

シミュレーション論 I

第14回

シミュレーションの分析と検討

第13回のレポート

- 資料に記載された4つの戦略(ランダム1、ランダム2、トリガー、TF T)で1対1の総当り対戦をおこない、各戦略が得た合計点を調べよ
- この条件で最もすぐれた戦略はどれになるか考えよ
- 出席カードには「各戦略の合計点」と「最もすぐれた戦略とその理由」を記入すること

第13回のレポート: 解答例

回数	ランダム1	ランダム2	得点	得点
1	×	×	1	1
2	○	○	3	3
3	○	×	0	5
4	×	○	5	0
5	×	×	1	1
6	○	○	3	3
7	○	×	0	5
8	○	×	0	5
9	○	×	0	5
10	○	×	0	5
合計			13	33

回数	ランダム1	TFT	得点	得点
1	○	○	3	3
2	×	○	5	0
3	○	×	0	5
4	○	○	3	3
5	×	○	5	0
6	○	×	0	5
7	×	○	5	0
8	○	×	0	5
9	○	○	3	3
10	○	○	3	3
合計			27	27

回数	ランダム2	TFT	得点	得点
1	○	○	3	3
2	×	○	5	0
3	×	×	1	1
4	×	×	1	1
5	×	×	1	1
6	○	×	0	5
7	○	○	3	3
8	×	○	5	0
9	×	×	1	1
10	○	×	0	5
合計			20	20

回数	ランダム1	トリガー	得点	得点
1	○	○	3	3
2	○	○	3	3
3	○	○	3	3
4	×	○	5	0
5	×	×	1	1
6	○	×	0	5
7	×	×	1	1
8	○	×	0	5
9	○	×	0	5
10	○	×	0	5
合計			16	31

回数	ランダム2	トリガー	得点	得点
1	×	○	5	0
2	○	×	0	5
3	○	×	0	5
4	×	×	1	1
5	×	×	1	1
6	○	×	0	5
7	○	×	0	5
8	×	×	1	1
9	×	×	1	1
10	○	×	0	5
合計			9	29

回数	トリガー	TFT	得点	得点
1	○	○	3	3
2	○	○	3	3
3	○	○	3	3
4	○	○	3	3
5	○	○	3	3
6	○	○	3	3
7	○	○	3	3
8	○	○	3	3
9	○	○	3	3
10	○	○	3	3
合計			30	30

合計点

ランダム1:56

ランダム2:62

トリガー:90

TFT:77

この条件で最も優れた戦略はトリガー戦略

ランダム戦略相手に「裏切」で高い得点を稼ぎ、TFT相手では相互協力得点を得たためと考えられる

※あくまで一例であり、人によって結果は異なる

今回の内容

- シミュレーションをおこなう際、「結果が出たら終わり」ではいけない
- どのように結果を評価し、分析すべきか？
- 基本的な考え方と手法の例を知る
- これまでの復習問題を解く

シミュレーションの利点

- さまざまなパターン、あり得る可能性を分かりやすく比較できる
- 数学的に解くことが困難な問題であっても、解を求めることができる
- 理論や過去のデータなどから(まだ起こっていない)将来の予測を立てることができる
- 作成したシミュレーションの振る舞いを分析することで、現象の性質を理解・説明したり、新たな理論の発展につなげることができる
etc...

シミュレーションは万能か？

- シミュレーションによる研究は多くの利点を持っており、経済・経営・社会システムの分析にも有効である
- しかし、決して「なんでもできる」わけではなく、注意すべき点が多々あるのも事実であることに注意

- 絶対に「解ける」わけではない
- 解けたとして、その答えは本当に正しいだろうか？
- 使用した理論、構築したモデルは妥当だろうか？
- シミュレーションはあくまで「模擬実験」。現実とかけ離れていないだろうか？

結果すべてを鵜呑みにするのではなく、常に「モデルや結果が妥当か？」
と考えるスタンスを忘れずに！

シミュレーション結果の検討

- シミュレーションによって得られた結果は、様々な角度から妥当かどうか検証する必要がある
- 常識、理論からの検証
 - 得られた結果、数値があきらかにおかしいものでないか？
 - 理論、モデルの仮定と矛盾していないか？
- 実データとの比較
 - 実データが得られる場合、傾向は一致するか？
 - 統計分析等で比較検討できないか？

モデルの検討

- シミュレーション結果に矛盾がある場合、モデル自体を再度検討する必要がある
- 使用した理論、モデル化の手順は妥当か
- 設定したパラメータは妥当か
- プログラミングのミスや数値データの入力ミスがないか

コンピュータシミュレーションでは、計算結果が正しいものと思いがち
常に結果の妥当性の検証を忘れずに

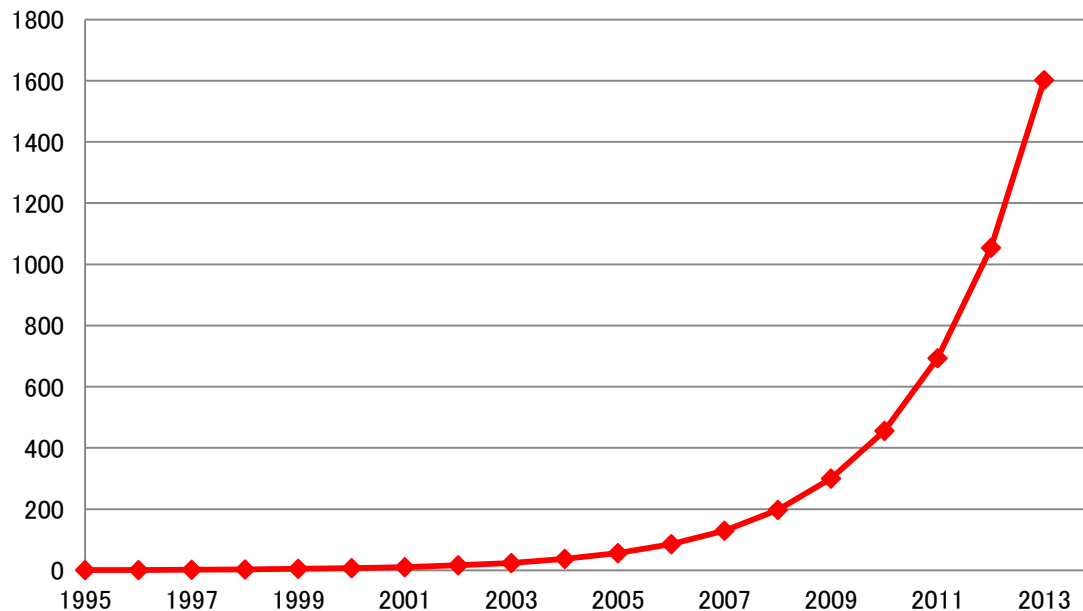
シミュレーションの意義

- シミュレーションが現実をモデル化した「模擬実験」である以上、結果は現実へフィードバックできることが必要
 - 自分の都合の良いようにモデルやパラメータを設定していないか？
 - 和泉は「シミュレーションをとにかくやってみたらこうなった」という意味で「ヤッコー」という言葉を使っている
 - 結果が出た時点で満足してしまいがちだが、実際はその後の検証、応用の方が本来の目的であることを忘れずに

結果の妥当性を考えてみよう

- 以前におこなった携帯電話の使用者数増加シミュレーションでは、2013年までに世界の携帯電話使用者数は以下のようなになる
- この結果は妥当だろうか？

世界の携帯電話使用者数(億人)



携帯電話の利用者数増加のシミュレーション(復習)

■ シミュレーションモデルの内容

- 年の平均増加率が52%だから、ある年の翌年の利用者数は前年の1.52倍(ただし、1年の間の増加速度は一定と仮定)
- 実際は時々刻々と利用者が増えているので、増加速度も刻々と変化しているはず

年度	利用者数(万人)
1991	1600
1992	2432
1993	3696.64

52%増加(1.52倍)

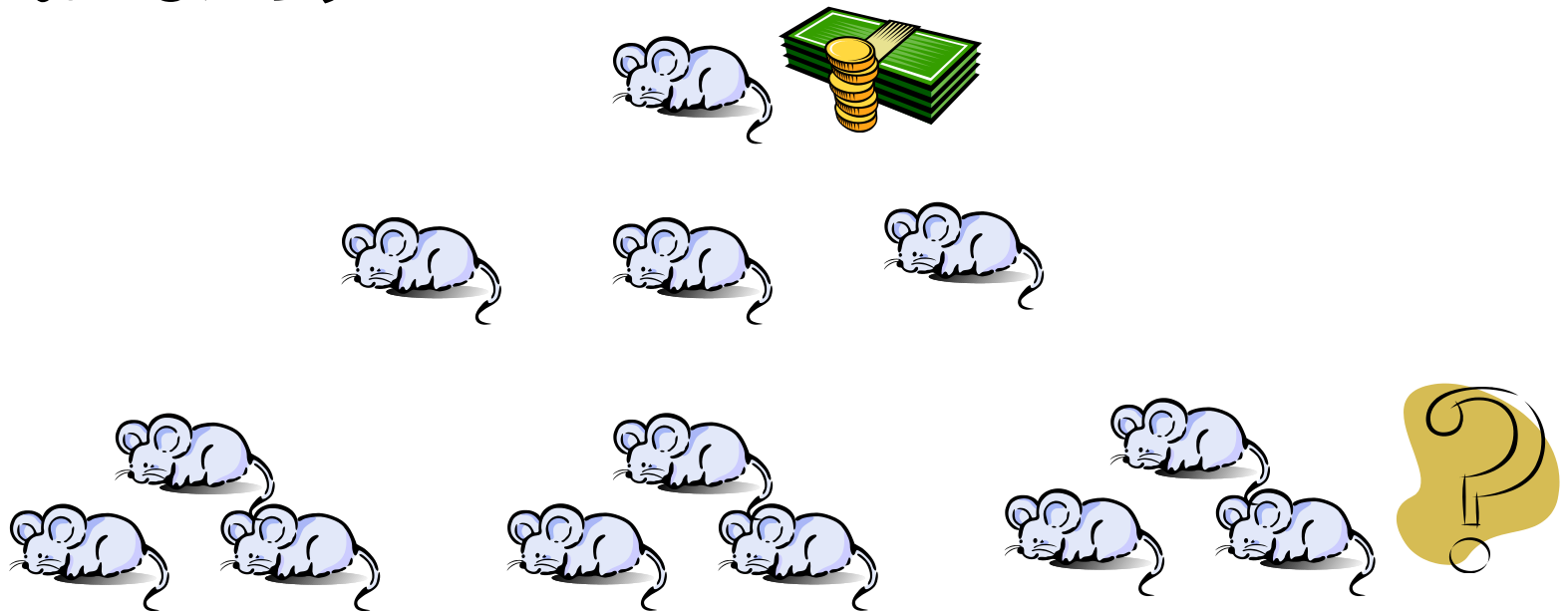
52%増加(1.52倍)

結果の検討

- どこが問題なのか？
- 何がいけなかったのか？
- 改善するためにはどうすればいいのか？
 - モデルの変更
 - 条件の変更・追加
 - 仮定の見直しなど
- 先ほどのシミュレーションについて考えてみましょう

例：ねずみ講のシミュレーション

- 結果の妥当性が常に頭に入っていればシミュレーション自体や実生活での考え方にも役立つ
- 「親」が10人の「子」に商品を販売し、「子」はさらに10人の「孫」に商品を販売してマージンを得るような、いわゆる「ねずみ講」で、世代が10世代まで進んだらどういう事態がおこるだろうか？



常識とセンス

- シミュレーションをおこなう場合、結果(数値)が出るとどうしても信用してしまいがちになる
- 実際には、結果を出すことが目的ではなくそれを使って何かをすることが目的
- 出た結果が妥当なのか、設定や条件は間違っていないか、そもそもモデルは正しいと言えるのか？
- これらの問題を把握するには、常識的な考えと違和感を見落とさないセンスが必要

統計・検定による分析

- 数値データの分析には統計・検定の手法を使用することがある
- データの性質、傾向を分析
 - 算術平均、幾何平均
 - 回帰分析
 - 検定
- また、シミュレーションに使用する乱数がきちんと乱数の要件を満たしているか、なども検定により確かめられる
- 一般的な統計分析や検定はExcelなどでもおこなえる

実データと実験

- コンピュータシミュレーションでは、通常コンピュータ上に構築された数学モデルを使用する
- 現実社会のデータやアンケート調査などによる実データ、人間を使った実験などがおこなえる場合は傾向、数値の検証をおこなう
- 経済学分野での実験は困難とされてきたが、近年は「実験経済学」という分野も発展しつつある

実験とシミュレーション

理論分析

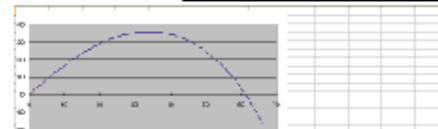
$$ma=F$$

$$\Delta v = a \cdot \Delta t \quad \Delta x = v \cdot \Delta t$$

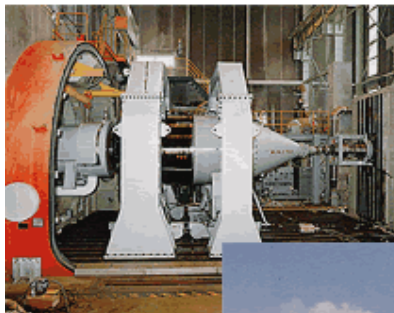
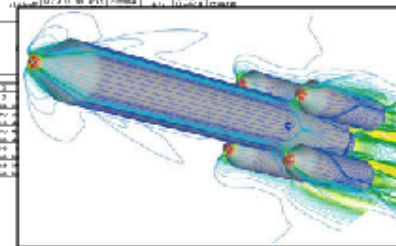
$$v(t + \Delta t) = v(t) + F/m \cdot \Delta t$$

$$x(t + \Delta t) = x(t) + v \cdot \Delta t$$

(コンピュータ)
シミュレーション



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121	144	169	196	225	256	289	324	361



実験 (物理的シミュレーションを含む)

実験とシミュレーション(2)

- 工学的な分野だけでなく、社会・経済システムを考える上でも理論・シミュレーション・実験の関連は重要
- ただし経済・社会システムでは大規模な実験は困難
- 実際の市場の変化・過去の傾向などの記録や実証研究も重要となる

実証研究とシミュレーション

- 経済・社会システムをシミュレーションにより分析する場合、実証研究との関連・比較を無視することはできない
- 様々な統計データ(実際の販売データ、〇〇白書、etc...)
- シミュレーションによる予測と実際のデータの間と同じ傾向があるか？
- 実証研究の結果はシミュレーションの結果を支持するかどうか？

経済学と実験

- コンピュータシミュレーションでは、通常コンピュータ上に構築された数学モデルを使用する
- 現実社会のデータやアンケート調査などによる実データ、人間を使った実験などがおこなえる場合は傾向、数値の検証をおこなう
- 経済学分野での実験は困難とされてきたが、近年は「**実験経済学**」という分野も発展しつつある

実験経済学

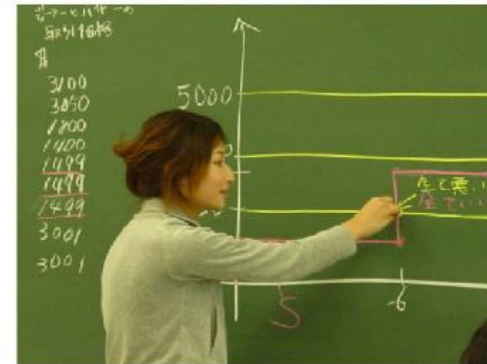
- 経済学のモデルが想定する状況を実験室内に構築し、経済的誘引(主に現金)を被験者に与えて実験をおこなう
- 実験結果と理論解析の結果、シミュレーション結果を総合して分析する



実験の手法

- 手作業による実験：最低限紙と鉛筆があれば実施可能
- コンピュータおよびネットワークを利用する実験：設備や技術は必要だが実験の大規模化や回数の増加が可能

実験の様子



復習問題

- 資料裏面の練習問題を時間の許す限りやってみてください
- レポート課題は後で発表します