

2024年前期 経営数学1 需要予測のための数学

2024年2月25日

学習院大学経済学部経営学科 教授

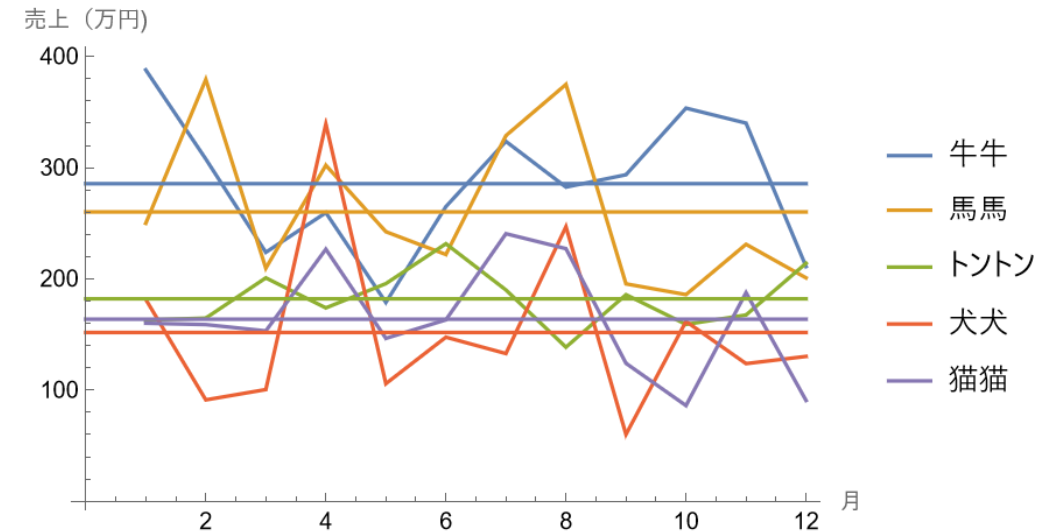
白田 由香利

需要予測の重要性

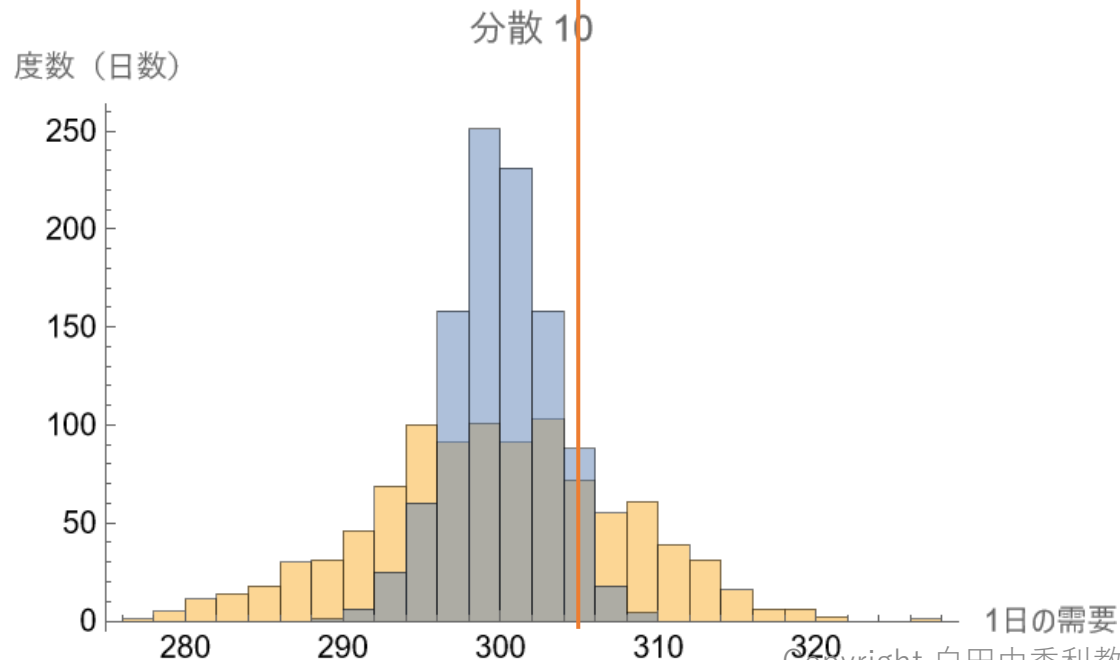
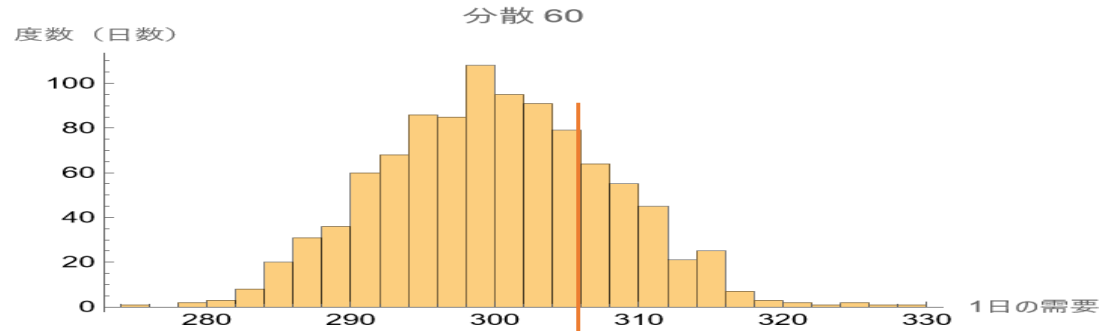
- **無駄をださない**
例：FOOD LOSS

- **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

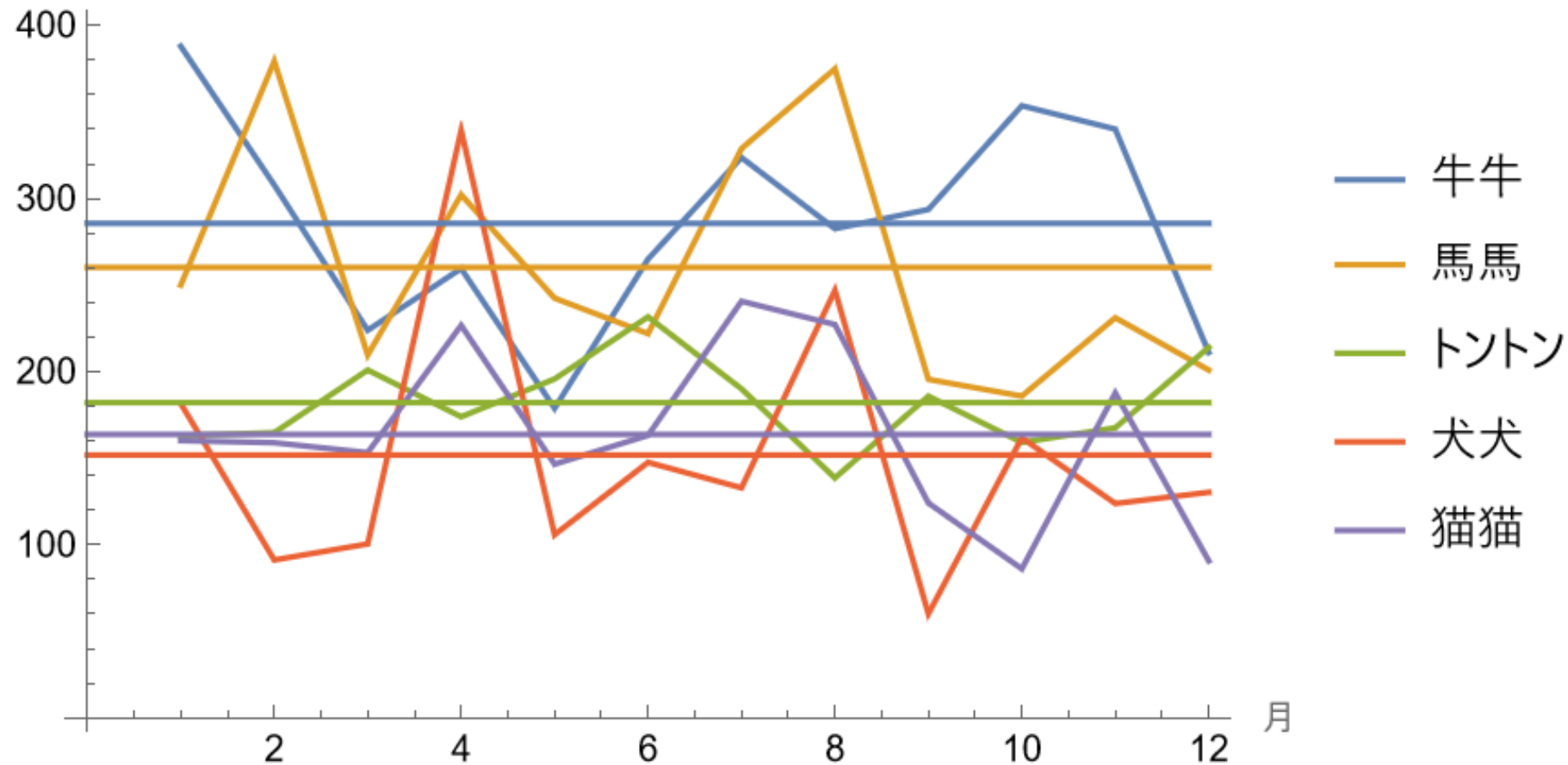
分散は可能な限り小さくすべき

大口顧客にディスカウント（平均と分散）

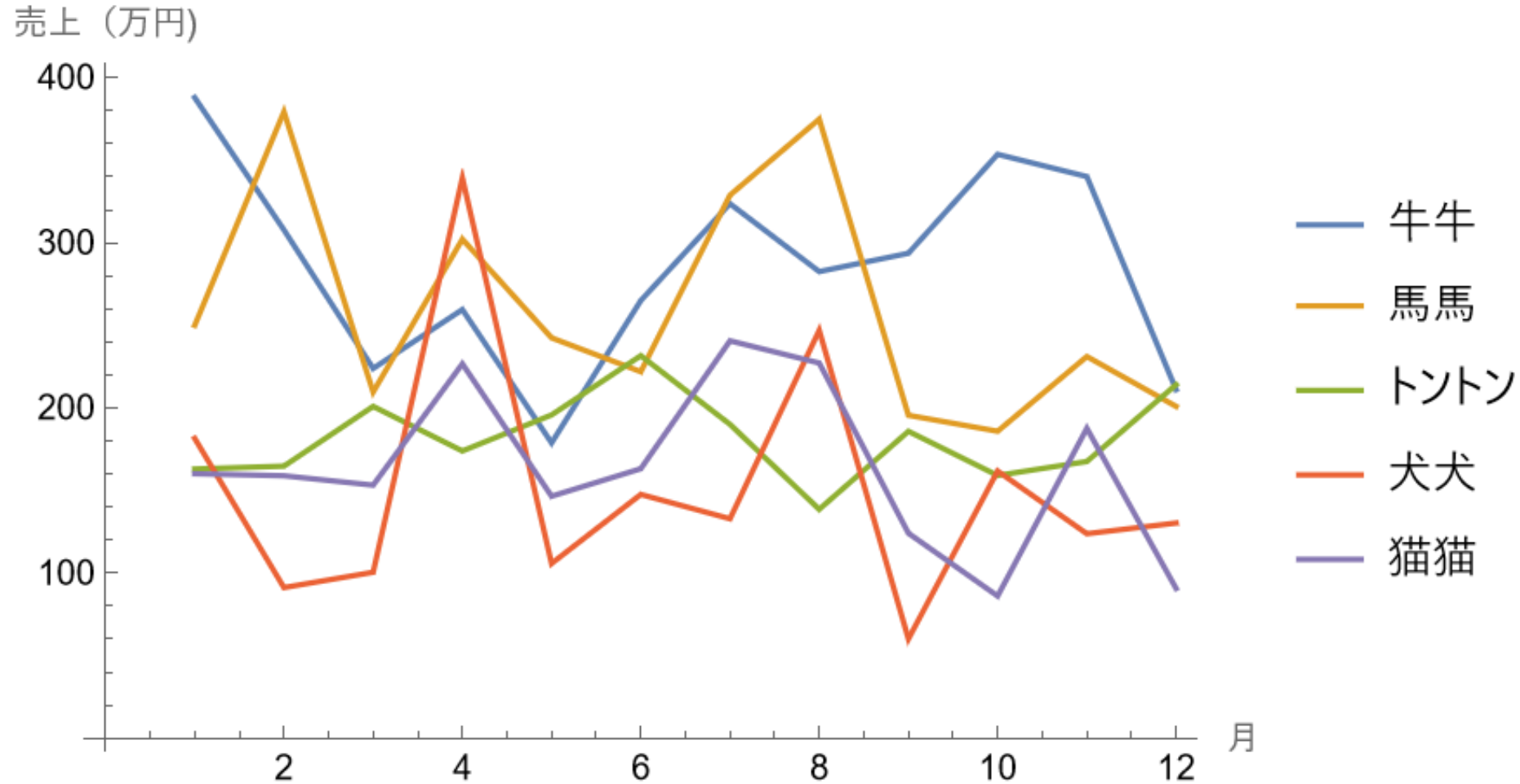
- 動物シティで、お酒の卸業「やまやま」
- 大口顧客の居酒屋チェーン店は5つ
 1. 牛牛
 2. 馬馬
 3. トントン
 4. 犬犬
 5. 猫猫
- 顧客や時間帯，地域によって価格を変動させる
さらに詳細な価格設定などが可能となってきた
- 2022年の月ごとの売上データから，ディスカウント後の収入を計算

お酒をたくさん買ってきてくれているのは？ 平均

売上 (万円)

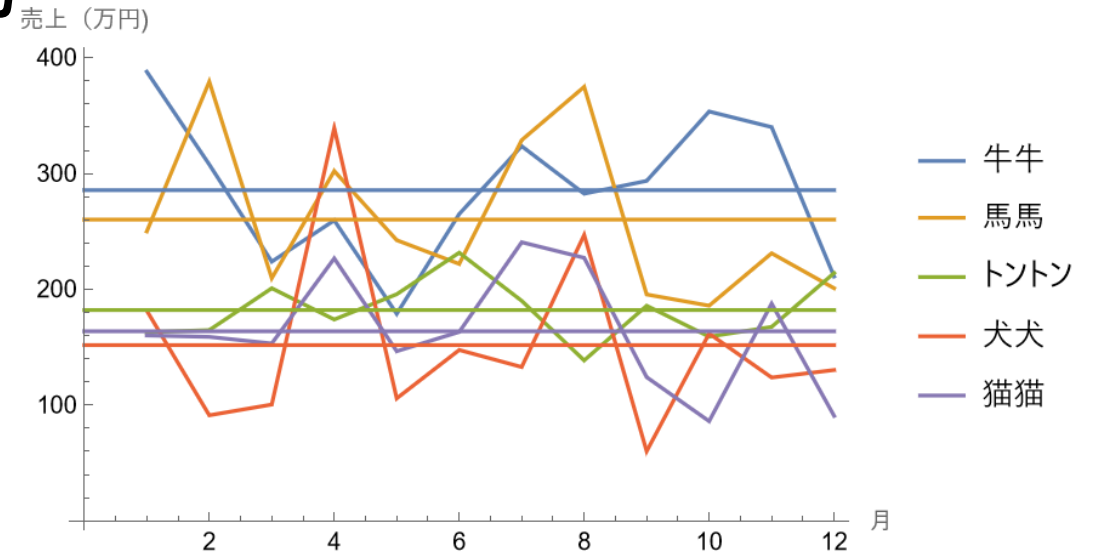
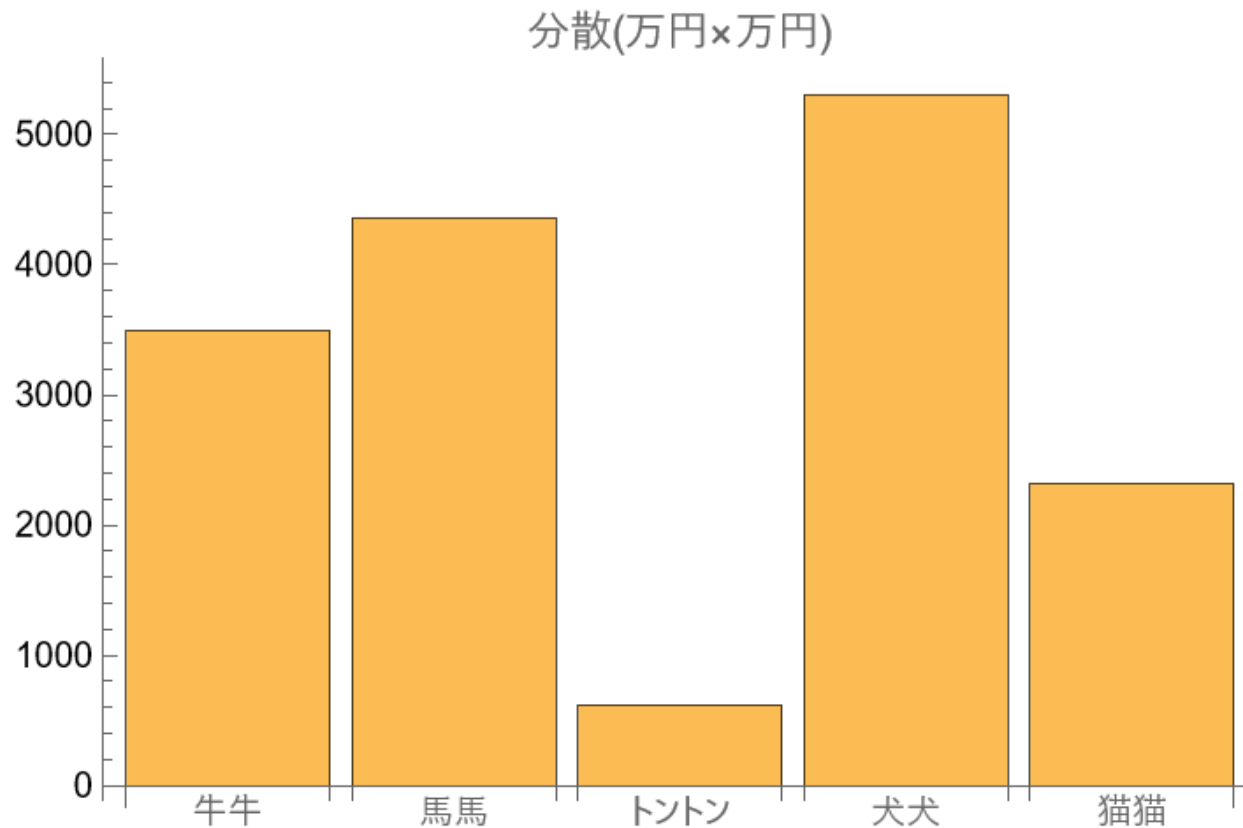


変動が大きいところはどこですか？



偏差の平方和を自由度で割る 分散

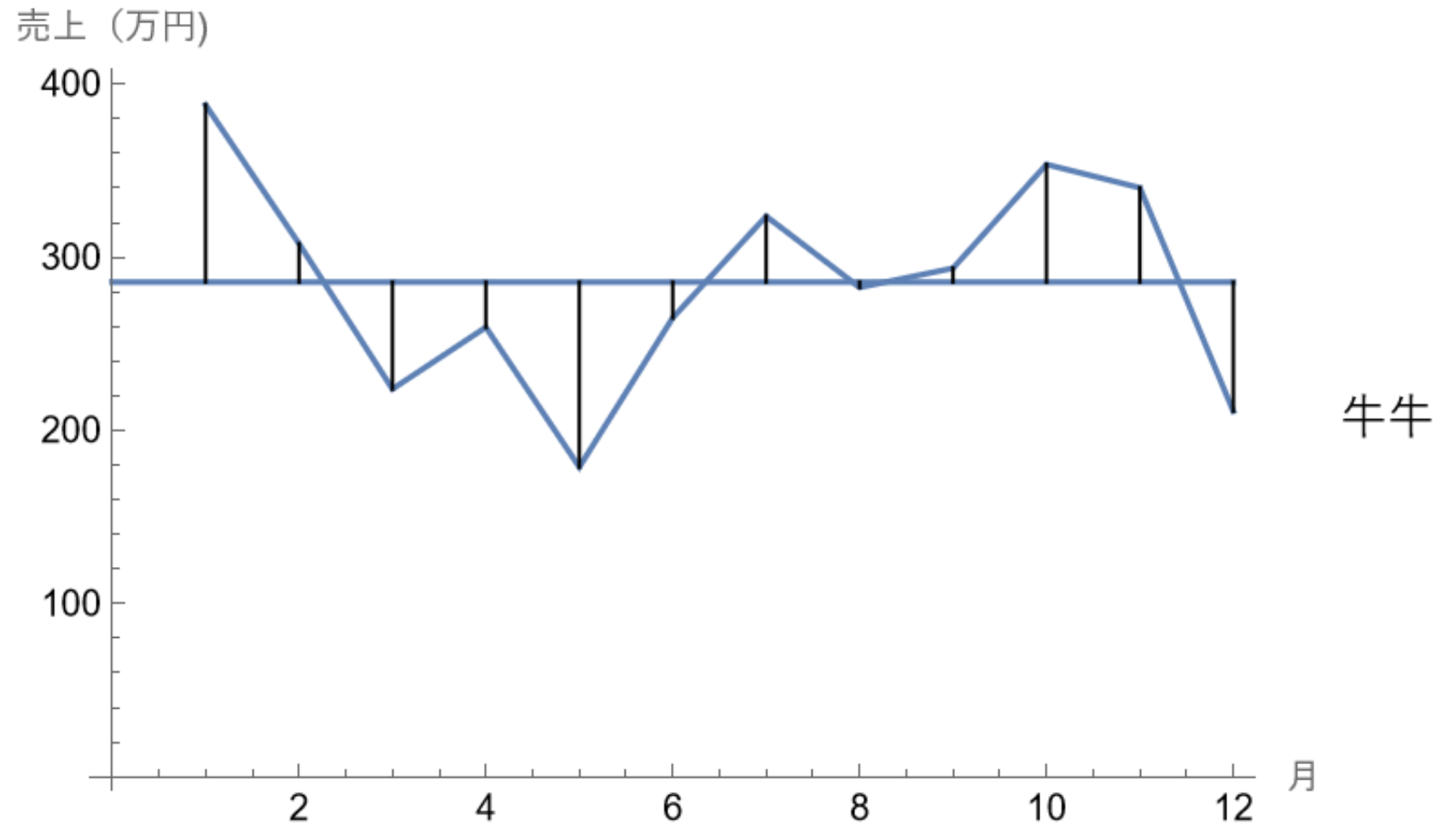
- 分散が小さいほうが需要予測が容易



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

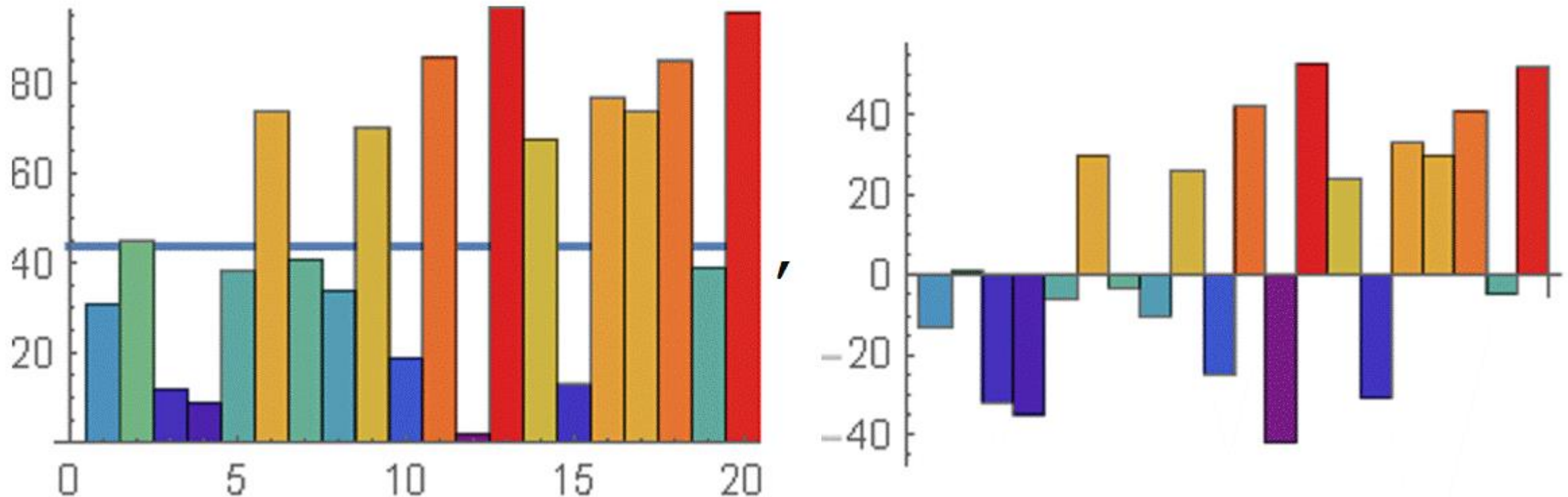
- 牛牛の偏差の月変化



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

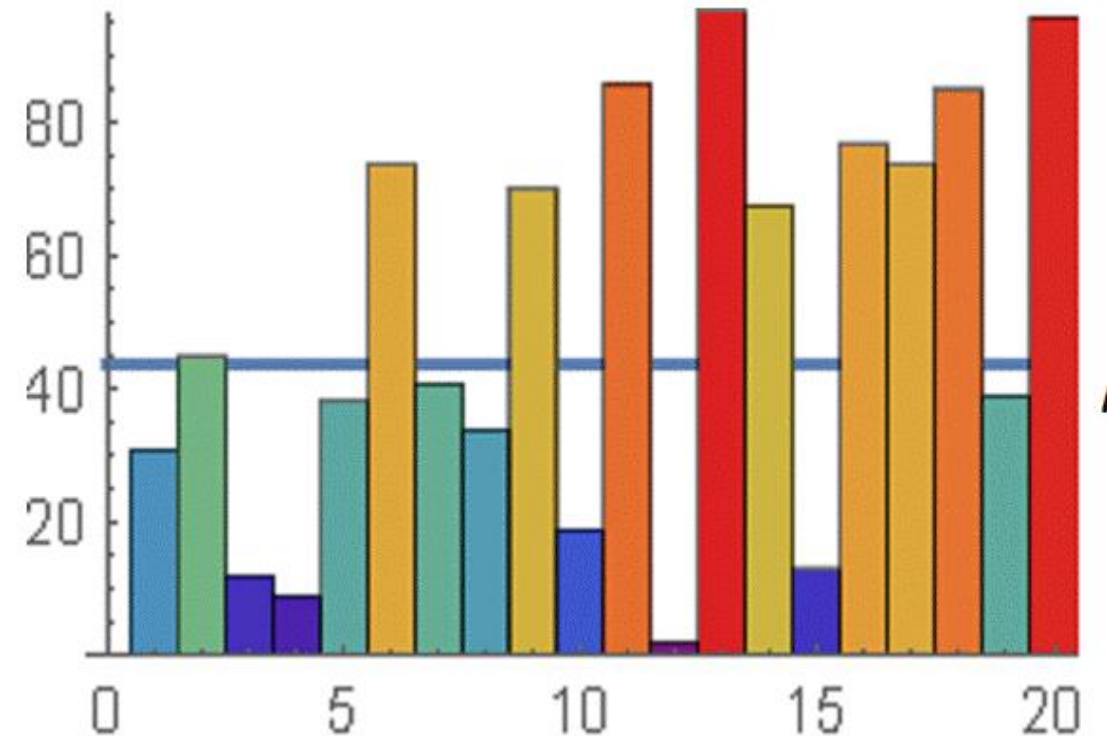
$$S_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{X}) \times (y_i - \bar{Y})}{n-1} \quad (\text{推測統計の場合})$$

- **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

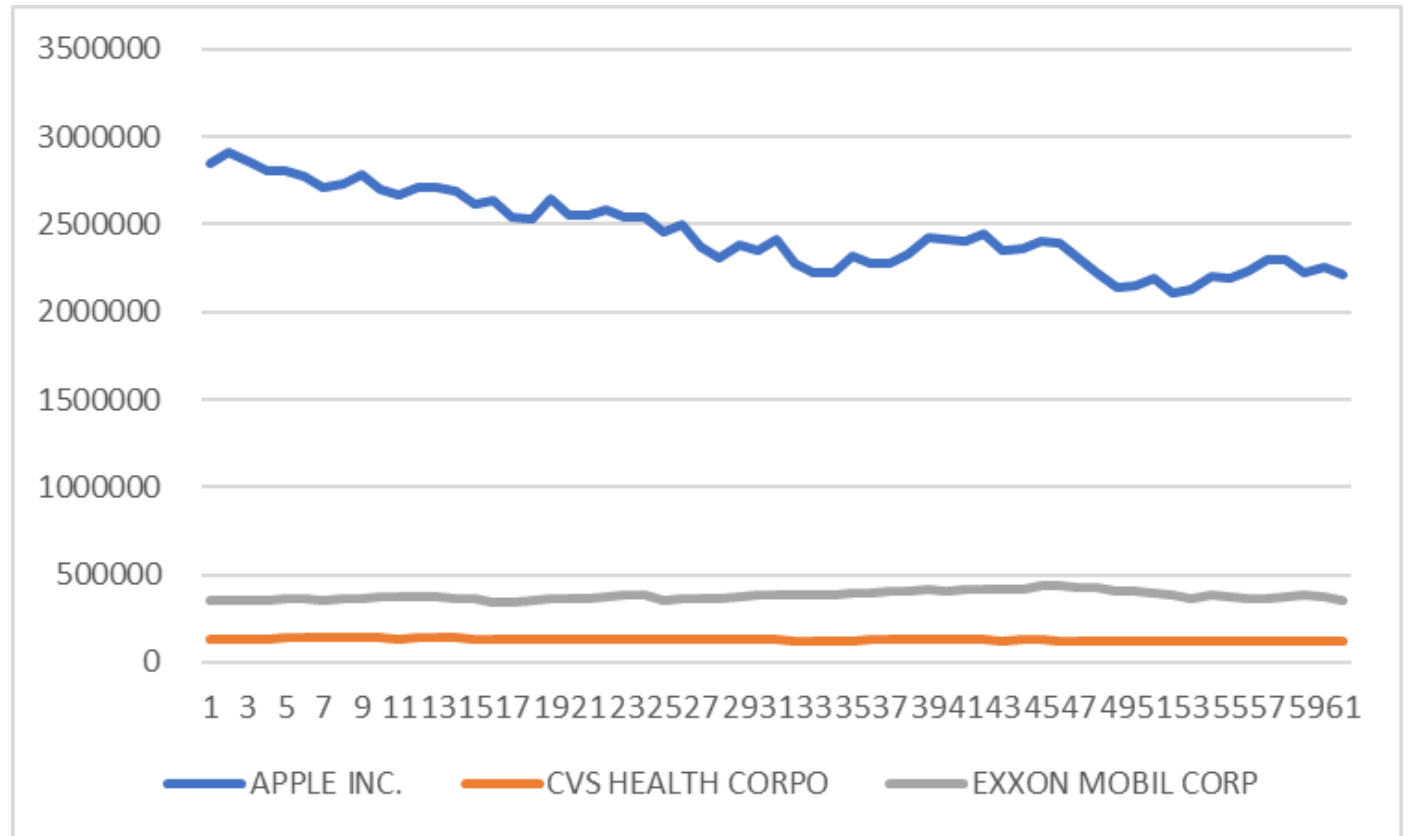
- 対象が母集団か標本かで
計算式が異なり, EXCELの
関数も異なる.
- 母平均, 標本平均 average
- **記述統計**
 - 母集団の分散 (母分散) var.p
 - 標準偏差 stdev.p
- **推測統計**
 - 標本分散(不偏分散) var
 - 標準偏差 stdev



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がるときは上がるが、下がるときは下がる。

- 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

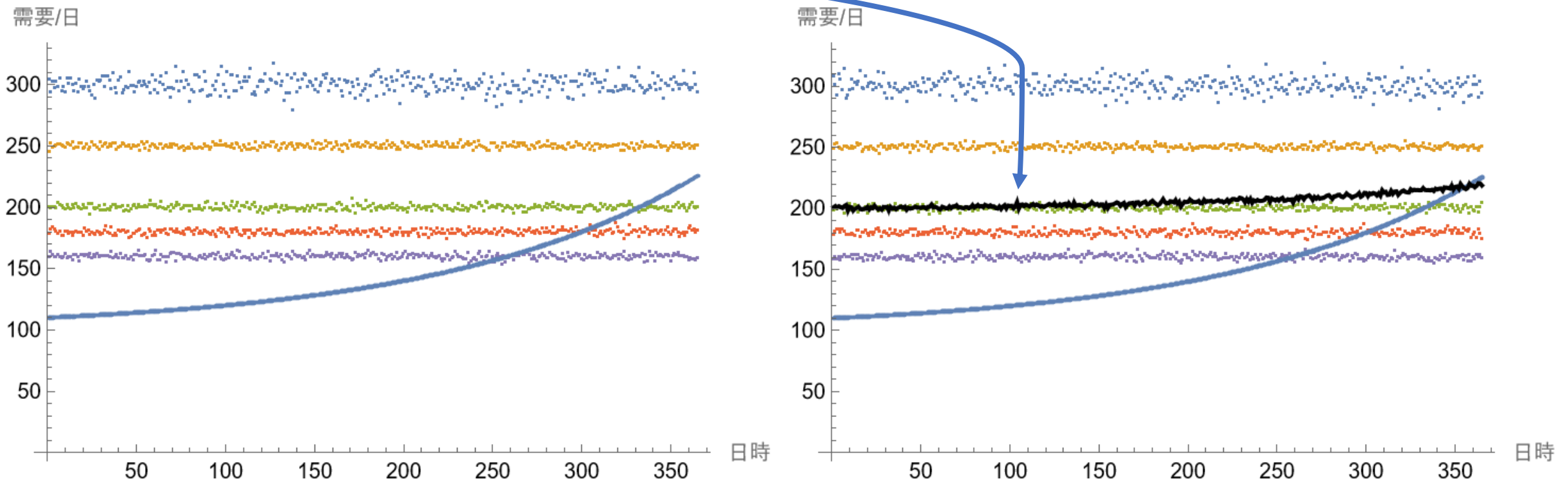


全体平均では見えない売れている品目

- 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→S C M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

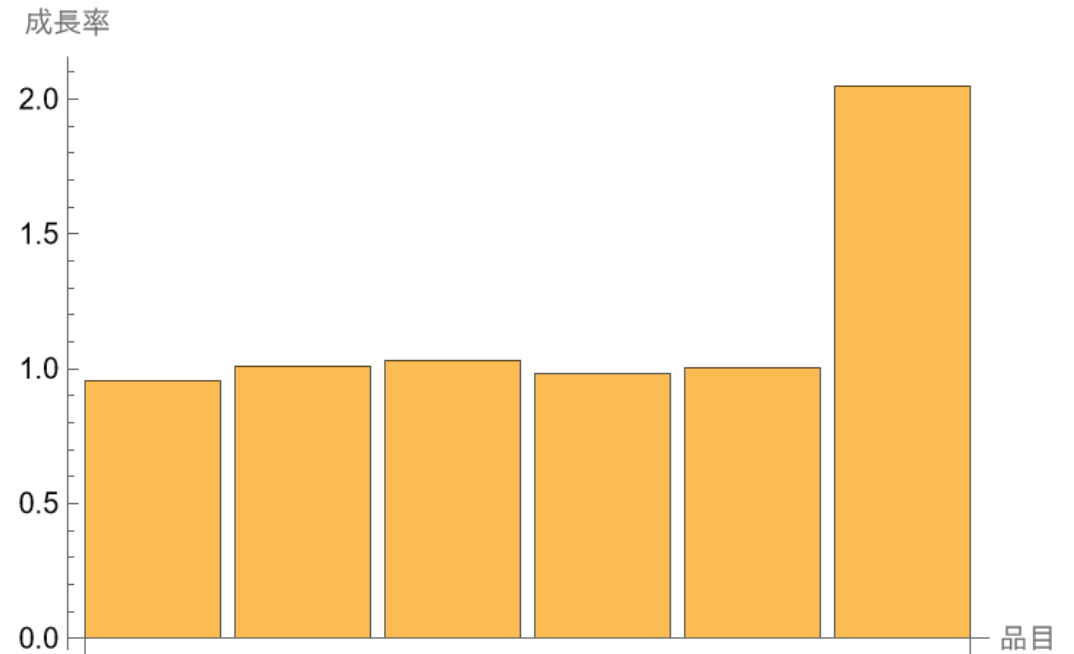
1. どこかの月をベース1として、単純に毎月の比を計算

2. 月の成長率は

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

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。



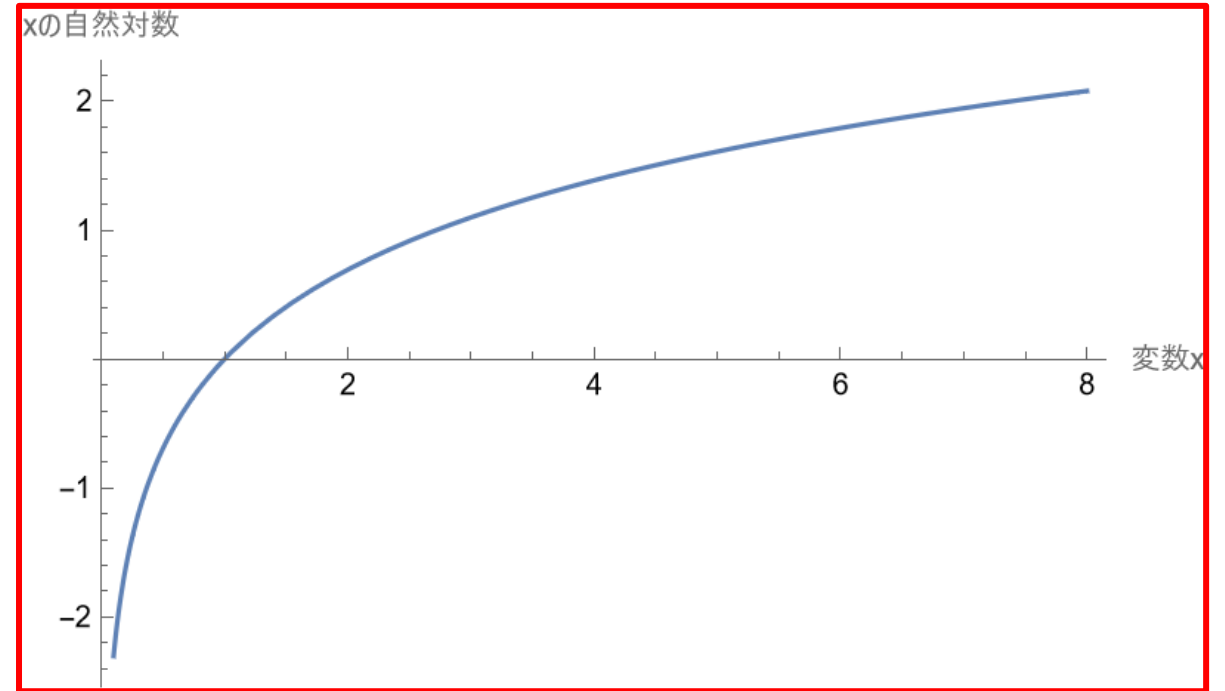
どうやって見つける？

2. リターン：前日比の自然対数

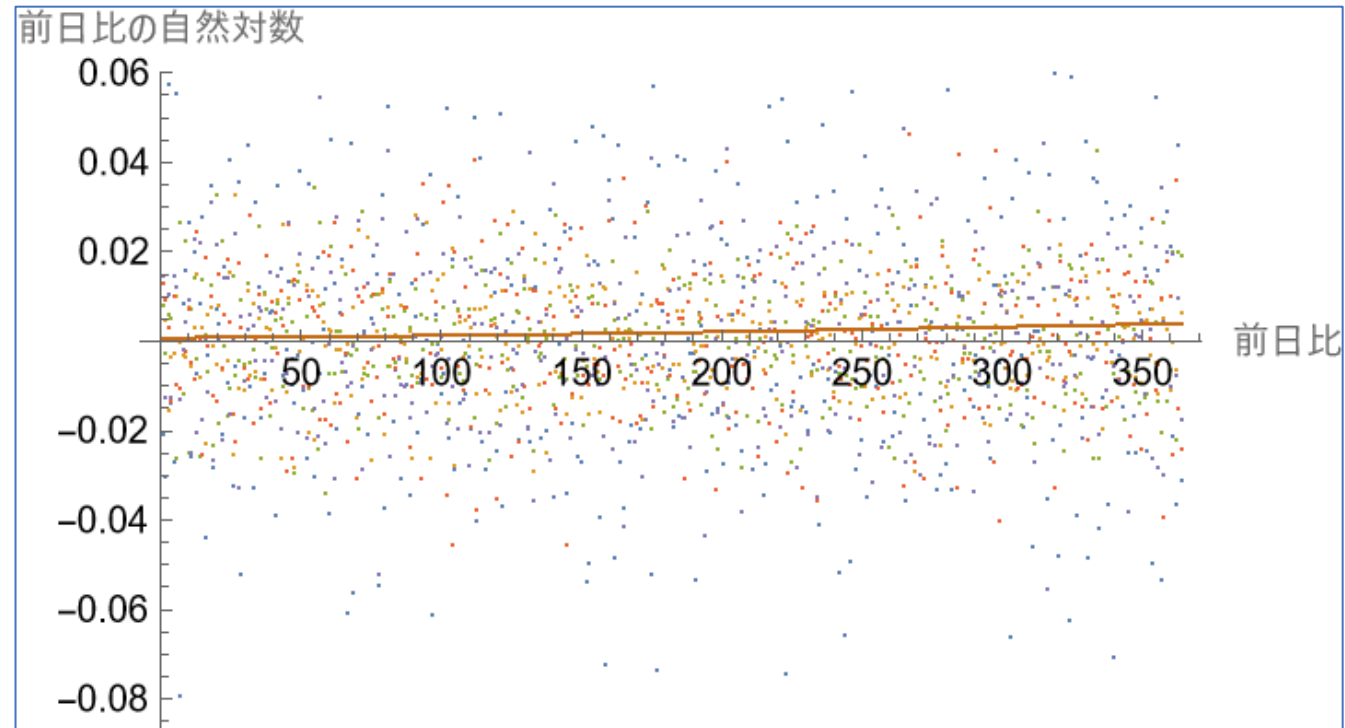
- 対数関数は x が1以上で正
- 前日値を上回ると正
- 前日値を下回ると負
- 株価ではリターンを用いる
100 → 130 → 100 と値動きしたときに、差し引き0になるから

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

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



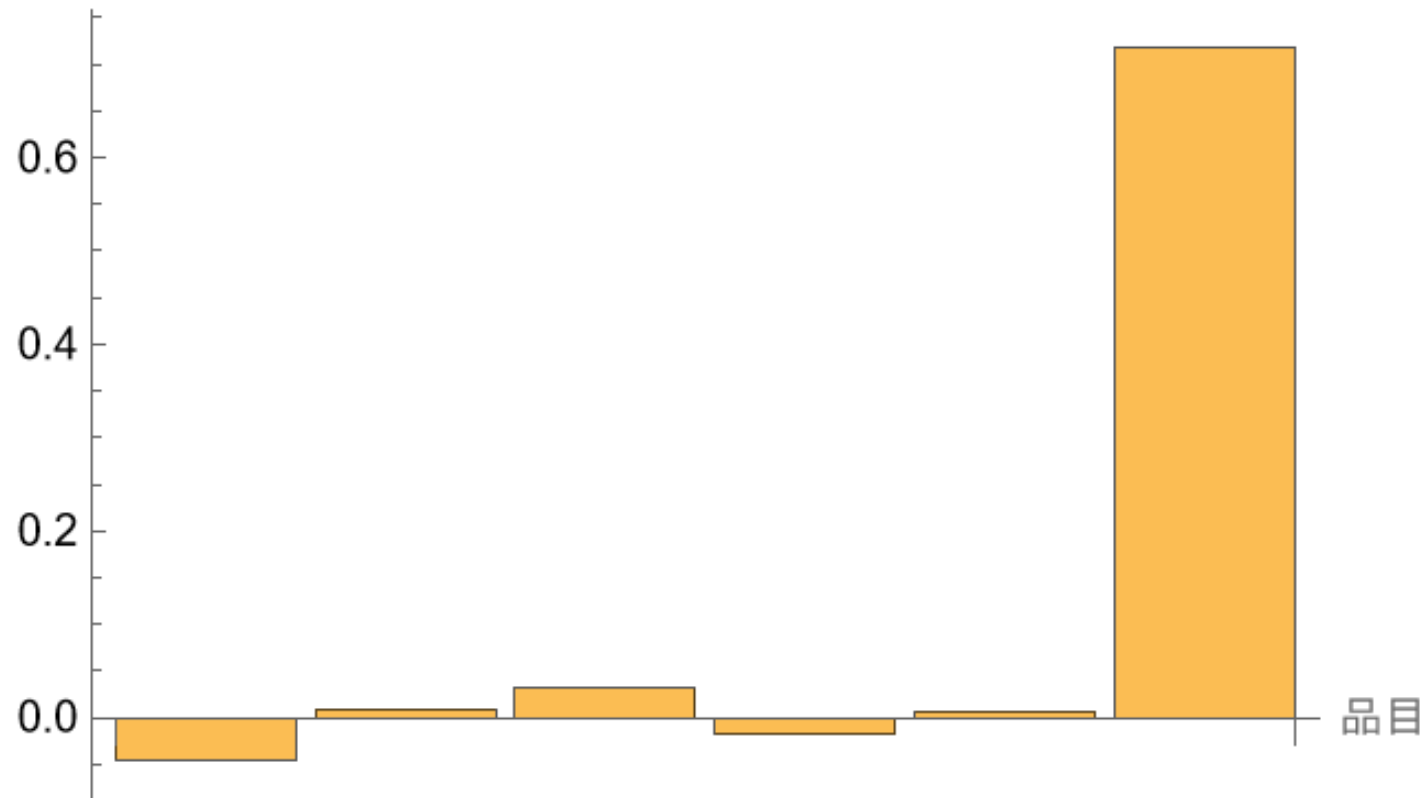
リターン 伸びている品物はリターンが正の値



- 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

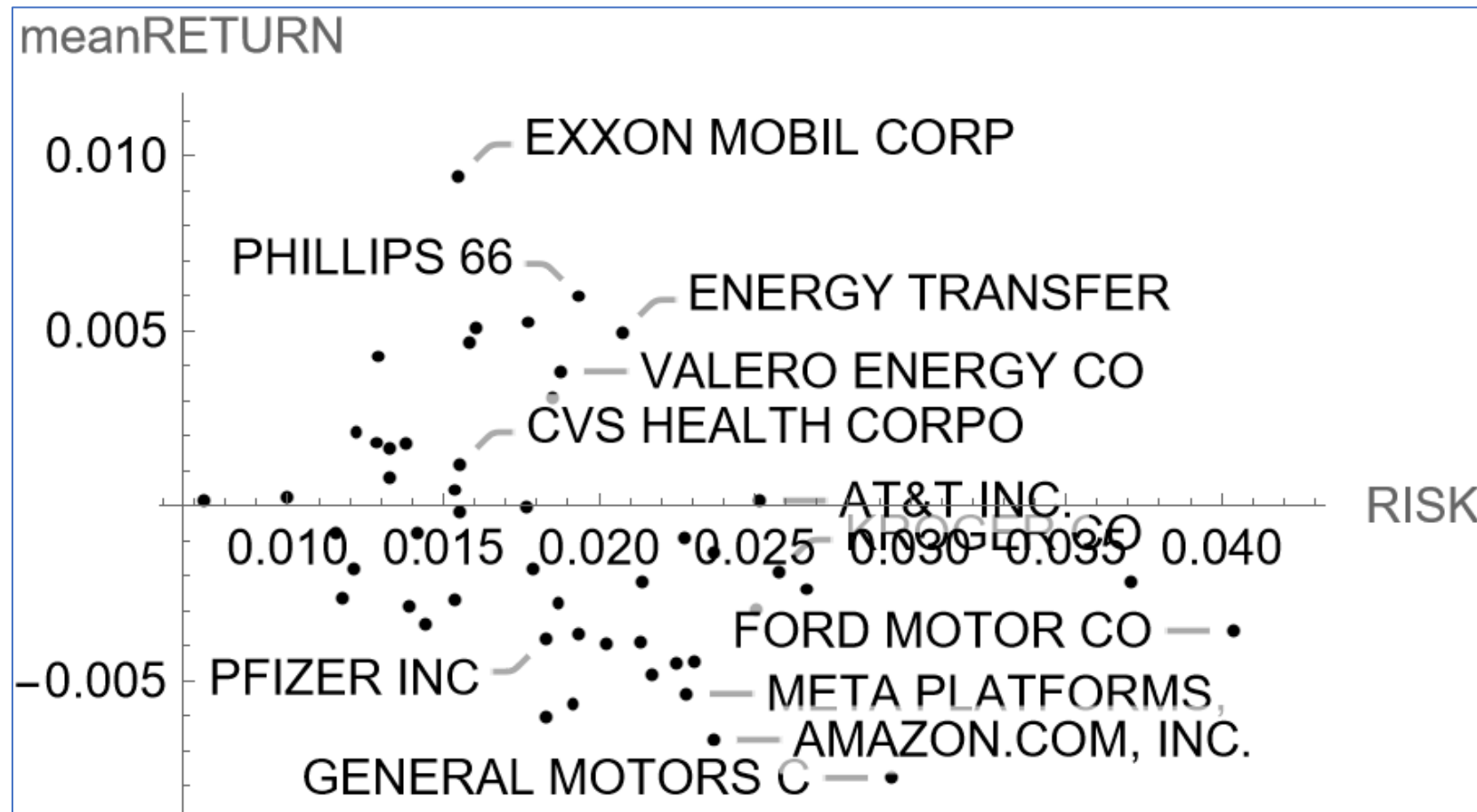
前日比の自然対数、の合計



リスクと平均リターンの散布図

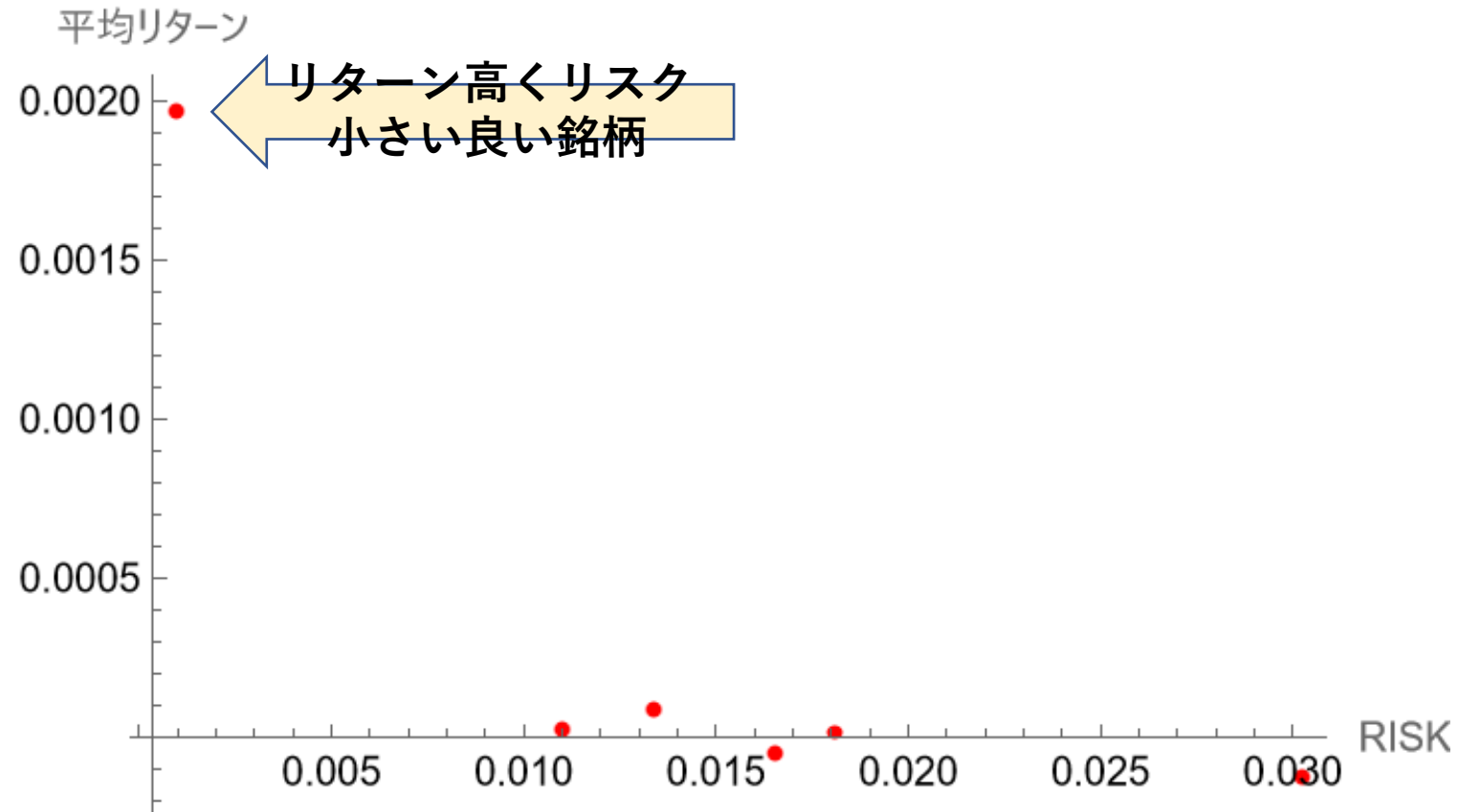
マーコウイツツの散布図

- 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

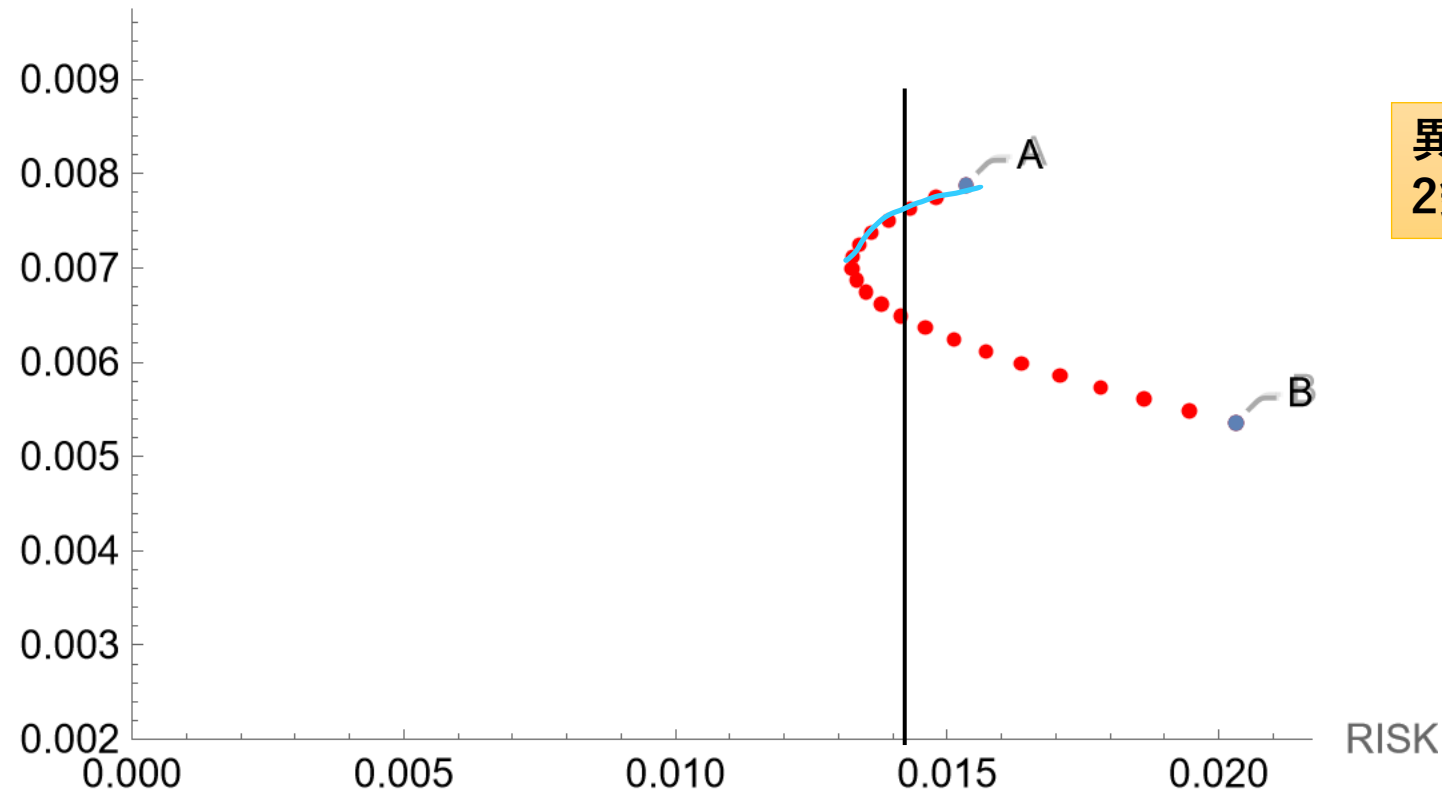


効率的フロンティア

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



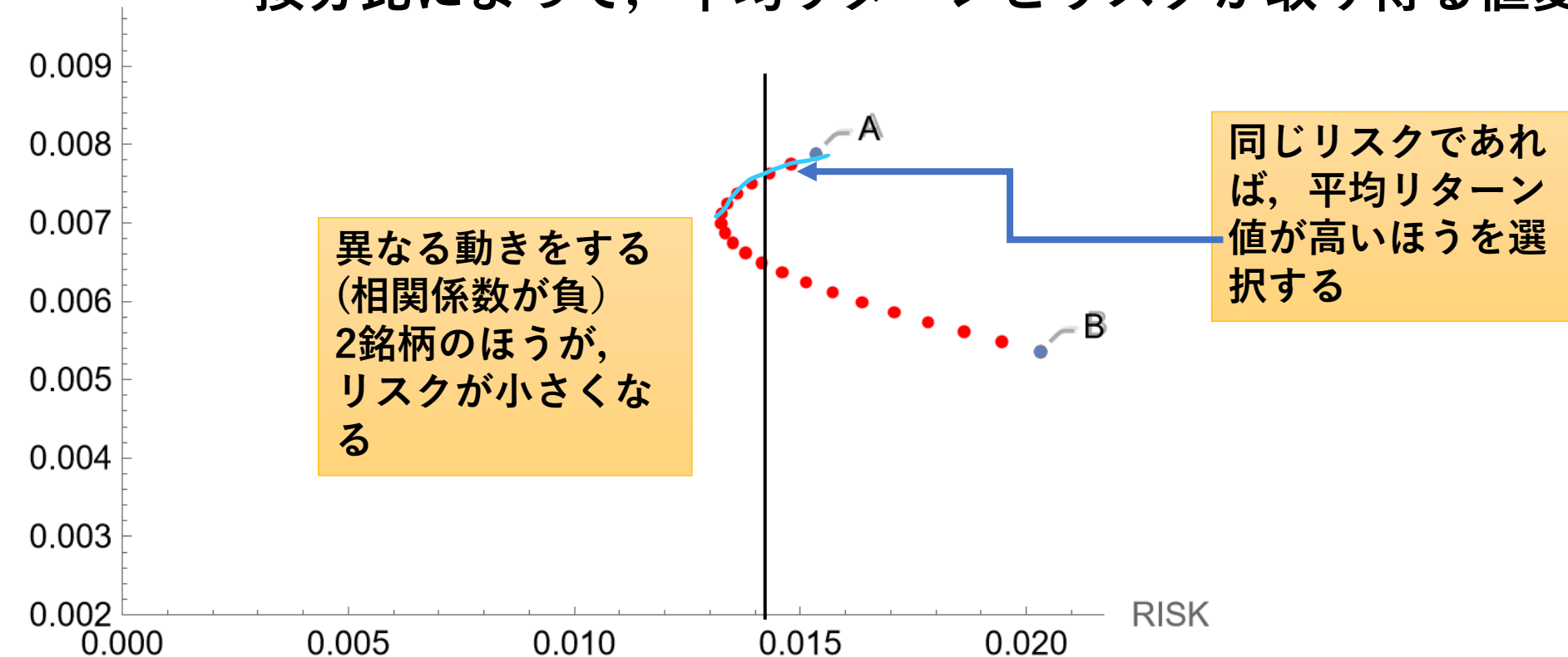
異なる動きをする(相関係数が負)
2銘柄のほうが、リスクが小さくなる

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



マーケ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
マーケットポートフォリオ
を組合わせたポートフォリオ
にする

