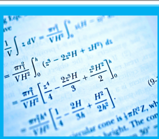
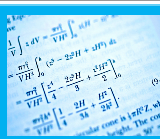
Math.
NO.106
www.sugakukobo.com
会報２０１１年8月

# 数学工房



## 巻頭のご挨拶



秋学期を目指して会報をお届けします。

秋学期の開講講座も、夏学期の続きで表現論を核とした講座を強化しています 元来の表現論の講座である IC と Hilbert 空間の作用素の講座である IE、そして Lie 群と等質空間の MC が、互いに極めて近い位置に近づいてきたので、今学期あたりで講座を統廃合し、今後は基礎から学ばれている会員のために参加しやすい講座を開講したいと思っています。

さて、いつも申し上げていますが、数学工房では会員の皆様が20世紀中葉までに確立された高度な数学語を身につけ、使いこなせるようになるための手助けをさせていただいています。とりわけ、数学の基本語彙と文法(IF)、初等線形代数と微積分(ID)、距離空間と抽象位相(EA)、抽象線形代数(G) の重要性はいくら強調しても言いすぎではないでしょう。知っているつもりと、ちゃんと分かる、そして本当に使えるとの間には大きな溝があります。その理解を助けるために、工房では古典から現代までの多くの分野の講座を配しています。興味深いことに、基本的なコースの重要性はご自分の技量が上がらないと、なかなか分からないものです。らせん状に行きつ戻りつしながら丁寧にあきらめずに歩んでいくことが、途中で挫折しないコツだと思います。

◆安藤洋美先生の「なぜ日本にエコール・ポリテクニクはできなかったか？」

エコール・ポリテクニクとはフランスの理工系高等教育機関です。フランス革命のさなかに軍事、行政に携わる有能な人材を育てるために創設され、その極度の数学重視は有名です。例えば、Cauchy の『解析教程』はそこでの教科書として執筆されたものです。先日たまたま『理系への数学』のバックナンバーを眺めていたら、安藤洋美先生が表記の題の数学戯評において、明治期の日本でエコール・ポリテクニク式の士官学校ができる可能性があったことを書いていらっしゃいました。結局はプロシャ派との勢力争いに敗れてフランスの顧問団は追放され、シビリアン・コントロールが効かない日本の軍部が誕生したことのようです。

もし、エコール・ポリテクニク式の士官学校が実現していたら、この国の学問事情や行く末はどのようになっていたのでしょうか？少なくとも、破滅に向かって突き進んだ15年戦争のようなことにはならなかったのでしょうか？エコール・ポリテクニク創設後のフランスの歴史を見ても、そうはうまくいってない気がしますが、興味深いIfではあります。

【参考】 F.Klein（邦訳）, 1995,『19世紀の数学』第2章 共立出版
安藤洋美, 2007, 「なぜ日本にエコール・ポリテクニクができなかったか？」
『理系への数学』2007年12月号 現代数学社

2011 年 8 月 数学工房 桑野耕一

# 夏季集中講座と秋学期講座のご案内

## 夏季集中講座

### ■複素対数と無限積（初級）

8 月 27 日（土）・28 日（日）

(1) 複素対数関数
(2) 正則対数関数と正則冪乗根
(3) 複素無限積
(4) 基本積と Weierstrass の定理

複素対数関数の概念は、この領域の初学者にとってそれほどわかりやすいものではありません。実際複素対数の多価性による定義の困難は、複素領域の解析学に現れた最初の大いなる謎だったのです。それを解決したのは Euler で、Euler の名の冠された有名な公式はその副産物です。正則関数の挙動研究で正則関数の対数と無限積はもっとも基本的な道具なのです。

この講座で取り扱われる内容はもともと解析数論の講座ISレジュメとして書き始めたものです。この種のトピックスはまとめて取り上げることがあまりないので、この機会に取り上げることにしました。Cauchyの積分公式に至る複素解析の基本事項は既知とします。

### ■ 測度と Lebesgue 積分　直積集合と Fubini の定理（初中級）

9 月 3 日（土）・4 日（日）

(0) 準備
　　1)可測空間上の積分概略
　　2)測度の拡張
(1) 直積測度の構成
(2) Fubini の定理
(3) トピックス

Lebesgue 式積分と測度に関する連続シリーズです。測度空間についての基本事項は仮定します。解析学の様々な状況の中で直積測度と逐次積分を保証する Fubini の定理をなるべく一般的な言葉で捉えます。

このシリーズの続きは、Euclid空間の測度とRadon測度の概略です。これらは実際の解析学では飛びぬけて重要な概念です。

### ■ 初級解析学　級数で表示される関数（入門）

9 月 10 日（土）・11 日（日）

(0) 級数の基礎理論
(1) 正項級数の判定法
(2) Abel 変形と総和
(3) 関数項の級数
(4) トピックス

収束列の Cauchy 流の定式化を認めて関数項の級数の基礎理論を明確に展開します。この部分は各分野の応用数学の基本事項として不可欠な部分です。これなしには微分方程式や特殊関数の取り扱いは不可能です。数学工房では実1変数の解析学について、通常講座で体系的な微積分をほとんど取り扱っていません。したがって微積分の高度な部分はもっぱら、今のところトピックスとして集中セミナーで扱っています。今回もその一環です。微積分の基本的な知識（微分の性質や微積分の基本定理など）は既知とします。

### ■ Abel 群と指標 （入門）

9 月 18 日（日）

(1) 群の基本事項
(2) Abel 群
(3) 指標群と基本定理

Abel 群と指標の著しい性質に的を絞った演習講座。群について既知の人にとっては純然とした代数演習に、また群の知識がなくとも集合や写像についての用法の発展演習としても有用であると思います。

**＜時間＞**

1日セミナーは、　　　11:00－17:00
2日セミナーは、　1日目　14:00－18:00
　　　　　　　　2日目　11:00－16:00

**＜料金＞**

会員　1日セミナー ￥10,000 （学生￥8,000）
　　　2日セミナー ￥16,000 （学生￥12,000）

お申し込みに際しては、工房のホームページも合わせて、ご参照ください。
http://www.sugakukobo.com/

**＜お申し込み、お問い合わせ先＞**

sugakukobo@w5.dion.ne.jp

## 秋学期講座

開講講座は
　入門　I.D I.F　I.G I.H
　入門・初級　I.B I.S
　入門・中級　I.C I.E
　初級　E.A　E.B
　中級　M.C
の 11 講座です。I.F.が新規の講座です。
**IS、EA、EB、MC の4講座は隔週で、1 回3時間あるいは3時間半で4回開催。他の講座は隔週で、2時間の6回コースです。特に、上記 4 講座の日程には注意してください。**詳しい日程は、数学工房ホームページ
http://www.sugakukobo.com/をご欄ください。

### --入門--

■ I.D 初等線型代数と微積分
10 月 2 日(日) 開講　11:00－13:00

■ I.F 数学の基本語彙と文法
10 月 1 日(土) 開講　11:00－13:00

■ I.G 講読講座(確率論)
10 月 5 日(水) 開講　19:00－21:00

■ I.H 代数系入門
9 月 30 日(金) 開講　19:00－21:00

### --入門・初級--

■ I.B 複素関数論　大域的 Cauchy の積分公式
Residue Theorem
9 月 25 日(日)開講　11:00－13:00

■ I.S 解析数論　Siegel 解析数論を読む
9 月 17 日(土) 開講　14:00－17:00
隔週 4 回

### --入門・中級--

■ I.C コンパクト群の表現　Peter-Weyl の定理
9 月 24 日(土) 開講　14:00－16:00

■ I.E Hilbert 空間の作用素
自己共役作用素スペクトル分解
9 月 24 日(土)開講　17:00－19:00

### --初級--

■ E.A　抽象位相への招待　連結性とコンパクト性
10 月 2 日(日)開講　14:00－17:30
隔週4回

■ E.B　現代ベクトル解析　微分・線積分
10 月 9 日(日)開講　14:00－17:00
隔週 4 回

### --中級--

■ M.C　Lie群と等質空間
11 月 12 日(土)開講　14:00－17:00
隔週 4 回

### [料金]

各講座とも1講座￥30,000(税込)、学生￥21,000(税込)。途中参加の場合、6 回コースの参加回数×￥5,000＋￥2,000(テキスト代・手数料)、4 回コースの場合は、参加回数×￥7,500+￥2,000 です。お支払方法については事前にお申し出があれば柔軟に対応しますので御相談下さい。

### [お申し込み・お問い合わせ先]

sugakukobo@w5.dion.ne.jp

申し込み状況やご要望等によって、若干の変更が生じる場合もございますので、講座の最新情報は工房のホームページで必ずご確認ください。
http://www.sugakukobo.com/

**受講者数確認の都合上、お申込みはできるだけお早めにお願いします。**

# 会員からのメッセージ

今回は、鈴木桜子先生と会員の林康雄さんがメッセージをお寄せくださりました。鈴木先生には工房での初講義を終えた感想を、林さんには数学、そして数学工房とのかかわりについて書いていただきました。

## ■数学工房の夏学期の講義を終えて
（鈴木　桜子）

今学期から新しく、IF（数学の語彙と文法）、IG（確率論の講読講座）を担当させて頂きました。大学や予備校、市民講座などの大人数の講義は経験があるのですが、数学工房のような少数精鋭の講義は初めてでした。今回は、講師の側から見た、会員さんの印象と、初めての授業を１クール終った感想などを書いてみたいと思います。

まず、会員さんの印象ですが、数学を愛し、出来るようになりたい分かるようになりたいという熱意を感じました。それは、もちろん会員である私も共通している点ですが、教壇に立つ側になってみて、改めて感じました。（例えば、大学では延長すると学生は嫌な顔をしますが、数学工房では嫌な顔をされない（笑））。さらに、会員さんは、一般にいう数学の初心者ではなく、実務で高度な数学を使われたり、独学でかなり勉強しているので知識も持っていらっしゃる。そういう数学好きな方々が、明確な意志なり目的を持って講座を受講されるわけです。どうしたら満足していただけるだろうか、果たして満足して頂けただろうか？毎回毎回、その繰り返しで、ある意味、大学の講義よりも緊張しました。


鈴木桜子先生

こんな感じで１クールなんとか終了したのですが、数学工房で授業するということは、結局、数学の修行をするということだと思いました。分かっていたつもりのことでもふと考えると分かっていなかったり、自分の理解の甘さを痛感したり・・・なかなか冷や汗ものです。まだまだ甘い、全然修行が足りないな、というのが授業が終わっての感想です。（何だか、頼りない感じの感想になってしまいましたが・・・）。

思いつくままに感想を書いてみましたが、数学工房で授業をするということは非常にやりがいのある仕事だと思います。会員さんに満足して頂けるような授業をすること自体が、自分の数学の修行になります。精進して参りますので、これからもよろしくお願いいたします。

## ■私と数学工房（林　康雄）

私が最初に数学に興味を持ったのは中学校時代のことでした。担当の先生の「図形の授業」が楽しかったからでした。その先生の勧めもあって高校は理数科に入学しましたが、そこで初めて「数学落ちこぼれ体験」をしました。大学では線型代数の抽象性と微積分の $\varepsilon-\delta$ 論法の「洗礼」を受けて、多くの方と同様に、ここで再び「落ちこぼれる」ことになりました。研究室でお世話になった先生のおかげで何とか卒業させていただいたものの、自分の中の「数学」はそこで止まってしまいました。

大学卒業後、公立高校の数学教師となり、数学をもう一度学び直す機会を探して様々な研修会や勉強会の場に参加しましたが、自分に合うものが見つからないまま何年も経ってしまいました。そんな時、偶然にも日本評論社の「数学セミナー」を見て、「数学おちこぼれセミナー」（現在の数学工房）に出会いました。ここで、桑野先生の独特の「数学の型稽古」を受けたことが10年以上も止まったままだった自分の中の「数学」を再び呼び起こしてくれました。

当時は、今の集中セミナー形式の講座が主流でした。セミナーの主催者だった大野満夫さんの「基礎から徹底して数学をやるのだ」という方針のもと、2泊3日（1泊2日）の間、朝から晩まで数学をするという合宿に参加するようになりました。大野さんとは夜の懇親会でお酒を

飲みながら、お互いの「落ちこぼれ体験」については勿論のこと、「数学をどう学んでいくのか」、「数学教育の問題点は何か」などについて語り合いました。「以前は、セミナーで集まったからにはとにかく飲み会はやらなくてはいけないと思い込んでいましたが、翌日はさっぱり頭が働かなくなってしまうので、飲み会はほどほどにして数学をやることを中心にするというごく当たり前の発想に転換しました。それも、基礎から丁寧に100%理解し、できるまで徹底してやることが重要である。このように考えたのは、クラリネットを学んだときになかなか上達できずに悩んだ末、ロングトーンなどの基礎となる練習を徹底してやることで克服することができたという体験があったからで、数学も自分の頭と手を使ってやる技術なのだから同じである。」というようなことを話されていたことが今でも印象に残っています。

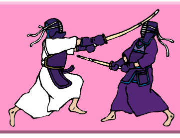
「数学おちこぼれセミナー」が「数学工房」となってからも定期的に続けていたおかげで大分力がついてきていたと思うのですが、職場が変ったこともあって数年間のブランクができてしまい、せっかく積み上げてきた「数学力」が元に戻ってしまいました。昨年からまた職場が変わり、まともな「数学力」のある先生にならなければならないと強く思い、数学工房へ復帰することにしました。

現在は７つの講座を受け、とにかく週末は数学の「強烈なシャワー」を浴び続けることに専念しています。自分の中で消化する余裕はないのですが、まず錆ついてしまった感覚を元に戻すにはやりすぎるくらいがちょうどよいのではないかと思っています。

数学工房の魅力は何と言っても「抽象を使いこなす」という技術を丁寧に指導してくださることです。そのような場は数学工房以外にはないのではないでしょうか。復帰してから約４ヶ月が経ち、線型代数や ε - δ 論法などもごく自然なものなのだと感じられるようになり、少しずつ使えるようになってきました。さらに、もっと抽象的な一般位相についてもその必要性が分かりかけてきました。

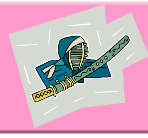
林康雄さん

まだまだ未熟ではありますが、自分の力で数学に取り組めるように一歩一歩努力し、桑野先生のような良い先生に近づけることを目標に、これからも数学工房で学んでいきたいと思っています。



## 入門桑野道場（第１７回）

/// 記　桑野道場師範代　半田生久太///



### 前回の問題

1. $(X, d_X), (Y, d_Y)$ を距離空間, $f: X \to Y$ を写像とするとき, 以下の2つは同値であることを示せ.

(a) $f$ は $X$ 上一様連続である.

(b) $\varphi, \psi: \mathbb{N} \to X$ を $d_X(\varphi(n), \psi(n)) \to 0 \ (n \to \infty)$ を満たす任意の $X$ の点列とするとき, $d_Y(f \circ \varphi(n), f \circ \psi(n)) \to 0 \ (n \to \infty)$ .

ただし, $f$ が $X$ 上一様連続であるとは, 任意の $\varepsilon > 0$ に対して以下の条件を満たす $\delta > 0$ が存在するときを言う.
「 $x, x' \in X$ かつ $d_X(x, x') < \delta$ であれば $d_Y(f(x), f(x')) < \varepsilon$ 」

2. $(X, d_X), (Y, d_Y)$ を距離空間, $f: X \to Y$ を連続写像とする. このとき $(X, d_X)$ がコンパクトならば, $f$ は $X$ 上一様連続であることを示せ.

3. 「関数 $f:\mathbb{R}\to\mathbb{R}$ が連続かつ有界ならば $f$ は $\mathbb{R}$ 上一様連続」は正しいか？正しければ証明し，間違いであれば反例を挙げよ．

## 解答

1. (a) ⇒ (b)

$\varphi,\psi:\mathbb{N}\to X$ を $d_X(\varphi(n),\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ を満たす任意の $X$ の点列とする．
任意の $\varepsilon>0$ をとると $f$ は一様連続より，以下の条件を満たす $\delta>0$ が存在する．
「 $x,x'\in X$ かつ $d_X(x,x')<\delta$ であれば $d_Y(f(x),f(x'))<\varepsilon$ 」．
$d_X(\varphi(n),\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ より自然数 $n_0$ が存在して $n_0\le n\Rightarrow d_X(\varphi(n),\psi(n))<\delta$ ．
したがって $n_0\le n\Rightarrow dY(f\circ\varphi(n),f\circ\psi(n))<\varepsilon$. 即ち $dY(f\circ\varphi(n),f\circ\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$.

(b) ⇒ (a)

対偶を示す． $f$ が $X$ 上一様連続でないとすると以下の条件を満たす $\varepsilon>0$ が存在する：
「任意の $\delta>0$ に対して $d_X(x,z)<\delta$ かつ $d_Y(f(x),f(z))\ge\varepsilon$ であるような $x,z\in X$ が存在する」．したがって,任意の $n\in\mathbb{N}$ に対して $d_X(x_n,z_n)<1/n$ かつ $d_Y(f(x_n),f(z_n))\ge\varepsilon$ であるような $x_n,z_n\in X$ が存在する． $\varphi(n):=x_n,\psi(n):=z_n(\forall n\in\mathbb{N})$ とおけば，点列 $\varphi,\psi$ は「 $d_X(\varphi(n),\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ 」を満たすが「 $d_Y(f\circ\varphi(n),f\circ\varphi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ 」を満たさない．よって対偶が言えた.

2. 1. を用いて背理法で示す.

$(X,d_X)$ はコンパクトで，連続だが一様連続でない $f:X\to Y$ が存在すると仮定する．即ち $\varphi,\psi:\mathbb{N}\to X$ は $d_X(\varphi(n),\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ を満たす $X$ の点列で，しかも $d_Y(f\circ\varphi(n),f\circ\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ を満たさないと仮定する． $\varepsilon>0$ と狭義単調増加数列 $\theta:\mathbb{N}\to\mathbb{N}$ が存在して $d_Y(f\circ\varphi\circ\theta(n),f\circ\psi\circ\theta(n))\ge\varepsilon(n\in\mathbb{N})$. $\varphi\circ\theta$ と $\psi\circ\theta$ をそれぞれ,改めて $\varphi,\psi$ と書くと $d_X(\varphi(n),\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ かつ $d_Y(f\circ\varphi(n),f\circ\psi(n))\ge\varepsilon(n\in\mathbb{N})$ である．

$X$ はコンパクトなのでWeierstrass-Bolzano の定理から $a,b\in X$ と狭義単調増加数列 $\tau:\mathbb{N}\to\mathbb{N}$ が存在して $\varphi\circ\tau(n)\to a\,(n\to\infty)$ かつ $\psi\circ\tau(n)\to b\,(n\to\infty)$. ここで $\varphi\circ\tau$ と $\psi\circ\tau$ をそれぞれ,改めて $\varphi,\psi$ と書くと $d_X(\varphi(n),\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ かつ $\varphi(n)\to a\,(n\to\infty)$ かつ $\psi(n)\to b\,(n\to\infty)$. よって,
$d_X(a,b)\le d_X(a,\varphi(n))+d_X(\varphi(n),\psi(n))+d_X(\psi(n),b)\to 0\,(n\to\infty)$. よって $d_X(a,b)=0$，すなわち $a=b$. したがって $f$ の連続性に注意すると，
$\varepsilon\le d_Y(f\circ\varphi(n),f\circ\psi(n))\le d_Y(f\circ\varphi(n),f(a))+d_Y(f(b),f\circ\psi(n))\to 0\,(n\to\infty)$ よって $\varepsilon\le 0$.
これは $\varepsilon>0$ に反する．したがって $f$ は一様連続.

3. 福島県福島市の鈴木さんより正解をいただいていますので紹介します.
反例を示す.
$f(x):=\sin x^2$ とすると $f$ は $\mathbb{R}$ 上連続かつ有界であることは明らか. $f$ は $\mathbb{R}$ 上連続でないことを示す.三角関数の基本的な公式を用いると $f(x)-f(y)=2\cos\dfrac{x^2+y^2}{2}\sin\dfrac{x^2-y^2}{2}$ .
今、自然数 $k$ を用いて $x=\sqrt{2k\pi}+\dfrac{1}{\sqrt{2k\pi}},\ y=\sqrt{2k\pi}-\dfrac{1}{\sqrt{2k\pi}}$ とするとき $k$ を十分大きくとると， $\cos\dfrac{x^2+y^2}{2}=\cos(2k\pi+\dfrac{1}{2k\pi})\ge\dfrac{1}{2}$ .

よって, このとき $|f(x)-f(y)|\geq 2\frac{1}{2}\left|\sin\left(\frac{(\sqrt{2k\pi}+\frac{1}{\sqrt{2k\pi}})^2-(\sqrt{2k\pi}-\frac{1}{\sqrt{2k\pi}})^2}{2}\right)\right|=\sin 2.$

したがって, 任意の $\delta>0$ に対して十分大きく自然数 k をとって

$x=\sqrt{2k\pi}+\frac{1}{\sqrt{2k\pi}},\ y=\sqrt{2k\pi}-\frac{1}{\sqrt{2k\pi}}$ とすれば, $|x-y|=\frac{2}{\sqrt{2k\pi}}<\delta$ だが,

$|f(x)-f(y)|\geq\sin 2$. これは $f$ が $\mathbb{R}$ 上連続でないことを示している.

## 解説

1. は点列による一様連続の特徴付けです. このときもっと弱く「コーシー列の $f$ による像が常にコーシー列ならば一様連続ではないか？」という疑問も出されましたがもちろん成立しません. この問題も考えてみてください.

2. は 1. を使ってやればスマートにできると思ったのですが, 背理法でしかできないとなるとイマイチでした.

3. は IS(解析数論) で物議をかもした問題です. 一見成り立ちそうにも思いますがダメです. 有界よりもっと強く $f(x)\to 0(x\to\pm\infty)$ が成立すれば $f$ は一様連続になります. この問題も考えてみてください. 福島県の鈴木さんには、今回の東日本大震災で被災され大変な中, 解答をいただきました. 本当にありがとうございます. 鈴木さんは原点から遠いところで激しく振動する関数を考えて反例をつくりました. 三角関数の公式を用いていますが使わないやり方もあります.

また鈴木さんはもっと一般に「 $F$ が $\mathbb{R}$ 上微分可能で一様連続でないとき $f(x)=\sin F(x)$ とすれば $f$ は $\mathbb{R}$ 上連続かつ有界だが一様連続でない」ことを予想しています. はたして正しいでしょうか？確かに $F(x)=x^2$ や $F(x)=e^x$ のときは成り立っています. みなさんも考えてみてください.

## 今回の問題

1. 実数列 $\{a_n\}_{n\geq 1}$ が $\lim_{n\to\infty} a_n=\alpha$ を満たすとき $\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n} a_\nu=\alpha$ を示せ.

2. $\frac{\log x}{x}=\frac{1}{c}\int_1^x\frac{dt}{t}(x>0)$ とみて, $\lim_{x\to\infty}\frac{\log x}{x}=0$ を示せ.

3. $a>0$ を定数として $f$ を区間 $[a,\infty)$ 上の $C^1$ 級関数とする. さらに $f$ は単調減少で $f(x)\to 0(x\to\infty)$ かつ, $\int_a^\infty f(t)dt<+\infty$ とする. このとき $\int_a^\infty tf'(t)dt$ が存在して、

であることを示せ.

4. 3. の級数バージョンの問題を考え解答せよ.

## 問題について一言

IS(解析数論) の授業で出題されたものを改題したものです. (桑野先生出題)

1. は有名なチェザロ平均の問題です. ご存知の方も多いと思います.
2. は 1. との対比で解答をお願いします. Σ を ∫ で置き換えると 1. との類似性が見えてくるでしょう.
3. Cauchy の判定と部分積分を用います.
4. Σ を ∫ で置き換えて類推して下さい.

解答をお待ちしています.

## 宛先と締切

**宛先**　kuwanodojo@googlegroups.com

**締切**　2011 年9 月11 日(日)

(郵送される場合は数学工房オフィスまでお願いいたします)

数学工房　2011年8月6日発行
発行人　　桑野耕一
編集人　　編集Gr.
　　　　　(坂口尚文・平田裕一・増田卓)
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-mail：sugakukobo@w5.dion.ne.jp
e-mail：monteverdi2007@erzeb.ne.jp (携帯、緊急用)
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