第７回　これからの沖縄経済

2019 年 10 月 21 日

参考資料(沖縄タイムス)(琉球新報)(日銀那覇支店 県内金融経済概況等)

１. 最近の県内景気 （好況的な傾向）

	課　題
(1) 観光需要の増加	持続性
為替水準	為替レートの変動
外国人誘客策	支出行動の変化
周辺国の観光ブーム	
(2) 民間建設需要の喚起(ホテル開発)	実需に基づいた投資か
地元というより本土資本	もう充分ではないか
(3) 高水準の公共事業	持続性
(4) 労働世帯数の増加	持続性
人工の実質増加	人手不足
	景気拡大の制約
(5) 人件費の改善の気運	労働生産性とのタイミング
人手不足	遅行的な人件費

(課　題)

持続性

密　度　　―　沖縄どうしても密度がうすい

豊作貧乏

2．県内景気の先行き

(1) 2019.9 調査によれば、6 月調査と比較して最近及び先行の指標の変化幅にマイナス項目が増加している
食品製造業、建設、卸売、運輸、デパート、ホテル

(2) 2019.9 経済概況は、全体的に景気拡大(72 ヶ月連続)としているが、上記(1)と整合していない。タイムラグか指標の不適切か

(3) ホテルの稼働率が前年を下回っている
ホテル建設は活況を呈している

(4) 消費税増税前の時期としては、好調とは言えない
現金給与額は減少している

(5) 貸出金利は、前期比マイナスとなっているが、設備投資等は好調とは言えない

(課　題)
拡大期に蓄積はできたか
競争の激化による収益減
実のある先行投資は行われたか
現在(2019.10)屈曲点に来ているのではないか
先行の景況の低調、変調の認識
水害等災害の被害はどう影響するか

(過去の疑問)
(1) 泡盛産業は何故伸びなかったのか
焼酎との比較
業界の現状
工夫、企画に不発
(2) 何故生産性が低いまま、伸びないか(人の努力ではないか)
観光客数の頭打ち
観光業界の低生産性(何に基因するのか)

３．沖縄経済　今後の課題

(1) 「量から質」への転換と言うが、何をすべきなのか

(2) 「供給力の増加」と言うが何をすればよいのか

(3) 持続可能な(景気動向や外的ショックに左右されにくい)構造への転換とは何か

(4) 経営者の意識の転換
収益性の向上と逆行する待遇改善の調整はなぜできないか

(5) 人材育成の強化は何故できないか
人材育成のネックは何か

(6) 企業の社会性の向上に問題があるのではないか

(課　題)
安易な拡大感にひたっていないか
何をすべきか解っているか
構造転換が行われていない

本質の追求と視点、考え方

県民投票
基地建設反対

(右)
◎基地反対を認めない
しかし、立場を明確にしない

(左)
◎基地反対から踏み出さない
保守的であってはならない

① 本質、目的は何か

② 本当に大切なことは、沖縄地域の発展

4．ザル経済から脱却できるか（ザル経済は沖縄経済の特色）

(1) 設備は充実された
インフラは整備された、12.8 兆円もの

(2) 金銭が沖縄に停まらない、貯まらない感じ
事業の付加価値は、本土企業に行っているということか

(3) ザル経済は昔、戦前から、そんなもの いやもっとひどかった
本土の材料、労働を 100%使っているわけではない

(4) 結局、ザル経済とは、沖縄の伝統的な生産性の低さではないか
それは技術、競争が無い世界

(5) ザル経済は、沖縄自立欠如の本来の問題で、それを本土企業のせいにするのはおかしい

① ザル経済でなくする方法は？
復帰 50 年、人によるもの、いわゆる人的要素
インフラ投資額　12.8 兆円
② 1963 年までの戦後 17 年間、日本政府は、沖縄に財政援助は行わなかった（ケネディ新沖縄政策）
これは、沖縄の戦後復興が遅れた理由の一つであるとされている
③ 完全にザル経済でなくすれば、誰も来ないのではないか
ザル経済は沖縄の魅力の一つ、ザル経済を生かす

(6) 沖縄振興の 4 点セット(復帰特別措置)
① 政府が沖縄振興法を制定する
② 内閣総理大臣が沖縄振興開発計画を策定する
③ 沖縄に最高の高率補助を適用する
④ 沖縄振興開発予算は内閣府が一括計上する
⑤ 償いの心が原点

(7) 人々の感覚、今後、将来の時間の経過

過　去	現　在	将　来
色がだんだんうすくなる 考え方の変化が必要	色がわからない ⟶	色が濃くなるべき 将来が大切である

5．沖縄振興の課題

(1) 復帰後の現在まで
12.8 兆円の国庫支出金
沖縄の県民総生産 200～400 兆円の企業価値を 20%として
60 兆円 その純利益を 1%とすると
年　6 千億円程度 （この 40 年分に相当する額は 24 兆円）
この多額な支出金で沖縄の産業振興ができないのはなぜか

(2) 琉大　観光学部の話
最近のアンケート　観光に対する県民の熱意

(3) 沖縄の資源とは何か、観光資源か、人か

(課　題)
ザルの目は細かくなるか
ザル経済の沖縄の魅力

不況、下落に対する体質

開発と両立するか、ガケの時にはどうするか

地域と両立しているか

宮田先生のザルについてどう考えるか
今後ザルの目を細かくできるか

願望を証するのではなく、現実を直視する

好調産業への本土からの参入

参入激増で薄利と多売、乱立するマリン業者

CSR 的な考え方ができるか、コーポレートガバナンス

過去の時間、現在の時間、将来の時間の差異、違い

６. 沖縄を踏み台にする日本経済（宮田先生）

(1) それなら、何故それに反発、改善をしないのか

(2) 県内企業は下請け、孫請け、零細というがそれを改善する方策は何か

(3) それしかできないのが県内企業の問題点、限界であり、それの改善はどうすればよいのか

(4) 沖縄への投入資金は、途上国援助の ODA 資金と同じで、その大半が日本企業の受注で日本に還流する(極端すぎる考え)

(5) 沖縄 21 世紀ビジョンとは、沖縄県民、企業の参画のあるものか
① 沖縄振興策への企業、県民の参加は充分か
② 沖縄県民の振興策(観光業)への関心、積極な参加はあるか
③ 沖縄企業の 〃

(6) 沖縄のザル経済、参入障壁の低さも沖縄の魅力、沖縄振興とは何か

(沖縄振計終了に向けて)
(1) インフラは整備された
(2) 質ややる気の経済運営
(3) 人件費改善の遅行性

ザル経済
戦前 ― 復帰前 ― 復帰後現在まで

しかし、ザル経済であることに、沖縄の魅力があり、参入障壁も低く
沖縄進出者は、内外とも盛んである。
完全にザルの目を防ぐと、
沖縄経済も、沖縄経済人も息が止まりそう
アミの目を細かくしながら、今後どうしていくかが課題！！

7．沖縄の特殊事情

(1) 第二次大戦の激戦地で全土が焦土化した

(2) 戦後 27 年間、米軍の施政権下に置かれたこと

(3) 沖縄には、過度な米軍基地が集中していること

(4) 普天間返還は誰によるか

(5) 日本政府の沖縄政策

① 米軍統治下の沖縄政策（日本政府・南連の戦後処理）

② 1970.5　沖縄北方政策庁

③ 1972.5　沖縄開発庁

④ 2001.1　行政改革により内閣府に吸収合併

⑤ 民間主導の自立型経済の発展
— 沖縄振興特別措置法 —

⑥ 2012　振興の策定主体を沖縄県が主体

改正沖縄振興計画法（2012－2021）の終了
1972　第一次計画
1982　第二　〃
1992　第三　〃
2002　第四　〃
2012　現行　〃　民間主導の自立型経済の構築

琉大名誉教授
大城肇氏

沖縄振興に対する素朴な疑問

観光客は約1千万人に達したが
なぜ1人当たり県民所得は最下位か？

沖縄経済は好調であるといわれるが
なぜ所得格差は是正されないか？

沖縄振興策による産業振興が行われたが
なぜ地場企業が育たないか？

半世紀近く特別の措置が講じられたが
なぜ沖縄経済は自立できないか？

課題のまとめ

◇復帰後、沖縄振興開発によって社会資本等のハード面の格差は是正

◇全国との比較において、所得、雇用、生活、教育などソフト面での格差は固定化

☝それらは、これまでの振興策では埋められなかった負の格差

沖大特別研究員
宮田裕氏

13．沖縄経済の自立は可能か

4．自立収支（2016年度）は、6,811億円の赤字。

- 経常取引を見ると、移出は1兆418億円。移入は1兆7,229億円。経常取引の赤字は、6,811億円。この赤字をどのように埋めていくのか。

5．自立係数は0.6　全国は1.06

- 1を切れば移輸入超過で経常取引は赤字。

6．労働生産性が低い沖縄経済

- 1人当たり労働生産性が低いのも沖縄経済の特徴（全国＝100）
  農林水産業⇒69.2％、製造業⇒61.6％、建設業⇒78.4％、情報通信業⇒55.3％、運輸業等⇒67.8％、卸売業⇒70.3％
- 就業者の43.1％は非正規雇用（全国38.2％）
  （産業別非正規雇用率）
  農林業⇒56.3％、製造業⇒41.1％、情報通信産業⇒36.7％

感想：労働生産性の低い企業を淘汰することしかないのでは

15．生命的ビジョンを語ろう

沖縄の未来を設計する「建築家」になろう！

- 経済指標を丹念に追えば、自立への道は遠い。
- これからの沖縄はどうあるべきか。どのような仕組みをつくるべきか。
- 10年度、20年後に沖縄はどう変わっているのか。
- 沖縄は何を目差すべきか。独自性と能力をどう発揮していくのか。沖縄経済は組織変革へスキル、行動規範を示さなければならない。
- 政治は未来への視点に基づいて沖縄を設計する建築家でなければならない。
- 復帰から半世紀・・・我々は白いキャンパスの前で絵筆を持って沖縄の未来図を描かねばならない。これからの沖縄は機械的なデザインを描くのではなく、生命的なビジョンを語るべきだ。躍動する沖縄でなければならない。乗数効果のある経済、貧困のない沖縄を創らなければならない。
- 自立とは未来をイメージする力である。

未来とは どういう未来か。

沖縄ツーリスト
東良和会長

2020年 観光の概観	日本国内へ 上: 国内旅行 下: 訪日旅行	世界各地へ 上: 海外旅行 下: 第三国旅行
国内市場 日本人客 ※印は独自推計	約6億4千万人 2017: 6.48億人 2018: 5.62億人 21兆円 2017: 21.1兆円 2018: 20.5兆円 2014年〜2018年 平均値の5%増 Ⅱ	Ⅰ 目標2,000万人 2018年: 1,895万人 2兆3489億円※ 2018年: 2兆2261億円 財務省旅行収支の消費額 18年の一人単価で計算※
海外市場 外国人客 ⅣはUNWTOの成長率で計算	Ⅲ 目標4,000万人 2018年: 3,119万人 目標 8 兆円 2018年: 4兆5,186億円 2030年目標 6,000万人・15兆円	Ⅳ 15億12百万人 2018年: 14億3百万人 172兆円 2018年: 159兆円 1米ドル＝110円・Ⅰ＆Ⅲ含む UNWTO平均成長率3.8%

参考:「明日の日本を支える観光ビジョン」「UNWTO Tourism Towards 2030」「財務省HP」ほか
作成: OTSサービス経営研究所

金秀グループ
呉屋守將会長

この50年近くの間に、自立しようという気概は圧倒的に薄くなっている。
特に建設業界は、国の財政に依存するという情けない状態だ。

ソフト重視へ 転換探る

沖縄経済シンポジウム

那覇市泉崎の琉球新報ホールで18日に開かれた沖縄経済シンポジウム2019（主催・かねひで総合研究所、共催・琉球新報社）では、有識者や県内経済関係者が沖縄の自立経済について意見を交わした。基調講演では琉球大学名誉教授の大城肇氏と、沖縄大学・沖縄国際大学特別研究員の宮田裕氏が沖縄の未来に向けた提言をした。パネルディスカッションでは、沖縄ツーリストの東良和会長と金秀グループの呉屋守将会長を交えて話し合った。（1面に関連）

登壇者

▽大城肇氏（琉球大学名誉教授）
▽宮田裕氏（沖縄大学・沖縄国際大学特別研究員）
▽東良和氏（沖縄ツーリスト会長）
▽呉屋守将氏（金秀グループ会長）
▽コーディネーター＝島洋子（琉球新報社編集局次長兼報道本部長）

基調講演

幸福度向上の政策へ

大城肇氏（琉球大名誉教授）

琉球大学の大城肇名誉教授は「持続的自立経済の確立に向けて」と題して講演した。

貧困問題などの課題を解決し豊かな沖縄を実現するために、現行の沖縄振興体制に代わり課題解決型の政策を重点的に実施できる「沖縄創生基本法（仮称）」の制定を提案した。これまでの振興計画で「ハード面は全国との格差が是正されつつある」とした。一方で低所得や貧困問題、非正規雇用の多さなど、ソフト面での負の格差が構造化していると指摘した。

経済の自立について、県内の物的生産力が6％台と低く、県外から物を移輸入して県内で消費する構造のため、域内自給率が66％前後と低水準にとどまっている現状を説明した。「県内のお金の2～3割は県外へ漏れている。ざる経済の体質が半世紀近く改善していない」と話した。

沖縄の未来像として自立、イノベーション、平和、持続可能性に満ちた島という意味の「IIPSアイランド・オキナワ」を提唱した。実現方策として、県内企業を基盤とした産業集積、中核人材の育成、アジアとの連携の活発化などを上げた。

県内自治体の予算確保の手法として「安全保障・国境保全交付金を新設して沖縄創生基金とし、県や市町村の裁量で運用できる仕組みにしてはどうか」と提案した。

社会的弱者の視点を

宮田裕氏（沖大・沖国大特別研究員）

沖縄大学・沖縄国際大学特別研究員の宮田裕氏は「沖縄振興～償いの心は果たされたか」と題して講演した。

宮田氏は元内閣府沖縄総合事務局調整官として、第1～3次沖縄振興計画事務に携わった。沖縄振興計画が2021年度に期限切れを迎えることから、同計画が県経済に与えた影響を検証し、自立経済の構築に必要なことを紹介した。

沖縄振興特別措置法に基づく「高率補助制度」に対して、県内有識者から不要論が出ていることについて、宮田氏は「高率補助が廃止されれば沖縄経済は大きなダメージを受ける」と指摘した。廃止した場合の県財政について、検証が必要との考えを示した。

沖縄振興の現状について「復帰時と比べて農林水産業と製造業の割合は低下した」と話す。復帰時の県内総生産額に占める1次産業の割合は7・5％だったが、16年度は1・8％に、2次産業は22・5％から15・3％に減少。約11兆円の沖縄関係予算が産業振興に活用されていないと指摘し「極めて効率の悪い経済を作り上げた」と強調した。

子どもの貧困や社会的弱者の対策が振興計画にないことも「重大な欠点」と述べ、次期沖縄振興計画で導入を検討するよう求めた。

パネルディスカッション

沖縄県自らデザインへ　呉屋氏

東良和氏

呉屋守将氏

パネルディスカッションでは、これまでの沖縄振興計画への評価や、今後の振興計画はどうあるべきかが話し合われた。

県建設業協会の会長を務めた金秀グループの呉屋守将会長は「50年近くの間に自立しようという気概は圧倒的に薄くなっている。特に建設業界は国の財政に依存するという、情けない状態だ」と強調した。県が整備を計画する大型MICE施設を巡り、内閣

授）
国際大学特別研究員）
会長）
会長）
局次長兼報道本部長）

縄の未来像として自
イノベーション、平和、
可能性に満ちた島とい
味の「IIPSアイラ
・オキナワ」を提唱し
実現方策として、県内
を基盤とした産業集
中核人材の育成、アジ
の連携の活発化などを
た。
内自治体の予算確保の
として「安全保障・国
全交付金を新設して沖
生基金とし、県や市町
裁量で運用できる仕組
してはどうか」と提案
。

製造業の割合は低下し
と話す。復帰時の県内
産額に占める1次産業
合は7・5％だった
16年度は1・8％に、
産業は22・5％から15
％に減少。約11兆円の
関係予算が産業振興に
されていないと指摘し
めて効率の悪い経済を
上げた」と強調した。
どもの貧困や社会的弱
対策が振興計画にない
も「重大な欠点」と述
次期沖縄振興計画で導

パネルディスカッション

呉屋守将氏

東良和氏

沖縄県自らデザインへ　呉屋氏

入域数より収入重視を　東氏

講演に拍手を送る聴衆

パネルディスカッションでは、これまでの沖縄振興計画への評価や、今後の振興計画はどうあるべきかが話し合われた。

県建設業協会の会長を務めた金秀グループの呉屋守将会長は「50年近くの間に自立しようという気概は圧倒的に薄くなっている。特に建設業界は国の財政に依存するという、情けない状態だ」と強調した。県が整備を計画する大型MICE施設を巡り、内閣府が事業の採算性などを疑問視して一括交付金の交付を認めていないことを引き合いに「沖縄県自らがデザインし、国は邪魔をせず協力することが大事だ」と話した。他府県並みの稼げる力が身につくまで、全産業を対象に国税を減免することも提案した。

沖縄ツーリストの東良和会長は、自立経済の実現に向けて「入域観光客数ではなく観光収入を重視するべきだ」と指摘した。全国的な人口減少が進む中で策定される次期振興計画については「子どもや孫の時代には、労働力だけでなく購買力もない日本になる。外貨をどうやって稼ぐかを本気で考えて、どこの国に売るか真剣に考えることが必要だ」と話した。

琉球大の大城肇名誉教授は、県外にお金が流れ出る「ざる経済」の構造について、県内で消費される物の自給率が低いことが原因だと指摘した。「地域で使う物を地域で作るという『地消地産』の考え方で、お金の回りをよくすることが重要だ」と話した。

沖縄大と沖縄国際大の特別研究員を務める宮田裕氏は、沖縄開発庁がなくなり内閣府が担当するようになってから、振興予算は官邸が決める「政治案件化」していることを説明した。「基地移設への賛否が査定基準になっている。沖縄振興の基本的な原型が崩れかけている」と危機感

自立の確立 未来へ提言

沖縄経済シンポ

沖縄の自立経済確立について話し合う、沖縄経済シンポジウム２０１９（主催・かねひで総合研究所、共催・琉球新報社）が18日、那覇市泉崎の琉球新報ホールで開かれた。琉球大の大城肇名誉教授と、沖縄大と沖縄国際大で特別研究員を務める宮田裕氏が基調講演した。パネルディスカッションは両氏に加えて沖縄ツーリストの東良和会長と金秀グループの呉屋守将会長が登壇した。約３３０人が来場し、沖縄経済の未来を巡る議論に耳を傾けた。

（5面に関連）

大城氏は、沖縄振興によってインフラなどハード面の全国との格差は是正された一方、所得や雇用、教育などソフト面で負の格差が固定化されていると指摘した。新たに沖縄創生基本法（仮称）の制定を提案して「全国並みという平均思考から脱皮することが重要だ」と強調した。

宮田氏は、沖縄振興計画の背景に沖縄戦や27年間の米軍統治など、沖縄の苦難の歴史に対する「償いの心」が原点にあると説明した。これまでに11兆円以上が沖縄に投入されたが、自立とはほど遠い依存型経済になっていると指摘。「自立とは未来をイメージする力だ」と訴えた。パネルディスカッションでは、これまでの振計の評価や次期振計への要望などをテーマに議論を交わした。

沖縄の自立経済の確立について提言するパネリストの（左から）東良和氏、呉屋守将氏、大城肇氏、宮田裕氏＝18日、那覇市の琉球新報ホール

経済

1

東京五輪後の日本経済

参考資料：（東京五輪後の日本経済 白井さゆり著 2017 小学館刊）

（非伝統的金融政策の経済分析 竹田陽介・矢嶋康次著 2013 日本経済新聞社）

○勉強会 2019.10.07

2019.10.15

2019.10.22

1、Ⅰ、異次元緩和 2014～

(1) 高騰する都心の不動産価格

①日本銀行の異次元緩和（大量のマネー供給）

②東京五輪開催決定（将来への期待）

1986～1991のバブルの思い出（全国的不動産高、日経38957円）

今回は局所的・東京中心

実需を伴わない不動産建設ブーム（需要が見込まれていないのに）

2006～2007のミニバブル リーマンショック

実体的な需要を伴っていた

今回 2017～ の

空虚で危険な建設ブーム

③不動産向け貸出

節税対策

都心の一部局所的現象 バブル時とは違い

個人のアパート等賃貸建設の増加

実需を伴わない住宅供給

都心のオフィスビル建設

①

地銀のアパート建設融資の増加 対前年9%

問題点

~~今後、アパートの居住者が大きく増えない見通しの中で~~

節税商品としての賃家建設

実需を伴わない住宅供給

不良債権化のおそれ

将来の供給過剰

日本の世帯数の減少が始まったとき

単独世帯を中心に増加傾向の世帯数も2020年頃から減少へ

家賃保証の罠（家賃相場と連動）

空き家の増加

④ タワーマンションは投機か

高い価格は、建設現場の人手不足と輸入建築資材の高騰

⑤ ヨーロッパの住宅事情

大規模な金融緩和

住宅の不足　（移民や難民の大量流入）

実需があるから不動産価格が上昇

バブルとは実需を完全に無視した価格水準

② 日本の世帯数

人口減ったが変化少

結局　2人世帯化

↓

買物 → 外食、レストラン

料理 → 購入、コンビニ

(2) 日経平均　2万円はバブルか

2008～2012の平均株価

8000～10,000円

戻ったとは言え過去の50%程度

米国など世界は、最高値を更新中

① 株価収益率　PER（株価収益率）

時価総額 ÷ 純利益

又は、株価 ÷ 1株当たり利益

PERで判断しなければならない

外国人主導の株価

② 株価は外国人主導で動いている

80年代は日本人主導

③ アベノミクス

・大胆な金融政策

・機動的な財政政策

・民間投資を喚起する成長戦略

③ 株高と円安

比較グラフ

円ドルレート×200 = 株価

外国人投資家は円安の予想

円売り → 円安

大胆な金融政策により、輸出産業はじめ、株価も上がると予想

株購入 → 株高

④ 円安と株高

「大規模な金融緩和政策」によって、今後、円安になり、日本の輸出産業の株価が上がるに違いないと考え

—— 円を売り（円安）、日本株を買う（株高）

⑤ 持合株の解消と外国人株主の増加

長期的投資から短期的投資（3ヶ月）

将来の株価暴落の主因は外国人投資家

⑥ 円安

円高 ― 輸入企業が儲かる

円安 ― 輸出企業が儲かる.

日本銀行のETF（指数連動型上場投資信託）の購入

数千億円 ⟶ 7兆円/2016

日本株価は ;2012

世界第3位の株主

年金積立金管理運用独立法人（GPIF）

2014、3 21兆円 ⟶ 2017、6 36兆円

日本株の最大株主

② ETP（株式の市場からの大量購入）は世界で初めての実験

⑦ コーポレートガバナンスの後退（利益）

法令の遵守と効率的な経営

巨大な物を言わない株主

日銀 ETF 15兆円 (10％ ⟶)

GPIF 36兆円 (25％)

毎年6兆円増える

④

日本の株主（2020.11）

日銀（ETF）40兆円（6〜7％）

GPIF（年金管理法人）36兆円（6％）

⑧ 日銀ETPを売るとき

② 永久に買えるか、いつどのように売るのか

クジラと称される日銀のETP購入力（毎年6兆円）

リスク資産（ETF、REIT …… 兆円の株式……

日本銀行のリスク資産

⑤

リスク資産の大きさ

2020 国債 460兆円 / ETF 40兆円 ⟩ 500兆円 総資産の83％

純資産 40兆円

1％で 50兆円

大企業のガバナンスの甘さ

② 日本銀行は赤字決算にならないか

③ 外国人投資家による一斉売り

2012.12 第二次安倍内閣
白川総裁の退任 2013.1
(1) 過度な円高
(2) 金融緩和の不足
(3) リスクをとらない

3、日本経済の不都合な真実

(1) デフレからの脱却 1990年代〜

デフレとは、モノやサービスの価格が継続的に下がっていく経済状態

↓

最終的に、従業員の給金が下がる

企業の販売価格が上がらない

⑥ 異次元緩和の効果
(1) 極端な円高の是正 1ドル 80円→1…
(2) 〃 株安 〃 10,000円→20,0…
(3) 失業率の改善 3%台切る
(4) 金利水準の低下

効果へなかった点
(1) 経済成長をもっていけなかった
1.3〜1.5% → 1.2%
(2) 賃金上昇の低下
(3) 物価上昇はなかった

(2) デフレマインド

企業や家計のデフレマインド

統計上の物価指数 ＜家計が認識する物価変化率
(ほとんど価格上昇なし)　(物価が上がっている)

(3) 日本経済は、金融緩和政策によって
たくさんの需要を作り出せる — 体質ではなくなってきている

日本だけデフレがなぜ
脱出できないのか

―日本型デフレ―の真の要因
消費者心理との乖離 $\boxed{\text{国民の不安}}$

高齢化の進展、働き手の減少
バブル後の長い生活の不振
膨大な政府債務
将来に対する不安

(4) 人手不足の中の低賃金

異次元緩和 —— 株高と円安 → 国民の生活につながらない

日本のセオリー

人手不足 — 賃金上昇 — モノやサービスの価格上昇 とはならない

企業好調 — 賃金上昇とはならない

考えられる影響（賃金が上がらない）

① 高齢者の退職後の雇用
② パート、女性の増加
③ 企業活動の抑制（活動の縮小）、成長抑制

(5) リスクをとらない日本人

(6) 貧富の差が拡大する中で苦しむ庶民

5. 世界経済のゆくえ

(7) 中国経済の問題点 A. B. C

A

① 企業債務の問題　過剰債務

地方政府出資の投資会社の債務、民間企業の債務

GDP比で 170%〜200%　(2,500〜　兆円)

② 家計債務

住宅価格高騰、住宅ローン債務

約 600 兆円 (政府債務 600兆円)

③ 公的・民間の総債務 (2,500〜3000兆円)

④ シャドーバンキング

銀行もかかわっている

B

⑤ 企業の過剰生産能力

リーマンショック後の景気刺激策

⑥ 鋼鉄産業の過剰生産能力

5年間で 1億〜1.5億トン削減目標

＝日本の年間粗鋼生産量

↓

大量の失業者の発生

C

⑦ 資本流出の問題

2015年 約1兆ドル 海外流出

日本のGDPの $\frac{1}{5}$，100兆円

⑧ 人民元売りの心理

高い成長
高い金利 → 成長の減速
経済問題

世界からお金が集まる
人民元高

人民元安へ
人民元売り

⑨ 中国版のリーマンショックは起こるか

民間経済主導の経済ではなく、
政府主導の経済
中国は、日本と同様、外国資本に依存していない

購買力平価（国内のモノやサービスの購売力）でみると
中国はアメリカを抜いて第一位

(8) EUと現状と未来

(1) 経済先進国のスウェーデン

それでも賃金が上がらないのは何故？

延命措置はしない、差別がない

賃金が上がらない、上げられない事情、グローバル化

厳しい競争、せんさいはドイツ企業と
少なくともドイツ企業より賃金は上げられない

1 中央銀行がインフレ目標を掲げるのは、
賃金を上昇させるため目的なのに ——
— 物価上昇目標 2% —

一般的にインフレ率と賃金との関係は、（中小企業白書 2007－2017の10年）

$$\underbrace{\text{インフレ率}}_{0} = \underbrace{\text{名目賃金の伸び率}}_{1\%} - \underbrace{\text{労働生産性の伸び率}}_{5\%}$$

異次元緩和 2% 結局、名目賃金は上昇せず、労働生産性は5%伸びているのにインフレ率は0%ということは、何か問題が
インフレが△4%だったのか？

②

（日本の中小企業）

	数 421万社	従業者数 4,013万人	製造業付加価値 108兆円
中小企業	419.8万社	2,784万人	57兆円
	99.7%	69%	53%
（大企業）	（大企業 0.3%）	（31%）	（50兆円）
	（1.2万社）	（1,229万人）	（47%）

（中規模） 56万社

日本の付加価値生産性の低さは、

淘汰によってしか達成できないのではないか

縮小社会への対応

④ 東京五輪後の金融危機（不動産価格）

金融危機のパターン

(イ) ノンバンク中心の金融危機

ノンバンクが過度にリスクをとった場合

(ロ) 各国の中央銀行が緩和政策を突然実行に移した時期

2008年以後の大規模な金融緩和政策

中央銀行が市場から大量の資産の買入れ

これが資産価格の上昇をもたらし → バブル

(ハ) 不動産価格

今回の不動産価格上昇の要因は何であったのか。

異次元緩和 → 市場に大量のマネー供給、金利低減

東京五輪への期待

(ニ) 不良債権処理のために、不動産価格には、

さらに下落圧力がかかる。

(ホ) 歴史 ― 不動産価格の底（10年毎）

2002年 ― 2012年 ― 2022年 ―

⑥ 東京五輪後の為替（為替）

(イ) いったんは 円高方向。

(ロ) 為替変動要因。

1、2国間のインフレ率の差

2、〃 経常収支の差

インフレ国の為替は下落しやすく

デフレ国 〃 上昇しやすい → 将来の円高

経常収支の赤字国は 下落しやすい

〃 黒字国 〃 → 将来の円高

⑦ 五輪後の円の大暴落

国の債務残高

対GDP比

2019	200%
2030	300%
2040	400%

→ 円の大暴落

(3) いよいよ始まる企業淘汰

① 現状の日本

供給力 ——— 需要力

バランス
=

設備の老朽化
生産能力の限界

衰えつつある需要

→ 企業淘汰

高い生産性を持つ企業だけが残る

地域・個性が、若い生産性につながってなければ淘汰される

沖縄企業の低生産性も、淘汰で解決できるのでは……

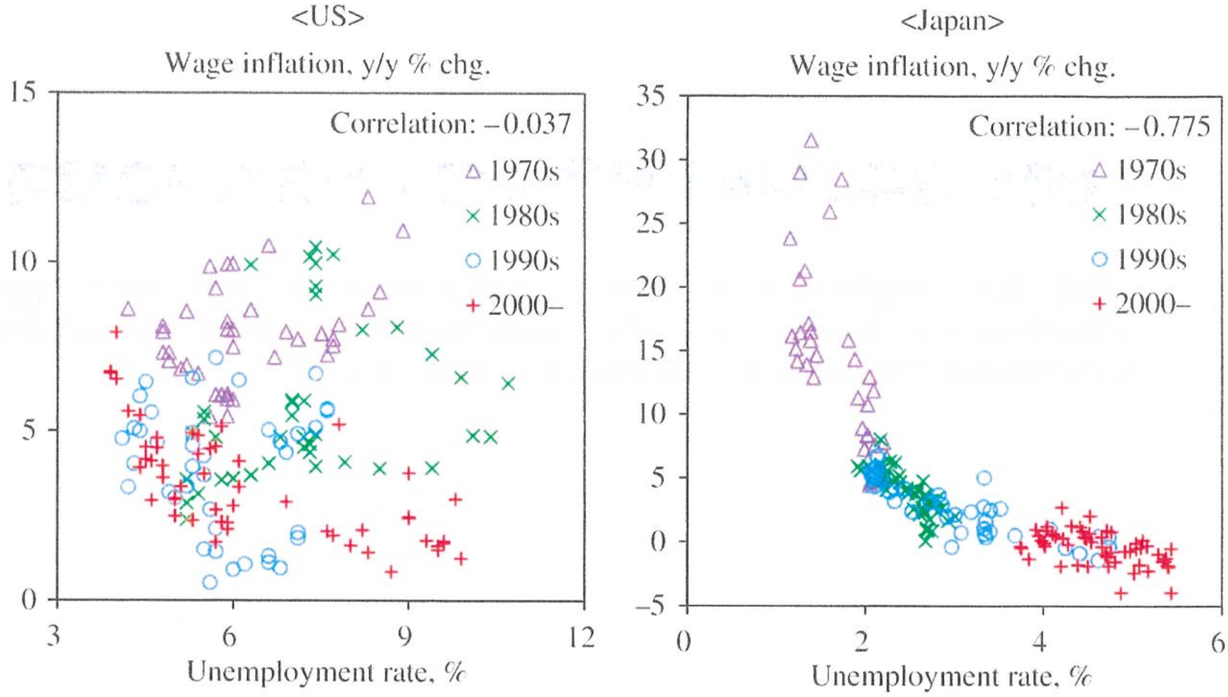
② シェアリングエコノミー

無理して買わなくてもいい

頑張ることもない

縮小する需要

「高圧経済」？



Muto and Shintani."An Empirical Study on the New Keynesian Wage Phillips Curve: Japan and the US" *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 2017.

中央銀行の非伝統的金融政策

目的

a. インフレ期待に働きかける

b. 金融機関のリスクテイクを促す

手段

1. マイナス金利
2. バランスシートの拡大
3. 長期国債の購入

中央銀行がインフレ目標を掲げるのは、貨値を落とさせるのが目的。

インフレにはさせない

上智大 経済学部 竹田陽介教授レジメから

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

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。

(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

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!!
(明るい!!

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 $9.8m/sec^2$ 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

$mv=mg-kv$

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"

微分方程式を解くのが積分である。そして指数関数、対数関数も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

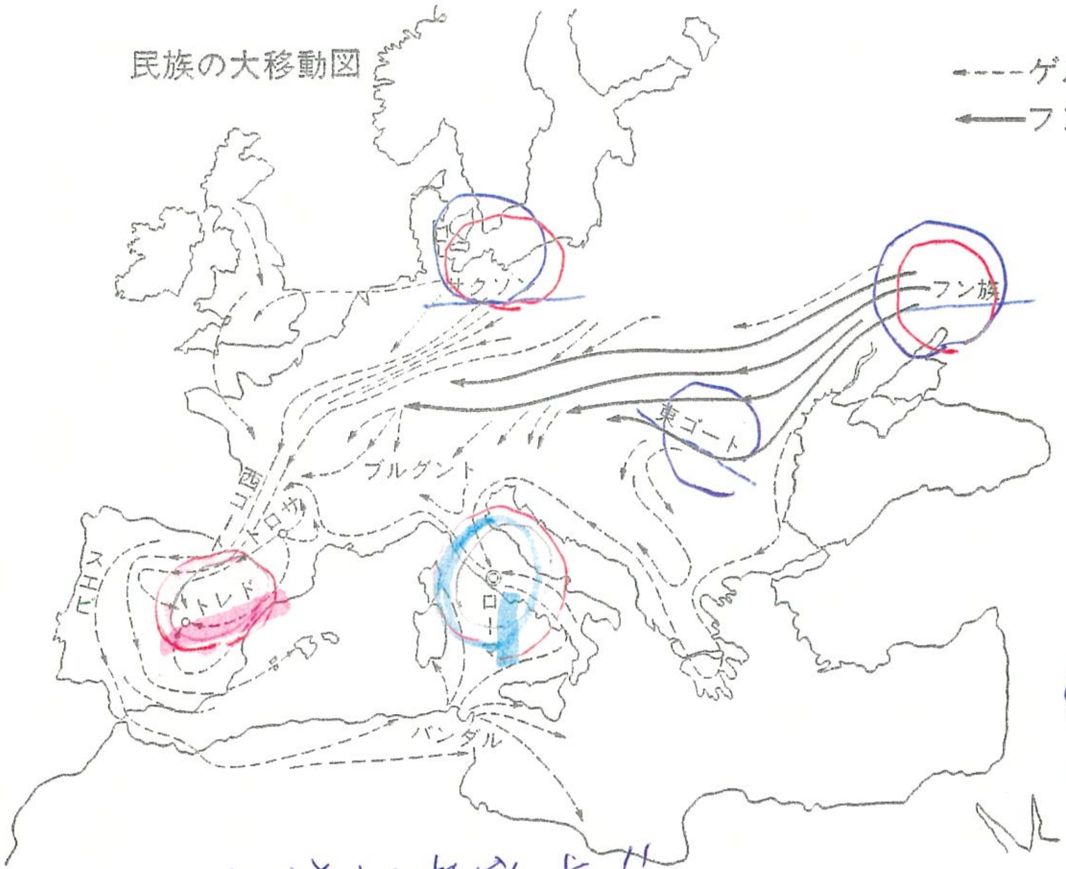
→ $\boxed{\text{導関数で表す}}$ → 微分方程式

← 積分

$\boxed{\text{微分方程式の解}}$ → 現象の解明

$$\frac{dy}{dx} = ky \quad ①$$

★なるほどゼミナール



この流れを数式化する!!

●昔の名残を今に留めるトレド

ベクトル場

解曲点

吸い込み点

ブラックホール

微分方程式

民族の大移動の計算

この流れを微分方程式に入れる!!

トレド、ローマ

ゲルマン民族大移動

三七五年に始まるとされるゲルマン民族の大移動。これは東のほうからフン族（蒙古系といわれる）が今のハンガリー周辺の東ゴート族の領土に侵入したことから始まりました。現在、ハンガリー人がモンゴル系である理由もそこにあります。

　ところで、フン族の大移動はヨーロッパに住んでいたゲルマン民族の諸族に次々に波及し、次ページの図のようにドミノ・ゲームの様相を見せたのです。

　これら諸族の移動状態の概要図を見ると、あたかもベクトル場を見ている錯覚に陥ります。すなわち、微分方程式として考えることもできるわけです。

　微分方程式は台風の進路の予測にも使われました。人間の支配の及ばない自然現象の解明の一助になっていることがわかったと思います。

　そしてゲルマン民族の大移動のように、人間行動についてもさまざまな考察をすることができるのです。たとえばベクトル場を考えるさいに無風地点とか不動点というものを考えましたが、その発展したものに吸い込み点があります。ブラックホールのようなものです。

　次ページの図にも吸い込み点が見つかるでしょう。今のマドリードのすぐ南（トレド）とローマの二点です。このことから、いろいろな部族が集結したために「さまざまな文化が集散したのではないか」と推測できます。

　事実、刀剣をはじめとした武器製造や、金細工、羊毛工業が活発となったトレドは一一世紀から一六世紀にかけてはスペインの首都として栄えています。もちろん、トレドは紀元前からあった古い街ですが、民族大移動の吸い込み点となり、各地の文化が集中したことも見逃せない事実ではないでしょうか。

$$\frac{dy}{dx} = ky \quad \text{----①} \quad \text{(微分方程式)}$$

①の解は　$\frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dx} = k$ となるから、

xで積分して

$$\int \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dx} dx = \int k \, dx$$ である。

この式の左辺は、$\int \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dx} dx = \int \frac{1}{y} dy$ となるので

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

左辺をyで、右辺をxで、積分して

$$\log y = kx + C$$ （Cは積分定数）となる

これを指数の形に直して

$$y = e^{kx+C} = e^{kx} e^{C} = Ae^{kx}$$ （e^CをAで表わす）

つまり、関数 $y = Ae^{kx}$ が微分方程式①の解である

この式から倍々の法則、xが1増えるとyが2倍になる式

$y = 2^{x-1}$ が導かれる

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

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

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

$$\log y=kx+C$$

↓ $e^C=A$として指数の形へ

$$y=Ae^{kx}$$

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

$$\begin{cases}1=Ae^k & \cdots① \\ 2=Ae^{2k} & \cdots②\end{cases}$$

②÷①より

$$e^k=2 \quad \cdots③$$

よって　$k=\log 2$

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、

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

倍々の法則の式が導き出された

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

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

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

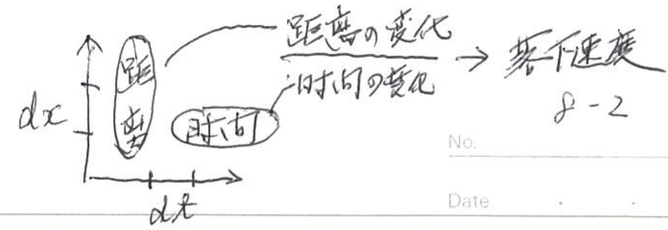
$$\frac{1}{P}\{\log y - \log(P-y)\} = kx + C$$

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

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

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

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



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

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

$\dfrac{dx}{dt}$ 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

$\boxed{\dfrac{dx}{x} = a\,dt}$ 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

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

積分を実行すると、

$\log x + C_1 = at + C_2$ となる

$\log x = at + C_3$ （$C_2 - C_1 = C_3$ とする）

この式は

$e^{at+C_3} = x$

すなわち

$x = e^{at} \cdot e^{C_3}$ を表わす。

$t=0$ のとき $x = A$ とすると $e^{C_3} = A$

$x = Ae^{at}$ の関係となる

これが、t の関数としての x の形である。

たとえば、1分あたり $1/10$ の割合で増殖している細菌の一群がある。
1時間後には何倍に増えているか

$a = 0.1/分$

$t = 60分$

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

1時間後に403倍となる。

10日で1割の利上へ

365日でいくらか

$a = 0.1/10日$

$t = 365日$

$Ae^{0.01\,\cancel{0.1/10日} \times 365} = 38.47A$

$1.1^{\frac{365}{10}} = 32.42$

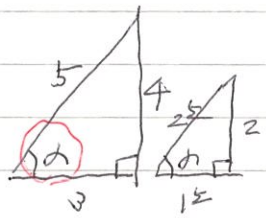
9/20 16 M

H28. 9. 19
H28. 1. 5
三角関数（ズバリ図解）
深川和久監修　2007.11. ぶんか社
関数のはなし（上・下）大村平著
H26.09.01　日科技連刊
H27. 8. 31　2019.01.28
H27.01.19　2019.05.13
H27.04.20　2019.07.16
H27.10.01　2019.10.21

三角関数

I 三角比

1. 三角比とは、角度αがある角度だったときの辺の比

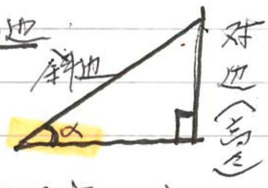


角αが同じ直角三角形は、相似の関係になり、
辺の比も同じになる。

3 : 4 : 5

2. 直角三角形の辺の名前

斜辺
直角に向いあう辺



対辺（高さ）
角αに向かいあう辺

隣辺（底辺）

角αと接していて斜辺でない方の辺

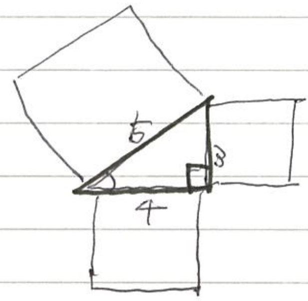
3. タンジェントの表し方　　tangent = 対辺 ÷ 隣辺

$$\tan\alpha = \frac{対辺}{隣辺}\quad \frac{(高さ)}{(底辺)}$$

タレスの方法　直角三角形の対辺がピラミッドの高さ
隣辺が影の長さ

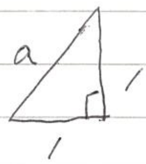
4 ピタゴラスの定理

直角三角形の斜辺の2乗は、他の辺の2乗を足した数になる



$5^2 = 3^2 + 4^2$

$25 = 9 + 16$

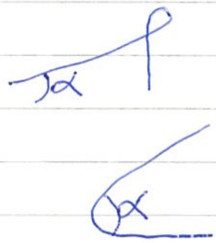


$a^2 = 1^2 + 1^2 = 2$

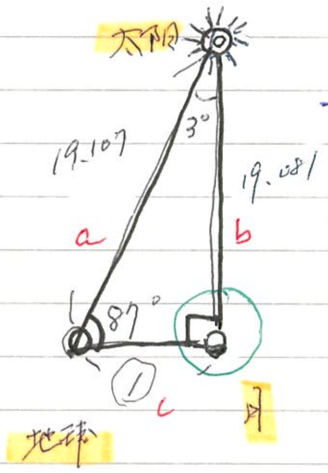
$a = \sqrt{2} = 1.41421356\cdots\cdots$

5 コサイン
cosine

底辺
cos = 隣辺 ÷ 斜辺



底辺
$\cos\alpha = \dfrac{\text{隣辺}}{\text{斜辺}} = \dfrac{1}{19}$



アリスタルコス(BC310年)は、半月の日に地球と太陽を結ぶ直角三角形ができると考えた。彼は地球が太陽の周りを回っていることに気づいていた。半月になるとき、図のように月に真横から太陽光が当っているので、地球、月、太陽を結んで直角三角形ができると考えた。

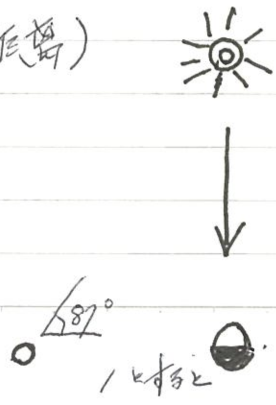
隣辺を①とする (月と地球の距離)

$\sin 3° = \dfrac{①}{\text{斜辺}} = \dfrac{b}{a}$

a 斜辺 $= \dfrac{①}{\sin 3} = 19.107$

b 底辺 $= \sqrt{(19.107)^2 - 1^2} = 19.081$

c (隣辺) 対辺 $= \dfrac{c}{a} = ①.001\cdots\cdots$



$\cos in\ x = \dfrac{c}{a}$

$a = \dfrac{1}{\cos in\ x} \times c$

$= ①.001$

$\sin x = \dfrac{b}{a}$

$b = \sin x \times a = 19.081$

6 サイン

sine　サインの語源はアラビア語のjiva　jivaに湾という意味があったので　ラテン語のsinusと訳され、英語のsineとなった。

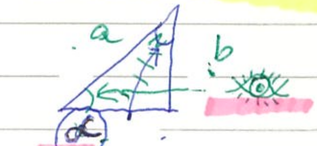
高さ(対辺)/斜辺

サイン = 対辺 ÷ 斜辺

$\sin\alpha = \dfrac{\text{対辺(高さ)}}{\text{斜辺}} = \dfrac{b}{a}$

$\therefore b = a\sin\alpha$

サインとは 湾 を見る位置(対辺)

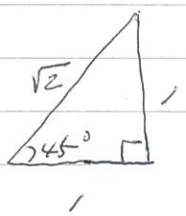


対辺÷斜辺
湾(高さ)　高さ/斜辺

角βの大きさをαで表わすと、$(90°-\alpha)$となるため
$\sin\alpha = \cos(90°-\alpha)$となる。　$\sin\alpha = \cos\beta$

このことからcosinは、sinに補足「complementi」を省略した
coをつけたco-sinとした。

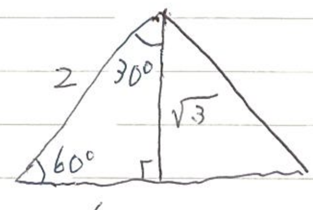
7 45度の三角比の値



辺の長さが1の正方形を2つに割ると45°の角を持つ直角三角形ができる。辺の長さはピタゴラスの定理より$\sqrt{2}$となる

$\sin 45° = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$　$\cos 45° = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$　$\tan 45° = \dfrac{1}{1} = 1$

8 30度と60度の三角比



辺の長さが2の正三角形を2つに割ると、30°と60°の角を持つ直角三角形ができる。
ピタゴラスの定理より、正三角形の高さに当る辺の長さが$\sqrt{3}$となり

$\sin 30° = \dfrac{1}{2}$　$\cos 30° = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$　$\tan 30° = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$

$\sin 60° = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$　$\cos 60° = \dfrac{1}{2}$　$\tan 60° = \dfrac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$

三角関数

2019.05.13
No. 7

角度（…360度）を長さ（ラジアン）で表わす

II、三角比から三角関数へ

2πラジアン 6.2831853

角度
ラジアンは弧の長さ

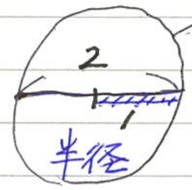
1、円周率 π 3.141592……

円周の長さと円の(直)径の比

半(直)径が1の円は、円周の長さが
6.283185 (3.141592)となる 直径が2

半径が1の円は、→ 円周の長さ = $2\pi r$ （半径r）
1周の長さ 2πラジアン

半周 1πラジアン = 3.1415 ラジアン



(半周) π
3.141592
2π (1周)
6.283185307

2、ラジアン

単位円は、半径1の円であり、
直径は2なので、単位円の円周の
長さは2πとなる 2πラジアン

角度の大きさを弧の長さで表わす

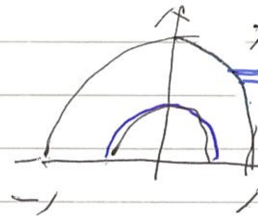
ラジアンでは、度数法の360度が
2πradとなる。

180度 = πrad、90度 = $\frac{\pi}{2}$rad、
60度 = $\frac{\pi}{3}$rad、30度 = $\frac{\pi}{6}$rad

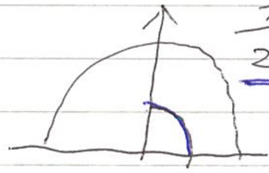
$\frac{\pi}{180}$を掛けると、度数法を
（角度）
ラジアンに変更できる
（長さ）

$$\frac{3.1415\cdots}{180} \fallingdotseq 0.01745\cdots$$

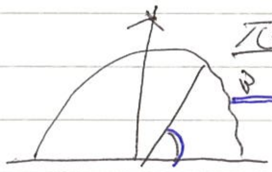
半周



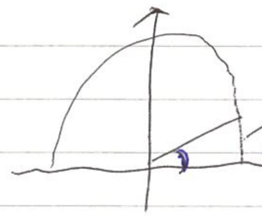
180度
1πラジアン



90度

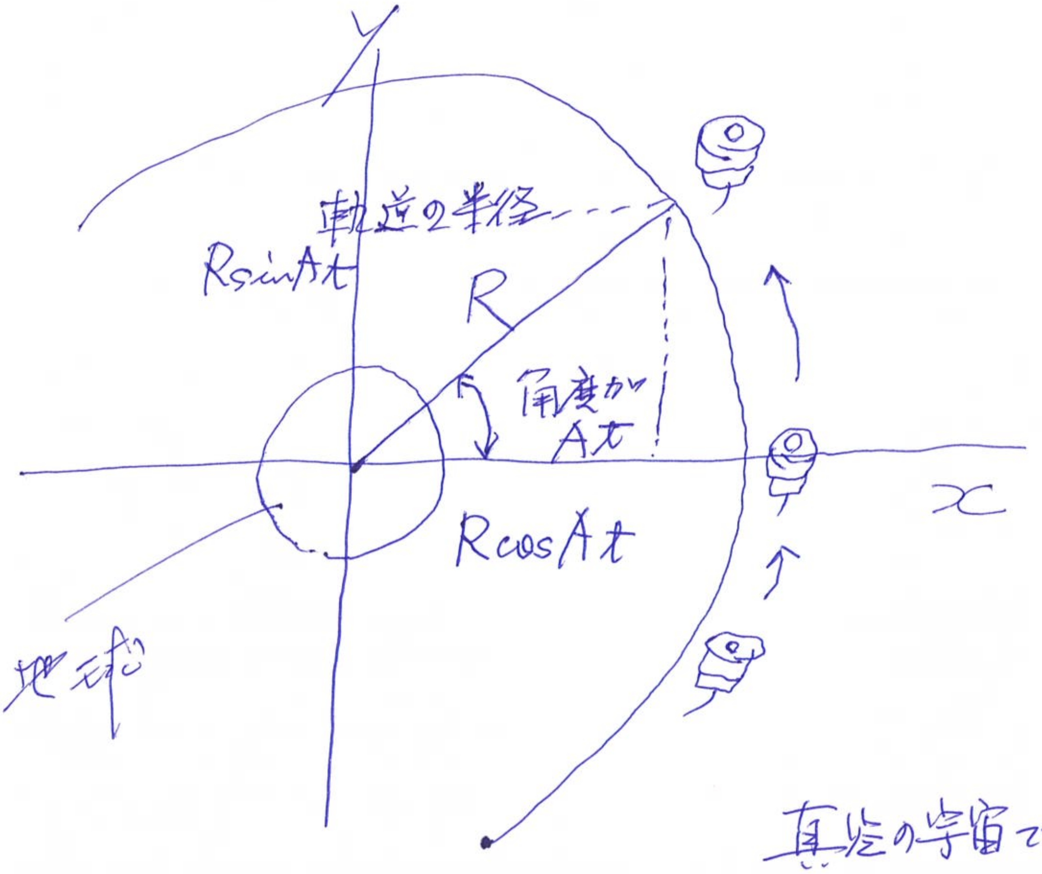


60度



30度

半径	r	
半周	π	ラジアン 3.14
直径	2r	
1周	2π	ラジアン 6.28



真空の宇宙では、人工衛星は等速で動いているから、t秒後の人工衛星の位置は、$(R\cos At,\ R\sin At)$

x軸での位置　y軸での位置

↓微分

v …… 人工衛星の速度

R …… 軌道の半径

m …… 人工衛星の質量

位置
↓ 微分すると
速度
↓ 微分すると
加速度

$\boxed{\text{この位置を微分すると速度になる}}$ $(-RA\sin At,\ RA\cos At)$ ——①

これは速度と二つのベクトルを合わせたものだから、速度はその大きさをとって、

$$v = \sqrt{(RA\sin At)^2 + (RA\cos At)^2}$$
$$= RA \quad \therefore A = \frac{v}{R}$$

$\boxed{A = \frac{v}{R} \text{を①に代入する}}$ $\left(-v\sin\frac{v}{R}t,\ v\cos\frac{v}{R}t\right)$

↓微分

速度を微分して加速度を求める

$$\left(-\frac{v^2}{R}\cos\frac{v}{R}t,\ -\frac{v^2}{R}\sin\frac{v}{R}t\right)$$

作成日 19 . .
作成者

(7) 微分するとは導関数を求めること

関数 $f(x)=x^2$ の導関数 $f'(x)$ は、

$f(x)=x^2$ を公式に代入して
（導関数の）

$$f'(x)=\lim_{h\to 0}\frac{(x+h)^2-x^2}{(x+h)-x}=\lim_{h\to 0}\frac{2hx+h^2}{h}=\lim_{h\to 0}2x+h$$

$=2x+h=2x$

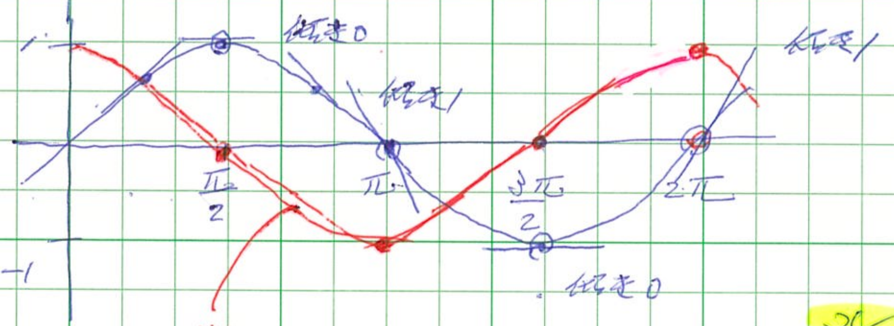
となる。hは限りなく0に近づいて行くので　$f'(x)=2$となる

ある時点（瞬間）での

導関数がわかるとグラフの接線の傾きがわかる。

微分するという操作は、導関数を求めるということを意味する。

(8) サインの微分をグラフで考えると、



接点のグラフ

コサインのグラフ

$\sin x$ の導関数は $\cos x$

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

和と積の変換公式　$\sin x-\sin y=2\cos\frac{x+y}{2}\sin\frac{x-y}{2}$

$$(\sin x)'=\lim_{h\to 0}\frac{2\cos\frac{(x+h)+x}{2}\sin\frac{(x+h)-x}{2}}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{2\cos(x+\frac{h}{2})\sin\frac{h}{2}}{h}$$

$=\cos x$

三角関数の加法定理

20
作成日 . .
作成者

(9) コサインを微分すると

$$\begin{tikzcd}
\sin x \arrow[d, "微分"'] & & -\cos x \arrow[ll, "微分"'] \\
\cos x \arrow[rr, "微分"'] & & -\sin x \arrow[u, "微分"']
\end{tikzcd}$$

サインを繰り返し微分すると、ぐるぐる回る。サインとコサインは無限回微分できる

⑫

No. 20-2

周期的に変動する量

小林道正著 1994.8 講談社
文科系に生かす微積分

デカルトの月別売上高

複雑な周期関数も、基本的な周期関数である三角関数で表わすことができる。

周期的に変動する関数の、最も基本的な関数は、振り子などの単振動である。

弧度法（ラジアン） 角を表す

2つの線分の間の広がり、つまり角の大きさを表すのに、円周上でどのくらいの長さに相当するのかを表す。

角度の大きさ 度 ⟷ 弧の長さ π

2.67ラジアン ⟷ 単位円での弧の長さ 2.67

半径1の単位円

円周の長さ　2π　（1周360°）

π　（180°）半周

1ラジアン　$180/\pi$

$\pi/2$　（90°）

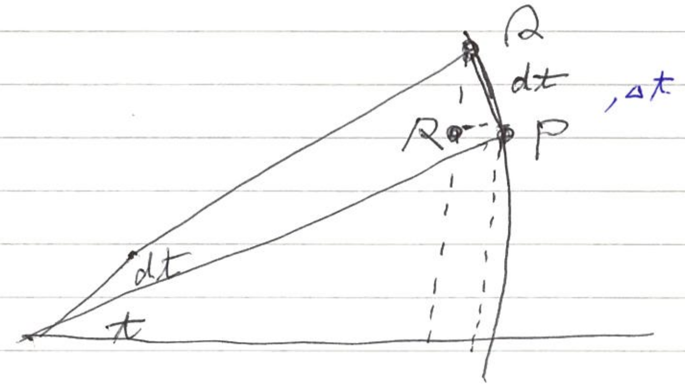
$\pi/180$　（1°）

$\sin t$ と $\cos t$ の導関数

t をごくわずか Δt だけ増やす。

このときの y 及び x の増える量 Δy 及び Δx は、

$$
\begin{cases}
\Delta y = \sin(t+\Delta t) - \sin t \\
\Delta x = \overset{\cos}{\cancel{\sin}}\,(t+\Delta t) - \cos t
\end{cases}
$$



Δt がきわめて小さければ、円弧 PQ は直線とほとんど区別できない。あるいは Δt が無限小であるとすると、はじめから直線である。

対蹠点

いずれにしても、3点 PQR を三角形として考える。

斜辺は $PQ = \Delta t$ であり、角 PQR は t となるので

$$\Delta y = \Delta t \cos t$$

$$\Delta x = -\Delta t \sin t$$ となる

これを Δt で割ると、

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{\Delta t \cos t}{\Delta t} = \cos t$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-\Delta t \overset{\sin}{\cancel{\cos}} t}{\Delta t} = -\sin t$$ となる。

$\sin t$ の導関数は $\cos t$ であり、

$\cos t$ の導関数は $-\sin t$ となる。

$$(\sin t)' = \cos t$$

$$(\cos t)' = -\sin t$$

$y = f(t) = (t^2 - 3t + 5)\sin t$ の導関数は、

これは、2次関数 $(t^2 - 3t + 5)$ と $\sin t$ の積であるから、

積の法則を用いて、

$y' = f'(t) = (2t - 3)\sin t + (t^2 - 3t + 5)\cos t$ となる。

$y = \sin(t^3+4t-2)$ の導関数は、

これを2つの関数に分解して、

$y = \sin z$, $z = t^3+4t-2$

$\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dz} \times \frac{dz}{dt}$ を使って

$\frac{dy}{dz} = \cos z$ $\frac{dz}{dt} = 3t^2+4$ であるから

$\frac{dy}{dt} = \cos z\,(3t^2+4) = (3t^2+4)\cos(t^3+4t+5)$

と求められる。

よって、$(\sin kt)' = k\cos kt$ が得られる

$\cos kt$ の導関数についても

$(\cos kt)' = -k\sin t$

$y = (\cos t)^3 = \cos^3 t$ の導関数を求める。

分解して $y = z^3$, $z = \cos t$

$\dfrac{dy}{dz} = 3z^2$, $\dfrac{dz}{dt} = -\sin t$ であるから、

$\dfrac{dy}{dt} = (3z^2)(-\sin t) = 3(\cos t)^2(-\sin t) = -3\sin t \cos^2 t$

となる。

7 べき級数

(1) べき級数とは、

関数 $f(x)$ を定数と x^1 から x^n までの足し合せに展開した式である。

「べき」— 1乗、2乗 …… のことを指す

(2) 三角関数をべき級数に展開する公式

$$f(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \frac{f'''(0)}{3!}x^3 + \cdots$$

(3) べき級展開

関数 $f(x)$ の値 = x^n の項を足し合せた和.

(4) サインは奇数の階乗

$\sin x$ をべき級数展開の公式に代入すると、

$$\sin x = \sin(0) + \frac{\sin'(0)}{1!}x + \frac{\sin''(0)}{2!}x^2 + \frac{\sin'''(0)}{3!}x^3 + \cdots$$

となる

① $\frac{\sin'(0)}{1!}x$ は、$\sin x$ の導関数が $\cos x$ となるため

$\frac{\cos(0)}{1!}x$ となる。また $\cos(0)$ の値は 1 なので、$\frac{1}{1}x = x$ となる

② $\frac{\sin''(0)}{2!}x^2$ の値は、$\sin x$ を2度微分すると $(\sin x)'' = (\cos x)'$

$= -\sin x$ となり、$\frac{-\sin(0)}{2!}x^2$ となり $-\sin(0)$ の値は 0 なので 0 となる。

従って $\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} - \cdots$ と奇数の階乗となる