

エネルギーリンク中毒のシステムダイナミクス

芝浦工業大学
大学院理工学研究科 修士課程
システム理工学専攻

原口 隆彦 仲田 記士
山崎 佑太 亀井 雄貴

背景

私たちが何気なく飲んでいる身近なものには**カフェインが多量**に含まれている

特にエナジードリンクには
緑茶や紅茶よりもカフェインが多く含まれている

カフェインの健康への影響や目安摂取量はどれくらい？

背景

カフェインの健康への影響

- ・中枢神経の刺激による眩暈、興奮、不眠、心拍数の増加
- ・消化器官の刺激による嘔吐や下痢、ミネラル吸収阻害による貧血
- ・一時的な脱疲労効果による依存性 一時的なメリットはあるが身体への悪影響が多い

〈摂取目安量と各国の対応〉

- ・妊婦さんへの注意喚起 (WHO)
- ・1日の摂取量が200[mg]未満であれば無害と公表 (欧州)
- ・1日の摂取目安を400[mg]と公表 (アメリカ)
- ・成人の摂取目安は400[mg]と公表 (カナダ)

日本には摂取目安がないが、カフェイン過剰摂取への認識が低い
(特に若者のエナドリなど)

背景

〈エナジードリンクを習慣的に飲む生徒が多い〉

- 特に10代男性のエナジードリンク購入率が高い
- 20代、30代についても高い傾向にある
- カフェイン中毒で搬送された患者は、年々増加傾向にある

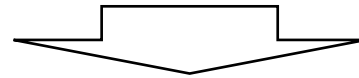
国内で過剰摂取による死亡事故事例もあるが、
習慣的に飲む若者はかなり多い……

目的

◎本シミュレーションでは生徒のエナドリ（カフェイン）中毒問題に
フォーカスを当てて…

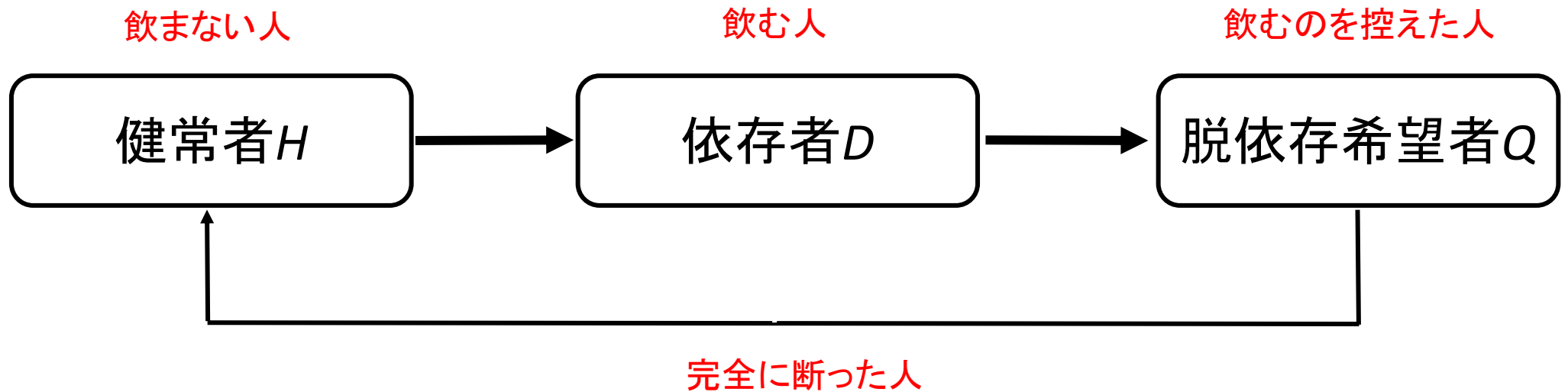
本分析の目的

☞ ある集団内における中毒症状のあるエナドリ摂取者数の推移と、それらが集団の構成員に及ぼす影響を明らかにする



システムダイナミクスを用いたシナリオ分析を行う

方法:シミュレーションモデル(段階図)



変数の初期設定

- 全体人数(T)=260人
- 健常者数(H)=220人(未摂取群)
- 依存者数(D)=40人(習慣摂取群)

※ H : health, D : dependent, Q : quit-dep

方法: シミュレーションモデル(数式)

$H \rightarrow D \rightarrow Q \rightarrow H$ (一定の割合で脱依存希望者へと移行する)

$$T = H + D + Q$$

$$H = \mu T - \mu H - \sigma HD + \rho Q$$

$$D = \mu D + \sigma HD - \gamma HD$$

$$Q = -\mu Q + \gamma HD - \rho Q$$

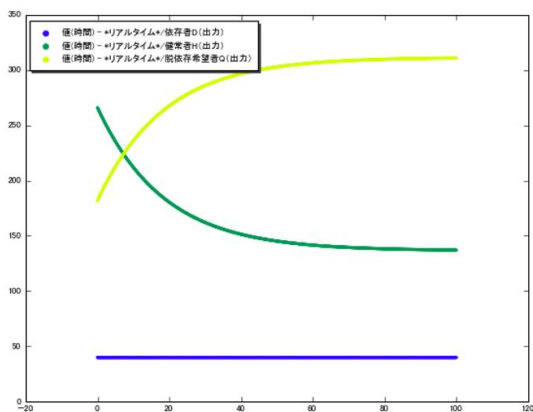
$\sigma, \gamma, \rho \geq 0$ として、

- σ は、**健常者H**が**依存者D**に遷移する割合
- γ は、**依存者D**が**脱依存希望者Q**に遷移する割合
- ρ は、**脱依存希望者Q**が**健常者H**に遷移する割合

※ μ は一人当たりの出生率及び死亡率を表している。

ただし、今回のシミュレーションにおいて出生率や死亡率を考慮する必要はないため、 $\mu = 0$ とした。

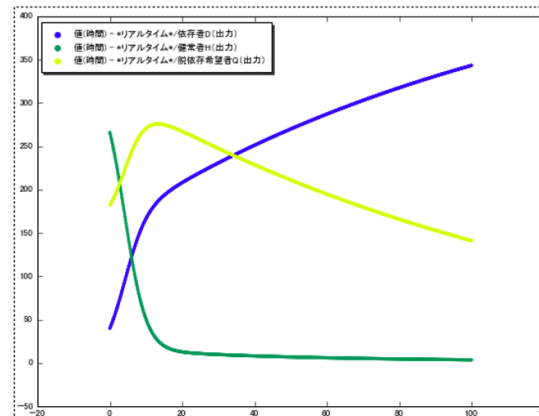
方法: シミュレーションのパラメータ



$$\sigma = 0.00094$$

$$\gamma = 0.00094$$

$$\rho = 0.01648$$



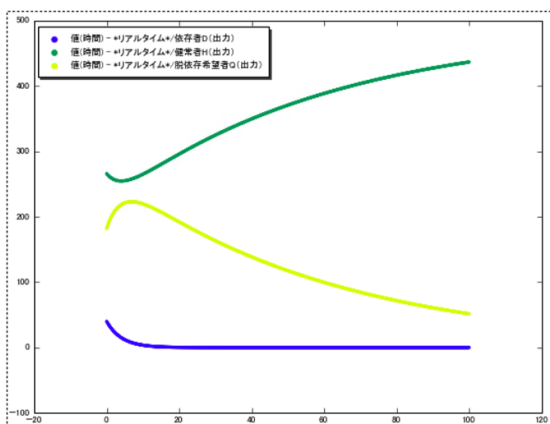
$$\sigma = 0.00188$$

$$\gamma = 0.00094$$

$$\rho = 0.01648$$

健康者→依存者の割合 = 依存者→脱依存者希望の割合

健康者→依存者の割合 > 依存者→脱依存者の場合

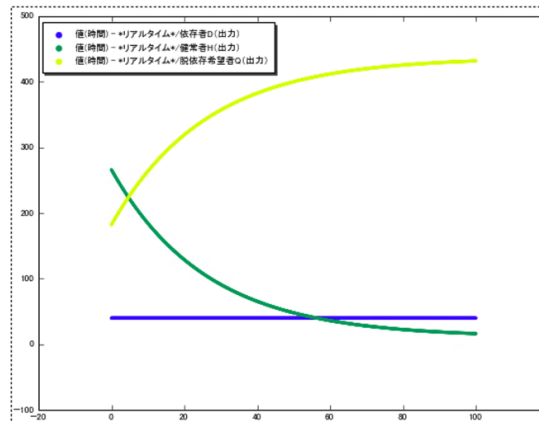


$$\sigma = 0.00094$$

$$\gamma = 0.00188$$

$$\rho = 0.01648$$

健康者→依存者の割合 < 依存者→脱依存者希望の割合



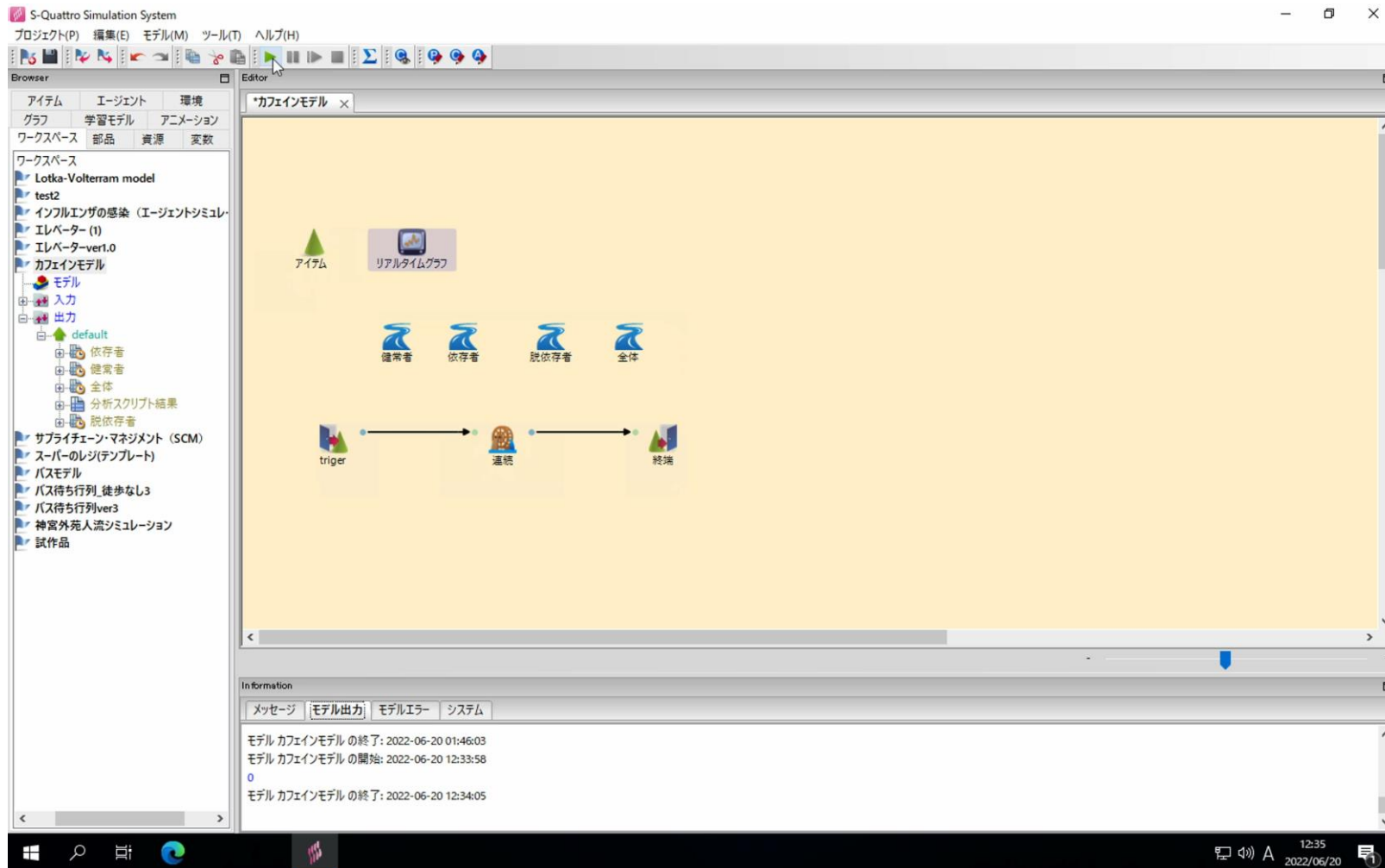
$$\sigma = 0.00094$$

$$\gamma = 0.00094$$

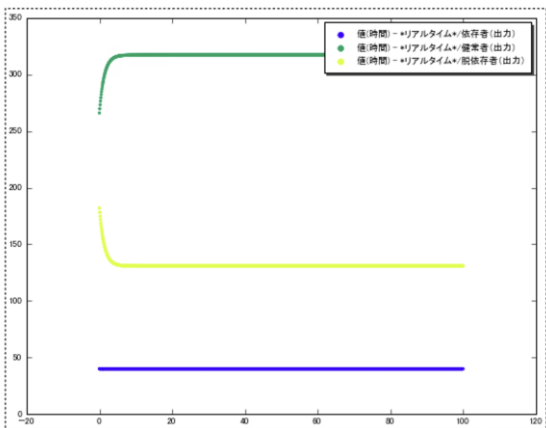
$$\rho = 0.05495$$

健康者→依存者の割合 = 依存者→脱依存者希望の割合
= 脱依存希望者→健康者の割合

方法: シミュレーションDEMO (movie)

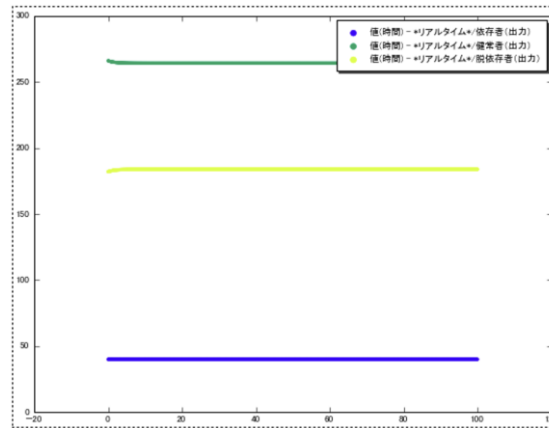


結果: シミュレーション



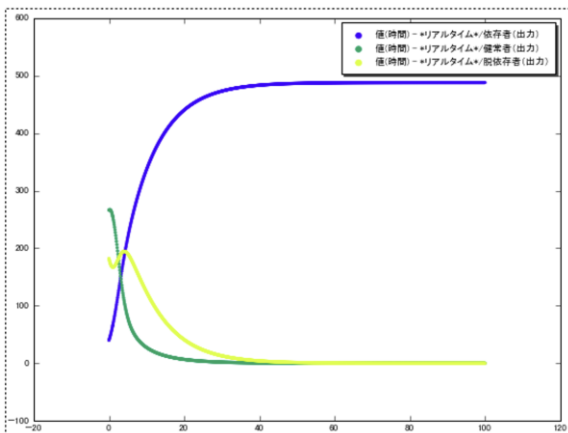
$\sigma = 0.00555$
 $\gamma = 0.00555$
 $\rho = 0.54945$

健全者が多くなるシナリオ



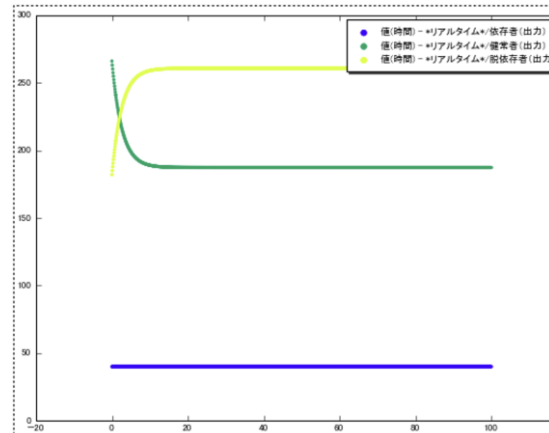
$\sigma = 0.00555$
 $\gamma = 0.00555$
 $\rho = 0.32418$

現状維持のシナリオ



$\sigma = 0.00555$
 $\gamma = 0.00376$
 $\rho = 0.38462$

依存者が多くなるシナリオ



$\sigma = 0.00555$
 $\gamma = 0.00555$
 $\rho = 0.16484$

脱依存希望者が多くなるシナリオ

まとめ

エナドリ摂取者数の推移が集団の構成員に及ぼす影響

本シミュレーションで分かったこと

- ◎脱依存希望者から健常者を増やしても、依存者は増えていく
 - ⇒ 依存者そのものが減らない限り、健常者は依存者になり続ける
- ◎根本的に解決するには、依存者と脱依存希望者が同様の割合で増え、かつそれ以上の遷移速度で健常者が増える必要がある
 - ⇒ 依存者になる割合の大きさは、根本原因ではない



脱依存希望者の増える割合に依存しており、依存者になる割合は少ないに越したことはないということが示唆された！

今後の展望

モデルで今回表現できなかったこと

◎SIRモデルの推移の構成について

⇒ 健常者→使用者→依存者→脱依存者→健常者といった現実的な例に即したモデルになってない

モデルの拡張可能性

◎別の影響を考慮した立式の可能性

⇒ 小学生では家族が飲んでいると飲むといった影響も存在するため、その反映も検討できる

参考資料

- ・農林水産省-カフェインの過剰摂取について- <[URL](#)>
- ・食品に含まれるカフェインの過剰摂取について <[URL](#)>
- ・カフェインー一日の摂取量 <[URL](#)>
- ・カフェインの量と各国の基準 <[URL](#)>
- ・禁煙をめぐる人口動態の数理的解析 <[URL](#)>
- ・バスタブで学ぶシステムダイナミクス <[URL](#)>
- ・エナドリ障害の参考事例 <[URL](#)>
- ・エナド리를飲む子供たちに起きている異変 <[URL](#)>