

Math.

NO.88
www.sugakukobo.com

会報2007年3月

数学工房



新教室移転に当たって



数学工房は駒込の新拠点に移転致します。街全体に古い東京の雰囲気の残る所です。今年の初めから会員のご協力も頂いて、事務所を探して東京の中心部をあちこち歩き回りました。最初は不動産会社に入るのも恐る恐るでした。町を歩いて気づいたことは、東京と一括りに言っても本当に様々な表情の多様な町があることです。そして改めて驚いたのですが、実はそこその値段の貸事務所、貸部屋は意外に沢山残っています。道を歩いていて、空き部屋テナント募集の看板があるとつい目が行って品定めをしてしまいます。いつも歩いている町やよく知っている筈の場所でも本当には知らない。見ても見えずという言葉思い出しました。

数学の学びでも同じで、数学の世界を自分の足で歩き回らない限り見えて来ないものがあります。それ故、数学工房では基礎の理論の組み立てから始めることを重要視しています。もう一つは主体性。自分の内なる動機です。人任せでは自分でちょっとそこが面白そうだと思っても寄り道もできません。どんな発見も最初は、「あれこの景色。あれこの店面白いな。」です。数学の稽古の一つの目的は、数学記号で書かれた記号の系列から活きた風景を自分の中に蘇らせその世界に入り、更に見えていなかったものを付け加えることです。

数学は言うまでもなく、この世界(汝と私)を理解する最も素晴らしい言語です。数学という物事の理解の仕方は私達の前にあり学校制度とは関係ありません。数学の稽古を通じて皆さんの内なる世界を拓いて下さい。新教室をそのような皆さんの拠点として育てて行きましょう。

2007年3月6日 桑野耕一



春季集中セミナー案内

2007年4月～5月



(1) 線型代数と解析学特論 直交多項式系

[日時]

2007年4月28日(土) 14:00-19:00

2007年4月29日(日) 10:00-16:00

[内容]

線型代数、多項式の理論、数値解析、複素解析、連分数の理論、Fourier 解析が交差するとても美しいトピックスです。また確率論に密接な関係があります。このトピックスに関係する数学者を挙げると、Gauss, Jacobi は別格として、Chebyshev, Stieltjes, Markov, Carlmann, Peron, Hamburger, Szegoe 等個性ある解析を専門とする数学者が関係します。

初等微積分と内積空間へのある程度の習熟を仮定します。この問題については青本和彦先生が岩波の現代数学の基礎・現代数学の広がり 1 の第2章に発展も含めて読みやすい解説を書いておられます。

[項目]

(0) 内積空間、直交系、直交化

(1) 関数の重み付内積空間

(2) 直交多項式系の一般論

(3) 直交多項式系による関数の展開

(4) Gauss-Jacobi 数値積分公式

(5) 古典的直交多項式系の満たす微分方程式

(6) モーメント問題、Pade 近似



(2) Matrix algebras I

[日時]

2007年4月21日(土) 14:00-19:00

2007年4月22日(日) 10:00-16:00

[内容]

今回の眼目は、行列が線型写像の座標表現であることを示すと共にそれを使いこなすことを幾つかのトピックスを通してじっくり学びます。素養としては数学工房の抽象線型代数GI、II程度の大雑把な理解を期待しますが内容の理解だけなら初等線型代数の知識で事足ります。線型代数の方法の強力さを掴み取って下さい。この方法は応用を目指す人にとっても極めて有用なスキルですので是非とも物にして下さい。

[項目]

(1) 線型写像と行列の一般論概略

(2) 三角化

(3) ベキ等行列と射影

(4) 一般化逆



(3) 現代ベクトル解析特論 ベクトル場の解析

[日時]

2007年5月5日(土) 13:00-18:00

2007年5月6日(日) 10:00-16:00

[内容]

前回曲線の微積分と、スカラー場の微分法、線積分

の基本定理を扱いました。今回の中心は、ベクトル場の微分法と3次元のベクトル解析への応用を扱います。ベクトル解析の中心部分です。通常の微積分、抽象内積空間への程度の習熟を期待します。テンソル空間・微分形式・Stokesの定理等が続きます。

[項目]

- (0) スカラー場の高階微分と Laplacian
- (1) 内積空間上のベクトル場の微分法
- (2) ベクトル場の高階微分
- (3) 3次元 Euclid 空間のベクトル解析
- (4) パラメータ曲面の解析

(4) 解析学の19世紀的思考方(解析教程V)

[日時]

2007年5月3日(木) 13:00-18:00

2007年5月4日(金) 10:00-16:00

[内容]

フランス革命による社会環境の変化に伴い、何よりも数学者の社会的な債務として学校で数学教育を能率よく行うことが求められるようになりました。Cauchyの解析教程が現れたのはそのような事情からであり、

現在に至るまで解析学の教科書の典型となっています。比較的多人数に能率よく解析の結果を教える為には、概念化、一般化、体系化が不可欠です。そうしてこれが現在の数学を色濃く特徴付けることになりました。そうすると弥が上にも基礎概念の不確かさが明らかになります。不確かさの原因は、煎じ詰めれば実数という存在の不確かさです。解析の基礎には算術的方法では吸収し切れないものがあります。そう感じた Dedekind は切断という方法を発明して実数を捕まえました。このような背景を踏まえて幾つかのトピックスを見てみましょう。解析教程 I-IV 程度の素養を期待します。

[項目]

- (1) 連続性
- (2) 一様連続性と Riemann 積分
- (3) 数直線の創造的定義
- (4) 数列と級数の基礎付け



[備考] 参加費 会員 16000 円 (学生 12000 円)
非会員 20000 円 (学生 15000 円)



夏学期講座案内

2007年5月~8月



2007 年夏学期講座は、入門 6 講座(I.A, I.B, I.C, I.D, I.E, I.F)、初級 2 講座(E.A, G)、中級 2 講座(M.A, M.B)です。

<< 夏学期講座一覧 >>

略号	講座名	講座開始日	レベル
I.A	解析教程 I	5 月 20 日	入門
I.B	確率論と Fourier 変換	5 月 12 日	入門
I.C	メビウス変換と複素領域の自己同型群	5 月 11 日	入門
I.D	初等線型代数と微積分 I (多変数解析学入門)	5 月 13 日	入門
I.E	線型代数の方法の展開(線型代数・解析学演習)	5 月 18 日	入門
I.F	数学の基本語彙と文法	5 月 19 日	入門
G	抽象線型空間 I	5 月 13 日	初級
E.A	解析学位相序説 I 距離空間	5 月 20 日	初級
M.A	Complex Vector Bundles	5 月 19 日	中級
M.B	現代ベクトル解析(テンソル代数)	5 月 12 日	中級

<< 夏学期講座カレンダー >>

月	日	曜日	略号	時間
5	11	金	I. C	18:30-20:30
	12	土	M. B I. B	14:00-16:00 17:00-19:00
	13	日	I. D G	11:00-13:00 14:30-17:30
	18	金	I. E	18:30-20:30
	19	土	M. A I. F	14:00-16:00 17:00-19:00
	20	日	I. A E. A	11:00-13:00 14:30-17:30
	25	金	I. C	18:30-20:30
	26	土	M. B I. B	14:00-16:00 17:00-19:00
	27	日	I. D G	11:00-13:00 14:30-17:30

月	日	曜日	略号	時間
6	1	金	I. E	18:30-20:30
	2	土	M. A I. F	14:00-16:00 17:00-19:00
	3	日	I. A E. A	11:00-13:00 14:30-17:30
	9	土	M. B I. B	14:00-16:00 17:00-19:00
	10	日	I. D G	11:00-13:00 14:30-17:30
	15	金	I. C	18:30-20:30
	16	土	M. A I. F	14:00-16:00 17:00-19:00
	17	日	I. A E. A	11:00-13:00 14:30-17:30
	22	金	I. E	18:30-20:30
	23	土	M. B I. B	14:00-16:00 17:00-19:00
	24	日	I. D G	11:00-13:00 14:30-17:30
	29	金	I. C	18:30-20:30
	30	土	M. A I. F	14:00-16:00 17:00-19:00
7	1	日	I. A E. A	11:00-13:00 14:30-17:30
	6	金	I. E	18:30-20:30
	7	土	M. B I. B	14:00-16:00 17:00-19:00
	8	日	I. D G	11:00-13:00 14:30-17:30
	13	金	I. C	18:30-20:30
	14	土	M. A I. F	14:00-16:00 17:00-19:00
	15	日	I. A E. A	11:00-13:00 14:30-17:30
	20	金	I. E	18:30-20:30
	21	土	M. B I. B	14:00-16:00 17:00-19:00
	22	日	I. D G	11:00-13:00 14:30-17:30

月	日	曜日	略号	時 間
7	27	金	I. C	18:30-20:30
	28	土	M. A I. F	14:00-16:00 17:00-19:00
	29	日	I. A E. A	11:00-13:00 14:30-17:30
8	3	金	I. E	18:30-20:30

【備考】

各講座とも1講座¥30000(税込)、学生¥21000(税込)。途中参加の場合、参加回数×¥5000+¥2000(テキスト代・手数料)です。お支払方法については事前にお申し出があれば対応しますので御相談下さい。なおテキスト配布の都合上お申込みは早めをお願いします。



数 学 工 房 ガ イ ダ ン ス



数学工房ガイダンス

【場所】 駒込新教室(会場は変更になる場合がありますので、お問い合わせ下さい。)

【日時】 4月15日(日)

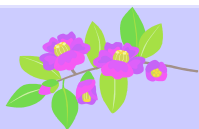
新入会員向け 13:30-14:30
会員向け 15:00-16:30



【内容】

数学工房の考え方、講座の概要等のガイダンスです。講座の取り方等の個別の相談も承ります。筆記用具をご持参下さい。新入会の方もご自由にご参加下さい。

参加費 無料



新教室紹介と今後の運営について

運営Gr.自主活動企画 記：藤田



いよいよ4月から数学工房は新教室に移転します。新教室は全日・終日数学工房専用になります。場所はJR山手線または東京メトロ南北線の駒込駅から2分、豊島区駒込1-40-4です。駒込駅までは池袋から山手線で3つ目、京浜東北線では田端駅乗換で一駅です。JR駒込駅を六義園(りくぎえん)側に出て、桜の木がある小さなロータリーの向かいに見える道を1分程歩くと左手に4階建ての全国蕎麦製粉会館のビルがあり、その2階へ階段で上がると新教室です。六義園は元禄15年、約三百年前に作られた日本庭園で、教室から5分の距離にあります。今は移転してしまいましたが駒込にはかつて理化学研究所があって、物理化学研究の中心でもありました。

数学工房は神田淡路町界限で10年余に渡って広く社会人に向けて難解な(に見える?)大学数学科に引けを取らない数学教育を成功継続させた、恐らく全国でも例を見ない教室です。その数学工房の駒込移転により、さらに新しい展開が起きるでしょう。と言うのは通常の教室以外にもう一つ事務所兼セミナー室があるからです。会員の自主活動の拠点になるよう桑野先生が確保して下さいました。この部屋を価値あるものとし、魂を入れることはそれを利用する会員の志にかかっています。

既に部屋運営の楽しいアイデアは、いくつか出ています。会員ガイダンス等の機会に皆さんに提案したいと思います。新年会の折に話が出た自主ゼミナールや演習は是非推進したいです。また従来は別会場を借りて開催していた会員の集いも新教室で可能です。キッチンもあります。

自由な時間がなかなか取れない現代の社会人にとって、自らの力で数学を学習するための空間が新教室自体に用意されることは、数学工房が掲げる指針「基本の型を稽古する」ために計り知れない推進力となるでしょう。運営グループは会員の皆さんが自主的に発案された活動を支援したいと思います。講座前の復習会、その後コーヒーを飲みながらの自習、ゼミナールや自らの話題提供会、皆で問題を解く演習サロンなどなど。ホームページへの投稿もここでやりたいですね。



Photo1 駒込新教室のある建物外観(教室2階)



Photo2 建物の入口(右脇の外付け階段)



Photo3 駒込新教室の内観(窓側)



Photo4 新教室の教壇に立つ桑野先生
(壁の仕上げ補修中)

新教室の運営指針として次のキーワードを考えました。

1. 基本の型の習得。
2. あせらない。
3. 抽象を楽しむ。



1の意味には、基本ができていないのに先走った内容を語るサロンにしないという自戒を込めています。今は先走ることもできませんが。

2には大学の学生・院生室とは異なるという意味が含まれます。大学では早く一人前の研究者になるようプレッシャーがかかっている、基本だけにこだわってられない面がありますが、ここでは無理な研究成果は不要です。ただ内なる数学への欲求へ答えることで良いと思います。実はこれが急がば回れだというのが数学工房の狙いだと思います。

3ですが、最近桑野先生のお話を伺うと、抽象数学の基本を真に理解している人は数学科の学生でも少数らしいです。それをじっくり勉強して楽しもうということです。

このように考えると上記3つのキーワードは実は同じ意味だと思えてきます。具体的数学はもちろん、抽象数学を楽しめる環境になるよう会員の皆さんの力をお借りして運営支援したいと考えています。よろしくお願いします。

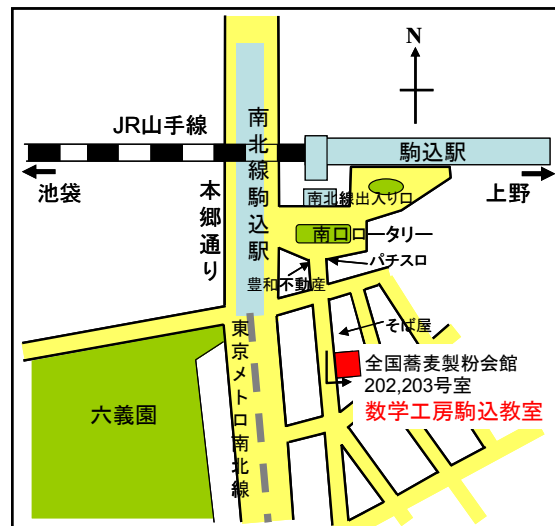


Figure1 駒込新教室の略地図
(住所：豊島区駒込1-40-4)



名古屋セミナーを終えて(No.3)

/// 教育Gr.自主活動企画 ///
(インタビュー：吉田、江草)



桑野：だからそこで始めは技術的な訓練と、方向を示す良いチューターがいる訳です。割とそれが出鱈目です。先生によっては無計画にやりますから。あるレベルに達するまでは丁寧に育てないと駄目だから忍耐と技術が必要です。難しいですよ。人のことは言えないですけど。

江草：凄く分かります。自分が学生側で参加している時、分からないという一言を言って議論を行い、その末に新しいことが分かり質問がプラスになったという経験もありますが、そういうことは非常に稀で、多くの場合前に進まなくなります。

桑野：そういうことを素直に言う状況を作るということは結構大変ですね。下手をすると、セミナーが進まなくなる。技術が要りますね。上手に切るとかね。

江草：とても難しいです。

桑野：上手にヒントを与えて宿題にするという手もあります。それから分担させて調べるとか。分からない

けれどもどこまで分かったかまとめておいて一旦凍結しておくとか。こんなこともありました。ある本を皆で読んでいました。第一章のあるレベルにくると突然躓く。仕様がわからないから読むのを止める。でもある時気がついたら全部分かっていました。そういう経験は物凄く面白いですよ。だからどこで凍結するかは凄く面白い。経験を積むとどこで躓くかが分かる。だからチューターが必要です。ただ、数学の演習なんかでもそうですけど、事柄の一部しか知らない人が教えると変なことになる。問題を解くだけならいいんですけどね。非常に深い意味でよく分かる人がいないと拙いです。

江草：大学の演習を受け持った時に、とてもいい問題を与えて下さる先生がいらっしゃいました。簡単だけれどもなぜこの問題を選んだのだろうと考えていくと、パッと広がるような問題を出して下さいました。

桑野：その問題を考える意味は何かを考えることが重要なんでしょうね。教えると自分が伸びるでしょう。

江草：準備が凄く大変ですけど(汗;)、教えるのは面白いです。時々これを聞かれたらどうしようと不安になります。本当に質問された時は少し開き直って正直に分かりません来週までに考えてきますと降参します。

桑野：そうですね。問いに対して正直にこちらも考えるのはとても重要です。その場で解決しなくても、別に恥ずかしいことではないと思います。問いが簡単とは限らないです。質問してくれたことで一学期分のセミナーができたことが実際にありましたよ。いつだったか吉田さんにかくかくしかじかのセミナーをやった欲しいと言われたのですが、そうしたら当の御本人がセミナーに来られなかった。

吉田：集中セミナーですか？あの時は予定が入っていて参加できませんでした。(冷や汗;)

江草：他の人が恩恵を受けたからいいんじゃないでしょうか？

桑野：(笑って)別に責めている訳ではありませんよ。そういう一つの切掛けがあるといいですね。

吉田：私は数学ユーザーでビギナーですけど、先生のセミナーを分からないなりに板書をノートに書いてみると、分かるようになってきます。最近岩波のシリーズの古書を買ったのですが、小平先生が分からないものを何度も書いていくと分かるようになって書かれていました。僕はどこかで引っ掛かった時に、止まらずに前に進むようにしています。

ところで、自分で本等を読んで気が付いたのですが、凸性はキーワードとしてそんなにはインデックスにないですね。凸性はスーッと見過ごされてしまっているような所があると思います。それに単発の本とシリーズものの本では、書き方が異なります。本によって書き方が違うということに最近になって興味を持つようになりました。

桑野：確かに凸性それ自体が表立って取り上げられることは少ないと思いますよ。凸性に関して数論で素晴らしい仕事をしたのはミンコフスキー(H. Minkowski)です。函数解析では、凸性が根本的に効いています。それから私の大好きな本の中の一つに「Notions of Convexity」があります。著者は、ラース・ヘルマンダー(Lars Hörmander)。関数解析とか偏微分方程式の分野の親玉みたいな人です。



吉田：多変数函数論のヘルマンダーですか？

桑野：そうです。凸性の一般化・抽象化されたものは、解析の多くの分野でとても有用な働きをします。元々私自身、凸性に興味がありました。函数解析は抽象化

すると、至る所に凸性の幾何が使われています。形は積分の色々な不等式になったりするけれども、基本は凸という幾何学的な性質から出ています。私の性格かも知れませんが、色んな等式、不等式を幾何学的な発想で考えます。

本をもっと挙げるとフランスのショケ(Choquet)、日本語ではショッケかな、今では手に入るか分かりませんが、Analysis 1, 2 を書いています。この本は抽象的に書かれていますが、殆どの部分で凸性が基本的役割を果たしています。例えば、ハーン・バナッハ(Hahn Banach)の定理は、幾何学的には凸性に関する定理、凸図形の性質についての話だと思って間違いありません。

なぜ凸なのか。それは基本的に凸図形が線分を含むからです。要するに、凸図形の一番簡単な例が線分です。解析の観点から言えば、凸図形の変形図形—平面・直線やその一般化がすごく重要です。そういうものの組み合わせでできた図形が数学的解析の対象になります。微積分はその上でやる訳です。微分の定義をよく見てみたらお分かりでしょう。それをどんどん一般化していくと色々なバリエーションが出て来ます。例えば、線分が曲がっていたらどうでしょうか。そうやって考えると、解析学の自然な流れが表れて来ます。トポロジーと解析学の関係とか。

江草：そういう発展は必要に迫られて発展したのでしょうか。人間の知性で自然に発見されたのでしょうか。

桑野：それは両面でしょう。物事を明晰に理解するという仕事は常にある訳ですから。しかもそういう種類の明晰さは我々の考えている図形の世界以外にも使えることが段々と分かっていく訳です。抽象化することと思わぬ所に使えるということが分かります。例えば、線分に当たるものを取り替えることができる。函数空間で、函数がつくる線分とは何かとかね。

江草：为什么呢？どんなものなのでしょう？

桑野：いやいや、同じものですよ。例えば、我々が図形と認識しているものをある式で表すことを考えます。次に全く別の観点から導かれた別の式が、その図形を表す式と類似していて、図形の式と同じような操作で処理できるとします。そうするとその別の式も、図形に対応する性質を持っているかも知れないということが考えられるのではないのでしょうか。こういうことがもっと一般化できるのではないかと当然考えられます。言い換えれば、通常我々が認識している世界は非常に特殊で、この世界を含むようなより一般的な規則の世界があるに違いないと自然に考えられます。そうやって、世界の認識を広げていったのではないのでしょうか。



(この稿、次号に続く)



TeXって何？

TeX編集Gr.自主活動企画
記：坂口、杉田



皆さんは TeX というソフトウェアをご存知でしょうか？数学に密接に関連するソフトウェアなので、詳しく知らないまでも、TeX という文字を見かけて、気になっている人も多いのではないかと思います。そこで本稿では、「TeX って何をやるソフトなの？」という疑問を持っている人を対象に TeX の簡単な解説をすることにします。

一言で言えば、TeX とはマークアップ言語を用いる組版処理ソフトウェアです。開発者は、数学者、コンピューター科学者として著名な D.クヌースという人です。一般的には、この TeX をより使いやすい形に拡張した LaTeX とその系列が用いられています。また TeX の読み方ですが、日本ではテフとかテックと通常は呼ばれています。

張した LaTeX とその系列が用いられています。また TeX の読み方ですが、日本ではテフとかテックと通常は呼ばれています。

さて、そうは言っても TeX のことを詳しく知らない方にとっては、このような辞書的な定義では何のことやらだと思しますので、もっと具体的な話をしましょう。

皆さんは、文書を作成するときには Microsoft Word などのワープロソフトをもっぱら使われていると思います。近年、ワープロソフトの発展は目覚しく、きれいな出力ができるようになってきています。ただ、ワープロソフトに数式を入力するとき、もっときれいに

ならないのとか、簡単に入力できないのとか、ちょっとしたイライラを感じたことはないでしょうか。TeXを使うと、そんなイライラをある程度は解決してくれます。

まず見た目の美しさですが、皆さんがワープロソフトとは明らかに違う、きれいな数式が印刷された文書を手にすることがあれば、それはTeXを使って作成した可能性があります。そもそもTeXの作者自身が、当時のコンピューターが作成した文書のきたなさに耐え切れず、TeXを開発した経緯があります。百聞は一見に如かずですから、実際の出力結果を比較してみましょう。

こちらがMicrosoft Wordで

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

こちらがTeXによる出力です。



$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

違いがわかりますか？

次に数式入力の容易さですが、上の式を作成するためには、ワープロソフトではいくつかのボタンを逐一押さなければなりません。一方、TeXを使う場合には、テキストエディタに

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

と上の式を表す文字を入力して、TeXを通すと結果が得られます。何を書いてあるのか全く分からないし、入力量も多いじゃないかと感じる人も多いでしょう。ただ、TeXに慣れると入力時間の差は歴然です。また、一連のアルファベットを読むと何を意味しているかなんとも分らないと思います。

実はTeXとは、この $\LaTeX$ で始まるタグと呼ばれる文字の羅列を解釈して、整った文書を出力するソフトなのです。その出力ファイルは専用のソフト、あるいはさらにPDFファイルに変換して結果を確認、印刷することができます。画面を見ながら編集するワープロソフトとはここに大きな違いがあります。

ここまで読んで、実際に使ってみたくなった方がいれば、著者として嬉しい限りです。TeXはフリーソフトウェアですから、ウェブサイト、あるいは解説本の付録などから無償で手に入れることができます。インストールがTeXを始めるにあたって最大の難関といった時代もありましたが、今は簡単にできる環境が整ってきているようです。紙幅の関係上、ここではインストール方法や使い方までは解説できませんが、TeXでインターネット上を検索すると、多くの解説ページが表示されますので、それらを参照してみてください。なかでも三重大大学の奥村先生が開設している下記のTeX Wikiというホームページは、TeX解説の代表的なサイトであり、これからTeXを始める方には大変参考になると思います。インストール方法をはじめ、TeXの簡単な使い方や参考書籍のリスト等が掲載されています。

<http://oku.edu.mie-u.ac.jp/~okumura/texwiki/>

もちろん何事も人に直接、教えてもらうのが最も効率的です。数学工場の会員にはTeXについて詳しい方がきっと大勢いらっしゃるでしょうから、これから

TeXを始めたいという方は周りで詳しい人を探してみるのがいいでしょう。

さて、いろいろとTeXのすばらしさを書いてはきたものの、TeXは決して万人にお勧めするソフトではないことも最後に言うておきましょう。その大きな理由は、金銭面以外での学習コストの高さです。上で示したような各種タグをはじめ、覚えるべきことがいろいろとあり、使いこなせるまでには結構な時間がかかります。またTeXが威力を発揮するのは、論文や本などある程度の分量があって、しかもスタイルが定型化されているものを執筆するときです。1~2ページの簡単な文書作成にはTeXは適しません。

ただ、だからこそTeXを覚えたからには、きっと論文めいたものを書いてみたくなるでしょう。そんな動機付けとしてTeXを始めてみるのはいいかもしれませんね。



Photo5 TeX編集Gr.の坂口さん(左)と杉田さん

自主セミナー活動紹介

名古屋自主セミナー案内

[場所] SEA 科学教育研究会

(名古屋市昭和区阿由知通 5-5)

[日時] 4月1日(日) 14:00~

[内容] テキスト：野口潤次郎「複素解析概論」裳華房
ルーシェの定理 p121 より

(前回セミナーの内容)

5名の参加でした。今回補修セミナーはなしです。

(1)有理関数の部分分数展開

リーマン球面上の有理関数について、すべての極(∞も含む)のまわりでローラン展開の主要部の和が高校で習う有理式の部分分数展開に相当するということが分かり、一同すっきりした気持ちになりました。

(2)偏角の原理を証明しました。

[連絡先] 吉本 馨 aujour44@ybb.ne.jp

数学工房 2007年3月15日発行

発行人 桑野耕一

編集人 平田裕一

連絡先

オフィス電話：042-495-6632

数学工房連絡専用(携帯)：08065762691

連絡は極力eメールをご利用下さい。

e-mail1: monteverdi2007@erzeb.ne.jp

e-mail2: sugakukobo@w5.dion.ne.jp

ホームページ:

<http://www.sugakukobo.com>

数学工房 教室

〒170-0003

豊島区駒込1-40-4

全国蕎麦製粉会館2F 202-203

数学工房オフィス

〒204-0023

清瀬市竹丘1-17-26-401

