第3回　インフラとコンテンツ

(業態の変化と事業)

2019. 11. 18
2019. 09. 17

会計と経営のブラッシュアップ
2019 年 7 月 29 日
山内公認会計士事務所

本レジュメの参考資料　(企業会計基準)、(激流　2017.4～8　国際商業出版)
(人工知能は人間を超えられるか　松尾豊著　2015.3 中経出版)
(会計が動かす世界の歴史　ルートポート著　2019.2 KADOKAWA 刊)
(中央銀行が終わる日　2016.3　岩村充著　新潮社刊)

業態の変化

「メディアはメッセージ」という**マーシャル・マクルーハン**の言葉は、業態（インフラ・環境）はコンテンツ（事業）を規定するということだ。古い**業態（インフラ）**を基礎にしている**事業（コンテンツ）**は衰退する。**船というインフラが沈没しつつあるとき、**生存しようとする企業は**古い業態から脱出**しなければならない。沈みつつある船上での改善ではなく、古い船から脱出し、新しい船・業態の中で、根本的な**経営の改革(コンテンツの改革)**が必要となる。

旧業態	新業態
旧　態　機械による効率化	革　新　機械が人間のようになる
人手不足	省力化
品質停滞	品質向上
納期遅延	機会先取
収穫逓減	成　長
先送り	先取り
紙媒体	ウェブ
古いコンテンツ	新しい現実
人口減少	人工知能
下り坂、指数関数的	上り坂、指数関数的

→　乖　離　←

変化・対応

蓄　積　→　活　用　→　展　望

3. スーパーマーケットの競争優位　（プロセスの転換）　効率化への試み

(1) 売上当りの従業員を従来（個人商店）より減らせた（セルフ、価格引下げ源泉）

(2) 交渉でなく、値札で価格を明示　（顧客にとっての価格の公明性の向上）
（顧客の信頼性の向上）

4. コンビニの競争優位　（プロセスの転換）　効率化の徹底
進化の徹底

(1) 生残った小型店舗のコンビニ化と新たなコンビニ

(2) 顧客の住居から店までの距離の短縮

(3) 通信網　POSで単品の売行管理
棚のムダな商品を減らす

(4) 物流網　配送センターの圧倒設置

商品を　店まで
運ぶことの効率化の追求

顧客の移動距離を一歩でも縮め、棚のムダな商品を一つでも減らす。
この努力を垂直統合と情報化によって極限まで推し進め、
かつその営みを乱し続ける

5. QRコードは、コンビニ等への挑戦へ

(1) 店舗はQRコードを示し、ユーザがスマホアプリで、そのコードを
読みとることで決済を進める仕組み

(2) 極端な話、店舗は紙に印刷したQRコードを店頭に
貼っておけば、レジも ネット回線も設ける必要がなく、
キャッシュレスの決済手段を提供することができるようになる。
スマホのCPU（中央演算装置）が、レジを代替し、
スマホの通信網が店舗側の通信網を代替する

6. コペルニクス的な転換 (競争環境の激変の兆し)

(1) 店員が選び、店員が運ぶ　「消費者が店に行く」

(2) 消費者が選び、消費者が運ぶ　「消費者が店に行く」

(3) インフラやプロセスを消費者自身に　「消費者が店に行く」
担わせる

これは、インターネットやスマホの普及によるコスト構造の劇的な変化と
それによる競争環境の激変の兆しとも見える

(4) ECが発展すれば
顧客は、自宅から一歩も出ずに、自分が欲しい商品を手にすることができる。
これは、最初の消費者が「店に行く」というプロセスを転換させることもできる。

7. 流通史の中での企業の盛衰 (プロセスのどの部分を誰がどう担うのか)

技術革新は人々が利益を得られる水準でしか進まない。
なぜなら、次の100年で最も経済的に成功できるのは、
AIでも人間でもなく、新しい技術を味方につけた"人間"であるから。

output 大 ― 売上の増加、量の増加
input 小 ― コスト削減（効率化）
> 矛盾

マーケティング
管理会計

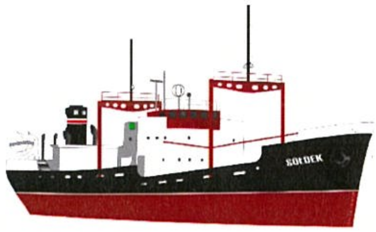
類似と相違

管理会計
コスト削減による利益の創出、CVP分析
販売量の増加について検討しているわけではない
製品別原価計算

マーケティング
いかにしてより多くの商品を販売するか
販売数の増加のために……
カスタマーリレーションシップ、製品ライフサイクル
ブランドエクイティ、マーケティングチャネル、コミュニケーション
インターネットマーケティング……

	管理会計	マーケティング
売上高	コスト削減	販売~~量~~額の増加
売上原価	価格もコストベース 製品別原価計算	価格設定
販売費	広告費の費用予算 予算管理方法	効果的な広告 販売の促進 顧客獲得費の研究 日本の例
ブランド	ブランドの評価	ブランドエクイティ ブランドの価値を高める
価格	機会損失	イールドマネジメント

業態の変化と事業
(新しいコンテンツ)



(8月のごあいさつ)
2019年8月1日(木)

「メディアはメッセージ」という**マーシャル・マクルーハン**の言葉は、業態(インフラ・環境)はコンテンツ(事業)を規定するということだ。

古い**業態(インフラ)**を基礎にしている**事業(コンテンツ)**は衰退する。**船というインフラが沈没しつつあるとき、**生存しようとする企業は**古い業態から脱出**しなければならない。沈みつつある船上での事業の改善ではなく、古い船から脱出し、新しい船・業態の中で、根本的な**経営(コンテンツ)の改革**が必要となる。

メディアとは、媒体であり、現代においては、**先端デジタル技術**を取り入れた業態の**インフラ**を指す。

メッセージとは、提供される情報の内容であり、**事業の目的、中味、作品**を意味する。

それは、新しい**メディア**の進展に合わせて格納される**メッセージ**であり、事業の内容である。

その良し悪しが、**事業経営のキー**となる。

新しい業態への移行に際して留意すべきは、**業態の変化の真偽**を的確に把握しているか、否かである。身近な例で言うと、県内景気は、観光の好調により好調だと言われているが、それが全産業に波及するものかの確認が必要である。

観光客数の増加(過去10年で約20%、**年平均2%の伸び**)、特に外国人観光客数の増加(過去6年間で約400%、**年平均50%以上の伸び**)は、考えられなかったほどの県内における経済環境のインパクトである。

しかし、**この10年間の県民総生産の伸びは年1%程度**で、インフレ程度でしかない。これは平均なので、チャンスを逃しているとばかりは言えないが、**表面的な変化**に目をうばわれる恐れがある。

新しい事態(業態・インフラ)に対応するということは、チャンスを逃さないということである。

先端デジタル技術も、**急激な外国人観光客の増加**も事業にとっては、一見すれば同じようなインパクトを与える。要は、それを**表面的ではなく**、確実に理解し、それを事業に取り入れることができるか否かである。事業に取り入れるということは、**確実な変化か否か**を確かめ、それが確実なものなら、**変化に対応した事業の体制**(コンテンツ)を確立するための努力が**成否の鍵**となる。

沖縄は、業態の変化を確実にとらえ、新しいコンテンツの確立ができるだろうか。

20、知らないことは恥ではない。

何で？何で？と質問しよう

質問力は、ビジネスパーソンにとって必須の能力だ

何でも聞けばよい

21、仕事は前倒し。

22、十分な睡眠とストレスのない生活

1日6時間

これを不足したときはゆっくりと8時間ねる。

23、ストレスのない生活

やりたくないことはやらない

人間関係は裏切られて当り前

恥をかいた分だけ自由になれる

24、一番初めに手を上げる

AIやロボットが人間の仕事を代替するようになったときこそ、

"一番初めに手を挙げる"ハカの存在は輝きを増す。

それは人間の存在感だ!!

物流業界の改革

2018.01.08

(1) 物流施設
ベルトコンベア、フォークリフトに代わり、搬送、倉庫の出入､荷下りの作業を自動化できるロボット…搬送ロボット　アマゾン、ニトリ

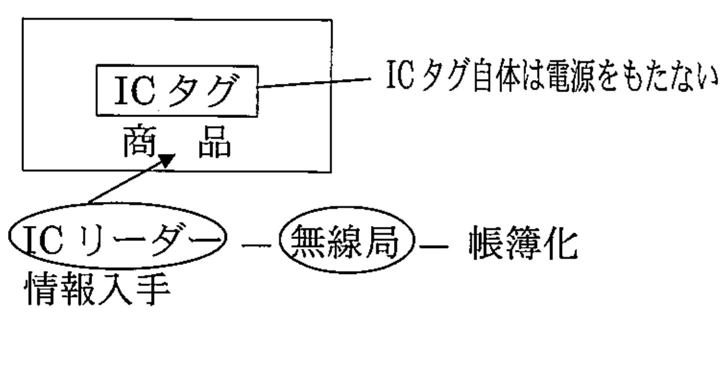
(2) ピッキング
ロボットが商品棚を運ぶ ―作業員は動かなくともよい
アスクルの横浜センター ―ロボットによるピッキング　画像認識の技術により(人間の2売の速度、夜間)
倍　可

(3) ICタグ
アパレルのビームス ―全商品にICタグを装着
店舗と自社物流センターの商品データにICタグ
複数タグの一括読取りにより、端末をかざすだけで複数商品の会計や検品、在庫管理、棚卸などを瞬間に行うことが可能になる
人を増やさずに売上を拡大できる仕組み作り

(4) アマゾンGo ― センサーの活用
将来のレジの変化

(5) トラックドライバーの減少 ― 2006年全国90万人…毎年1万人ずつ減少

実世界のオブジェクトを、デジタルの仮想世界と結び付けて認識や操作ができるようになるという点が、社会的に様々な波及効果を与えると考えられている。



見たことのない未来

(AI 時代の人間)

(10 月のごあいさつ)
平成 30 年 10 月 1 日（月）

21 世紀が始まったとき、ドラッカーは、その著「**ネクストソサエティ**」において、「**歴史が見たことのない未来が始まる**」と言った。

未来を予測することは、不可能である。しかし、現在の状況と既に起こった未来を手がかりに、**未来を考えること**には意味がある。今日、物的資源を持たない国は、知識や情報の効率的な利用を重視し、それらを社会の利益のために活用していく必要がある。特に 21 世紀に入って**情報通信技術**が**経済成長**の重大な要素となり、**人間の行動**にも大きな影響を与えることになった。日本のような物的資源の限られた国は、**情報通信技術**を駆使して、知識や高度技術に基づく産業の育成による**企業経営**の高度化や**行政機能**のコンパクトかつ効率化を通じて、市民参加型社会の形成を実現していくことが重要だ。

予測する未来の姿は、顔も目や耳もはっきりしない**怪物**のようである。それは現在感じている希望と、既に起こった未来によって、その**実像**に近いものを探しあてることになる。例えば、将来の日本国家の姿と内容は、不透明で、柔軟性のない､総合性を欠いた、身動きの取れないような複雑で異様な姿を感じる。このようなものに対して、**目と鼻**となるものをつけ、その実像をはっきりと見て、改善してゆく必要がある。

「**歴史の研究**」の著書で有名なトインビーは、1929 年満州問題について、“歴史的、運命的な岐路に立っている日本の責任は大きく、**日本の運命**を決定する。それは、ローマと戦った**カルタゴの運命**である。日本は、単に中国と戦うのではなく、アメリカやソ連のような **20 世紀の産業的ローマ帝国**と戦うのである”と言ったそうである。世界文明の視野に立った**歴史の教訓**がその念頭を去来していたのであろう。

目前に迫った AI **の進化と人間の能力**との比較である。**加算的に発展**してきた人間の歴史と**指数関数的に発展**する AI との調整をどのようにするのか。

西欧が**脱キリスト教**になったとき、①科学的信仰と②ナショナリズムと③マルクス主義が台頭し、**社会を一挙に変化**させた。同じように、従来の世界を AI が総合的に**一変**しようとしているように見える。AI の中に、AI とは全く性質の違う総合的な**人間性の向上を図る機能**を埋め込めることができるであろうか。そうすれば、人はより平等に、より快適に、より豊かに生き続けられると期待するのであるが、それは**無理な願望**であろうか。日本も世界も、**新しい時代のすぐ前に立っている**ような気がする。

V.　人工知能
人類最悪にして最後の発明

ジェイムス・バラット　水谷淳訳　ダイヤモンド社 2015

1.　未来の姿

明	暗
カールツワイル(SF)	ジェームスハラット(ロボット)
ブルックス(発明家)	マーティンフォード
	(AI に打ち負かされる)
	ドキュメンタリーフィルム

> 未来、人々の生活を左右する重要な決定は、すべて機械か、機械によって知能を強化された人間の手で下されるようになる。

すでに、金融システム、エネルギー、水、輸送といった公共インフラは、コンピューターによって支えられている。

コンピューターが労働を節約し、娯楽をもたらしてくれると人々はコンピューターへ依存するようになる。

しかし、人口知能は、コンピューターに命を与え、別物へ変えてしまう。あまりにも不安定で謎めいており、自然が一度しか完成させなかったパワー、それが知能なのだ。

第四次産業革命（インダストリー 4.0）

すべての「モノ」は、インターネットにつながり、これによって生じるさまざまな産業構造の変化を第四次産業革命という。

人工知能の精度を上げて、人間が指示を出さずとも、コンピューターが自分で判断して最適な行動をとる社会。例えば VRや会計ソフトの仕訳[illegible]による会計機能

変わりゆくもの

既存のものが衰退し、新しいものが出てくる…
(それは知能という目に見えないものだ)　ある環境の中で機能を発揮する特定の仕組みであって、その見えない相互作用こそが知能である。
人工知能で引き起こされる変化は、「知能」という、環境から学習し、予測し、そして変化に追従するような仕組みが、人間やその組織から切り離されるということである。人工知能で引き起こされる変化、産業的な変化、そして個人にとっての変化……
(松尾豊「人工知能は人間を超えるか」より)

短期的(5年以内)には、会計や法律といった業務の中にビッグデータやAIが急速に入り込み活用されるであろう。

中期的(5～15年)に起こるものに「異常検知というタスク」がある。
これは、高次の特徴表現学習であり、「何がおかしい」ことを検知できるAIの能力が急速に上がってくる。
こうした仕事は、基本的には「センサー＋AI」に任かせ(例えば遠隔地にあるエレベータ、高速道路を運送中のトラック)、その「何かおかしい、発生した問題」に人間が対応するものである。

長期的(15年以上先)には、人間の仕事として重要なものは大きく2つに分かれるであろう。
一つは「非常に大局的でサンプル数の少ない難しい判断を伴う業務」
これらは、経験や歴史に学んだりするしかない。
他は「人間に接するインターフェースは人間の方がよい」
これらは人間対人間の仕事である。(上記の書から要約)

2017.4.21　プライムニュースを見た
結局人工知能は人が作るというものであったが….

ビットコイン
人々の信用によらない（現在の貨幣は政府等の信用によっている）という点では、
"金"と同じであり、仮想通貨は、現代的な貨幣（不換紙幣）というよりも、
昔ながらの本位貨幣に近いと言える。

6. AI で公認会計士はいなくなるか

(H30.6.15　会計士会研修　神崎時男先生)

(1) 近い将来に起こること
(2) 最新の会計システム
SPA、富士通 WORKS(大手パッケージ)、MF クラウド…
作業の省略化、領収証入力→記帳
(3) 分析能力の向上
ハードディスクを使わずに、メモリーだけで演算処理
(4) データベースにデータを蓄積せず、メモリーで処理
分析的手続きの自動化、監査調書化
(5) 不正対応（大手パッケージ)
不正対応、異常仕訳検出機能、不正パターン検出機能、利益相反取引対応、振込変更対応、与信先承認対応、CAAT ツール機能のパッケージ化
(6) IT 統制
職務分掌処理、未利用のユーザ ID の検出、各種機能の利用設定状況の確認
(7) 業務能力の向上のための機能
データセレクション、会社の処理結果との照合
(8) ディープラーニング
データの特徴を見出すことができる
①フレーム問題、シンボルクラウディング問題
(9) 統計的自然言論処理
人間の言語を把握して、分析する能力
① 彼は美しい庭園で望遠鏡で女性を見た→②
② 彼は望遠鏡で、美しい庭園にいる女性を見た
(10) 営業支援ツール
監査計画におけるリスクポイントの事前支援の可能性
① 膨大な情報 — 必要な情報の収集、分析
② 〃 — 必要な経営環境、計画
(11) 犯罪予測
① 発生場所を予測し、その場所へ警官の事前派遣による犯罪件数の減少(アメリカ)
② 不正を行う可能性の高い従業員の事前防止(シンガポール)
メール、取引履歴等 20 個以上の指標
③ データベース化、パターン認識
(12) 経済記事作成業務(アメリカ)
企業に関する経済記事を AI 技術で作成、時間の短縮と記事の公平性
(13) 次世代監査
① 監査計画 — リスクポイントの提示、ディスカッション
② 分析的手続 — 事前の各種趨勢分析、異常データの AI 判定
③ 内部統制監査 — システム統制－IT 統制の設定状況の把握
④ 実証手続 — 自らのシステムの処理と会社のものの全件照合

1

仮想通貨時代を生き抜くための
~~お金の教科書~~

慶応義塾大学教授
白井さゆり

2019.10.23
2019.10.28
2019.11.04

1、2017.12 ビットコインの価格が 1ビットコイン当り 2,368,000円の高値をつけた。

同年1月1日の価格は ≒ 115,000円だったので 1年で 20倍にふくれあがった

しかし 2018.12 360,000円 に下落

2、仮想通貨の優位性

(1) ブロックチェーンと呼ばれる非中央集権的な仕組み
(管理者不在の仕組)

(2) 暗号化技術を用いて取引を行うデジタル通貨

(3) 金融を大きく変えてゆく可能性

(4) 現代は、「仮想通貨時代へ突入した」と言える

(5) 本質と可能性をしっかりと理解した上で
これとうまく付き合っていく道を探る必要がある

(2) 金属貨幣へ　一人類の経済史の最大のイノベーション一

古代メソポタミア　紀元前3000年頃

農業の発展　一他地域との交易

当時の交換手段 一 大麦、羊毛、油、金属 子安貝

商取引を記録した楔形文字の粘土板

春秋・戦国　…クワやスキの形をした青銅貨

秦　---使い勝手のよい丸形で まん中に四角の穴の貨幣の形

(3) アレクサンダー大王の偉業

マケドニアのフィリッポス2世の後継者

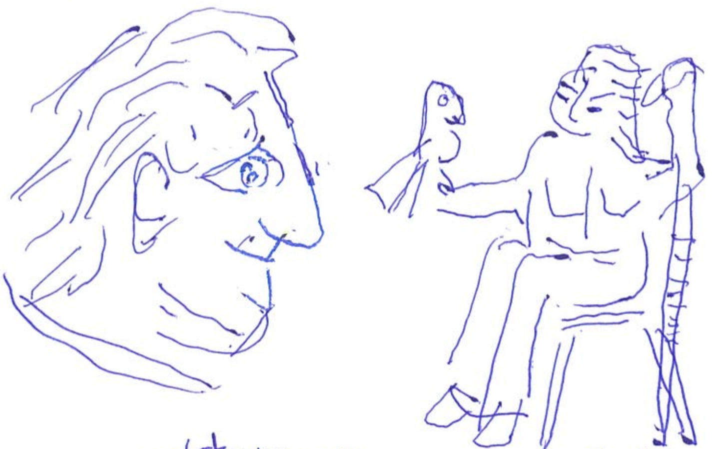
アレキサンダー大王（3世、BC 336～323　14年間在位）

若干20歳で即位

BC 330年　アケメネス朝ペルシアを滅ぼす

征服地に ギリシア人、マケドーニア人を定住させるための都市 アレキサンドリア

帝国内の交易の振興の アッティカマネー（通貨）の鋳造（アテネ）と使用



ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ

アレキサンダーコイン（金貨）

テトラドラクマ（銀貨）（トラキア）

(4) 世界最古の紙幣「交子」中国「宋」

唐（618~907）の金属貨幣

宋（960-1279）銅貨　交子（紙幣）四川省

銅の不足 → 鉄貨（重くて不便 → 紙幣の発行）

交子（紙幣）には、硬貨や塩を担保として価値の保証

一兌換紙幣

不換紙幣は金属との交換が保証されていない

「信用」「信頼」に基づくフィアットマネー

「交子」は、西夏との戦費をまかなうため世界最初の法貨となる

次第に兌換停止の「不換紙幣」へと変容

元（1271-1368）、明（1368-1644）時代

政府が発行する紙幣が唯一の法定通貨（不換紙幣）

(5) スウェーデンでは

17C 世界初の銀行券の発行（兌換紙幣）

(6) 金本位制の確立　1816年イギリス

近代ヨーロッパ

本位貨幣　金貨の発行

自由通貨 一単位の価値が、その貨幣に含まれる

一定量の金や銀と結びつく貨幣のこと「正貨」

(10) 米を介在させた日本独得の通貨制度

並列 (米本位制 (税物)
金銀銅本位制

ユニークなもの

年貢米 → マネー(通貨)換金 → 人件費その他の支出

→ 藩の赤字経済 — 大商人からの借入れ —

江戸経済　米価 —— 一定

江戸のモノ、サービスの需要 — 価格上昇

↓ 換金しやすさ 商品作物生産

↓ 藩財政の圧迫

江戸 — 各地からの輸入　江戸の消費

大阪 — 各地から物資が集まり → 江戸へ輸出

札差 —— 税物(米)を給される旗本や御家人から
米を買上げて換金する

(15) 中毒的な魅力を持つ貨幣改鋳

最初の改鋳 1回目 元禄8年 1695年「元禄の改鋳」

柳沢吉保、荻原重秀

金含有率 84% → 57%

(慶長小判) (元禄小判)

↓

荻原は独断で　　　　　経済活動が活発化

宝永通宝、永字銀、三ツ宝銀、元禄文化

四ツ宝銀、乾字金 などを発行

その結果 貨幣量 > 物 となり ついにインフレを発生させる

宝永の大地震、富士山噴火 … 物価の高騰に拍車がかかる

荻原は、政敵である新井白石に非難され失脚

新井白石は、金銀の含有量を元に戻す

これのことにより、貨幣供給量は極度に減少し、深刻な

デフレを引き起こす

このデフレを解消したのが 吉宗による元文の改鋳

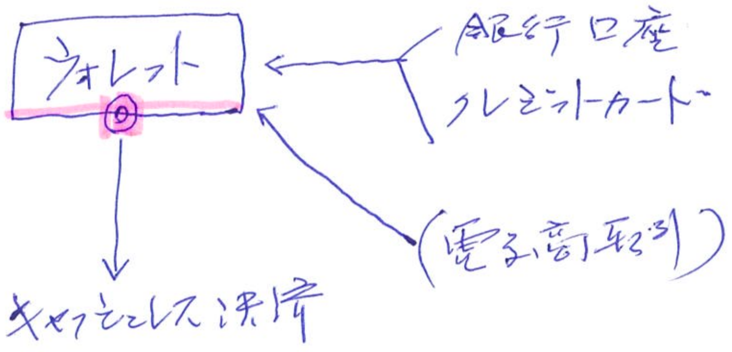
低インフレと高成長の実現

天保の改革の失敗と幕府財政の破綻

水野忠邦の行った倹約令や年貢の増収

需要が極端に抑制され デフレとなる

(5) 中国



◎ アリペイなどの決済機関

(1) 購入者が商品を受取るまでの間
支払額を預る

(2) 売り手は、決済機関が代金を保障
しているので安心

(3) ウォレットでの入出金、送金も可能

◎ QRコードの読み取りによる代金決済

端末不要

金融のデジタル化による経済構造の変貌

都市部を中心に経済の効率性を高め、消費を喚起して
質の高い経済成長を実現するための道筋をつけた。

VI. 仮想通貨時代

1. 労働による年金と収入だけでは難しい

   一人一人が投資家の武装が必要

2. 株価が下落に転じると大体半値以下になる

   平成バブル 100% → 40%

   リーマンショック 100% → 40%

3. 景気後退局面の期間 < 景気拡大局面

   平均1年　　平均5年

   3〜

4. 日銀のETF買入れの弊害 (2018年)

   年6兆円 — 既に累計40兆円

   東証一部最大の株主

2018 外国人 △5.4兆円の売越

〃 日銀買入 6兆円

〃 企業の自社株買 2兆円

5. 生き残りに欠かせない姿勢

(1) 円の暴落は起きるか

異次元緩和

① 金利の低下

② 政府の財政規律の弛緩

半分は日銀が占め

そのため国債の需給は逼迫に

高騰

③ ETFの買入れ

株価へ上昇

↓

今後は？

(2) 有望な優良資産の発見、研究

(3) 不動産投資は、

2020 オリンピック ↓

2025 大阪万博 ↑

少子高齢化 ↓

(4) 仕事が無くなって行く時代

(5) AI

今度こそ人間の仕事がなくなるのではないか。

(6) 格差の時代

「貨幣の改鋳」はなぜ行われたか？ 10

の章を読んで　「異次元の緩和」の意味が少しわかりました。

日本では

江戸時代、金銀銅の豊富な金属資源を背景に
1600年代までは、一般物価の価格が上昇する
（つまり通貨価値が低下する）「インフレ」状態が続いていた。

ところが、それ以降は、金銀の産出量が伸び悩み

「マネー（通貨）」の供給量の伸びが鈍化してゆく。

1680年代になると貨幣不足は深刻となり、

「マネー（通貨）」の価値は上がり、逆に物価は下落してゆく。

「マネー（通貨）」が不足すると、大都市江戸では全国各地のモノの
買入れ（輸入）に対する支払いが難しくなり、江戸の経済全体は
停滞してデフレが発生した。

こうした事態を切り抜けるために幕府が行ったのが「改鋳」だった。
金の含有量を減らし、貨幣発行量を増やしてインフレを起こそうとした。

江戸時代の貨幣の改鋳は、「マネー（通貨）」の供給量を増やすための、「金融緩和政策」ともいえます。これによって経済を活性化させようとしたのです。

江戸時代における貨幣の改鋳（印象とは違うものがある）

綱吉時代の元禄8年（1695）「元禄の改鋳」

勘定奉行吟味役 荻原重秀が主導

貨幣の流通量は、最大で8割ほど増えもデフレ圧力は和らぐ

↓

荻原のそれに、宝永通宝、永字銀などの改鋳、新判発行は、莫大な出目（改鋳益）を稼ぐとともに、貨幣の供給が需要を超え、貨幣の過剰供給を招き、ついにインフレを発生させてしまう。 1772 失脚

荻原の後を継いだ新井白石は、方針を転換し、通貨の金銀含有量を元に戻す。しかし、これによって貨幣供給量は減少し、深刻なデフレを招く。

このデフレの解消は、吉宗による「元文の改鋳」であった。

天保の水野忠邦の改革は失敗し幕府の財政再建は失敗する

黒船来航後は防衛に多額の費用がつぎこまれる

この時期、幕府は「御用金」で財政不足を補おうとするが反感が大きく幕府の威光も低下する中、新政府が樹立される

山内公認会計士事務所

差出人:	山内公認会計士事務所 <yamauchi@3-cpa.com>
送信日時:	2019年10月29日火曜日 9:56
宛先:	白井 さゆり 様
件名:	読書感想文

白井 さゆり 先生

財政再建の失敗は、亡国への道であるということは、江戸の教訓である。
治者は先憂後楽を忘れ、識者は狼少年たらんとすることを忘れている。
日本はこれでいいのでしょうか。

中毒的な改鋳と大商人等からの借入れにより、黒船来航対策費増もあり、幕府の財政再建は失敗し、明治政府へと移行する。
今、改めて幕末の経済状況を見て、財政破綻に瀕した日本の財政を考えると、安易とも言える議論(FTPL や MMT)が語られている現状に不安を覚える。

財政赤字を一種の規律をもって無視し続けたなら、物価は緩やかに上昇し、それが常態化することで財政赤字は実質目減りする。これは国債償還による財政再建よりはるかに効率的である、とする。(FTPL プリンストン大学 シムズ教授)

急激なインフレにならない限りは、その限界を露呈することはない。巨額の財政赤字があっても、インフレも金利上昇も起こっていない日本は MMT の成功例であるとする意見もある。(MMT の主唱者の一人 ステファニー・ケルトン教授)

1944 年アメリカを中心とした 45 ヶ国は、ブレトンウッズで、ドルの価値を金の一定量に合わせて安定させることを決定(1 オンス=35 ドル)し、その他の国々は、自国通貨をドルにリンクさせることになった。(「金ドル本位制」)
この新体制は、ドルを基軸にする新たな国際通貨体制であった。
ニクソンショックでアメリカがドル金本位制を放棄した後は、「不換紙幣」を中心とする通貨制度時代に入っている。
不換紙幣を中央銀行が際限なく発行するとハイパーインフレなど大インフレを起こす恐れがある。
中央銀行は、フィアットマネーの時代、「物価安定」を実現し、人々が安心して自国の通貨を使って買い物ができるような状況を維持することが至上命題となる。
この役割を果たすためには、景気拡大の局面では、景気が過熱して大インフレを招かないように金融の引き締めを実施し、逆に景気後退の局面では、金利を下げて景気を浮揚させる金融緩和策を導入し、政府の際限のない裁量から独立し、物価安定を図るという大切な使命を忘れてはならない。

山内公認会計士事務所
山内 眞樹　Masaki Yamauchi

Phone:098-868-6895, Fax:098-863-1495
E-Mail:yamauchi@3-cpa.com

2019.09.30
2019.09.24
2019.09.09
2019.09.02
2019.08.19
2019.06.17
2018.10.23

微分方程式

平成 29 年 7 月 24 日

2019.10.21
2019.11.04
2019.11.18

参考図書（Excel で学ぶ微分積分　山本将史著　H24.8 オーム社）
（すぐわかる微分方程式 石村園子著 1997.8 東京図書刊）
（微積分のはなし 大村平著 1985.3 日科技連刊）
（Excel で学ぶ微分方程式　鈴木肇著　H18.2 オーム社）

1. 将来予測

微分方程式は、ある瞬間における現象の変化を導関数を用いて表わした方程式である。

(明るい!! 差)

光の
暗いところでの明るさと
明るい場所との差
暗いところ!!

(1) 化石－放射性元素

半減期 $y^1=-ky$
減る速度 y^1 は、現在量 y と比例する。
これを積分すると、現在量 y が求められる。$y=C\cdot e^{-ky}$

(2) 刺激と反比例などの微分方程式

① 刺激が変化するとき、その変化に対する敏感度は、もとの刺激の大きさに反比例する。（ポルノ映画の製作会社）、前作より 1 割以上の興奮度
② 台風の進路予想　ベクトル（その点で進むべき方向と速さ）
③ 解曲線（ベクトルを接線として持つような曲線）
④ 風の流れ、民族の大移動

(3) 限界速度

落下物は空気の抵抗がないものとすると、落下距離の√に比例して落下速度が増大する。
ビルの屋上から落したリンゴの質量を m とすると、その作用している引力は mg(g は、地表付近の物体を引きつける重力の加速度で 9.8m/sec² である。)

$m\frac{d^2x}{dt^2}=mg$　　$\frac{d^2x}{dt^2}$はリンゴが地面へ向う速度の変化率（加速度）

しかし、空気抵抗が落下をやめさせる方に作用する。
空気抵抗の強さは物体の速度が比較的遅いうちは速度にほぼ比例し、物体の速度が速くなると速度の 2 乗に比例する。
従って、空中を落下する物体がある速度になると、引力と空気抵抗の力がちょうどバランスして、それ以上速度が増大しなくなる。
これを限界速度という。（パラシュートでの落下速度）

$m\frac{d^2x}{dt^2}=mg-k\frac{dx}{dt}$　　$k\frac{dx}{dt}$は空気抵抗

$\frac{dx}{dt}$は速度であり、$\frac{dx}{dt}=\mathrm{v}$とすると

$mv=mg-kv$

対数関数の微分（導関数を求める）

$$\boxed{\text{導関数の定義式}\quad f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}}$$

より

$$(\log_a x)' = \lim_{h \to 0} \frac{\log_a (x+h) - \log_a x}{h}$$

$$= \lim_{h \to 0} \frac{\log_a (x+h)/x}{h}$$

← 引き算が割り算に!!

$$\boxed{\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N}$$

$$= \lim_{h \to 0} \frac{1}{h} \log_a \left(1 + \frac{h}{x}\right) = \lim_{h \to 0} \frac{1}{x} \cdot \frac{x}{h} \log_a \left(1 + \frac{h}{x}\right)$$

$$= \frac{1}{x} \lim_{h \to 0} \log_a \left(1 + \frac{h}{x}\right)^{\frac{x}{h}}$$

$$\boxed{\log_a M^k = k \log_a M}$$

Mのk乗は $\log_a M$ のk倍に!!

ここで、$h/x = k$ とおく、$(\log_a x)' = \frac{1}{x} \lim_{k \to 0} \log_a (1+k)^{\frac{1}{k}}$ となる。

ここで、kが0に近づくと、$(1+k)^{\frac{1}{k}}$ は、ある一定の数 e に近づく。

つまり、$\lim_{k \to 0} (1+k)^{\frac{1}{k}} = e$ である。$(\log_a x)' = \frac{1}{x} \log_a e$

となり、底 a を e にすれば、$(\log_e x)' = \frac{1}{x} \log_e e = \frac{1}{x}$ となる。

逆は $\int \frac{1}{x} \to \log x$

一定の倍率で変化する現象を表す

変化率がそのときの量に比例する現象の場合

$$\frac{dy}{dx}=ky$$ 一定の倍率で増加、減少する関数yを表す微分方程式

↓ yでわる

$$\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}=k$$

↓ xで積分

$$\int\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}dx=\int k\,dx$$

↓ $\int\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}dx=\int\frac{1}{y}dy$ より

$$\int\frac{1}{y}dy=\int k\,dx$$

↓ 積分する

$$\log y=kx+C$$

$y=e^{kx+C}$

$=e^{kx}+e^{C}$

↓ $e^C=A$として指数の形へ

$=e^C=A$とすると

$$y=Ae^{kx}$$

倍々の法則より、
$x=1$のとき$y=1$
$x=2$のとき$y=2$だから

$$\begin{cases}1=Ae^{k} & \cdots ①\\ 2=Ae^{2k} & \cdots ②\end{cases}$$

②÷①より

$$e^k=2 \quad \cdots ③$$

よって $k=\log 2$ $=\log_e 2$

これを①、③に代入

$1=Ae^{\log 2}$、$e^{\log 2}=2$

より、$A=\frac{1}{2}$

これを$y=Ae^{kx}$に代入して、

I.x

$$y=\frac{1}{2}e^{x\log 2}$$
$$=\frac{1}{2}(e^{\log 2})^{x}=\frac{1}{2}\cdot 2^{x}$$
$$=2^{x-1}$$

倍々の法則の式が導き出された

$e^{\log 2}=2$　$e^{\log 3}=3$　$e^{\log 4}=4$

森羅万象と経済現象も表現できる

(1) 微分方程式

ある瞬間における現象の変化を $\boxed{\text{導関数を用いて表した方程式}}$

瞬間の変化を"次々につなげて行く"…… 法則が生まれる

微分方程式を解くのが積分である。そして指数関数、対数関数が重要な役割を演じる。

(2) yの変化率がその時点のyに比例する現象を表わす微分方程式である

ある時間xから、短い時間Δxだけ経つ間に、yは

$\Delta y = f(x+\Delta x) - f(x)$ だけ変化する。

変化率は、時間の間隔Δxを0に近づけたときの極限だから、

$$\lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$ である

この式を y' や $\frac{dy}{dx}$ と書きyの変化率という

(3) 分析したい現象

→ 導関数で表す → 微分方程式

積分

微分方程式の解 → 現象の解明

$$\frac{dy}{dx} = ky \quad ①$$

ロジスティック曲線

(1) 人口増加などは指数関数に従わない

人口増加、品物の売れ行きなどは飽和状態があり、それ以上には増えない。

(2) 飽和状態 P があるとすると

$P-y$ は y が P に近づくと 0 に近づく、従って

$$\frac{dy}{dx} = ky(P-y) \quad —②$$

という微分方程式となる

(3) $\frac{dy}{dx} = ky(P-y)$、両辺を $y(P-y)$ で割ると

$$\frac{1}{y(P-y)}\frac{dy}{dx} = k$$

$$\frac{1}{P}\left(\frac{1}{y}+\frac{1}{P-y}\right)\frac{dy}{dx} = k$$

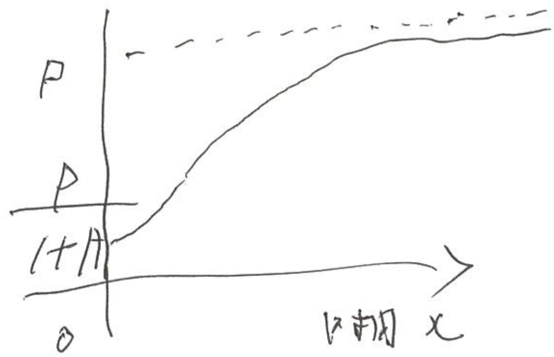
$$\frac{1}{P}\{\log y - \log(P-y)\} = kx + C$$

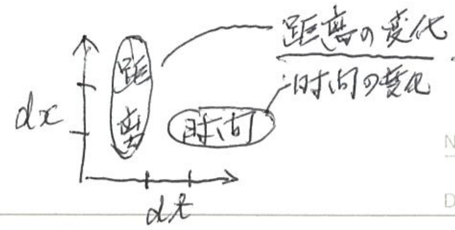
$$\log\frac{y}{P-y} = kPx + CP$$

$$\frac{y}{P-y} = e^{kPx+CP}$$

$$y = \frac{PBe^{kPx}}{Be^{kPx}+1}$$

$$y = \frac{P}{1+Ae^{-kPx}}$$





複利計算

xは時間の経過につれて、どのように増大してゆくか？

ある瞬間にxが増加する割合はそのときのxに比例するので

$\boxed{\frac{dx}{dt} = ax \text{ の関係となる}}$ ①

$\frac{dx}{dt}$は、元利合計の増加率（単位期間に付加される利息）

aは、利率

xは、そのときの元利合計

xが経過時間tにつれて、どのように変化するかを知るためには、
x(t)の関数形（積分できる式）を探し求めればよい。

式①は、xをtで微分した形なので、xの形を知るには、
この式をtで積分すればよい筈である。ところが、
右辺のxはtのどのような関数かわからないので、dxもdtに
小さくても一人前の値として扱うために①式を変形する

$\boxed{\frac{dx}{x} = a\,dt}$ ② tとxが微小変化の関係として示される

そして積分する

$$\int \frac{dx}{x} = \int a\,dt \qquad \int \left(\frac{1}{x}\right) dt = \int (a)\,dt$$

指数関数の微分（導関数）

指数関数 $y = a^x$ の微分

↓ 両辺を対数で表す（対数微分法）

$$\log y = \log a^x = x \log a$$

①左辺

$\log y$ と $y = a^x$ の合成関数

↓ y で微分　↓ x で微分

$$(\log y)' \cdot y' = \frac{1}{y} \cdot y' = \frac{y'}{y}$$

②右辺

x で微分すると

$$(x \log a)' = (x)' \cdot \log a$$

$$= 1 \cdot \log a = \log a$$

$y = x$ なら $y' = (x)' = 1$ の公式

↓

$$\frac{y'}{y} = \log a \text{ より } y' = y \log a$$

$$= a^x \log a \longrightarrow y' = a^x \log a$$

上記の $y = a^x$

指数関数の微分

指数関数 $y = e^x$ は微分しても変わらない

底が e の場合

$$(e^x)' = e^x$$

微分しても変わらない

底が e でない場合

$$y' = (a^x)' = a^x \log a$$

対数微分法

$y = x^p$ の微分　対数で表す

$$\log y = \log x^p = p \log x$$

（左辺）

$\log y$ と $y = x^p$ の合成関数

x の変化を考えずに
y が変化する関数と
考える
→ y の関数である

$\log y$ と $y = x^p$ の合成関数

↓ y で微分　　↓ x で微分

$(\log y)' = \dfrac{1}{y}$　　y'

↓ かけ算

$$\boxed{(\log y)' \cdot y' = \frac{1}{y} \cdot y' = \frac{y'}{y}}$$

（右辺）

$p \log x$

↓ x で微分

$$\boxed{(p \log x)' = p \cdot \frac{1}{x} = \frac{p}{x}}$$

$\dfrac{y'}{y} = \dfrac{p}{x}$ より　$y' = \dfrac{p}{x} \cdot y = \dfrac{p}{x} \cdot x^p = p x^{p-1}$

$y = x^p$

$$y' = p x^{p-1}$$

微分方程式

m mass 質量 物体が有する固有の量

物体の重量とは区別される

g gravity 重力 地上で、物体を地球に引く力

1、高層ビルの屋上から リンゴを落下させたとき

リンゴに作用している力は "引力" だけである。

2、その大きさは、リンゴの質量 m と重力 g をかけたものである。

3、重力 g とは、地球が地表付近の物体を引きつける力、

物体に発生する加速度の大きさで 重力の加速度と呼ばれ、

$9.8\,m/sec^2$ である。

4、重さとは、質量 m の物体を 地表付近にもってくると mg の重さになる。

従って、質量 m のリンゴは、地表付近では mg の重さを持っているので

リンゴを地球のほうへ動かそうとしている力は mg ということになる。

5、リンゴに mg の力が作用しているとき、

その力でリンゴに起こさせる加速度（速度の変化率）は、

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = mg \qquad (9.17)$$

$\frac{d^2x}{dt^2}$ は、リンゴが地面のほうに向かって速度を増して

行くときの "速度の変化率"、つまり加速度を表わす。

6. 加速度

$$m\frac{d^2x}{dt^2}=mg$$

両辺を m で割って $\dfrac{d^2x}{dt^2}=g$ を得る (9.18)

7. 加速度から、速度や変位（位置の変化）を求めると

(9.18) の両辺を t で積分し、

$$\int \frac{d^2x}{dt^2}\,dt=\int g\,dt$$

$\dfrac{d^2x}{dt^2}$ は、x を t で2回微分したものなので、

これを t で積分すると、微分1回分だけ元へ戻って

$\dfrac{dx}{dt}$ になる。

$$\frac{dx}{dt}=gt+C_1 \qquad (9.19)$$

C_1 は、どこから積分をはじめるかによって決まる積分定数であり、$t=0$ から始めるとすると

$\dfrac{dx}{dt}=0 \quad C_1=0$ となり

8. 落下速度は

$$\frac{dx}{dt}=gt \text{ となる} \qquad (9.20)$$

g は、$9.8\,m/sec^2$ であり、速度は時間が経過するにつれて増加しており5秒後には、$49\,m/sec$ に達する。

9. 次に式(9.20)をもう一度tで積分すると

$$x = \frac{1}{2}gt^2 + C_2$$

が得られる、t=0のとき、x=0であるから

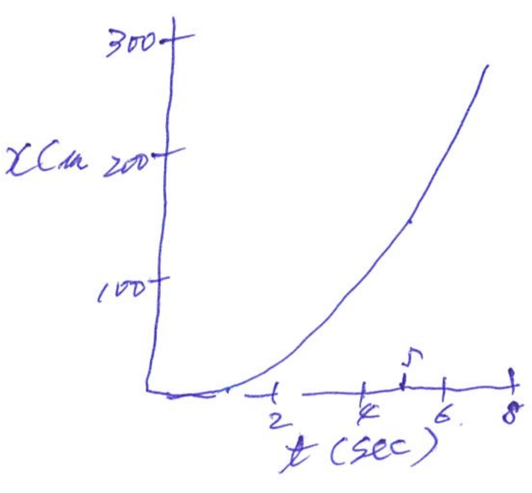
$C_2 = 0$ となる

xは、

$$x = \frac{1}{2}gt^2 \qquad (9.21)$$

と表わされる。

グラフは



となり、5秒後には 123m を落下していることがわかる

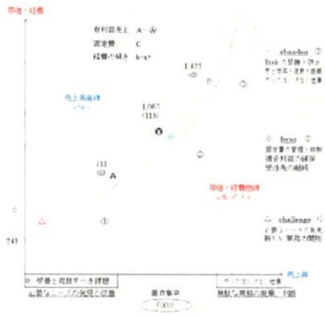
10. 式(9.20)と式(9.21)とから t を消去して、x と $\frac{dx}{dt}$ の関係を求めると

$$\frac{dx}{dt} = \sqrt{2gx}$$

tの消去？

H29 4/24 M

2019.01.21
2018.10.15
2018.08.13
2018.06.10
2018.04.16
2018.01.07
2017.10.10
2017.07.10
2017.04.23



指数・対数

会計と経営のブラッシュアップ

2019.07.28

山内公認会計士事務所

2019.09.17
2019.09.24

次の図書を参考にさせていただきました。
（ゼロからわかる指数・対数　2007.12 深川和久著　ベレ出版刊）（対数のはなし上、下 2012.5 大村平著 日科技連刊）
（図解雑学指数・対数　2013.5 佐藤敏明著　ナツメ社刊）

2019.09.30
2019.10.07
2019.10.16
2019.11.18

I. 指　数

1. 指数とは、いくつかけ算されているかということ

つまり、大きな数、2×2×2×2×2 を 2^5 と書き、2 の 5 乗という累乗のこと。
大きな数を表すことに適している。

(1) 世の中は、**かけ算的（指数的、曲線、複利）**に従う傾向にあり、人はそれを**足し算的（直線）**に理解しようとする傾向がある。

現象は複雑であっても大づかみに理解したい
----何倍くらいか

（例）かけ算、指数
国や経済の伸び　―　対前年比○％
預金やローンの利息　―　金利の計算
指数とは　―　かけ算のくり返し

指数	対数
（複雑）	（単純）
かけ算	たし算
激しい	静か
細かい	大づかみ

AI、デジタル、将来

従って世の中は指数的に変化する傾向にある**（激しい変化の世界）**
しかし、人は足し算的にものを見ようとする**（静かな変化の世界）**

歴史、対数

世の中はかけ算的・指数的（変化・変動）であるのに、人は足し算的（静止的固定的）に勘違いしている。この面において世の中は複雑である。

（大量）

そして、この**指数の逆が対数（単純化）**である。
対数　　　　　　　は複雑なものを単純にしようとする。
そして人の五感はことごとく対数的である。しかし、現実は指数的である。
人の記憶や歴史も対数と深く関係している。だから、過去は対数的
歴史上の出来事は、1 年を 1 とすると、10 年は 2、100 年は 3、1000 年は 4・・・という並び方になるかもしれない。（記憶の量）

過去は会計のようにコンパクトな報告が優れている。（内容も、金額も）　過去は大づかみになる。

導関数の定義式 $f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f x}{h}$

$$8 = 2^3 \quad x = a^y \quad y = \log_a x \quad (\log x)$$

$$y' = \frac{1}{x \log_a e} = \frac{1}{x} \frac{1}{\log_e e} = \frac{1}{x}$$

$$(\log_a x)' = \lim_{h \to 0} \frac{\log_a(x+h) - \log_a x}{h}$$

$$= \lim_{h \to 0} \frac{\log_a(x+h) \div \log_a x}{h}$$

$$= \lim_{h \to 0} \frac{1}{h} \log_a \frac{(x+h)}{x} = \lim_{h \to 0} \frac{x}{h} \cdot \frac{1}{x} \log_a\left(1+\frac{h}{x}\right)$$

$$= \frac{1}{x} \lim_{h \to 0} \log_a \left(1+\frac{h}{x}\right)^{\frac{x}{h}}$$

ここで $\frac{h}{x} = k$ とおくと

$$\lim_{h \to 0} (1+k)^{\frac{1}{k}} = e$$

$$= \frac{1}{x} \lim_{h \to 0} \log_a (1+k)^{\frac{1}{k}} = \frac{1}{x} \log_a e$$

$= \frac{1}{x} \log_a e$ は、底をeにすると、

$= \frac{1}{x} \log_e e = \frac{1}{x}$ となる

故に

$$(\log_a x)' = \frac{1}{x}$$

減衰量の計算

段階状の減衰量　　$1-\alpha$

「ある期間」後に α の減衰が生じる　　減衰後の残量

連続状の減衰量　　減衰率 a

「ある期間」を k 等分し、それぞれに

a/k の率で 減衰してゆくと考えると

ある期間後の残量は、　　$\left(1-\frac{a}{k}\right)^k$

α と a の関係は、　　$1-\alpha=\left(1-\frac{a}{k}\right)^k$

a は減衰率

そして、k をどんどん大きくした極限は、　　$\lim\left(1-\frac{a}{k}\right)^k=e^{-a}$

従って、α と a の関係は、　　$1-\alpha=e^{-a}$

この関係を、x 期間後の減衰量の式に代入すると、　　$y=A\left(e^{-a}\right)^x$

放射線物質、水温のように連続的に減衰する場合の式は、　　$=Ae^{-ax}$

x 期間後の量を表わす関数の形となる。

y：x 期間後の状態

A：スタート時の量

e：指数関数　the exponential function

a：減衰率

x：期間　　t分とすると　　$=Ae^{-at}$

炭素14の半減期

(1) 炭素14は放射性炭素ともいわれ、半減期は 5,730年 である。

(2) 大気中に含まれる炭素14の割合は一定であり、生きている生物も炭素14の割合は大気中の割合と同じである。

(3) 生物が死ぬと炭素14の供給がなくなり、崩壊だけが続くので、死んだ動植物の炭素14の割合を調べると死んでからの年数が推定できる。

(問1) ある木棺の炭素14の割合を調べたら、75%に減っていた。このとき、この木棺の年代は

r＝残存割合

炭素14が1年で r 倍に減少するとして、

$$\boxed{\text{この木棺が } x \text{ 年前のものだとすると、} \quad r^x = 0.75 \quad \text{また} \quad r^{5730} = 0.5}$$

$$\log r = \frac{\log 0.5}{5730}$$

$$x \log r = \log 0.75 \quad \text{—①} \qquad 5730 \log r = \log 0.5 \quad \text{—②}$$

①②より

$$x = \frac{\log 0.75}{\log r} = \frac{5730}{\log 0.5} \times \log 0.75$$

$$= \frac{5730 \times \log \frac{3}{4}}{\log \frac{1}{2}} = \frac{5730(\log 3 - 2\log 2)}{-\log 2} = 5730 \times 0.4150 = 2378$$

年前

作成日 . .
作成者

半減期

ある放射性同位元素の崩壊速度を k (g/秒) とすれば、それが半分になるまでの時間 x (秒) が求める半減期である。

今、その放射性同位元素が y グラムあるとすれば、1秒間に ky (グラム) 減る。つまり、増える率 (y′) は −ky (g/秒) だから、

$$y' = -ky$$

$$\downarrow$$

$$\frac{y'}{y} = -k$$

$\log_e f(x) \rightarrow f'(x)/f(x)$ から

$$\downarrow$$

積分すると $\log_e y = -kx + C$ ①

①は x 秒後の放射性同位元素の量 (y) を決める式。

はじめ (x=0) 2グラムあったとすると、x=0, y=2 を①に代入して、

$$\log_e 2 = -k \times 0 + C = C \rightarrow C = \log_e 2$$

よって、半分になるとき (y=1) の時間 x (半減期) は、

$$\log_e 1 = -kx + \log_e 2 = 0 \quad (\log_e 1 = 0)$$

$$\therefore x = \frac{\log_e 2}{k} \quad \text{(求める半減期)}$$

また、①式は対数で表わされているが、これを指数の形に直すと $y = C \cdot e^{-kx}$ とも書ける

対数関数、指数関数の微分

NO.
DATE 2017.10.17
2017.07.18

参考（Excelで学ぶ微分積分 山本将史著 H24.8 オーム社）

1. 対数関数の微分

(1) $x = a^y \longleftrightarrow y = \log_a x$

$8 = 2^3 \qquad 3 = \log_2 8$

(2) 底がaの場合 $(y = \log_a x)$

$y = \log_a x \longrightarrow y' = \dfrac{1}{x \log_a e} \quad (a>0,\ a \neq 1)$

$a^y = x$

(3) 底が自然対数の底eの場合 $(y = \log_e x = \ln x)$

$y = \log_e x \longrightarrow y' = \dfrac{1}{x}$

$y' = \dfrac{1}{x \log_e e} = \dfrac{1}{x}$

(4) $\log_a b = \dfrac{\log_c b}{\log_c a}$

KOKUYO

7 地震と対数の関係

アメリカの地震学者 チャールズ・F・リヒターが1935年に定義

エネルギー　E ジュール

マグニチュード　M　　として

E と M の関係 $\longrightarrow$ $\log_{10} E = 4.8 + 1.5M$

つまり $E = \underline{10^{4.8+1.5M}}$ である

そこで、M が1増えたときのエネルギーを E_1 とすると、

$$E_1 = 10^{4.8+1.5(M+1)} = 10^{4.8+1.5M+1.5} = \underline{10^{4.8+1.5M}} \times 10^{1.5}$$

$= 10^{1.5}\underline{E}$　　つまり $E_1 = 10^{1.5}E$ である。

マグニチュードが1増えると エネルギーは $10^{1.5}$倍 ≒ 31.6倍

になる。

マグニチュードが2増えると E_2 は $10^{1.5} \times E_1 = 10^{1.5} \cdot 10^{1.5}E$

$= 10^3 E = 1000E$ となり、1000倍となる。

（エネルギーの大きさ）

巨大地震　マグニチュード 8〜　スマトラ沖 (M9.3)

大地震　〃　7〜8　関東大震災 (M7.9)

中 〃　〃　5〜7　新潟中越地震 (M6.8)

広島の原子爆弾　〃　6.1

各地での（揺れの大きさ）

震度とはある地点での揺れの程度

震度 3　棚のものが落ちる

〃 5　〃 食器が落

〃 6　立っておれない

〜7　住宅が倒壊

8. 星の光輝き

r (1. r. $r\times r$ … $r\times r\times r\times r$)

$r^5 = 100$

$r = 100^{\frac{1}{5}}$

(1) 見かけの等級

古代ギリシアの天文学者 ヒッパルコス

1等星 最も明るい星

⋮

6等星 かすかに見える星] 100倍とした

19Cの天文学者 ポグソン

従って 1等級上がるごとに $100^{\frac{1}{5}}$倍 ≒ 2.51倍

($r = 100^{\frac{1}{5}}$)

明るくなる

n等星の星は、 r^{6-n}倍 $n = 1 + 1.25(\log_{10} I_1 - \log_{10} I_n)$

1等星の明るさを I_1とすると

n等星の明るさ I_nとの関係は $100^{\frac{n-1}{5}} = \frac{I_1}{I_n}$

両辺を対数で表わすと $\frac{n-1}{5}\log_{10}100 = \log_{10}\frac{I_1}{I_n}$

(2) 絶対等級がわかれば、星までの距離もわかる

星が地球から 10pc (10パーセク、1pcは3.26光年) だけ離れた位置にあったとき、その星の明るさを等級に表わしたのが絶対等級である。

見かけの等級mと絶対等級Mの間には $m - M = -5 + 5\log_{10}d$ という関係がある。

$m - M$を距離指数といい、おおいぬ座のシリウスは $M = 1.3$で $m = -1.6$で (1等星より明るい) あるから $5\log_{10}d = -1.6 - 1.3 + 5 = 2.1$ より $\log_{10}d = 0.42$

常用対数表から $d ≒ 2.63\,pc = 2.63 \times 3.26$光年 ≒ 8.6光年 離れていることになる。

6等星の光の量(明るさ) r

6等星　5等星 ------- 2等星　1等星

$r^0=1$　r^1　r^2　r^3　r^4　r^5

r　r　r

$r^{6-6}=r^0=1$

$r^5 = 100 = 100^1$

$r = 100^{\frac{1}{5}}$

n等星　r^{6-n}倍　(6等星 $r^{6-6}=r^0 = 1$)

1等星 $r^{6-1}=r^5$

n等星の光の量が6等星の光の量のN倍だとすると、

$r^{6-n}=N$　　$100^{\frac{6-n}{5}}=N$

これより $\log 100^{\frac{6-n}{5}}=\log N$

$\log 10^{2\times\left(\frac{6-n}{5}\right)}=\log N$

$\log 10 = 1$　$(\log_{10} 10 = 1,\ 10^1 = 10)$

$\frac{2(6-n)}{5}=\log N$

$(6-n)=\frac{5}{2}\log N$

$n = 6-2.5\log N$

2. 減衰関数

(1) 目べり…減衰関数

ある期間ごとに、αの率で減額が行われると
x期間後の残高は

増加の場合

単利の場合　$y = A(1-\alpha x)$　$A(1+\alpha x)$

複利の場合　$\boxed{y = A(1-\alpha)^x}$　$A(1+\alpha)^x$

$20 = 105(1-x)^{41}$
$20 = 105(1-0.040)^{41}$
(19.693)
不一致 ?

ボートのオールを漕ぐのを止めると、
ボートの速度は、そのときのボートの速度に比例して
(複利的に)減少する。

ある物体に含まれている放射性物質の量も
その物体が誕生してからの年数で減少する

連続的に複利で減少する現象　$y = Ae^{-at}$

ある期間をk等分して、それぞれa/kの率で減額してゆけば、
ある期間後には1の元金が、

$20 = 105e^{-0.04\times41}$

$\left(1-\frac{a}{k}\right)^k$になっている。　$20 = 105 \times e^{(-0.040\times41)}$
(20.367)

1ステップだけ減少した額に等しい筈であるからαとaの間に

$1-\alpha = \left(1-\frac{a}{k}\right)^k$の関係がある。

(2) 指数関数と同様に

$$\lim_{k\to\infty}\left(1-\frac{a}{k}\right)^{k} = e^{-a}$$ となり、

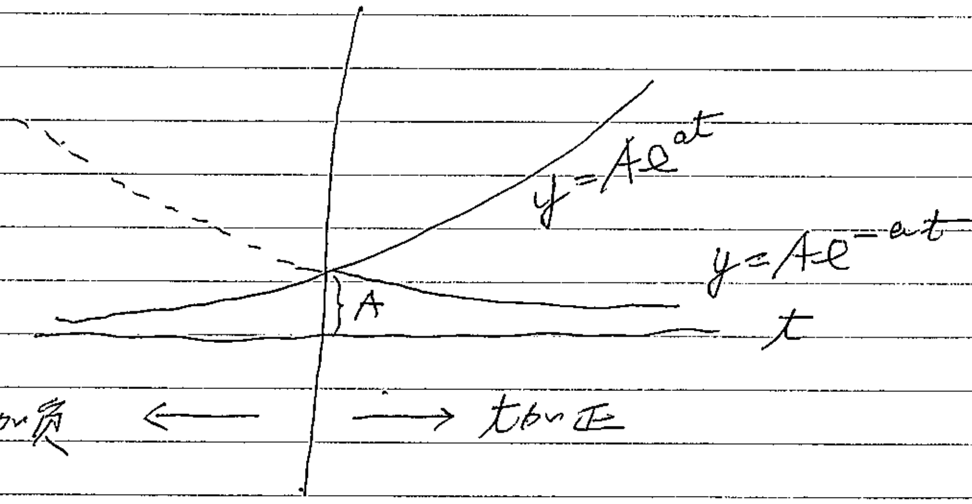
$$1-\alpha = e^{-a}$$ が得られ

これを前頁の

$$y = A(1-\alpha)^{t}$$ に代入すると

$$\boxed{y = A(e^{-a})^{t} = Ae^{-ax}}$$ となって、

連続的に複利で減衰する場合の式が得られる。



(3) 放射性物質（炭素14）の崩壊

$$y = Ae^{-at}$$

炭素14（^{14}C）の半減期は約5,730年である。

いま、1gの炭素14（^{14}C）があるとして、

3,000年後にはいくら残っているか、

y --- その結果
A --- 最初の値
a --- 減少率
t --- 年数、時間

y --- g（結果）
a --- ~~3000年~~ 減少率
A --- 1g（最初の値）
t --- 年数

炭素14（^{14}C）は5,730年で半分になるので

$$0.5 = e^{-5{,}730a}$$

$$5{,}730a = 0.69$$

$$a \fallingdotseq 0.00012$$

（3,000年後には）

$$y = e^{-0.00012 \times 3{,}000} = e^{-0.36} = 0.70\ (g)$$

$$10{,}000 = e^{-1.2} = 0.30\ (g)$$