論　説

学ぶ意義を実感させる数学の指導に関する研究*

－三角比の指導を通して－

熊　倉　啓　之**

要　　約

最近の生徒の実態として，数学を学ぶ意義を見い出せない生徒が多い，という点があげられる．そこで，数学を学ぶ意義を実感させるような指導のあり方を追究することが研究のねらいである．意義を実感させる指導を行うための留意事項として，学ぶことで世界が広がる内容を明確にすること，身の回りで使われる場面を伝えること等をあげた．さらに，留意事項を踏まえ，数学Ｉの「三角比」の指導を試みた．三角比を導入することにより，どのような直角三角形もある辺の長さや角の大きさがわかれば残りの辺の長さや角の大きさが求まる，という点を強調した。また，身の回りで使われる場面として，「車の回転半径」を取り上げて教材化し，授業を行った．生徒のレポートの結果等から，生徒は意欲･関心を持って取り組み，「三角比」を学ぶ意義を実感できたと評価できた．

キーワード：学ぶ意義，実感，三角比，教材開発，動機付け

1．研究の目的

国際教育到達度評価学会が主体となって1995年に実施した第3回国際数学・理科教育調査が行われ，その追跡調査が，中学2年生のみを対象として，1999年2月に実施された．その結果を，第3回調査と中学2年生で比較すると，「数学が嫌い・大嫌い」が計5ポイント増えて52%となり，また，数学に対して，「勉強することは生活の中で大切と思う」が9ポイント減って62%となった(毎日新聞，1999)．

また，筆者の勤務校において，1998年6月に，高校1年生を対象として数学に対する意識調査を行った．その中で「あなたにとって，数学を学習する意味は何だと思いますか」(複数回答可)に対して，「将来役立ちそうだから」が22%であるのに対して，「授業（受験）があるから」は51%であった（牧下英世他，1998)．

筆者の勤務校は，生徒のほとんどが大学に進学し，生徒の数学の学力は決して低い方ではない．つまり，数学の試験ではそれなりに点数をとれるが，数学を学ぶ積極的な意味を持たずにいる生徒が意外と多いことが推測される．

数学の学力低下が様々な所で叫ばれている（西村和雄他，1999)が，一方で，数学を学ぶ意義や，その意欲が減退している生徒が増加していることも注目すべきことである．「授業（受験）があるから，仕方なく」といった消極的な理由ではなく，より積極的な意義を持たせた指導を実践したい，そのことが学習意欲につながり，さらには学力向上にもつながっていくものと考えられる．では，生徒に「学ぶ意義を実感させる」指導はどのように行えばよいのか．この指導のあり方を追究するのが，本研究のねらいである．

2．意義を実感させる指導を行うための留意事項

学ぶ意義については，どの教科にも共通する一般的な指導も考えられるが，ここでは，中学・高校で学ぶ数学に限定して，学ぶ意義を実感させる指導のあり方について考察する．

生徒にとって，数学を学ぶ意義という場合，「生

* 原稿受付　平成12年1月11日，採用決定　平成12年5月12日
**筑波大学附属駒場中学校・高等学校

活に直接に役立つこと」と短絡しがちである．そして，役立つことと言えば，「買い物のおつりの計算」程度しか考えていない生徒が多い．実際，直接役立つ数学は，身の回りですぐには思いつかない．しかし，直接には役立たなくても，生徒に学ぶ意義を実感させる指導はできると考えられる．これについて筆者は，次のような事項に留意して，指導することが大切であると考える．

(1)　新しい数学の知識・考え方を用いることにより，これまでと比べて何が異なるのか，どのように世界が広がるかを明確にすること (2)　新しい数学の知識・考え方が身の回りで使われる場面を，数多く伝えること (3)　新しい数学の知識・考え方を用いることにより，ものの見方・考え方が変わる，あるいは深まる場面を設定し，提供すること (4)　新しい数学の理論・考え方が「きれい・美しい」，「楽しい・うれしい」と感じる場面を設定し，提供すること

(1)は，当然のことのようであるが，実際には意外と授業で軽視されがちではないだろうか．教科書にも，必ずしも明確に記述されているわけではない．(1)のような指導がなくとも，とりあえずは先へ学習を進めることができるからであり，ドリルの時間により多くの時間を費やしたいと考えるからである．しかし，「世界が広がった」という実感が持てることは，後の学習を進めていく上で非常に大切であると考える．

(2)は，必ずしも「役立つ」ということを意識してはいない．「使われる」ということが実感できればよい．このことは，今は直接役立たないが，将来関連する仕事に従事した場合は「役立つ」ということがわかるだけでも，十分に意義はあると考えられる．身の回りの事象と結びつけた授業実践については，これまでに数多く報告されている(太田伸也，1997 他)．

(3)については，「役立つ・役立たない」に直接関係しない．教養を身に付けることと言い換えてもよいであろう．例えば，水の入った丸いコップを斜めに傾けたときの水面の形はだ円になる．これは，円柱を平面で切った切り口が水面に相当するからである．このことを知らなくても，水の味は変わらないし，何も困ることはない．しかし，知っていることは，無意味ではないはずである．このような場面を提供することは，学ぶ意義を実感させる上で重要であると考える．このことに関連しては，「数学で見る活動」として実践した研究(永田潤一郎，1999) がある．

(4)については，単純に「きれい・美しい」「楽しい・うれしい」と感じることができればよい．例えば，三角形の面積を求める「ヘロンの公式」に対して，導き出した結果に「きれいだ」と感じる生徒がいる．三角比の難しい応用問題がやっとの思いで解けたときに，「うれしい」と感じる生徒は少なくない．「きれい」「楽しい」等と感じたいという欲求は人間の根源的なものであり，そのように感じる事柄を学ぶ意義は，数学に限らずあると考える．これに関連して実践した研究も，数多く報告されている (吉川行雄，1999 他)．

3．意義を実感させる指導の試み

意義を実感させる指導の試みとして，数学Ｉの「三角比」(図形と計量) を取り上げた．この単元を取り上げた理由は，次の通りである．

「三角比」を難しいと感じる生徒は少なくないし，ここで数学につまづく生徒も結構いる．その原因としては，次のようなことが考えられる．

・数学Ｉの他の単元（２次関数，個数の処理，確率)は，中学で簡単な場合を学んでいるが，「三角比」は新しい単元であること

・新しい記号 (sin,cos,tan) が登場すること

・公式がたくさん出てくること　　等

上記の点に対して，様々な指導上の工夫 (高木鋼一，1989 他)が行われているが，全体としては，生徒にとって難しい教材であることに変わりはない．だからこそ，学ぶ意義を実感させ，動機付けする指導がより大切であると考えられる．

実際の指導は，次のように行った．

(1)　対象：高校１年生(４クラス，各クラス 40 or 41 名)

(2)　時期：1999 年度２学期(９月下～12 月上)

(3)　指導の流れ：

①　三角比の定義 (5 h)

② 相互関係 (3h)
③ 鋭角三角形の正弦定理・余弦定理 (5h)
④ 鈍角の三角比 (2h)
⑤ 鈍角三角形の正弦定理・余弦定理 (2h)
⑥ 三角形の面積 (2h)
⑦ 三角比の応用 (5h)

以下では，特に2であげた留意事項(1)，(2)を中心に，指導の実際を報告する．

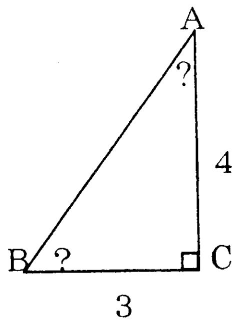
4．広がる世界を実感させる「三角比」の指導

(1) 三角比の定義に関連して

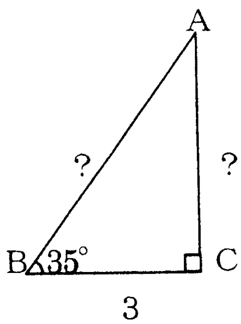
「三角比」を学ぶと世界がどのように広がるのだろうかーこの問いに対して，生徒には「三角形についてすべてがわかる」ことを強調して指導した．中学3年で「三平方の定理」を学ぶが，この定理により，

「どのような直角三角形も，2辺の長さがわかれば，他の1辺の長さがわかる」

ことになる．しかしこのとき，直角以外の2つの角の大きさまでは，必ずしもわからない．



図－1



図－2

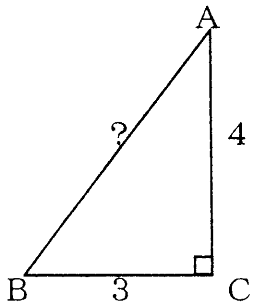
ところが「三角比」を学習すると，例えば図－1のような三角形で，∠Aや∠Bの大きさを求めることができる．また，図－2のように，1つの角と1辺の長さがわかっている直角三角形で，残りの2辺の長さを求めることもできる．すなわち，どのような直角三角形でも，

☆「ある辺の長さや角の大きさがわかっているときに，残りの辺の長さや角の大きさがわかる」

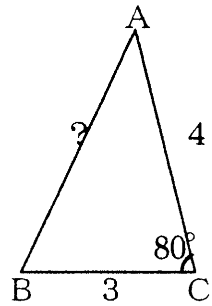
ということである．この点について，明確に記述してある教科書はほとんどない．また，角の大きさが，30°, 45°, 60°の特別な場合について教科書で多く扱われているが，この場合は「三平方の定理」で求まるので，三角比を導入した意義が必ずしも生きていない．したがって，授業では，30°，45°，60°以外の角についてできるだけ多く扱い，三角比を導入した結果として，性質☆を強調して指導した．

(2) 正弦定理・余弦定理に関連して

性質☆は，「直角三角形」にとどまらない．「直角三角形」を「一般の三角形」に拡張したものが，正弦定理・余弦定理である．例えば，図－3，図－4で，ACの長さを求めるのに，∠C＝90°の場合は三平方の定理を用いるが，∠C≠90°の場合は余弦定理を用いる．一般に，余弦定理は，2辺と間の角がわかっているときに他の1辺を求めたり，3辺がわかっているときに3つの角を求めたりする場合に用いられる．

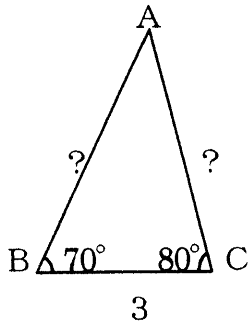


図－3



図－4

一方，正弦定理は，例えば図－5のように，1辺とその両端の角がわかっているときに他の2辺を求める場合に用いられる．



図－5

三角比の導入では鋭角の場合しか学習していないので，まずは，鋭角三角形を対象として正弦定理・余弦定理を扱い，性質☆を鋭角三角形へ拡張した．

(3) 鈍角の三角比に関連して

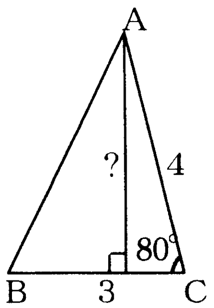
鋭角三角形に拡張されると，次は「鈍角三角形の場合も，同じことが成り立つか」という疑問が

生徒から自然に出てくる．そこで,「鈍角の三角比」を考える必然性がでてくるわけである．指導計画で,多くの教科書の流れと異なり,「鈍角の三角比」の学習が「鋭角三角形の正弦定理・余弦定理」の後になっているのは，そのためである．

鈍角三角形の正弦定理・余弦定理を学ぶことにより，性質☆が一般の三角形に拡張され，どのような三角形についても，ある辺の長さや角の大きさがわかれば残りの辺の長さや角の大きさを求めることができる．この点について，教科書では，正弦定理･余弦定理の応用として，後半の方で「三角形を解く」という形で扱っているものが多い．しかし，むしろ正弦定理・余弦定理を学習する段階で強調した方がよいと考え，そのように指導した．

(4)　三角形の面積・応用に関連して

三角比を用いると，辺や角以外にも，図－6のように，ある辺を底辺としたときの高さを求めることができる．



図－6

このことから，どのような三角形も面積を求められることがわかる．この点についても強調して指導した．

さらには，三角形について辺・角・面積等のすべての量が求まるので，他の図形の問題も三角形に分割して考えることにより解決できる．こうして，「三角比」を学ぶことにより，今までは解決できなかった図形の問題が解決できるようになったわけである．図形の問題解決に際して，「三角比」を学ぶ意義があることを,最後に生徒に強調した．

5．身の回りに使われる「三角比」の指導

身の回りで三角比がよく使われる場面として「測量」がある．実際に授業でも，演習問題の中で数多く扱った．また，教室を出て実際に測量を行うような実践も考えられるであろう．

ここでは「測量」以外の場面として，「車の回転半径」(西山豊，1986他)を取り上げて教材化した．

実際の指導は，次の4つの課題を順に提示した．

> 課題1：三輪車で，前輪をα曲げたまま動かすと1周するか？その場合，回転の中心はどこか？また，回転半径はどのように求まるか？
> 課題2：四輪車の場合に同じことを考えてみよう．
> 課題3：実際の乗用車の場合に，タイヤの切れ角を求めてみよう．
> 課題4：四輪車で,せまい駐車場に入れるのに，前からと後ろからでは，どちらの方が入れやすいか？数学的に説明してみよう．

上の課題のうち，1の解決と2の提示までを1限目に，2の解決と3の解決を2限目に行い，課題4についてはレポート課題とした．

以下，実際の授業の様子を記述する．

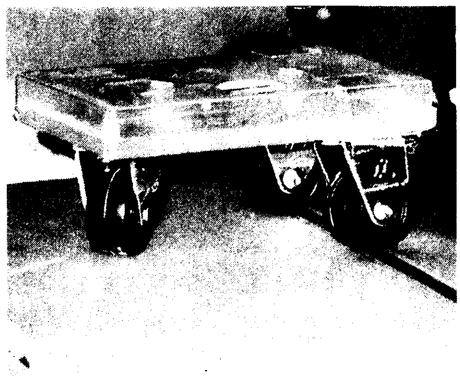
(1)　課題1について

まず，1周して元の位置に戻るかどうかを予測させたところ，半数近くの生徒が戻らないと予測した．そこで,実際に三輪車を使って実演したり，ティッシュボックスの空箱で作成した簡単な模型を使って黒板上で実演した．そして，タイヤが滑らずなめらかに転がれば，もとの位置に戻ることを確認した．

そこで，次の問いを発した．

「では，回転の中心はどこか？（前半）
回転半径はどのように求まるのか？（後半）」

前半部分の問いは，中学生でも解決できる問題である．ところが，生徒にとって意外にもこの解

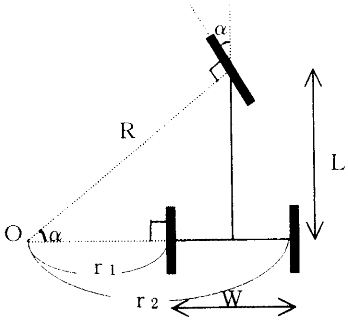


図－7

決は難しかったようだ．そこで，別のクラスでは，簡単な模型（図－７）を使って手元で考えさせることにした．

その結果，自力で解決する生徒を増やすことができた．

回転の中心は，図－８のように，３つのタイヤの垂直２等分線の交点である．



図－８

このことは，３つのタイヤが同心円の周上を動くことと，各タイヤの向きがそれらの円の接線方向であることから説明できる．

理由も含めて前半部分を確認した上で，後半部分について考えさせた．単に半径という言い方があいまいであることを指摘させた上で，３つのタイヤそれぞれの半径を求めさせた．これらの結果は，次の通りである．

三輪車の長さをL，横幅（後輪の幅）をW，前輪の回転半径をR，内側・外側の後輪の回転半径をr_1，r_2とすると，

$$R=\frac{L}{\sin\alpha},\quad r_1=\frac{L}{\tan\alpha}-\frac{W}{2},\quad r_2=\frac{L}{\tan\alpha}+\frac{W}{2}$$

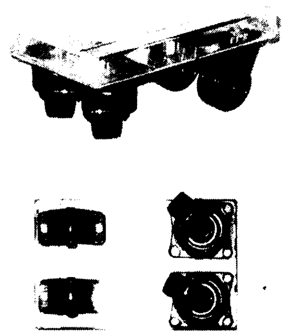
後半部分については，これまでの授業において，直角三角形の上で扱ってきた内容なので，生徒は比較的容易に解決した．

なお，後半の半径を求めさせる部分は，αを30°や45°，60°とすれば，中学でも扱うことができる．

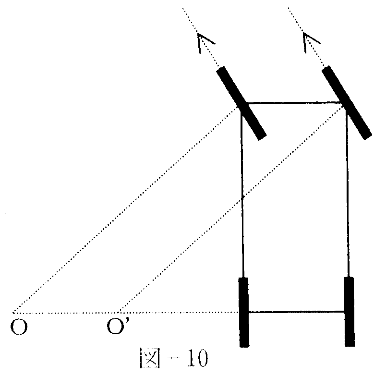
(2)　課題２について

次に，課題１と同じことを，四輪車に置き換えて考察させた．ここでも，図－９のような簡単な模型を手元におきながら考えさせた．

この段階では，多くの生徒が，図－10のように，前輪は平行に曲がると考えている．そして，回転の中心が２つあると考えたり，これではおかしいと悩んでいる．実は，筆者自身もこの教材を検討



図－９



図－10

するまで平行だと勘違いしていた．

これは，この種の問題をこれまで考えたことがなかったこと，また，おもちゃの四輪車等は，ほとんどが平行に曲がるように作られていること等が原因として考えられる．

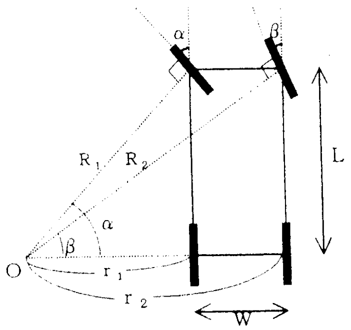
しばらく時間が経って，数人の生徒が，平行になることを疑い始め，あるいは平行でないことに気づき始めた．ここで，１限目が終了したので，各自考えておくように指示した．

続く２限目に，平行でないという数人の声を取り上げ，模型で確認させた．回転半径が小さいほど角の違いが大きくなることから，できるだけ小さく回転させるように指示した．

その結果，図－11のように，三輪車の場合と同様で，４つのタイヤの垂直２等分線の交点が回転の中心であることが確認できた．この段階で，多くの生徒が，「実際の乗用車が曲がるときも，前輪は平行でないのか？」という疑問を抱いていたが，ここでは先に進み，回転半径を求めさせた．

４つのタイヤの回転半径は次の通りである．

内側前輪，外側前輪の切れ角をα，βとし，車の長さ（前後輪の幅）をL，横幅（内外輪の幅）をW，内側・外側の前輪回転半径をR_1，R_2，内側・



図－11

外側の後輪回転半径をr_1，r_2とすると，

$$R_1=\frac{L}{\sin\alpha},\quad R_2=\frac{L}{\sin\beta}$$

$$r_1=\frac{L}{\tan\alpha},$$

$$r_2=\frac{L}{\tan\beta}=\frac{L}{\tan\alpha}+W$$

ここで，r_2は２通りの表し方がでてくる．この式が，実はαとβの関係を表しており，次の課題３を解決するに際し重要な式となる．

(3)　課題３について

課題２を解決した段階で，実際の乗用車の話をした．乗用車が曲がるときに，前輪は平行でないこと，前輪を曲げたまま駐車している車を観察することで確認できること等を説明した．

次に，課題２で求めた結果を使って，具体的な数値で考えさせた．数値は，筆者の乗っている車のものであり，次のような発問をした．

「私（筆者）の乗っている車では，

L（ホイールベース）＝2.715 m,

W（ト　レ　ッ　ド）＝1.460 m,

R_2（最小回転半径）＝5.4 m

である．ハンドルをいっぱいに切ったとき，α，βを求めてみよう．」

この際，最小回転半径についても説明し，図－9のR_2に等しいことも補足する．なお，実際には，前輪と後輪でWの値が異なっているが，前輪の方の値とした．

さて，実際に計算してみると，次のようになる．

$$\sin\beta=\frac{L}{R_2}=\frac{2.7145}{5.4}=0.5027\cdots$$

よって，$\beta\fallingdotseq 30^\circ$

また，$\tan\alpha=\dfrac{L\tan\beta}{L-W\tan\beta}$

$$=\frac{2.715\times\tan 30^\circ}{2.715-1.460\times\tan 30^\circ}$$

$$=0.8373\cdots$$

よって，$\alpha\fallingdotseq 40^\circ$

計算は電卓を使用させた．

生徒も筆者も，数値が意外ときれいな値で出てきたので感動した．

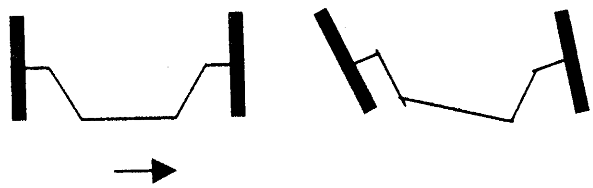
さらに課題解決後に，実際の乗用車に関する次のような点についての資料を生徒に配布して，説明を加えた．

・前輪を平行に曲げないシステム（アッカーマン機構）について（図－12 参照）

・内輪差と巻込み事故について

・後輪も曲がる（４輪操舵）車について

・内輪と外輪で回転速度が異なるシステム（デファレンシャル）について



図－12

上記の部分は，数学とは異なる内容である．これらの内容について，大いに興味を示した生徒と，全く興味を示さなかった生徒がいたことは，興味深い事実である．

(4)　課題４について

駐車場に入れる課題については，レポート課題とした．全員必修の課題とせず，解決できた場合に提出させ，評価に加味するという形式で行った．実際には多くの生徒からレポートが提出され，中には紙の模型まで作って説明している力作もあった．また，数学は大変苦手であるが車が趣味であるという生徒からも，立派なレポートが提出された．以下に，レポートに書かれた生徒の感想の中から１つを紹介する．

（M君のレポートより）

車を駐車場に入れるときのやり方を考えたとき，どちらの向きから入れた方がよいかということを数学的に考えるということは，意外とおもしろかったと思います．また，後からしまった方が数学的に見てこれほど簡単だとは思いませんでした．

このように，生徒たちが，いつにも増して興味・関心を持って，取り組んだ様子が伺える．

また，別の生徒のレポートを，資料－1に掲載する．この内容を見ると，中学でも解決できる課題であることがわかる．

(5)　模型について

図－9の模型について補足する．実際に筆者は，数多くのおもちゃ売り場を回り適当な模型を探した．しかし，車のおもちゃ，あるいは模型は，どれも前輪が曲がらないか，あるいは曲がっても，平行にしか曲がらないものばかりであった．そこで，既製品のものをあきらめ，自分で制作することにした．安価で簡単にできる方法はないかと考え，タイヤの代わりにキャスターを使った．前輪には自由に回転するキャスターを，後輪には回転しないキャスターを使用した．実際の車と構造は異なるが，原理を理解するには，これで十分であったと考える．ただし，キャスターは，机上を転がす場合にできるだけ滑らないように，ゴム製のものがよい．なお，車体は，不用になったカセットケースを使用した．

6．お　わ　り　に

夏休み中の課題として，「三角比」を指導した同じ高校1年生に，数学に関する本の感想文を書かせた．ある生徒の感想文の中に興味深い部分があったので，以下に引用する．

〈S君の読書感想文より〉

（前略）人間はいつか必ず困難にぶつかるときが来る．そんな時，数学を学んでおけばもしかしたら解決の糸口が見つかるかもしれない．それはいつ何時起こるかわからないから，つねにいろんなことを学び考えることが大切だ，と．われわれ生徒の中にはこんなことを言う奴もいる．

「オレ文系だから，物理は捨てたし，こんな問題社会に出たらやんないよ～」

当然じゃないか．社会に出たらやらないような問題をやるのが本来の目的ではない．もちろん受験のためでもない．自分がやったという経験，問題を解くその過程が大事なのだ．人生には数学も必要だ．いや数学だけではない．ほかの教科も学ぶ最大の目的はその考え方を学ぶことだ．それが人間の考え方，人格，ひいてはポリシーなんかも作るんではないのか．難しい大学の入試問題が解けなくてもいいと思う．もちろん解けたほうがいいかも知れないが，もし解けなくても，物事を論理的にさまざまな角度から検証していくという数学の姿勢さえ学べたらいいのではないか．逆に，ピタゴラスの定理とか解の公式とか，丸暗記したって，その公式が成り立つ過程や考え方，また考えたという姿勢がなければすべて無意味だ．（後略）

S君は，数学に限らず物事を学ぶ意義を1冊の本を読んだことを通して感じている．このような構えがあれば，今後学習を進めていく上で少々の困難があっても乗り越えていくことができるであろう．しかし，すべての生徒がこのように考えているわけではない．それは，前述したように，調査結果から明らかである．

S君のように自分で学ぶ意義を実感できる生徒はよいが，できない生徒も多数いる．このような生徒に対して積極的に「学ぶ意義」を実感させるような指導を行っていくことは，今後益々重要になると考えられる．そのためにも，学ぶ意義を実感させる指導について，研究をさらに深め実践を積んでいきたいと考える．

今後の課題としては，以下のことがあげられる．

(1)　「三角比」の指導について

「三角比」を学んで世界が広がったこと，つまり，三角形について辺・角・面積等の量がすべて求まるようになったことについて，授業の随所で強調してきた．一方「車の回転半径」の教材についても，レポートから読み取れるように，生徒は興味・関心を持って取り組んだ．また，結果として，車が回転する様子について，見方が深まったと考えられる．

以上から，生徒は「三角比」を学ぶ意義を実感できたと評価できる．

今後の課題は，今回取り上げた「車の回転半径」以外にも，身の回りで三角比が使われる教材を開

発し，実践することである．

(2) 学ぶ意義を実感させる指導について

学ぶ意義を実感させる数学の指導についての今後の課題としては，次の点があげられる．

① 数学の各分野について，学習することによりどのように世界が広がるかについて，確かな教材観を確立すること

② 中学・高校で学習する数学について，身の回りで使われる教材，ものの見方・考え方が変わったり深まったりするような教材，「きれい・美しい」「楽しい・うれしい」と感じられるような教材を，数多く開発すること

なお，今回報告した「車の回転半径」の1限目の授業は，第26回筑波大学附属駒場中・高等学校教育研究会における公開授業で発表したものである。教材化に際しては，勤務校の数学科の先生方から，また発表当日は，助言者である筑波大学・渡辺公夫先生（筑波大学）をはじめとして参加した多くの先生方から，また論文の作成に際しては，静岡大学・国宗進先生から，それぞれ貴重な助言をいただいた．深く感謝申し上げます．

引用・参考文献

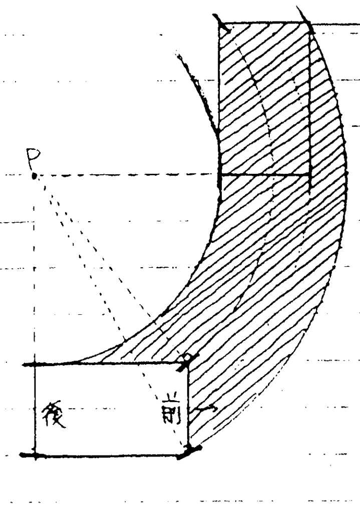
1) 出射忠明．自動車メカニズム図鑑．グランプリ出版．1994
2) 井寺聡他．「円の学習において発見学習を取り入れた指導に関する研究」．日本数学教育学会誌．第78巻第11号．1996.pp.2～8．
3) 毎日新聞1999.12.7朝刊記事．毎日新聞社．1999.
4) 牧下英世他．「中・高6年における数学的能力の発達・変容の分析」．筑波大学附属駒場中学校高等学校研究報告第38集．1998.pp.51～95
5) 森裕一．話題限数学下巻．東京法令出版．1988
6) 永田潤一郎．「数学でみる活動を重視した授業の構成(1)」．日本数学教育学会誌．第81巻第5号．1999.pp.2～12.
7) 西村和雄他．分数ができない大学生．東洋経済新報社．1999
8) 西山豊．卵はなぜ卵形か．日本評論社．1986
9) 大澤弘典．「数学的モデリングにグラフ電卓の利用を図った教材例」．日本数学教育学会誌．第80巻第9号．1998.pp.10～18.
10) 太田伸也．「生徒に幾何の世界を構成させる図形指導(2)」．日本数学教育学会誌．第79巻第5号．1997.pp.24～32.
11) 坂雄二．「三角形と図形の計量」．教育科学・数学教育(明治図書)．'94・8月号．1994.pp.67～74.
12) 高木鋼一．「パソコンを利用した正弦定理・余弦定理の指導」．日本数学教育学会誌．第71巻第1号．1989.pp.35～39.
13) 吉川行雄．「合同な三角形による平面の敷き詰め方の多様性」．日本数学教育学会誌．第81巻第5号．1999.pp.25～33.

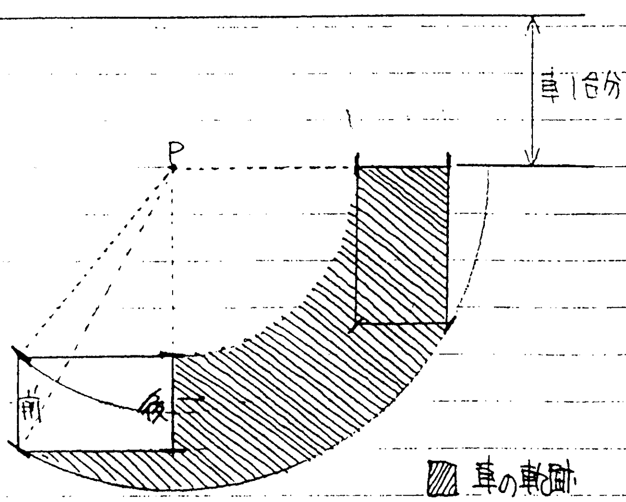
「車を駐車場に入れる時」レポート

1-4　O君

まず、注意しなければならないのは、車は前輪で方向をつけ、後輪は動かない、ということである。それに注意しつつ作図してみると、

図1　前から入れる時。　　図2　後から入れる時





車の軌跡
P：回転の中心

もしも、1台分の余裕しかない駐車場の場合はどうなるのだろうか。

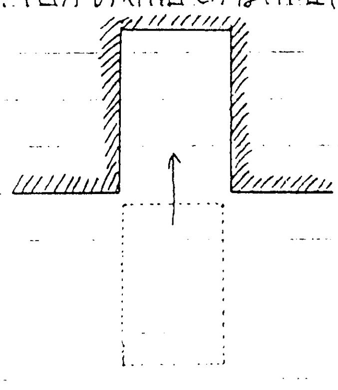


図1.2のように、車を90°方向転換した後の車の位置が、左図の点線部の位置にくればよい。もしも、直接入れようとすると、上図の車の軌跡より、まわりの車にあたってしまう。

以上のことを頭に入れ、最終的な考察をしてみよう。
図1、2よりより、道に平行な車を90°回転させ、駐車スペースの平行にするのに、前から入れると、後から入れるのより、車1台分の道幅の長さが必要となる。

以上より　"後ろから入れた方が効率がよい"
ということが実証された。（Q.E.D.）

資料－1