イプシロン　2009. Vol. 51, 5 -16

普通教室での１時間の授業でグループ１台のＧＣを使う授業の設計と実践

― 附属名古屋中学校での伊藤実践：「共同井戸を掘るべき場所を探せ」―

愛知教育大学　飯　島　康　之

０．はじめに

1990年代，ＧＣの実践はコンピュータ室で２時間構成の授業が多かった。スタンドアロンのパソコンなので，図形は生徒自身が作図するか事前にフロッピィに入れておいたものを使うことになる。私たちが行った実践の多くは後者だった(飯島[1995,1997])。2000年あたりを境として，教室に１台のパソコンとプロジェクタを持ち込んで，１時間構成の授業実践が多くなった。文部科学省の教育の情報化路線への対応と，授業時間の制約への対応という側面が大きかった(飯島[2001])。

これらの実践の蓄積は，プレゼン的な授業のノウハウを生んでくれたが，一人ひとりの探究そのものは，基本的に紙と鉛筆に限定された。一人一台あるいはグループ一台によってＧＣを使って調べる活動を行う可能性を模索したいと思っていた。

一人一台の可能性を模索するために試験的に行ってみたのは，nintendo ＤＳの利用可能性である。後藤実践(飯島[2008])に見られるように，一人一台の学びを実現する可能性を確認することはできたのだが，ＤＳではJavaやFlash等が使えないため，ＤＳを使ってＧＣなどの作図ツールを使った実践は，現時点においても不可能である。

このような状況に対して一石を投じたのは，ネットブックの登場である。2008年あたりから登場したネットブックとは，通常のパソコンほどの性能はないものの，webブラウジング等には十分な性能(速さ，バッテリ時間，無線LAN対応など)を持つ。ディスプレィは10インチ程度と通常のパソコンよりも小さいのだが，逆に普通教室での利用を考えると，グラフ電卓より一回り大きいだけというサイズは，通常のノートパソコンよりも使いやすい。しかも，価格は4万円程度と，ＤＳ２台分程度の価格に収まっている。これらを普通教室に持ち込むことで，生徒自身がＧＣを使って調べる活動を行えるのではないかと考えた。

例年行っているＧＣ活用研究会での授業実践として，そのような位置づけの授業を試みることはどうだろうかと提案したところ，授業者である伊藤英紀先生に快諾をいただき，下記の実験的な実践を試みることができた。本稿では，その伊藤実践に際して，どのように授業設計を進めていったかを素描するとともに，実践の様子を踏まえて，このような実践の可能性と今後の課題についてまとめることとする。

1．コンセプトの明確化と機器の準備

1.1 実践のコンセプト

普通教室で１時間構成の授業においてＧＣを探究的に利用することを前提とした。そのため，次のようなことが必要となった。

(a) 生徒がＧＣを使って調べる時間はせいぜい５～１０分である。

(b) 生徒が使うファイルは，事前に作っておき，授業の進行状況に合わせて無線LAN経由で提供する。「次」のファイルを勝手に開いたりすることができないように，どのファイルを使うことができるかは，教師側が制御する。より具体的にいえば，生徒はあるwebページにアクセスすることしかしない。そのページにアクセスしたときに，どのデータを表示するかは，教師側が制御する。

(c) 授業時間内に無関係なページにアクセスしないように，閉じたLAN環境の中で行う。

1.2 利用システム

上記を実現するために，いくつかの機器を試し，次のシステムを揃えた(金額にして約45万)。

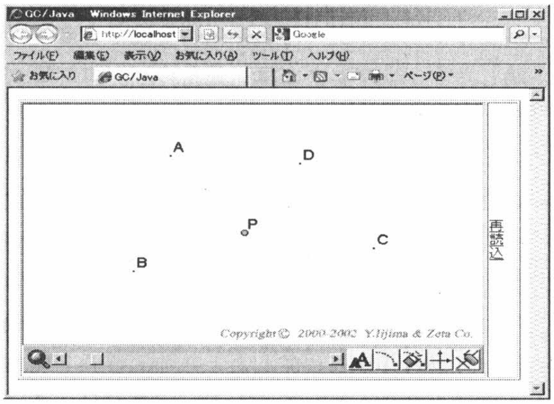
(a) 教師用パソコン（サーバとしても使う。）Lenovo IdeaPad S10e 1台。

(b) 生徒用パソコン　Lenovo IdeaPad S10e 10台。

(c) 無線LANルータ　 Buffalo WHR-AMPG 1台。

サーバでは，apache の他に php を稼働し，サーバサイドのプログラムを作成した。教師用のページとして，次のようなページがある。表示すべきページを教師が選択すると，表示されるGCデータが切り替わる。

図－１　表示すべきファイルの選択
（教師が選択する）



図－２　表示される図の例
（生徒が見る画面）

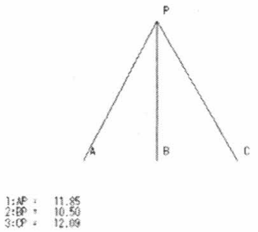
２．授業設計の概略

2.1 出発点としてのビーチフラッグと外心

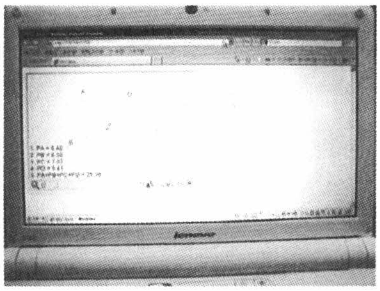
当初，伊藤氏から提案された教材は，ビーチフラッグであった。2人の場合に旗をどこに立てたらいいか，3人になったら旗をどこに立てたらいいかという問題状況に対して，垂直二等分線上，外心という解決を得るために，調べる道具としてGCを使うというものであった。

ビーチフラッグの場合，鋭角三角形状になっていると，旗の部分で激突してしまうことになって危険である。また，図－３のように，３人が並んでいてスタートすると，実は平等な旗の位置は見つからない。そのため，鈍角三角形状の場面が必要になる。これは調べるべき図としては，かなり窮屈になる。図－４のようにネットブックの画面は横長(縦が短い)ので，あまり適していない。

（また，授業設計時には，授業プランの妥当性を一次的に重視し，機器等の使い方は二次的と割り切っていたため，機器利用に合わないから課題を変更したのではないけれども，）この課題を扱う上では，教室に１台のPC＋プロジェクタを使うのでほぼ十分であって，必ずしも生徒自身がＧＣを使う必要がある教材とは言えなかった。



図－３　ビーチフラッグの図



図－４　ネットブックでの画面の様子

2.2 「４点から等距離になる点はない」ことを実感する手段としてのGC

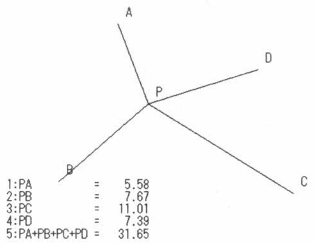
伊藤氏から，「４人にしてみるとどうだろう」という提案があった。ビーチフラッグの問題状況に照らし合わせると，４人の位置があって，旗の位置を決めるというのはあまり現実的ではない。旗を立てることと，４人のスタート位置を決めることでは，４人の位置を変える方が簡便だからである。また，４人の位置から考えると，一般には適切な位置は「ない」。これを実感するためには，それぞれの垂直二等分線が一点で交わらないことを確認したり，どのような場所を候補としても距離が等しくならないことをＧＣを使って確認することが考えられる。「どのような場所を候補としてもうまくいかない」という現象は，プロジェクタで誰かが操作するのを観察するよりも，各自が実際に操作して「うまくいかない」ことを実感する方がよいだろう。グループごとの作業に向いている活動ではないかと感じた。

しかし，問題も残る。「４人の位置から考えたときに適切な位置がない」ということがわかったところで問題は何も解消しない。再度検討することになった。

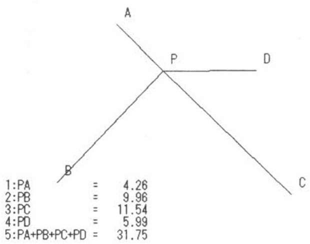
2.3 4つの線分の和が最小となる位置

いろいろと考える中で一つの解決策が見つかった。それは，「４つの定点A,B,C,D と１つの動点P があるとき，PA + PB + PC + PD という４線分の和が最小になる位置を求めよ。」という問題である。当初，そのような場所を見つけることは簡単ではないと思ったのだが，ＧＣを使って測定をしながら調べてみると，要するに，ACとBDというあっけない答えに到達することができる。しかも，考えてみれば，PA + PB + PC + PD という4つの和を PA + PC ，PB + PD という2つの構成要素に分けて考えてみると，それぞれ線分AC上，BD上ならば最短になるため，AC,BDの交点をPとすることによって，それぞれが最短，つまり４つの線分の和が最短になることが分かる。この課題ならば，中１の生徒にも証明を考えることができるのではないかということが分かった。

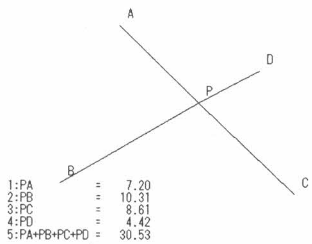
しかも，最初から対角線の交点が最短の場所になると予想する生徒はそれほど多くないだろう。となると，自分たちが経験したように，４つの線分の和を観察しながらＰの位置を探りながら「なんだ，そうか」とニンマリする瞬間をそれぞれの生徒が実感できるようにしたい。それはプロジェクタを観察しながら気づくのではなく，それぞれのグループの中で体験してほしいことだろう。



図－５　一般の場合



図－６　ＰＡ＋ＰＣが最小



図－７　４線分の和が最小

2.4 問題状況作りと問題の定式化 / 再定式化

ところで，問題を最初から「４つの定点A,B,C,D と１つの動点P があるとき，PA + PB + PC + PD という４線分の和が最小になる位置を求めよ。」として提示するなら，答えの位置は対角線の交点という予想は出てもおかしくないし，見つかったとしてもあまり感動はないかもしれない。グループの中で最初は「どうもうまくいかない」というイライラ感を実感し，最後に「そうか。ここなんだ」というスッキリ感を実感する。そういう体験を実感するために，グループでの利用を位置づけることは意味があるのではないだろうか。

しかしここにも問題はある。この二つの問題は「違う問題」である。この二つの問題に必然的な関連性を持たせない限り，１時間の中での問題解決として位置づけることはできない。そこで，次のような問題状況と，それに対する問題の定式化，暫定的な解決，そして問題の再定式化と解決と位置づけることを考えた。

問題状況：Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄという４軒の家がある。共同井戸を掘ってそれぞれの家に水道を引くことにした。共同井戸はどこに掘ったらいいだろうか。

問題１：４点Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄから距離の等しい点の位置を求めよ。

解決１：そのような位置は存在しない。

問題２：４点Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄに対して，ＰＡ＋ＰＢ＋ＰＣ＋ＰＤが最小になるような点Ｐの位置を求めよ。

解決２：線分ＡＣ，ＢＤの交点をＰとすればよい。

2.5 問題状況や定式化 / 再定式化の妥当性の検討

この流れの妥当性に関しては，いろいろな検討を行うとともに，模擬授業を行った。学部生，院生，また岡崎市で開催した「学校数学」の会でも，小中学校の先生方を対象に行ってみた。その結果，次のようなことが分かった。

(1) 共同井戸という問題設定に対してすぐに返ってくる素朴な答えは「真ん中」である。「真ん中ってどういうこと」という問いに対して，大まかな位置を書き込んでもらう方法もあるし，その点が満たす条件を尋ねる方法もある。条件としては，「４つの点からの距離が等しい」が挙がることが多い。位置の候補として，対角線の交点が候補になることもあるが，この条件と照らし合わせてみると条件を満たしていないので，候補からはずすことができる。あるいは，この時点で線分の和についてまで言及することは大学生や教員であってもほとんどない。中学生から指摘される可能性はかなり低いだろう。

(2) 大学生や教員の場合，４つの点から距離が等しい点の位置はないことに気づくと，「3点が決まれば外心が決まる」ことなどを想起すると，「そりゃそうだ」と納得される方が多かった。しかし，最初から「そんな点はないはずだ」と実験の必要性を否定するまでに至ることは少ない，「試しに調べてみる」「どうもありそうもない」を実感することはできた。「いろいろ探してみても，どうも見つかりそうもない」を実感することは，中学生にとっては意味がありそうだ。

(3) 4つの点からの距離が等しい場所が見つからないことがわかると，「どうするの?」という雰囲気になる。大学生や教員が対象の場合，「４つの距離が等しい場所がないとしたら，どういう条件を満たす点を探したらいいのでしょう。」「最初の問題を考えてみると，距離が等しいことは必要なのでしょうか。」というような発言をすることで，先に進むこともあった。「井戸に水を汲みにいくわけじゃないんだよね。そこから水道を引くんだから。」というような指摘で先に進むこともあった。「何が小さくなればいいんだろう」という問いかけで，水道管の長さ，つまり線分の長さの和を最小にすることの妥当性を共有することができた。

(4) 学校数学に参加された先生方からの声としては，問題を変更する部分に違和感を感じるので，そこをすんなり流していく工夫が必要という指摘もあった。また，そもそも井戸ってどこに掘ってもいいはずはなく，井戸を掘るべき場所を見つけることが，一般には重要ではないかということも指摘された。さらに考えてみると，この解決は共同井戸Ｐからそれぞれの家に別々の水道管を引くことを前提としている。たとえば次の図のように本管と支管を引くならば和はもっと短

くなることも確認できた。つまり，この問題２も暫定的な解決であって，さらによりよい問題の定式化と解決の可能性があり，数学的モデル化過程の一つのプロセスに過ぎないのである。

これらの結果を踏まえて，授業の流れの骨格をほぼ確定し，細部を検討する段階に進んだ。

３．ＧＣで探究する図などの検討

3.1 問題提示

まずは，4点のみの図を黒板にプロジェクタに提示し，問題状況を理解する。Ｐの位置の予想を書き込むことを想定すると，４点＋Ｐ，４点＋Ｐ＋４線分の図を用意しておき，必要に応じて差し替えたり，図に線分などを追加することが考えられる。伊藤実践では基本的にその場で線分などを追加することは行わず，差し替えることにした。（図－２）

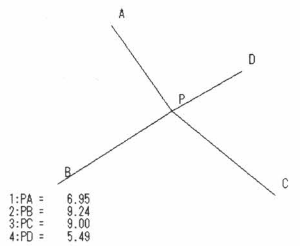
3.2 ４線分の長さが等しくならないことを実感するための図

「４つの線分の長さが等しくなる場所を探す」ことに課題を集約できたら，グループごとにＧＣで調べることになる。候補としては次のような図が考えられる。

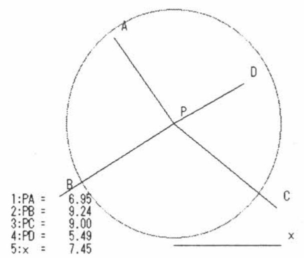
(1)　４点＋Ｐ＋線分＋４線分の長さの測定

(2)　４点＋Ｐ＋線分＋円(中心Ｐと半径を変える)

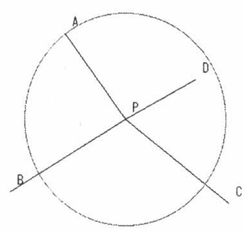
(3)　４点＋Ｐ＋線分＋(Aを通る)円(中心Ｐのみを変える)



図－８　長さの測定



図－９　中心と半径を変える



図－10 いつもＡを通る円

(1)は図の意味は分かりやすいが数値にばかり気を取られる懸念がある。(2)と(3)は線分が等しいことを円が4点を通るかどうかで調べることができることを理解すれば，数値を見なくても視覚的に把握することができる。(3)は中心Ｐの位置だけを変えればいいのだが，「いつもＡを通る」条件下で調べるように工夫をする部分が納得できないと図が分かりにくい。(2)は中心と半径の２つを変える必要があるが，コンパスで作業をするとしたら，中心（針をさす位置）と半径（開き具合）を変えることが必要になるので，そのアナロジーを理解できれば分かりやすい。

今回は(2)を使うこととした。

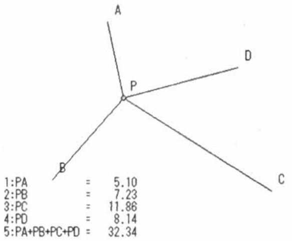
3.3 ４線分の長さの和について調べるための図

ここでは図－11のように，４線分とその和を表示する図を使うことにした。和について暗算で調べることも考えられるが４つの和になることと，ここでは数値を小さくすることを意図して点

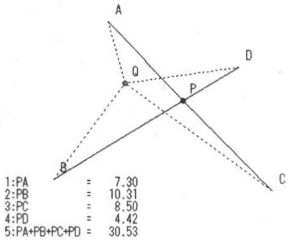
Ｐを動かせば折れ線が線分に近づいていく様子に気づくことが重要なので，暗算という余計な負荷をかけないことにした。

3.4 証明のための図

図を動かして最小値ができると，図－７になる。そして，「ＡＣ，ＢＤの交点をＰとすると和が最小になるのはなぜか」を考えることになる。学生などとの模擬授業においても，この図を使って「なぜこのときが最小なのか」を考えるのは決して簡単ではなかった。「違うところに点をとる場合と比較して，こちらの方がいつも短くなるのはなぜか」という定式化が必要であり，最初からそのような形で提示する方が中学生には適していると考えた。そのため，証明のときには意図的に図－12のような比較すべき点をフリーハンドで書き込むことにした。



図－11 和を計算する図



図－12 最小性を証明するための図

４．伊藤実践の概略

4.1 伊藤実践とＧＣ活用研究会

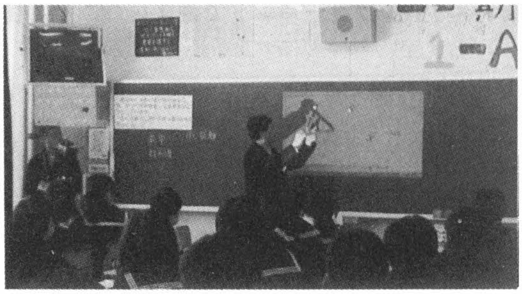
伊藤先生による実践は，2/5に実施したGC活用研究会で２クラス，その前日の2/4に実施した１クラスの合計３クラスで行われた。特に2/5は，最初に行った授業に関して，どう改善すべきかという観点からの協議会を行い，その意見を踏まえてもう一度別のクラスで実践を行った。以下では最後の実践を中心に記述することにしたい。

4.2 問題の提示

黒板に４軒の家を提示しながら，「共同の井戸を掘って水道を引こうとしています。どんな場所に井戸を掘ったらいいでしょうか」という発問に対して，「真ん中」という反応が返っている。クラスによっては，「自分の家の近く」などという反応もあったりするが，「それじゃ平等じゃないだろう」という雰囲気作りになっている。「対角線」という声もあったりするが，「真ん中ってどういう真ん中ですか？」の問いに対して「すべての距離が等しい」等の数学的な表現をすることにより，まず探すべき場所は，４つの点（家）から等しい距離にある場所という共通認識が作られた。対角線の交点などの指摘がこの段階であったとしても，発言した生徒がその理由の詳しい説明をしない限りは，クラス全体としてまず調べたい点は何かに焦点を当てていけば，ほぼ間違いなく「４点からの距離が等しい点」が焦点化されることが，実感できた。

4.3 測定の道具

前の授業などで，ＧＣでの円の登場が唐突という指摘もあった。そのため，生徒の「４つの点から同じ距離にある場所」という指摘に対して「同じ距離ね，じゃあどう確かめる?」と投げかけ，「コンパスを使う」という発言を受けて，「真ん中」の予想の点にコンパスの中心を当てて黒板上に円を描いた。４つの点を通らないことを確認して，「中心の位置や半径を変えるとうまくいくかもしれない」という発言の後で，「それと同じことをこのソフトはしてくれる」という流れで，ＧＣでの円を使うように指示した。コンパスでは何度も針を刺しなおさなければならないことの大変さを実感してから，それと同じ使い方でＧＣを使ったので，スムーズに使えた。



図－13 黒板にコンパスで円をかく

4.4 ３つの点は通るが４つは通らない

ここで多くの生徒が気づいたのは，「３点は通るけれども４点は通らない」ということだった。「ＡとＣが仲が悪いんだ」「ＡとＣのどちらかが引っ越せばいい」などいう発言や，「たとえば，Ｄ，Ｂ，ＡやＢ，Ｄ，Ｃなどの３点はうまくいくのだが...」などの発言がなされた。この「何点まではうまくいったか」という発言は，クラス全体の探究の様子を把握する上でも役立った。

4.5 問題の再定式化

岡崎での学校数学の場や，大学生対象の模擬授業の場合，「４点から距離が等しい場所はない。では問題をどう考えなおしたらいいだろうか。」「水道を引くのだから，井戸からの距離は問題ではない」などの議論の中で，「４点からの距離の和が問題なんだ」ということは明確になっていった。しかし，中学生の議論の中では，「引っ越せばいい」，「井戸を４つ掘ればいい」，「めっちゃ大きい井戸を掘る」，「一人が我慢する」，「AとCが同居する」等の意見が続き，あまり本質的な進展がなかった。そこで，伊藤先生が，次のように発言することで問題を再定式化した。

先生：じゃごめん。俺から提案させて。

先生：値段安くしたいの。

先生：エコにも協力したいの。

先生：なるべく使う水道管を短くして，井戸から引く水道管をなるべく短くしたい。

先生：なんとなくエコっぽくない？材料を少なくして。

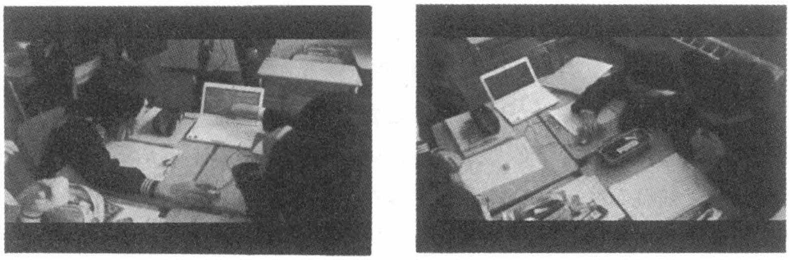
先生：いいですか？じゃあ提案を受け入れていただけたので，「４つの点からの距離の和が最も

短くなる点を探す。」これでいいですか？
生徒：はい。

先生による再定式化の妥当性を生徒たちは納得してくれたが，これをより円滑に行うことはできないのか。あるいは，そもそも中学生にそのようなプロセスを求めることは妥当なのか。これらの点は検討課題として残った。

4.6 4つの線分の和が最短になる場所

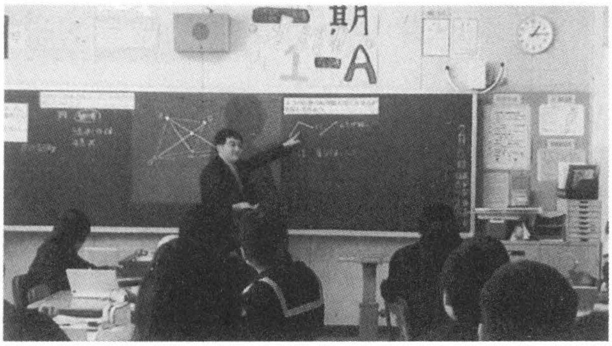
図－14のように，画面を指さしながら「このあたりじゃないか」などの話し合いをしながら，どのグループでも試行錯誤をする中で，正しい位置を見つけることができた。４人グループで使うには画面が多少小さいともいえるが，机の広さに比較して，ワークシートなどを広げて作業をする上でも邪魔にならないくらいの小ささは，たとえば２人一台でも十分に使える見通しを与えてくれた。一方協議会の中でも，果たしてグループでの作業が必要なのか，それとも教室に１台のみでも問題ないのか，検討の余地があることが指摘された。



図－14 調べている様子

4.7 最短になることの証明

見つかった点を言葉で表現することを求めると，「線分ＡＣと線分ＢＤの対角線の交点」と発表があった。「なぜそこが一番短くなるか説明を考えついたよっていう人？」と投げかけてみると，「カクッて曲がって遠回りしていくより，直線でいった方が近い」などの表現で答えた生徒が数名いた。「まだもやっとしている人がいますね」と，「ここに点１個とっといて，ここのときと，ここにあるときとくらべたらできないかな？」と質問をし，証明を促した。



図—15 別の点と比較する

5．まとめと今後の課題

5.1 「普通教室・１時間構成の授業・グループに１台でＧＣを使う」授業の可能性

伊藤実践をする上で念頭に置いていたこと，つまり（コンピュータ室でなく）普通教室で，（２時間構成でなく）１時間構成の授業の中で，（プロジェクタ＋１台のＰＣでなく）グループに１台のコンピュータを使うことによって，（紙と鉛筆でなく）ＧＣを使って調べる活動を扱うことが可能なことを示すことができた。研究授業としての伊藤実践の基本的な成果はこの点にある。それを可能にしたと思われる要因をまとめておきたい。

(1) 無線LANを経由したデータの配信

1時間構成の中で生徒がパソコンを使える時間はほんの５分程度である。作図等を生徒に委ねる時間的な余裕はない。一方，生徒にとって，この時間で今後使う予定の図だすべて並んでいるとしたら，授業としてのライブ感は大きく損なわれる。授業の流れに則して「だからこの図を調べよう」という感覚を生む上で，ネットワークを経由したデータの配信は重要だった。また，授業の中で「必要になったらパソコンを配布する / 不要になったら片づける」ことが普通教室での授業では不可欠である。そのためにも無線LANを使うことは重要であった。また，今回も閉じたネットワーク環境の中で使ったが，学習に必要なサイト以外には「行けない」ことは，無用な問題を生まないためには必要である。ただし，いろいろなサイトにある情報を調べる方が学習に適している場合や，独自のサーバを作るのではなく，飯島研究室のサーバ等を使う方が適している場合には，インターネットを使う方が適している場合もある。

(2) 「各自が自分自身で実感すべきこと」の明確化

この実践の中では，二つの場面でGCを使った。

・点Ｐをどこにとっても４つの線分の長さは同じにならない。

・点ＰをＡＣ，ＢＤの交点にとれば，線分の長さの和は最小になる。

紙上で調べるのは長さを測って和を計算する等の作業量を考えると現実的ではなく，作図ツールで調べることが適している課題と考える。また，作図も含めて生徒に行わせるには複雑な課題であり，教師側が作成した図を配布することで，ほんの数分で行える内容になっている。プロジェクタで一つの画面で調べるよりはグループごとに自分で動かしながら調べる方が適切ではないかと考える。

(3) 証明との関わり

中１での実践は必ずしも証明を伴わなくてもいい。使える道具がほとんどないし，証明そのものは中２以降の内容になるからだ。しかしこの授業を設計する上で，実験の結果から予想されたＡＤ，ＢＣの交点という位置の妥当性を検討し，中１なりに納得する説明が得られることは重要と考えた。高校の場合には，動的な現象に対して変数を導入して関数として表現し，その最大・最小を式変形や微分等で扱うという流れも考えられるが，中学校の場合には使える関数は限られているので，動的に調べた結果を静的に分析し，証明を考えるという流れが基本的になると思われる。

5.2 「普通教室にネットブックを持ち込む」ことによる可能性と問題点

今回の実践は普通教室に11台のネットブックと無線LANルータを持ち込むことで可能になった。その可能性と問題点についてまとめておく。

(1) 普通教室で探究の道具として使える

教室にプロジェクタと１台のパソコンを持ち込むとプレゼン的な利用は可能になるが，さらに探究的な学習を目指す場合はコンピュータ室を使うというのがこれまでの状況だった。一般的なノートパソコンを持ち込むことを想定する場合，Ａ４ノートサイズ程度のものでは普通教室の机では大き過ぎるとともに，バッテリ駆動が難しい場合にはＡＣ電源の確保が必要になる上，１台20万程度のノートパソコンを10台揃えるだけでも200万の経費がかかるため，あまり現実的な選択肢とは言えなかった。

また，生徒用個人端末の候補としてのＤＳは，大きさやバッテリ駆動時間，無線LANを介したwebアクセスの可能性は満たされているものの，webアクセスの反応の遅さに問題があるとともに，JavaやFlashに対応していないため，図形を動的に扱うことはできなかった。

これらの問題点に対してネットブックは普通教室の机で使うにもほぼ適した大きさ，長いバッテリ駆動時間(今回の機器の場合，約5時間)，無線LAN経由でのwebアクセスなどを中心にした使い方ならばほとんど不満のない性能を考えると，必要な条件の多くをクリアしていると言える。さらに，生徒用10台＋サーバ／教師用１台のセットで約45万という経費も，かなり現実的なところまで下がってきたといえるだろう。

(2) 数分の利用でも効果があるような探究場面の蓄積の必要性

ネットブックはパソコンそのものであるため，生徒用個人端末として，さまざまな数学的探究のための道具として使える可能性もある。しかし，そのような利用のためには，時間を豊富に確保することが必要なだけでなく，知識・スキル等を継続的に身につけられるようなカリキュラムに沿って進めることが不可欠になる。おそらく現在の数学の授業を想定すると，本実践のように，1時間の授業の中で数分間だけ使うような使い方の方が適しているのではないだろうか。

(3) 「通常のパソコン」であることから発生する管理面での問題点

上記のような短時間での使い方を想定する場合に，大きく懸念されるのは，ネットブックといえども，れっきとしたwindowsパソコンだということである。しかも，コンピュータ室のパソコンは不特定多数の生徒の利用を前提としたシステムが導入されているが，ネットブックにはそのようなシステムがない。さまざまなカスタマイズが可能であるように作られているために，ある生徒の利用で設定が少し変われば，それは次の生徒の利用の場面でもそのまま残っている。定期的な管理をしておかないと，授業での利用のごとにWindows Updateが開始してしまうこともありうる。また，起動にも数分の時間を要する。ＤＳのように，電源を入れなおせば，短時間で，いつもの画面にたどりつくというような機器にはなっていない。今回，時間のロスを避けるために，すべてのネットブックは事前に起動しておき，スタンバイ状態にしておいたため，開けばすぐに使える状態にしてあったのだが，生徒が電源スイッチを長押ししたために，再起動が始まって

起動し終わるまでに数分を要したケースもいくつかあった。(実は，今回利用した機器には，SplashTopというインスタントOSが入っていて，ＤＳのような使い方も可能なのだが，webブラウザにJavaのプラグインが入っていないため，目指している使い方ができなかったという事情もある。現状においてもFlashは動作するので，Flashによるコンテンツ開発を進めたり，これらのインスタントOSを前提にした使い方が改善されれば，状況が大きく変わる可能性もある。)

全体的な価格は低下したが，管理面で必要となる労力という意味でのコストは全く変わっていない。そのコストを授業者がすべて引き受けるとなると，大きな支障が生まれる。それが，現時点での最大の問題点である。

5.3 今後の課題

「普通教室・１時間構成の授業・グループに１台でＧＣを使う」授業の可能性は確かめることができた。「普通教室・数分の利用・プロジェクタ等でＧＣを使う」，「コンピュータ室・一人一台でＧＣを使う」なども含めて，利用の仕方の選択肢は増えてきたといえる。授業設計や実践の観点からみると，どういう違いがあり，どういう場合にはどういう環境を選択すべきなのか等のノウハウを明確にすることが今後の課題といえる。

参考文献

飯島康之(1995) コンピュータで数学授業を変えよう - GCによる図形の指導，明治図書

飯島康之(1997) ＧＣを活用した図形の指導,明治図書

飯島康之(2001) 教育用ソフトと教材のインターネット上での整備 : 作図ツールコンソーシアムが行ったことの報告と提言，日本数学教育学会誌 83(12)，13-24

飯島康之(2008) 研究授業からDSの新しい使い方が生まれる様子のケーススタディ —附属名古屋中学校での後藤実践 : 「$3^2 + 4^2 = 5^2$ に似た例を探せ」— ，イプシロン，50，41-52