

# 2025年前期 経営数学1 需要予測のための数学

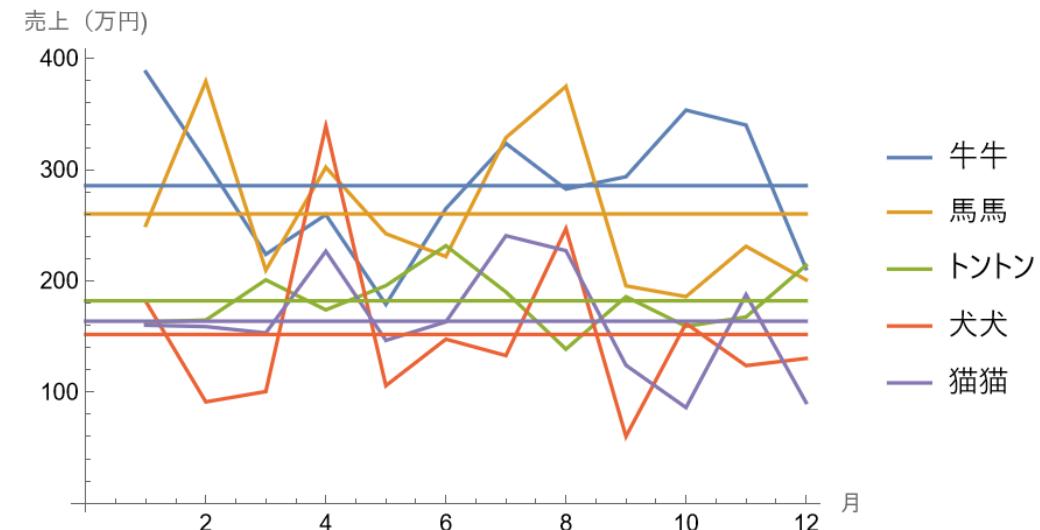
2025年2月25日

学習院大学経済学部経営学科 教授

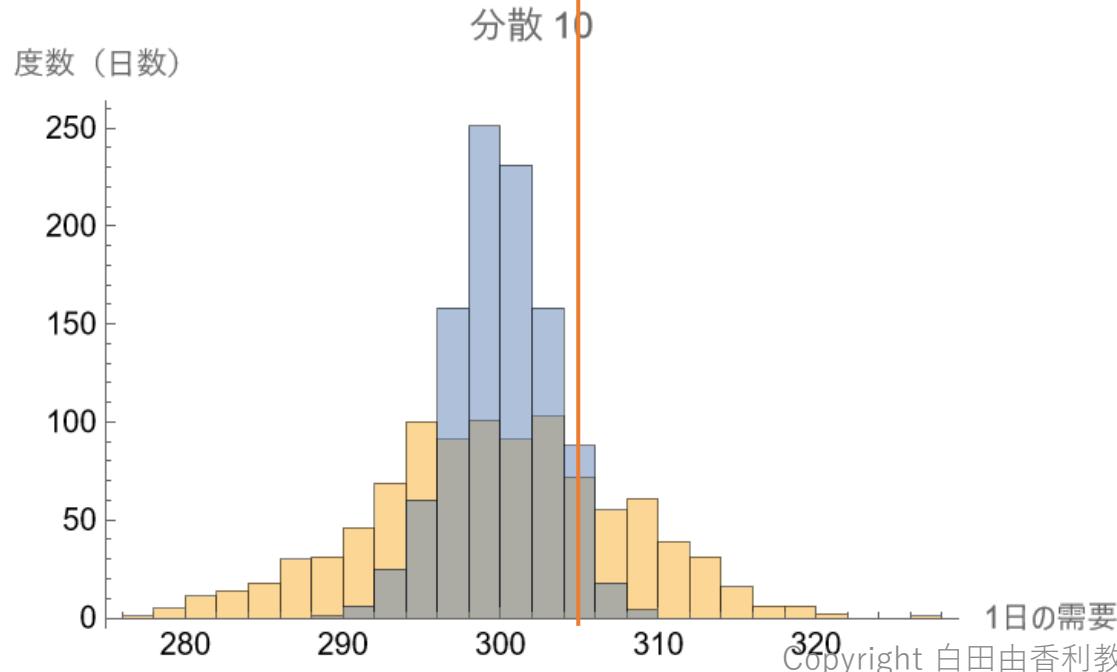
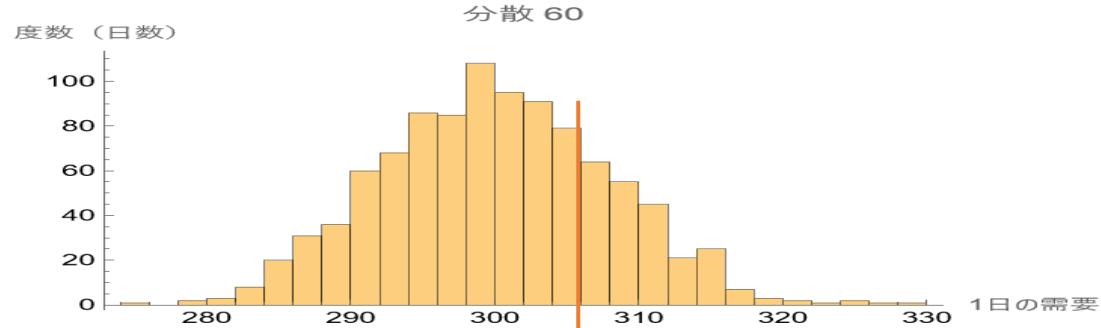
白田 由香利

# 需要予測の重要性

- ・無駄をださない  
例：FOOD LOSS
- ・品切れをおこさない  
販売の機会損失は、損失が見えないが  
みすみす損をしている  
顧客が逃げる
- ・生産・仕入れを過剰でもなく過少でもなく  
精度よく当てていくことが重要



# 売上分散が小さいほうが予測が容易



- ・お弁当の売上数 3年分のヒストグラム（上図黄色の店）
- ・305個仕入れて、需要が300個ならば、5個売れ残り
- ・305個仕入れて、需要が310個ならば、5個分不足で品切れ
- ・青の店は売上分散が黄色よりも小さい（下図の青のヒストグラム）
- ・同じ305個を仕入れても、青の店のほうが売れ残りの確率が低い

# 需要予測の重要性

- ・これまで認識されてきた商品供給や「サプライチェーン・マネジメント」のためだけでなく、より市場に近いマーケティングや営業、さらに経営管理やファイナンスといったビジネスコアとなる領域の意志決定のために需要予測は使える
- ・山口雄太：「すごい需要予測」， PHP研究所， 2022

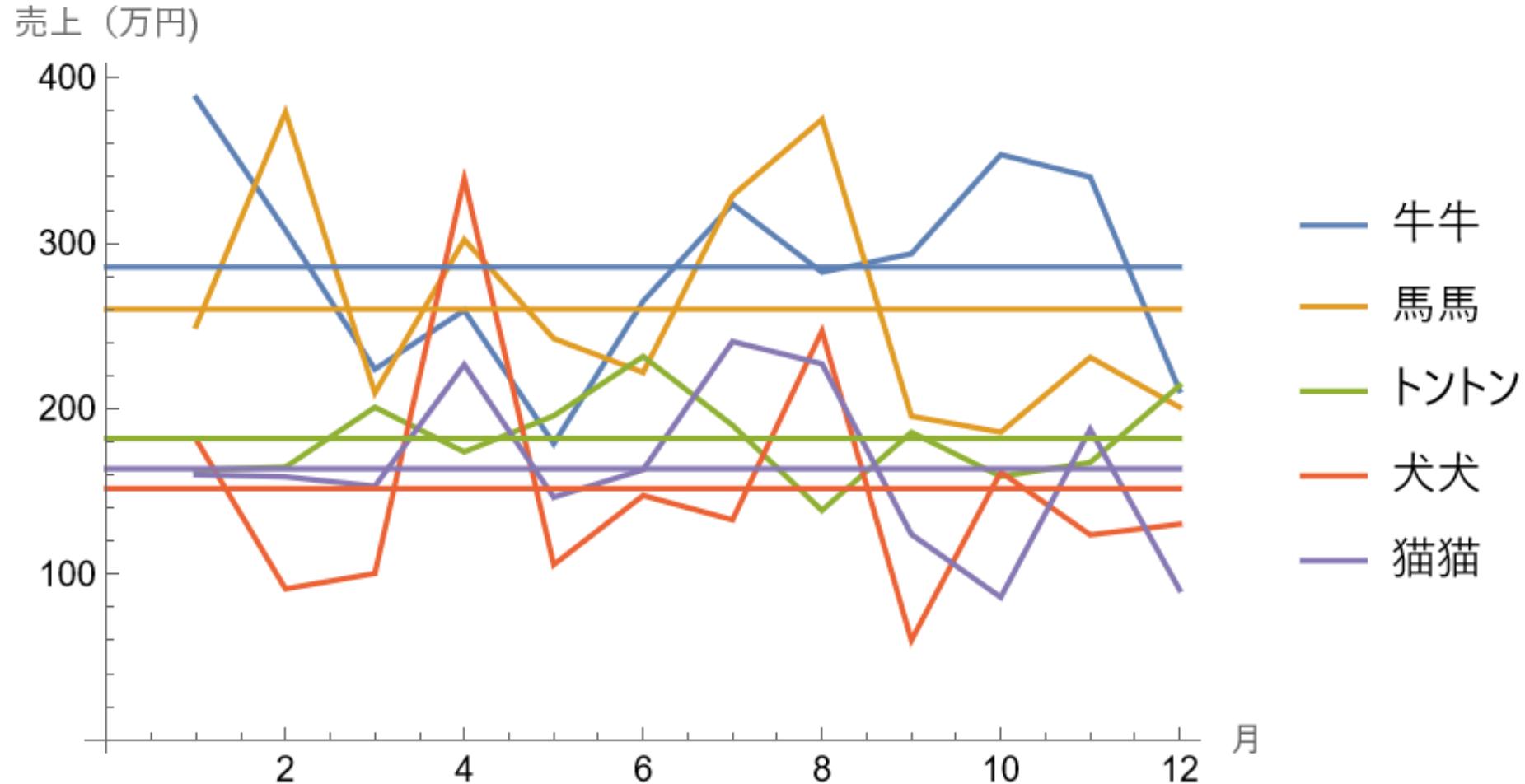
# 分散は需要予測で重要

分散は可能な限り小さくすべき

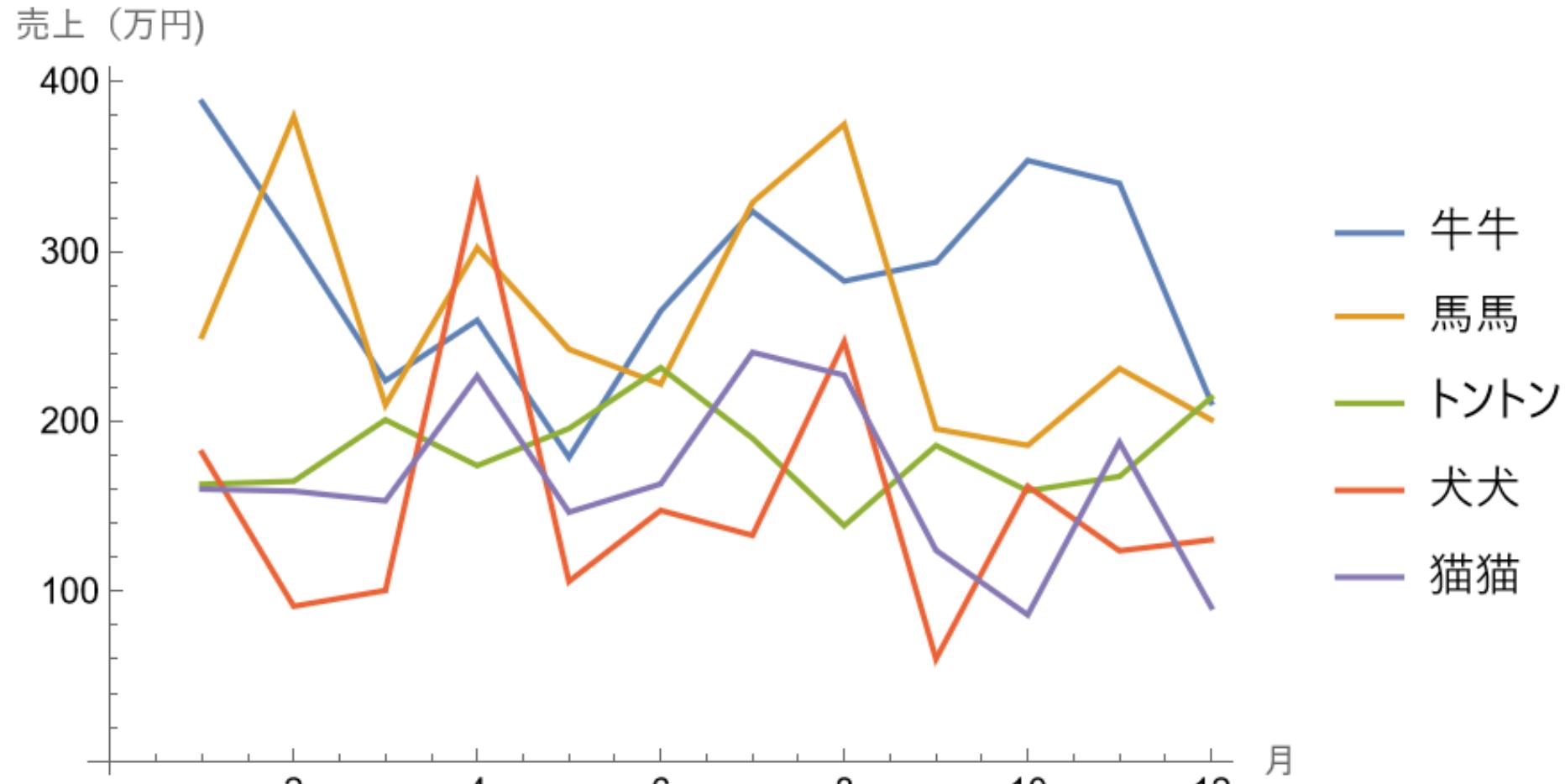
# 大口顧客にディスカウント（平均と分散）

- ・動物シティで、お酒の卸業「やまやま」
- ・大口顧客の居酒屋チェーン店は5つ
  - 1. 牛牛
  - 2. 馬馬
  - 3. トントン
  - 4. 犬犬
  - 5. 猫猫
- ・顧客や時間帯、地域によって価格を変動させる  
さらに詳細な価格設定などが可能となってきた
- ・2022年の月ごとの売上データから、ディスカウント後の収入を計算

# お酒をたくさん買ってくれているのは？ 平均



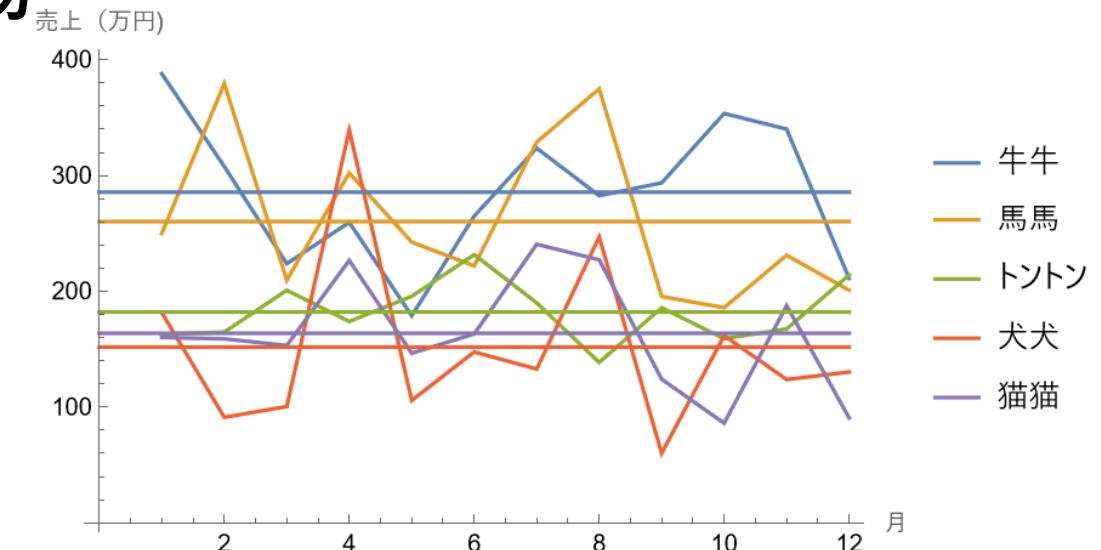
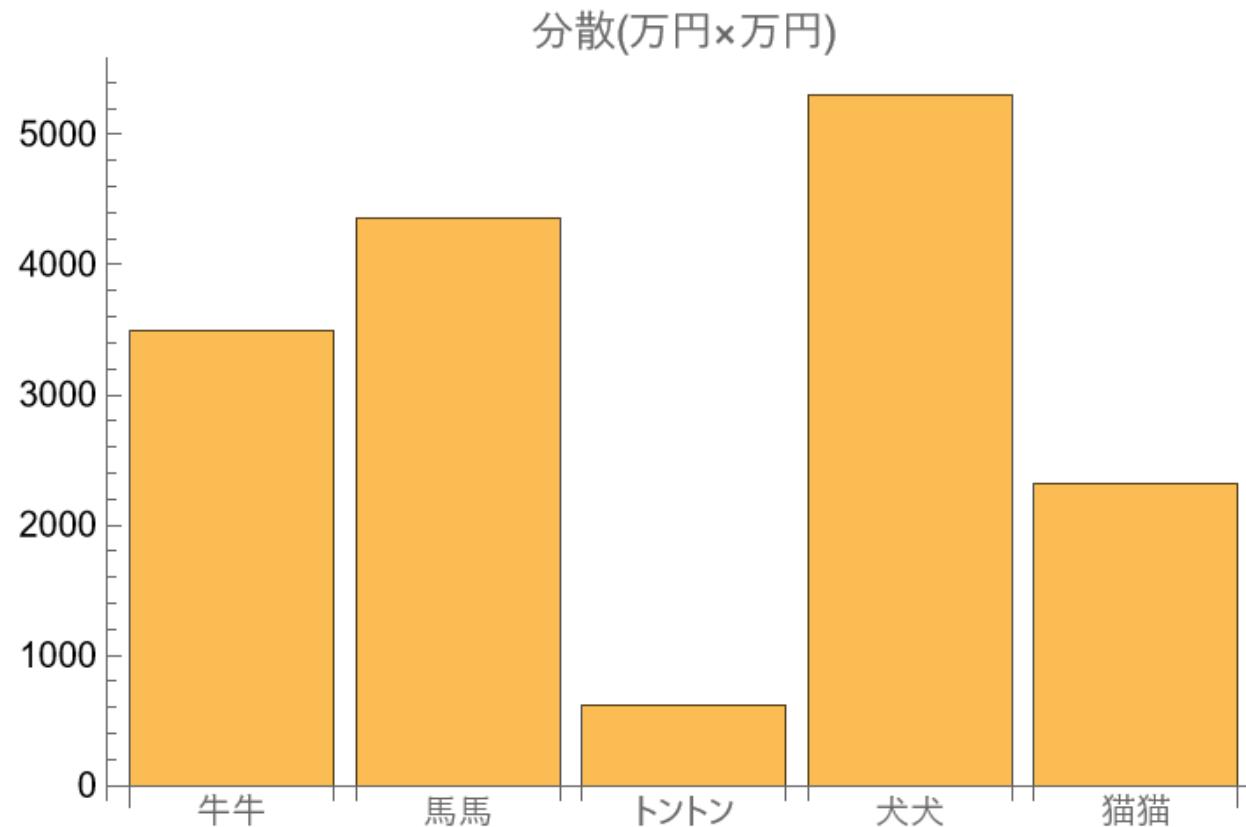
# 変動が大きいところはどこですか？



# 偏差の平方和を自由度で割る

# 分散

- 分散が小さいほうが需要予測が容易

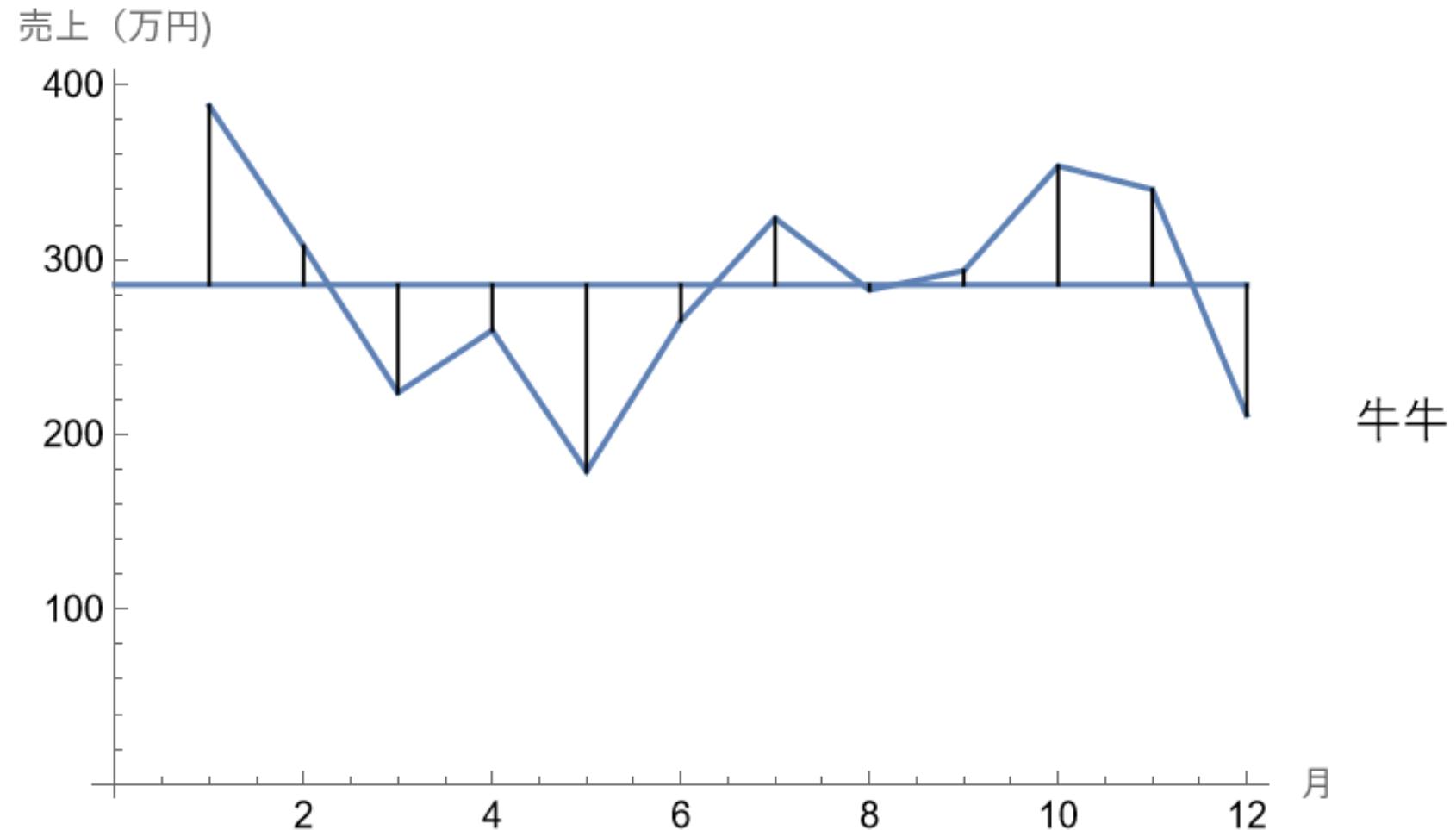


この例では、12か月の間に制約はないので  
自由度は12

# 平均からのずれ

# 偏差

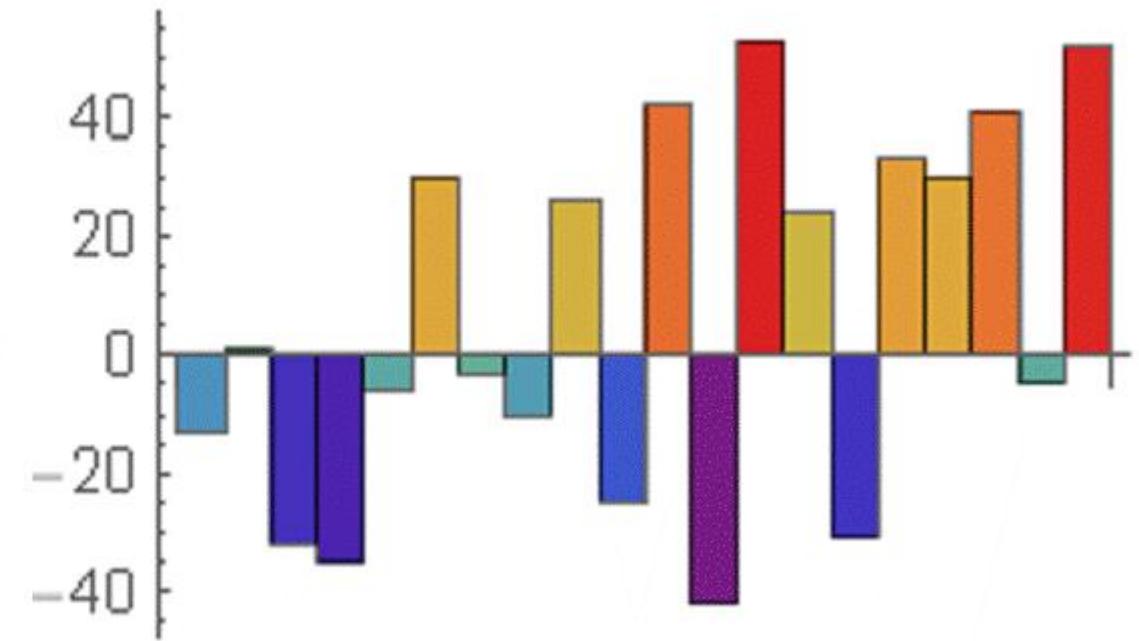
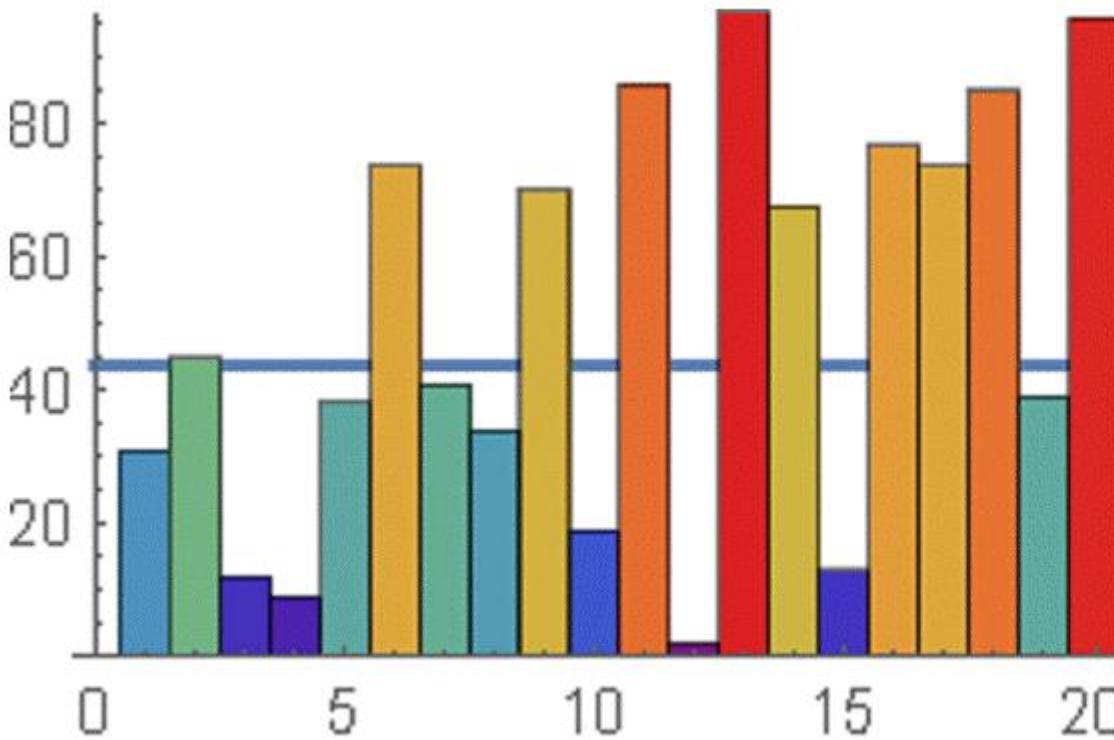
- ・牛牛の偏差の月変化



# 平均

<https://www-cc.gakushuin.ac.jp/~20010570/VDStat/>

- 平均からのずれを偏差という



# 統計の公式

- 平均  $\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$

- 分散 : 偏差の平方和を自由度で割った値

- 全データが自由に動ける場合 (記述統計)  $Var(X) = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{X})^2$

- 推測統計の場合、母平均の代わりに標本平均を用いているので

自由度が1減る。  $Var(X) = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{X})^2$

- 標準偏差は、分散のルートを取った値 (記述統計版と推測統計版がある)

- 共分散 : 変数x, yの関係を表す

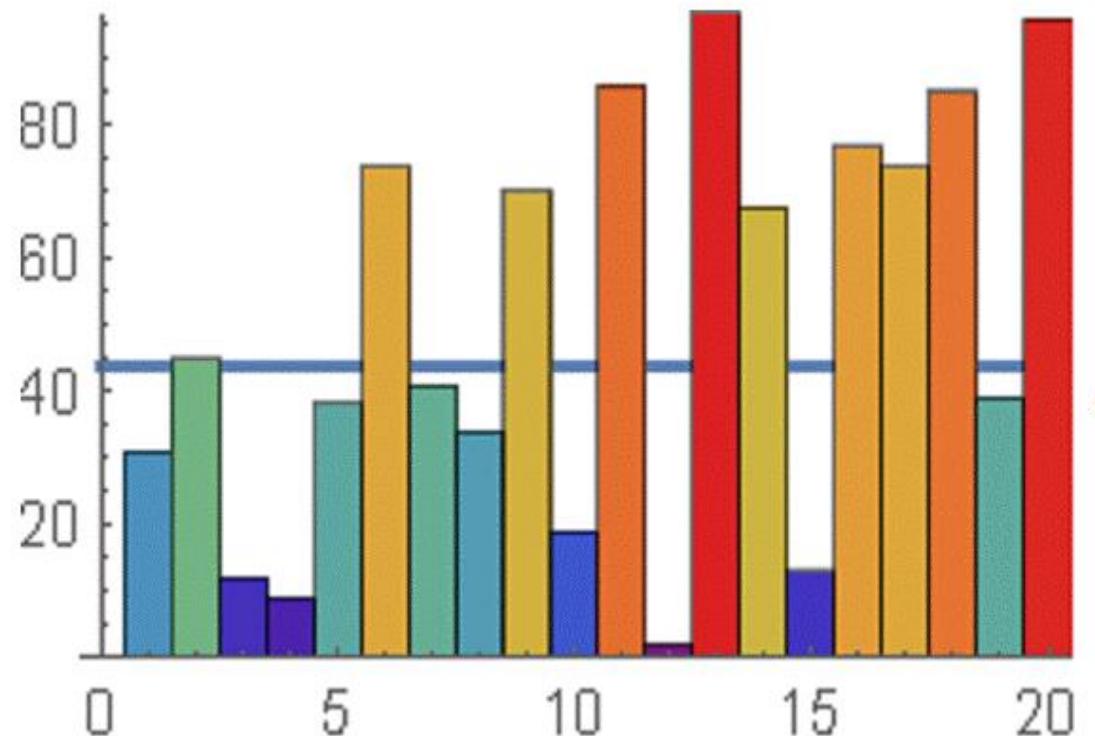
$$S_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{X}) \times (y_i - \bar{Y})}{n-1} \quad (\text{推測統計の場合})$$

- 相関係数  $r_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} S_{yy}}}$

共分散を、xの標準偏差と y 標準偏差で割った値

# 平均 分散, 標準偏差

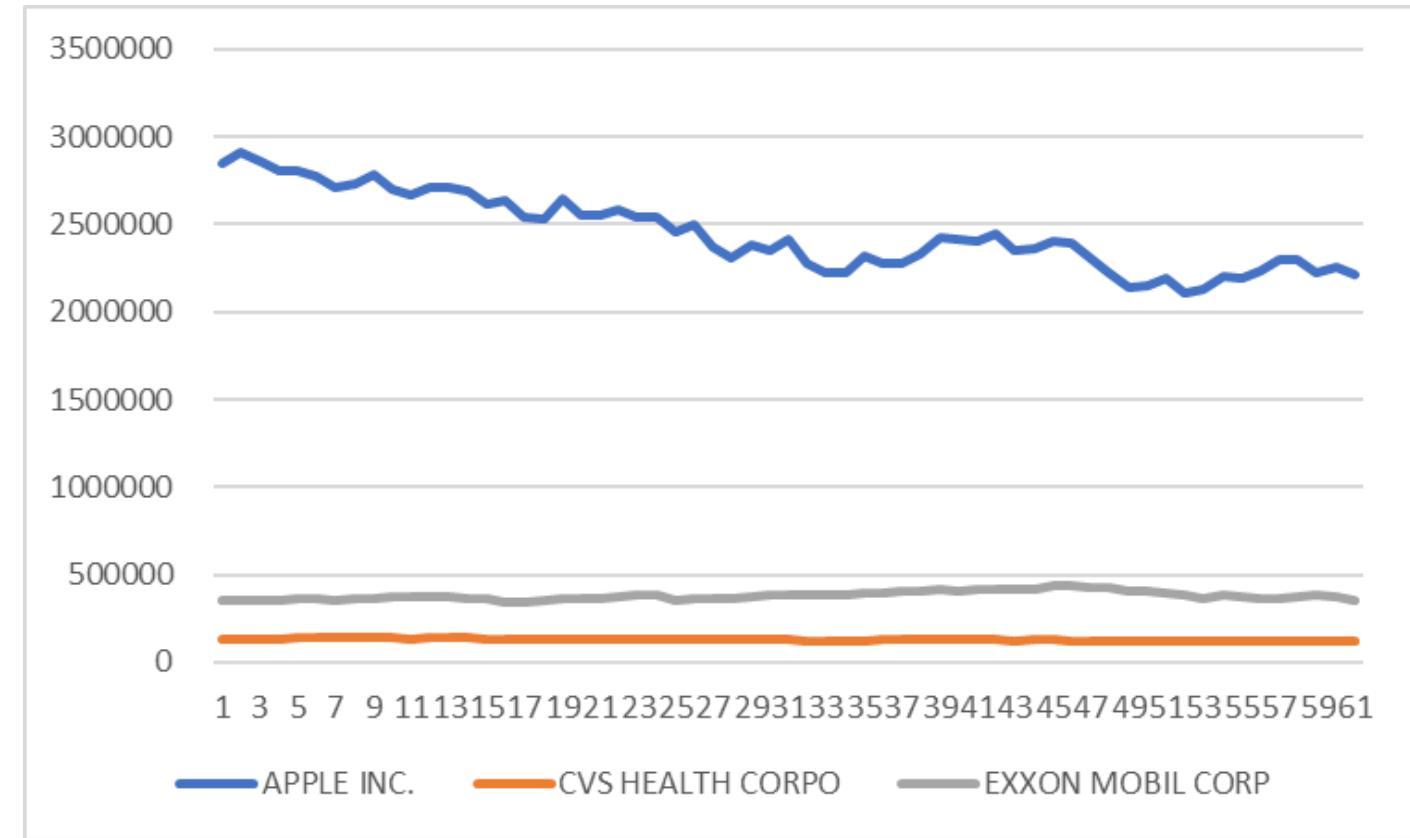
- ・対象が母集団か標本かで計算式が異なり, EXCELの関数も異なる.
- ・母平均, 標本平均 average
- ・記述統計
  - ・母集団の分散（母分散） var.p
  - ・標準偏差 stdev.p
- ・推測統計
  - ・標本分散(不偏分散) var
  - ・標準偏差 stdev



# 株価変動の標準偏差はリスクと呼ぶ

リスクが大きいと上るときは上がるが、下るときは下がる。

- APPLEの時価総額分散が大きい
- APPLEに比較して、他の2社の動きは殆ど無い
- 株の場合、一定期間30日とか60日とか期間を限定して、平均、リスクを計算する
- 期間に依存して平均やリスクも変化する

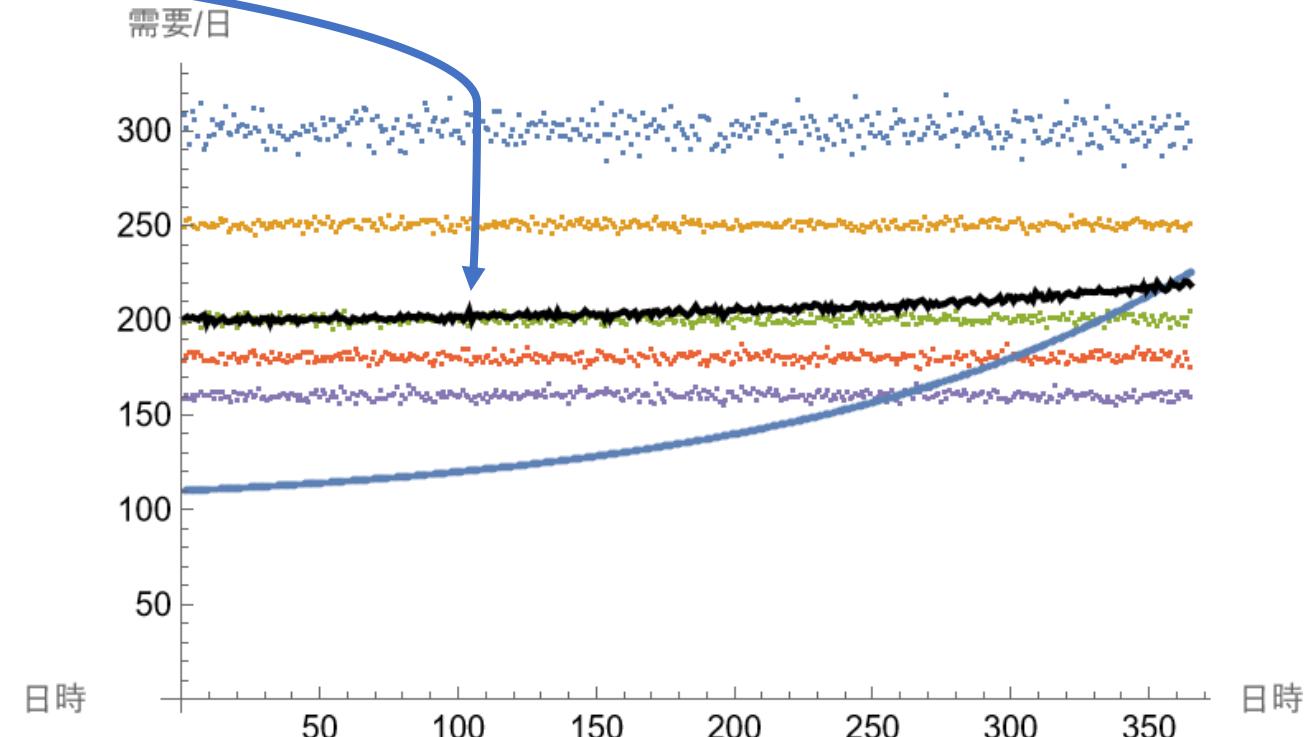
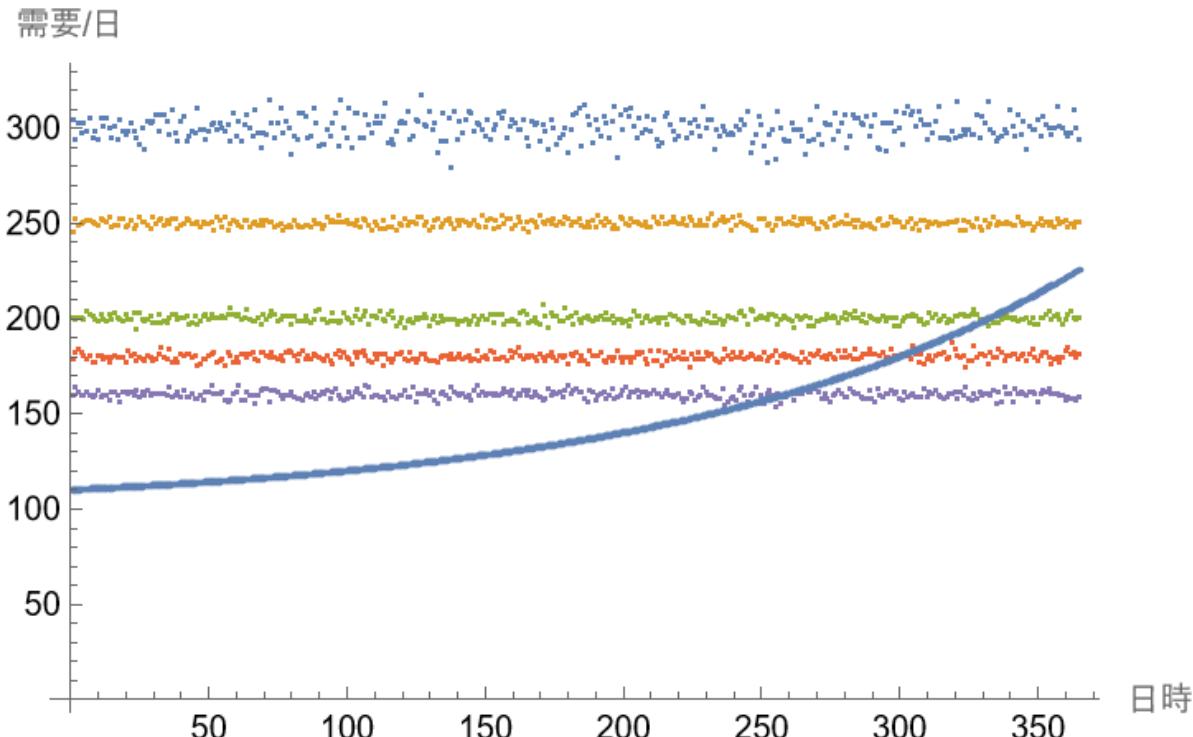


# 全体平均では見えない売れている品目

- ・例：アパレル猫猫ではCOVIDのため、洋服全般の売上が落ちているが、**ダウン**だけは売り上げが伸びている。
- ・全体平均でみないで、個別に調べる
- ・どれが売れていないのか、どれが売れているのか
- ・売れているものを即、製造して売りたい→SCMのスキル  
3か月後に商品棚に並んでも、既に季節は変わっている。  
売れない。

# かすかな兆候を見逃さない

- 平均では分からない個別商品の売上の伸び



# どうやって見つける？

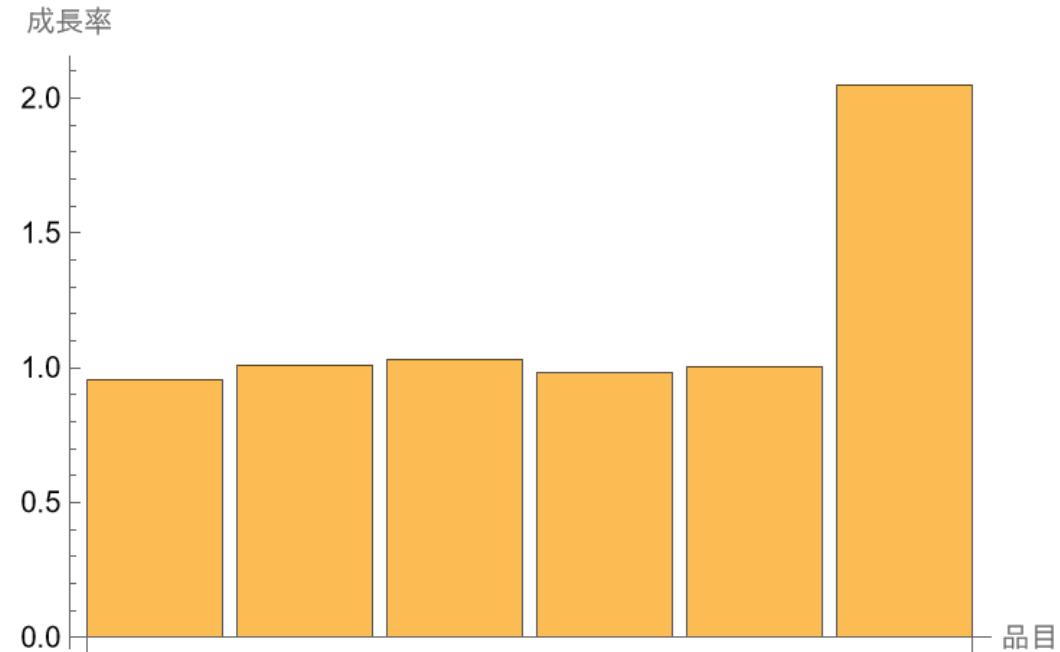
## 1. 比をとる

1. どこかの月をベース1として、単純に毎月の比を計算

2. 月の成長率は

$$\frac{(\text{当月} - \text{前月})}{\text{前月}}$$

12か月分のデータの場合、成長率が11個求まる。1年間の平均成長率は、幾何平均で求める。



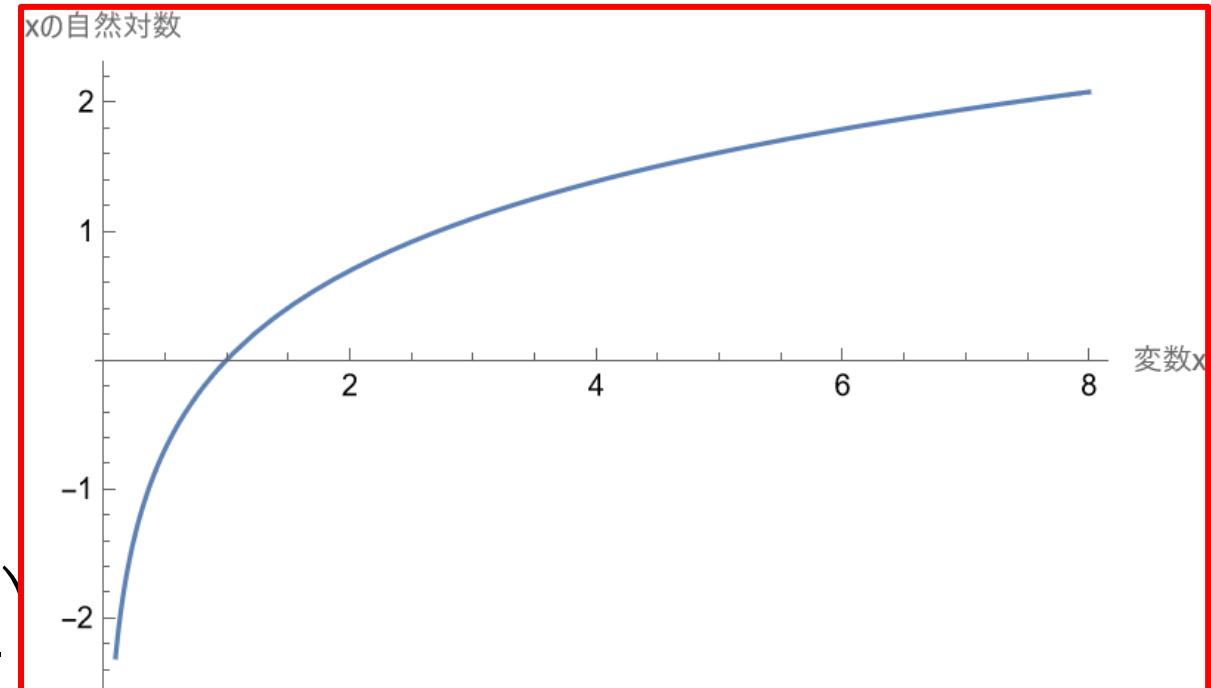
# どうやって見つける？

## 2. リターン：前日比の自然対数

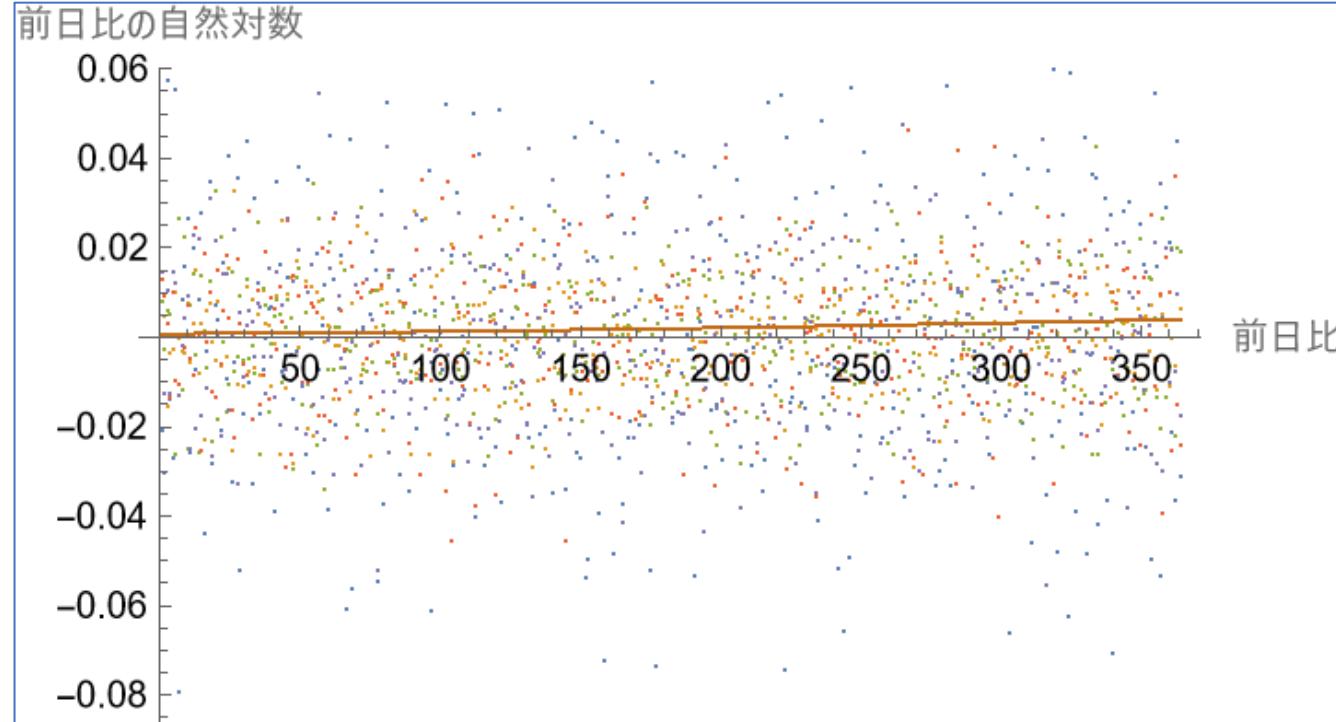
- 対数関数は  $x$  が1以上で正
- 前日値を上回ると正
- 前日値を下回ると負
- 株価ではリターンを用いる  
 $100 \rightarrow 130 \rightarrow 100$  と値動きしたときに、差し引き0になるから

$$\begin{aligned} & \log\left(\frac{130}{100}\right) + \log\left(\frac{100}{130}\right) \\ &= \log 130 - \log 100 + \log 100 - \log 130 = 0 \end{aligned}$$

- $\frac{130}{100} + \frac{100}{130}$  では 0 に戻らない。



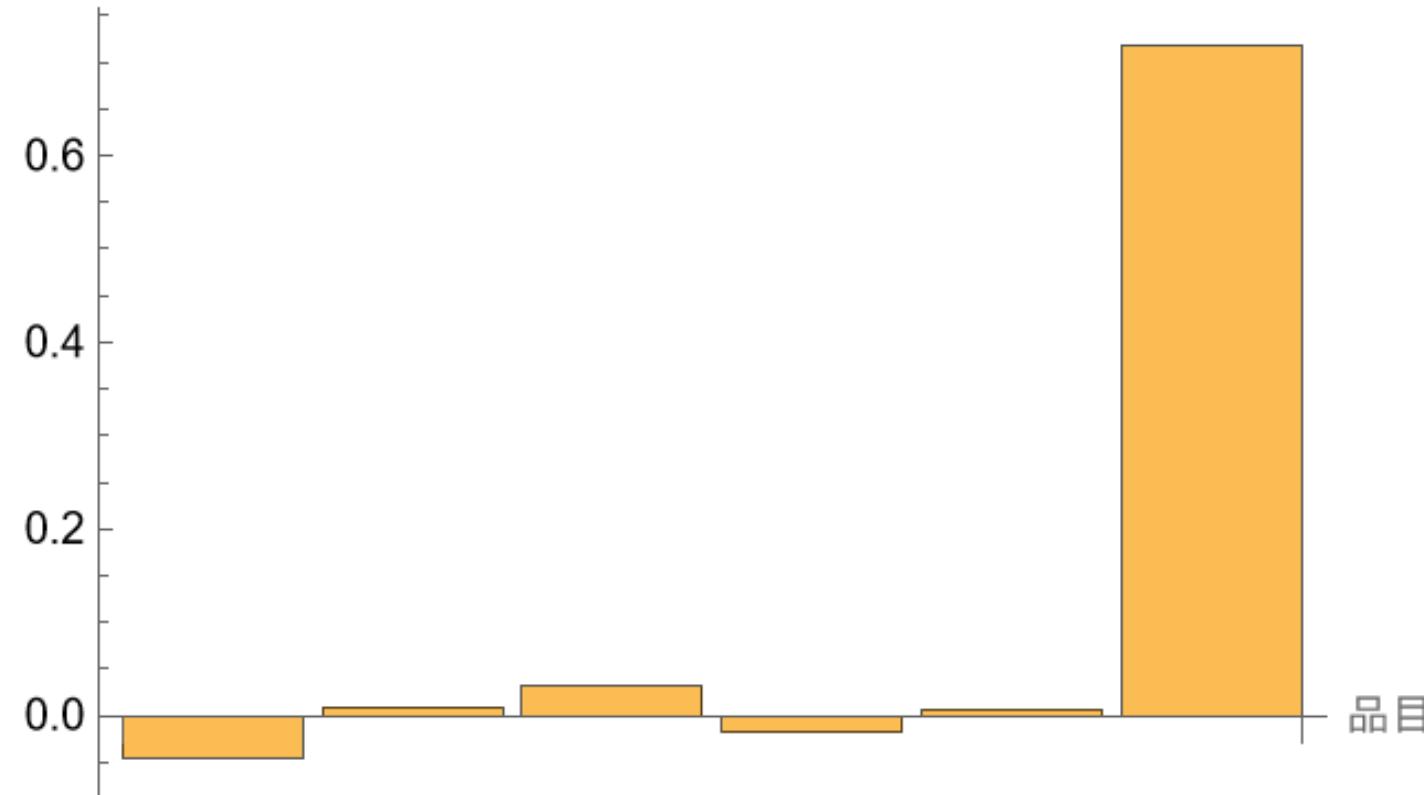
# リターン 伸びている品物はリターンが正の値



- ・一方、フラットな変動のリターンは正と負の値が入り混じっている

# 伸びている品物は正の値が多い 1年で合計とれば、大きな正の値

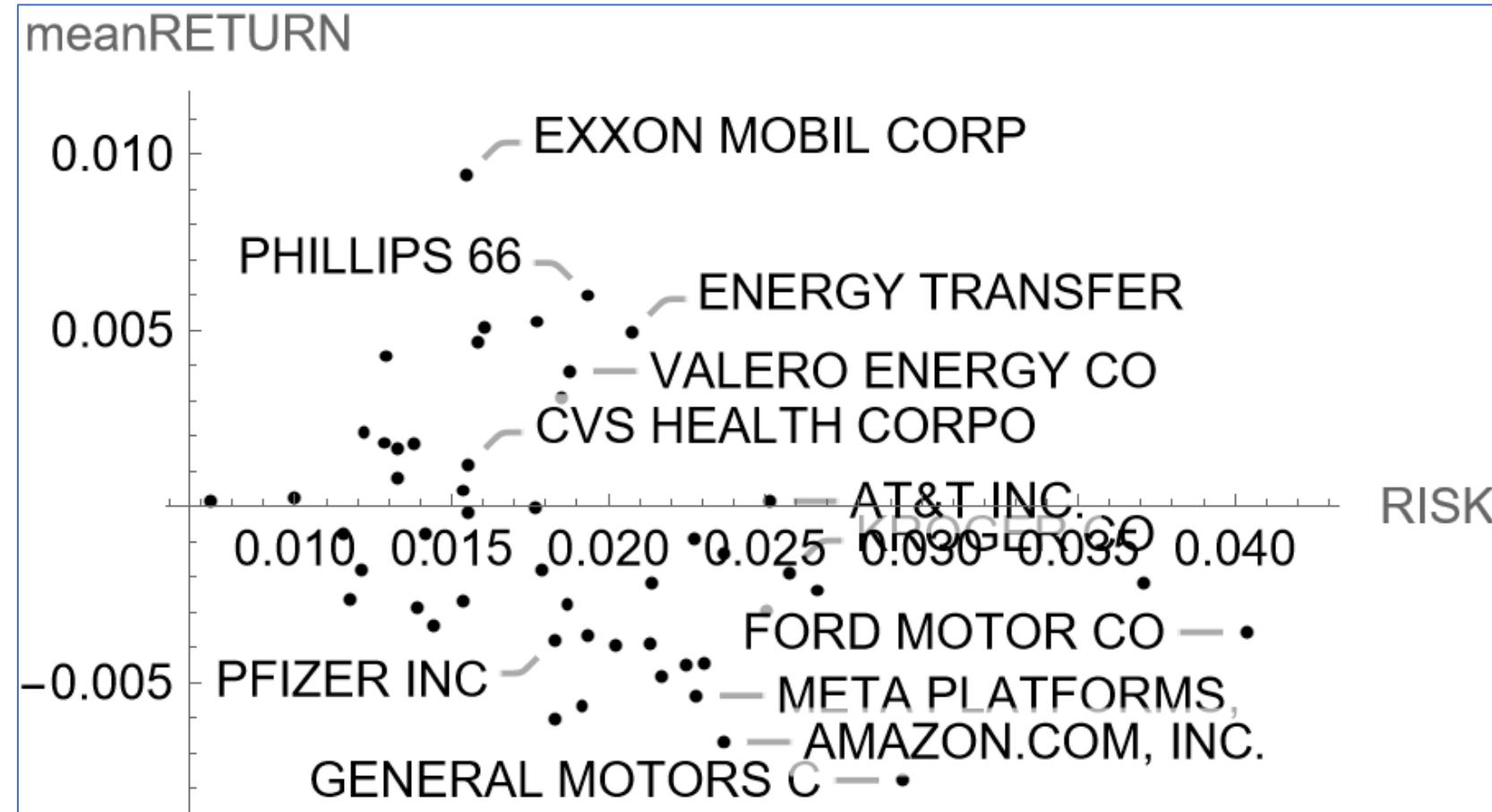
前日比の自然対数、の合計



# リスクと平均リターンの散布図

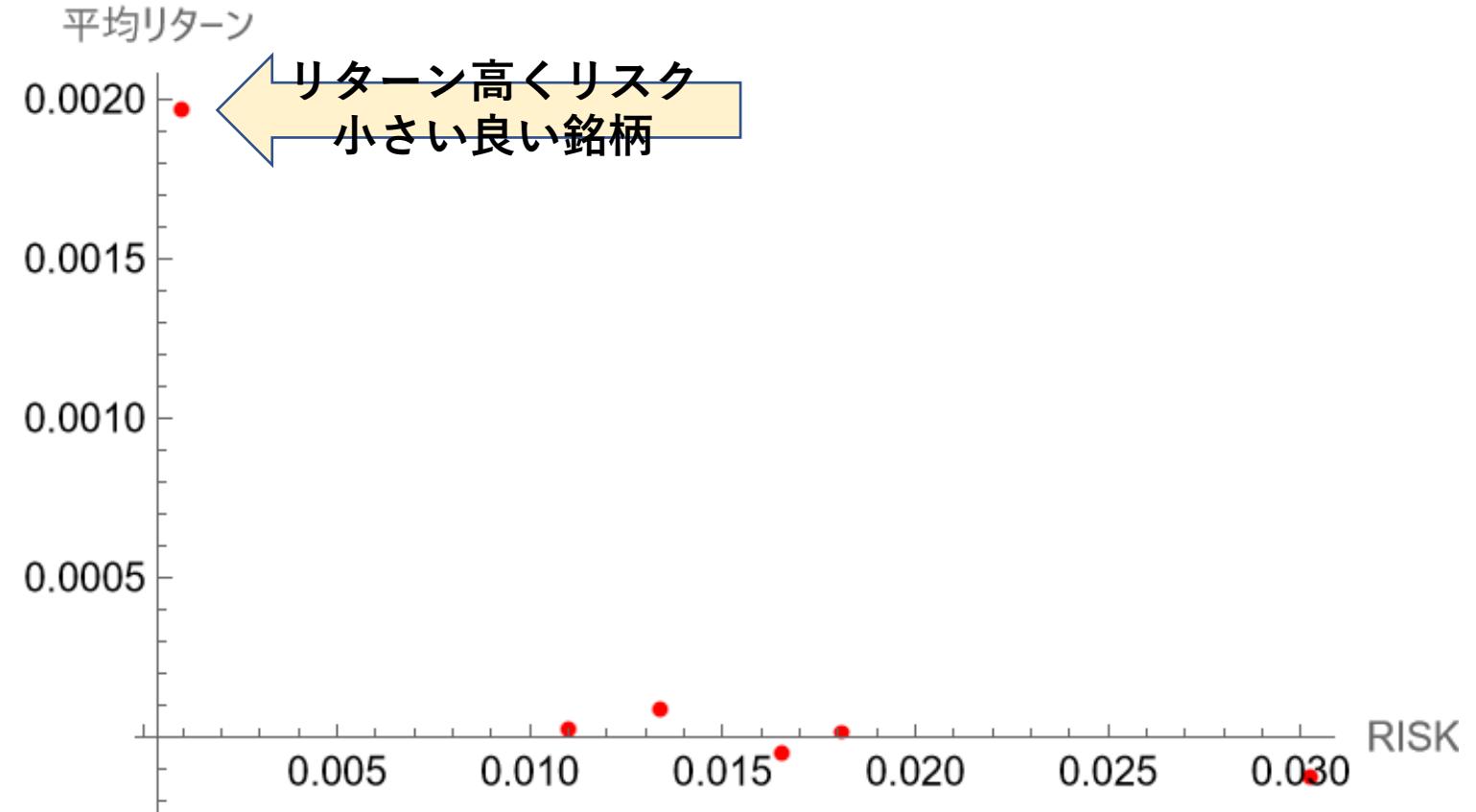
## マーコウイツツの散布図

- ・平均リターン
- ・リスク：リターンの標準偏差



株価分析では、  
前日比の自然対数をリターンと呼ぶ  
その標準偏差をリスクと呼ぶ

- 30日間などの期間を区切って、平均リスクとリターンを各銘柄について計算。
- 右図のようにプロットマーコウィッツの散布図



# リターンの定義

$$\log_e \frac{S_j}{S_{j-1}}$$



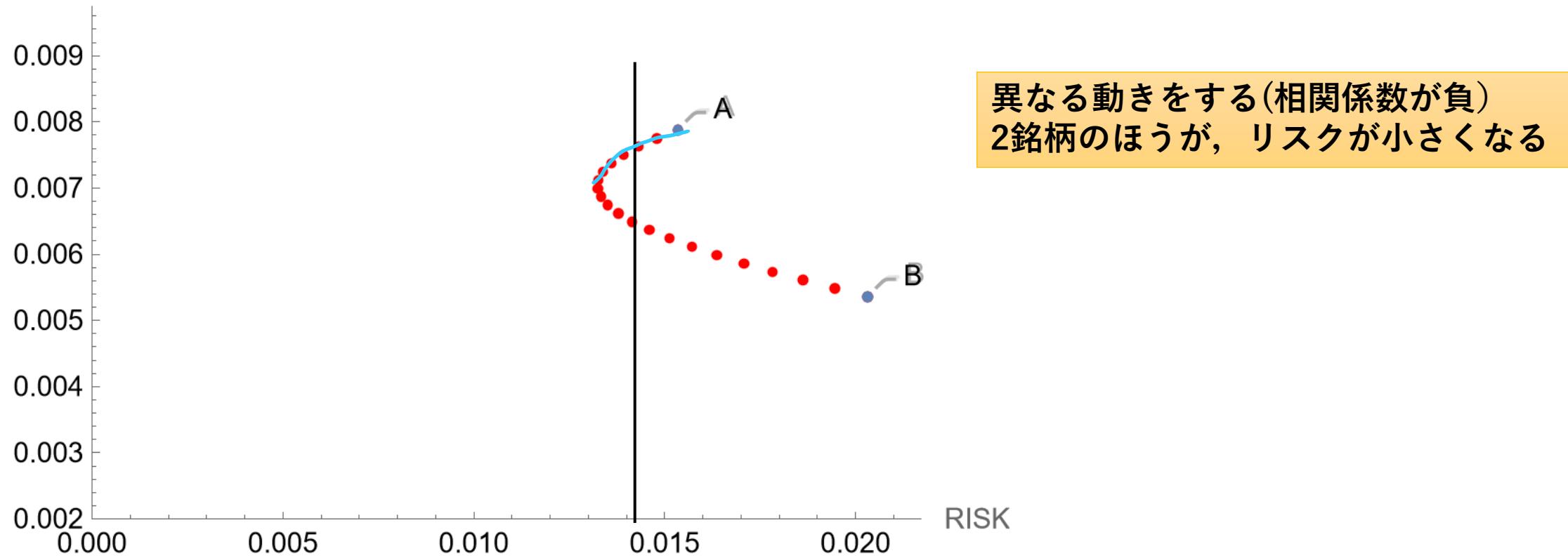
上昇すれば正の値  
下落すれば負の値



# 効率的フロンティア 同じリスクならば平均リターンが高いほうがよい

- ・ポートフォリオ：複数の銘柄の組合せでリスクを減らす

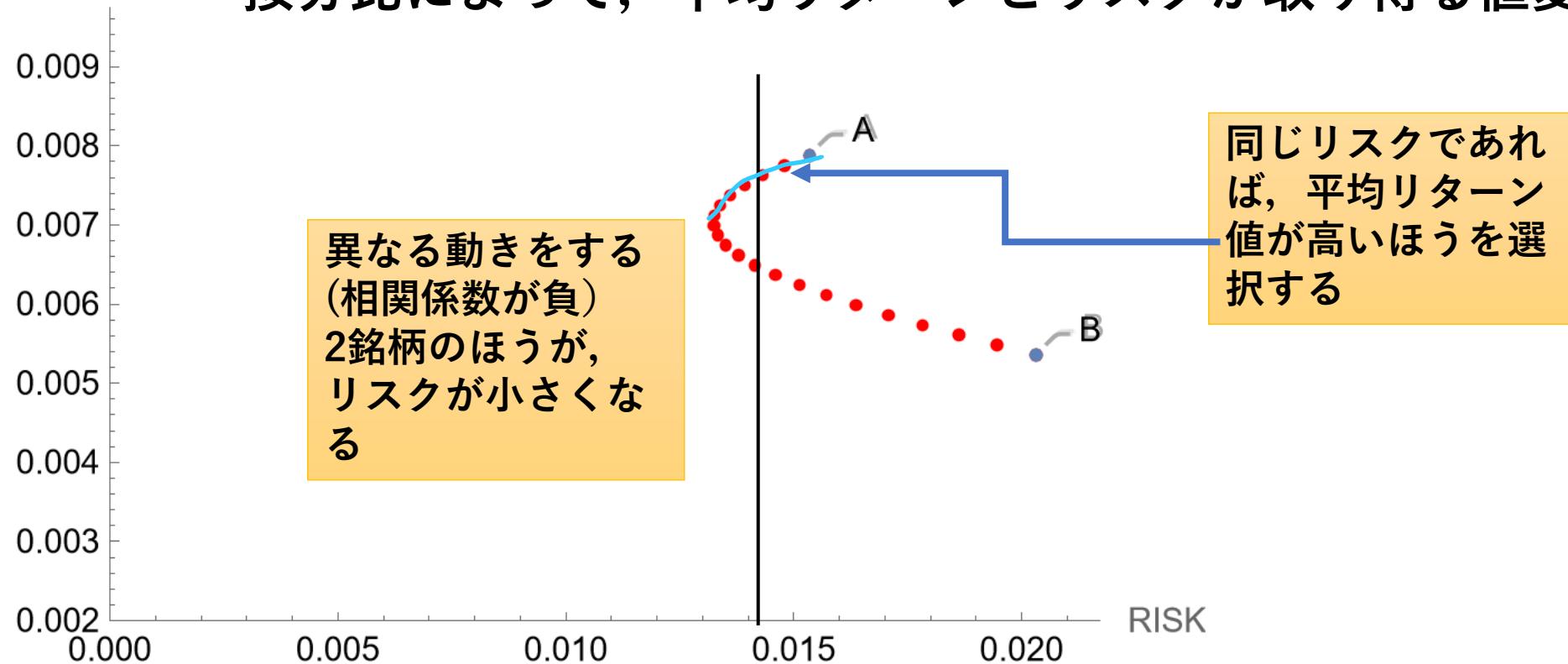
meanRETURN



# 効率的フロンティア 同じリスクならば平均リターンが高いほうがよい

- 銘柄AとBを按分して買う → ポートフォリオ

- meanRETURN 按分比によって、平均リターンとリスクが取り得る値変わる



# マークットポートフォリオ シャープレシオ最大化問題

- 最適解は、A 80%, B 20% というポートフォリオ

合理的な投資家は  
CML上の、国債と  
マークットポートフォリオ  
を組合せたポートフォリオ  
にする

