

気象現象と経済活動のカオス性

－不確実を認識して、気象と株価の未来を予測する方法－

平成30年11月
森和夫

本日の目的

- ① 気象情報と株式投資（経済活動）との似ている点（類似点）を知る
- ② 気象情報と株式投資（経済活動）との違う点（相違点）を知る
- ③ その上で、気象の知識、その捉え方を、投資に応用する方法を知る

はじめに 自己紹介

投資法の変遷

- ①黎明期、初心者の頃 初めの3年間ほど
雑誌など**人の言うことをむやみに信じる**。
- ②純粹割安株投資の頃 日本株→中国株
ウォーレン・バフェットの本に出会う⇒ベンジャミン・グレアム信者。PERみたいな割安**指標でうまくいくと信じる**。
カネボウ株で150万円ほどの大損。5年目
- ③成長株投資の頃 中国株、米国株
ウォーレン・バフェットが単純な割安株投資でないと気づく。むしろ成長株投資だと気づく。10倍になるような株(テンバガー)を得るには**成長株投資**が必要なことに気づく。
- ④**成長株を割安に購入しようとする試みの頃**
株を割安に買うには、暴落などを利用することに気づく⇒この行動は、ほぼ精神修養であることに気づく。⇒行動経済学、**仏教**
日本人の心≡天気に対する接し方
- ⑤配当利回りも重視し始めた頃
リスクを減らすことに気づく。⇒**分散投資⇒重み付け積立投資**
- ⑥インデックス投資も混ぜ始めた頃
長期的、平均的に見ると、**理論上、市場平均を買う**というインデックス投資(実際かなりつまらない投資)で時間を節約しようと思い始める。

はじめに 自己紹介

講演者プロフィール

資格: 気象予報士

高度情報処理技術者 テクニカルエンジニア(ネットワーク)

高度情報処理技術者 プロジェクトマネージャ

著書、他:

2018年5月刊行 株は「ゲリラ豪雨」で買い、「平均気温」で儲ける!

<https://amzn.to/2G1VtGw/>

ブログ Fair Value Investment 公正価値投資

「価値」と「価格」のBlog

<http://fairvalueinvestment.blogspot.com/>

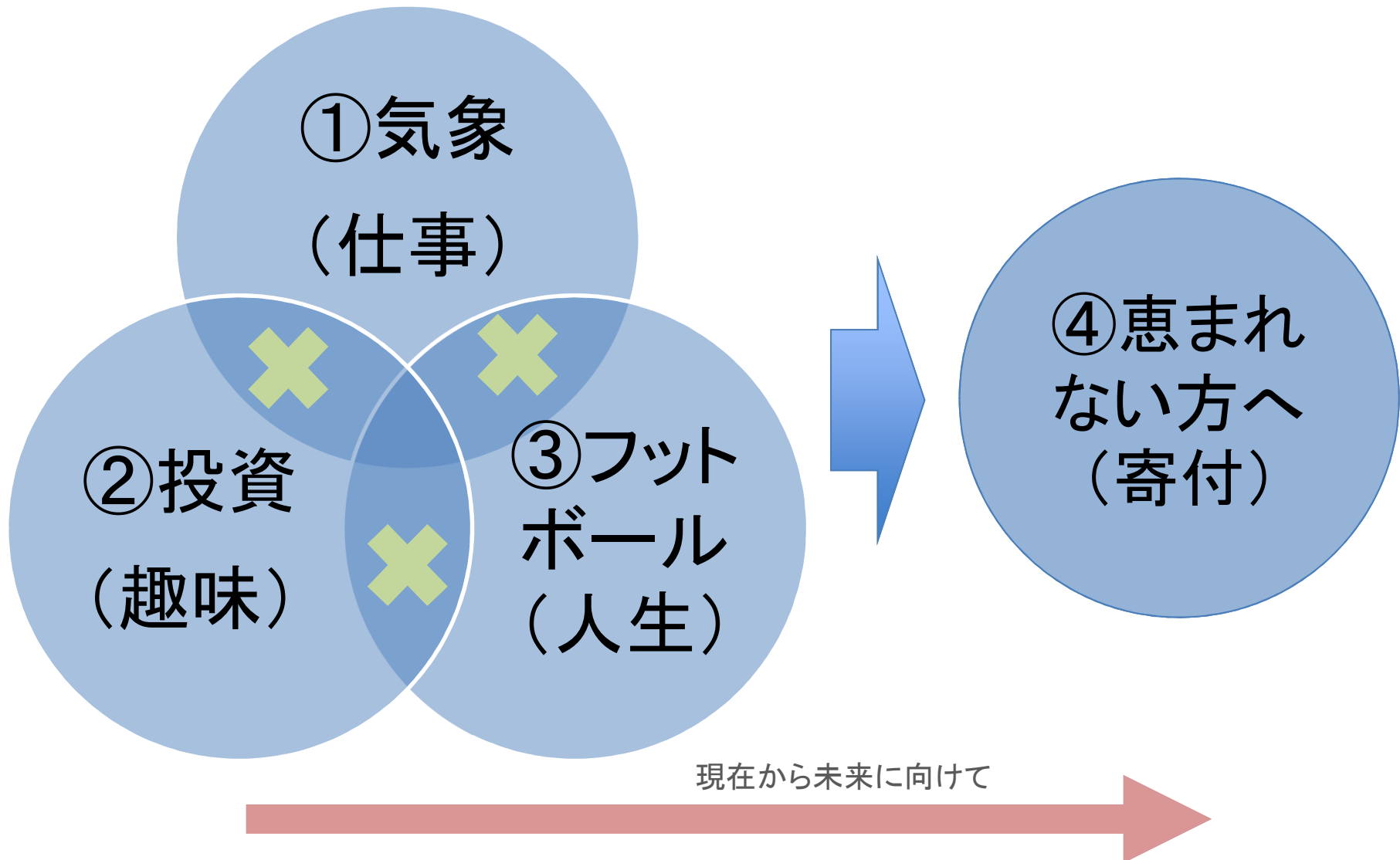
Twitter Fair Value Investment 公正価値投資

https://twitter.com/fairvalue_i

facebookページ 公正価値投資

<https://www.facebook.com/fairvalueinvestment/>

自分の人生観、今後の取組



本日の目次

第1章 カオス現象とは？

第2章 気象予測手法 未来を予測するとは？

第3章 確率表現、リスク表現の罫

第4章 人間の関与

第5章 まとめて俯瞰してみる

第6章 日本人と精神修養

第7章 最後に

本日の話題の論理構成

- ① 気象と投資(経済、金融)は、カオス(非線形方程式)の系という意味では、同じ仲間である。
- ② しかしながら、人の対応という意味では大きな差異がある。
- ③ 気象については、カオス現象のゲリラ豪雨などにも、日本人は寛容で、受け入れる素地がある。
- ④ 一方、投資は、カオス現象の暴落などでは右往左往して、売ってしまう(合理的には買うべきシーン)。
- ⑤ ただ、カオスな気象も投資も、長期的に見れば価値あるものの価格は必ず適正なものに収斂する。

第1章 カオス現象とは？

基礎知識 カオス現象とは？

気象予測は複雑な方程式

⇒非線形方程式の系

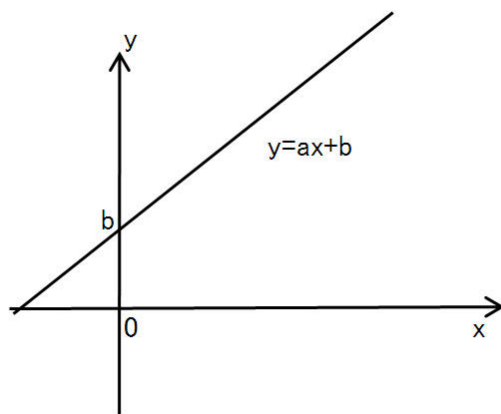
⇒カオス

線形的とは？

⇒リニア

直線そのもの、または直線のように
まっすぐな図形やそれに似た性質を
もつ対象および、そのような性質

$$y=ax+b$$



非線形方程式の系、カオス

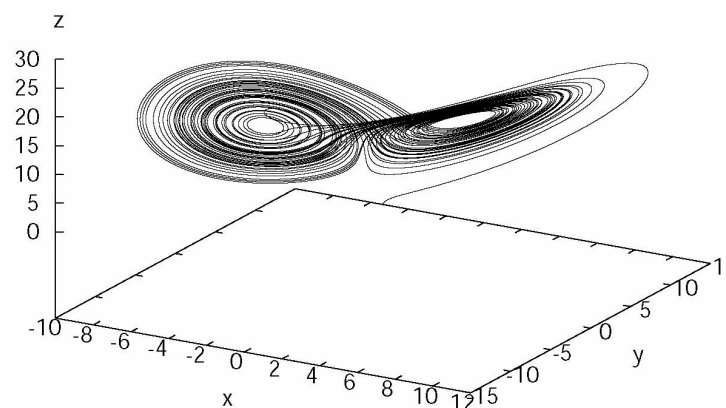
⇒急激な変化が生じる場合がある

⇒バタフライ効果、ちょっとした誤差
が結果に大きな影響を与える

(↓ローレンツアトラクター)

⇒気象予測は10日先が限界

Numerical Result ———



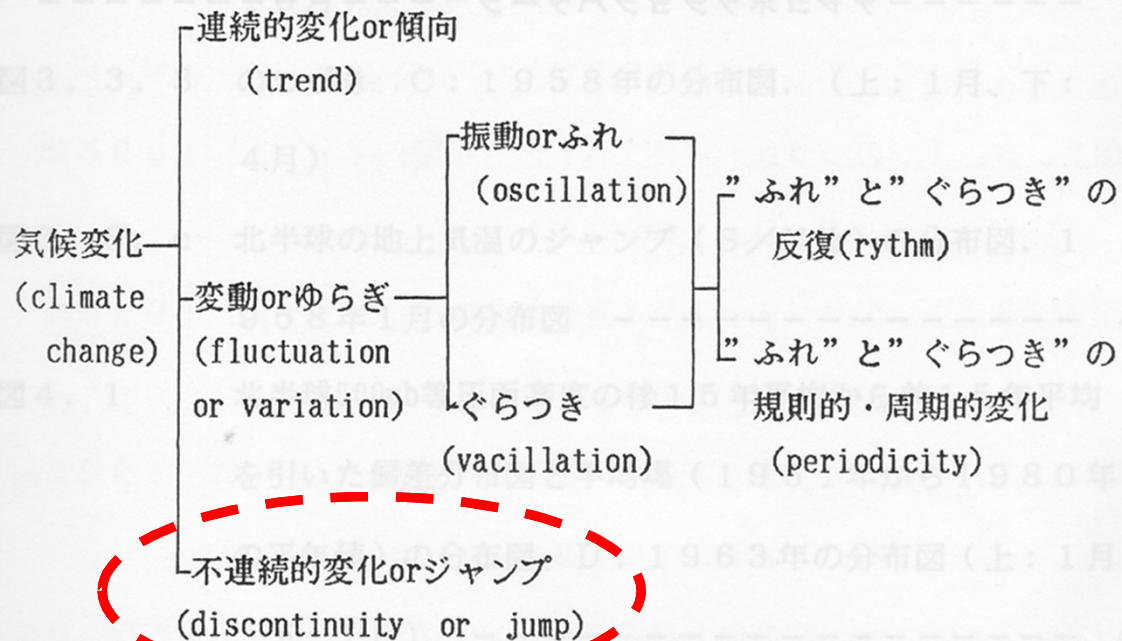
私の事例 研究論文

卒業論文 「北半球気温の気候ジャンプについて」

- 1900年から1990年までの、
- 北半球気温において、
- 急激に変化が起きたものの検出
- その現象を、非線形(カオス)の影響と捉え、
- 原因を探った。
- 結果的に大きな4つのジャンプを検出
- 特に、1970年代の、北米・日本の寒冷は、大気循環の大きな変化と因果関係があった(と思われる)。

私の事例 研究論文

表 1. 1 気候変動の型 (WMO(1966)による)



気象現象における、不連続な変化が起きているもの

⇒ 気候ジャンプ

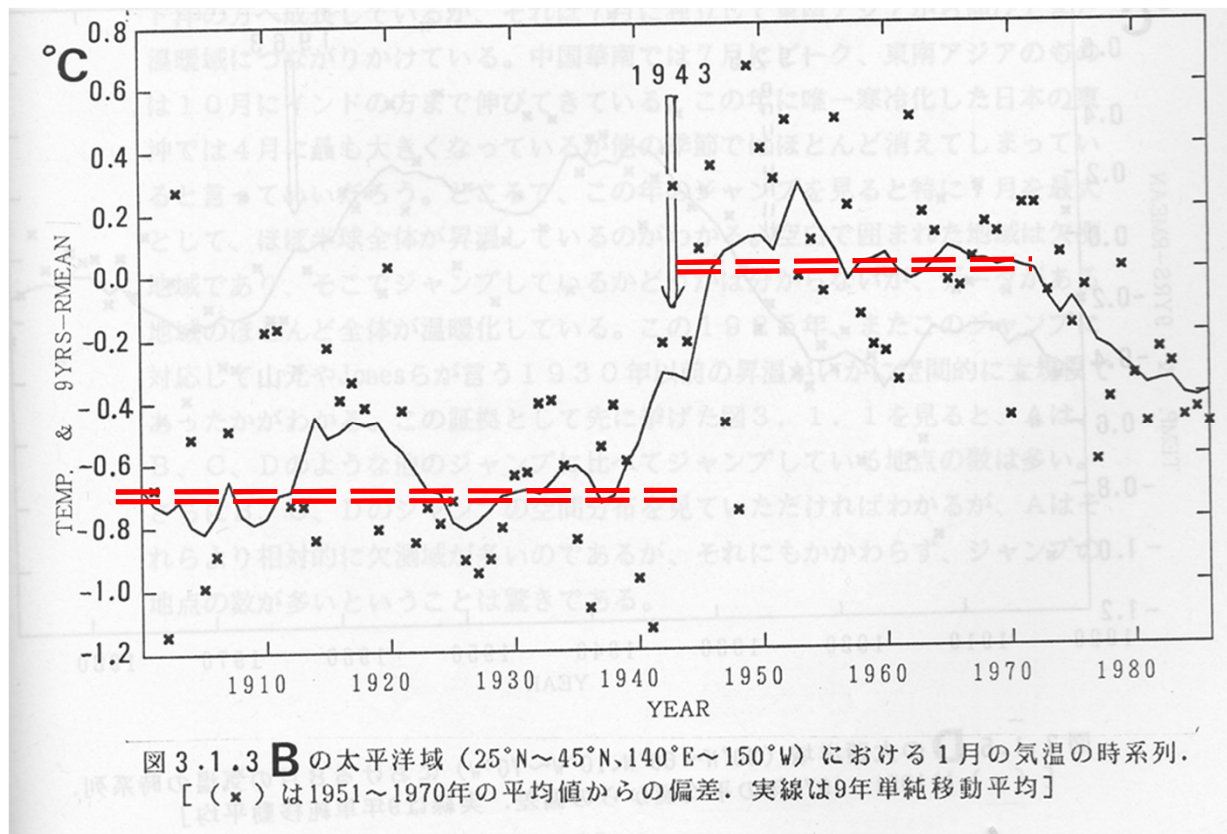
⇒ カオス現象のあらわれ

私の事例 研究論文

No.	発現年 peak	温暖(+) or 寒冷(-)	場所	S/N比 Jumpの量
1 A	1925	+温暖	大西洋全域 10°N~50°N 15°W~75°W	2.0~2.5 +0.4°C
2	1940	+温暖	アメリカ北東岸 40°N~50°N 55°W~65°W	1.56 +0.9°C
3 B	1943	+温暖	日本、太平洋 15°N~45°N 140°E~140°W	1.5~2.0 +1.6°C
4 C	1957	+温暖	インド洋 0°~20°N 50°E~90°E	(3.0~3.5) (+4.0°C)
5	1958	-寒冷	アメリカ中、南東部 アメリカ北東岸 30°N~45°N 60°W~100°W	1.0~1.5 +0.4°C
6	1958	-寒冷	太平洋 25°N~35°N 165°E~170°W	-1.66 -1.5°C
7 D	1963	-寒冷	大西洋、北大西洋 30°N~70°N 10°W~75°W	-1.58 -0.2°C
8	1969	+温暖	フィリピン 0°~15°N 110°E~135°E	-2.0~-2.5 -0.6°C
9	1970	-寒冷	地中海 30°N~40°N 15°E~30°E	1.5~2.0 +0.3°C
				-2.0~-2.5 -0.7°C

- 気候ジャンプを、統計的に数式で定義
- 検出された気候ジャンプは、9事例
- そのうち、空間的・時間的・偏差的に大規模なものの、4事例を研究対象とした

私の事例 研究論文



Bの太平洋全域で
起きていた事例

- 空間的に大規模
- ギャップも大きい

私の事例 研究論文

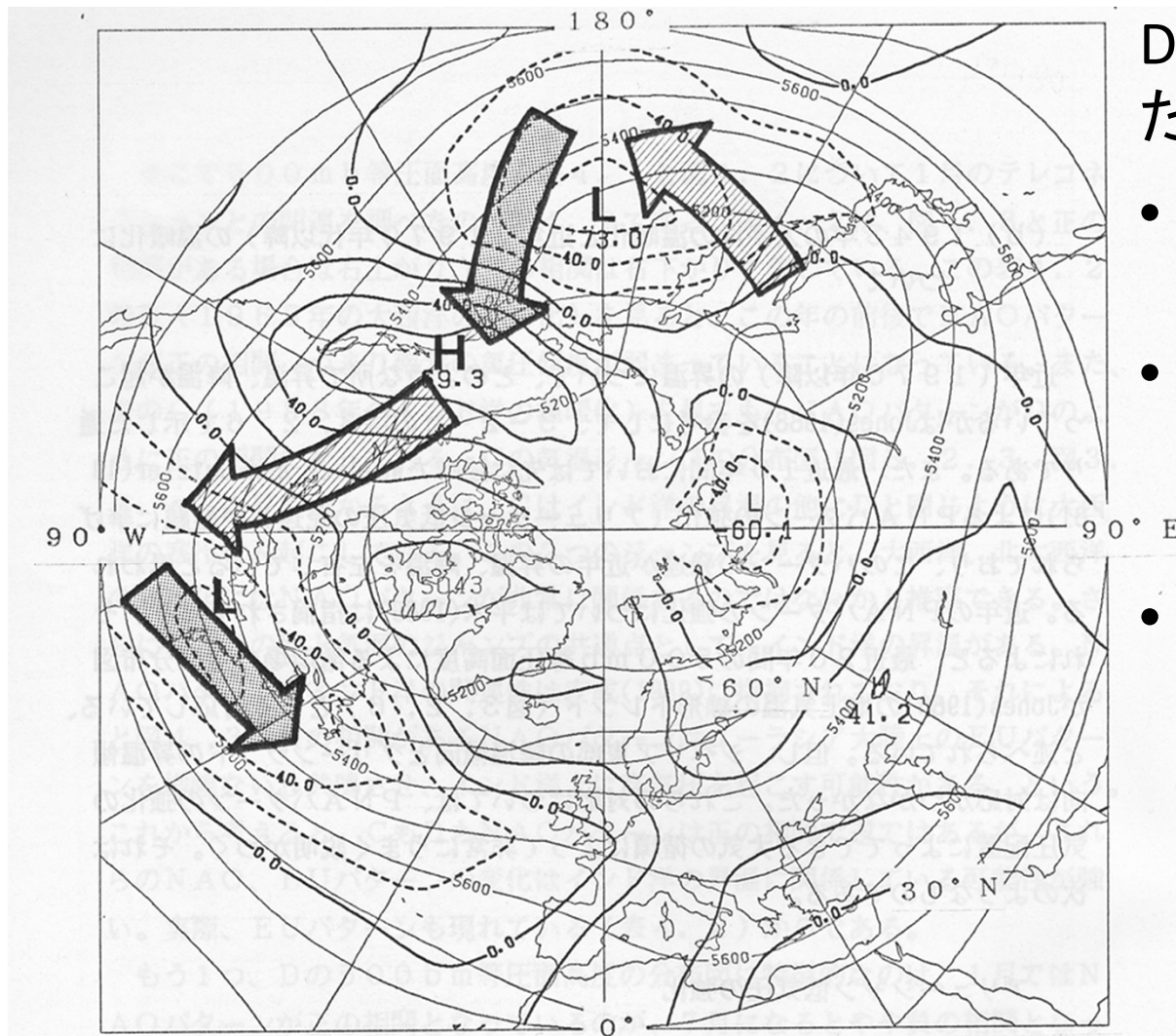
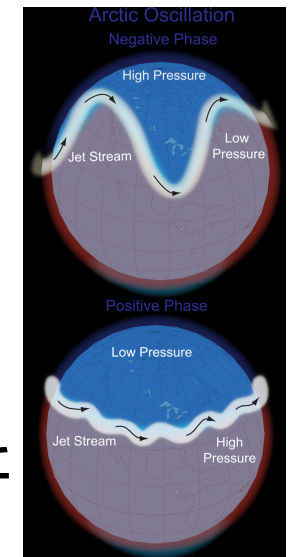


図4.4 PNAパターンが強化されたときの大気の流れを表した模式図
[陰影部は暖気、斜線部は寒気]

Dの大西洋で起きた寒冷事例

- 大気の循環が強化されていた
- Zonalな循環からより南北循環へ
- 今どきは、北極振動などとして捉えられている現象



カオス現象と気象のまとめ

- 気象を非線形方程式の系と仮定し、
- カオス現象が現実には起きているか検証した
- 100年単位の、気温を観察し、実際起きているようだ
- その原因は、大気の循環の大きな変化によって起きているのかもしれない

第2章 気象予測手法

未来を予測するとは？

気象予測の手順

- ① 観測データ(実況データ)を得る
- ② グリッド化する(客観化)
- ③ 予測計算をする
- ④ 統計的な修正をする
- ⑤ 人間的な修正をする(気象予報士)

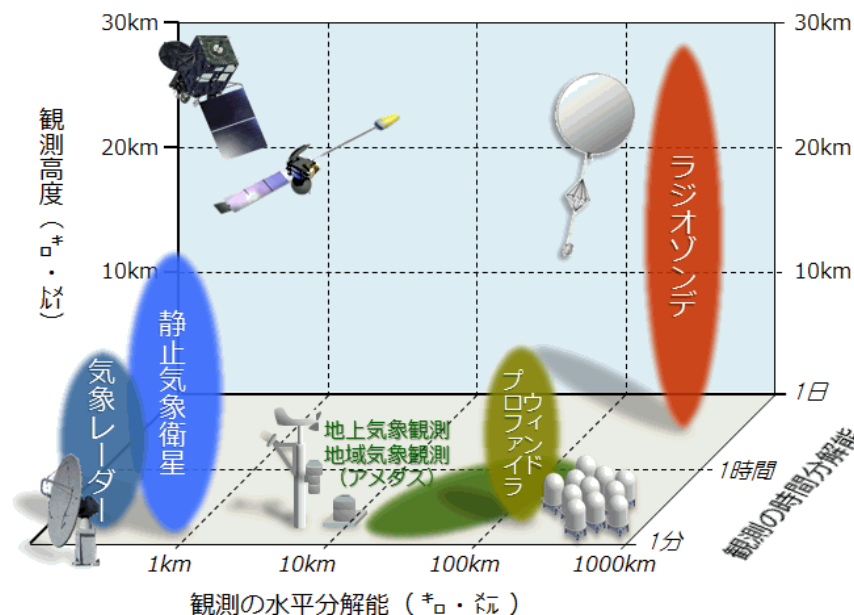
① 気象情報の特徴 ―未来の予測― 観測値

1. 1日2回、9時と21時に世界中で一斉観測(WMOの取り決め)

- ✓ 気象観測所
- ✓ アメダス(日本)
- ✓ ゾンデ(風船)

2. 観測値を補完する技術

- ✓ 衛星などのリモートセンシング
 - 雲の動きから上層の風を取る
 - 雲の赤外線画像から温度を取る
- ✓ レーダによる雨量の取得
 - 3次元で大気の雨量を把握

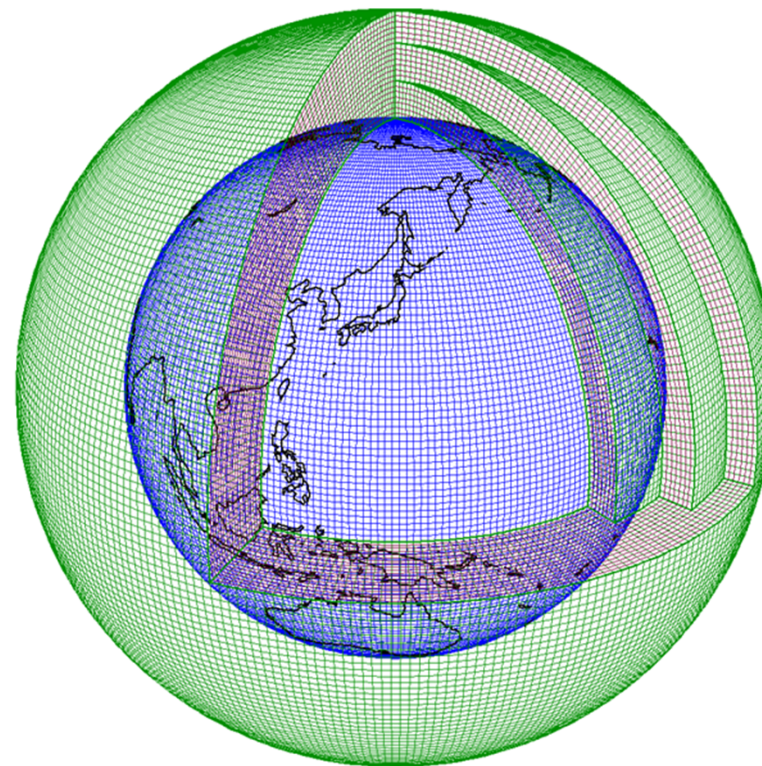


計算結果を元に、メッシュ上で、未来の30分後～10日後を予測

③ 気象情報の特徴 ―未来の予測― 計算

1. 7つの変数、7つの連立方程式で未来を計算

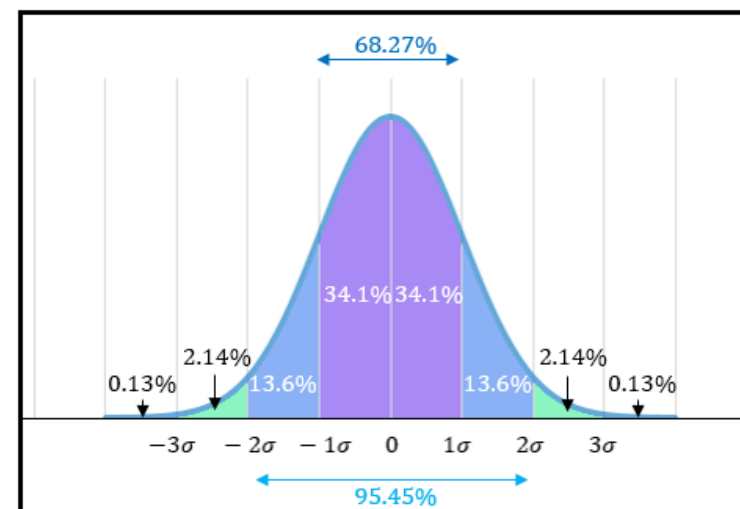
- ① 運動方程式、東西、南北、鉛直方向の3変数
- ② 気体の状態方程式 $PV=nRT$ (ボイルシャルルの法則)
- ③ 大気の連続の式(質量保存の法則)
- ④ 熱力学の第一法則(エネルギー保存の法則)
- ⑤ 水蒸気保存の法則 水が相変化しても保存される



(全球モデル)
格子20km、鉛直方向60層
(メソモデル)
格子5km、鉛直方向50層

④ 気象情報の特徴 ―未来の予測― 確率と人的修正

- 過去のデータを統計的に処理をし、
修正
 - ✓ 正規分布を仮定し、起こりやすさ(確率)を計算する
 - ✓ 1標準偏差には約68%が含まれる
 - ✓ 1標準偏差を 1σ (シグマ)≒1リスクと呼ぶ
- 気象予報士が最後に修正



⇒以上のように、気象予測は、3段階の修正を施す
⇒占いや株価予想などとは根本的に違う

気象情報の特徴

1. 未来の量を計算する、世の中で唯一の量
2. 人の意思決定、行動を左右する、誘導する
3. 確率表現ができる(⇒リスク表現、後述)
4. 面的な情報



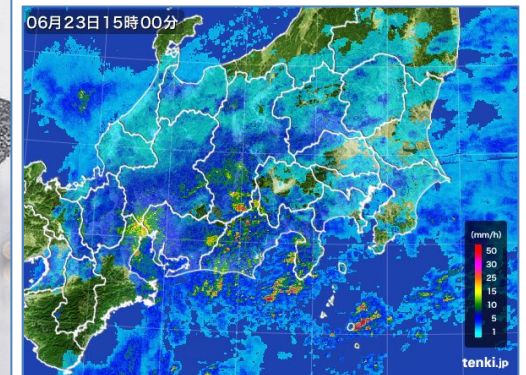
1. 計算している
⇒ 占いとは違う



2. 意思決定
人の行動を左右
唯一の未来予測



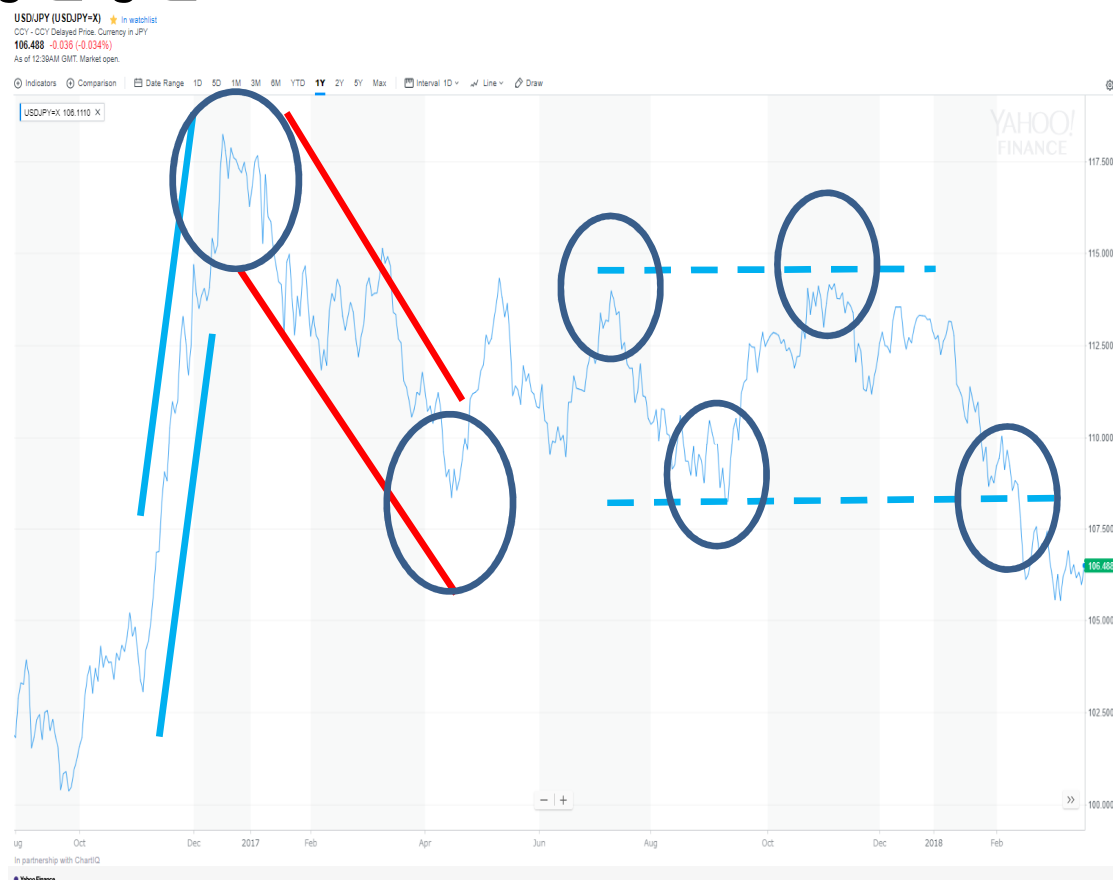
3. 確率表現
降水確率など



4. 地図表現

未来予測風なもの

- 占い⇒過去の傾向から見通している。
血液型、星座、姓名などなど
- 株式市場のチャート



気象と、経済と、他の未来予想のまとめ

	物理的根拠	統計的根拠		人の判断
	物理学計算	因果関係	相関関係	気象予報士
気象予測	計算可能 数式で表現	○	○	△コンピュータが正しい場合もある
経済学 株価予想	×一部で可能なものもあるかも知れないが、概ね複雑過ぎて不可能	△一部で因果関係が明快なものもあるが、原因結果が不明なものも多い	○相関係数など定量的に確率的手法が利用できる。ただし、偽相関になるものも多い	△チャート分析など理由が説明できないものを無理に説明するシーンがある
占い	×なし	×	×相関すら怪しい	×恣意的である

第3章 確率表現、リスク表現の罫

理論的背景

中心極限定理

統計を使う理由、正規分布を使う理由

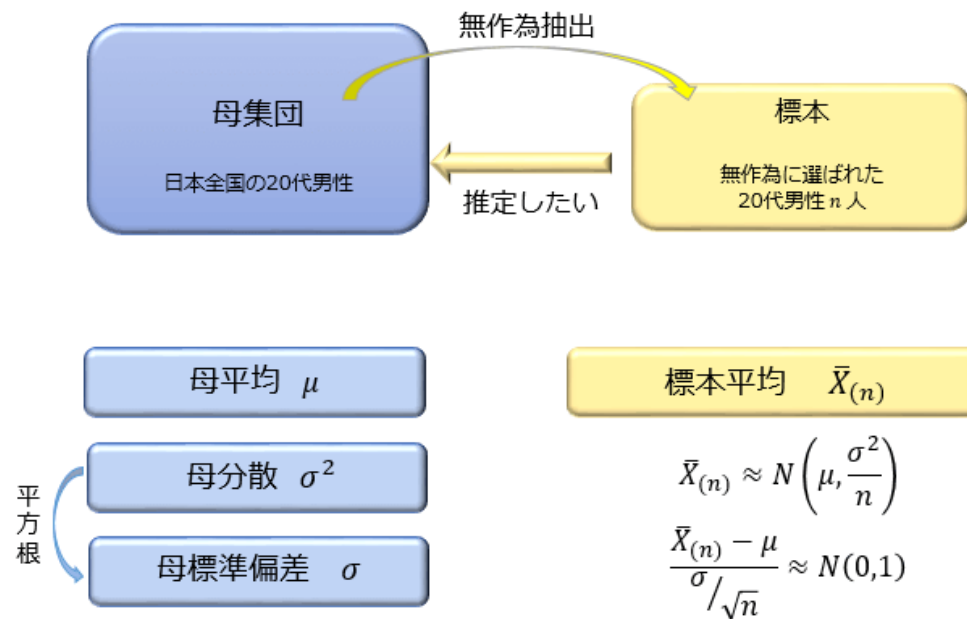
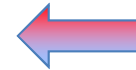
以下の定理はLindeberg (1922)による^[1]。

期待値 μ と分散 σ^2 を持つ独立同分布 ("i.i.d.") に従う確率変数列 $X_1, X_2, \dots$ に対し $S_n := \sum_{k=1}^n X_k$ とおくと、

$$P\left(\frac{S_n - n\mu}{\sqrt{n}\sigma} \leq \alpha\right) \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\alpha} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (n \rightarrow \infty).$$

つまり、独立同分布に従う確率変数列の部分 and を標準化すると、期待値 0、分散 1 の正規分布 $N(0, 1)$ に分布収束する。

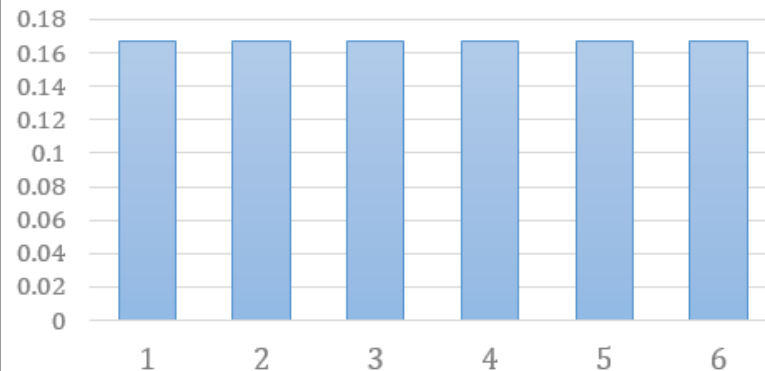
従って、 n が十分大きいとき近似的に、部分 and $S_n = X_1 + \dots + X_n$ は平均 $n\mu$ 、分散 $n\sigma^2$ の正規分布 $N(n\mu, n\sigma^2)$ に収束し、**標本平均** $\bar{X}_n = (X_1 + \dots + X_n)/n$ は平均 μ 、分散 σ^2/n の正規分布 $N(\mu, \sigma^2/n)$ に従う。



「中心極限定理の意味。サイコロの具体例から分かる確率分布の正規近似」より
<https://atarimae.biz/archives/17470>

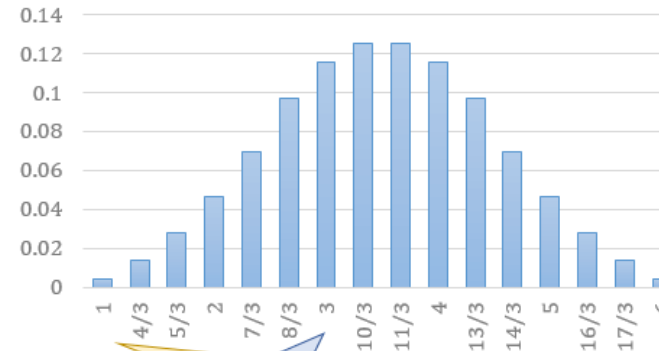
理論的背景

サイコロを1個振ったときの出目とその確率



1の目が出る確率は $1/6 \approx 0.167$

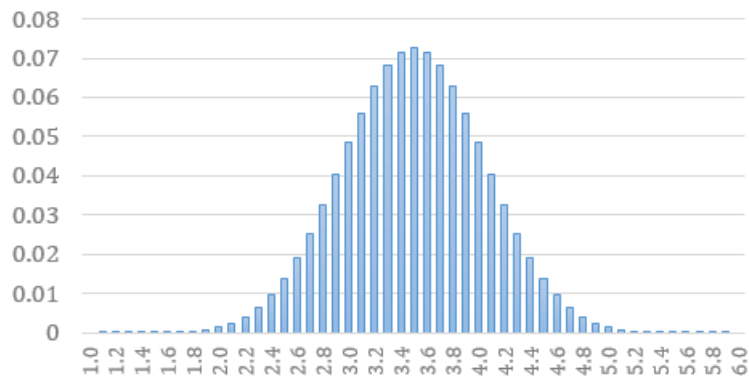
サイコロを3個振ったときの出目の平均とその確率



平均が1になる確率は $1/6 \times 1/6 \times 1/6 \approx 0.0046$

平均が3になる確率は $25 \times 1/6 \times 1/6 \times 1/6 \approx 0.1157$

サイコロを10個振ったときの出目の平均とその確率



平均が1になる確率は $1/6^{10}$

平均が3になる確率は $2930455 \times 1/6^{10} \approx 0.0485$

標本のNを大きくしていくと、その平均値の確率分布は標準偏差に近くなっていく。

理論的背景

- 気象も株価も、ある真の現象（母集団）の現象があり、
- それを、判り易い表現で近似したい
- 気象も株価も、サンプル（標本）を取った量（情報）である
- 中心極限定理を利用しやすい
- すると、**正規分布を仮定できる**ため、正規化でき、いろいろな現象を比較しやすい

理論的背景

正規分布を仮定すると便利なこと

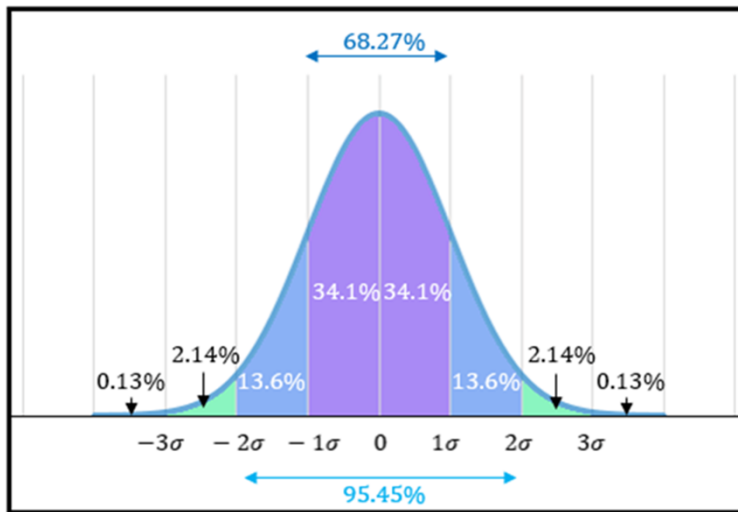
- 比較
 - 平均値を比較できる
 - ばらつきを比較できる
- ばらつきを「リスク」と定義できる
 - 1標準偏差(1σ)をリスクとする

⇔ あるべき母集団の分布が正規分布とは言っていない

- 気象は？ 気温など連続量で比較的正規分布
- 株価は？ 冪乗分布するとも言われている

リスクとは？

- リスクの定義 ⇒ ばらつき具合、 1σ
- どちらがリスクが高い？
 - 2回に1回、死亡事故を起こす車
 - 必ず(100回に100回)、死亡事故を起こす車
- 前者は表裏のコイン投げで、平均値の分布が正規分布
- 後者は必ず死亡事故を起こすので、ばらつかない
⇒ リスクゼロ



さて、本題に戻ると、

正規分布でリスク表現することの弊害

- 実態と乖離する、ギャップが出る
- 株価の暴落など
- リーマンショックなどは100年に1回程度と言われているばらつき現象だったが……。

テールリスクへの対応

- 別名「ブラック・スワン」
- ブラック・スワン[上]—不確実性とリスクの本質 ナシーム・ニコラス・タレブ
- 事前にほとんど予想できず、起きた時の衝撃があまりに大きい事象(出来事)であり、一度起きれば、マーケットに壊滅的なダメージを与えることになるもの

バブルの歴史

過去の主な巨大バブル

時期	場所	バブルの対象	新市場または新技術
1634年～1637年	蘭	チューリップの球根	新種の植物、オランダの繁栄
1690年代	英	株	株式市場
1711年～1720年	英	株、不動産、国債	泡沫会社、新大陸
1717年～1721年	欧州	株、不動産、国債	新大陸、政府債務の不換紙幣化
1772年	英、米	株、為替手形	運河と有料道路
1793年	英	株	運河
1820年代	米	不動産	シカゴ・イリノイの運河
1822年～1825年	英	中南米の国債、株式	独立後の中南米の発展
1844年～1845年	英	鉄道株	鉄道
1865年～1890年	米	金、鉱業株	アメリカの工業化、都市化
1920年代	米	不動産	フロリダ
1920年代後半	米	自動車、ラジオ、映画などの株	アメリカ経済の発展

最近の主なバブル

時期	場所	バブルの対象	新市場または新技術
1980年代	米	ジャンク債、株	LBO、ジャンク債
1982年	クウェート	株	オイルマネー
1980年代後半	日	不動産、株	日本経済の発展
1997年	アジア	株、不動産	新興国需要
1990年後半～2000年	米欧日	インターネット関連株	インターネット、新パラダイム
2005年～2008年	各国	不動産、デリバティブ、株	サブプライム・ローンの証券化
2008年	各国	原油をはじめとする資源	新興国需要

※表中 黄色のものは巨大バブル

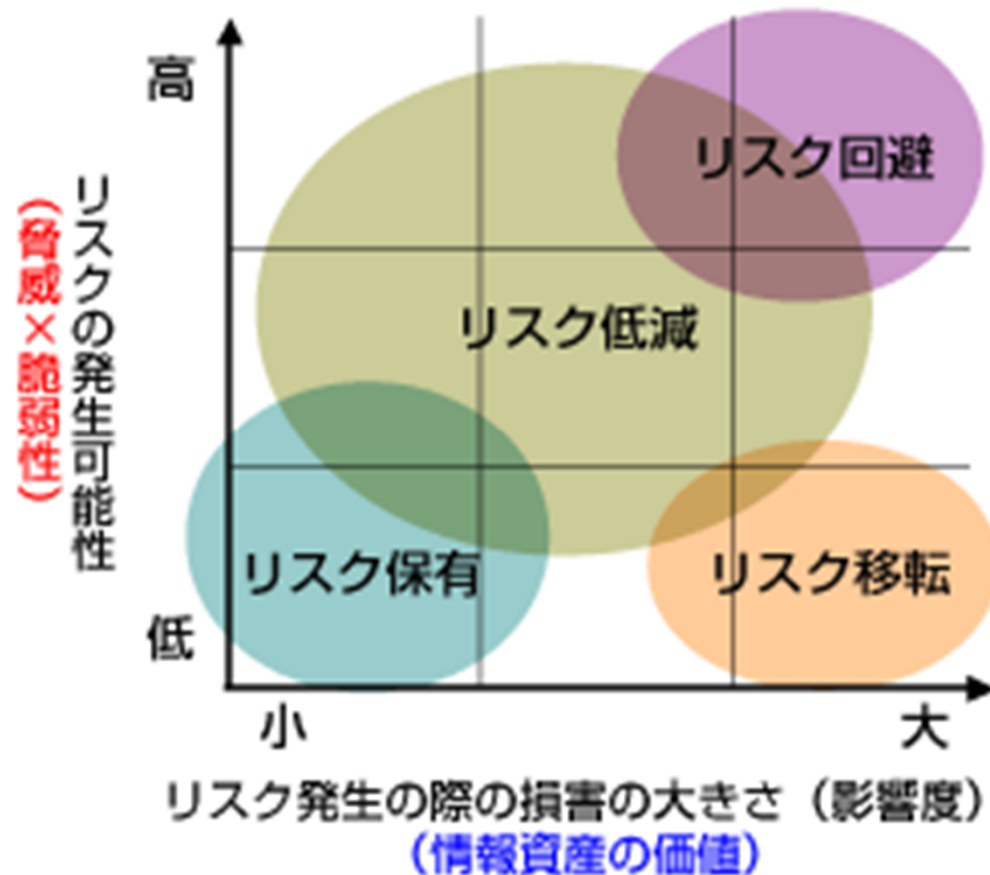
- 経済活動は、多くの人間の思考が関わっている

⇒ 母集団は正規分布しないのでは？

- 気象は、力学的な法則に支配され、ギャップは是正されるため、正規分布の仮定も大丈夫そう

「勝ち抜け！サバイバル投資術 バブルで儲け、暴落から身を守る」より

リスクに対する考え方(気象災害など)



システムにおけるリスク対策の図
横軸は、起きたときの損害の大きさ
縦軸は、発生する可能性

- a. 影響と可能性が小さい場合は、「リスク保有」⇒ 受容する
- b. 影響と可能性が中の場合は、「リスク低減」⇒ 何かしらの予防措置をとる
- c. 影響と可能性がともに大きい場合は、「リスク回避」⇒ そのような場に身を置かない、逃げる
- d. 影響が大きく、たまにしか起きない場合は、「リスク移転」⇒ いわゆる「保険」でカバーする

第4章 人間の関与

経済に関する確率分布はギャップが起きやすい

- 気象では、力学的な法則に支配され、ギャップは是正される。
⇒ 負のフィードバック
- 一方、投資は「人の思惑」が加味される。
- このため、株価が下がり、企業価値に対して、割安になった場合は、「買う」ことが合理的な行動
- ただ、人は得するよりも、損することが5倍以上苦痛。「行動経済学」
⇒ 正のフィードバック

第5章 まとめて俯瞰してみる

気象と株式投資、同じこと、違うことまとめ

気象と投資、類似点、相違点

		気象・天気	金融・株式投資
似ている現象 類似点	平均回帰	極端な異常気象があっても、必ず定常状態に戻る	価値(企業価値等)に対して、適切な価格付けになる
	増える要因が単純	太陽からの放射熱の多寡で平均気温が変わる	資本主義は成長を前提とした仕組みであるため、長期的には資産は増える
	起こる現象の確率表現がある	降水確率などで慣れ親しみがある	ばらつき具合をリスクと呼んで、確率で表している
違いがある現象 相違点	平均へ戻る理由	力学的(理論的)な仕組みで是正される	人の感情で、平均に戻らず、極端な現象が強化されることがある(正のフィードバックが効くシーンがある)
	複雑さ・カオス的現象・不確実性	7つの方程式で計算ができ、3日～1週間後くらいの予測計算が可能	経済活動が複雑すぎて、理論的な計算は不可能
	人間の感覚・行動経済学的現象	暑い寒い直感的に分かりやすい	損を嫌う。損すると得より5倍位痛みがあるらしい

第6章 日本人と精神修養

日本人と気象、四季

- 枕草子 第200段「野分」
- 野分とは台風のこと。
- 台風一過の次の日の早朝の様子、人々の対応している状況を示している。
- 災害で家や財産が傷ついているが、心は落ち着いている人々を描写
 - ⇒ 運命を受け入れる心、あきらめの心（諦観）
 - ⇒ こだわりを捨てる仏教の心。ほどほどで良い

第7章 最後に

本日のまとめ

- ✓ 気象と経済活動は、カオス現象という点で類似性がある。
- ✓ 気象に関して、日本人は寛容である。
- ✓ 一方、投資は、行動経済学からも損に関して得よりも痛みを感じやすい

↓こんな考え方を持とう

- ① 価値あるものを見抜く必要がある
- ② 見抜いた後は、カオス現象を利用して、暴落時に買う
- ③ 買うためには、論理性を持った行動と精神の修養が必要

投資のイメージ(P&Gの事例)

③買うためには、論理性を持った
行動と精神の修養が必要
長期的で俯瞰的な目線
暴落時に買っても買っても下がる
時がある。

The Procter & Gamble Company (PG) ★ In watchlist
NYSE - NYSE Delayed Price. Currency in USD
78.31 -0.35 (-0.44%)
At close: 4:00PM EDT

Indicators Comparison Date Range 1D 5D 1M 3M 6M YTD 1Y 2Y 5Y Max Interval 1M Line Draw

PG 2.6802 X

①価値あるものを見抜く必要
EPSを伸ばし続ける偉大な企業。
永続的に伸びる企業を選別できる
財務分析力。

②見抜いた後は、カオス現象を利用
して、暴落時に買う
P&Gでも10年に一回は、ゲリラ豪
雨のような暴落に見舞われます。



本日のまとめ

「①価値あるものを見抜く必要がある」を実践するためには、

- ✓ 財務諸表を見て、強い事業を選別できる
眼力
 - ✓ 永続的に伸びる企業を選別できる財務
分析力
- が必要。

本日のまとめ

「②見抜いた後は、カオス現象を利用して、暴落時に買う」を実践するためには、

- ✓ 暴落時に買えるようになる節約力、資金力と余裕

- ✓ ルールを作成する力が必要。

- ✓ 暴落(仮に自分の資産2000万円が1000万円になったとしても)を「バーゲンセール」が来たと捉えられたら投資は成功します。

本日のまとめ

「③買うためには、論理性を持った行動と精神の修養が必要」を実践するためには、

- ✓ 長期的で俯瞰的な目線
 - ✓ 投資戦略
 - ✓ 仏教的世界観、Let it be(なるようになる)という心構え
- が必要。

以上となります。

本日はご静聴、
誠にありがとうございました。

ご質問をいただきました

- とても興味深いテーマで楽しみにしております。宜しくお願い申し上げます。
- 気象予報士の立場からのお話を、企業年金の資産運用の立場から聞かせて頂きます！
- 原因と結果の関係とカオスが入り込む余地が気象と株価でどう違うか知りたいです。
- 商材として見た天気予報の将来性について、どうお考えかお聞きしたいです。