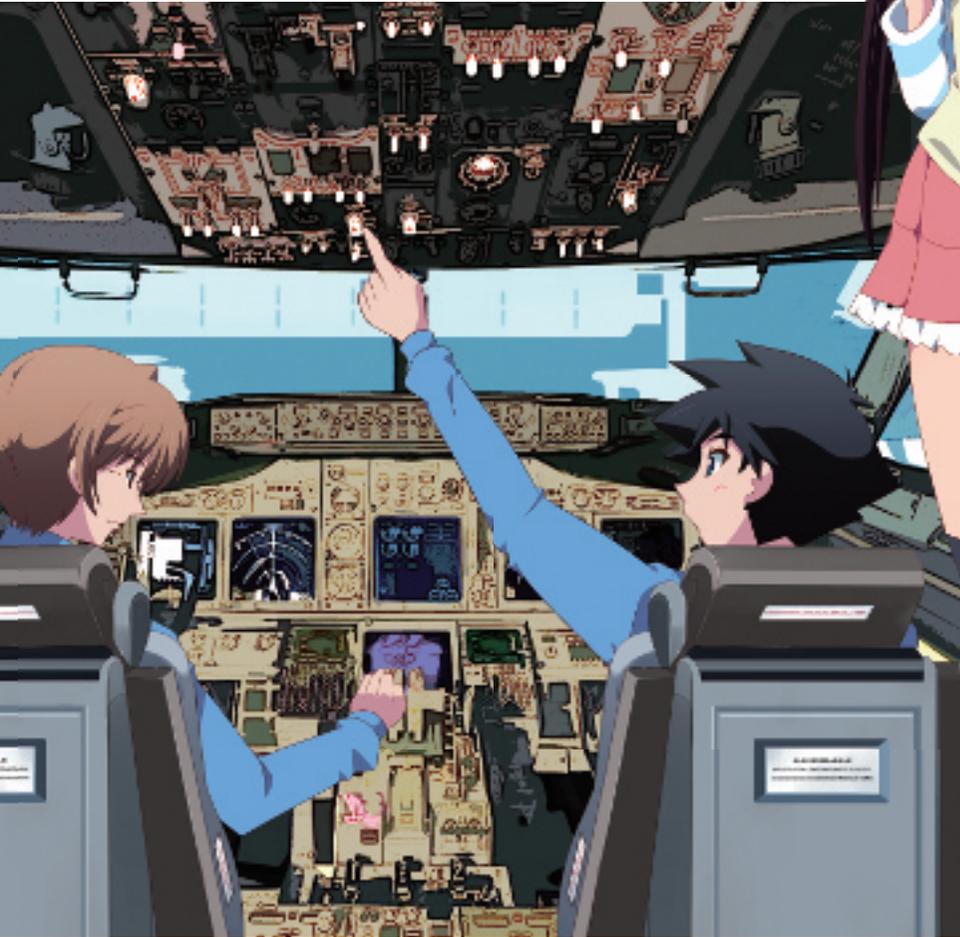


マンガで覚える  
参考書だよ!

# これなら判る!? いちから始める Avionics Lesson



原作:山崎 正秀  
作画:青空ねこ

J-AIR 整備部 教育訓練グループ



公益社団法人 日本航空技術協会

# もくじ

P 1	Boeing737-800 のコックピット大公開
P 2 ~ 3	Boeing737-800 のアンテナ配置
P 4 ~ 5	Boeing737-800 や Embraer170 のディスプレイ表示
P 6	もくじ
P 7 ~ 19	IRS その1
P 20 ~ 30	IRS その2
P 31 ~ 41	IRS その3
P 42 ~ 57	IRS その4
P 58 ~ 70	GPS その1
P 71 ~ 85	GPS その2
P 86 ~ 101	電波の話 その1
P102 ~ 115	電波の話 その2
P116 ~ 131	ATC Transponder 編
P132 ~ 145	TCAS その1
P146 ~ 157	TCAS その2
P158 ~ 173	DME
P174 ~ 189	Radio Altimeter
P190 ~ 203	ELT
P204 ~ 217	ADF・VOR その1
P218 ~ 231	ADF・VOR その2
P232 ~ 247	ILS
P248 ~ 263	Weather Radar
P264 ~ 277	GPWS その1
P278 ~ 293	GPWS その2
P294 ~ 309	FMS
P310	あとがき
P311	参考文献一覧

# これなら判る!? いちから始める Avionics Lesson



TFC

YOR 1  
108.00  
CRE

PNC 1

TAURA  
RSP  
2.00

YOR 2  
108.00  
CRE

# IRS その1



とた!

名前はパイロットの親父が「空に優れた翼を羽ばたかせる」なんて付けたらしい。正直勉強はてんでダメだ

俺は大空優(まさる)この春航空会社に就職。現在一等航空整備士を目指して勉強中である



真美は15歳で高卒認定試験合格の天才だが、飛行機に関しては俺より無知だろう

IRSとは慣性基準装置であり航空機に搭載する自立航法装置で…、なーにこれ?

俺に振るな勉強中だ



ふーん、どの辺が分かんないの?

それ全部だ。IRSは加速度計で計測した加速度を積分する事で速度や移動距離を求め、航空機の様々なナビゲーションデータを提供する……って、ま〜ったく意味が分らん!!「加速度」とか「積分」が出る時点でお手上げさ

私、飛行機とか知らないけどその辺の内容は分かるよ!物理とか数学得意だし

おおっ助け舟!

じゃあ、ランチおごってねデザートパイキング付きで



はいっ  
授業を始めます  
分からない所は  
先生に質問してね



真美…先生、  
加速度とか  
加速度計って  
何ですか？



おほん  
加速度とは  
時間のあたりの  
速度の変化率  
それを計るのが  
加速度計です



んん…なんで速度の  
変化が計れるんだ？



何  
言っ  
こん  
だ  
お  
ま  
え  
？



じゃあお兄ちゃんが  
電車に乗っている  
所を想像してみて

ふむ



今電車は駅に止っています。  
ドアが閉まってしゅっば一つ！  
さてお兄ちゃんはどうなった？

電車の動きと  
反対に体が傾くな

正解！じゃあ何で  
動いたのでしょうか



慣性の法則か？

はい正解！じゃあ  
慣性の法則ってなに？

お手あげ



慣性とは物体が速度を変えない性質です。例えば置いてある本は勝手に動き出したりしないよね。



ズズズ

そりゃそうだ

つまり物体に力を加えなければ速度は変わらないのです。だから本は留まろうとします。

(力0状態)



ジーン...

逆に言えば、力を加えた分だけ物体の速度を変えることができるのです。

つまり力の大きさを計れば速度が判るってことですね



ビュンッ

(力100状態)

電車を動かした力が電車ごとお兄ちゃんの変えようとしています。お兄ちゃんが最初の場所に留まろうとするなら電車の座席から移動してしまいます。

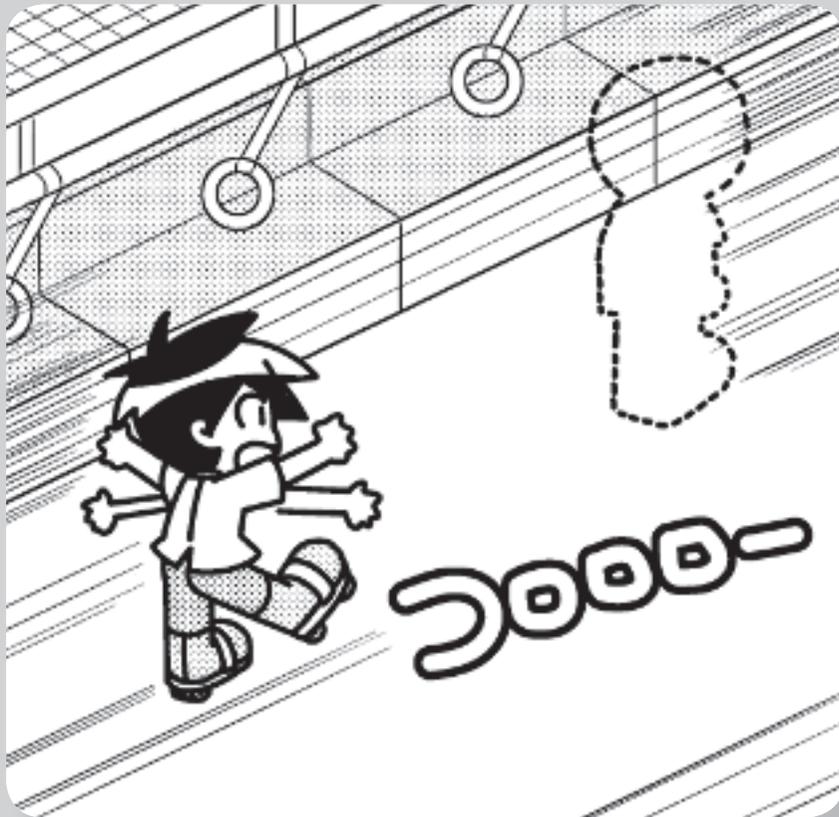


大体判るけど...それは俺が自分で力を加えるって事か? それじゃ疲れちゃうだろ



お兄ちゃんは座席から移動しないように力を加えます。この力がお兄ちゃんの速度を変えて、その変化率(加速度)を測るのが加速度計です

次ページに続く!



## チャット 詳しく

このコラムはもう少し詳しく知りたいという方のために、話に出てきた内容を解説します。「こまけーこたぁいいんだよ」という読者の皆さんは読み飛ばしてもらって結構です。

真美はマンガの中で力と加速度を同じようにっていますが、力と加速度は別の物です。

速度を変化させる力と加速度は運動方程式  $F=ma$  で表されます。(F: 力、m: 質量、a: 加速度) この式から判るように同じ力を与えた時でも質量の小さい物は大きな加速度となり、速度が大きく変化します。逆に質量が大きいと加速度は小さくなり、速度変化は小さい事になります。

真美の例えでは質量の部分を省略してありますが、天才少女なので当然この事は知っている上で、ダメな兄に判りやすいよう話をやさしくしたと解釈してください。

「うーん、例えば電車の床がつるつるで、ローラースケートを履いたお兄ちゃんがそこに立っているなら、電車だけが動いちゃうでしょ。お兄ちゃんは元の場所に取り残されちゃう。

お兄ちゃんが電車と一緒に動くようにするなら、お兄ちゃんに力を別に与えなきゃならないよ。例えばつり革につかまって、そのつり革をお兄ちゃんがギュッと引っ張って電車と一緒に動こうとするの。

その力の大きさがお兄ちゃんを加速させるかって事。でも普通に座席に座っている状態なら、座席とお尻の摩擦とか背もたれや床の摩擦があるから、電車を動かした力がお兄ちゃんも動かす力になるの。

だからお兄ちゃん自身であまり力を入れなくても良いって事。でも座っているお尻から距離がある頭の部分は慣性で取り残されようとするから、元の自分の姿勢を保つには自分で力を加えなきゃダメだけだ」

「おおーっ。なんとなく想像できる」

# IRS その1

「じゃあ次に行くよ。電車に乗っていたら力を感じなくなりました。電車はどうなったでしょう?」

「力が無いのだから止ったのか?」

「残念。よく考えて。力を加えなければ物体の速度が変わらないって言ったよね。今まで走っていた電車を止めるにも力が要るわけ」

「じゃあつまり電車が一定スピードで走ってるって事か」

「ピンポン! 正解。慣性は速度を変えない性質なので、駅間の一定速度で動いている時には力を感じないはずでしょ。力が加わったら速度が変わっちゃうからね。」

「なるほどなるほど」

「じゃあ駅に近づいて来ました。今度はどうなる?」「電車の進行方向に押し出されるようになる」



「その動きも慣性によるものね。電車を止めようとする力がお兄ちゃんも止めようとするけど、お兄ちゃんは慣性によって運動し続けようとするから、体が動いているの。もし急ブレーキなら体が飛んでっちゃうかもね。さっきのローラースケートの例なら、どこかに掴まって前に行かないようになんか力を加えないとダメよね。この力が加速度になるの」

「減速なのに加速度って言うのか?」

「減速のときは負の加速度って考えてね」

ここで俺は疑問に思ったことを聞いてみる。

「力が加わったら速度が変わるってのは判ったけど、力と加速度と速度ってどんな関係なんだ?」

「じゃあ順番に説明するね。まず速度から。これはお兄ちゃんも知ってると思うけど時間あたりに移動した距離の事で、単位は m/s ね。例えば 5 秒で 100m 動いたなら  $100 \div 5$  で 20m/s になるよ」



## チャット 詳しく

先ほど出た電車が出発した時の体が斜めになる力や、ここで出てきた急ブレーキ時に体が前に動かされる力が「慣性力」と呼ばれるものです。慣性力は加速の力の向きと反対の向きで、同じ大きさの力となります。

この慣性力とは何でしょうか? 実は慣性力は「見かけ上だけ存在する」の力です。見かけだけの力とは思議かもしれませんが次のように考えてみましょう。

電車が減速時に電車内の乗客は確かに力を感じます。(その力で前に体が動くように思うでしょう) つまり電車の中では、力が加わったから体が動かされた(自分の速度が変わった) 事になります。

しかし電車の外から見ている人にとってはどうでしょう? この場合は電車だけが減速していて、乗客は今までと同じ等速運動を続けるように見えるでしょう。等速運動なので、乗客自体には力は加わっていないように見えるのです。

このように見ている場所によって慣性力は現れたり消えたりするために「見かけ上の力」といわれます。

何故現れたり消えたりするかは「慣性系の違い」によるものです。

「次に加速度だけど、これは速度が時間あたりどの位変化したのかを表すものだよ。単位は  $\text{m/s}^2$  で、例えば5秒で速度が  $20 \text{ m/s}$  から  $100 \text{ m/s}$  に変化したら  $(100 - 20) \div 5 = 16 \text{ m/s}^2$  になるの」

「最後に力は、ある質量を持ったものをどのくらいの加速度で動かせるかを表していて、単位はニュートン (N) 使うの。ちなみに  $1\text{N}$  は  $1\text{kg}$  の質量の物体を  $1\text{m/s}^2$  加速させる力だよ」

「うーんと、つまりある質量のものに力を加えると速度が変わって、その変化率が加速度って事だな」

「簡単に言うとそうなるよ」

## ちょっと詳しく

速度と速さは日常生活では同じように使われていますが、物理学では違います。

速さは時間あたりの移動距離で、運動の向きは関係ありません。このような大きさだけの量をスカラー (scalar) といいます。

それに対し速度は運動の大きさと向きを持っています。このような量はベクトル (vector) といいます。

東と西に向かって2台の車が時速  $60\text{km}$  で走っている時、速さは同じですが、速度は異なる事になります。

速度と速さの意味を何度聞いても忘れてしまう方は、「速度」の「大きさ」なので「速さ」と考えると覚えやすいでしょう。

同じように混同しやすいものに、質量と重量があります。質量と重量の単位は同じ  $\text{Kg}$  ですが表すものが違います。質量はその物体が持っている元々の物理量であって地球上であろうと月面であろうと変わりません。  $1\text{Kg}$  の金塊は地球でも月でも同じ価値であるはずですよ。

一方、重量は引力によって地球に引かれる力の大きさです。ですからもし地球上で体重  $60\text{Kg}$  の人が引力の小さい月面に行くと質量は同じ  $60\text{Kg}$  でも重量は  $10\text{Kg}$  に減少します。

区別したい時は重量キログラム ( $\text{Kgf}$ ) と質量キログラム ( $\text{Kg}$ ) という言い分けかたもあります。

「じゃあ次に行くよ。次は積分！」

「ぐえっ。積分で聞いただけで拒否反応が出るっ」

「そんなに難しい物じゃないから安心して」

「では、またまた最初に想像してください。蛇口から水が1分間に3リットルの一定割合で出ています。蛇口の下には空のバケツがあります。さて問題です。5分後には何リットルの水がバケツに溜まるでしょう？」



「ムッ・・・おまえいくらなんでもバカにすんなよ。そんなの15リットルに決まってるだろ」

答えながら思わず妹の首をしめていた。

「ぐるじい・・・せっ正解だよお」

手を離すとちょっと涙目になった妹がいた。

「ゲフゲフっ もーふざけてないってば。これが積分だよ」

「なにっ？ただの掛け算じゃないのか？  $3 \times 5$  で15だろ」

「単位を良く考えてみて。私が最初に言ったのは1分間に3リットルだよ。単位は？」

「リットル/分かな？」

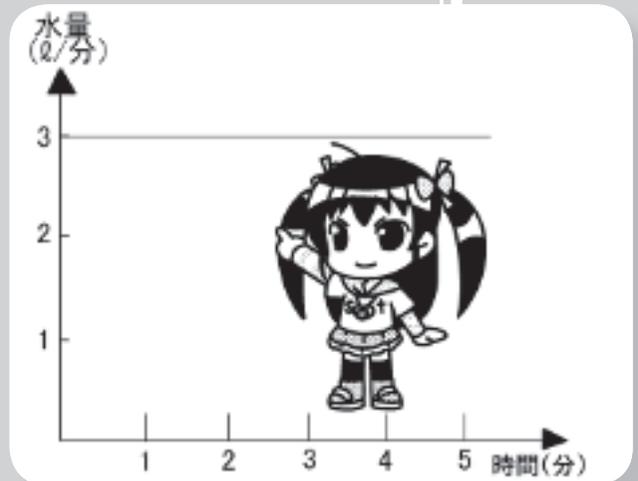
「正解。じゃあお兄ちゃんが答えた単位は？」

# IRS その1

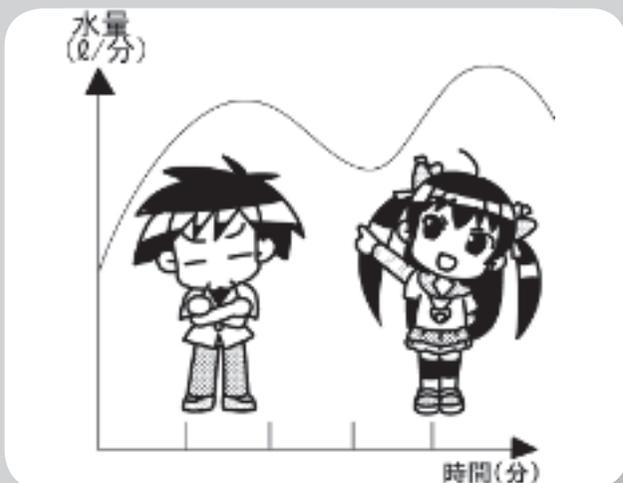
「リットル・・・あれ?変わってる。なんで?」  
「なんでじゃなくて、無意識のうちに時間で積分したんだよ」  
「・・・わけわからん」

「順番に説明するね。まず積分てなにかというと、ある関数を細かくしてそれぞれを合計したものかな。さっきの例なら時間を細かく区切ってそれに水量をかけたのを合計すること。積み立て貯金をイメージするといいかも。」  
「よくわからん」

「じゃあグラフにするね。さっきの水道の話をもとに縦軸に水量、横軸に時間をとってグラフにするとこんなグラフになるよ」



「お兄ちゃんがさっき 15 リットルって出したのはどんな計算?」  
「 $3 \times 5 = 15$ 」  
「じゃあこのグラフから水量を求めるのはどの部分になる?」  
「えーっと縦×横だな。つまり面積か」  
「大正解!それが積分だよ」  
「なんか簡単すぎて納得行かないな。積分なんていらんないじゃないか」

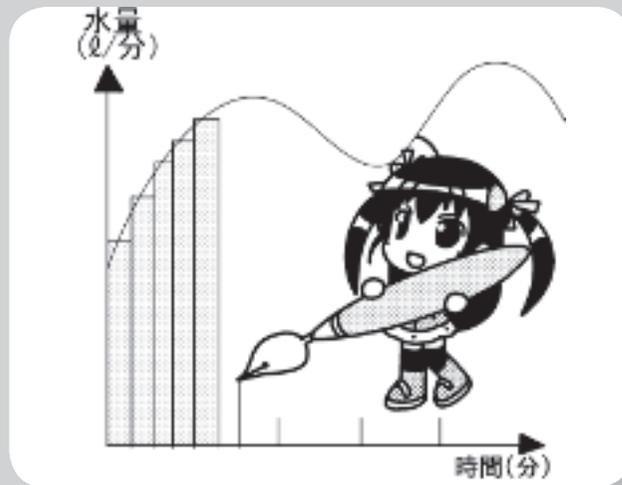


「じゃあ水の出方がこんな風に変わっていたら?」

「どう？さっきみたいに計算できる？」

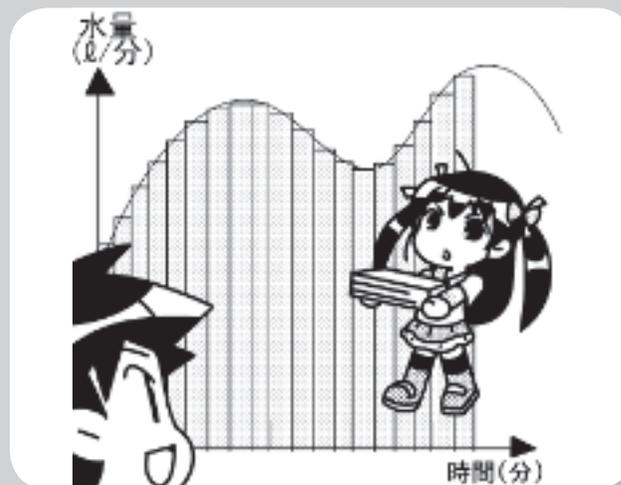
「これは無理だろ。どうやったって計算できるわけが無い」

「エッヘン。それができちゃうのです。まずこうやって時間軸に縦線を細かく引いていきます。それぞれが細長い長方形になりましたね。そしたら各長方形の面積はさっきの縦×横で計算できるでしょ」



「ふむふむ」

「あとはこれを繰り返して最後に全部の面積を合計すれば良いわけ」



「なるほどなあ」わが妹ながら感心する。

「長方形の幅をドンドン小さくしていけば元の曲線グラフの面積と同じになるでしょ。こういうやり方は『取り尽くし法』って言って積分の基礎みたいな考え方なんだって。紀元前のギリシャでも研究されていた位昔からあるやり方なんだよ」

「つまり俺の頭は 2000 年前の人にも負けるって事かよ・・・」

「まあそんなにへこまないで。でもこれが積分の基礎で、要は細かくしたものを積み上げて全体を計算するって感じかな」