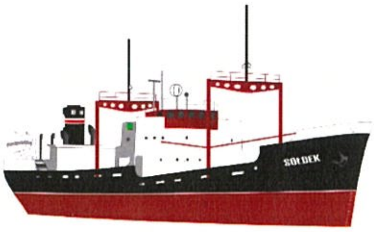


第4回　インフラとコンテンツ

(業態の変化と事業)

2020.01.27
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、価格引下げ原資）

(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）

（顧客の待時間の向上）

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　配送センターの店舗設置

商品を　店舗で

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、

かつての営みを私れ持つ

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

読み取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間の通信網を代替する

No.
Date

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。
だからこそ、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

PLUS

output ／ 売上の増、量の増
大
〉矛盾　マーケティング
小
input ＼ コスト削減（効率化）
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）の増大
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 注文獲得費の研究 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

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、ビジネスパートナーとして必須の能力だ

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時間寝る。

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"バカ 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

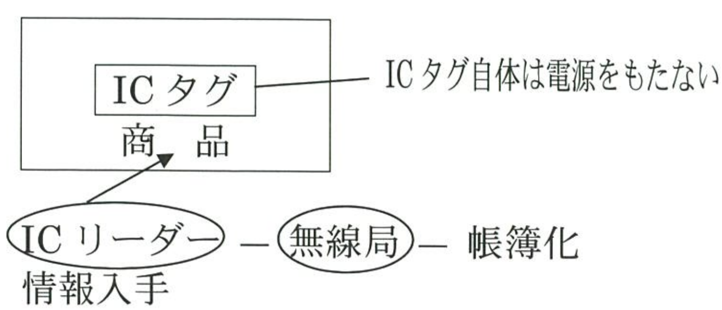
(2) ピッキング
ロボットが商品棚を運ぶ ―作業員は動かなくともよい
アスクルの横浜センター ―ロボットによるピッキング　画像認識の技術により(人間の２売の速度、夜間)
倍　可

(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ルールによる会計機能

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、現代版の貨幣（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

2. 流通業界と第 3 世代の AI

流通業界にも、第四次産業革命の波が押し寄せてきた。人工知能(AI)、ロボット、センサーなどの技術が業務の至る所になだれ込み、労働集約型産業の代表とされてきた流通業も急激に省力化が進む。急速に、深刻化する一方の人手不足を克服するためにも、技術の壁、コストの壁に挑戦しなければならない。

労働の省略をしたところが利益を上げ

これを克服することのキーワードは「AI」である。
(1) 第 2 世代までに出来たこと　―　情報検索とカーナビ
(2) 現在は第 3 世代の AI である。

「情報技術が人間の仕事を奪っている」

第 3 世代の AI にできることは、
① 一般画像認識、ディープラーニング
② 顔から感情を推定、年齢、性別を推定
③ 超画像、小さな画像を拡大しディティールを想像により補うこと
④ 白黒→カラー変換
⑤ 衛星写真→地図変換
⑥ 昼間の風景→夜景変換
⑦ 輪郭→写真変換
⑧ 写真→言葉で説明
⑨ 説明文→写真を生成
⑩ ニューラル翻訳→一文から全体

↓

労働分配率の低下

↓

富を生み出すのに
必要な労働が節約される

（人件費の節約）

RFID (radio frequency identifier)
ID 情報を埋め込んだ RF, IC タグから近距離の無線通信

AI時代の犯罪
個人情報の悪用、
最新サービスと新手の詐欺事件

↓

労働分配率の低い企業が
（省力化した）富の大きな
シェアを占めるようになった

↓

コールセンターの事務員を雇うより、
インターネット技術を使って
海外企業にそれを委託した
ほうが安上がりである。

→

労働分配率の低い企業とは、
要するに、情報技術の利用が上手い企業!

現在の錬金術

(1) 先進国における付加価値労働分配率の低下

(2) 利益とは、同じ富を生み出すのに必要な労働の節約 ◎

つまり、人件費の節約、削減

(3) 分配率の低下は、① 改善による全体的な労働分配率の低下を除いたもの;

② というより、もともと労働分配率の低い会社が、全体の中で大きなシェアを占めるようになった。 —— 労働分配率の低下傾向

(4) 労働分配率が低い会社とは、情報技術の利用がうまい会社である

例えば、経理社員を増やすかわりに 会計システムを導入するなど……

(5) 市場の分断化 …… 海外の電話応対担当者、業務委託先の個人事業者

(6) 技術をうまく利用できる会社は 人件費を大幅に節約できる

それによって競争優位にたち、他の会社から市場シェアを奪うことができる

(7) 情報技術の活用 — 労働分配率の低下

(8) 近年 アメリカにおいては、「景気が回復しても失業率が改善しない」

(9) 1792年 英国使節マカートニーから 乾隆帝へのプレゼントの中国での運搬

600個の荷物を運ぶのに — 荷車90台、手押し車40台、馬200頭、労働者3000人

現在なら 大型トラック数台のドライバーとフォークリフトで充分

2. 7億人のインターネット人口を抱える中国のFintech

(1) 中国FinTech急発展の理由は、インターネットやモバイルの急速な整備

(2) インターネット人口 7億人(2016年) 90%がモバイル経由

(3) 経済が急成長から低速成長への移行期(2012~2013年) 政府が
「大衆創業」という政策を打ち出した

(4) 既存サービスの中で 金融サービスに隙間が生じ、これがFinTech発展の理由となる

(5) 1980~2000年の留学生が、優秀な人材として中国に戻り起業した。

(6) P2Pレンディングの発達。(コンピューター同士がクライアントサービスの役割分担をしない)
仲間から仲間へ、 中央サーバーを経由しない Peer to Peer

(7) 現在までのところは IT企業による伝統的産業の「隙間」分野の利用

(8) 今後は、ブロックチェーン、越境サービス、人工知能、ビッグデータなど
のテクノロジーによる金融サービスの提供企業が増加する。

6 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
2019.11.18
2019.12.09
2019.12.23

お金の本質とは何か
世界最大の債務国の日本人としてお金の本質を考える必要がある

1、2017.12 ビットコインの価格が1ビットコイン当り 2,300,000円の高値をつけた。

同年1月1日の価格は約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) 生活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

4. 銀行預金と仮想通貨の違い

(1) 銀行預金 ― 民間銀行が発行するマネー

安全性では 中銀マネーより劣る

預金している銀行が倒産すれば

全額が保証されるわけではない

(2) 仮想通貨

5. キャッシュレス決済はマネー（通貨）か

(1) クレジットカード

買物における支払のプロセスを簡略に便利に

しました。

(2) キャッシュレスは、使い勝手を良くした支払手段に

すぎない。

Ⅳ. 仮想通貨

1. 仮想通貨法（2017.4）

(1) 不特定の者に対して、代金の支払い等に使用でき、かつ、法定通貨と相互に交換できる

(2) 電子的に記録され、移転できる

(3) 法定通貨建の資産ではない（プリペイドカード）

2. 現在は、投資対象として扱われ、交換レートの変動の大きさは株式よりも大きい。ハイリスク、ハイリターンの投資対象で。

3. 自国通貨を信用しない人々

4. 仮想通貨の強味

(1) 高い匿名性

(2) 法定通貨とは異なる通貨単位

(3) 国境を越えて、ネット上で簡単に送金や決済ができる

(4) 為替リスクからフリー

5. 仮想通貨の 弱点 [illegible]

(1) 価値の変動が大きい

(2) 価格変動の予想が困難

(3) マネーロンダリング

仮想通貨（暗号通貨）のはじまり

(1) リーマンショック時の金融支援

① よい時は利益を貯め込み

② 景気が悪化すると公的支援を受ける

このような金融の支援に大きな反感をいだいた人々

(2) 政府や中央銀行が管理する金融システムとは

無縁の決済システムが必要ではないか

―― この延長線上にビットコインの誕生

~~世界~~金融危機の発端など

(3) 独裁国家や政治情勢の不安定な国家

―― これとは無縁の決済システムがあるべきではないか

自国通貨を信用せず仮想通貨を購入する人々

(4) 他国通貨の購入

―― 大量に持ち出せない、時間、手数料、政府の制限

リスクや不便さ

仮想通貨の意味と特徴

(1) 独自の価値尺度

(2) 高い「匿名性」、本名や個人情報が必要ない

(3) 不特定多数を相手に取引、送金

(4) P2P ネットワーク （ノード）コンピュータを相互接続
（中間にサーバを置かない）
（外部からの攻撃を受けにくい）

(5) サーバを基点にした 銀行や中銀のシステムは開発費が巨額

(6) 国境を越えて ネット上で簡単に 送金や決済ができる

(7) アメリカの物を購入するは
① ドルの入手、 換算、手数、為替変動リスク
② 為替手数料、送金手数料
③ 価格の統一性 (IBTC)、世界共通性
④ 契約のコンピュータ化

仮想通貨の課題

(1) 価値の変動が大きい
価値を安定させるメカニズムがない

(2) 価格変動を予測するための要素がない

(3) 不確実性

(4) 仮想通貨取引所の不安定

(5) マネーロンダリング (資金洗浄)

(6) 日本人の心がまえ

① 中国など ― キャッシュレス決済の浸透などを

- 起点として、様々な技術革新や新たなビジネスが誕生している
- ブロックチェーンやビッグデータを活用したビジネス
- AIを駆使した技術

② 米中 二大国の覇権争い

米国 ― 安全保障上の見地から

知的財産権の侵害名目 ― 中国からの輸入 2500億ドルに追加関税

戦略分野でのアメリカ企業の買収

ファーウェイからの米政府の製品調達の禁止

中国 ― アメリカの一国主義

保護主義の批判

③ 日本の立場

産業の振興、世界から取り残されない

フィンテック・AI・ロボットなどの領域でのモノやサービスの提供

(7) 仮想通貨が変える金融の世界

中央銀行の管理が及ばない「通貨（マネー）」の範囲の拡大
——自国通貨の暴落、仮想通貨への乗りかえ

現在日銀券発行総額 100兆円) 日銀マネー 500兆円
当座預金総額 400兆円

世界全体の仮想通貨 14兆円
仮想通貨取扱者に信用創出の権限が与えられていない

民間マネー（銀行預金） 1,000兆円

(8) 米 フェイスブック …リブラ

「高くて、遅い」という国際送金サービスへの利用者の不満

(9) 中国 …… デジタル人民元

VI. 仮想通貨時代

1. 貯めた年金と収入だけでは難しい

一人一人が投資家の感覚が必要

2. 株価が下落に転ずると資産の半分以下になる

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 — 総残高 40兆円

東証一部最大の株主

2018 外国人 △5.4兆円の売超

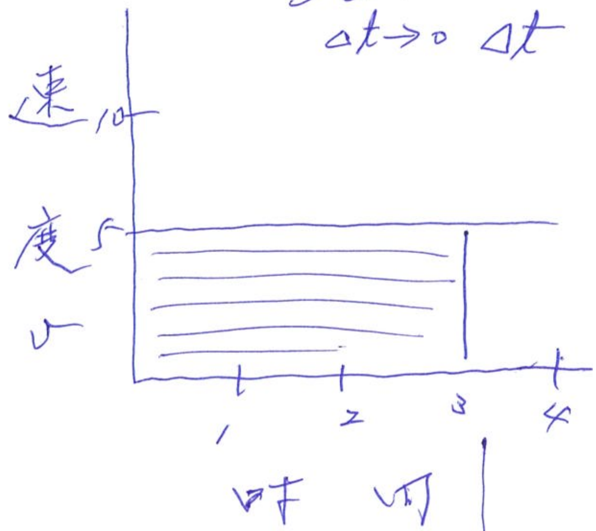
〃 日銀買入 6.0兆円

〃 企業の自社株買 2.0兆円

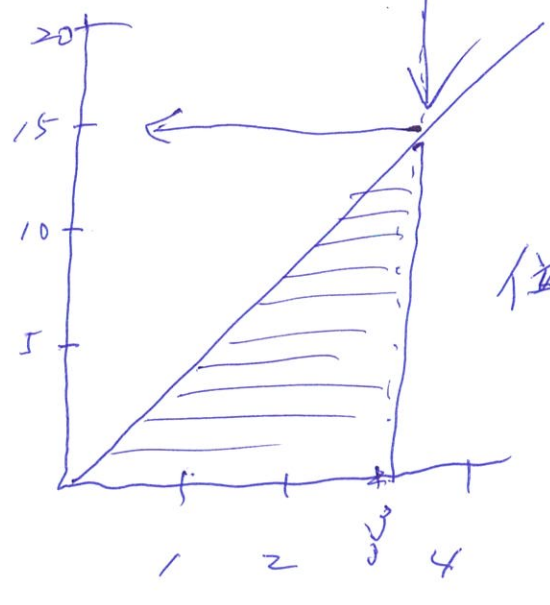
$\boxed{\text{積分}}$

2020.01.27

$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{dx}{\Delta t}$　　$\frac{dx}{dt}$　—— 距離の変化 / —— 時間の経過



速度のグラフ　速度の変化



位置の変化

位置（面積）の傾き

時間の変化

経過した時間

瞬間瞬間に移動する距離

= その瞬間の速度 × その瞬間の距離

↓

微分方程式

$\boxed{\text{速度のグラフ}}$ $\xrightarrow{\text{面積をとると（時間で積分すると）}}$ $\boxed{\text{位置のグラフ}}$

$\xleftarrow{\text{傾きをとると（時間で微分すると）}}$

複利の計算

複利で増加していく量 $\underline{\underline{x}}$　　利率 $\underline{\underline{a}}$

時間の経過 $\underline{\underline{t}}$

$$\frac{dx}{dt} = ax \quad \text{—①}$$

$\frac{dx}{dt}$ → 元利合計の増加率

ax → 元利合計

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

但し、左辺は t で積分す、右辺は x は t のどのような関数か解らないので、t で積分のしようがない

そこで ①を変形して $\frac{dx}{x} = a\,dt$ とする

これを積分して

$$\int \frac{dx}{x} = \int a\,dt \quad \text{—②}$$

$$\int \frac{dx}{x} = \int \frac{1}{x}\,dx$$

②を積分して

$$\log_e x + C_1 = at + C_2$$

、$C_2 - C_1 = C_0$ として

$$\log_e x = at + C_0$$

これは、$e^{at+C_0} = x$　　$x = e^{at} \cdot e^{C_0}$

いま $t=0$ のとき $x=A$ とすると $e^{C_0} = x = A$ で

$$\boxed{x = Ae^{at}} \text{ となる —③}$$

A は $x=0$ のときの x の値

1分当り 1/10の割合で増殖している細菌は、1時間で何倍になるか

$$x = Ae^{0.1 \times 60} = Ae^{6} = 403A$$

1時間後に 403倍となる

減衰量の計算

段階状の減衰量

「ある期間」後に α の減衰が生じる

$$y = 1 - \alpha \quad \text{―①}$$

減衰後の残量

連続状の減衰量

「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 減衰率 a

ある期間後の残量は、

$$\left(1 - \frac{a}{k}\right)^k$$

α と a の関係は、

a は減衰率

$$1 - \alpha = \left(1 - \frac{a}{k}\right)^k$$

また、Kをと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、

$$y = 1 - \alpha = e^{-a}$$

この関係を、x 期間後の減衰量の式①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 とすると　$= Ae^{-at}$

微分	積分

ハラハラ漫画

微分

x^2

$2x^{2-1}$

①荷物を下ろして

②肩が軽くなる

$2x$

積分

$2x$

$2\frac{1}{1+1}x^{1+1}$

①肩にかついで

②負担を少なくする

x^2

微分

x^3

①降ろす

荷物を降ろして

$\frac{3}{}x^{3-1}$

②肩から

肩を軽くする

$3x^2$

積分

$3x^2$

$3\frac{1}{2+1}x^{2+1}$

①肩にかついで

②前の荷物を少なくする

x^3

積分の基本公式 $\int x^n dx = \frac{1}{n+1}x^{n+1} + C$

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

$$\boxed{\begin{array}{l} 8 = 2^3 \quad x = a^y \quad y = \log_a x \quad (\log x) \\ y' = \frac{1}{x} \cdot \log_a e = \frac{1}{x} \cdot \log_e e = \frac{1}{x} \end{array}}$$

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

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

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

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

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

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

放物線、導関数、頂点 ― 接点、接線の式

$-1\times x^2 \quad +3\times x$

放物線　$y=f(x)=-x^2+3x+4$　（将来の傾向）

放物線の変化の仕方を表す

導関数　$y'=f'(x)=-2x+3$　（動きの 現在の状況）

グラフの頂点　傾きがゼロに　$f'(0)=-2x+3 \rightarrow x=\frac{3}{2}=1.5$　導関数の傾きがゼロ

関数の値は　$f(1.5)=-1.5^2+3\times1.5+4 \rightarrow y=6.25$　$(1.5, 6.25)$

元の関数での値

放物線上の点　(2,6)における　$x=2$における

$y=f(2)=-4+6+4=6$　$A(2,6)$点

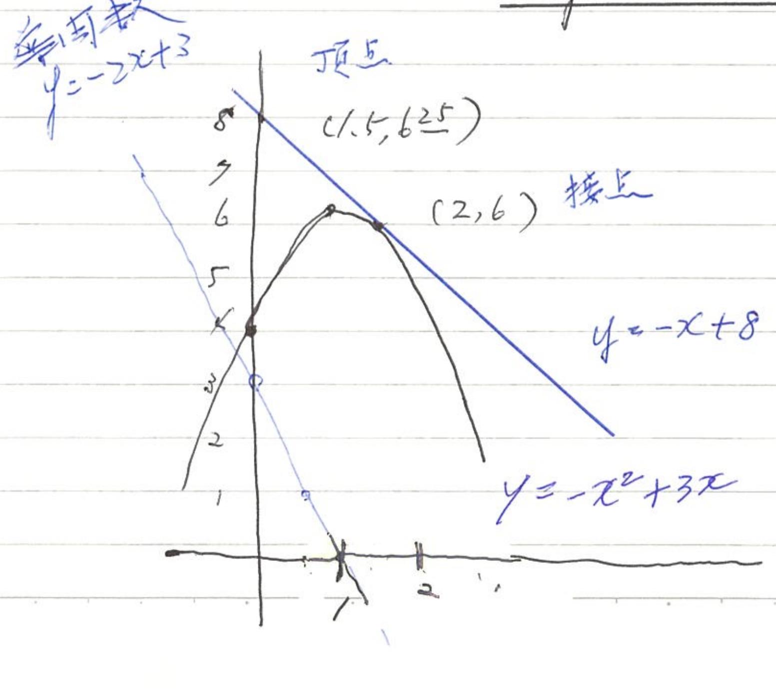
接線の傾き　点$A(2,6)$における接線の傾きは、導関数により（瞬間の変化）

$y'=f'(2)=-4+3=-1$

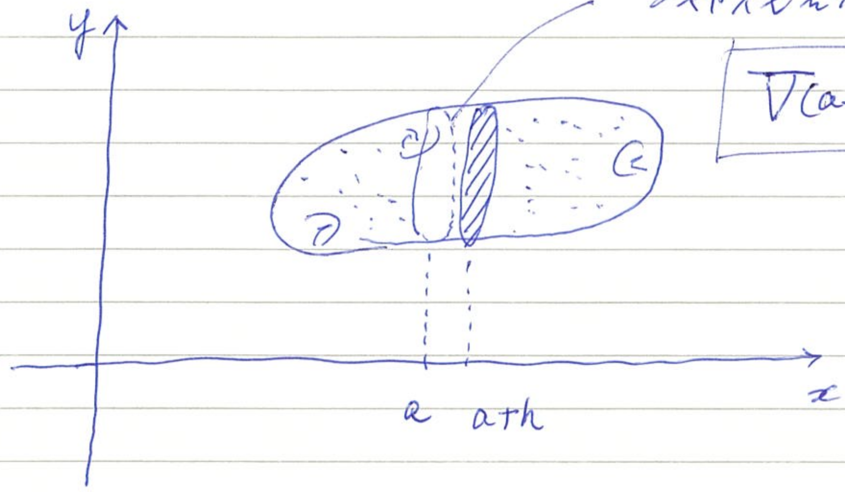
接線の式　点(a,b) $(2,6)$を通って、傾きがmの場合の線（接線）の式

$y-b=m(x-a)$　　$y-6=-1(x-2)$

$y=-x+8$



6、ジャガイモの体積



(ポテトチップ)
ジャガイモをスライスした部分の体積

$$\boxed{V(a+h) - V(a) \fallingdotseq h \times S(a)}$$

$S(a)$＝ジャガイモの断面積

ポテトチップの厚み

hを十分小さくすれば、その体積(V)はほぼ $h \times S(a)$ となる.

$V(a+h) - V(a) = h \times S(a)$ となり.

hで両辺を割り、hを限りなく0に近づけると

$$\lim_{h \to 0} \frac{V(a+h) - V(a)}{h} \fallingdotseq \frac{h \times S(a)}{h} = S(a)$$

↑((ジャガイモの体積を微分するとジャガイモのスライス(ポテトチップ)の面積になる.))

((逆に、立体の断面積を積分すれば、その立体の体積が求められる.))

$$V(x) = \int_b^a S(x)\,dx$$

2. 地球の体積

ギリシャの天文学者 エラトステネス (B.C. 278〜B.C. 192)

シエネの正午の井戸に反射した太陽
(太陽の影の角度 0°)
同時刻にアレクサンドリアで映った太陽
(太陽の影の角度 ○°)

800キロの距離
7度12分の差

地球の円周の長さを x とすると

$$\frac{7°12'}{360°} = \frac{800\,km}{x}$$

$x ≒ 40,500\,km$ 地球の円周

円周 ÷ 2π ≒ 6,370km 地球の半径

$2\pi r = 40,500$
$r ≒ 6,370$

$\frac{4}{3}\pi r^3 = 1.08 \times 10^{12}\,km^3$ 地球の体積

Ⅲ、面積と体積を求める F

1、関数に囲まれた面積

(1) ①と②に囲まれた面積 S は、

$f(x) = x^2$ ―①　　$g(x) = -x^2+2x+4$ ―②

$f(x)$ の頂点は $f'(x)=2x$、$x=0$、$(0,0)$

②を微分すると $g'(x) = -2x+2$

頂点は、$g'(x)=0$ とおいて、$0=-2x+2$、$x=1$ である。

そこで、$g(x)$ に $x=1$ を代入して $g(1)=-1+2+4=5$ で

$g(x)$ の頂点は $(1, 5)$ となる。

グラフ①と②の交点は、$f(x)=g(x)$ を解くと、

$x^2=-x^2+2x+4 \longrightarrow 2x^2-2x-4 = 2(x^2-x-2) = 2(x+1)(x-2)=0$

よって ①と②は -1, 2 で交わる

すなわち、x 方向は（ヨコ）幅である、$-1 \leqq x \leqq 2$ の範囲となる ---幅

y 方向（タテ）の長さを $h(x)$ とすると、

グラフより、$-1\leqq x\leqq 2$ の範囲で $f(x)\leqq g(x)$ なので

$h(x)=g(x)-f(x) = -x^2+2x+4-x^2 = -2x^2+2x+4$

すなわち、y 方向（タテ）の高さは、$-2x^2+2x+4$ となる ---高さ

これを定積分すると、

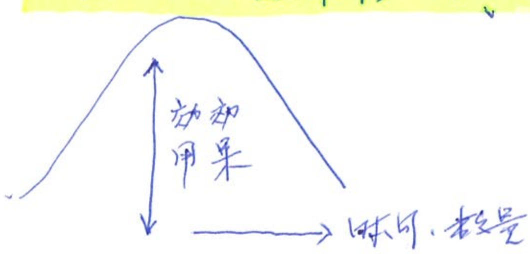
x の範囲（ヨコ）と y の方向の高さ（タテ）の関数がわかったので

$$S=\int_{-1}^{2} h(x)\,dx = \int_{-1}^{2}(-2x^2+2x+4)\,dx = \left[-\frac{2}{3}x^3+x^2+4x\right]_{-1}^{2}$$

$$=\left(-\frac{2\times 2^3}{3}+2^2+4\times 2\right)-\left(\frac{-2\times(-1)^3}{3}+(-1)^2+(4\times -1)\right)$$

$$=\left(-\frac{16}{3}+4+8\right)-\left(\frac{2}{3}+1-4\right)=9$$

サービス（一定期間）とは



⑸ インテグラル（integral）

y=f (x) を x で積分するときに、

∫ f (x) dx と書く（後に来る微分したものをたし算する）

∫ インテグラル　S 字型をしているのは合計 (SUM、integral) を表わす

f(x) という タテの長さと 限りなく小さな ヨコのかけ算

つまり、f (x) dx と限りなく小さなもの（タテ×ヨコ）をかけ算したものを、

∫ その x を分割した数だけ足し合わせる記号である。

∫ は後に来る小さなもの（微分）をたし算すること。

物の価値

x と y の関係

y は、かけ算をして全体量が求められるものになる

y＝面　積＝縦×横
y＝体　積＝断面積×高さ
y＝距　離＝速度×時間
y＝売上高＝単価×数量
y＝利　息＝元金×利率
y＝仕入高＝単価×数量
y＝サービス＝○×時間、数量

効用

どちらかというと 効かない 性質

どちらかというと 効く量

効用×時間？

サービスは 2つのものから 成りたっている

○は質のようなもの。火加減（ひかげん）、知識……

（サービスの質）

仕事と似ている…… 面積で表わす

タテの長さ（効用、効果）

ヨコの長さ（時間、数量）

$$\int_1^2 \text{インテグラル}$$

∫ (2) − ∫ (1) と書くのはめんどうなので、インテグラルの上と下に 2 と 1 が付いているのは、1∫ (x) を求めて、2 を代入したものから 1 を代入したものを引くということにする。

時間のつみ重ね!!

桜はいつ開花するか

桜の花のもとである花芽は前年の夏にできてから眠りにつき、それて、冬から春先の気温とともに成長を続け。 積分

基準値の温度を足していった"積算温度"が一定の値を超えると桜は開化する

↓花になる

$\boxed{\text{近似}}$ --- 今日の連続としての明日を考える

2020.01.23

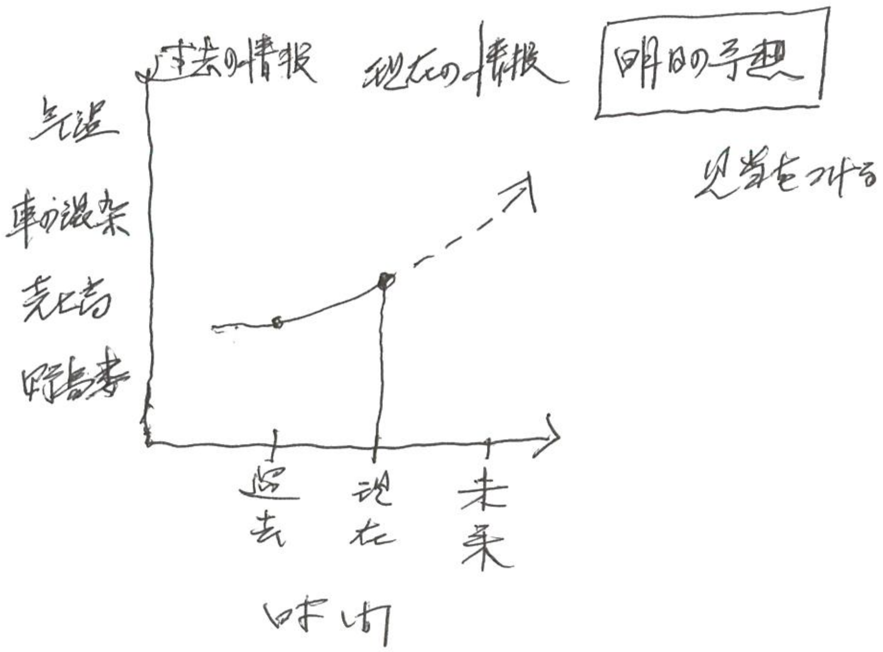
1、連続としての明日

スパコンの明日

今日の情報量 の 明日

2、突如としての明日があるわけではなく、

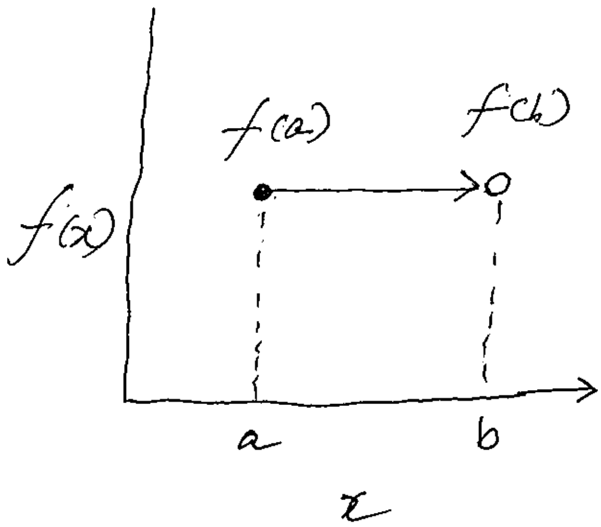
昨日、今日の連続としての明日がある。



3. 第0次近似 ①

Let us eat and drink, for tomorrow we die

$f(x)$の曲線が●の点を通過することだけしか、わかっていない →

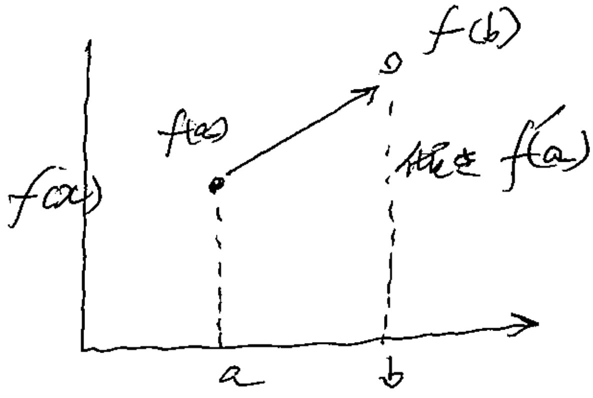


従って、$f(b)$を予測するには、xが増えても$f(x)$は横ばい

0近似(情報がない) → 横ばい

$$f(b)=f(a)+(b-a)f'(a)$$

4. 第1次近似 ②

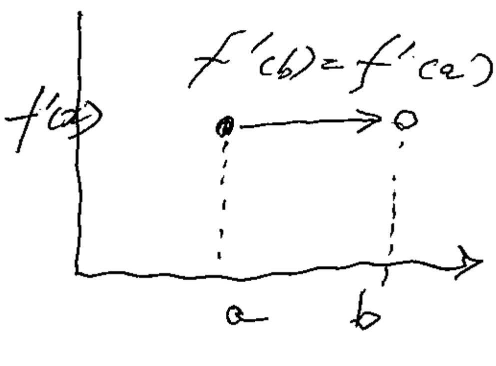


$x=a$における$f(x)$の値、つまり$f(a)$のほかに、その位置における$f(x)$の曲線の傾き$f'(a)$がわかっている場合。

$f'(a)$がわかっているので●点を通り$f'(a)$の傾きを持つ直線を伸ばすことができ$f(b)$の値を知ることができる

すなわち

$f(b)=f(a)+(b-a)f'(a)$と予測することができる

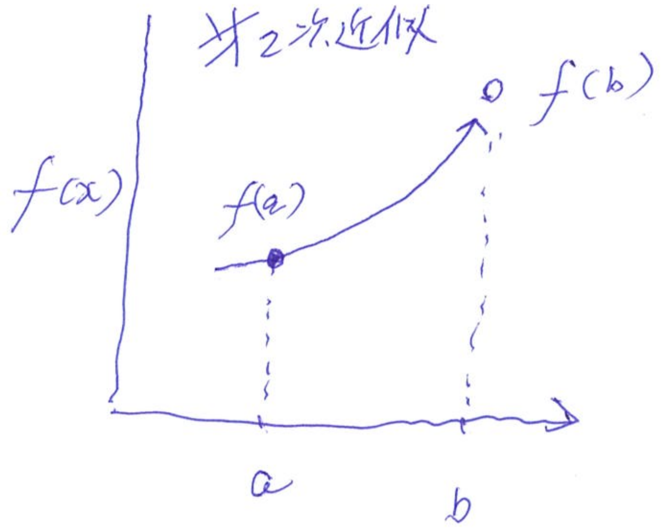


微分法
将来の予想

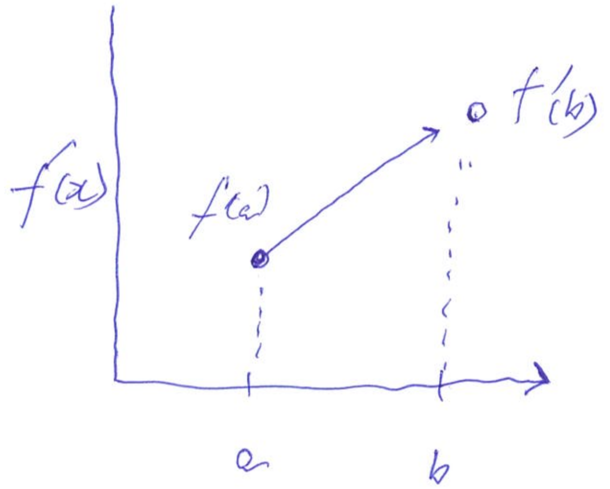
5、第2次近似 ③

第1次近似より、直線ではなく より、もう一段正しい値を予想する

第1次近似での単純な
曲線の傾きに加えて
$f'(a)$



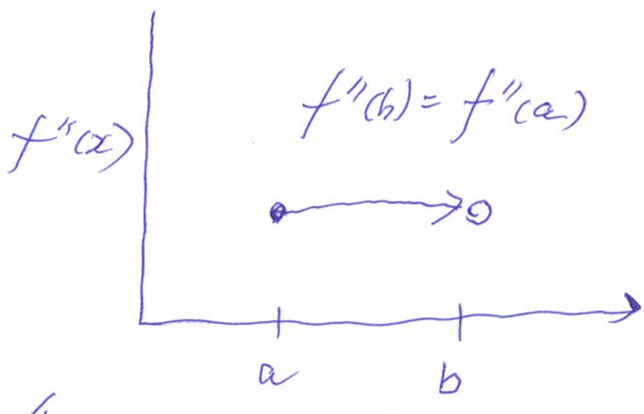
その点における曲線の
傾きの変化率、
いいかえれば、
曲線の湾曲の強さ
$f''(a)$を導入して
$f(b)$の予測の
精度をあげる



そうすれば、$f'(x)$は
一定の傾きで拡大する
そして aとbとの間のある
xの位置では

$$f'(x) = f'(a) + (x-a)f''(a)$$

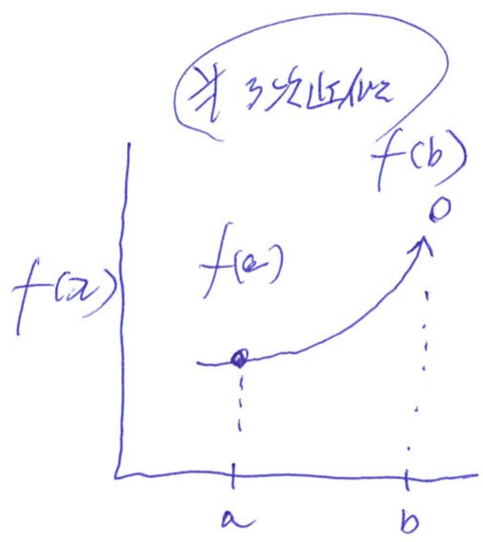
が成立する
そうすると $f(x)$の曲線は、
2次曲線を描くことになる



微分と積分の関係で

$$f(b) = f(a) + \int_a^b f'(x)\,dx = f(a) + \int_a^b \{f'(a) + (x-a)f''(a)\}\,dx$$ となる

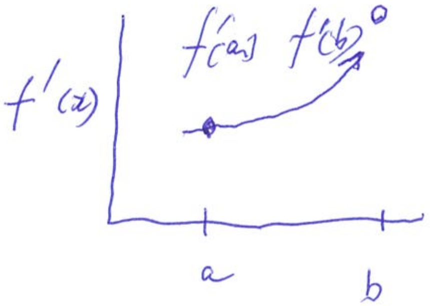
6. 第3次近似④



f''(x) で湾曲の強さの変化率 f'''(x) を一定とおき順次上の方へ計算をしてゆく

湾曲の強さ f''(x) は

$$f''(x)=f''(a)+(x-a)f'''(a)$$

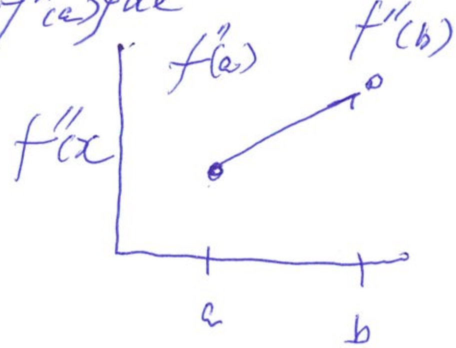


傾き f'(x) は

$$f'(x)=f'(a)+\int_a^x f''(x)dx$$

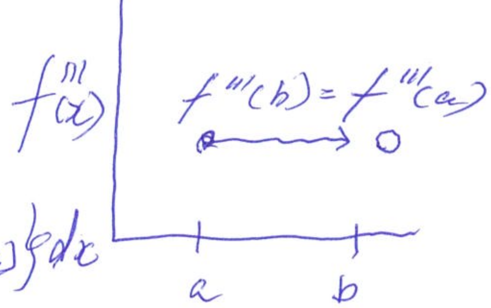
$$=f'(a)+\int_a^x\{f''(a)+(x-a)f'''(a)\}dx$$

$$=f(a)+(x-a)f''(a)+\frac{(x-a)^2}{2}f'''(a)$$



第3次近似の f(b) は

$$f(b)=f(a)+\int_a^b f'(x)dx$$



$$=f(a)+\int_a^b\left\{f'(a)+(x-a)f''(a)+\frac{(x-a)^2}{2}f'''(a)\right\}dx$$

$$=f(a)+\left[xf'(a)+\left(\frac{1}{2}x^2-ax\right)f''(a)+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}x^3-ax^2+a^2x\right)f'''(a)\right]_a^b$$

$$=f(a)+(b-a)f'(a)+\frac{(b-a)^2}{2}f''(a)+\frac{(b-a)^3}{3\cdot 2}f'''(a)$$

7. ゼロ近似から，第3次近似

$$f(b) = f(a)$$

$$f(b) = f(a) + \frac{(b-a)}{1} f'(a)$$

$$f(b) = f(a) + \frac{(b-a)}{1} f'a + \frac{(b-a)^2}{2 \cdot 1} f''(a)$$

$$f(b) = f(a) + \frac{(b-a)}{1} f'(a) + \frac{(b-a)^2}{2 \cdot 1} f''(a) + \frac{(b-a)^3}{3 \cdot 2 \cdot 1} f'''(a)$$

第n次近似は，

$$f(b) = f(a) + \frac{(b-a)}{1} f'(a) + \frac{(b-a)^2}{2 \cdot 1} f''(a) + \cdots + \frac{(b-a)^n}{n!} f^{(n)}(a)$$

nが大きくなればなる程と、

この式で計算された $f(a)$ は、

真実の値に近づいてゆく！！

近似式（本田先生）

$$\sin 31^\circ = \sin(30^\circ + 1^\circ) = \sin\left(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{180}\right)$$

$$\downarrow$$

$$\frac{30}{180} = \frac{\pi}{6}$$

$$f(x)\sin x \longrightarrow f'(x) = \cos x$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{180}\right) \fallingdotseq \sin\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{180}\cos\frac{\pi}{6}$$

$$f(a) + hf'(a)$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{\pi}{180} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.515$$

$h \fallingdotseq 0$ のとき $f(a+h) \fallingdotseq f(a) + hf'(a)$

$x \fallingdotseq 0$ のとき $f(x) \fallingdotseq f(0) + xf'(0)$

$\boxed{h \to x}$ $\boxed{a \to 0}$

$x \fallingdotseq 0$ のとき $f(x) = \log(1+x)$ の1次式を求めよ

$$f'(x) = \frac{1}{1+x}$$

$$\log(1+x) \fallingdotseq \log(1+0) + x \cdot \frac{1}{1+0}$$

$x \fallingdotseq 0$ のとき $f(x) \fallingdotseq f(0) + xf'(0)$

7. 微分方程式

(1) ある変化する量があって　$f(x)$

(2) その全体が分かりにくい　行き先が分りにくい

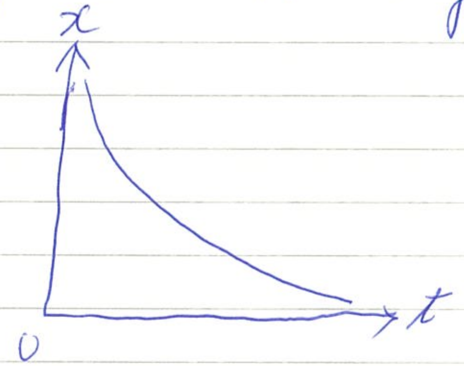
(3) (1)が変化するとき、それを微分方程式で表す

8. タンクの液体が減る速さ

液体の出る速さ（液面の変化の速さ）は、その面の高さ（液体の量の大きさ）に比例する。　変化の速度は○○に比例する

液体の面の高さ x の変化の速さ　$\frac{dx}{dt} = -ax$

y が x に比例するとき、$y = ax$，x は減少するので $-a$



お湯の冷める早さ（x お湯と周囲の温度差）

$\frac{dx}{dt} = -ax$

ラジウムの崩壊の早さ（ラジウムの量 x）

$\frac{dx}{dt} = -ax$

9. 微分方程式の使い方

(1) 全体の様子はよく分らないけれど……　台風の進行

(2) 今見ているものの変化の様子はよく分る。　風の吹いている様子

↓

伝達、大変な威力を発揮する　（台風の進路）

テイラー近似

$$f(x) = f(a) + \frac{(x-a)^1}{1} f'(a) + \frac{(x-a)^2}{2\cdot1} f''(a)$$

$$+ \frac{(x-a)^3}{3\cdot2\cdot1} f'''(a) + \cdots + \frac{(x-a)^n}{n!} f^{(n)}(a) + \cdots \quad ①$$

①を限りなく続けた式を

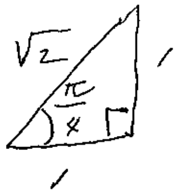
aを中心とする$f(x)$のテイラー(Taylor)級数という

$$f(x) = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(x-a)^r}{r!} f^{(r)}(a) \quad ②$$

aの位置での情報だけで、他の位置の値が、いくらでも正確に計算できる。例えば、コンクリートの壁の向こう側がいくらでも正確に観察できる魔法のような式になっている

$\sin\frac{\pi}{5}$ はいくらか？

$\sin\frac{\pi}{4} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ は解っている



$\sin\frac{\pi}{4} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$f(x) = \sin x \quad f\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ とすると

$f'(x) = \cos x \quad f'\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$f''(x) = -\sin x \quad f''\left(\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{1}{\sqrt{2}}$

$f'''(x) = -\cos x \quad f'''\left(\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{1}{\sqrt{2}}$

$f''''(x) = \sin x \quad f''''\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \cdots\cdots$

テイラー級数は

$$\sin x = f\left(\frac{\pi}{4}\right) + \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)}{1} f'\left(\frac{\pi}{4}\right) + \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2}{2} f''\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$+ \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3}{6} f'''\left(\frac{\pi}{4}\right) + \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^4}{24} f''''\left(\frac{\pi}{4}\right) + \cdots$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)}{1}\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2}{2}\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) + \frac{\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3}{6}\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) +$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}}\left\{1 + \left(x-\frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2 - \frac{1}{6}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3 + \frac{1}{24}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^4 + \cdots\right.$$

$x = \frac{\pi}{5}$ を代入すると

$$\sin\frac{\pi}{5} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left\{1 + \left(\frac{\pi}{5}-\frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{5}-\frac{\pi}{4}\right)^2 - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{5}-\frac{\pi}{4}\right)^3 + \cdots\right.$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}}\left\{1 - \frac{\pi}{20} - \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{20}\right)^2 + \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{20}\right)^3 + \frac{1}{24}\left(\frac{\pi}{20}\right)^4 \cdots\right.$$

これに $\pi = 3.1416$ を入れて計算すると

$$\sin\frac{\pi}{5} = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 0.15708 - 0.01234 + 0.00065 \cdots) = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 0.83126 = 0.58779$$

$$= \sin 36^\circ$$

マクローリン級数

aの位置における種々の情報 $f(a)$, $f'(a)$, $f''(a)$ ⋯
を利用して、任意の $f(x)$ の値をいくらでも正確に
計算するための魔術 ― テイラー級数

テイラー級数では $\sin\frac{\pi}{4}$ のところを a に選び
三角関数の計算を行った。

マクローリン（Maclaurin）級数は aのところを 0 に選ぶ方法である。

$$f(x) = f(0) + xf'(0) + \frac{x^2}{2!}f''(0) + \cdots + \frac{x^n}{n!}f^{(n)}(0) + \cdots \quad ―①$$

$$f(x) = \sum_{r=0} \frac{x^r}{r!} f^{(r)}(0) \quad ―②$$

①式によって

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \cdots + \frac{x^n}{n!} + \cdots$$

が得られる

$$e = 1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{5!} + \frac{1}{6!} + \cdots$$
$$\fallingdotseq 2.71828$$

$\sin\frac{\pi}{5}$ のテイラー展開

$$\sin\frac{\pi}{5} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left\{1 + \left(\frac{\pi}{5} - \frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{5} - \frac{\pi}{4}\right)^2 - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{5} - \frac{\pi}{4}\right)^3 + \cdots\cdots\right.$$

これに $\pi = 3.1416$ を入れて

$$\sin\frac{\pi}{5} = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 0.015708 - 0.01234 + 0.00654\cdots) = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 0.83126 =$$

$$= 0.58779 =$$

$\sin\frac{\pi}{5}$ のマクローリン展開

$$\sin\frac{\pi}{5} = 0 + \frac{\pi}{5} - \frac{\left(\frac{\pi}{5}\right)^2}{2!}\cdot 0 - \frac{\left(\frac{\pi}{5}\right)^3}{3!} + \cdots\cdots$$

$$= 0 + 0.6283\cdots - 0 - 0.04134 +$$

$$= 0.587\cdots\cdots \quad = 36^\circ$$

たとえば $(1.075)^{10}$ はいくらになるか

マクローリン展開をすると $(1+x)^n$

$$(1+0.75)^{10} = 1 + 10 \times 0.075 + \frac{10\times 9}{2}(0.075)^2 +$$

$$= 1 + 0.75 + 0.25 + 0.05 + \cdots$$

$$\fallingdotseq 2.05$$

$$(1+0.75)^{10} \fallingdotseq 2.06$$