

2024年11月8日ESRI政策フォーラム

# 複雑な課題の分析のための システム・ダイナミクス

専修大学商学部 高橋 裕

takahasi@isc.senshu-u.ac.jp

# 自己紹介

- システム・ダイナミクス of 理論的研究と現実課題の分析応用
- 専修大学商学部・大学院商学研究科をはじめとする大学等でシステム・ダイナミクスの教育
- 企業等での利用にあたってのアドバイス等
- 2024年度より日本システム・ダイナミクス学会会長

# システム・ダイナミクス

- 複雑なシステムをコンピュータ・シミュレーションで分析する手法
  - 1950年代に米国MITでつくられ、欧米では広く認知
- 検討対象のシステムの特徴を知り、効果的な介入方法を知る
- はじめは経営課題に適用、のちに社会・行政の課題、資源・環境の課題に適用範囲が広がる
- 特徴
  - 因果関係を図で示し、ステイクホルダーの認識を確認できる
  - ストック・フローを区別
    - 実質的には非線形連立微分方程式を構築していることと等しい
  - フィードバック・ループ構造に着眼
  - 様々な「遅れ」に着眼
  - 非線形な関係の積極的な使用



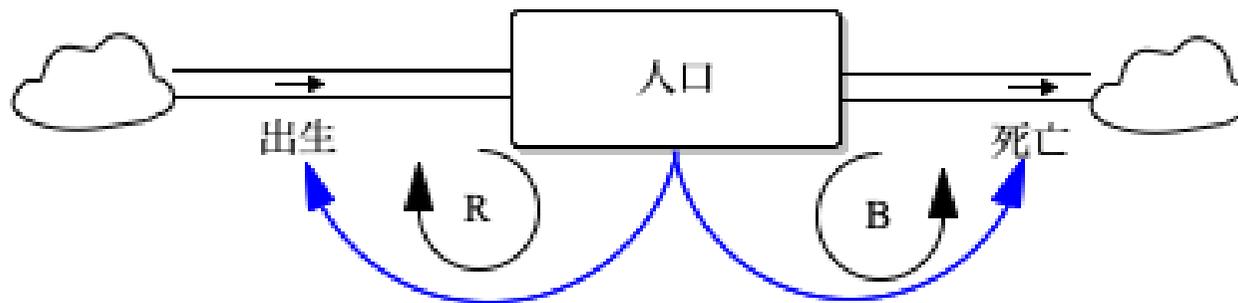
# ストックとフローの 区別

- ストック：ある時点に「たまっている量」、ある時点の「水準」
  - 浴槽の湯の量、人口、大気中の温室効果ガスの量、電力消費量水準…
  - 直接認識する対象
  - 変化には時間がかかる
    - 直接変化させることはできない
- フロー：ストックの「変化率」
  - 人々の調節できる対象



# フィードバックループ

- 循環する因果関係
- システムのふるまい（変数の挙動）を生み出す原因
  - 自己強化型ループ(R)とバランス型ループ(B)
- システムのふるまいは、各時点のフィードバックループの影響力の相対的な強さで決まる
  - システムのふるまいの理由を知ることができる



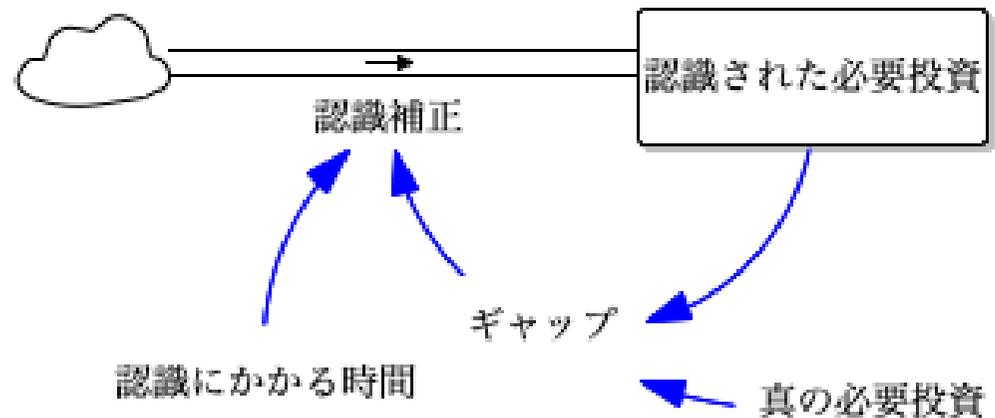
# 遅れ

(悪いニュアンスはなく、時間がかかること)

- 状態変化にかかる遅れ

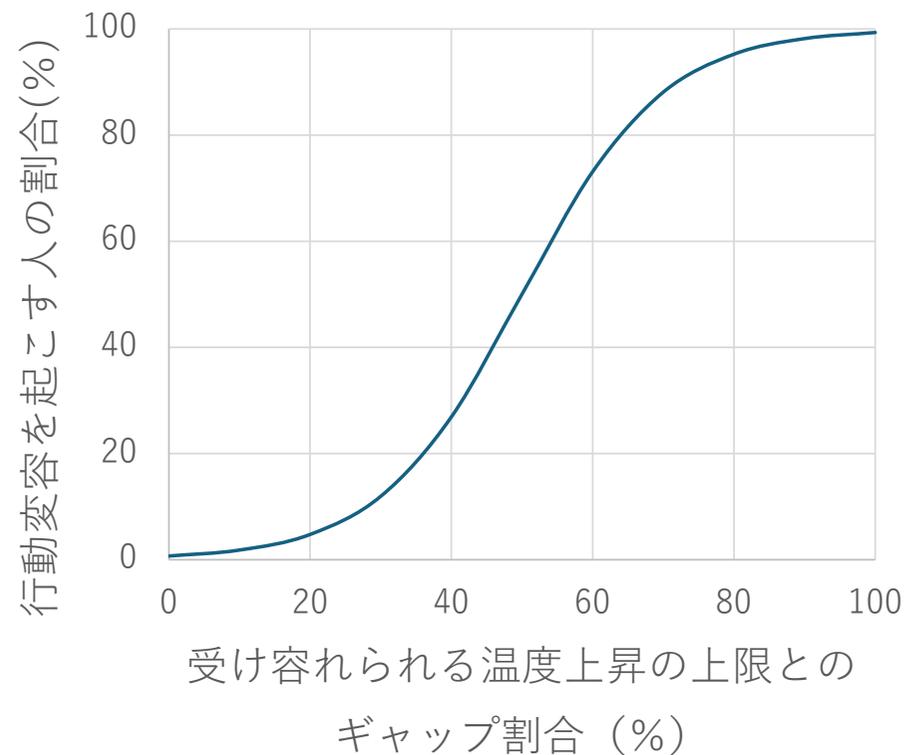


- 認識の変化にかかる遅れ



# 非線形な関係

- 人々や社会の反応・意思決定は受け取った情報（値）に対して非線形なものになることがある
  - 例：多少気温が上がっても環境配慮する人は少ないかもしれないが、不快感を感じるくらいになると配慮する人は増える。しかし、あまりに上がりすぎると無力感から配慮する人の割合はそれほど増えなくなる。
- 逐次的に計算を進めるシミュレーションであるため、無理に線形な関係に単純化する必要はない



# SDの今日的意義・今後

- 「単純な課題」に取り組む時代は終わった  
→複雑な課題には、それに適した手法が必要  
→シミュレーションの利用が効果的
- 多様な当事者がいる今、「不確実」な要素への対応が必要  
→モンテカルロシミュレーションでリスク評価
- 【今後】大量のシミュレーション結果から機械学習  
→何が分岐点なのかを知り、意思決定支援

