

非圧縮性粘性流体の数学的解析

研究概要

非圧縮性粘性流体の運動を記述する Navier-Stokes 方程式の解の存在と一意性、正則性などの問題を、近年発展した実解析的手法により行っています。Navier-Stokes 方程式の数学的解析は、1934年のLerayの研究により本格的に開始されました。以後、多くの研究者がNavier-Stokes方程式の研究を行ってきましたが、現在に至るまでLerayが構成した時間大域的な弱解の一意性と正則性に関しては未解決であり、2000年にはクレイ数学研究所のミレニアム問題の一つとして発表され、100万ドルの懸賞金がかけてられています。

自身は、平行平板間の領域を占める非圧縮性粘性流体の運動に特に興味があります。それは3次元平行平板間のNavier-Stokes方程式の解が、2次元Navier-Stokes方程式の解を捉える一つの手掛かりを与えているからです。最近では、空間遠方で減衰しない初期値に対する時間局所解の研究を進めています。Navier-Stokes方程式では、圧力の局所的な性質のみを調べる際にも速度場の大域的な情報が必要になります。そこが本質的な難しさとなっており、それを避けるために通常は空間遠方で減衰する初期値を扱う場合がほとんどでした。この研究により、特殊解の安定性を特殊解自身の属する関数空間で扱うことが可能になります。また、平板上に存在する流体の自由境界問題の解析も同時に行っています。

キーワード

Navier-Stokes方程式, 定常解, 安定性, 実解析

主な研究分野

- ・非圧縮性粘性流体の数学的解析
- ・実解析学

技術相談分野

- ・非圧縮性粘性流体の数学的解析
- ・放物型偏微分方程式

装置一覧

氏名:阿部 孝之 (あべ たかゆき)

所属:基礎学系

Mail : abe@n.kisarazu.ac.jp



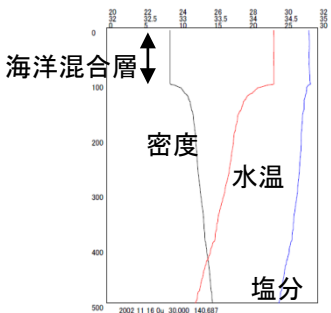


海洋混合層 及び 光計測

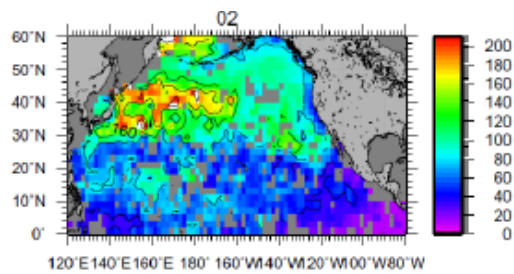
1 海洋混合層の変動

地球全体の7割を占める海は、その熱容量(熱をため込む能力)が大きいので、大気に対する熱源として地球全体の気候変動に大きな影響を持ちます。また大気に直接接している海面水温の中長期的な変動は、海面から続く水温、塩分、密度の1様な層である「海洋混合層」の変動が担っています。そのため、海洋混合層の変動を明らかにすることは人間の社会活動、地球全体の動植物の活動にとって重要なことであるといえます。

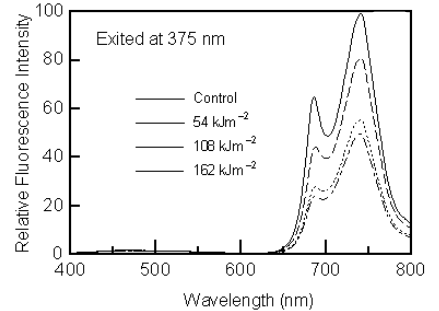
近年急激に増加した観測データを利用して海洋混合層の変動を調べています。以前は北太平洋全体では月単位で数百から数千kmといった大きな範囲で変動する海洋混合層の様子しかわかっていませんでしたが、100km程度の範囲で数日で変動する様子も分かってきました。



30N,140EにおけるT, θ , σ_θ の鉛直分布



北太平洋で最も海洋混合層が深くなる2月の深度分布



ラッカセイ正常葉(Control)及びUV-B照射線量がそれぞれ54kJm⁻², 108kJm⁻², 162kJm⁻²である場合のLIFスペクトル。励起波長は375nm。

2 植物の育成診断

植物に含まれる様々な色素はレーザーなどを当てることで独特の蛍光スペクトルを発します(誘起蛍光法(LIF法))。それらは様々なストレスに応じて変化することから、蛍光スペクトルを利用して植物の健康診断を行う技術の開発を進めています。

キーワード

海洋混合層, 光計測

主な研究分野

- ・海洋混合層の変動
- ・光計測

技術相談分野

- ・各地域の海水特性
- ・レーザー, LEDによる植物育成診断
- ・出前授業

装置一覧

各種レーザー装置、分光器

氏名: 嘉数 祐子 (かかず ゆうこ)

所属: 基礎学系

Mail: kakazu @ n.kisarazu.ac.jp



数理物理学的諸問題の理論的解析

研究概要

1. 自己双対ゲージ場の構成と q -解析

自己双対ゲージ場を構成する方法として ADHM/Nahm 構成法が知られています。この研究は、正のパラメータ q を公比とする等比数列的座標を持つ無限個の点からなる集合

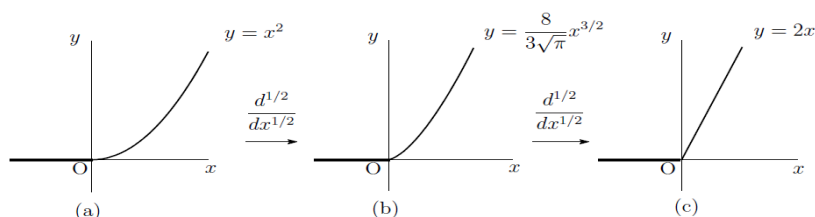
$$I_q = \{ \pm 1/2, \pm q/2, \pm q^2/2, \dots, \pm q^n/2, \dots \}$$

上でこの構成法を考えた場合、どのような離散可積分系が導かれるかを調べるものです。

2. 一般階数微積分と可積分系

一般階数微積分はその歴史の古さに比べて知名度はそれほど高くありません。しかし、流体力学、粘弾性現象、緩和現象、分散現象などの理工学的現象に応用されています。整数でない半端な指数で時間または空間発展するような現象は、一般階数微積分を用いて記述できる可能性があります。

例えば、以下の (a) の 2 次関数 $y = x^2$ ($x < 0$ でゼロと定義されている) を “半回” 微分すると (b) の $y = 8/(3\sqrt{\pi}) \cdot x^{3/2}$ となり、さらにもう一度 “半回” 微分すると、(c) の $y = 2x$ となります。



この一般階数微積分を可積分系の理論に応用すると興味ある結果が得られます。

3. 低次元重力理論

通常の 4 次元（時間 1 次元と空間 3 次元）より次元を低くした重力理論を低次元重力理論といいます。この研究は、特に時間 1 次元と空間 2 次元の時空における電磁場と重力場の相互作用系を調べるものです。

キーワード

自己双対ゲージ場、一般階数微積分、低次元重力、可積分系

主な研究分野

- ・自己双対ゲージ場の構成と q -解析
- ・一般階数微積分と可積分系
- ・低次元重力理論

技術相談分野

- ・数理物理学的諸問題の理論的解析

主な装置

氏名: 鎌田 勝 (かまた まさる)

所属: 基礎学系

Mail : kamata @ kisarazu.ac.jp



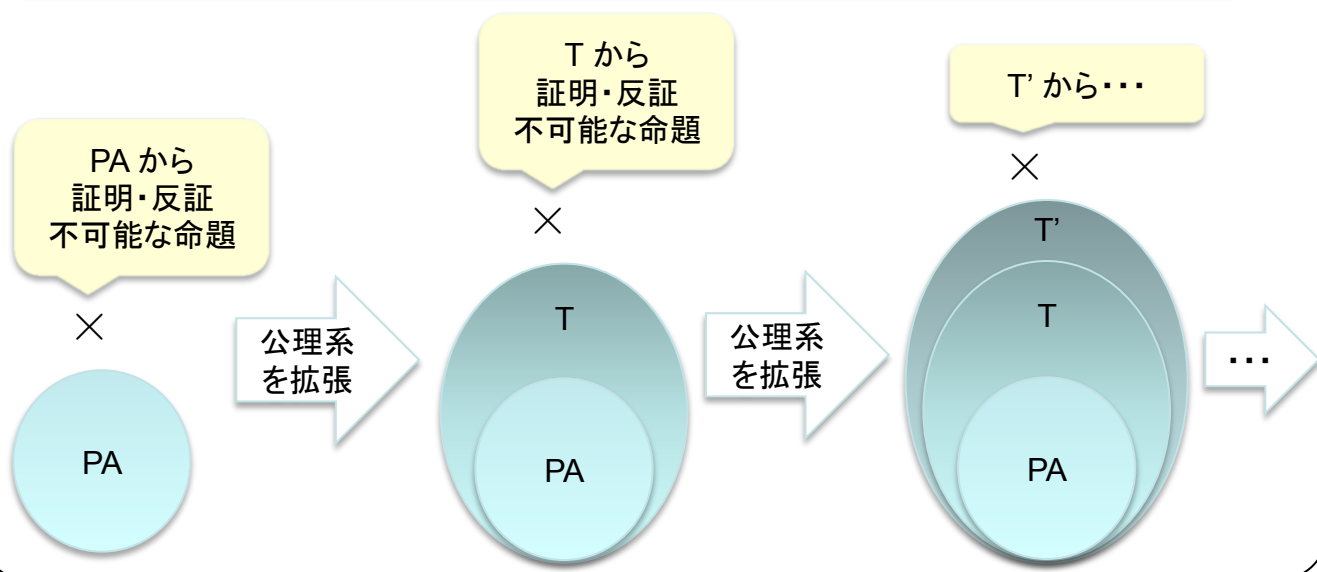
不完全性定理を軸とした、形式的体系の証明可能性の研究

研究概要

数理論理学は数学そのものを研究対象とする、比較的新しい数学の一分野です。

その中でも特に、次のゲーデル・ロッサーの不完全性定理を軸に、証明可能性の概念に焦点を当てた研究を行っています。

自然数論の公理系であるペアノ算術 PA を含む、再帰的公理化可能かつ無矛盾な公理系 T には、証明も反証もできない命題が必ず存在する



キーワード

形式的証明可能性, 不完全性定理, 算術の超準モデル

主な研究分野

- ・数理論理学
- ・数学基礎論

技術相談分野

- ・数理論理学に関連する分野

主な装置

なし

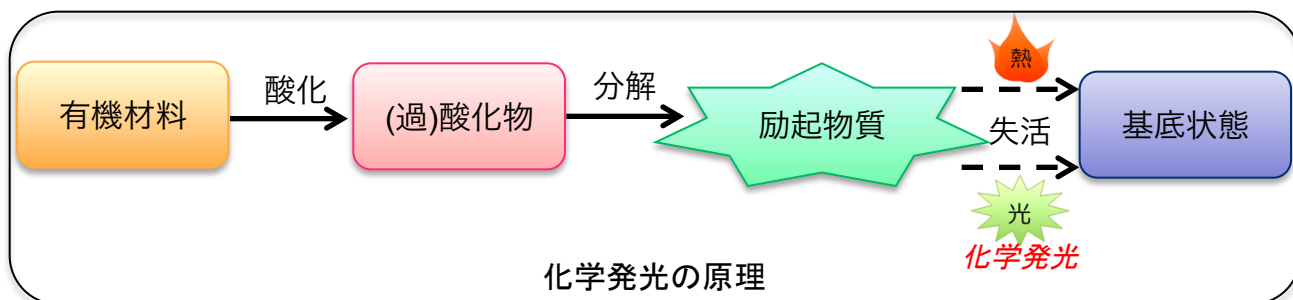
氏名: 倉橋 太志 (くらはし たいし)
 所属: 基礎学系
 Mail: kurahashi @ nebula.n.kisarazu.ac.jp



分光測定による高分子の構造評価手法の開発

1. 化学発光測定による高分子材料の劣化評価

有機高分子材料を使用していると、様々な要因により劣化が進みます。その結果、材料の性能が低下し、その材料が使われているデバイスの命にも大きな影響を与えます。この**材料の劣化構造の高感度な評価手法として、化学発光を用いた分析手法の構築を目指しています**。この分析結果から考えられる劣化の反応過程を材料開発へとフィードバックし、より耐久性のある分子設計をすることも期待できます。現在は発光種の構造と発光波長の関連付けを行っています。



2. 蛍光測定による高分子材料の構造評価

高分子の構造評価には、X線散乱測定や電子線解析測定などが用いられるのが一般的ですが、**蛍光測定を用いた高感度な構造評価法の開発を目指しています**。例えば、内部に蛍光プローブを導入すると、プローブ分子の存在環境により蛍光スペクトルが変化するものがあります。そのプローブ分子の存在環境から、初期の結晶化や構造形成を評価することが可能です。また、一般的な測定では、構造が無秩序(アモルファス)であると評価が難しいですが、蛍光測定であればアモルファスな材料の評価も期待できます。

キーワード

化学発光、蛍光分析、高分子科学、構造解析

主な研究分野

- ・高分子構造解析
- ・分光分析

技術相談分野

- ・材料評価
- ・蛍光および発光の分光分析

主な装置

準備中

氏名: 佐合 智弘 (さごう ともひろ)

所属: 基礎学系

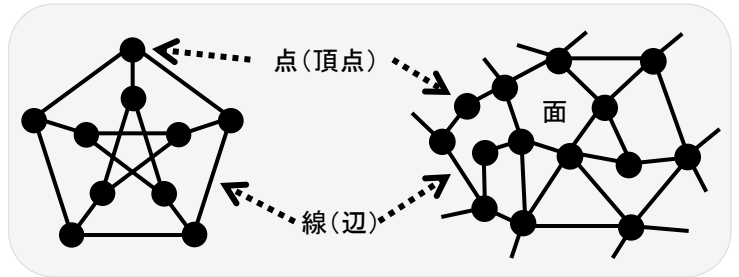
Mail: sago @ n.kisarazu.ac.jp



位相幾何学的グラフ理論

1. グラフの閉曲面上への埋め込み

路線図, 航空網, SNSにおけるつながりなど, この世界には様々なネットワーク構造が存在しています. そのような組合せ構造を数学ではグラフといいます.



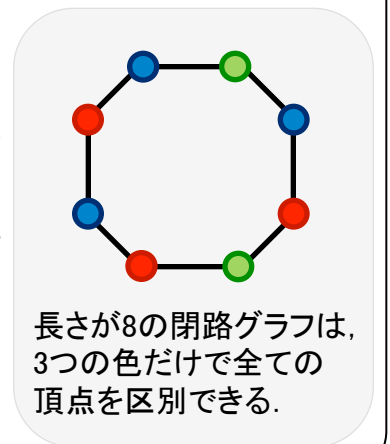
組合せ構造であるグラフは, 平面上で自然に点と線で描かれます. もし辺の交差がないように描かれていれば, グラフは平面上でいくつかの領域を作ります. これにより, グラフが点と線と面の情報を持ち, 組合せ構造であるグラフの幾何学的な性格を研究できるようになります.

舞台は平面に留まらず, 閉曲面上に辺の交差なく埋め込まれたグラフが研究されています. 与えられたグラフがどのような形で埋め込まれるのかなど, グラフの閉曲面への埋め込みの仕組みの解明を中心に, 関連するテーマについても研究しています.

2. 閉曲面上のグラフの識別性

グラフの各点に色を割り当てて, すべての点を区別することができるでしょうか. 答えは YES です. すべての点に異なる色を割り当てればよいのです. では, なるべく少ない色数で全ての点を区別するにはどうすればよいでしょうか. このような問題をグラフの識別性といいます.

一般的なグラフの識別性問題は大変難しいことが知られています. ところが, 閉曲面上のグラフの識別性は, 埋め込みの構造と関連付けることで面白い議論を展開することができます. このテーマは, まだ未解明な部分があり, 解決に向けて多角的に取り組んでいます.



長さが8の閉路グラフは, 3つの色だけで全ての頂点を区別できる.

キーワード

グラフ, 閉曲面, 埋め込み, 識別性, 識別染色数

主な研究分野

・閉曲面上のグラフ理論
・グラフの識別性

技術相談分野

・位相幾何学的グラフ理論に関連する話題
・離散数学, 特に, 計算しない数学

装置一覧

なし

氏名: 佐野 照和 (さの てるかず)

所属: 基礎学系

Mail : sano @ nebula.n.kisarazu.ac.jp



ある種の擬微分作用素の正則性、高専における『学び合い』の可能性

1. 自然現象を表す方程式として誕生した偏微分方程式の数学的な理論、とくに解の正則性や擬微分作用素の有界性について研究をしている。
2. 上越教育大学の西川教授がおよそ10年前に提唱した『学び合い』の考え方による授業を高専の数学の授業において実践し、その効果を検証している。この『学び合い』は子供観、授業観、学校観の3つの考え方から成り立っているが、これは学校のみならず会社に置き換えても有効である。また考え方であるために、教科によらず有効であるばかりか、校種にもよらないため、FDIにおいても有効であり、今後の高専教育を考える上でのプレクスルーになるものと期待している。最近では、アクティブラーニングや反転授業等、従来のいわゆる一斉授業とは異なる授業方法が出現しているが、これらとの関連も今後調査していきたい。

キーワード

擬微分作用素, 正則性, 『学び合い』, アクティブラーニング

主な研究分野

・偏微分方程式論
・数学教育

技術相談分野

・自然現象を表す偏微分方程式の数学的な理論

装置一覧

なし

氏名:鈴木 道治 (すずき みちはる)

所属:基礎学系

Mail :m-suzuki@kisarazu.ac.jp



ハミルトン系における周期解、中心図形、衝突、漸近的挙動の研究

天体力学や点渦系のように、ハミルトン形式で表現できる力学系の研究を行っている。

【天体力学】ニュートンの重力に従って運動する自励系であり、天体の大きさは考慮しない力学系に限定している。これは数理科学のもっとも古い分野である一方、人工衛星や惑星探査機などの人工的宇宙飛行体の運動軌道の研究といった現代的な課題に応用される。

《天体力学における数学的課題》現実の自然天体や人工天体の軌道を研究するためには、様々な非重力効果を考慮しなければならないが、数学的には非常に重い課題である。単に重力効果だけを考慮に入れるという非常に限定的な設定であっても、周期解、中心図形、衝突、漸近的挙動など、未解明の問題が山積している。応用的問題にはコンピュータが不可欠であるが、その信頼性を担保することは難しい。

《周期解》周期解の探索は、天体力学の基本的課題である。近年、コレオグラフィー(舞踏解)と呼ばれる特殊な周期解が発見された。複数の天体が数珠つなぎになって閉曲線上を等時間間隔で巡回する周期解である。その軌道の形が8の字であったり、葉っぱのようであったり、奇妙なものが多く、関心を呼んでいる。

《中心図形》天体が中心図形と呼ばれる配置にとどまったまま周期的運動を続ける解が存在する。任意の天体数に対する中心図形の個数は、不明である。問題設定が単純な割に解決の困難な課題として知られている。

《衝突》3個以上の大きさのない天体同士が衝突するとき、数学的には何が起こるのか、明らかになっていることはわずかである。

《漸近的挙動》無限の未来での天体の運動を指す。この問題意識の起源は太陽系の安定性にある。地球の未来はどうなっているのか？

【点渦系】天体力学ではない。流体が運動するとき、渦が生じる。複数の渦は互いに干渉して、その運動方程式はハミルトン形式にかけられる。しかし、天体力学とは全く異なる解がみられる。教育用の課題としても有用である。

キーワード

力学系の安定性、ヘテロクリニック・サイクル、舞踏解

主な研究分野

- ・天体力学における軌道の研究
- ・点渦系における軌道の研究

技術相談分野

- ・天体の軌道計算
- ・力学系の数値計算

装置一覧

氏名: 関口 昌由 (せきぐち まさよし)

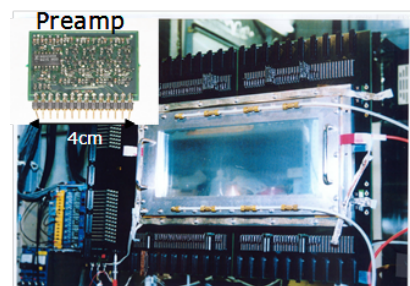
所属: 基礎学系

Mail: masa @ kisarazu.ac.jp

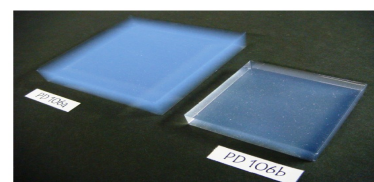


素粒子および原子核の実験的研究および新しい放射線検出器の開発

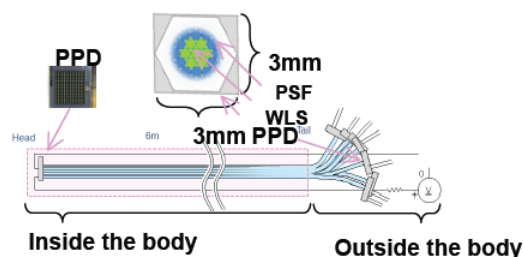
私は粒子線加速器を使って、素粒子や原子核の性質を実験的に調べる研究をおこなっています。この実験では、加速器から来た粒子を標的に当て、そこからくるたくさんの粒子(放射線)を捕まえなければなりません。そのための新しい放射線検出器の開発もおこなっています。



飛跡検出器



粒子識別用検出器に使用するシリカエアロゲル



腸のがんを見つけるためのPET検出器

また、この放射線検出器開発の経験を活かし、医療分野や他の分野で使用する放射線検出器の開発もおこなっています。

キーワード

素粒子, 原子核, 放射線, 検出器

主な研究分野

- ・加速器を用いた素粒子・原子核の研究
- ・放射線検出器の開発

技術相談分野

- ・放射線計測全般
- ・物理実験教材開発

装置一覧

微量放射能測定装置

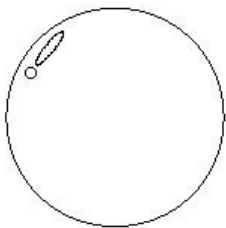
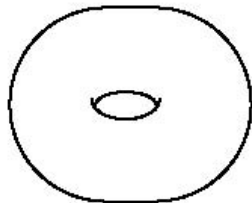
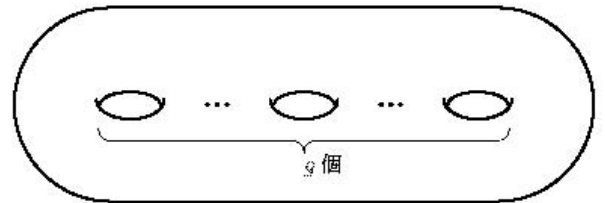
氏名: 高谷 博史 (たかや ひろふみ)
 所属: 基礎学系
 Mail: takaya @ n.kisarazu.ac.jp



リーマン面とトポロジー

私はトポロジーと複素解析について研究しています。トポロジーとは、長さや面積などを無視し、図形のつながりだけを考えた学問です。図形をゴム膜だけでできていると考え、伸びたり縮んだりして移り合うものは同じものだとみなします。図形のつながりだけに着目することは強力なツールとなり、結び目理論とDNAの深い関連性などが知られています。

主な研究対象は、下図にある閉曲面です。穴が空いたドーナツの表面のようなものだと思っ
てかまいません。実は穴の数、種数 g と呼びます、が同じ閉曲面はトポロジー的に同じもの
になってしまうことが知られています。

球面 $g=0$ トーラス $g=1$ 種数 $g \geq 2$ の閉曲面

このままでは、もう研究することがないかのように見えてしましますが、そうではありません。複素解析が登場します。おおざっぱに言うと、複素数 $z = x + \sqrt{-1}y$ (x, y は実数) を用いた微分積分です。複素構造が入った閉曲面はリーマン面と呼ばれ、複雑な構造を持つことが知られています。私の専門は、その複雑な構造、リーマン面全体の“かたち”，を解明することです。

キーワード

リーマン面, 反復積分

主な研究分野

・トポロジー
・複素解析

技術相談分野

・数学全般

装置一覧

氏名: 田所 勇樹 (たどころ ゆうき)
所属: 基礎学系
Mail: tado @ nebula.n.kisarazu.ac.jp



蛍光計測による植物診断技術の開発

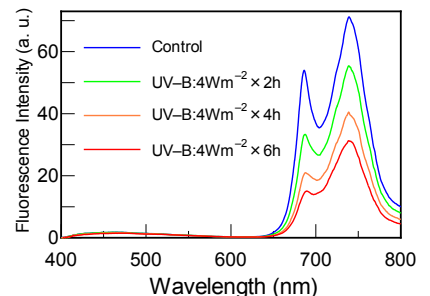
我々は**紫外光**励起で誘導される**蛍光**の情報(スペクトル変化, 部位による蛍光分布の違いなど)から, 物質の内部でおこっている様々な現象を**非破壊で評価**する手法の開発を行っています。現在, 特に力を入れているのは, **植物診断技術**の開発です。既に, 植物葉から放出される蛍光スペクトルの変化から, 葉の活性評価及び大気汚ガス, 有害紫外線等が植物に及ぼす影響を評価することことに成功しています。本手法は, 従来から行われている熟練者の経験に基づく目視診断や葉の成分分析といった化学的手法と比較すると客観性, 簡便性において優れており, **広範囲にわたる植物生育モニタリング**に適しています。本技術を用いて地球温暖化等の大規模な環境変容に起因する様々な植物障害を早期に検出して適切な処置を施すことで, 農作物や森林に対する被害を最小限に食い止めることが可能となり, **食料問題**及び**環境問題**の解決に大きく貢献できるものと考えています。



高輝度Xe光源励起
(白色光及び単色光)



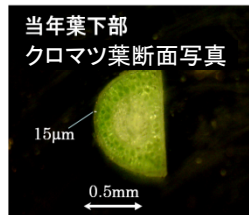
千葉特産品のラッカセイ
葉に有害紫外線を照射



マルチチャンネル分光システムを用いて葉の蛍光スペクトルを測定



紫外レーザー励起
(単色コヒーレント光)



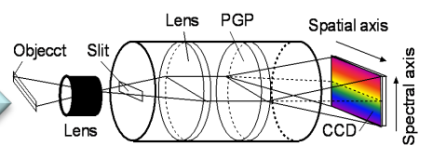
当年葉下部
クロマツ葉断面写真



蛍光イメージ

375nm励起

松枯れの原因となるマツノザイセンチュウを
接種したクロマツ葉の断面を観察



ハイパースペクトル画像解析システムを用いて蛍光の葉内分布を測定

キーワード

紫外線, レーザー, 蛍光分析, 分光計測

主な研究分野

植物の環境ストレス影響評価手法の開発

技術相談分野

微弱光のスペクトル計測, 紫外光励起(照射)

装置一覧

高感度マルチチャンネル分光測光システム (PMA-50, 浜松ホトニクス)
ハイパースペクトル画像解析システム (Inspector V10, デルフトハイテック)
紫外可視分光光度計 (UV-1800, 島津)
レーザー光源 (325nm, 375nm, 405nm等), **Xe光源** (LAX-103, 朝日分光)

氏名: 福地 健一 (ふくち けんいち)

所属: 基礎学系

Mail : fukuchi@kisarazu.ac.jp



環境放射能モニタリング

2011年3月に起きた**福島第一原発事故**によって、有害な放射性物質が広範囲に飛散しました。その中でも**セシウム137**は、物理的半減期が**約30年**と比較的長く、現在でも高濃度に汚染された場所(ホットスポット)が点在しています。セシウムは、化学的にカリウムと似た性質を持っており、土壌から植物に吸収され、食物連鎖を通して**人間にも悪影響をおよぼす**可能性があります。

我々は空間線量率を精度よく計測できるシンチレーション式サーベイメータを用いて、事故直後から継続的に学内の**空間線量率**をモニタリングしてきました。また、2013年度には、土壌や植物に含まれる**微量放射能の濃度**(10Bq/kg程度)を短時間(15分程度)で計測できる装置を導入し、土壌の放射能濃度測定や放射性セシウムの植物移行に関する実験を行っています。



シンチレーション式サーベイメータ



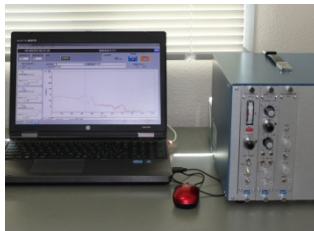
真空乾燥機で試料を乾燥



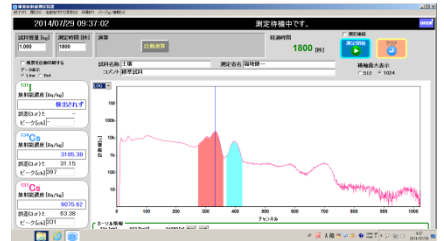
水分率を測定し鉛遮蔽器へ



分析装置で放射能濃度を測定



分析結果の出力

**キーワード**

原発事故, 放射線量率, 微量放射能, 放射性セシウム, モニタリング

主な研究分野

空間線量率の測定 (Sv/h単位), 放射能濃度の測定 (Bq/kg単位)

技術相談分野

土壌, 水, 植物等に含まれる放射能の測定

装置一覧

NaIシンチレーションサーベイメータ (PDR-101×7台, アロカ)
微量放射能測定装置 (FNF-401, 応用光研)
真空乾燥機 (VOS-201SD, EYELA), **水分計** (MOC63u, 島津)

氏名: 福地 健一 (ふくち けんいち)

所属: 基礎学系

Mail : fukuchi @ kisarazu.ac.jp



CASのマクロパッケージ $\mathcal{K}ETpic$ による図入り教材の作成

研究概要

TeXは高品質な組版ソフトで、数式を含んだ文書でも製版されたように美しい形で容易に出力できる。また、数式処理システム(CAS)はコンピュータを用いて数式を記号的に代数処理をするソフトで、複雑な方程式の解法図形の描画が可能である。このため、これらのソフトは世界中の数学や数理科学の関係者に広く使われている。

TeX文書に図を入れる場合、CASで作成した図の画像ファイルをTeXコマンド $\backslash includegraphics$ を用いて挿入するが、これにはいくつかの欠点がある。たとえば、TeX文書ファイルそのものはテキストファイルだから、サイズは小さく、取扱いやすいが、画像ファイルのサイズが大きいため、TeX文書に必要なファイルのサイズは大きくなってしまふ。また、画像ファイルで使用される字体はCASに依存し、TeXの字体と異なるため、挿入された文書では、本文と図の字体が異なっている。これらの欠点を解消して、数学の図入り教材を作成するため、2006年に $\mathcal{K}ETpic$ をCASのマクロパッケージとして開発した。 $\mathcal{K}ETpic$ のパッケージはWebページ

<http://ketpic.com/>

からダウンロードでき、図1の $\mathcal{K}ETpic$ サイクルにより利用できる。

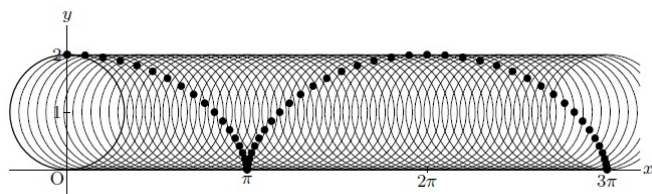


図2 サイクロイド

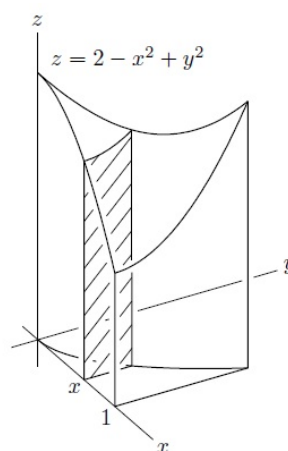


図3 立体の体積

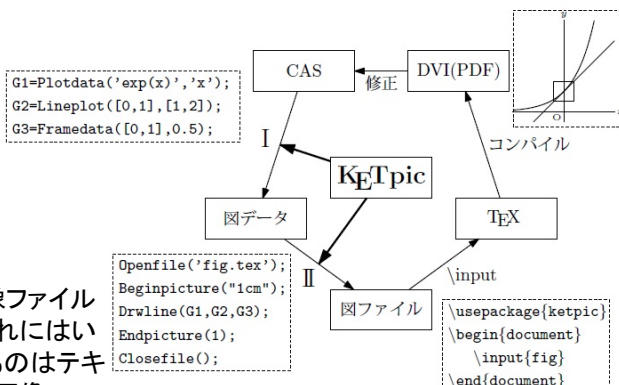


図1 $\mathcal{K}ETpic$ サイクル

キーワード

TeX, 数式処理システム(CAS), $\mathcal{K}ETpic$, 数学教育

主な研究分野

- ・数学教育
- ・数式処理

技術相談分野

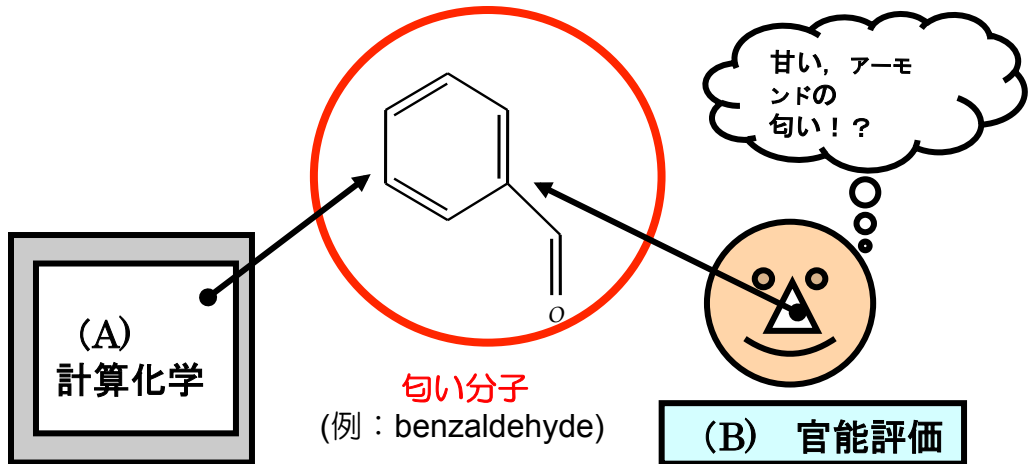
- ・数学の図入り教材の開発
- ・図入り教材作成支援ソフトの開発

主な装置

氏名: 山下 哲 (やました さとし)
 所属: 基礎学系
 Mail : yamasita@kisarazu.ac.jp



匂いと分子との相関性



～研究手法～

- (A) コンピュータを用い匂い分子の特徴(分子構造・静電的性質・振動)を調べる
- (B) ヒトの鼻などを用い匂いの質・快不快・強度・類似度などを測定する



ヒトが感じる化学情報“におい”の解析

～期待される成果および貢献できる分野～

- 1) 新規香料(目的の香りを持つ分子)の理論的設計
- 2) 匂いの嗅覚受容機構の予測
- 3) 匂いのセンサー開発への指針
- 4) 匂いの基準分子選定

キーワード

匂い, 構造活性相関, 計算化学, 官能評価

主な研究分野

- ・匂いと分子との相関性
- ・基準匂い分子の選定

技術相談分野

- ・香料の構造活性相関
- ・精油の抽出と活用
- ・臭気の官能的測定

装置一覧

ガスクロマトグラフ (GC -17A) , ミクロ蒸留器, 無臭空気製造装置, ハーブオイルメーカー

氏名: 吉井 文子 (よしい ふみこ)

所属: 基礎学系

Mail : yoshii@n.kisarazu.ac.jp

