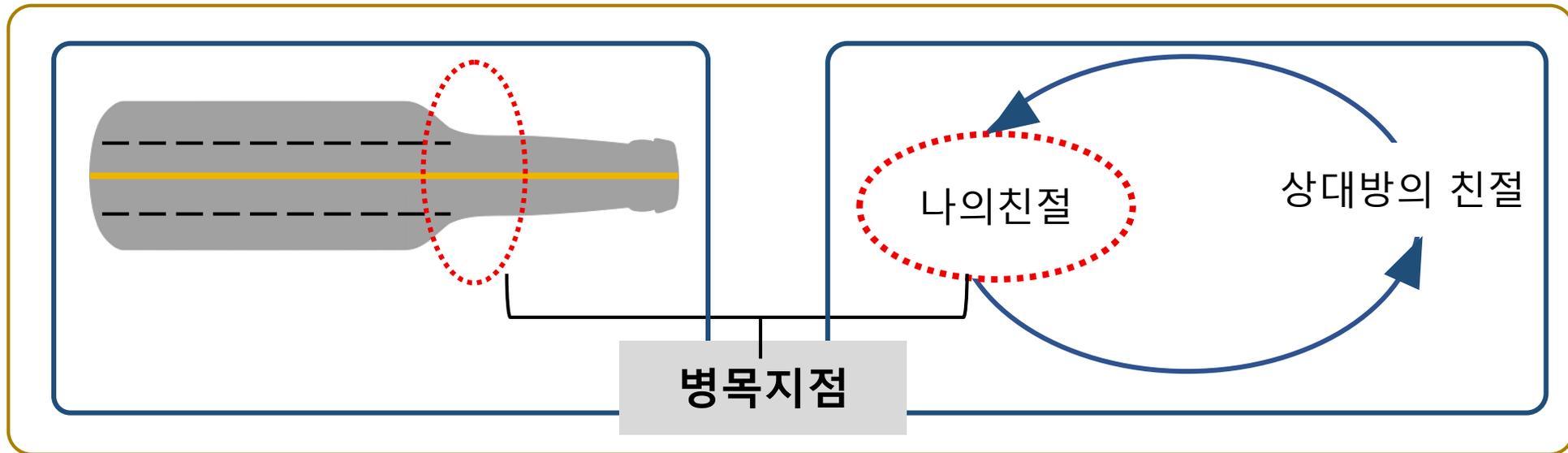
**발꿈치로 발목을 걸어 넘기는 호미걸이**

[가로채널|호동채널|강하대] 이만기 VS. 강호동! 천하장사 VS. 천하장사!! 씨름본좌를 가린다, 29년만에 재연되는 레전드 매치!!!!

# 정책지렛대의 발견과 활용

## 병목지점

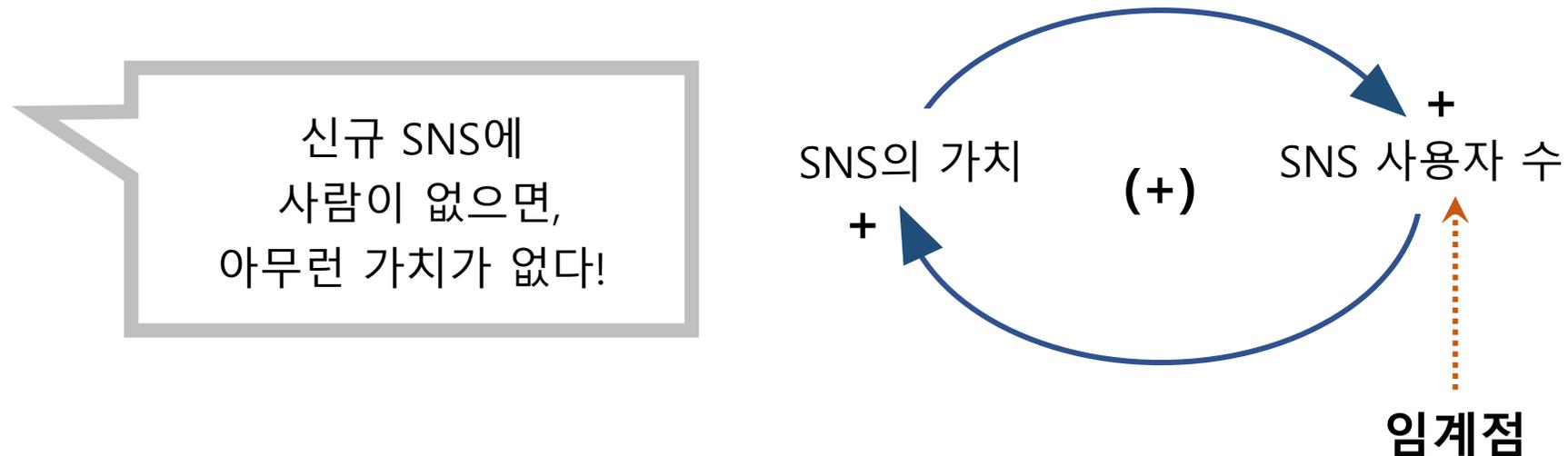
예를 들어 8차선 도로가 2차선으로 접어들 때 교통혼잡이 발생하는 현상. 즉, 어느 하나의 변수가 제한된 범위의 값만을 가지는 경우, 피드백 루프의 병목현상이 발생.  
(병목현상: 병의 목 부분처럼 넓은 길이 갑자기 좁아짐으로써 일어나는 교통 정체 현상.)



## 임계점

특정한 변수가 지나치게 낮은 값을 지니고 있다면, 그 변수의 값을 인공적으로 증가시킴으로써 시스템이 임계점을 극복하고 성장의 궤도에 오르도록 유도할 수 있음.

양의 피드백 루프에는 항상 임계점이 존재. 양의 피드백 루프와 임계점의 대표적인 이론: 네트워크 외부성(network externality)



# 정책지렛대의 발견과 활용

## 시간지연

물질의 지연이나 정보의 지연은 행위자들의 시기 적절한 의사결정을 방해하여 시스템 파동을 초래함. → 이러한 지연 요소들을 제거하거나, 의사결정자들에게 새로운 정보를 제공하여 신속한 의사결정을 유도함으로써 시스템의 파행을 약화시킬 수 있음.



### 요트에 탄 두 사람이 노를 젓는 경우

일정한 박자에 맞추어 노를 젓다가 뒷사람이 앞사람에게 신호를 보내는데, 강풍이 불고 힘이 모자라서 신호를 듣고 노를 저으려면 약간의 시간 차이가 발생.

결국 두 사람은 같은 방향으로 노를 젓지 못하게 되고, 흔들리는 배는 전진에 어려움이 생김.

→ 시스템에서 의사결정자들 상호간의 적응이 어려운 경우에도 이와 동일한 문제가 발생된다.

# 정책지렛대의 발견 이후 시스템 변화 전략

---

## ➤ 정책제안의 방식

- 〔악순환 고리: 정책 목표와 반대 방향으로 자기 강화가 이루어 지는 것.
- 〔선순환 고리: 정책 목표를 향해 자기 강화가 이루어 지는 것.

» 양의 피드백 구조(positive feedback)

- 〔정체화 고리: 정책 목표에서 벗어난 지점에서 균형을 이룸.
- 〔안정화 고리: 정책 목표 지점에서 균형을 이룸.

» 음의 피드백 구조(negative feedback)

## ➤ 시스템 변화의 두 가지 옵션

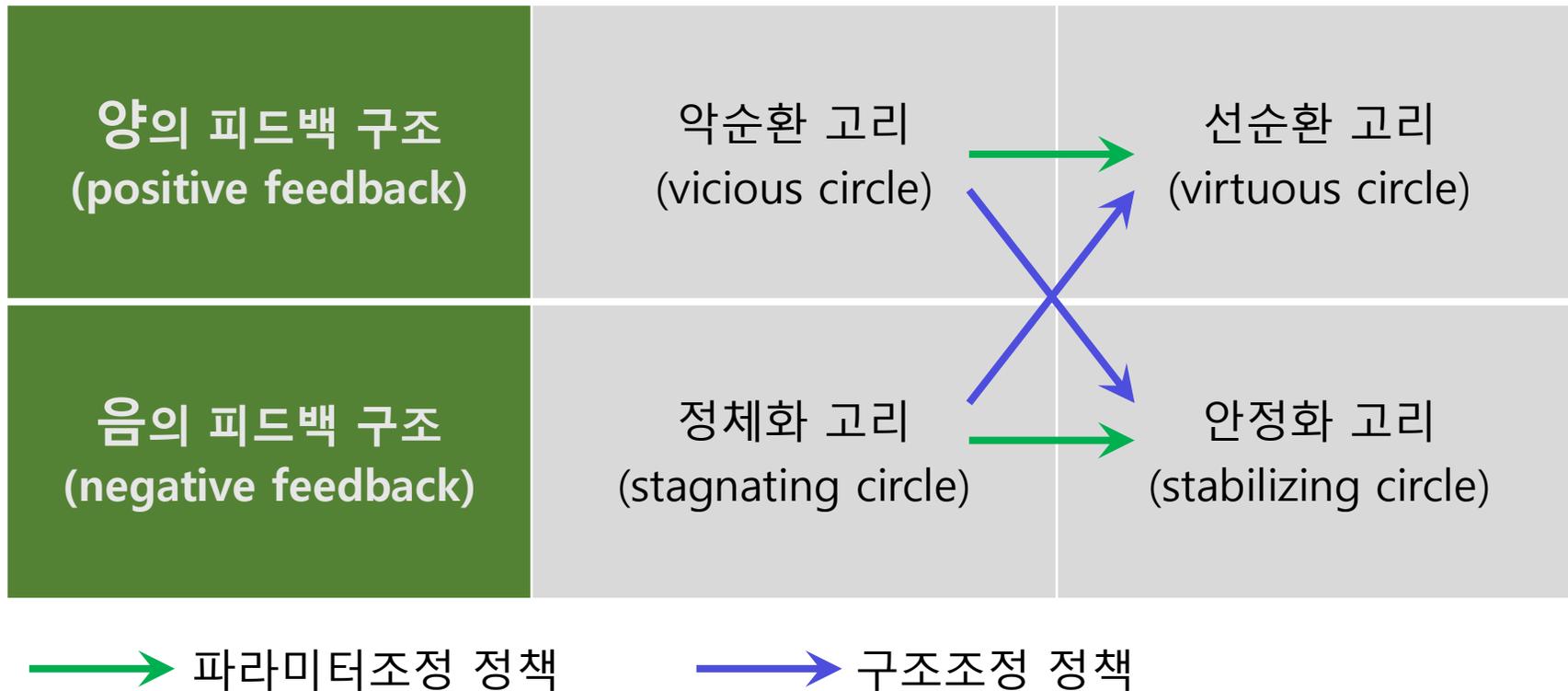
- 파라미터 정책
- 구조변화 정책

# 정책지렛대의 발견 이후 시스템 변화 전략

	유형	목적
분석	병목지점 분석, 임계점 분석	쇠퇴하거나 정체된 시스템을 성장으로 유도
	시간지연 요인 분석	시스템 파동에 대한 안정화
정책	파라미터조정 정책	음의 피드백 구조에서 정체화 고리를 안정화 고리로 전환시킴
	구조조정 정책	정체화 고리를 선순환 고리로 전환시, 악순환 고리를 안정화 고리로 전환시

# 정책지렛대의 발견 이후 시스템 변화 전략

- 선순환/악순환 고리와 안정화/정체화 고리를 통한 정책제안의 방식 -



# 정책시스템에서 시스템사고 도입 시 주의사항

---

## 정책시스템에서 시스템사고 도입 시 주의사항

- ✓ 모든 시스템 다이내믹스 연구방법은, 연구대상으로 하는 시스템에 대한 명확한 사고를 요구한다. 특히 시스템에 내재되어 있는 피드백의 구조를 명확히 설정해야 한다.
- ✓ 분석된 피드백 구조에 내재되어 있는 수준(저량) 변수와 변화율(유량)변수를 구분하고, 변화율 변수와 의사결정 지점을 개념적으로 연결시켜야 한다. 특히 변화율 변수 및 의사결정에 영향을 주는 정보 흐름과 물질 흐름을 명확히 구분하여야 한다.
- ✓ 다양한 시뮬레이션 분석을 통하여 어떠한 변수가 시스템의 파행을 가져오는 데 기여하고 있는가를 분석해야 한다. 이를 확인하는 데에는 비교적 단순한 시스템의 경우, 몇 차례의 시뮬레이션과 피드백 사고를 통해 수행될 수 있다.

# 정책시스템에서 시스템사고 도입 시 주의사항

---

## 정책시스템에서 시스템사고 도입 시 주의사항

- ✓ 시스템의 파행을 가져오는 주요 원인은 의사결정에 관련된 변화율 변수에서 찾을 수 있다는 점을 인식할 필요가 있다. (의사결정: 인간의 의사결정 뿐만 아니라 알고리즘화 된 통제 규칙까지 포함)
- ✓ 사회 시스템에서 개개의 의사결정 지점들이 상호 조절할 수 있는 메커니즘에 장애가 있는가를 살펴봄으로써 **정책지렛대(policy leverage)를 발견**할 수 있다.
- ✓ 시스템 다이내믹스 모델을 구축하고 분석하는 **연구자 뿐만 아니라 정책결정자 자신도 시스템 사고방식을 지니고 있어야 함.**

# 게임이론과 시스템 다이내믹스 비교

	게임이론	시스템 다이내믹스
기본 메커니즘	상호성 : 상호의존적 존재	피드백 루프 : 저장 / 유량
기본 요소	게임 상황 (게임 수행자, 선호, 전략대안)	의사결정 상황 (목적변수, 관찰변수, 통제변수)
연구의 초점	균형상태	동태적 행위과정
합리성의 가정	합리적 / 전략적	의도적 합리성 / 행태론적 가정

# 피드백 구조에 대한 게임이론과 의사결정 이론의 비교



# 계량경제학과 시스템 다이나믹스 방법론 간의 비교

특성	계량경제학	시스템 다이나믹스
1. 시점의 차이	단기적 정책 / 예측	정기적 정책 / 예측
2. 시스템과 환경	개방적 / 상호 분리	통합적 / 긴밀한 상호작용
3. 연구의 초점	시스템의 균형상태	시스템의 진화 / 전개 과정
4. 지식의 대상	관찰 가능한 객관적 현상	보이지 않는 피드백 구조
5. 구조와 파라미터	구조 << 파라미터	구조 >> 파라미터

# 시스템 다이나믹스 모델의 평가기준

모델 구조의 평가	제기되는 질문
구조의 타당성	시스템에 대해 우리가 갖고 있는 지식과 모델구조가 서로 충돌하지 않는가?
파라미터의 타당성	시스템에 대해 우리가 소유하고 있는 지식이나 자료와 모델의 파라미터가 일치하는가?
극한 조건	투입 변수의 값을 극단적으로 상정하더라도 수식은 상식에 맞는 값을 산출하는가?
경계 적절성(구조)	문제의 원인을 규명하는 데 중요한 개념들이 모델에 모두 포함되어 있는가?
측정 단위의 일관성	모든 수식에서 좌변과 우변의 측정 단위가 동일한가? 현실에 존재하지 않는 측정 단위를 갖게 되는 변수는 없는가?

# 시스템 다이나믹스 모델의 평가기준

모델 행태의 평가	제기되는 질문
행태의 재현성	현실 시스템에서 볼 수 있는 문제의 증상, 행태의 패턴, 단계적인 행태의 변화, 파동 등이 모델에서도 그대로 재현되는가?
행태의 비정상성	모델의 가정들 중 일부를 제거했을 때, 모델은 비정상적인 행태를 보이는가?
다른 상황에서의 적실성	모델의 파라미터를 모델과 비슷한 다른 시스템의 파라미터로 수정하면, 모델은 그 시스템의 행태를 재현할 수 있는가?
숨은 행태의 발견성	이전에는 실제 시스템에서 우리가 인식하지 못한 행태를 모델이 지적하여 주는가?
경계 적절성(행태)	그렇듯한 이론에 상응하는 구조를 모델에 더하거나 모델에서 제거하였을 때, 모델의 행태가 민감하게 변화하는가?
통계적 특성	모델의 시뮬레이션 결과가 현실 시스템의 행태와 동일한 통계적 특성을 지니는가?

# 시스템 다이나믹스 모델의 평가기준

정책시사점의 평가	제기되는 질문
시스템의 향상	모델을 통해서 현실 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는가?
행태의 예측성	새로운 정책의 결과를 모델이 적절하게 표현하는가?
경계 적절성(정책)	그럴 듯한 이론에 상응하는 구조를 모델에 더하거나 모델에서 제거하였을 때, 정책대안의 내용이 민감하게 변화되는가?
정책 민감성	그럴 듯한 파라미터의 변화에 대해서 정책대안의 내용이 민감하게 변화되는가?

# 강의 순서

---

1. Token Dynamics의 배경
2. System Dynamics의 이해
3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해
4. 시스템적 사고와 전략
5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례
6. 강의의 요약

# Macro Economics 101

<https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101/overview/>

Overview Model

embed/link copy add to favorites

### Macro Economics 101

Generic Economy Simulator

**Decisions**

Population Growth Rate (Percent/Year)

Money Growth Rate (Percent/Year)

Government Growth Rate (Percent/Year)

Initial Savings Rate (Percent/Year)

**Controls**

[Starter Scenarios](#)

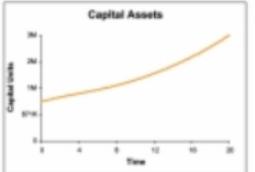
Developed by:  
Keith Eubanks

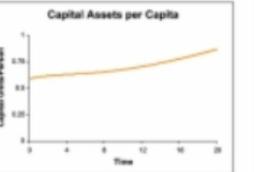
[Purpose and Limitations](#)

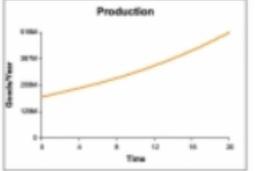
[Model Documentation](#)

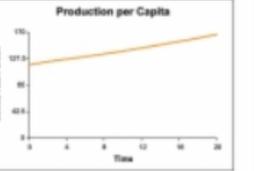


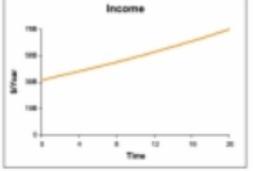
Capital Investment Employment Wages Money Prices Government Savings Rate Inc Debt

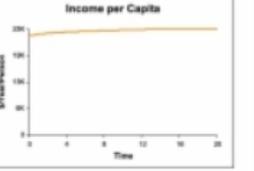












## Macro Economics 101

By [Keith Eubanks](#)

**Sim URL:** <https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101>

**Sim access:** All users may copy the simulation and explore the model.

**Sim plan:** Simulate Free

**Sim stats:** This sim has been run 7705 times.

**Your Rating:** ★★☆☆☆

**Average Rating:** ★★★★★ (8)

The Macro Economics 101 simulator allows the economics student to explore how growth in population, the money supply and government spending may affect capital accumulation, income and employment. The simulator is built from an endogenous growth model of the Solow theme.

**Keith Eubanks**

[See other simulations by the same author](#)



**Recent comments:**

**m.saleh ahmadniya** said: Dear professor... I'm MSC student of Economics in University of Isfahan. I'm interested in Dynamic and Static Models ( Ramsey Model in particular) . Recently I Visited your website on simulating the Models by Vensim software .would you mind giving me your workbooks which are unavailable on your website. Thank you for your consideration. Sincerely/ Mohammad Saleh Ahmadniya // s.ahmadniya@yahoo.com

# Macro Economics 101

<https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101/overview/>

## Macro Economics 101

Generic Economy Simulator

### Decisions

Population Growth Rate (Percent/Year)

Money Growth Rate (Percent/Year)

Government Growth Rate (Percent/Year)

Initial Savings Rate (Percent/Year)

### Controls

[Starter Scenarios](#)

Simulate

New Scenario

Capital

Investment

Employment

Wages

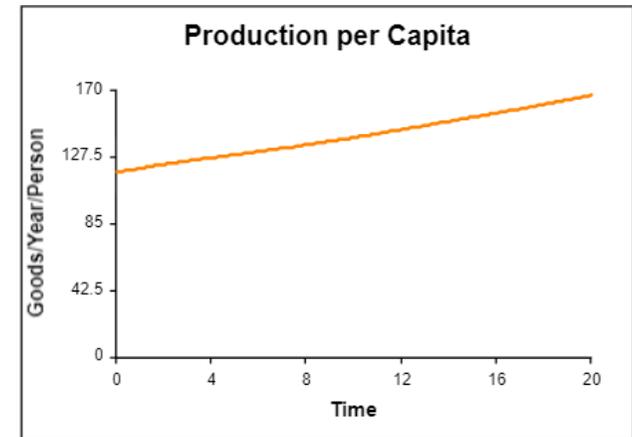
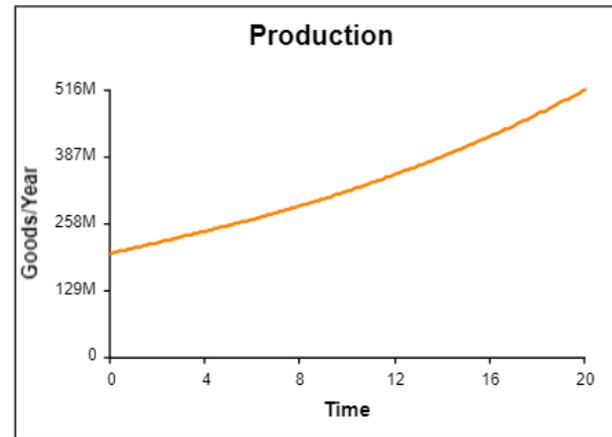
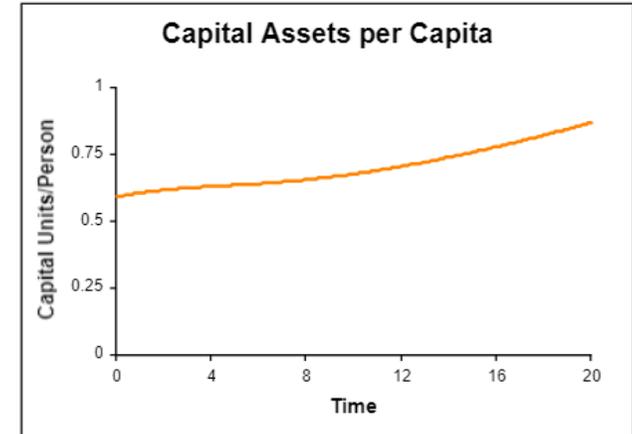
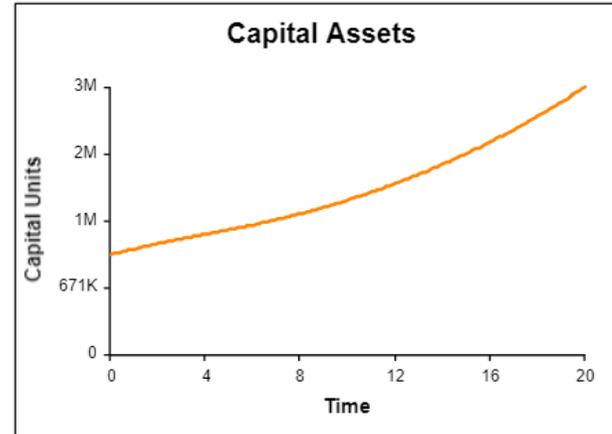
Money

Prices

Government

Saving Rate

Inc Distrib



# Macro Economics 101 (모델 구조)

<https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101/overview/>

Forio Simulate™

Sign In / Register | Sim Showcase Find Sims Create Simul

Macro Economics 101

Overview

Model

Explore Model

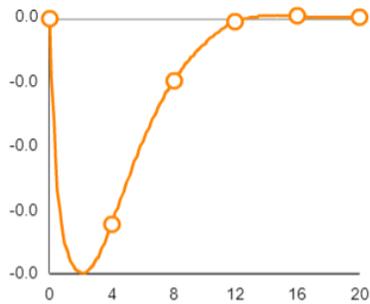
Start: Adjust of Fract of Income Devoted to Wages

End: None

Simulation Control

Redraw Nodes

Adjust of Fract of Income Devoted to Wages

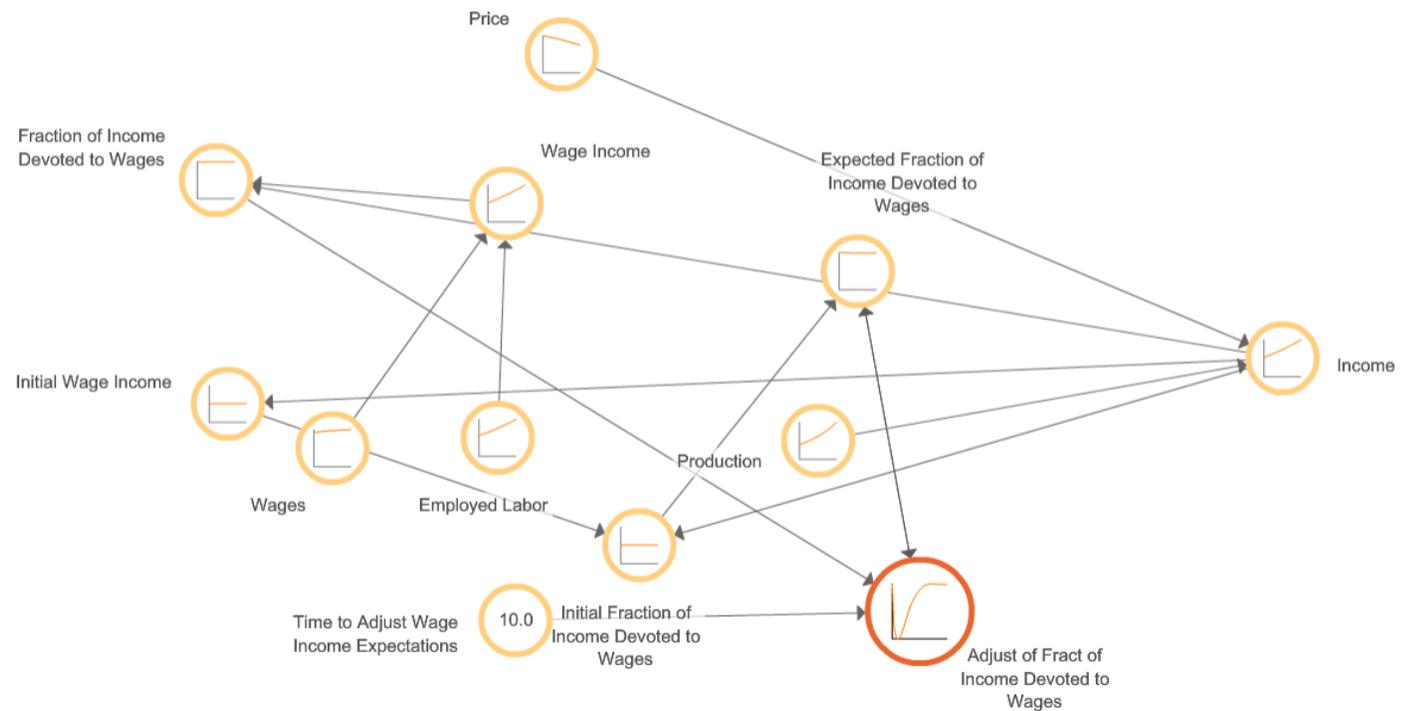
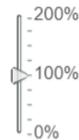


Show Table

Equation:

Adjust of Fract of Income Devoted to Wages =  

$$\frac{\text{Fraction of Income Devoted to Wages} - \text{Expected Fraction of Income Devoted to Wages}}{\text{Time to Adjust Wage Income Expectations}}$$



- Affects Adjust of Fract of Income Devoted to Wages
- Is affected by Adjust of Fract of Income Devoted to Wages

# Macro Economics 101

<https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101/overview/>

**Forio Simulate™**

Macro Economics 101

[view model equations](#)

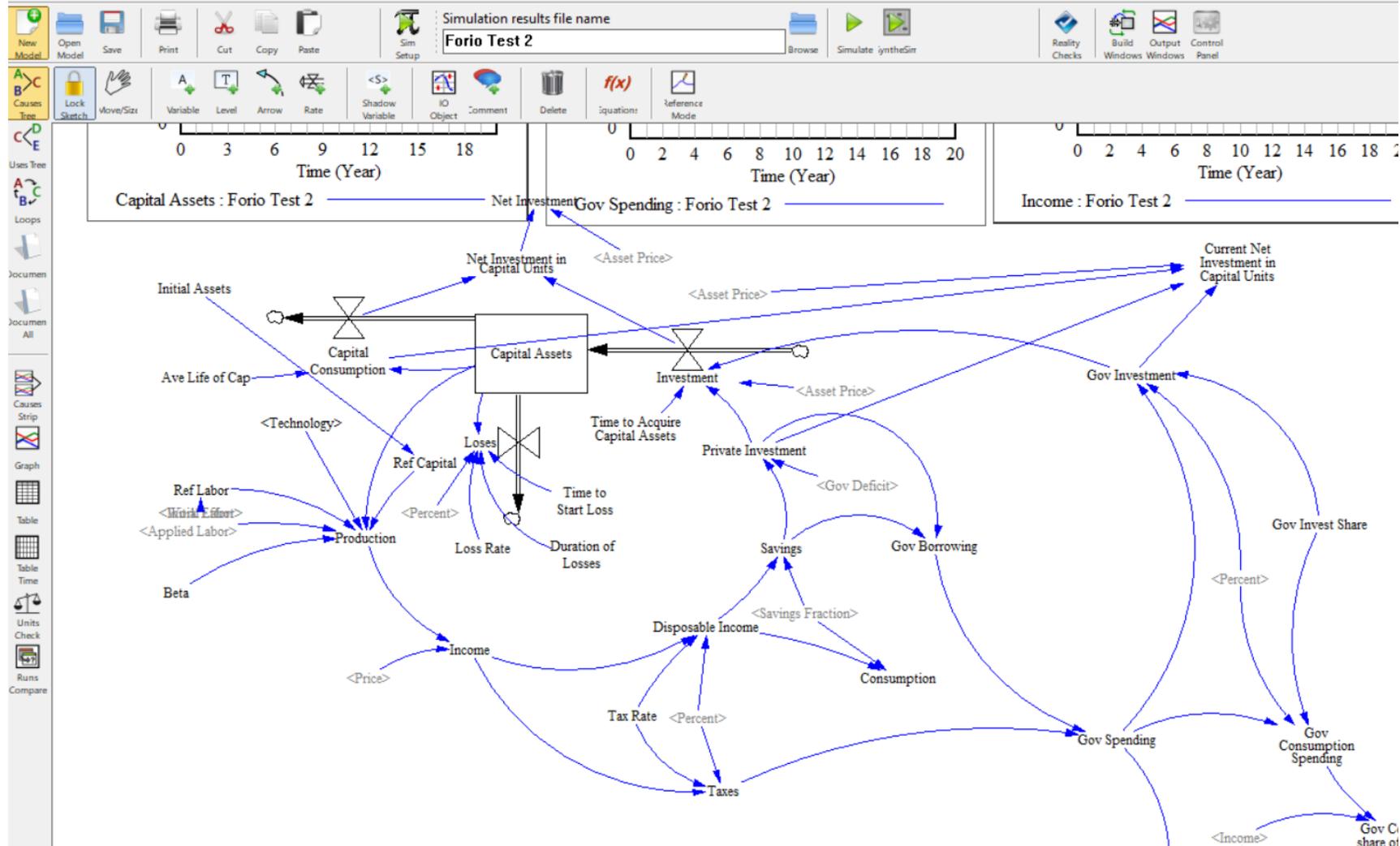
The equations for the Vensim model used in this simulation are shown below. You may also download the full model, which will require a copy of Vensim, available from Ventana Systems, Inc. For more information on Vensim, visit <http://www.vensim.com/>.

[Download Model](#)

```
1 Adjust of Fract of Income Devoted to Wages=  
2 (Fraction of Income Devoted to Wages - Expected Fraction of Income Devoted to Wages)/Time to Adjust Wage Income Expectations  
3  
4 Adjustment for Desired Labor=  
5 (Desired Employed Labor-Employed Labor)/Labor Adjustment Time  
6  
7 Adjustment for Reference Wages Income Ratio=  
8 (Perceived Wages Income Ratio-Reference Wages Income Ratio)/Time Horizon to Assess Wages Income Ratio  
9  
10 Adjustment for Vacancies=  
11 (Desired Vacancies-Vacancies)/Vacancy Adjustment Time  
12  
13 Adjustment of Asset Income Ratio Expectations=  
14 (Perceived Asset Income Ratio-Expected Asset Income Ratio)/Time Horizon to Assess Asset Income Ratio  
15  
16 Adjustment of Asset Price Expectations=  
17 (Asset Price-Expected Asset Price)/Time to Adjust Asset Price Expectations  
18  
19 Adjustment of Expected Return on Capital=  
20 (Perceived Return on Capital - Expected Return on Capital)/Time Horizon to Assess Capital Returns  
21  
22 Adjustment of Expected Wealth=  
23 (Perceived Wealth - Expected Wealth)/Time Horizon to Assess Wealth  
24  
25 Adjustment of Money Ratio Expectations=  
26 (Perceived Money Ratio - Reference Money Ratio)/Time Horizon to Assess Inflation  
27  
28 Adjustment of Normal Savings Rate=  
29 (Constrained Savings Fraction - Normal Savings Fraction)/Time to Adjust Savings Norms  
30  
31 Adjustment of Price Expectations=
```

# Macro Economics 101(Vensim)

<https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101/overview/>



# Macro Economics 101

<https://forio.com/simulate/keubanks/macro-economics-101/overview/>

- 권고 시나리오 변수값
- Population Growth
  - Try growing the population at 6%/yr, try 10%/yr.
  - Try shrinking the population with a negative 3%/yr, 6%/yr or 10%/yr.
- Money Supply
  - Try growing the money supply at 6%/yr, try 10%/yr, try 100%/yr.
  - Try a constant money supply with 0%/yr.
  - Try shrinking the money supply with a negative 3%/yr, try negative 6%/yr.
- Government Growth
  - Try a government growth rate of 6%/yr or 10%/yr.
  - Try no growth beyond inflation with 0%/yr.
  - Try shrinking government spending with negative 3%/yr or 6%/yr.

## Model Documentation

By Keith Eubanks

September 9, 2010

<http://www.dynamicforecasting.com/>

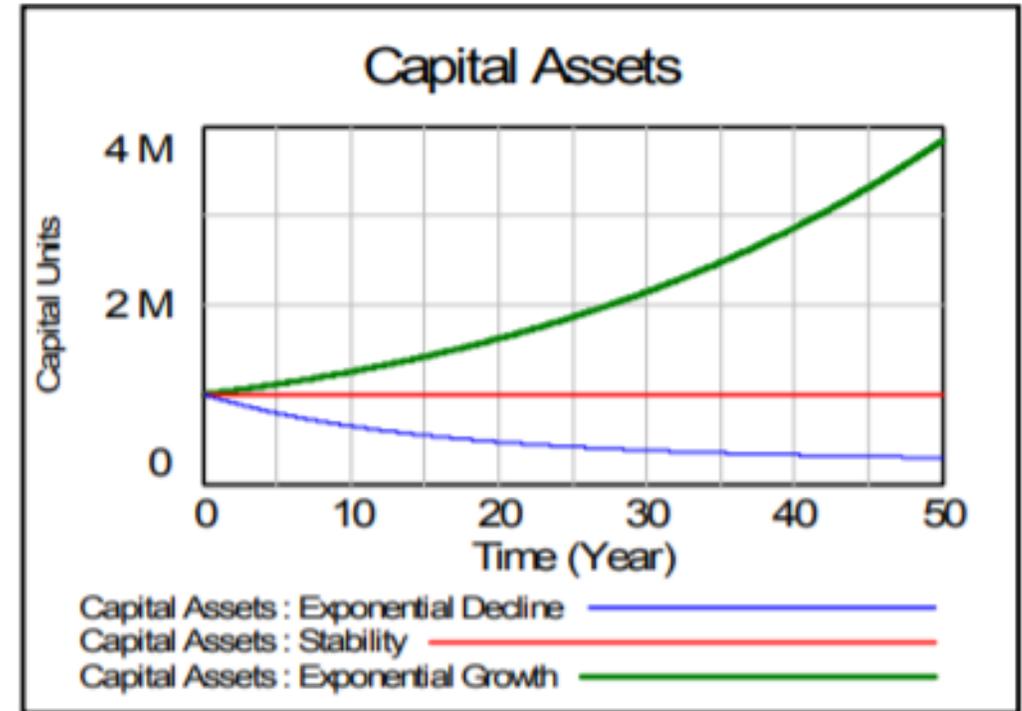
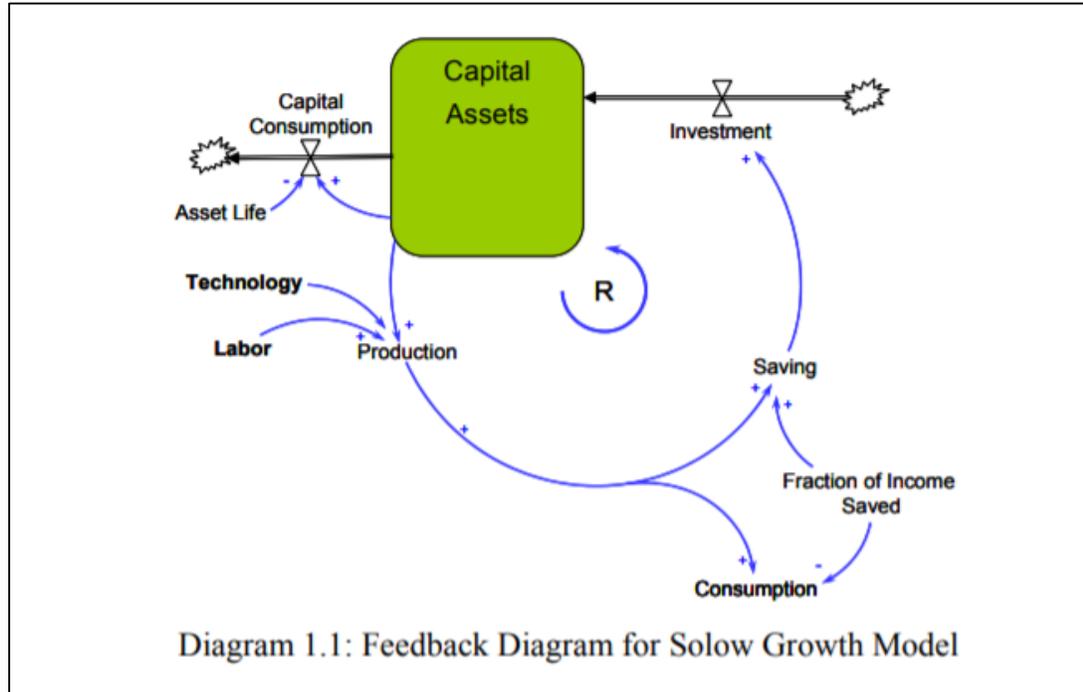
---

### **1: The Engine of Economic Growth**

As John Maynard Keynes observed “All production is for the purpose of ultimately satisfying the consumer”<sup>1</sup>. From the dawn of time, people have labored to produce wheat so they can bake bread for sustenance; labored to raise sheep so they can take wool for thread, cloth and clothing; and labored to make tools and devices so that they can further their labors and to protect themselves. In modern times, the production of humans far exceeds that of our distant ancestors. We still produce wheat for bread and raise sheep for clothing but we also mine iron for steel used to give strength and structure to our automobiles, skyscrapers, and bridges; dig sand for the silicon that enables the creation of millions of transistors and other circuitry on silicon chips within our computers, iPods, and cell phones; harness the atom to generate electricity to light our homes, power our computers, and cook our food. It is the accumulation of capital assets along with the steady technological improvement of those assets and our knowledge that enables us to so exceed our distant ancestors in scope and quality of our lives.

This work focuses on the basic engine of economic growth: the accumulation of capital assets. A simple feedback model is presented that enables the exponential growth in

# Model Documentation



Graph 1.1

# Cambridge Journal

<https://www.cambridge.org/core/journals/macroeconomic-dynamics>

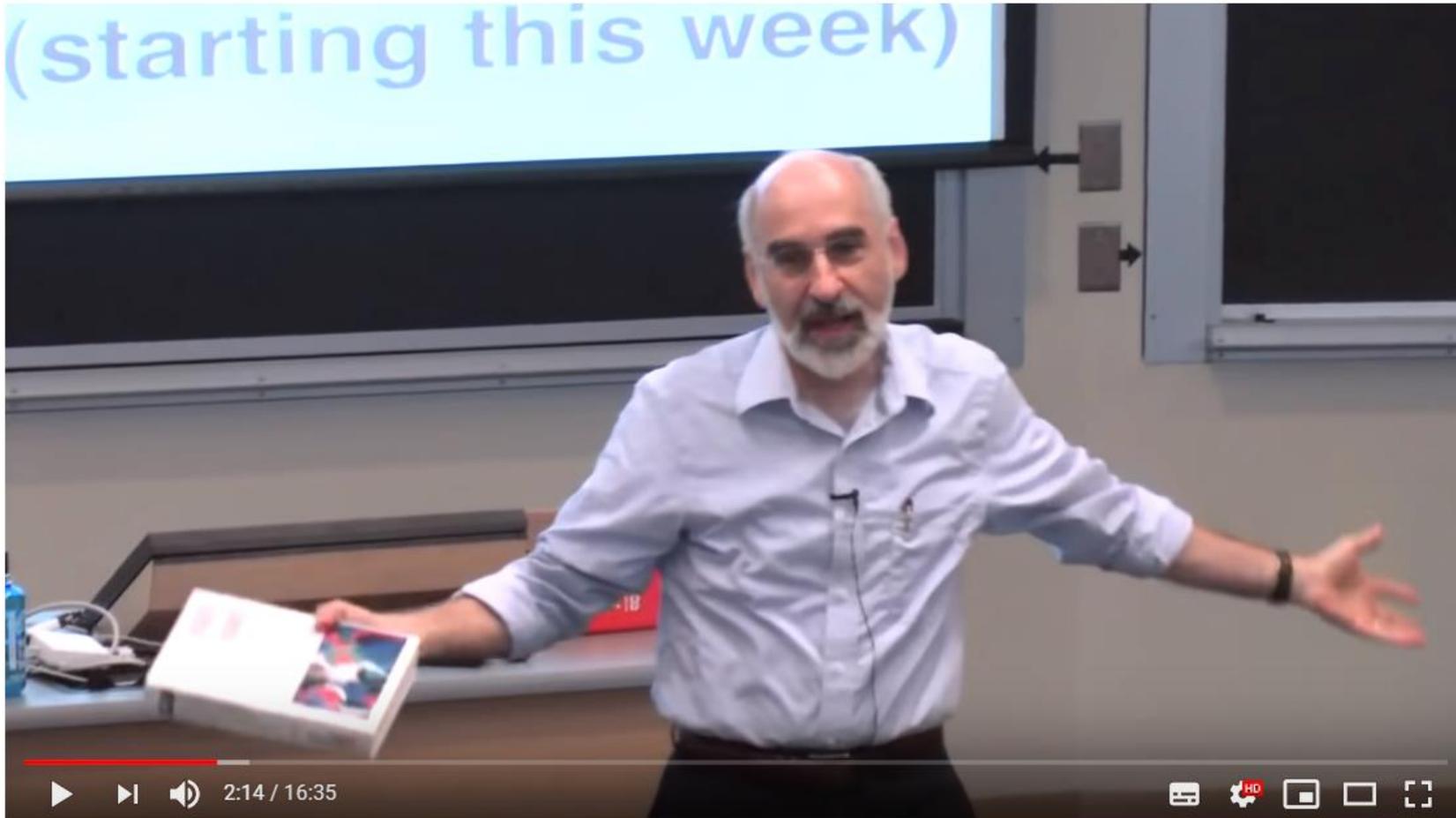
The screenshot shows the Cambridge Core website interface for the journal *Macroeconomic Dynamics*. At the top, the Cambridge University Press logo is on the left, and navigation links for Academic, Cambridge English, Education, Bibles, Digital Products, About Us, and Careers are on the right. Below this is the Cambridge Core logo and a search bar. A secondary navigation bar includes links for Browse subjects, What we publish, Services, About Cambridge Core, and Institution login. The breadcrumb trail reads Home > Journals > Macroeconomic Dynamics. The main header features the journal title "Macroeconomic Dynamics" in large white text on a dark background. Below the title is a search bar with the placeholder text "Search Macroeconomic Dynamics content" and a magnifying glass icon. To the left of the search bar are social media icons for Facebook and Twitter. Below the search bar are four buttons: "Submit your article", "Information", "Subscribe", and "Recommend to librarian". A horizontal menu below the buttons includes "Journal home" (which is underlined), "Latest issue", "All issues", "FirstView", "Most cited", and "Most read". The main content area displays a journal cover for "VOLUME 23, NUMBER 3, APRIL 2019" with the title "MACROECONOMIC DYNAMICS". To the right of the cover, the ISSN is listed as 1365-1005 (Print) and 1469-8056 (Online). The editor is identified as William A. Barnett, with his title and affiliation: "Oswald Distinguished Professor of Macroeconomics | Department of Economics | University of Kansas | Snow Hall, Room 356 | 1460 Jayhawk Blvd. | Lawrence, Kansas 66045-7585 | | and Center for Financial Stability, NY City | wbarnett@the-cfs.org". A link to the "Editorial board" is provided. A paragraph describes the journal's focus: "Macroeconomic Dynamics publishes theoretical, empirical or quantitative research of the highest standard. Papers are welcomed from all areas of macroeconomics and from all parts of the world. Major advances in". To the right of this text are two buttons: "Get access" and "Contains open access".

# (MIT) John Sterman 교수님

[https://www.youtube.com/watch?v=AnTwZVviXyY&fbclid=IwAR0EGsqOL2wfZ\\_kFZnla1sXRO6FPi7KQionF7iQOOqDudYfmSf1APMqudx8](https://www.youtube.com/watch?v=AnTwZVviXyY&fbclid=IwAR0EGsqOL2wfZ_kFZnla1sXRO6FPi7KQionF7iQOOqDudYfmSf1APMqudx8)



검색



# (MIT) John Sterman 교수님

[https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Sterman?fbclid=IwAR2yr0nhiH0pFjszjRkbEr0wFbat5\\_wqqI8nbfK9EkQ05u\\_pzxzJEJq12T1w](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Sterman?fbclid=IwAR2yr0nhiH0pFjszjRkbEr0wFbat5_wqqI8nbfK9EkQ05u_pzxzJEJq12T1w)

## John Sterman

From Wikipedia, the free encyclopedia



This biography of a living person **needs additional citations for verification**. Please help by adding reliable sources. Contentious material about living persons that is unsourced or poorly sourced **must be removed immediately**, especially if potentially libelous or harmful.

*Find sources:* "John Sterman" – news · newspapers · books · scholar · JSTOR (January 2011) *(Learn how and when to remove this template message)*

**John David Sterman** is the Jay W. Forrester Professor of Management, and the current director of the MIT System Dynamics Group at the MIT Sloan School of Management.<sup>[1][2]</sup> He is also co-faculty at the New England Complex Systems Institute. He is mostly considered as the current leader of the System Dynamics school of thought. He is the author of "*Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*".

Prof. Sterman has twice been awarded the Jay W. Forrester Prize for the best published work in system dynamics, won an IBM Faculty Award, won the Accenture Award for the best paper of the year published in the California Management Review, has seven times won awards for teaching excellence, and was named one of the MIT Sloan School's "Outstanding Faculty" by the Business Week Guide to the Best Business Schools. He has been featured on public television's News Hour, National Public Radio's Marketplace, CBC television, Fortune, the Financial Times, Business Week, and other media for his research and innovative use of interactive simulations in management education and policymaking.

He was an undergraduate at Dartmouth College and received his Ph.D from the MIT Sloan School of Management in 1982. <sup>[1]</sup>

His research focuses on improving managerial decision making in complex systems. He has pioneered so-called "management flight simulators" used for learning to manage the complexity of corporate and economic systems.

## Publications [edit]

John Sterman has written a few books and several articles. A selection:

- 1994. *Modeling for learning organizations*. Edited with John D. W. Morecroft
- 2000. *Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw Hill.

Articles:

- 2005. "Operational and Behavioral Causes of Supply Chain Instability"

### John David Sterman

<b>Alma mater</b>	MIT Ph.D, 1982 Dartmouth College
<b>Known for</b>	Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world
<b>Awards</b>	Jay W. Forrester Prize <b>Scientific career</b>
<b>Fields</b>	Systems science
<b>Institutions</b>	MIT, New England Complex Systems Institute

# (MIT) John Sterman 교수님

[https://www.amazon.com/Business-Dynamics-Systems-Thinking-Modeling/dp/007238915X/ref=sr\\_1\\_2?qid=1553896192&refinements=p\\_27%3ASterman&s=books&sr=1-2&text=Sterman](https://www.amazon.com/Business-Dynamics-Systems-Thinking-Modeling/dp/007238915X/ref=sr_1_2?qid=1553896192&refinements=p_27%3ASterman&s=books&sr=1-2&text=Sterman)

**amazon** Books 24/7 Customer service

Deliver to **Korea, Republic of** Departments Your Amazon.com Today's Deals Gift Cards Registry Sell Help EN Hello, Sign in Account & Lists

Books Advanced Search New Releases Amazon Charts Best Sellers & More The New York Times® Best Sellers Children's Books Textbooks Textbook Rentals Sell Us Your Books Best Books of the Month Kindle

Back to results

## Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World with CD-ROM HAR/CDR Edition

by John Sterman (Author), John D. Sterman (Author)

★★★★☆ 47 customer reviews

**Hardcover** \$39.42 - \$129.99 **Other Sellers** See all 2 versions

**Rent** **\$39.42**

**Due Date:** Jun 21, 2019 [Rental Details](#) List Price: \$199.95  
Save: \$160.53 (80%)

- FREE return shipping at the end of the semester.
- Access codes and supplements are not guaranteed with rentals.

**In Stock.** Rented from RentU, Fulfilled by Amazon **Free Shipping**

**Want it Monday, April 8?** Choose **AmazonGlobal Priority Shipping** at checkout. [Details](#) [Deliver to Korea, Republic of](#)

[Add to Rental Cart](#)

Buy used \$54.73

Buy new \$129.99

**More Buying Choices** **59 offers from \$39.24**

9 New from \$129.99 | 46 Used from \$54.73 | 3 Rentals from \$39.24 | 1 Collectible from \$124.99 [See All Buying Options](#)

ISBN-13: 978-0072389159  
ISBN-10: 9780072389159  
[Why is ISBN important?](#)

**Sell yours for a Gift Card**  
We'll buy it for up to **\$18.66**

# (Springer) 선행연구 모음

[https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-0-387-30440-3\\_539](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-0-387-30440-3_539)

The screenshot shows the Springer Link interface for the 'Encyclopedia of Complexity and Systems Science' (2009 Edition). The page title is 'System Dynamics and Its Contribution to Economics and Economic Modeling' by Michael J. Radzicki. The page number is 27 of 30. The article is categorized under 'Statistics with Imprecise Data' and 'Stellar Dynamics, N-body Methods for'. The DOI is https://doi.org/10.1007/978-0-387-30440-3\_539. The article has 1 citation, 18 readers, and 416 downloads.

## Primary Literature

1. Barlas Y (1989) Multiple Tests for Validation of System Dynamics Type of Simulation Models. Eur J Operat Res 42(1):59–87  
[Google Scholar](#)
2. Barr N (1988) The Phillips Machine. LSE Q Winter 2(4):305–337  
[Google Scholar](#)
3. Dangerfield BC (2007) System dynamics advances strategic economic transition planning in a developing nation. In: Qudrat-Ullah H, Spector M, Davidsen P (eds) Complex decision-making: Theory & practice. Springer, New York, pp 185–209  
[Google Scholar](#)

# Yamaguchi Prof.

<http://www.muratopia.org/index.html>

www.muratopia.org/index.html

고상품기획설계 | 데이터 마이닝 | 50 Best Ways To U... | Pitch Deck | Rating시스템 | 영어교육 | 미디어 | 외국인경영 | Statistics | 빅데

| Home | Public Money | Macro Book | Research | Green Business | Money Forum | About us |

**Welcome to MuRatopia (Green Village) Home**

[<Japanese Site>](#)



Welcome to my [MuRatopia](#) (Green Village) Home. This is a place where I daily envision our sustainable futures and society. My research works done here, I hope, will be as valuable to your search for a better world as well.

Kaoru Yamaguchi, Ph.D. (UC Berkeley)  
Full Professor  
at the Social Science University of Ankara, Turkey

## Research

[<Japanese Site>](#)

### Work in Progress / Done

Currently working on the Edition 3.2 of "Money and Macroeconomic Dynamics".

["Fundamentals of the ASD Model as an Alternative to SMM"](#) (JFRC Working Paper No. 02-2018). **(New !)**

["Modeling An EPM-token Experiment"](#) **(New !)**

-- Accounting System Dynamics Analysis --

(Joint paper submitted to the 36th International Conf. of the System Dynamics Society, Univ. of Iceland, Reykjavik, Iceland, Aug. 6 -10, 2018)

["Public Money, Debt Money and Blockchain-based Money Classified"](#) **(New !)**

-- EPM as Money of the Futures -- ([Presentation Slides](#))

(Joint paper to be presented at the 13th Annual AMI Monetary Reform Conference, Chicago, Sept. 14-17, 2017)

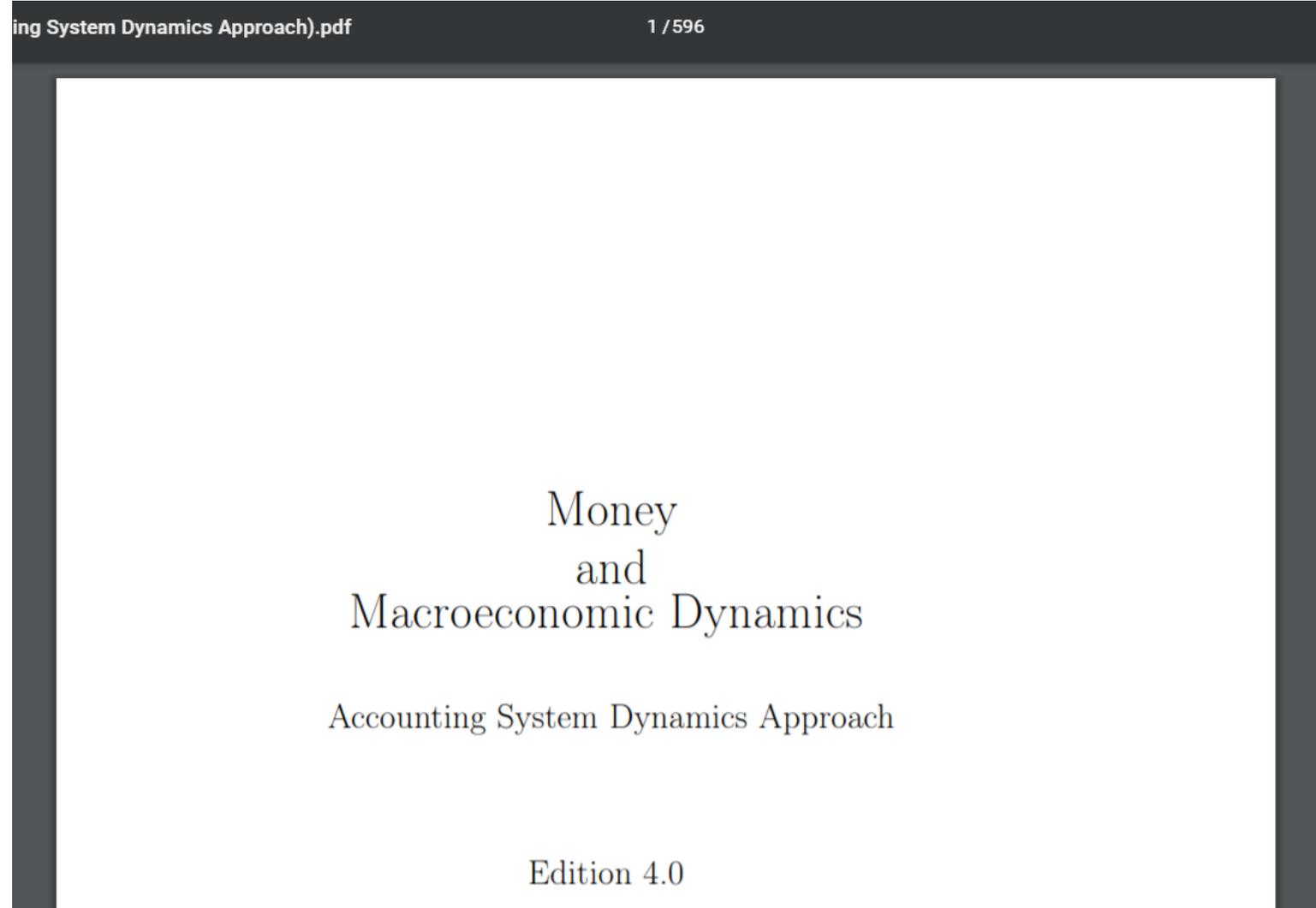
["Peer-to-Peer Public money System -- Focusing on Payments"](#)

(Joint paper to be presented at the 2nd Asia-Pacific Region System Dynamics Conference of

the System Dynamics Society at the National University of Singapore, Feb. 19-22, 2017)

["The Heads and Tails of Money Creation and its System Design Failures -- Toward the Alternative System Design"](#)

(Joint paper presented at the 34th International Conf. of the System Dynamics Society, Delft, Netherlands, July 18, 2016.)



## Modeling An EPM-token Experiment – Accounting System Dynamics Analysis –

JFRC Working Paper No. 01-2018

Kaoru Yamaguchi, Ph.D.  
Yokei Yamaguchi, M.Sc., M.Phil \*

Japan Futures Research Center  
Awaji Island 656-1325, Japan  
E-mail: director@muratopia.net

**Keywords:** Electronic Public Money, EPM-token, Crypto-coin,  
EPM-token Experiment, Community Service Fee, Transaction Fee

### Abstract

In our previous research, we have discussed the Electronic Public Money (EPM) based on blockchain and distributed ledger technology is money of the futures. As a first step toward its implementation, we have proposed an experiment of EPM-token that can be converted to cash with one-to-one exchange rate, and a roadmap for conducting the experiment in Japan.

<b>Money and Macroeconomic Dynamics - Accounting System Dynamics Approach -</b>	
<b>Edition 4.0 Update on Jan, 26, 2019 (free PDF on-line version only)</b>	
<a href="#">Preface</a>	My Off-Rad Journey for A Better World (Contents included) Preface to Edition 4.0 ( <b>new</b> )
<b>Part I: Accounting System Dynamics</b>	
<a href="#">Chapter1</a>	System Dynamics ( <a href="#">Figures 1</a> ) ( <a href="#">SD models 1</a> ) <a href="#">Model Guide</a>
<a href="#">Chapter2</a>	Demand and Supply ( <a href="#">Figures 2</a> ) ( <a href="#">SD models 2</a> )
<a href="#">Chapter3</a>	Accounting System Dynamics ( <b>Revised</b> ) ( <a href="#">Figures 3</a> ) ( <a href="#">SD models 3</a> )
<b>Part II: Macroeconomic Systems of Debt Money</b>	
<a href="#">Chapter4</a>	Macroeconomic System Overview ( <a href="#">Figures 4</a> ) ( <a href="#">SD models 4</a> )
<a href="#">Chapter5</a>	Money and Its Creation ( <b>Revised</b> ) ( <a href="#">Figures 5</a> ) ( <a href="#">SD models 5</a> )
<a href="#">Chapter6</a>	Interest and Equity ( <a href="#">Figures 6</a> ) ( <a href="#">SD models 6</a> )
<a href="#">Chapter7</a>	Aggregate Demand Equilibria ( <a href="#">Figures 7</a> ) ( <a href="#">SD models 7</a> )
<a href="#">Chapter8</a>	Integration of Real and Monetary Economies ( <a href="#">Figures 8</a> )
<a href="#">Chapter9</a>	A Macroeconomic System ( <a href="#">Figures 9</a> )
<b>Part III: Open Macroeconomic Systems of Debt Money</b>	

DBS - 08 - 01

Open Macroeconomies as  
A Closed Economic System  
– SD Macroeconomic Modeling Completed –

Kaoru Yamaguchi \*

Doshisha Business School  
Doshisha University  
Kyoto 602-8580, Japan

E-mail: [kaoyamag@mail.doshisha.ac.jp](mailto:kaoyamag@mail.doshisha.ac.jp)

Abstract

This paper completes the series of macroeconomic modeling that tries to model macroeconomic dynamics on the basis of the principle of accounting system dynamics developed by the author. Money supply and

# Yamaguchi Prof.

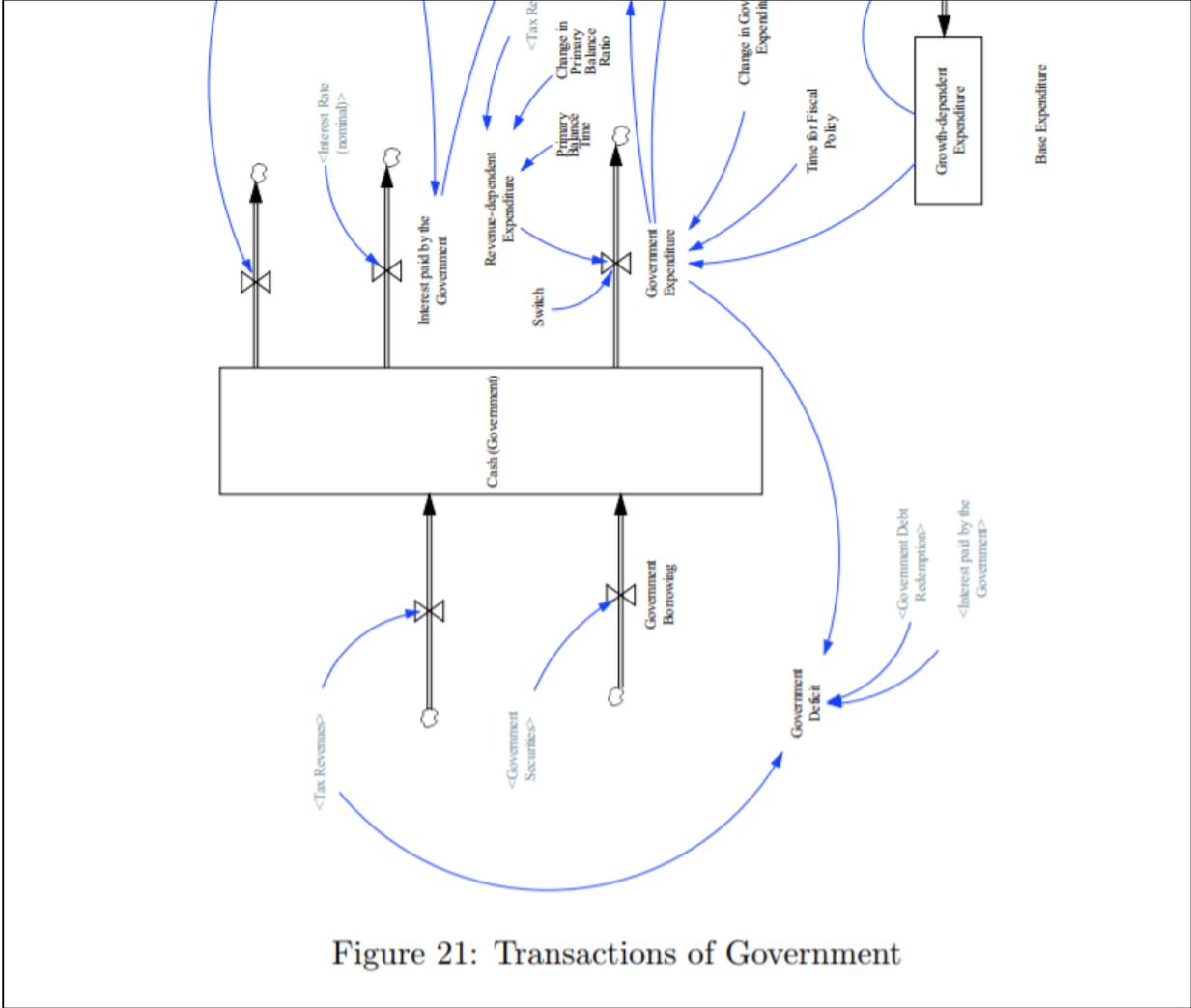


Figure 21: Transactions of Government

# 강의 순서

---

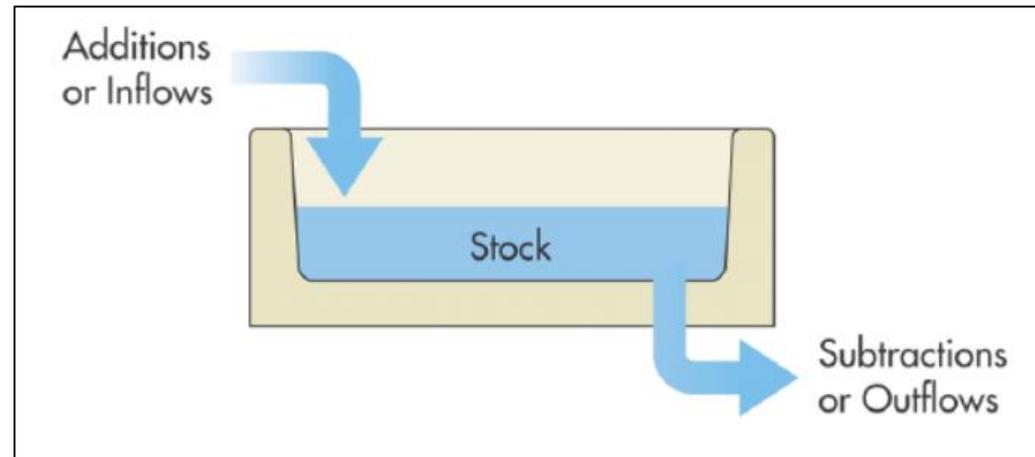
1. Token Dynamics의 배경
2. System Dynamics의 이해
3. System Dynamics의 모델링 패턴 이해
4. 시스템적 사고와 전략
5. System Dynamics 기반 경제 모델링 사례
6. 강의의 요약

# 유량과 저량의 시각적 이해

<https://fixingtheeconomists.wordpress.com/2013/09/21/how-do-stock-flow-relations-work-in-economics-and-are-they-inappropriate-for-price-dynamics/>

## 저량

- 초기 토큰 분배량
- 사업부서별 토큰 예산 총액
- 토큰의 재무운영을 위해 할당된 예산의 총액



## 유량

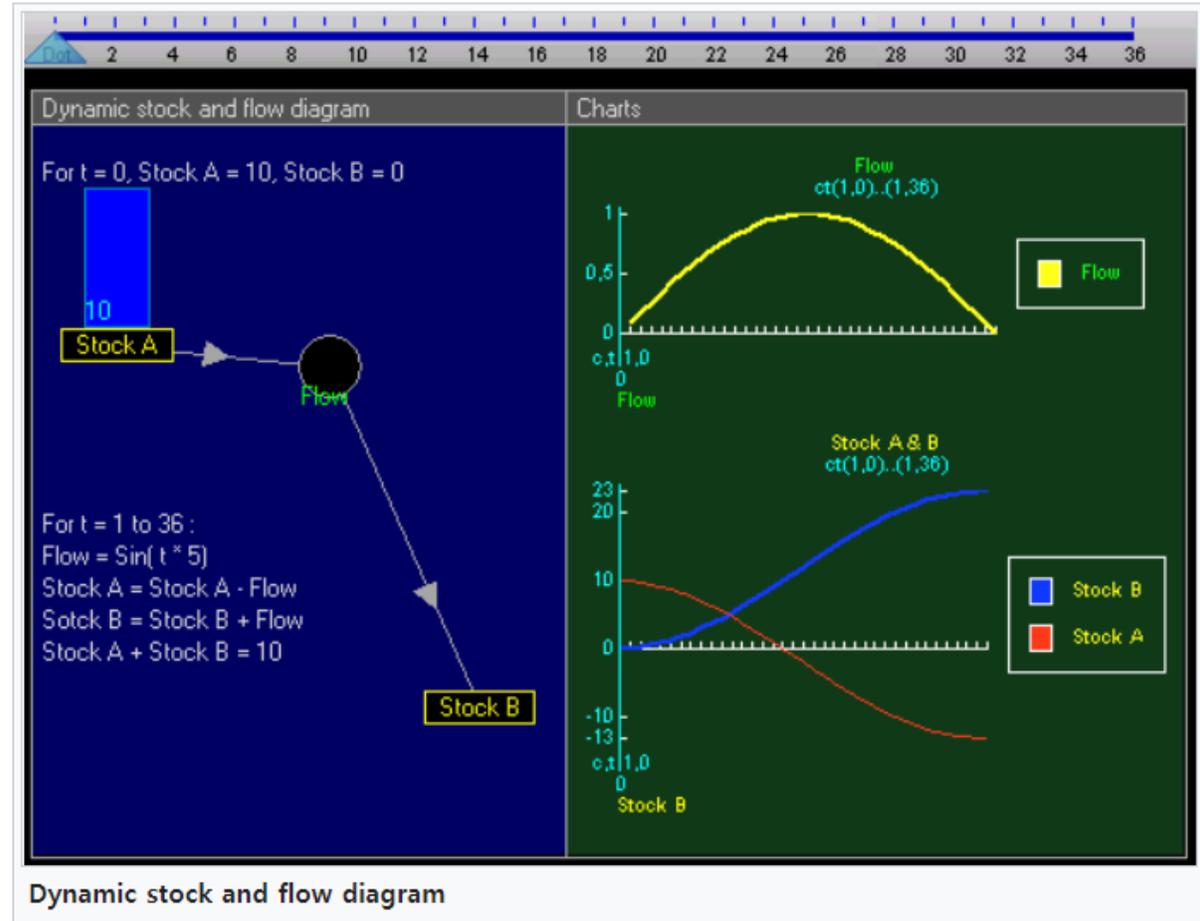
- 저량에서 일어난 변화량
- 일정 기간 소비자에게 토큰으로 지급한 금액
- 일정 기간 시장으로부터 회수된 토큰의 수량

# 상태방정식을 세우는 이유

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stock\\_and\\_flow](https://en.wikipedia.org/wiki/Stock_and_flow)

## 1. 첫째는 시뮬레이션을 하기 위해서

- ✓ 가설로 세운 모델이 실제로 돌아가는지 확인
- ✓ 토큰 잔고가 음(-)이 발생하지 않는지 확인



# 상태방정식을 세우는 이유

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stock\\_and\\_flow](https://en.wikipedia.org/wiki/Stock_and_flow)

## 2. 둘째는 미분해서, 실제 의사결정 숫자를 구하기 위해

- ✓ 소각을 몇 개 해야 할까?
- ✓ 토큰 추가 지급은 몇 개까지 할 수 있을까?
- ✓ 토큰 시가총액 상승하려면 실물 경제와의 비율은 어떻게?

Time	Stock A	Flow	Stock B
0	10,00	0,00	0,00
1	9,912844	0,087156	0,087156
2	9,739196	0,173648	0,260804
3	9,480377	0,258819	0,519623
4	9,138357	0,34202	0,861643
5	8,715739	0,422618	1,284261
6	8,215739	0,50	1,784261
7	7,642163	0,573576	2,357837
8	6,999375	0,642788	3,000625
9	6,292268	0,707107	3,707732
10	5,526224	0,766044	4,473776

Ten first stocks and flow values

Equations that change the two stocks via the flow are:

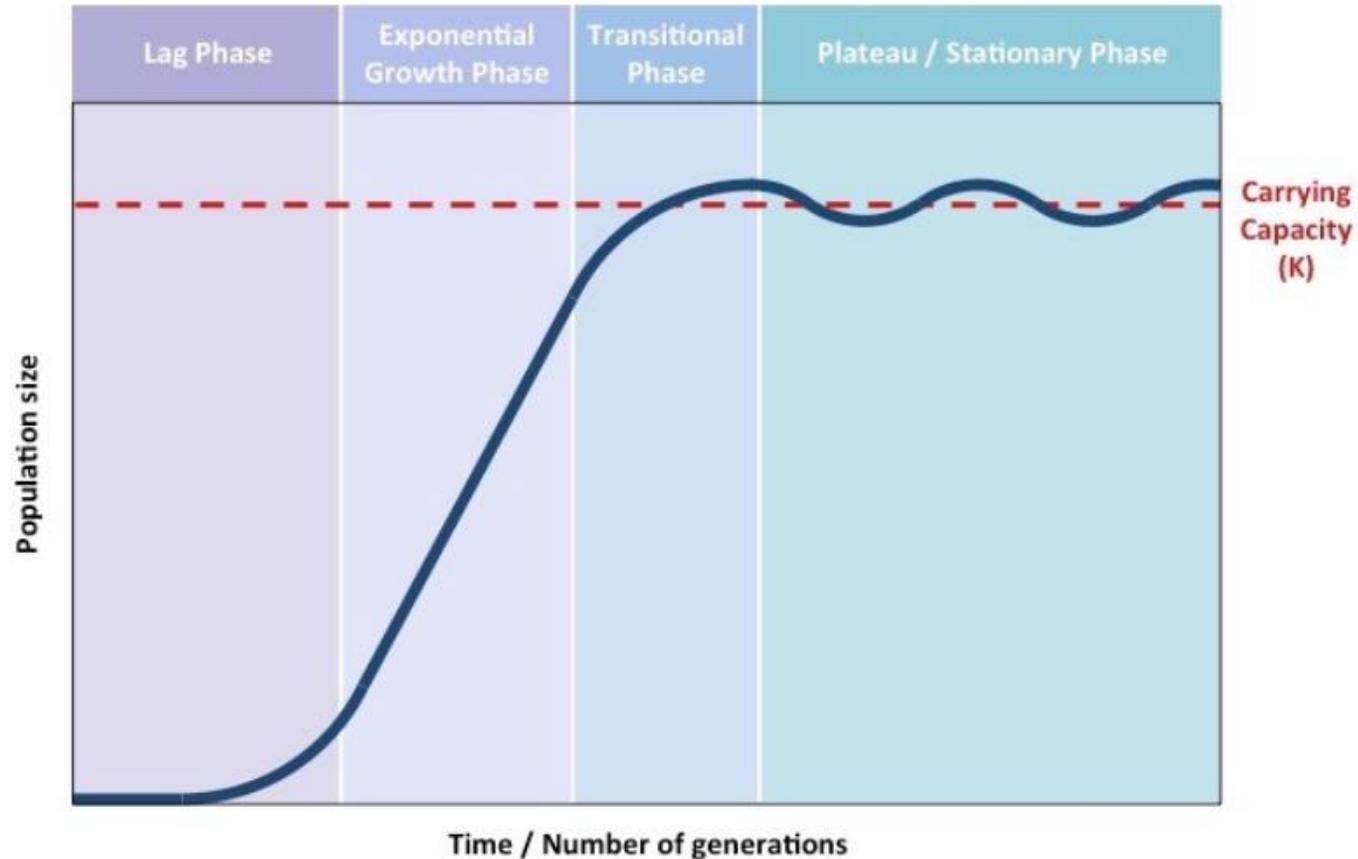
$$\text{Stock A} = \int_0^t -\text{Flow} dt$$

$$\text{Stock B} = \int_0^t \text{Flow} dt$$

List of all the equations, in their order of execution in each time, from time = 1 to 36:

- 1) Flow = sin(5t)
- 2.1) Stock A - = Flow
- 2.2) Stock B + = Flow

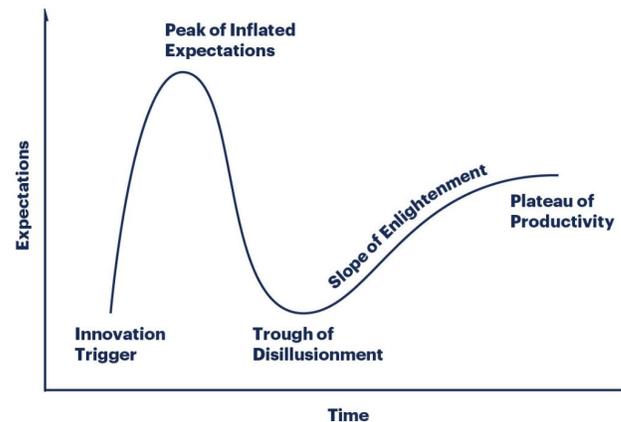
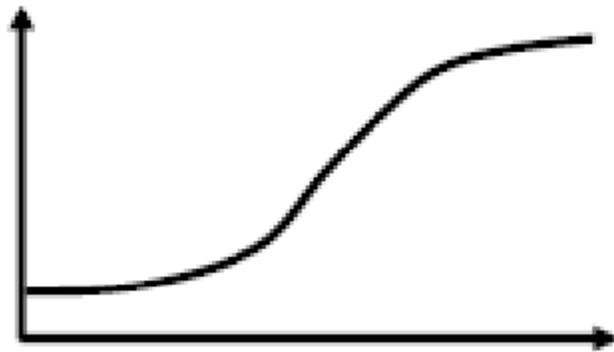
# Sigmoid 곡선의 단계별 상황



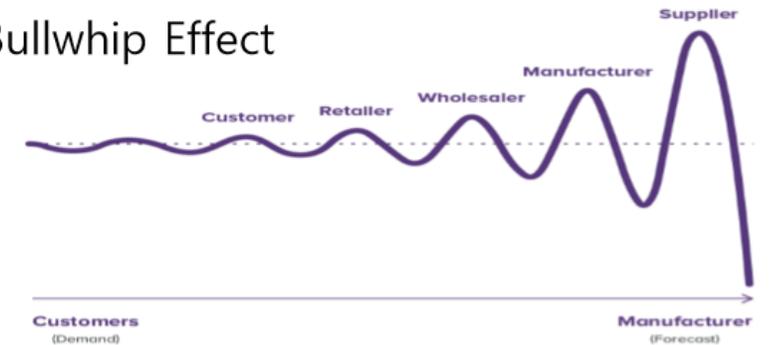
깊은 인내 의 기간	담대한 용 기가 필요	겸손한 준비	초심으로 돌아가는 자세와 수비의 강화
---------------	----------------	-----------	-------------------------

## System Dynamics

토큰 설계자의 의도대로 시스템을 만들 수 있다.

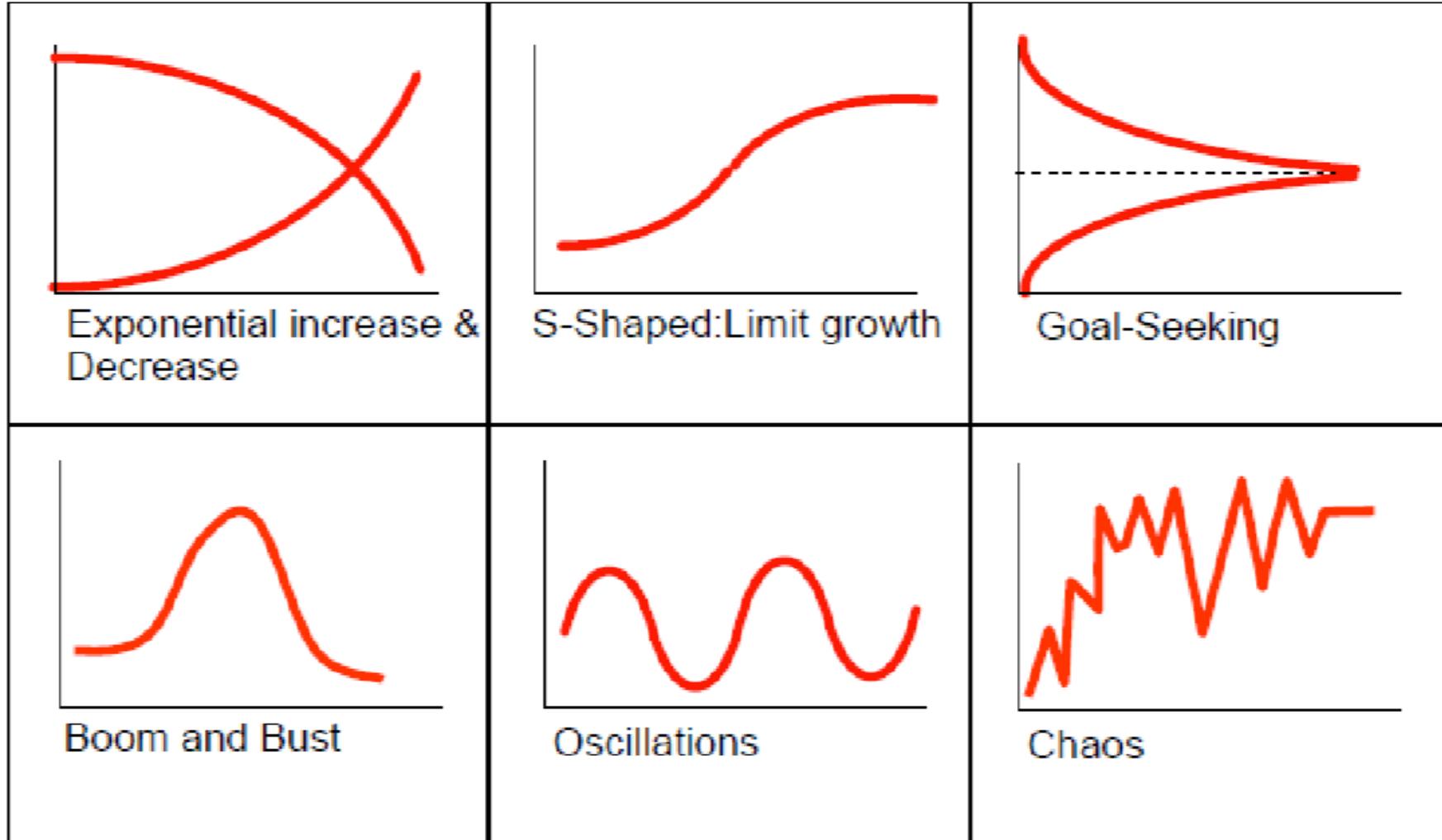


### Bullwhip Effect



# 시스템의 행태 유형

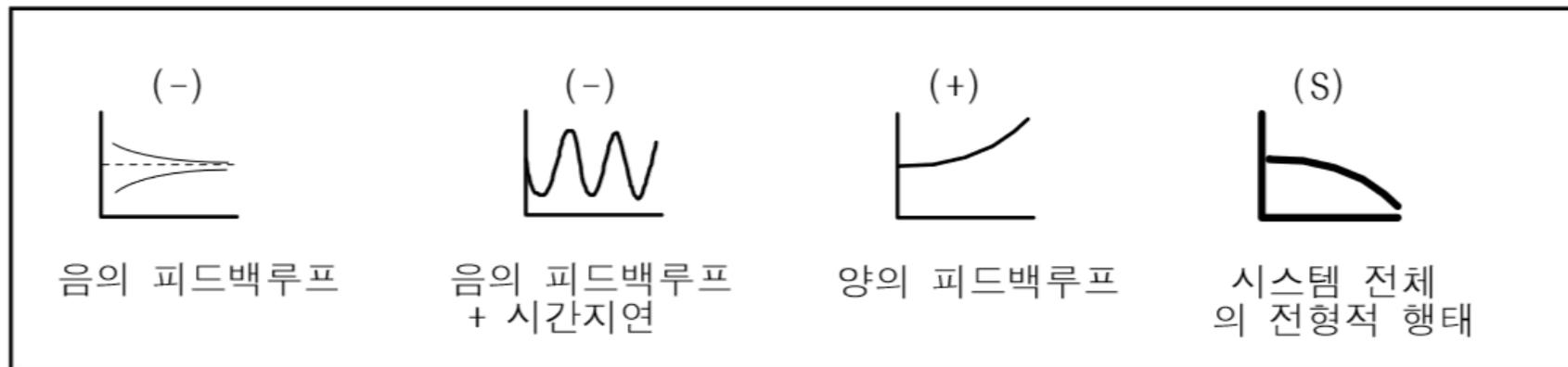
aSSIST 신호상 교수님 강의록 참조



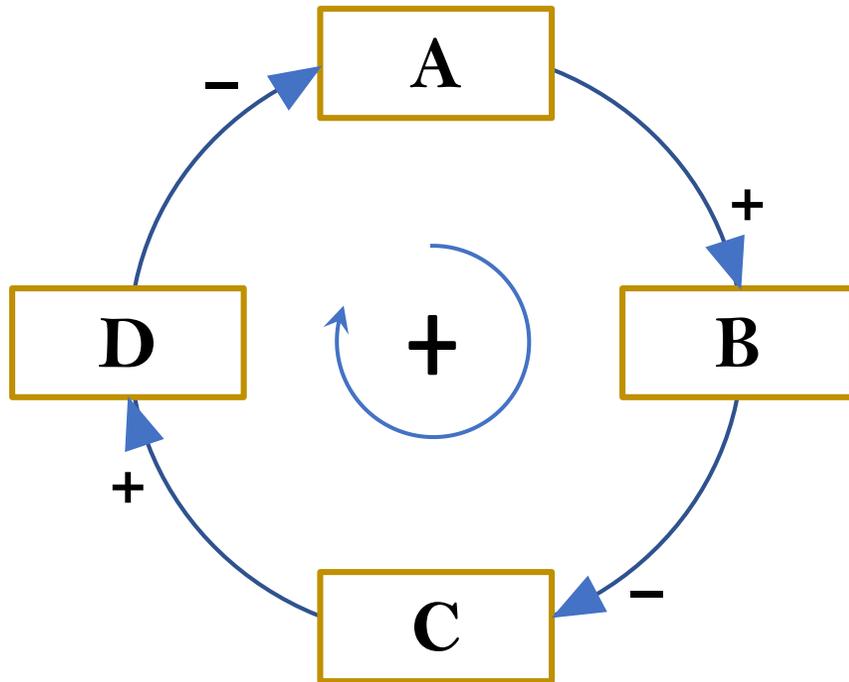
# Feedback Loop의 유형

aSSIST 신호상 교수님 강의록 참조

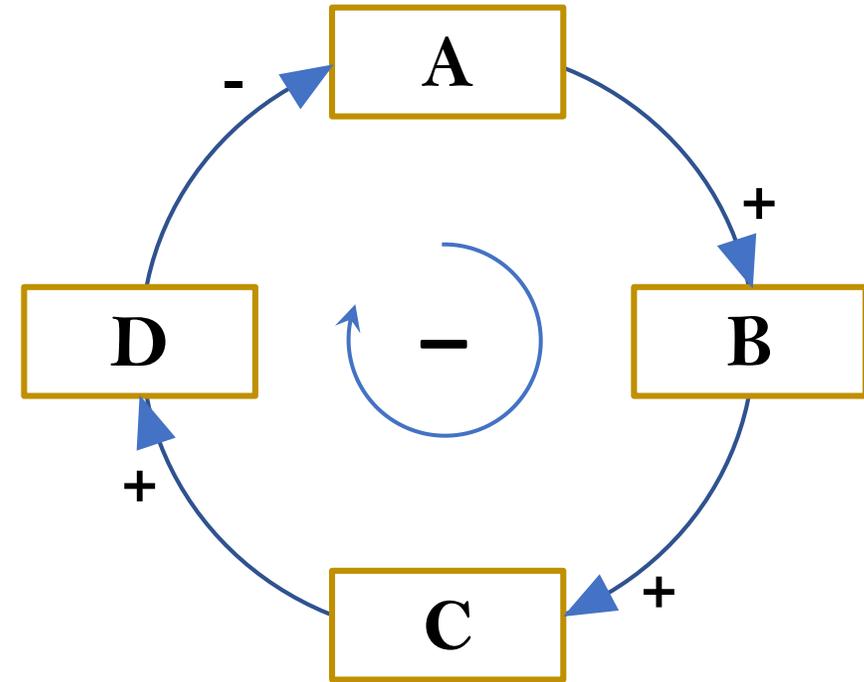
- 피드백 루프의 원형에 사용될 아이콘
- 맨 왼쪽 그림: 음의 피드백 루프가 보이는 행태의 전형
- 두 번째 그림: 시간지연이 개입된 음의 피드백 루프 행태의 전형
- 세 번째 그림: 양의 피드백 루프가 보이는 행태
- 오른쪽 그림: 시스템 전체의 행태를 묘사하기 위한 그림



# 음의 극성의 홀수, 짝수 개로 피드백 Loop의 극성 판단

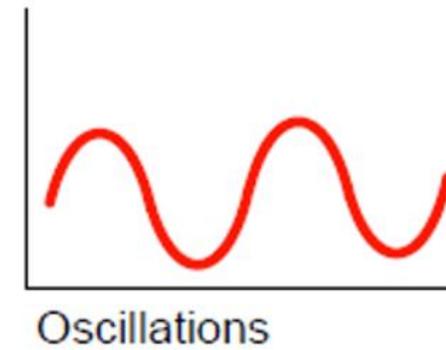
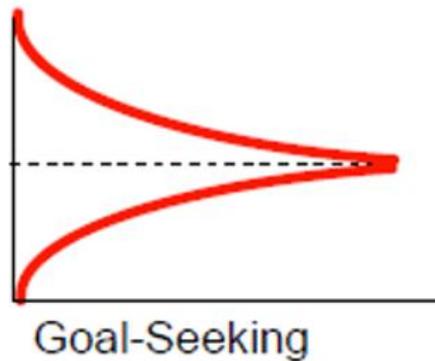
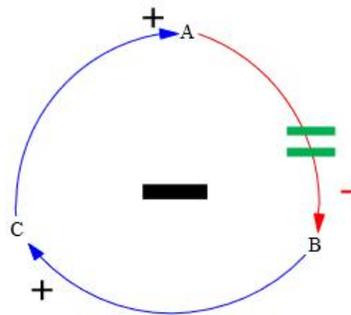
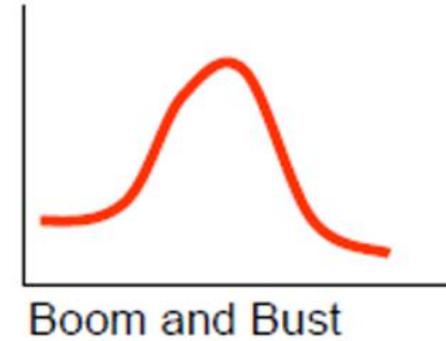
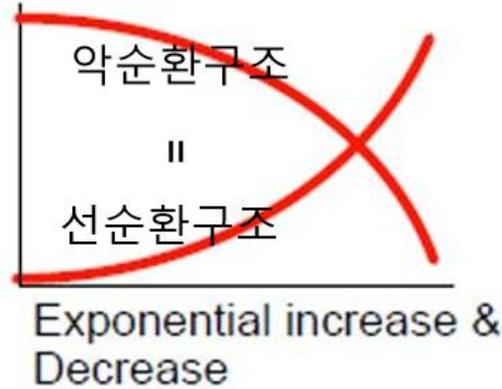
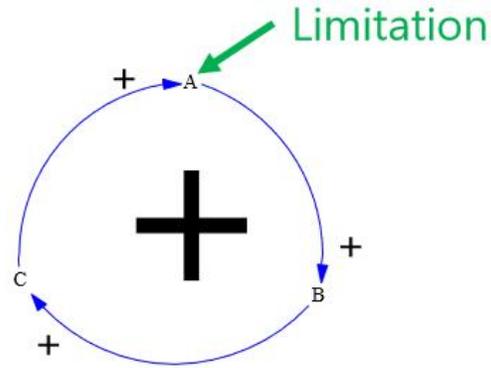


- Loop별로 (-)가 짝수개이므로 양(+)의 Feedback Loop



- Loop별로 (-)가 홀수개이므로 음(-)의 Feedback Loop

# 피드백 Loop별 시스템 거동 형태



- [Path Dependence, Competition, and Succession in the Dynamics of Scientific Revolution](#)
- [Polya urn with increasing returns](#)
- [A System Zoo](#)
- [Delay Sandbox](#)
- [Theil Statistics](#)
- [The Rise and Fall of the Saturday Evening Post](#)
- [Boiling Water Reactor Dynamics](#)
- [Fibonacci Rabbits](#)
- [Poisson distribution demo](#)
- [Market Growth](#)
- [Oscillation from a purely positive loop](#)
- [Bifurcating Salmon](#)
- [Urban Dynamics](#)
- [DICE](#)
- [Java Vensim helper](#)
- [Cumulative Normal Distribution](#)
- [WORLD3-03](#)
- [Payments for Environmental Services](#)
- [Models in the Special Issue of the System Dynamics Review on Environmental and Resource Systems](#)
- [Rental car stochastic dynamics](#)
- [Pink Noise](#)
- [Industrial Dynamics](#)
- [Lorenz Attractor](#)

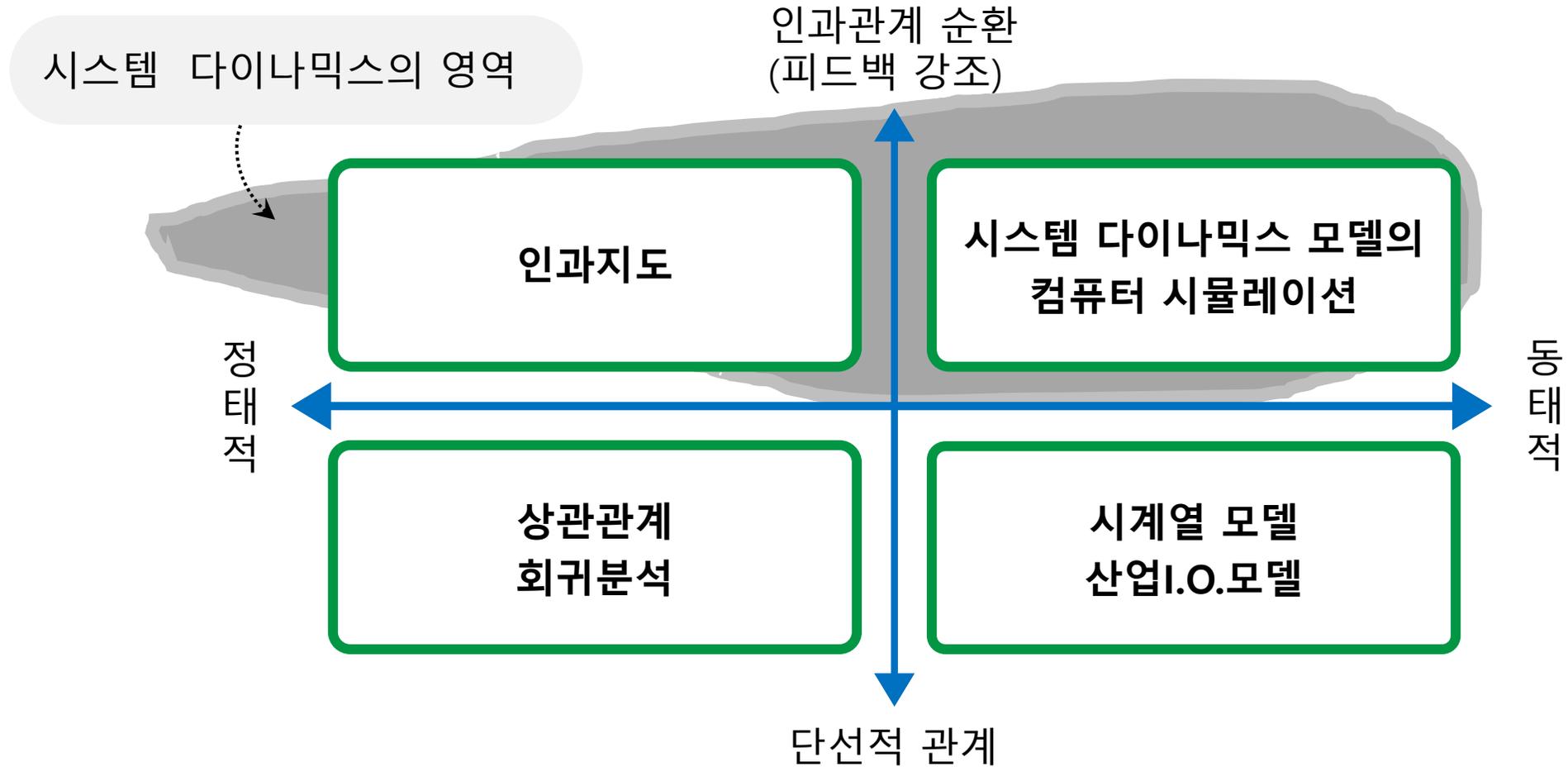
---

## CATEGORIES

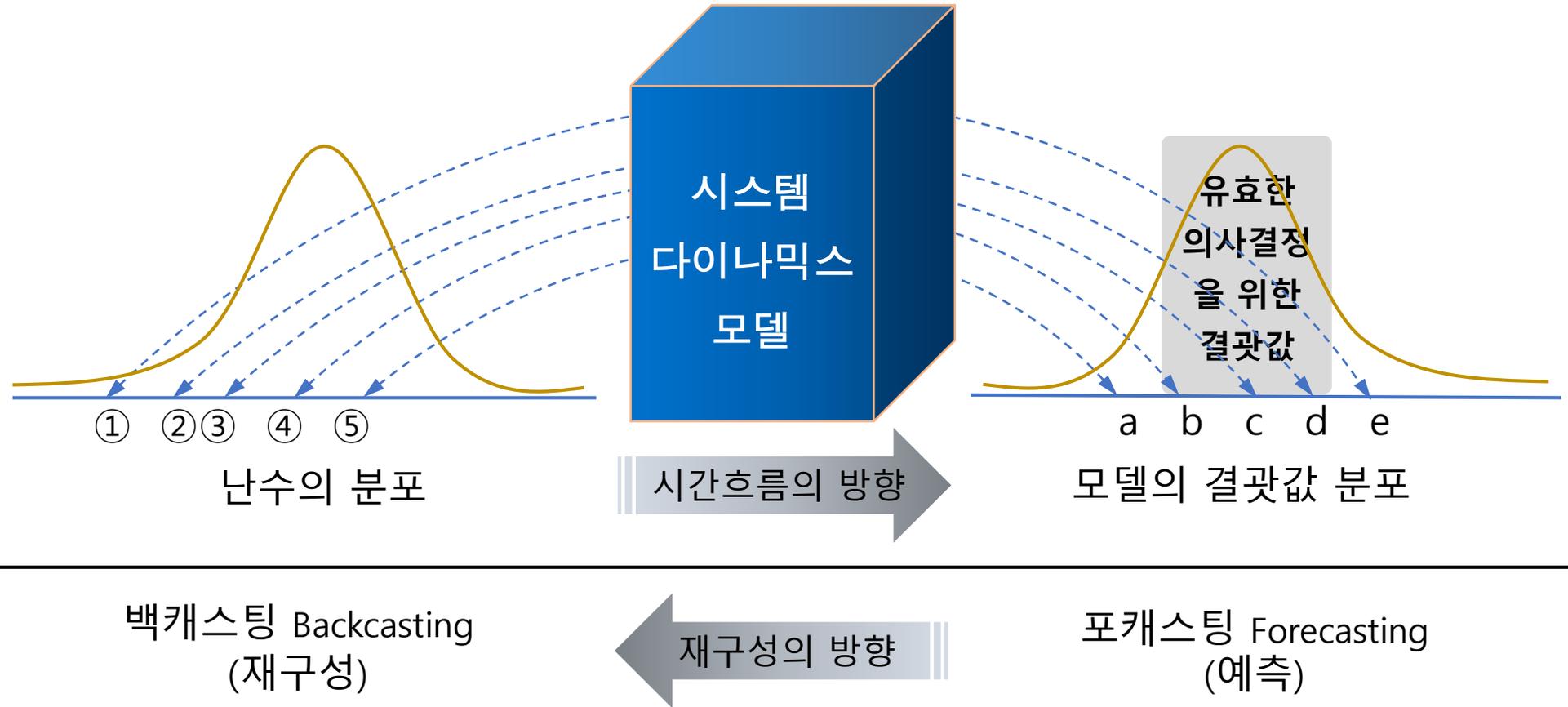
- Aside
- Balaton
- behavior
- Business
- Climate
  - Armstrong Green et al.
  - Clout & Climate Change
  - COP15
  - impacts
  - Integrated Assessment
  - Low Carb Fuels
  - Post-Copenhagen
  - Regional Climate Initiatives
  - sea level
  - Skeptics
  - The Deal We Need
- Data
- Education
- energy
- Ethics & Equity
- Feedback Everywhere
- Few Words
- financial crisis
- Forecasting
- health
- Limits
- Model Library

# 시스템 다이내믹스 방법론의 위상

P51



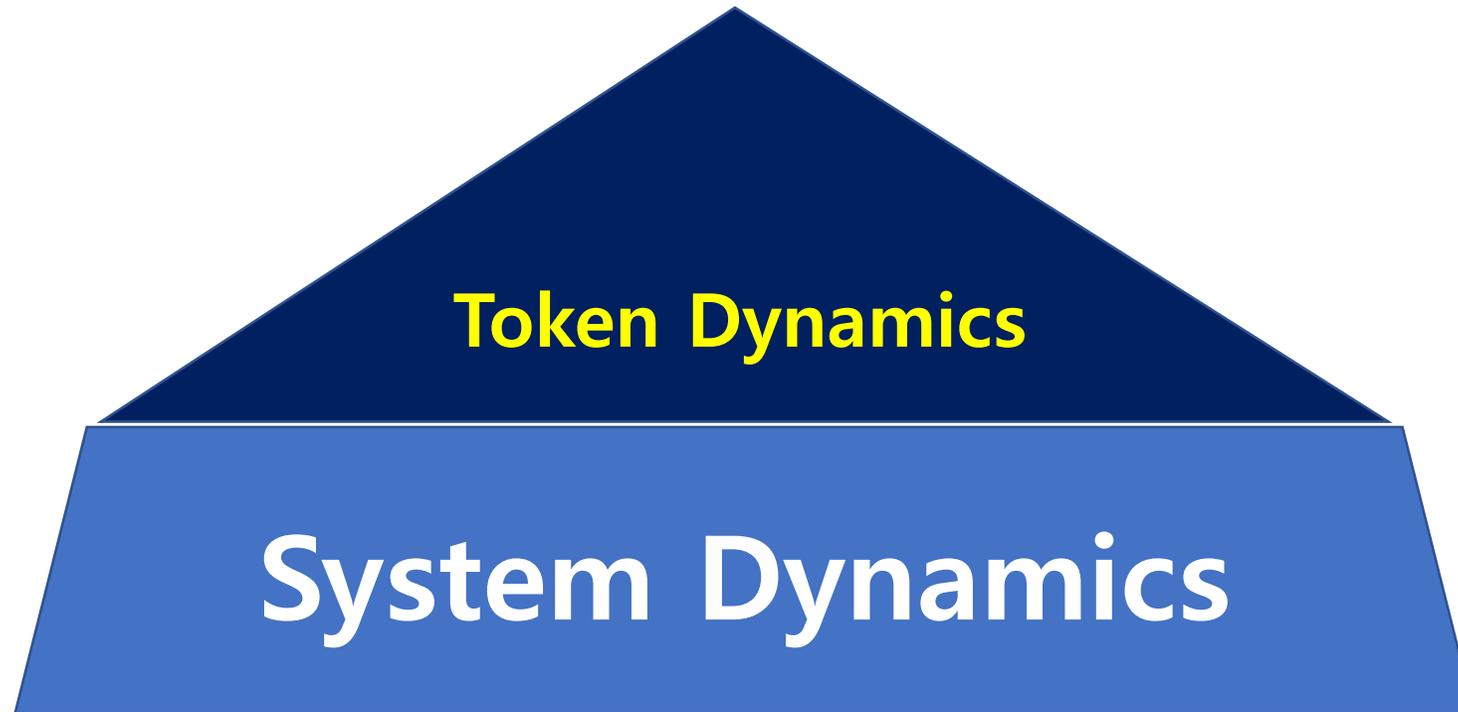
# 백캐스팅의 절차와 개념



- System Dynamics의 가치는 미래를 단순 예측하는 것이 아니라,
- 그에 해당하는 핵심 구조를 파악하여, 이를 통해 현재를 바꾸기 위함이다.

# Token Dynamics

---



- **Token Dynamics는 결국 System Dynamics 기반으로 Token Economy의 시나리오를 설계하는 것**

# (안내) Digital Transformation 실행 공식(단기 집중 교육 과정)

---

## 커리큘럼 및 강의 일정

- 01 Digital Transformation의 핵심 개념
- 02 디지털 혁신 기술의 이해와 사례 분석
- 03 실제 기업 상황 분석 및 시나리오 작성 (실습)
- 04 디지털 혁신의 응용 전략과 사례 분석
- 05 Digital Transformation 실행 전략 프레임워크 이해
- 06 Digital Transformation 실행 공식 및 적용 (실습)

## 교육기간

- 4월 23일-24일 10:00-17:00

## 수강신청

- 메커니즘 캠퍼스 홈페이지 <http://mechcampus.kr/>

대단히 감사합니다.

2019년 5월 15일(수) 19시에  
뵙겠습니다.

**System Dynamics 기반의  
토큰 발행과 유통의 Simulation(심화)**

# 강의 질문/피드백

---



**연락처**

**E-mail :**

**[mskim@assist.ac.kr](mailto:mskim@assist.ac.kr)**

**Phone : 010-9197-3561**

**김문수**

**aSSIST 크립토MBA 주임교수**

**aSSIST 암호경제연구소장**

**BeCrypto Founder & CEO**