

2006 年度

修士論文題目及び内容説明

広域システム科学系

## 2006 年度修士論文題目および内容説明

論文題目： 感覚質を表現する理論的モデル

指導教官： 池上高志

内容説明：

ものに触った感じや、くすぐったい感じといった触覚をはじめ、視覚や聴覚においてすら、われわれの身体性と運動の構造が重要なコアをなしていることが知られています。知覚の理論を「運動」を keyword にひもとき、時間のとらえ方、意識のあり方、といった問題を、シミュレーションによる構成論的なアプローチをもとに考えようというものです。

参考文献：池上高志「構成論的な知覚と身体性の理解」子どもと発育発達 Vol.2 No.3 (2004)157.  
池上高志「運動と言語進化」科学 Vol.74 No.12 (2004)1379.

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 植物の光合成と同様な光エネルギー変換機能をもつ  
モデル分子系の構築  
(物理有機化学・光化学)

指導教員： 瀬川浩司  
( 印主指導教員 )

内容説明：

植物や光合成バクテリアの細胞内にある光合成蛋白複合体の構造は、分子レベルで(数オングストロームの精度で)精密にわかっている。ところが、その光エネルギー変換機能については未解明の部分が多く、生物学、光物理学、分子科学の融合領域の研究として、脚光を浴びている。こうした研究では、光捕集に関与する組織内でのクロロフィル分子の秩序配列構造や、電荷分離を行う蛋白の特殊な構造がキーポイントとなる。本研究では、光合成と同じ光エネルギー変換機能をもつモデル分子系を人工的に構築し、レーザー分光により研究する。最終的には、光合成機能をもつ人工的な光エネルギー変換分子システムの実現(人工光合成)が目標である。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： ナノメートルスケールの分子を用いた量子デバイス  
の実現にむけた基礎研究  
(物理化学・分子磁性・分子性導体・電気化学)

指導教員： 瀬川浩司  
( 印主指導教員 )

内容説明：

半導体微細加工技術はめざましい進歩をとげ、現在ではナノ構造をもつ量子デバイスまで実現しつつある。さらにその先には、半導体素子の微細加工限界を越える素子として、分子エレクトロニクスが提案されている。量子デバイスは、ナノメートルサイズの量子井戸に閉じ込められた電子の量子効果に基づくもので、その性質は量子力学的に見れば奇しくも分子に近づいている。共役系分子などのように量子化された軌道をもつ分子を量子細線あるいは量子ドットと捉えれば、これらの分子を秩序配列させた分子系を構築することで、分子間の電子トンネリングなどを利用した素子構築も実現できる可能性がある。

本研究では、ステップワイズに 共役系分子を繋ぐ分子アーキテクチャーの手法によりナノメートルサイズの秩序配列構造をもつ分子系を構築し、そのスピン間の相互作用や電子伝導に関する基礎研究をおこなう。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： ラジカルの電子スピンを利用する機能分子の構築  
(物理化学・分子磁性・分子性導体・光化学)

指導教員： 瀬川浩司  
( 印主指導教員 )

内容説明：

ラジカルは不対電子をもち、その電子スピン間の量子力学的相互作用の外場制御が可能になれば、スピンドバイスを分子系で実現する有力な手段となりうる。当研究室では、電子系の立体的な直交がラジカル間のスピン間相互作用にもたらす影響について検討し、いくつかのラジカル多量体を含む分子系で多重項ラジカルが観測できることを報告した。研究では、まず基本的なラジカル間の相互作用を制御する分子系の構築を行い、電子スピン共鳴によるラジカル多重項状態の解析を行う。また、実験結果に基づいて、実行可能な演算方法の検討を行うと共に、これを応用した新規な秩序配列分子系のデザインを行う。将来的には、いくつかの基本的な演算処理（NOT、OR、AND、NAND、制御NOTなど）を多量体分子系の電子状態を利用して行うことをめざす。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 蓄電できる新型太陽電池に関する研究

(電気化学、光化学、高分子科学、光機能材料)

指導教員： 瀬川浩司

( 印主指導教員 )

### 内容説明

化石燃料の消費量を減らし炭酸ガスの排出を抑制するため、さまざまな代替エネルギーの研究が行われている。光エネルギーを直接電気エネルギーに変換する太陽電池は有用であるが、シリコンを素材とする既存の太陽電池の製造コストが極めて高いことや、暗所で使えない欠点から、利用が広がっていないのが現状である。最近、有機色素と酸化チタンを組み合わせた「色素増感太陽電池」が発表され、シリコン系太陽電池に替わる低コスト太陽電池として大きな期待を集めている。この色素増感太陽電池は、カラフルな太陽電池やフィルム型プラスチック太陽電池にできる。当研究室では、導電性高分子と色素増感太陽電池を組み合わせ、太陽電池そのものに光を当てるだけで蓄電できる新型太陽電池の開発を行っている。(本研究は、NEDOの課題として行われている。)本研究では、その高性能化について研究する。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 自己組織化した分子集合体の物理化学

(物理化学、分子集合体、光化学、電気化学)

指導教員： 瀬川浩司

( 印主指導教員 )

内容説明：

共役系を持つ分子の中には「J会合体」と呼ばれる特殊な構造体を形成するものがある。J会合体は、分子集合体全体にわたって非局在化するエキシトンに由来する極めて先鋭な吸収によって特徴づけられる。一方これらは、ある条件下ではH会合体など別の種類の構造をとることもある。H会合体の場合は、隣接する電子系の重なりが極めて大きいため、古くから電子の良導体としての機能が期待されてきた。こうしたJ会合体やH会合体は、励起子や電子の輸送ばかりでなく、その特殊な構造に基づくさまざまな機能が期待される。当研究室では、クロロフィルに類似した構造を持つポルフィリンが界面で自己組織化してJ会合体を生じることを報告した。また、条件によりナノシート(単分子膜)、ナノファイバー、ナノ結晶などを生じることを見出した。本研究では、こうした特殊な分子集合体がどのような条件で生じるのか、また、どのような物理化学的機能を発現しうるのか、基礎物理化学的研究を行う。

瀬川浩司

(機能分子科学): ナノ構造をもつ分子システムに関する物理化学的研究を行う。  
具体的研究項目は、光合成モデル分子系や自己組織化した分子集合体の物理化学、  
ラジカル配列分子系の導電性や磁性など、光エネルギー変換から情報変換にわたるさまざまな機能分子系に関するものである。このほか、蓄電できる太陽電池など、エネルギー問題の解決につながる応用研究も行っている。



## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： フレキシブル色素増感型太陽電池の高効率化に関する研究

指導教員： 宮坂 力 (TEL 045-974-5055, miyasaka@cc.toin.ac.jp)

瀬川浩司 (TEL 03-5454-6579)

( 印主指導教員 )

内容説明：

ナノテクノロジーのさきがけとして注目される“色素増感型太陽電池”は、色素の吸収する光エネルギーを半導体ナノ粒子と電解液の接合界面を利用して電気エネルギーに変換するデバイスである。このユニークな電気化学方式の太陽電池は光合成の人工モデルであり、そのエネルギー効率は 10%以上とアモルファスシリコン太陽電池と競うレベルにきている。光触媒用の低コストの酸化チタンを用いて環境にやさしく作れることもメリットである。

本研究ではこの環境効果を最大限に引き出す方法として、低温下の成膜技術を使って太陽電池をフレキシブルなプラスチックフィルムに転換し、人工の葉 (synthetic leaf) のような電池を創製することを目指す。本研究室はこのフィルム型色素増感太陽電池の研究ですでに世界トップクラスの効率 (5%以上) に到達しているが、本研究では、さらなる新機能を加えることで、性能向上にチャレンジする。

本研究は、企業との連携も活用し次のようなプロジェクト研究として進める。

- 導電性プラスチックフィルム上への酸化チタン半導体膜の低温成膜
- 各種の増感色素を用いたカラフル太陽電池の製作と効率測定
- 集電能力にも優れた大型フィルム太陽電池モジュールの試作
- 色素増感フィルム太陽電池を使った携帯デバイス，液晶 TV 等の駆動実験



2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 蓄電能力をもつ新しい薄型太陽電池の開発研究

指導教員： 宮坂 力 (TEL 045-974-5055, miyasaka@cc.toin.ac.jp)

瀬川浩司 (TEL 03-5454-6579)

( 印主指導教員 )

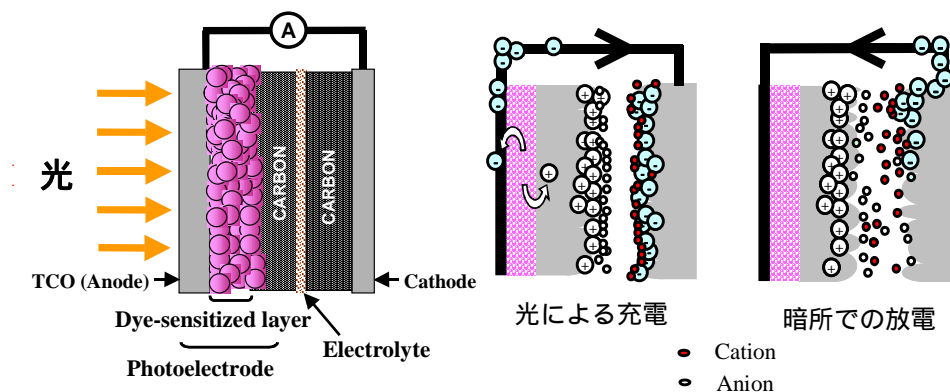
内容説明：

ベル研究所が世界初の太陽電池を発表した1954年からちょうど半世紀が経過したが、太陽光の電力変換法としてまだ実現できていないものが1つある。それは発電だけではなく、その場で蓄電の可能な太陽電池の開発である。太陽電池は蓄電器がなければ夜間に使うことはできないため、現在市販されるソーラーパネルは電力会社に売電する方式で使われており、自立型の電源としては役立っていない。本研究では自立型の太陽光発電素子すなわち蓄電の可能な太陽電池を実現することを目的とする。蓄電型の太陽電池を使えば、電力系統の全く無い土地や地震や災害で電力インフラを失った非常時においても太陽エネルギーの利用が可能となり、環境ならびに民間生活への貢献は大きい。

その場で蓄電できる新しい素子の研究開発に向けて、本研究テーマは2つの方法でアプローチする。1つは「光によって充電をするキャパシタ」、もう1つは酸化還元反応を活用する「光電気化学二次電池」である。2つのテーマでは半導体のナノテクノロジーに色素分子の光化学を組み合わせたハイブリッド技術を用いて、光蓄電素子の創製に挑む。2つのアプローチの基盤作りは概ねできあがっているため、本年度はそのレベルアップに向けて新しいアイデア、さらなる新機能を盛り込んでいく研究にチャレンジする。

本研究は企業とのコラボレーションも活用しプロジェクト研究として進める。

- 色素増感ナノ粒子にカーボンナノ粒子を組み合わせた電荷蓄積材料の創製
- 可視光吸収半導体とカーボンナノ粒子を組み合わせた電荷蓄積材料の創製
- 可視光吸収応答材料と酸化還元ポリマーを組み合わせた光蓄電材料の作製
- 上記の材料を用いて作る光蓄電型太陽電池を使った光蓄電の実験



## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 光電応答法による新しいDNAセンシングバイオ素子の研究

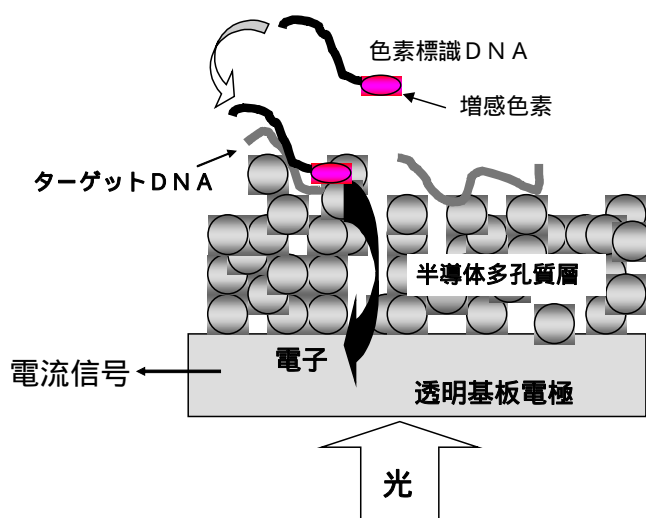
指導教員： 宮坂 力 (TEL 045-974-5055, miyasaka@cc.toin.ac.jp)  
( 印主指導教員 )

内容説明：

DNAを高い感度と定量性を持って検出する素子(チップ)は、狂牛病や鳥インフルエンザの発病検定など緊急を要する臨床検査には欠かせない技術である。DNAやポリヌクレオチドの検出には従来、蛍光標識検出法が用いられてきた。いわゆる蛍光画像判定によるDNA分析方法である。しかしながらこの方法は高感度であるが、定量的な測定ができず、また高価なシステムを必要とするために設置可能な医療機関に限られる問題があり、新しい検出法が望まれている。

そこで本テーマでは、定量的かつ安価なシステムを使って検出を行うことを目的として、電気化学界面での光電子移動を利用した独自の方法でDNAのセンシングを行う。すなわち、光電子移動反応を行う増感色素をDNAに標識もしくはインターカレート(挿入)させ、色素の光電応答を電気化学的な電流信号として拾うことによって標的の各種のDNAを光電流信号の波長スペクトルの形で検出する。多数のDNAが、スペクトルの形を変えて定量的に捕まるという方法である。本研究のバイオアッセイ実験は次のようなプロセスを進める。

- 半導体多孔膜による電極表面の被覆
- 多孔膜へのターゲットDNA(ポリヌクレオチド)の吸着
- 増感色素標識プローブDNAの複合による二重らせんDNAの形成
- 電極上の色素増感光電流作用スペクトルの検出(DNAのセンシング)



## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 無機ナノ粒子とポリマーを用いるハイブリッド有機太陽電池の研究

指導教員： 宮坂 力 (TEL 045-974-5055, miyasaka@cc.toin.ac.jp)  
( 印主指導教員 )

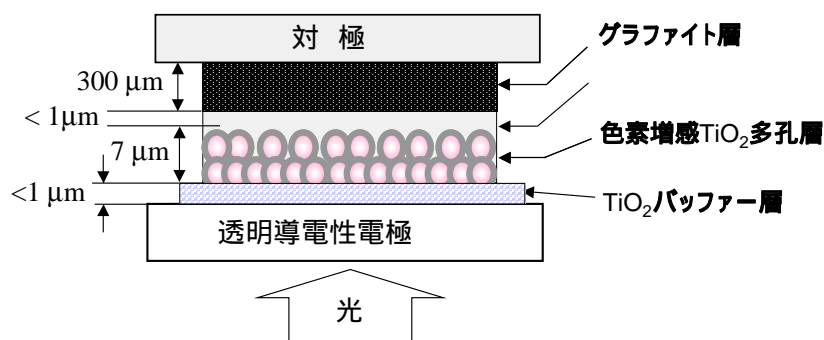
内容説明：

環境にやさしい次世代薄型太陽電池として欧米を中心に活発に研究されているものに有機太陽電池と呼ばれる光電変換素子がある。薄膜シリコンのように高温や真空を用いずにカーボンナノ材料を含めた有機薄膜をコーティングし積層する方法で作る薄型太陽電池である。有機薄膜が柔軟であることから基板をプラスチックとしてフレキシブルなプラスチック太陽電池にできることも利点の1つである。

本研究ではこの有機太陽電池を、半導体などの無機ナノ粒子と有機材料とくに伝導性ポリマーとの複合層構成によって作製し、太陽の可視光のもとで高いエネルギー変換効率を達成することをねらいとする。研究室では色素増感酸化チタン膜に導電性ポリマーを組み合わせた全固体型のセルを作製し、有機太陽電池としては最高レベルに近い3%の効率を達成している。本テーマではこの技術をさらに高い変換効率、高い機能性に向けてレベルアップさせるとともに、導電性プラスチック基板を用いてセルのフレキシブル化にチャレンジする。

太陽電池の作製と評価は次のようなプロセスを進める。

- 可視光に応答し光電変換を行う無機ナノ粒子による膜形成(電極上)
- 無機ナノ粒子上への電荷輸送ポリマーの被覆
- ポリマー上に対極材料としての炭素系薄膜の設置
- 上記のサンドイッチ型太陽電池の太陽光下での効率評価
- 無機ナノ粒子層とポリマー層の間に各種の電荷輸送中間層を挿入する検討
- 上記構成をプラスチック基板上に設けるフレキシブル太陽電池の作製



## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 光機能性分子配向膜を用いる人工網膜素子の創製

指導教員： 宮坂 力 ( TEL 045-974-5055, miyasaka@cc.toin.ac.jp )  
池上和志  
( 印主指導教員 )

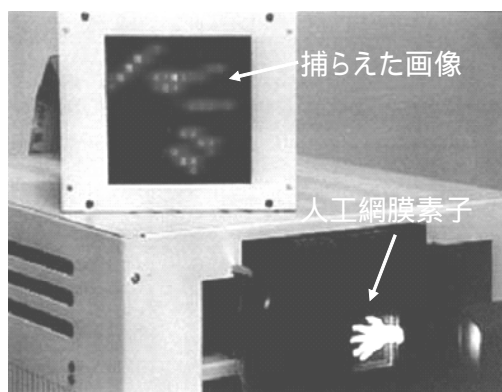
内容説明：

網膜の光センシング(視覚情報処理)を担う感光性たんぱく質“ロドプシン”の類似物質として存在するバクテリオロドプシン bacteriorhodopsin は、バクテリア(好塩菌)によって作られ、電極上に薄膜として担持すると、網膜に極めて近い光電気応答を生じる。この電気応答は、光の強度変化にだけ応答し動くターゲットを敏感に捕える能力すなわちモーションセンサの機能に対応する。このユニークな応答は、光プロトン輸送による pH 変化が電極の表面電位を変じて与える静電的な応答である。

この応答機能を持つ素子を画素として配列すると人工網膜素子の作製が可能となる。研究室ではすでに 256 画素からなる人工網膜をバクテリオロドプシンを含む天然紫膜を用いて試作しこれを使った動画検出のデモに成功している。本研究ではこの人工網膜素子を、バクテリオロドプシンのモデル物質である人工の光機能色素を用いて創製することを目的とする。

本テーマは次のようなプロセスで進める。

- 感光性色素分子の配向膜の電極上への形成 (LB 膜法などを用いる)
- パルスレーザーによる光電応答を使った色素分子配向度の計測
- 配向状態の制御による電気応答の最適化
- 画素アレイ電極に色素膜を固定化して人工網膜を作製する
- 動画のセンシング機能の測定



## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 分析化学的手法を用いた地球環境のゆらぎとサイクルに関する研究

指導教員： 松尾 基之 ， 久野 章仁  
( 印主指導教員 )

### 内容説明

環境問題は近年、高濃度汚染による局地的な被害（いわゆる公害問題）から低濃度汚染による地球規模の慢性被害へと、質的に変化を遂げつつある。環境中に排出された化学物質はどのような挙動をとり、どのような運命をたどるのであるか。そのことを考える際、忘れてはならない事は、もともと天然においても化学物質は動いているのであり、ある幅を持ってゆらぎつつサイクルをしているという事である。

本研究では、環境化学・地球化学の立場から、環境中における種々の化学物質・元素の自然の分布とそれに対する人為の影響の解明を目指している。具体的な研究は、各地のフィールドに出て目的とする環境試料を自らの手で採取することから始まる。実験室に持ち帰った試料は、種々の機器分析法を用いて、その中に含まれる化学物質・元素の量あるいはその化学状態を精密に分析する。このようにして得られたデータに種々の統計解析法を導入し、大型計算機あるいはパーソナルコンピューターを用いて人為の影響因子の解析を行う。

フィールドワークに興味を持った学生、環境問題自体に興味を持った学生、化学分析法・統計解析法に興味を持った学生、いずれも歓迎である。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：メスバウアー分光法を用いた環境評価法に関する研究

指導教員：松尾基之，久野章仁  
(印主指導教員)

### 内容説明

線を固体試料に当て、透過する線を検出すれば、試料を破壊することなくその中身に関する情報が得られる。これは、レントゲン写真を用いて人体を診断する方法に似ている。 $^{57}\text{Fe}$ メスバウアー分光法は、そのような線分光法の一つであり、 $^{57}\text{Co}$ から放出される線を用い、試料中の鉄原子の酸化状態(0価, 2価, 3価など)や磁性(磁石に着くか否か, またその強さ)を選択的に観測するのに用いられる。本研究では、そのようなメスバウアー分光法を固体環境試料に応用する。

先行研究では、大気浮遊粉塵や河川懸濁物中の $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 比が人口密集地や工業地帯で減少することから、 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 比が環境中における人間活動の影響評価の際の指標として有効であることを見いだした。また、水田土壌や河川堆積物中の鉄は、2価の状態のものが多く、これらの土壌中で還元状態特有の化学反応が進行していることが分かった。

なお、解析のためのプログラムは英国の化学者によって開発されたものであるが、当研究室では、パーソナルコンピュータ上において新たな解析システムを構築し、使用している。簡単な解析システムなので、本研究の中で、測定・解析を一体化したシステムの構築を検討してみたい人も歓迎である。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：酸性雨に対する土壌の酸中和能と化学組成に関する研究

指導教員：松尾基之，久野章仁  
(印主指導教員)

### 内容説明

現在、グローバルな環境問題がいろいろと取り上げられているが、酸性雨の問題は、国境を越えた環境問題として重視されている。我々の研究グループでは、酸性雨の問題を湖沼水の酸性化、および土壌、岩石、コンクリートの侵食といった面から検討を続けている。

大気中には二酸化炭素がおよそ370ppm含まれており、これが水に飽和すると、雨水のpHは約5.6となる。そこで通常はpHが5.6より小さいとき、これを酸性雨としている。欧米、わが国でも、現在、pH4程度の雨が降っており、生態系に対する影響が問題になっている。実際、北欧やカナダでは湖沼水の酸性化による魚の数の減少、ドイツでは森林の枯死の被害が報告されている。これに対し、わが国では雨の酸性度がこれらの国とほぼ同じ程度であるにもかかわらず、被害はあまり顕著ではない。

本研究では、日本の土壌の酸中和能に着目し、湖沼水の酸性化を防いだり、樹木が水を吸うまでに酸性を弱める能力のある土壌とは、どのような性質のものであるのかを、土壌の化学的分析によって明らかにする。そのために、日本各地で土壌採取のためのフィールドワークを行ない、実験室で化学分析および酸性雨に対するシミュレーション実験を行う。



## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 多摩川および干潟底質の環境評価に関する研究

指導教員： 松尾 基之 ， 久野 章仁  
( 印主指導教員 )

### 内容説明

多摩川は奥多摩湖に源を発し、東京都内および神奈川県との境を流れる代表的な都市河川である。今日、その流域はかつての畑や水田、丘陵といった風景を一変させ、首都圏で働く多くの人々の住宅地として変貌してきた。そうした土地利用の変化とともに、1960年代の高度成長期には、多摩川の水が汚れ、中流や下流部は都市の下水路のような様相を呈するようになった。その後、多くの人々の努力の結果、水質の改善、河原の自然の保護などが徐々に実行され、今日ようやく環境の回復のきざしが見え始めてきた。

本研究では、環境分析化学の立場から、多摩川および干潟底質の環境評価を行うことを目的とする。干潟としては、ラムサール条約に登録され人為的汚染が少ないと考えられる谷津干潟(千葉県習志野市)、および保全について話題になっている千葉県の三番瀬付近などを研究対象とする。具体的作業としては、多摩川や干潟に出かけて、河川水・懸濁物・底泥を採取し、種々の分析化学的手法(ICP質量分析法、放射化分析法、メスバウアー分光法、X線吸収微細構造法等)を用いて、それらの試料に含まれる化学物質の定量および状態分析を行う。この分析結果から、人間活動に由来する汚染の度合や、干潟の環境を評価する。また、底泥中に生息するバクテリアを用いて、実験室内にて環境浄化に関するシミュレーション実験も試みる。

環境問題に興味を持った学生、フィールドワークに興味を持った学生、化学分析や統計解析法に興味を持った学生、いずれも歓迎である。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：鉄板のさびを指標とした大気環境のモニタリング

指導教員：松尾基之，久野章仁  
(印主指導教員)

### 内容説明

現在、我々人類が使用する金属のうちで最も使用量が多いものは、何と云っても鉄である。しかしながら鉄は、アルミニウム、銅、亜鉛、錫やそれらの合金に比べて、湿った空气中でさび易いという欠点がある。本研究では、鉄のこのような欠点を逆手にとり、薄い鉄板表面に生成したさびの種類と量を、化学的に分析することにより、鉄板のおかれた場所の大気や雨水の環境モニタリングを行うことを目的とする。

具体的作業としては、厚さ0.1mm、25mm×25mmの鉄小片を様々な環境中(高速道路沿い、工業地帯、住宅地、山間部、海岸地帯など)につるしておき、一定期間後に実験室に持ち帰る。鉄板表面のさびは削り落とさずにそのまま、散乱電子メスバウアー分光装置(試料を非破壊のまま、試料中に含まれる鉄の化学状態の分析を行える分析機器)にかけ、さびの種類を解析する。同じさびでも、自動車の排気ガスによるものと、海塩によるものではその種類が異なるので、それぞれの影響が鉄片の設置地点にどの程度及んでいるかを知ることができる。修士課程の2年間に、なるべく多くの地点にこの方法を適用し、有効性を実証する。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 堆積岩から推定する古海洋の酸化還元環境

指導教員： 松尾 基之 ， 久野 章仁 ， 磯崎 行雄  
( 印主指導教員 )

### 内容説明

堆積岩の一種であるチャートは、ほぼ95%が細粒の石英( $\text{SiO}_2$ )からなっており、その他に少量の鉄鉱物や粘土鉱物を含んでいる。愛知県犬山地域に産する層状チャートは、古生代/中生代境界(P/T境界)直後のトリアス紀の遠洋深海性堆積物である。P/T境界においては、生物大絶滅が報告されており、その原因となった環境変動を推定する上でこのチャートの分析は重要である。

本研究では、固体試料中に含有される鉄の化学状態の決定あるいは鉄化合物の同定を、非破壊の状態(酸などに溶解しないということ)で行うことのできる、 $^{57}\text{Fe}$ メスバウアー分光法を主要な手段として用いる。すなわち、チャートに含まれる鉄の酸化還元状態が、堆積後の変性作用に左右されず、堆積当時の状態を反映することを利用し、鉄をプローブとして、古海洋の酸化還元環境を推定する。また、元素の種類によっては、酸化還元状態の違いにより、溶出したり沈殿したりするものもあり(たとえばウラン、マンガン、硫黄など)、これらの元素分析の値も併せて利用し、さらに正確な古海洋の酸化還元環境の推定を試みる。

最終的には、岩石試料の年代以降、すなわち38億年前以降の海洋の酸化還元環境の変動の様子を明らかにすることを目指す雄大な研究テーマである。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 昆虫と植物の相互作用の進化

指導教員：

(印 主指導教員)

嶋田 正和

内容説明

昆虫は地球上で記載された生物種の3/4を占め、非常に多様な生活史を示す。特に、餌として利用する植物との相互関係は、進化・系統の観点から見ると、大変興味深い。本研究では、植食性昆虫を対象として、まず以下の実態を把握する。

- ・ どのように植物を利用しているか？
- ・ 寄主植物を利用するとき、どのような空間分布が見られるか？
- ・ 昆虫の季節消長の実態は、どのように寄主植物に依存しているか？
- ・ 生活史には、どのような地理的変異が見られるか？
- ・ 昆虫の近縁種どおしを比べると、それらの寄主植物との系統関係には、どのような対応が見られるか？

これらの実態把握を基礎として、生活史の進化や、寄主利用の行動生態学、昆虫と植物の相互作用の進化、分子系統による解析など、さまざまなテーマを開拓して研究する。

特に材料の希望のない場合には、植物との相互作用に高い種特異性が見られるマメゾウムシとマメ科植物を勧める。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 動物の社会行動と協力の進化ゲーム

指導教員：

( 印、主指導教員)

嶋田 正和

内容説明：

本研究では、進化のゲーム理論の発想に基づく進化的に安定な戦略（競争状況下での最適戦略）の観点から、動物の繁殖や社会行動における協力（cooperation）の発生とその解消に関する意思決定ゲームを研究する。主に文献調査に基づく動物の示す実態把握と、それを対象としたモデル構築/シミュレーション解析からアプローチする。

社会行動の進化ゲームの切り口

動物の社会性は、まさに進化ゲームの戦場である。以下の問題を研究する。

- ・ 利他行動はどのような状況で進化するか？
- ・ 利他行動は血縁者に限って進化するのか？（そうではないはず）
- ・ 血縁関係にない相手と協力するには、どのような条件が必要か？
- ・ 何のために、どういう相手と群れをつくるべきか？
- ・ いかなるときに群れを解消すべきか？

動物の社会行動に関する強い興味・勉強する意欲と、シミュレーション解析するための最低限のプログラミング技術を要求する。それ以外のことは、研究室に入ってから随時教える。ほとんどは英語で書かれた論文やテキストで勉強する。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 生物多様性の進化理論：絶滅と種分化がもたらすもの

指導教員：

( 印、主指導教員 )

嶋田 正和

内容説明

生物集団は、環境の変化や侵入生物などの影響により、ある地域から絶滅する危機にしばしば見舞われる。しかし一方で、状況の変化は新しい環境を与え、それに適応する過程で生物の種分化も生じる。変化する環境では、生物集団の絶滅も起こる代わりに、一方では、急速に個体群が分化し、進化し、新たな生物間相互作用を自律形成していくのも、また生物集団の特性である。

本研究では、最近注目を浴びている生物多様性に焦点を当て、進化的時間スケールで生物多様性を変化させる2つの過程である絶滅と種分化の繰り返される進化シミュレーションを行う。それをもとに、以下のような具体的な課題を通して、生物多様性の進化理論を構築する。

- (1)環境変動はどのように種分化と絶滅に影響するか？
- (2)集団サイズは種分化と絶滅の双方に大きく効く。分集団構造を持つ環境と、連続した大集団とで、種分化と絶滅の速度はどのように変わるか？
- (3)海洋の群島のように、相互に隔離された分集団構造を持ち、生物の移住で緩くリンクした生態系では、なぜ爆発的な速さで種分化が進行するのか？
- (4)多様性と生産性（個体数密度）の間には、進化的にどのような関係が生じてくるのか？

数値シミュレーションを遂行できるプログラミング技術は最低限必要。進化と絶滅に関わる集団遺伝学の勉強は、研究室に配属されてから随時教える。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 昆虫における資源奪い合いの進化ゲーム

指導教員：

( 印、主指導教員 )

嶋田 正和

内容説明：

昆虫には、葉・種子などユニット状の資源を利用する際に、複数個体で利用し始めても1匹だけが競争に勝ち残り、資源を独占して大きく育つタイプがいる(コンテスト型、勝ち残り型)。反対に、複数個体どおしが資源を分け合って育ち、密度が高いときには共倒れを起こしかねないタイプ(スクランブル型、共倒れ型)もいる。マメゾウムシ科の昆虫は、1粒の種子内が幼虫にとっての全空間で、典型的なユニット状の資源を利用する動物である。マメゾウムシ科には、上記の双方のタイプが見られ、さらに、ヨツモンマメゾウムシのように、同一種でも地域集団によってコンテスト型からスクランブル型まで種内変異を示す種もいるため、このテーマの研究には適した材料である。

資源の奪い合い行動は、集団の個体数動態に大きく影響することは従来より知られていた。しかし、どういう条件でどんなタイプが進化するかに関しては、単純な進化ゲームモデルがいくつかあるものの、実態と合わない面が多く、まだ未解決である。本研究では、個体別の資源配分スキームに基づき、資源ユニット内の個体ごとの適応度の期待値を計算するモデル化を試みる。それにより、適応度が最大化されるコンテストの度合い(進化的に安定な戦略、ESS)とその進化条件を明らかにしたい。進化のゲーム理論に基づくモデルの数値計算だけでなく、マメゾウムシなどの材料を対象に、実験など併せて行うことを奨励する。

論 文 題 目

生物多様性のバイオインフォマティクス

指 導 教 員

○伊藤 元己

内 容 説 明

地球上の生物は現在約 200 万種が科学的に知られている(記載されている)。しかし、実際はもっと多くの種が存在していると考えられ、数千万種とも数億種とも推定がされている。このような膨大な情報はもはや計算機抜きには扱うことが困難であり、生物学と情報科学という 21 世紀の科学を代表すると考えられている分野間の融合が必要とされている。また、地球環境問題の解決の観点からも生物多様性の情報が必要とされており、この分野の発展は急務となっている。本テーマでは以下のような研究が考えられる。

1. 生物多様性評価法の開発

上記のように、地球上の生物の多くが科学的に知られていない。しかし、環境問題などで、ある場所の生物多様性を評価するには、その場所に生息する生物種すべてを把握する必要があるが、未知種がすべて記載されるまで待つことはできない。このギャップを乗り越えるため、すべての生物に共通する DNA 情報を用いて生物多様性を把握、評価する方法の開発を行う。

2. 生物多様性予測モデリング

GBIF (Global Biodiversity Information Facility) などの国際機関により、大量の標本・観察データの電子化が進められている。このような多量の生物多様性情報を解析することにより、これまで見えてこなかった生物多様性の側面が明らかになってくると思われる。本研究では、生物の分布情報を基にして、生物分布や環境との関連や時系列的変化の解析を行う。また、シミュレーションによる生物分布に関する将来の予測法を確立し、種の絶滅や移入種などの、現在、問題になっている環境問題に対応する方法を開発する。

3. 多様性情報知識ベースの作成

生物はこれまで分類学による記載・体系化というプロセスをへて分類体系され、現在約 200 万種が知られている。しかし、これらの種に関する知識断片はさまざまなところに分散している。さらに生物群によっては専門家も少なく、現在では種の同定も十分にできないような現状である。本テーマではこれまでの分類学的知見を始め、さまざまな生物情報をデータベースとして集積し知識ベースとして活用できるようなシステムの開発を行う



## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

# 植物の種分化解析

### 指導教員

(○印主指導教員)

○伊藤 元己

### 内容説明

「種とは他の集団から生殖的に隔離された互いに交配可能な個体からなる集団」とする定義がある。これは生物学的種概念と呼ばれるもので生殖的隔離の有無、すなわち遺伝的な交流があるかないかで「種」を規定しようとする考えである。このような種の定義では生殖的隔離機構の形成が種分化の機構とことになる。しかし、植物の「種」は生物学的種概念では十分に理解することができない例が数多く見られる。

本研究では実際の植物個体群内や個体群間、あるいは近縁種間においてどのような変化が起きているかをさまざまなレベルで解析を行い、植物における種分化機構と「種」の存在様式を解明しようとするものである。実際の個々のテーマは野外観察主体の研究や室内での実験主体の研究など、各自の希望により対象植物群と解析方法を選択して決める。例として下記のようなテーマが考えられる。

- (1) 大洋島（小笠原諸島）での適応放散的種分化
- (2) 種内倍数体を伴う種分化
- (3) 無配生殖種の種分化
- (4) 生殖的隔離の分子機構
- (5) 種内遺伝的多様性の保全生物学的研究

論 文 題 目

植物の形態形成システム進化の分子進化学的解析

指 導 教 員

(○印主指導教員)

○伊藤 元己

内 容 説 明

高等植物では細胞壁の存在のため細胞の移動が困難であり、その「形」は細胞分裂とその後の細胞分化により決定される。最近のシロイヌナズナを始めとするモデル植物の分子生物学的研究により、植物の器官分化に関わる遺伝子群の特定や各遺伝子の相互関係が明らかになってきた。本研究では植物の形の進化に重要な役割を果たしたと考えられる遺伝子群を多様な進化段階の植物群でクローニングし、その分子進化を解析するとともに各植物群で果たしている機能を解析することによって植物の形態進化を明らかにしていく。以下に挙げたテーマ以外でも興味のある植物群や器官を選んで研究してもよい。

(1) 花の起源

被子植物の花の原始的形態—すなわち最初の花がどのような形をしていたかは、さまざまな分野からの研究にも関わらずいまだに明らかになっていない。本研究では多様な形態の花を持つ植物の花形態形成に関わる遺伝子発現システムを比較することにより花の原始的形態を明らかにしていく。

(2) 花の進化

被子植物の花は非常に多様な形に進化している。本研究では1つの科内で多様な形態の花を持つキンポウゲ科でどのような遺伝子の変化により花の形が進化したかを明らかにし、その適応進化的解析を行う。

(3) 植物の多細胞化に伴う分子的進化

現在、陸上で繁栄している植物（陸上植物）は単細胞藻類（接合藻類）から多細胞藻類（シャジクモ藻類）を経て進化してきた。これまでの我々の研究から単細胞藻類から多細胞藻類への進化の過程で多くの形態形成に関わる遺伝子の変化が起こったことがわかってきている。本研究では多細胞化に関与した遺伝子システムの分子進化を明らかにする。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論 文 題 目

# 適応進化の分子進化学的解析

### 指 導 教 員

(○印主指導教員)

○伊藤 元己

### 内 容 説 明

ダーウィンの進化論以来、自然選択は生物進化において重要な要素と考えられてきている。しかしながら自然選択が実際の生物に対しどのように働いているかについてはまだ十分明らかになっておらず、特に生物の適応に直接関与するような遺伝子が受けている自然選択についての解明はこれからの進化学上の大きな課題である。

本研究では種内や個体群内において対象遺伝子が著しい多型を維持し、正の自然選択を受けていると考えられる以下のような対象において、実際に遺伝子レベルでどのような選択がされているかの解析を行う。

- (1) 自家不和合システム (植物における自他認識)
- (2) 耐病性遺伝子
- (3) マメ科植物-根粒菌の共生システム
- (4) 植物と昆虫の共進化

その他にも興味のある対象があれば自由に選択してよい。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論 文 題 目

# 性の進化学的研究

### 指 導 教 員

(○印主指導教員)

○伊藤 元己

### 内 容 説 明

我々ヒトにとって、雄・雌の2つの性が存在することは、ごく当たり前の事柄である。しかし、生物の世界を広く見渡してみると、性を持たない生物や、複雑な性表現を持つ生物が数多く存在する。また、数理生物学の理論上でも、有性生物は無性生物に比べて必ずしも有利ではない。本研究では、性の存在意義や、複雑な性表現の持つ意味を、進化学的観点から解析し、生物の性の持つ意義を明らかにしてゆく。

実際の研究では、対象生物群を決め、そのフィールド調査や操作実験など、実際の生物を扱う研究を中心に行って、適応度の解析をする。その結果を既存の数理理論の予測に照らし合わせて考察し、必要なら新たな数理モデルの構築も行う。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

# 生物進化のバイオインフォマティクス – *in silico* 研究

### 指導教員

(○印主指導教員)

○伊藤 元己

### 内容説明

最近の遺伝子生物学とゲノム生物学の発展により、膨大な量の DNA 塩基配列データが蓄積されてきている。このような大量の情報を扱うには計算機科学的な手法が不可欠になっている。最近ではバイオインフォマティクスの研究として *insilicobiology* が行われるようになってきた。本研究では DNA 塩基配列データベースを用いて、生物の進化について情報学的側面から明らかにしようとするものであり、以下のようなテーマが考えられる。

#### 1. 大規模系統解析

これまで数多くの生物種に関する多量の DNA 塩基配列データが DNA データバンクに登録されてきた。本研究ではこれらのデータバンクに登録されたデータを用いて大規模な系統解析を行い、生物の系統進化を明らかにしようとするものである(本研究に関しては中村先生のテーマも参照のこと)。

#### 2. 植物の遺伝子ファミリー進化の分子進化学的研究

シロイヌナズはすでに全 DNA 塩基配列が決定され、イネについてももうすぐ決定が終了する。このような全ゲノム配列には、単一の祖先遺伝子から、遺伝子重複とその後の機能分化により大規模な遺伝子ファミリーを形成しているものがみうけられる。本研究では、遺伝子ファミリーを系統的に解析することにより、分子進化とそれに伴う遺伝子の機能分化について明らかにしてゆく。

## 2006 年度修士論文題目および内容説明

### 論文題目

葉緑体におけるクロロフィル生合成酵素の複合体形成とその調節

### 指導教員

○増田 建（○印は主指導教員）

### 内容説明

クロロフィルは光合成色素としてアポタンパク質と結合することで、葉緑体において、主に光化学系 I、II およびそれぞれの光捕集アンテナ複合体よりなる、光合成光化学系を構築している。またクロロフィルの前駆体が、葉緑体由来のシグナル分子として核コードの光合成遺伝子の発現制御に関わるとの報告が成されている。このような葉緑体内における光化学系へのクロロフィルの分配や葉緑体から核へのクロロフィル前駆体の放出は、クロロフィル生合成酵素が調節していると考えられる。私たちの研究により、クロロフィル生合成酵素が葉緑体膜状で複合体を形成することにより、クロロフィル代謝の流れを決めているモデルが提案された。そこで、本研究では酵母ツーハイブリッド法や免疫沈降法を用いて、クロロフィル生合成酵素の複合体形成を明らかにするとともに、クロロフィル代謝に変異を来した変異株における複合体形成のメカニズムを明らかにすることで、その調節機構を明らかにすることを目的とする。実験では、生化学・分子生物学的手法を用いて行うため、これらについての基本的な知識と実験手法を習得していることが望まれる。

## 2006 年度修士論文題目および内容説明

### 論文題目

酸化還元レベルによる葉緑体でのテトラピロール生合成酵素の活性調節機構

### 指導教員

○増田 建（○印は主指導教員）

### 内容説明

葉緑体内の酸化還元レベルは光合成光化学系の活性などに応じて変化する。また葉緑体内における多くの酵素活性は、この酸化還元レベルの変化に応じて調節されることが知られている。この調節には、酸化還元レベルを感知し、標的タンパク質に伝達する、チオレドキシンのようなタンパク質により行われている。最近、チオレドキシンの標的タンパク質のプロテオーム解析により、葉緑体でのテトラピロール生合成系の制御段階を担う複数の酵素がチオレドキシンの標的タンパク質の酵素として見出された。この結果は、クロロフィルやヘムなどの生合成系も、葉緑体内の他の代謝系同様、システムチックな制御を受けることを示唆している。そこで本研究では、葉緑体内の酸化還元レベルによる葉緑体機能制御の解明を目的として、テトラピロール生合成酵素のチオレドキシンの活性調節機構の解明を行う。実験では、組み換えタンパク質およびその変異体を用いて、チオレドキシンの酸化還元状態の変化、活性、および複合体形成について解析を行う。実験では、生化学・分子生物学的手法を用いるため、これらについての基本的な知識と実験手法を習得していることが望まれる。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：昆虫類における内部共生及び高度な生物間相互作用の機構、起源、進化の解明

指導教員：○深津 武馬

内容説明：

当研究室では、以下のような多様な研究を展開している。

- ・新規内部共生微生物の探索および進化的起源の解明（多様な昆虫類、ヒル類）
- ・二次共生細菌の多様性と生物学的機能に関する研究（アブラムシ）
- ・多重共生系における宿主－共生体および共生体－共生体間相互作用の解析（アブラムシ、アズキゾウムシ、ショウジョウバエ）
- ・共生微生物により宿主生物に賦与される新規生物機能の解析（アブラムシ、カメムシ）
- ・共生細菌から宿主へのゲノム水平転移の進化過程および分子機構の解明（アズキゾウムシ）
- ・共生細菌による宿主昆虫の生殖操作の分子機構の解明（ショウジョウバエ）
- ・腸内共生細菌のカプセル伝達システムを利用した、宿主－共生者間の共進化の実験生態学的解明（マルカメムシ）
- ・外界細菌獲得型の共生系構築現象に関する生態、生理、分子機構の解明（ヘリカメムシ）
- ・社会性アブラムシにおける兵隊分化の生態、生理、分子機構の解明（アブラムシ）
- ・昆虫による植物の形態操作であるゴール形成機構の解明（アブラムシ、エゴノキ）

こういった課題に取り組みながら、以下のような本質的な問いに対する具体的な理解を深めていくことをめざす。

内部共生関係や寄生関係の進化的起源はなにか？内部共生に関わる分子機構にはどのようなものがあり、そこでは実際にどのような遺伝子が機能しているのか？遺伝子水平転移や細胞内小器官の進化過程について、どのような洞察が得られるのか？内部共生によってどのような新規機能が獲得されうるのか？内部共生系がなぜ安定に維持されうるのか？宿主生物の体を1つの生態系としてとらえたとき、宿主－共生微生物および共生微生物－共生微生物の間にはどんな相互作用がみられるのか？ある生物がどうやって他の生物の生殖、行動、形態といった高次の生物現象を自在に操作できるのか？どのような生態的、生理的、分子的機構によって生物の社会性が構築され、維持されているのだろうか？



## 2006年度修士研究論文題目の説明

論文題目：最近6億年間の海洋環境の永年変化

指導教員：磯崎 行雄 ・松尾 基之

内容説明：

地球史46億年の中で、顕生代と呼ばれる最近6億年の部分は化石記録が豊富で、生物の多様化/複雑化あるいは大型化の歴史が詳しく解明されている。しかし、それらの進化がおきた現場である各時代の地球海洋の性質の変化は、必ずしも明らかになっていない。例えば、海水の塩分濃度、酸化還元電位、同位体組成などの詳細は不明である。本研究では、過去の海洋に堆積した岩石/地層を用いて、古い海洋の性質を時間連続的に解読することを試みる。中でも、生物界に大きな変化が起きたタイミングに焦点を当てる。具体的には、すでに世界各地から採取した試料を用いて詳細な化学分析を行う。さらに必要に応じて追加のサンプリングを行う。

参考文献：

丸山茂徳・磯崎行雄「生命と地球の歴史」岩波新書, no.543 (1998)

熊沢峰夫ほか編「全地球史解読」第6章. 東大出版会(2002)

<http://esa.c.u-tokyo.ac.jp/earth/>

## 2006年度修士研究論文題目の説明

論文題目： 史上最大規模の生物大量絶滅の原因解明

指導教員： 磯崎 行雄

内容説明：

46億年に及ぶ地球史のなかで、化石が多産する最近5.5億年間に主要な生物大量絶滅事件が5回おきた。恐竜やアンモナイトが絶滅した6500万年前の事件の原因が小天体の衝突にあったことが解明されたが、それををはるかに上まわる大規模な絶滅事件が2.5億年前（古生代・中生代境界）でおきた。これまでの研究で、地球内部に起因する異なったメカニズムでひきおこされた可能性が指摘されており、いま最も注目されている研究テーマの一つであるが、その原因やメカニズムはまだ十分明らかにされていない。

本研究では、それらの事件の唯一の記録媒体である、当時の海底に堆積した地層を様々な地質学的・地球化学的手法で解析し、当時の生物群の変化や地球表層環境の変化を解明し、それを引き起こした原因の探求を試みる。具体的には、日本国内また世界各地（北米、中国、ロシア、アフリカ etc.）へ野外調査に出かけ、岩石試料採取を行い、研究室内でそれらの分析を行う。

本研究は、我々人類がすむ地球環境フレームワークをどのように理解するのかということと深く関係している。

参考文献：

丸山茂徳・磯崎行雄「生命と地球の歴史」岩波新書, no.543 (1998)

熊沢峰夫ほか編「全地球史解読」第6章. 東大出版会(2002)

<http://esa.c.u-tokyo.ac.jp/earth/>

## 2006年度修士研究論文題目の説明

論文題目： 原生代／顕生代境界事件の研究

指導教員： 磯崎 行雄

内容説明：

約 7.5-6 億年前の地球で、当時の地表が赤道域まで凍りつく全球凍結という異常な氷河時代がおきたことが最近明らかになった。この事件の直後に、大型生物や硬い殻をもつ生物が出現し、それまでのバクテリア主体の地球生命圏の様子が大きく変わった。また大気酸素分圧も急激に増加した。

本研究では、唯一の記録媒体である、当時の海底に堆積した古い地層を様々な地質学的・地球化学的手法で解析し、当時の生物群の変化や地球表層環境の変化を解明し、それを引き起こした原因の探求を試みる。具体的には、世界各地（北米、欧州、ロシア、中国 etc.）へ野外調査に出かけ、岩石試料採取を行い、研究室内でそれらの分析を行う。

本研究は、我々人類がすむ地球環境フレームワークをどのように理解するのかということと深く関係している。

参考文献：

熊沢峰夫ほか編「全地球史解読」第6章. 東大出版会(2002)

<http://esa.c.u-tokyo.ac.jp/earth/>

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 非球対称天体の構造と安定性

指導教員： 江里口良治

内容説明：

私の研究室での主要な研究対象は、回転していたり連星系をなしている恒星です。恒星が回転していたり、その周りに別の恒星やディスクがあったり、強い磁場があると、構造が単純ではなくなり、平衡状態を求めること自体が難しくなります。そこで、第一には、

平衡状態を求めるための計算方法の開発とその応用

が課題です。これは、たとえば、1) ブラックホールのまわりの重いディスクの構造と時空を求めたり、2) 連星中性子星の準定常状態の構造を求めたり、3) 回転している高温のコンパクト星の構造を求め、ゆっくりとした時間尺度で中性子星を形成する新しい中性子星の形成過程を追い、Thorne-Zytkow 天体と呼ばれる天体の存否を調べたり、といったことがあります。また、4) 高速回転星の熱的な構造を求めるために、子午面内の流れを含めて恒星の内部構造を解き、回転星の進化を研究するための基本的な道具立てを作ろうという計画も始めたいと思っています。さらに、天体では磁場の影響が至るところに見られますが、5) 磁場をもつ中性子星の構造を求めるという研究も開始し、様々な形状が求まり始めています。

こうした平衡状態や定常状態が求まると、それらの安定性が問題となります。そのための解析法は理論的には知られていましたが、実際に数値計算によって求めることは意外に難しく、数年前までは誰もきちんとした結果を系統的に出すことができませんでした。私の研究室では、数年前にかなり強力な数値計算法を開発することに成功し、様々な安定性を調べ、いくつもの新しい不安定性を世界に先駆けて見いだしてきました。その安定性の解析法は、ニュートン重力の場合から一般相対論的な場合への拡張もなされ、今後はさらに広い範囲での安定性・振動の解析を行っていく予定です。つまり、第二の課題は、

平衡状態の安定性の解析

ということになります。

私の研究室に入学した場合には、以上に述べたことのどれかを中心として研究をしていくことになると思います。

質問は電話(03-5454-6610)でも、email ([eriguchi@esa.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:eriguchi@esa.c.u-tokyo.ac.jp))でも受け付けます。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 地球中心核の進化

指導教員： 小河正基

内容説明：

地球の中心には、高温のため融けた鉄でできた、半径3500kmの核が存在する。この核は、周りを取り巻くマントルと呼ばれる岩石でできた厚さ3000kmの層で起こる対流運動(マントル対流)のため熱を奪われ、それがために、核の内部でも対流運動が起こり、いわゆるダイナモ作用によって地球磁場が生成されている。近年、この地球磁場の強さは、今から25億年以上前の太古代と呼ばれる時代にはおおむね弱く、太古代の終わりから、その次の時代である原生代(25億年～5.5億年前)の始め頃にかけて急に強くなったことが地質野外調査で明らかとなってきた。この磁場の強さの変化は、過去に核がどれだけマントル対流により強く冷却され、核内部の対流運動がどれだけ強く起こったかを反映している。この研究課題は、近年徐々に明らかになりつつあるマントル進化の全体像に基づき、マントル対流の数値シミュレーションを行い、核が時代とともにどのように冷却されていったかを解明することを目的とする。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目: ブラックホールや中性子星の形成、合体 (仮)

指導教員: 柴田 大 (しばた まさる)

内容説明:

超新星爆発や 線バーストといった天体現象が、近年たびたび観測されるようになった。これらの現象には、大質量星の重力崩壊および中性子星やブラックホールの形成といった一般相対論的現象が付随している。こういった一般相対論的かつダイナミカルな天体現象を理論的に明らかにするためには、数値シミュレーションが必要不可欠である。当研究室では、一般相対論の数値シミュレーションを実行し、上述のような高エネルギー天体現象を解き明かすことを目指している。具体的な研究対象は、以下のいずれかである:

- 回転する大質量星の重力崩壊によるブラックホールや中性子星の形成
- 回転する中性子星のブラックホールへの重力崩壊
- 高速回転する中性子星の振動および非軸対称変形
- 連星中性子星の合体
- 超巨大ブラックホールの形成
- ブラックホール連星の公転平衡状態
- ブラックホールと中性子星からなる連星の平衡状態
- ブラックホールによる中性子星の潮汐破壊
- ブラックホールや中性子星周りの降着流やジェット

ところで、これらの現象では、重力波やニュートリノが大量に発生し得る。そこでそれらの放射量を見積もり、観測可能性を吟味することもテーマとなる。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 連星系の進化—共通外層進化

指導教員： ○ 蜂巢 泉

### 内容説明：

星と星とがお互いの周りを回っている系を、連星系と呼ぶ。星が進化すると膨らみ、自身の自己重力圏をあふれたガスは、相手の星へ流れ込む。このように連星系中の星は、単独で存在する星と違った進化の道筋を歩む。1980年代に連星系の星の進化(ガスのやりとりを含めて)は大いに進歩した。しかし、もっとも重要な問題点のひとつである、共通外層進化(Common Envelope Evolution)の問題が未解決のまま残されている。

相手の星からのガスの流入が、熱の流れる時間スケールよりゆっくりと降ってくる場合は、重力エネルギーを開放して熱くなったガスから、熱が出て行き、ガスは縮み、次第に星に積もることができる。それに反して、相手の星からのガスの流入が非常に速い時間スケールで起こると、ガスから熱が流れて、収縮する時間が無いので、星の回りにガスがあふれ、最後には系の外に流れ出していってしまう。この時に二つの星を取り囲むように共通外層(Common Envelope)が形成されるので、この共通大気の中で二つの星が公転運動を行うようになる。二つの星は、周りのガスから抵抗を受けて、次第に軌道半径を縮めて行く。このスパイラル・イン(spiralling-in)のプロセスを追いかけることで、最終的にできるコンパクトな連星系の軌道半径を決定できる。さらに、X線連星や激変星、ミリセカンド・パルサー、超軟X線連星など、種々の特異天体の出現頻度などに理論的な答えを与えることができる。

連星系の星の軌道は数十倍縮むことが観測的にも推測されているが、通常の単一格子(single grid system)で計算するのでは、最初の段階はいいとしても最終的な軌道半径のところまでは計算できない。そこで、ここでは、二つの星を別々の格子系で記述する、多重格子法(multiple grid system)などを用いて、計算を行う。

# 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 新星の光度曲線解析

指導教員： ○ 蜂巢 泉

## 内容説明：

連星系中の白色矮星に相手の星からガスが一定量積もると、水素の核融合反応が起こり、白色矮星の表面が爆発する。今までに無い星が急に明るくなることから、新星と呼ばれる。われわれの銀河系では、年に数個の新星が発見される。この新星の明るさの時間変化(光度曲線)を解析することで、白色矮星の質量や、爆発時のふるまい、連星系の性質などが判明する。

新星爆発の原理そのものは、1970年代から研究され、良く分かったと思われていたが、光度曲線を理論的に再現できるようになったのは、1994年にわたしたちが新星風解を理論的に計算できるようになってからである。この研究では、実際の新星の光度曲線を理論的に再現することを行う。また、それ以外に、連星系の星がお互いの周りを回ると、互いに相手を隠しあうことで、軌道周期に対応した光度変化(軌道光度曲線)が起きる。このような軌道光度変化についても、それを再現するモデルを作り、連星系の物理的諸性質を明らかにすることを目指す。



# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： Ia 型超新星爆発のシミュレーション

指導教員： ○ 蜂巢 泉

## 内容説明：

超新星は、星自身の爆発である。特に、Ia 型超新星は非常に明るく、遠方の銀河においても観測可能である。この超新星の明るさを使って、遠方の銀河の距離がはかられ、かつ、銀河の後退速度がドップラー効果から求められると、距離と後退速度の関係 (ハッブルの法則) がもとなり、宇宙の膨張を決定する宇宙論パラメータが決定できる。最近、宇宙の膨張が加速しつつあることが Ia 型超新星の観測から分かってきた。

Ia 型超新星は、炭素と酸素の白色矮星の中心に核融合反応の火がついて、一気に燃え上がることで、星全体が爆発する。どのように爆発するかは炭素核融合燃焼波面の伝播を正確に解かないと求まらない。燃焼波面の厚さは約 1cm で、星全体の半径は  $10^9$ cm である。燃焼波面は、複雑な形状 (フラクタル構造) を発達させながら、ひろがっていくので、現在の計算機の能力をもってしても、 $10^9$  のダイナミックレンジをそのまま解くことは不可能である。この研究では、計算格子よりも小さいサイズ (サブ・グリッド サイズ) の燃焼波面のふるまいも考慮しながら、Ia 型超新星の爆発を 3 次元数値流体コードを使って、シミュレーションし、Ia 型超新星の爆発モデルを構築していきたい。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 連星系における質量降着恒星風

指導教員： ○ 蜂巢 泉

## 内容説明：

二つの星がお互いの周りを回っているものを連星系と呼ぶ。連星系の中における星の進化は、単独星の進化と非常に異なる性質を持つ。連星系の進化のあらすじは、1970年代から1980年代にかけてほぼ確立されたかに見えたが、まだ解決されていない重要な問題が残っている。最近我々が発見した、白色矮星の質量降着恒星風の影響はその一例である。これは、連星系において、白色矮星に相手の星からガスが降って来る場合、ガスの降って来る率(降着率)がある値より大きいと、白色矮星から恒星風と呼ばれるガスの流出が始まる。この恒星風は、降って来たガスの大部分を吹き飛ばすことができるので、今まで連星系の進化の中で、セントラル・ドグマと考えられて来た共通外層進化(Common Envelope Evolution)の形成に至らず、連星系を進化の基本的な枠組に大幅な変更をせまる。これをわれわれは、質量降着恒星風と名付け、そのメカニズムを基にしてIa型超新星の進化モデルを構築することができている。

この質量降着恒星風のイメージは、相手の星から降って来たガスは、降着円盤を経て、白色矮星表面へたどり着く。それと同時に、恒星風と呼ばれるガスの流れが白色矮星から、外の空間へ向かって流れ出す。降り積もりながら、流れ出すという二つの背反する流れをつくり出すためには、赤道面付近では、降着が起こり、極の方向では、流出が起こるといった軸対称2次元的な流れ場が出来るとは思えない。このようなガスの降着と流出を数値流体力学的に計算して、実際の観測との対応を付ける。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：19世紀後半の日本の造船技術あるいは他の分野の技術にかかわる問題

指導教員： 安達 裕之

( 主指導教員 )

内容説明：19世紀後半の日本の技術は、近代西欧技術の移植と在来技術の和洋折衷化を特色とし、いわゆる日本の近代化を考えるうえで重要である。具体的な論文題目については学生と話し合ったうえで決める。なお、問題の性格上、文書を読めることが望ましい。

## 2006年度修士論文題目の説明

論文題目： 建築における図の使用に関する研究  
1) 創造手段としての図

指導教員： 加藤道夫 横山ゆりか

内容説明：

建築の分野では、さまざまな形で図が利用されてきた。第1に創造手段としての図、第2に設計・施工段階での設計内容や建築的思考の伝達手段としての図、第3に建築にかかわるさまざまな事項、要素の事後的伝達・記録手段としての図が考えられる。もちろん、一つの図が以上の複数の機能を担うことも多い。

第1の手段として用いられる図は、一般にデザインスケッチ、あるいは、スタディドローイングと呼ばれる。このような図が建築設計という創造行為にどのように機能するかを探るのが研究テーマである。

第1の方法は、残されたデザインスケッチを系統的に整理し、これらの図がどのような順序で描かれたのかを推定し、その設計プロセスを明らかにするというものである。資料として、ル・コルビュジエ、ミース・ファン・デル・ローエ、ルイス・カーン、アルバー・アアルトのアーカイヴと呼ばれる設計資料集成が利用できる。

第2の方法は、現在、建築設計を行っている建築家を訪ねて、設計手段としてどのように図を使用するかをヒヤリングし、設計過程で作られた図を提供してもらい、それを下に設計手段としての図の働きを明らかにするというものである。この場合、研究対象者は複数の建築家となる。

第3の方法は、建築設計の初心者と熟練者における建築設計における図の使用法の違いを明らかにすることである。建築学科進学間もない学生の建築設計と修士学生の設計方法の比較研究が考えられる。

## 2006年度修士論文題目の説明

論文題目： 建築における図の使用に関する研究  
2) 設計施工段階での伝達手段としての図

指導教員： 加藤道夫

内容説明：

建築の分野では、さまざまな形で図が利用されてきた。第1に創造手段としての図、第2に設計・施工段階での設計内容や建築的思考の伝達手段としての図、第3に建築にかかわるさまざまな事項、要素の事後的伝達・記録手段としての図が考えられる。もちろん、一つの図が以上の複数の機能を担うことも多い。

第2の手段として用いられる図には、1) 基本設計図(ショードローイングあるいはプレゼンテーションドローイング)と呼ばれる、設計の基本的考え方を伝える図、2) 実施設計図と呼ばれ、実際に建設するため描かれ、設計内容の詳細と建設方法まで指示する、主として施工者や契約者に伝達する図、3) 主として施工過程で描かれる施工図がある。

この内、2)、3)は建築的専門知識が必要となるので研究対象とはしない。

1)については事後的に描かれるものもあるが、とりあえず、基本設計図を設計過程で描かれるものと仮定し(詳細な吟味は研究過程で行う必要がある)、これを資料として、伝達内容と表現法との関係を明らかにすることが研究テーマである。表現法の違いとして、投影法、投影方向、(透視図においては視点)、色彩、縮尺等が考えられる。表現法の選択は時代、場所、作家によって異なっており、その比較研究、あるいは史的研究を行う。また、建築設計初心者と熟練者の図の比較研究もテーマとなる。

## 2006年度修士論文題目の説明

論文題目： 建築における図の使用に関する研究  
3) 事後的伝達・記録手段としての図

指導教員： 加藤道夫

内容説明：

建築の分野では、さまざまな形で図が利用されてきた。第1に創造手段としての図、第2に設計・施工段階での設計内容や建築的考え方の伝達手段としての図、第3に建築にかかわるさまざまな事項、要素の事後的伝達・記録手段としての図が考えられる。もちろん、一つの図が以上の複数の機能を担うことも多い。

第3の手段として用いられる図には、1) 施工終了直後の状態を記録する竣工図、2) 設計図の残されていない建物や地域の調査図、3) 設計建物や建築的考え方の説明図、4) 旅行スケッチ等がある。

ここでは、竣工後の建物や作家の建築的考え方を紹介するため、事後的に発表された図を研究対象とする。これらの図は事後的に制作される場合もあるし、設計過程で制作されたものもある。しかし、設計過程で制作された図も何らかの選別が行われて発表されたと考えることができ、事後的な意図の反映と見ることができよう。事後的に発表されるものには写真や各種の映像も含まれる。従って、各種のメディアを通じてどのように建築的意図が表現されるかを調査し、時代、地域、個人による差異を明らかにすることが研究テーマである。

## 2006年度修士論文題目の説明

論文題目：中央卸売市場の現状と将来

指導教員：加藤道夫

内容説明：

現在，中央区築地にある中央卸売市場は豊洲地区への移転が計画されている。本研究では，現在の市場の持つ豊かな空間特性を将来計画に反映させるべく，その現状調査を行い，卸売市場のあり方について考察する。なお，場内市場だけでなく，場外市場の現状と将来についても検討を行う。

本研究では，計画レベルより，使用者による空間利用の仕方に注目する。したがって，まず，現地での実測と聞き取り調査により現状把握を行い，その上でその将来構想に向けた提案を行う。調査にあたっては，現市場の前にあった日本橋市場も対象とし，都市環境の変化と市場の関係や需要の変化に伴う市場の変化に加えて，市場の持つ歴史的意味も考慮する。

なお，当研究は，卸売市場という対象の特性を考慮して，遅くとも朝6時までに築地市場に行ける必要がある。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 人間の2-3次元図形処理に関する研究

指導教員：

( 印主指導教員)

鈴木賢次郎

### 内容説明

人間は幼児の段階から3次元の立体形状を2次元の図として表現し、また逆に、これらの図を見て、もとの立体形状を理解することができる。このことからわかるように、図は人間にとって極めて自然、かつ、優れた3次元図形情報の表現手段であり、太古の昔から用いられてきた。近年では、マルチメディアの発達により、ますます多用されるようになってきている。しかし、幾何学的には、2次元の図に奥行方向の情報を表すことは不可能であり、図からそこに描かれた3次元立体を一義的に決定することはできない筈である。それにもかかわらず、人間が図から立体を理解できるのは、人間の有する高度の2-3次元図形処理能力によるものと考えられる。

この研究では、計量心理学的アプローチ(空間課題を多数の被験者を実施し、その結果を統計的に解析)、情報处理的アプローチ(空間課題を被験者が解く過程をアイカメラによる注視点分析、プロトコル分析等により解析)等の実験的手法により、人間の2-3次元図形処理能力に関する理解を深めることを目標とする。また、これらの基礎研究の応用として、マルチメディアを利用した図形教育用CAI(計算機援用教育)システムの開発を行う。

修士課程では、これらに関連した研究テーマから、諸君の興味に応じた適当な部分を選んでこれを研究する。



## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 「場」と「役割」の計算モデルの研究

指導教員 玉井哲雄・川合慧・山口泰・増原英彦( 印主指導教員)

内容説明 アスペクト指向ソフトウェア開発が注目を浴びているが、これは構築するソフトウェア・システムを複数のアスペクト(局面)で捉えて、それらを統合するという発想に基づく。本研究では、これまでのアスペクト指向と異なり、オブジェクト群がそれぞれ「役割」を持って協調動作する「場」という概念を提出し、その組み合わせでシステムを構築するという新しい計算モデルをつくる。オブジェクトは場に参加して役割を獲得することで、適応的に成長変化する。すでに Epsilon モデルという名の原型モデルはできており、そのモデルに基づく言語 EpsilonJ の言語仕様も作成され、簡単な処理系が作られているが、さらに多様で実際的な例題を記述してモデルの精緻化を図り、その実用化を目指す。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目: オブジェクト進化と生態論に関する研究

指導教員: 玉井哲雄・池上高志・山口泰( 印主指導教員)

内容説明 オブジェクト指向に基づくシステムは、オブジェクトという意味的なまとまりのある単位を要素とし、それらの間で作られる構造によって全体が構成される。システムは運用環境の中で変化していくが、その変化はオブジェクトの生成・消滅、個々のオブジェクト内の構造変化、およびオブジェクト間の構造変化からなる。また、グローバルなネットワークの発達に伴ない、オブジェクトはインターネット上で移動し、あるいはライブラリやパターンとして流通することにより複数のシステムに組み込まれるという形で増殖したり、機能が陳腐化することで滅亡するという状況も進んでいる。このようなプロセスは、生命体の進化や生態系プロセスと類似する面がある。

本研究では、そのような生命システムとのアナロジーを指針としながら、実際のシステムを事例として取り上げ、その時系列的な変化を実証的に分析することにより、オブジェクトの進化モデル、さらには情報生態系モデルの構築を目指す。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 サービス指向ソフトウェアの構築法に関する研究

指導教員 玉井哲雄・川合慧・山口和紀・増原英彦( 印主指導教員)

内容説明 現在では、きわめて広い範囲のサービスが、Web のブラウザを介してアクセスできるものとして提供されている。それらを実現するソフトウェアは、クライアント側、サーバー側、バックエンドのデータベースの 3 者が相互作用して動作するものとして構築されなければならない。そのようなシステムをいかに開発するかは、従来のソフトウェア技術のみでは対応できない新たな課題といえる。

すでに、XML ベースでサービスを提供するためのプロトコルである SOAP や、それに関連したサービス定義言語 (WSDL)、サービスフロー言語 (WSFL) などが提案されているが、新しい分野のため技術が流動的であり、どのような基本的アプローチによってシステムを構築していけばよいか、明確な指針がない状況である。

本研究では、最新の技術動向を踏まえながら、具体的なパイロット・システムを構築し、このようなタイプのシステムの構築方法を探究する。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目: 信頼性の高いコンポーネント技術の開発に関する研究

指導教員: 玉井哲雄・山口和紀・増原英彦 ( 印主指導教員)

内容説明 ソフトウェア・システムの開発において、コンポーネントに基づく再利用性の高い構築方法を適用することに広く関心が集まりつつある。すでに研究レベルにとどまらず、SUN の EJB、マイクロソフトの COM、OMG の CORBA といった製品や標準が出され、実用化も進められている。

コンポーネント・ベースの開発を有効にするためには、コンポーネントの信頼性の確保が必須である。形式的な検証手法の中で、モデル検査手法は、形式言語で記述されたシステム仕様の振る舞いに関する検証技術として、その有効性が注目されている。そこで本研究ではコンポーネント技術とモデル検査技術を融合し、コンポーネントの振る舞いに関する性質を検証することを目指す。すでに EJB(Enterprise Java Beans) フレームワークの仕様にモデル検査を適用してその曖昧性を指摘するなどの研究成果を得ており、それらをベースに Web サービス・ソフトウェア関連への適用などを図る。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

イノベーションシステムの研究

### 指導教員

丹羽 清 ( 印主指導教員)

### 内容説明

国の科学技術や産業における競争力の強化,あるいは,新産業の創出には,効果的なイノベーションシステムの構築が必要である.ここで,イノベーションとは,新技術や新製品,或いは,新生産方式の開発(一般的には技術革新とよばれる)だけでなく,新制度,新市場,新ビジネスモデル,新販売法,新資源供給源,新組織の開拓などの広い範囲を対象とする.従って,本研究は,例えば,

- ・国家技術戦略と国家研究開発プロジェクト
- ・産官学共同研究体制や技術転移
- ・ベンチャー企業
- ・NPO型研究組織
- ・オープンソース型研究開発
- ・科学技術の国際協力

等を対象とする.

本研究においては,日本における実証的分析や国際比較等を行い,日本における科学技術政策や産業技術政策立案に資する基本的知見の獲得とその体系化を目指す.

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

創造的認知の研究

### 指導教員

丹羽 清 ( 印主指導教員)

### 内容説明

最近、認知科学において、創造性への新しい研究アプローチとして「創造的認知」が注目されている。これは、心理学的な実験を創造的思考の研究に適用する方法を工夫し、実験により創造のプロセスや、それに対する制約の影響を明らかにすることを目的としている。

本研究はこの「創造的認知」研究の一環として、個人の比較的単純な創造的活動に対する実験を試み、人間個人の創造活動プロセスの解明を目指す。さらに同時に、グループや組織で行う研究開発や各種の協調活動に対してそれらを「創造的」に行わせることを支援する新しいマネジメント体系の構築に向けた研究の展開も図る。このように、認知科学と研究開発マネジメント論の2つの異なる視点から研究を進めるところに本研究の特徴がある。

具体的な研究例として、

- ・創造的認知と新製品アイデア創出への応用
- ・実施懸念を考慮した創造過程の研究
- ・アイデア生成過程におけるユーザ制約付与の有効性

などがある。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

組織における知識マネジメント（組織知能）の研究

### 指導教員

丹羽 清 （ 印主指導教員 ）

### 内容説明

人工知能や知識工学に端を発した知識情報論は、研究の対象を人間個人の知的活動だけでなく、企業や各種のコミュニティなどの人間組織の知的活動にまで拡大している。そこは、情報工学、認知科学、経営学、システム論、組織論、コミュニティ論などの境界領域に位置し、学際的な研究の取り組みが期待されている。

本研究では、組織の知的活動に特有の新たな課題（複数人間による知識の生成／伝達／変換／蓄積等や複数人間によるコラボレーション）の分析とモデル化、さらに、進んでは、知的組織のための知識体系構築法やその運営法の形成までを視野に入れて、新たな学問分野である「知識マネジメント」や「組織知能論」の確立に寄与することを長期的な目標とする。その一環として、例えば、

- ・ 研究者集団における組織知能向上のための情報システムの開発
- ・ 「アイデア発展の場」のコンピュータシミュレーション
- ・ 複数組織間の提携に着目した「組織間知能」の研究

などのテーマがある。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

技術経営と研究管理に関する研究

### 指導教員

丹羽 清 ( 印主指導教員 )

### 内容説明

キャッチアップ型成長の終焉と、情報化社会の進展に伴い、わが国産業の付加価値の源泉は「物をいかに効率的に作るかを対象とする生産技術」から「何を作るべきかを対象とする研究開発」に移行している。

したがって、研究開発をどのように進めるべきかを対象とする「研究管理」の研究や、技術を企業戦略の観点から体系化する「技術経営」の研究が要求されている。

本研究においては、研究戦略の策定、アイデアの模索・発展、研究テーマの提案・展開、構想立案型人材の育成と活用、研究の計画、研究の評価、マーケティングと研究開発との協力、事業戦略と研究戦略との統合等の諸側面に関して、

知識管理（「知識マネジメント」）

意思決定支援

などの観点等から、日本の企業における実証的研究をまず実施する。ついで、米国、欧州、アジア等との比較研究も行いたい。



# 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 模擬市場実験と人工市場シミュレーションの融合

指導教員 植田一博

## 内容説明

近年激しい変動を経験している株式市場や外国為替市場では、市場参加者である人間の心理が価格に与える影響が注目されている。これに対して、合理的な人間の存在のみを仮定する伝統的な経済理論では、このような市場参加者の心理的側面が軽視されてきた。

そこで本研究では、コンピュータ上に、様々な見通しや戦略をもったエージェントが参加し取引を行う人間臭い金融市場を作ること考える。具体的には、コンピュータプログラムで表現される仮想的なディーラが、適応学習と相互作用を繰り返しながら外国為替の取引を行っていく人工市場を計算機上に構築する。そしてシミュレーションによって、急激なレート変動などの創発現象が生じることを確認し、そのようなマクロな現象と人間の意思決定というミクロな要素との関連を明らかにすることを目指す。

人工市場における価格変動を現実市場の価格変動と比較できるようにするための条件は、(1) 実際の市場参加者の意思決定のあり方が人工市場モデルのエージェントに再現されている、(2) 人工市場の取引制度が現実のそれを反映している、ことだと考えられる。

前者を解決するには、実際の市場参加者の意思決定のあり方が明らかにされる必要があるが、本研究ではこの問題に、模擬ディーリング実験を通じて挑む。模擬ディーリングとは、相互につながったコンピュータ上で数十名程度の参加者が仮想的な外国為替の取引を行う実験である。これまでの予備実験の結果から、プロのディーラは、2002年のノーベル経済学賞受賞者である Kahneman らが明らかにした意思決定バイアスを部分的に回避していることが示されている。最終的には人工市場モデルのエージェントに実装し、為替レート政策の支援に向けた意思決定支援システムの構築を目指す。

# 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 創造的思考とコラボレーション

指導教員 植田一博

## 内容説明

我々は常に創造的 (creative) でありたいと願っているが、「創造性」とはどのようなことを言うのであろうか？ 古くから心理学をはじめとして、哲学や科学論などさまざまな分野で創造性に関する議論が行われ、いくつかの理論が提唱されてきた。特に、近年、認知心理学・認知科学の分野において、科学者が行う発見 (科学的発見) や、創造的問題解決における「閃き」 (insight) の、参与観察や実験に基づく解明が進められている。本研究では、創造的問題解決を可能にする要因を探るために、できるだけ現場の科学的発見や製品開発に近い状況において、認知心理実験や認知神経科学的な計測あるいは (認知科学の知見を踏まえた) 現場での参与観察を行い、そのデータから創造性のメカニズムに関する知見を得ることを目的とする。

特に今年度は、閃きを必要とする解決課題として知られている T パズル等を例にして、被験者がその問題解決を行う際の認知プロセスおよび脳内プロセスを、非侵襲的脳機能計測手法の一つである近赤外光脳機能計測装置 (光トポグラフィ装置) ならびにアイカメラを用いて解明することを目指す (前者の装置で、問題解決時の大脳皮質の脳血流量の変化を、後者の装置で、問題解決時の視線データを取得する)。

ところで、創造的問題解決は決して個人だけでもたらされるわけではない。他人との協同 (コラボレーション) が創造的問題解決の重要な要因になる場合もある。そこで、本研究では、創造的問題解決プロセスにコラボレーションが与える影響の解明も視野に入れる。

具体的には、コラボレーションにもいくつかの種類があることがこれまで指摘されているが、特に、上司と部下の間でしばしば観察される「肩車式コラボレーション」 (コラボレーションを行う一方が他方 (問題解決者) に対して、具体的なアドバイスは与えずにメタな立場からのサジェスションのみを与えるというコラボレーションのスタイル) や、「実際の問題解決行為と観察とを交互に行うこと」、「他人の行為を模倣すること」等に焦点を当て、それらが創造的問題解決に与える影響を明らかにすることを考える。

# 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 人間とコミュニケーション可能な人工物の構築

指導教員 植田一博

## 内容説明

犬などのペット動物と人間は、コミュニケーション手段としての言語を完全には共有し得ないと考えられるが、ではいかにして、コミュニケーションを可能にしているのか？ おそらくは、両者が、教示者・被教示者という関係を文脈に応じて作りあげ、非言語情報（表情・視線・音声に含まれる韻律情報等）に基づいてインデキシカルな意味での意味獲得を行っているから可能となるのであろう。本研究では、このような教示者・被教示者間のインタラクションとそこにおける意味獲得のメカニズムを、人間同士の制限されたコミュニケーションに置き換えて、実験的に探っていく。ここで「制限された」とは、おそらくはペット動物のように、教示の意味獲得を行う際に、教示に含まれる韻律情報や視線・表情などの非言語情報と被教示者自身の行動（履歴）のみを情報として用いることができる、という意味である。

これまでは、簡単なピンポンゲームによるタスク実行時に必要な情報が与えられていないゲーム操作者（被教示者）に対して、必要な情報を知っている教示者がいかに教示を行うか、教示の音韻（記号）的側面ではなく、音声に含まれる韻律情報に焦点を当てて分析してきた。その結果、音韻（記号）情報がほとんど利用できない状況であっても、韻律情報を手がかりにして教示の意味学習が可能なが示された。この知見をベースに、EM アルゴリズムやDP マッチングを用いて、被教示者側の意味獲得アルゴリズムの一部を実現した。

本研究では、この学習アルゴリズムを人工物、特に移動ロボットに実装することで、人間と人工物の間の円滑で自然なインタラクションを可能とし、よりペット動物らしいペットロボットの実現を目指す。さらに、使用するモダリティを韻律から表情や視線にも広げること、および、本研究の成果を実際のヒューマン・マシン・インタフェースの適応的インタフェースとして応用していくを考えていく。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 熟達化プロセスの認知神経科学的な解明

指導教員 植田一博

### 内容説明

エキスパート（ある技能に習熟した人）とノービス（そうではない人）のタスク遂行能力の差を、従来の認知心理実験だけではなく、非侵襲的脳機能計測手法の一つである近赤外光脳機能計測装置（光トポグラフィ装置）や脳波計を用いた大脳計測、知覚心理実験、アイカメラを用いた視線計測、呼吸や心拍などの生理計測を併用することで、総合的に明らかにすることを目指す。具体的な測定対象として、速読（1分間に数万から十万文字を読む能力。我々の通常の読書スピードである数百文字/分に比べて、オーダが2桁違う。しかも、飛ばし読みをしているのではなく、すべての文字を追っていると考えられている）エキスパートと珠算（そろばんの盤面を頭に思い浮かべて行う暗算）エキスパートを考慮しており、現在そのデータを取得している。これらのデータをノービスと比較し、さらには熟達化（エキスパートになること）のプロセスを詳細に追跡することで、どのような認知プロセスを経て人間は熟達化していくのかを明らかにする。

さらには、能などのある特殊な運動の身体感覚が、我々の通常の身体感覚とどのように異なるのか、またその熟達プロセスとはいかなるものかを、同じく大脳計測、生理計測および心理実験（例えば、衝突時間予測実験）を併用することで明らかにする（こちらのプロジェクトでは、能などのある特殊な運動をモーションキャプチャ装置で取り込み、その運動特性を運動学的に解析したり、伝統芸の技をデジタルアーカイブしたりすることも視野に入れている）。既に、能の典型的な運び（摺り足）の計測を開始している。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 離散数学、組合せ数学のトピックから

指導教員： 中村政隆

内容説明：

修士論文の課題として、次のような分野の中から、課題、トピックを選ぶ。

2 代数的組合せ論

2 マトロイド理論、有向マトロイド

2 凸幾何及び凸多面体

2 組み合わせ最適化と多面体的組み合わせ論

詳細は、本人と面談の上決める。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 分子系統樹の構築アルゴリズムとソフトの開発

指導教員： 中村政隆

内容説明：

バイオインフォマティクス (計算分子生物学) の主要な課題には、

- (1) ゲノムの塩基列もしくはタンパク質のアミノ酸列のアライメント
- (2) 系統樹の構築
- (3) タンパク質の 1 次元配列構造からの 2 次元、3 次元構造の予測
- (4) 遺伝的データをもとにしたタンパク質のクラス分け

などがある。

この課題では、(2) の系統樹の構築のための効率的なアルゴリズムの開発をめざす。多項式時間の効率的なアルゴリズムを構成しかつそれを実装することを目標とする。

具体的には、現在知られている Quartet Puzzling の各手法を比較検討し、それらを基盤にして実用的なアルゴリズムの開発を行う。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： "Small-World" Network { 「世界は狭いな」現象 の数理的モデル

指導教員： 中村政隆

内容説明：

まったくの初対面の人と話しをして、思いがけず共通の知人や知り合いがあって、「世間は狭いですね (It's a small world!)」と驚くことはしばしば経験するところである。これは、人と人の知り合い関係をグラフとしたネットワークのもつ性質から来るものである。

このような「世間は狭いな」現象を伴うネットワークを Small-world Network と呼ぶことにすれば、それはひとつの点のまわりの点が互いに高い確率で辺で結ばれているという局所性、規則性を持つ一方、集団の中の任意の2点間の距離の平均的な長さが期待されるよりずっと小さい値を持つ、そのようなネットワークとして特徴づけることができる。

D. J. Watts and S. H. Strogatz (1998) は、線虫の神経回路網、合衆国の電力ケーブルのネットワーク、ハリウッドの映画俳優の共演関係のグラフなどの 現実の ネットワークが、small-world network の性質を満たしているを、実例を実際に計算して示した。。

本研究では、このような small-world network を構成する Watts and Strogatz の数理的モデルを出発点にして、それらのグラフ理論的な性質の解析とその他の問題への応用を考えたい。応用問題の例としては、例えば、伝染病の伝播の数理的モデルへの応用の研究がこれまでに多数ある。その他、神経回路網などそのネットワークが small-world network の性質を持つことがその系の働きにとって本質的であるようなシステムがいろいろ考えられ、それらへの応用が期待できる。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： 成人および乳幼児を対象とした発達認知神経学研究

指導教員： ○開 一夫

内容説明：

発達／適応的に変化するシステムの根本原理を、計算機・ロボットを用いた機械学習システム・認知モデルの構築と、ヒト乳児を対象とした行動実験を通じて研究する。また、TV、TVゲームといったメディアが乳幼児の脳に与える影響についてNIRS、EEG/ERP、fMRI等を用いて研究する。

現在、行動実験／脳活動計測実験では、『自己』と『他者』に関する神経機序を発達的にアプローチする研究プロジェクトが稼働中である。

研究内容については、研究室ホームページ

<http://ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp/>

を参照すること。受験希望の学生は必ず事前に指導教官までメールすること。

khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp



## 論文題目 科学技術と社会の接点における複合的事例の分析とモデル化

指導教員 ○藤垣裕子

### 内容説明

現代社会が直面する複合的諸問題には、科学技術と社会との接点において発生するものが多い。たとえば、環境（有害物質の国際規制、国内規制、公害問題）、医療（産業ストレス、薬害 AIDS、遺伝子治療、脳死と臓器移植）、食料問題（自然食、遺伝子組換え食品）、エネルギー問題（原発政策、代替エネルギー開発）、情報技術の社会への影響、災害（阪神大震災や普賢岳噴火）などである。これらは科学技術の発達による生活環境の変化によって社会にもたらされたものである。これらの問題は、専門家の限られた専門知識だけでは解決が難しく、現場の市民や利害関係者間の調整や必要となる。あるいは専門家の思いこみがこれら公共空間における問題解決をはばむ場合さえある。近年、STS（科学技術社会論）の分野ではこれら科学技術と社会の接点において発生したさまざまな問題（たとえば英国における狂牛病騒動や米国における巨大加速器建設計画中止など）についての事例研究が積み重ねられてきているが、残念ながら日本におけるこれらの事例研究の数は非常に少ないのが実状である。

非西洋圏で科学技術大国というユニークな位置にある日本の事例は、科学技術の本性を考える上で興味深いと考えられる。本研究では、学生諸君の興味のある題材を選択し、関連文献の収集、関連文献に対する数量的分析、インタビュー法、質問紙法、などを用いて事例分析を行う。適宜、学際分野における異分野摩擦の分析、専門家と市民と行政のコミュニケーションギャップの分析、あるいは科学技術に関する公共的意志決定における **public** の参加の日米欧比較分析などを加える。日本の事例分析を国際科学社会学会議および昨年設立された日本科学技術社会論学会において発表することを目的とする。また、本テーマは科学技術振興事業団の「社会技術研究」事業として採択された「公共技術のガバナンス」プロジェクトと連動している。

論文題目 学際研究の **RonR** (リサーチ・オン・リサーチ)

指導教員 ○藤垣裕子、牧野淳一郎

#### 内容説明

細分化された個別学問分野にはなじまない複雑な複合的諸問題は、「学際的」な領域とされる。しかしながら、これらの学際的分野は、個別学問分野に比べると、やや異なる発展のしかたを取ることが多い。これらは、研究課題の生まれかた、協同のありかた、論文蓄積のありかた、アウトプットの出されかた、等にあらわれる。よりよい学際研究の遂行のために、現在何が問題となり、今後どのようなことがめざされていくべきであろうか。本研究では、これらの問いを考えるために、学際的分野を研究対象とした **RonR** (研究に対する研究) を行うことを目的としている。方法論としては、**SCI** (科学引用データベース) による科学計量学的分析、参加型運上観察、認知科学的プロセス分析、組織論的アプローチ、などを用い、学生の興味ある1つの学際的分野を研究対象として、分析をすすめる。尚、このテーマのデータベース利用については適宜、科学技術政策研究所 富沢宏之主任研究官の協力が得られる予定である。

論文題目： IT（情報技術）と社会

指導教員： ○藤垣裕子、牧野淳一郎

内容説明：

情報技術、とくにインターネット技術のめざましい発展と社会への普及のもとで、社会との間にさまざまな変化が起こっている。これまでのコミュニケーションは、場所、時間、経路、輸送コストの制約があったのに対し、これら4つの制約を限りなく小さくすることにより、インターネットはコミュニケーション形態を一変させ、国家や地域共同体のような地理的要素に依拠した社会を相対化した。その結果、既存の社会規範（法、倫理）によっては十分に制御しえず、新たな社会規範の形成が必要な事態となってきた（例：国境を越えて流れる有害情報の規制＝表現の自由とのトレードオフ、ネット上商取引の規制、プライバシー保護や著作権の保護、自殺サイトの社会的影響など）これらの領域は現在、「情報倫理学」といわれ、倫理学者をはじめ多くのひとの手で構築されつつある。

さらに、IT（情報技術）の発展や計算機の計算速度の向上は、科学研究のありかたを大きく変えつつある。それはネットワーク上の検索技術の向上によるもののみならず、それまで計算できなかった量の計算がこなせるようになり、それまで解けなかった式の近似解が反復計算によって求められるようになってきたこともあげられる。

たとえば天文学は、計算機技術の普及によって大きく研究内容が変わりつつある分野であるが、その普及が研究内容そのものの特徴を変えつつあることが観察される。計算機技術に支援された研究が出されるようになり、かつそれら先行研究との差異の強調およびその反復によって次の原著論文が生産されている。このような反復が数代続くことによって、「計算機シミュレーション結果の妥当性境界が、本来の妥当性、すなわち自然現象の本質との対応、から少しずつずれてくる」といった現象が観察されるのである。

本研究では、情報技術の社会への影響、あるいは学問への影響を、科学社会学的手法を用いて実証的に分析することを目的としている。学生諸君の興味に応じて、具体的な領域におけるIT技術の普及の影響を調べることができる。

## 2006年度修士論文論文題目および内容説明

論文題目: プログラム再利用性を高めるプログラム言語

指導教員: 増原英彦・玉井哲雄・田中哲朗・金子知適

内容説明:

プログラム開発の効率を高めるための手段の一つは、既存のプログラムを再利用することである。そのための仕組みとして、モジュール機構、オブジェクト指向による継承・アプリケーションフレームワーク・デザインパターンなどが提案されてきた。しかし現実のシステムには、モジュールやオブジェクトに分割できない部分の記述により、再利用性が難しくなっていることも多い。

近年、このような従来のモジュールでは分割できない部分を分離して記述するための方法としてアスペクト指向プログラミングが提案されている。アスペクト指向プログラミングは、少数の応用に関しては有効であることが示されてはいるが、まだ提案されて間もないため、現実の多様なシステムに応用した場合の限界も多い。そこで本研究課題では、実際のシステムに応用する場合に関してアスペクト指向プログラミングの言語機構を改良を行う。

具体的には、

- 性能が重視される環境のために、実行性能を改善する手法
- ネットワーク環境・Webアプリケーションなどのための機能
- 複数のプログラム言語を用いて開発するための機能

などを提案・実現する。

## 2006年度修士論文論文題目および内容説明

論文題目: プログラムを扱うプログラムの研究

指導教員: 増原英彦・玉井哲雄・川合慧・山口泰

内容説明:

プログラムや、プログラムを実行している処理系自身を計算の対象としたプログラムは、速度を気にせず書いたプログラムを変換して高速なプログラムを作り出す効率化プログラム言語にいままでになかった機能を加える拡張プログラムの正しさや安全性を調べる検証などの様々な用途がある。このような「プログラムを扱うプログラム」を書くには、どのような言語が適しているのだろうか。また、どのような応用があるのだろうか。

本研究では、プログラムやその処理系自身を扱うプログラムのための言語の機能やその処理系について研究する。

## 2006年度修士論文論文題目および内容説明

論文題目: ネットワーク・クラスタ環境のための  
プログラミング言語の研究

指導教員: 増原英彦・玉井哲雄・山口和紀・金子知適

内容説明:

多数の安価な計算機を高速なネットワークで結合して、大規模な計算を行わせることが近年注目されている。このような環境のプログラムは、1台の計算機で実行されるものにはない注意点が数多くある。例えば、計算機ごとに異なる性能をバランスさせることや、ネットワークや計算機の不調があっても計算を続ける方策などである。

本研究では、そのようなネットワーク・クラスタ環境のためのプログラムをより簡単に作成することを目標として、プログラミング言語の側面から研究を行う。具体的には、アスペクト・コンポーネントなどの新しい言語機能によって記述力を高めることや、プログラム変換などの技術を適用して性能を向上させることや、プログラム検証技術を用いてプログラム上の問題を発見することなどが考えられる。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：仙台市における商業空間の専門化と広域的な購買行動

指導教員： ○荒井良雄            松原 宏            永田淳嗣

内容説明：

地方都市の中心商店街の衰退が問題にされるなかで、地方中枢都市の中心商業地区は、若年層の広域的な集客拠点として活況を呈している。本論文は、仙台市を対象地域とし、大型店とセレクトショップのマーケティング戦略、若年層の消費者行動といった両側面から中心商業地区の存立メカニズムを、統計分析、ヒアリングおよびアンケート調査により明らかにしたものである。

中心商業地区の核心部に立地する大規模小売店は、高級ブランドなどの得意分野に特化した店舗開発やマーケティングを展開することによって、また中心商店街の裏通りに集中するセレクトショップは、特定の客層にターゲットを絞り、ストア・コンセプトを明確に打ち出すことによって、それぞれ仙台市商業空間の専門化を促した。こうして専門化した商業空間は、20代前後の若年層を広域から集める求心力を増強させ、中心商業地区ににぎわいをもたらすことになったといえる。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：アパラチア地域と労働力開発

指導教員： 荒井良雄 松原 宏 ○永田淳嗣

内容説明：

アメリカ合衆国南部のアパラチア地域は、高失業率・低所得に悩む問題地域として位置づけられ、1960年代より連邦政府による地域開発政策が講じられてきた地域である。本論文は、テネシー州南東部アセンズ市でのフィールドワークをもとに、アパラチア地域開発の政策システムが地方の現場でどのように機能しているかを明らかにしたものである。

論文ではとくに、複数のカウンティで構成される地方開発地区の機能に注目し、2000年から新たに設立された労働力開発部門の組織・活動内容を検討した。アセンズ市のキャリアセンターでは、失業率の改善や雇用増大に大きく貢献するまでにはいたっていないものの、利用者への情報提供や地元企業や教育機関との協力を継続的に行ってきた点は評価できる。このように、アパラチア地域開発では、連邦政府や州政府といった上位機関と地方自治体や地域社会との間に独特の地方開発の担い手が存在することによって、地域の実情にあわせた政策運営が可能になっているのである。



## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：グローバル化時代における自動車産業の立地調整と国内生産システムの変化  
ーホンダグループを事例にー

指導教員： 荒井良雄      ○松原 宏      永田淳嗣

内容説明：

本論文は、本格的なグローバル化時代の下で、世界相互補完体制の構築を進めるホンダグループを取り上げ、海外生産拠点の歴史的展開と国内生産拠点の立地調整、サプライヤーシステムの変化を、文献研究、アンケートおよびヒアリング調査をもとに明らかにしたものである。

そこでは、ホンダが生産拠点の集約化を行うとともに、大型車の量産拠点である埼玉製作所と小型車の量産拠点である鈴鹿製作所について、生産設備や治具などの均質化を図る「生産体質改革」を実施し、これにより需要変動にフレキシブルに対応する車種移管を実現してきたことが示されている。また、埼玉製作所と鈴鹿製作所は、それぞれ海外生産拠点の「マザー工場」となっており、両者の均質化がグローバルな生産拠点間の立地調整を促す役割を果たした点、一方でこうした車種移管がホンダ系一次サプライヤーの製品納入体制に変更をもたらし、地域経済にも影響を与えている点が示唆されている。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

形状および空間のモデリング

## 指導教員

山口 泰 (Tel : 03-5454-6800, Email : yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp)

川合 慧, 田中哲朗, 玉井哲雄, 増原英彦, 山口和紀

( 印は主指導教員)

## 内容説明

コンピュータグラフィクスでは形状や空間の情報が扱われる。形状モデルは、形状、すなわち空間の部分集合を表現・処理する手法で、様々な研究がなされてきた。たとえば、自動車などの意匠的な形状を扱う場合には、曲面の形に関する処理が必須であり、2つの曲面の間のできる交線の計算などが要求される。これに対して空間場を処理対象とする考え方がある。たとえば、材質や密度、圧力、温度のように空間の中で変化する情報などがある。数値シミュレーション技術やPETやMRIなどの計測技術の発展に伴い、温度分布や流れ、体内の構造など、3次元空間内のスカラ場データやベクトル場データが得られるようになってきた。ここでは、主に3次元空間を対象として、形状情報や空間情報の表現や処理方法について様々な観点から研究を進める。特に医療関係などのCTボリュームデータについて扱っていきたい。

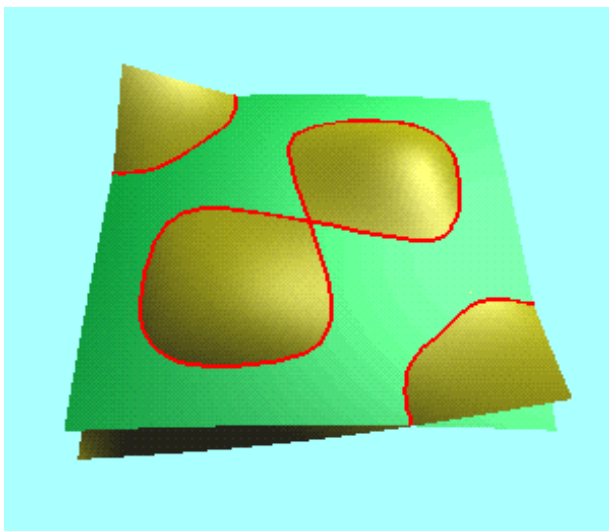


図 1: 曲面間の交線計算 (左), 確率的な立体表現 (右)

# 2006年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

レンダリングモデル - 画像ベース描画法

## 指導教員

山口 泰 (Tel : 03-5454-6800, Email : yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp)

川合 慧, 田中哲朗, 玉井哲雄, 増原英彦, 山口和紀

( 印は主指導教員)

## 内容説明

レンダリングモデルとは、3次元的に見える画像の生成を目的として、陰影や反射、屈折などの光の振舞いをシミュレートするためのモデルである。たとえば、拡散反射にともなう間接光を考慮して、環境光を計算する大域照明モデル(ラジオシティ法)などは、非常に写実的な画像を合成できる。しかし、これはあくまでも計算機内で構築された世界の画像であり、仮想の空間を画像化したものに過ぎない。これに加えて、最近では、現実世界で得られる画像も加味して、現実世界のシーンを別視点から観察したり、照明条件を変化させたりした場合の画像を合成できる画像ベース描画法なども研究されている。この画像ベース描画法を中心としてレンダリングモデルについて、様々な角度から研究を進める。

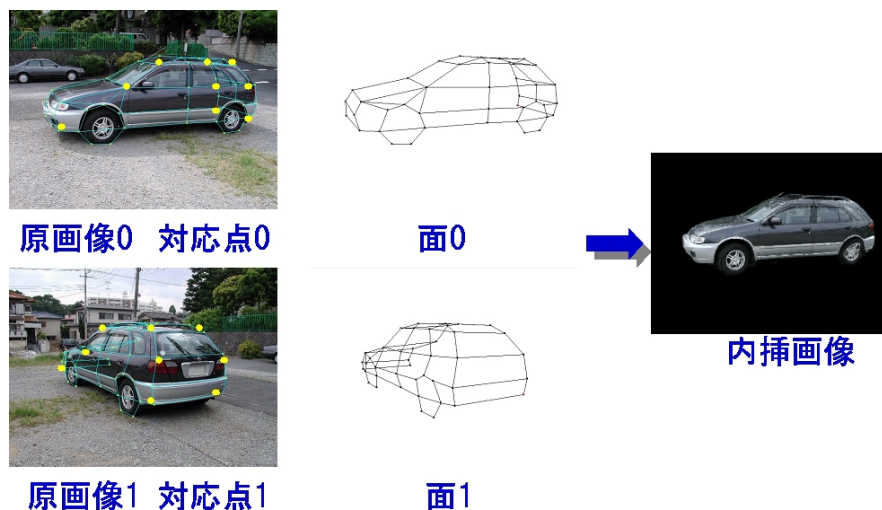


図 1: 画像ベース描画法では2枚の画像から中間視点の画像を作り出す。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

人間の視覚特性を利用した画像処理

## 指導教員

山口 泰 (Tel : 03-5454-6800, Email : yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp)

川合 慧, 田中哲朗, 玉井哲雄, 増原英彦, 山口和紀

( 印は主指導教員)

## 内容説明

コンピュータグラフィクスは、画像生成にあたって、人間の視覚特性を様々な形で利用している。たとえば、プリンタで中間的な色調を出すためには、ハーフトーニングと呼ばれる技術が利用されている。具体的には、色の濃い部分にはインクを一面に、色の薄い部分にはインクを部分的に少しだけ、それぞれ配置することによって、濃淡を実現する手法である。このハーフトーニングを利用することで、特定の画像を複数の画像に埋め込み、複数の画像が重ねられると元の画像が再現される「視覚復号型暗号」が実現できる。別の例としては、画像の一部を自然に修復・補完する「画像補完」が挙げられる。本来、欠けて失われてしまった情報を人間にとって自然に補修するには、人間の視覚にとっての自然さが重要なキーとなる。このように人間の視覚特性を利用した画像処理の応用について検討してみたい。



図 1: 視覚復号型暗号: OHP で左と中央の 2 枚の画像を重ねると右の画像が現れる。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

絵画の特徴と人間の認知に関して

## 指導教員

山口 泰 (Tel : 03-5454-6800, Email : yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp)

川合 慧, 田中哲朗, 玉井哲雄, 増原英彦, 山口和紀

( 印は主指導教員)

## 内容説明

コンピュータグラフィクスは、現実感のある仮想の画像を生成する技術として知られている。これに対して必ずしも現実性を追求しない画像生成法もあり、これをノンフォトリアリスティックレンダリングと呼ぶ。たとえば、油彩画や水彩画のような画像を生成する技術がある。しかし、人間の描く絵画には、単なる写真にはない何かがある。絵画を美しいと感じたり、作者の個性を感じるのは何故だろうか？絵画の特徴とは何か、人間が絵画から得る視覚情報とはどのようなものであろうか？そもそも感性や画風などの情報が計算機処理の対象となるのだろうか？絵画の特徴とは静的なものだろうか(動画にすると何がおきるだろうか)？様々な疑問に対して、とりあえず手近な部分から手掛けていきたい。

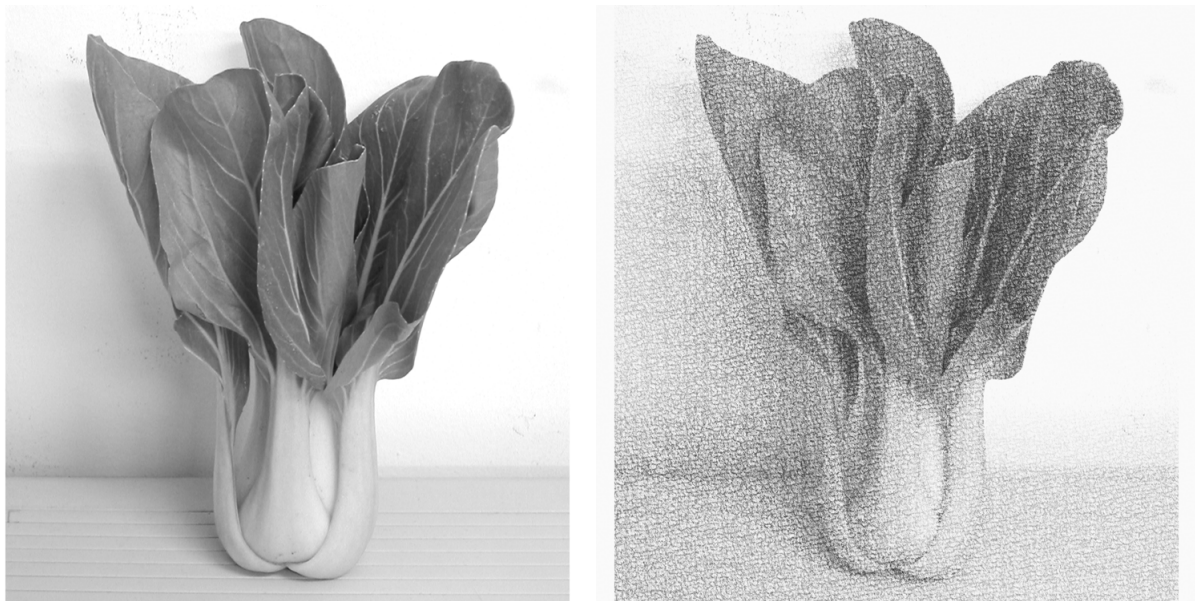


図 1: 計算機によって作られた鉛筆画風画像。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

マルチメディア処理に関する研究(一般)

## 指導教員

山口 泰 (Tel : 03-5454-6800, Email : yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp)

川合 慧, 田中哲朗, 玉井哲雄, 増原英彦, 山口和紀

( 印は主指導教員)

## 内容説明

計算機やネットワークの発展には目覚ましいものがある。一般に「マルチメディア」と呼ばれる文字や数値以外の情報処理が盛んに行なわれるようになってきた。たとえば、形状処理や画像処理は、そのようなマルチメディア処理の1つであるが、さらに一層の研究が望まれる分野である。形状情報や画像情報に加えて音楽情報や音声情報などマルチメディアデータを扱う計算機処理やネットワーク技術、携帯端末技術、ユーザインタフェース等に関して固有の研究テーマがあれば、予め相談の上で 修士論文のテーマとしても良い。

## 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：パルスレーザー堆積法を用いた窒化物半導体の結晶成長と発光素子化の研究

指導教員：尾嶋正治

内容説明：次世代の高効率発光素子を開発するため、成長前駆体に高い運動エネルギーを与えることが出来るパルスレーザー堆積法（PLD法）を用いて高品質な窒化物半導体の結晶成長を行う技術を確立する。さらに、成長制御によって p-n 接合を形成して、高効率発光素子を実現する。そのため、窒化物半導体（InGa<sub>N</sub>、AlGa<sub>N</sub>）と格子整合した酸化物基板を使用し、その表面を原子オーダーで平坦化した上で結晶成長を行う。成長させた薄膜は反射高速電子線回折 RHEED、X線回折 XRD、表面形状（原子間力顕微鏡 AFM）、電気特性、光学特性（フォトルミネッセンス）、透過型電子顕微鏡 TEM によって評価する。これまで困難とされてきた p 型化については II 族元素を混合させたターゲットを用い、レーザーアブレーションによって p 型活性化をはかるとともに、窒素プラズマ源によりその高効率化を達成する。これにより、赤外、可視、紫外までの連続発光を窒化物半導体で実現する。

## 2006年度修士論文研究題目及び内容説明

### 論文題目

ハミルトン系の長時間積分のための積分公式の研究

### 指導教員

(○印主指導教員)

船渡陽子 ○ 牧野淳一郎

### 内容説明

散逸のない運動方程式で表現される系の長時間数値積分は、非線形、非平衡なシステム、あるいはカオス的なシステムの研究のためのもっとも基本的な研究ツールである。このような研究をする上での難しい点のひとつに、長時間の数値積分をどうやってするか、という問題がある。何も考えないで適当に積分すると、普通には、数値誤差が大きくなってしまい、正しい解がもとまらず、何を調べているのかわからなくなってしまう。

このような長時間積分に適した方法として近年注目されている数値解法の一つが時間対称な積分法（シンメトリック法）と呼ばれる方法である。この方法の特長は、どんなに長時間積分しようともエネルギーの誤差がほとんど生じないことである。そのため、位置、速度などの誤差がせいぜい時間に比例してしか増大しない。これに対し普通の方法では、いかに計算精度をあげても、エネルギーの誤差は積分時間に比例して増大し、位置の誤差は時間の2乗で増える。このため時間積分になると非常に大きな精度の差が出てくる。

本研究では、時間対称な積分法の構成方法やハミルトン系に適用した場合に何がおこるかについて調べてみる。具体的なテーマは相談して決めることにするが、具体的には次に挙げるようなテーマが考えられる。

- ・実際にオリジナルな時間対称アルゴリズムを構築してみる。
- ・時間対称なアルゴリズムの安定性や計算量について調べる。
- ・エネルギー以外の保存量がないかどうかを調べる。
- ・厳密には周期的でもなく保存系でもない系に対して時間対称な積分法を適用した場合に、何がおこるか調べる。
- ・何故、また、どのような場合にどのような意味で時間対称な積分法が良いのか、を調べる。



## 2006年度修士論文研究題目及び内容説明

### 論文題目

銀河系と銀河系をとりまく局所銀河群の進化の研究

### 指導教員

(○印主指導教員)

船渡陽子 ○ 牧野淳一郎

### 内容説明

宇宙にはアンドロメダ銀河やおおいぬ座の渦巻星雲のような銀河がある。これらを写真で見ると、それぞれ美しい渦巻の形をしているが、よくみると側に小さな丸い銀河があるのに気がつく。このように、明るい銀河には、そのまわりに小さな銀河や銀河とまでもない星の集まりのようなものがいくつもあることがある。というより、そうなっているほうが一般的な銀河の姿なのではないかと考えられるようになってきている。最近の観測では、我々の銀河系のまわりにも銀河系をとりかこむような小さな銀河が少なくとも数十個見つかっている。このような小さな銀河群も含めた我々の銀河系のまわりのシステムのことを局所銀河群と呼ぶ。

一方、理論的には、今のところ、銀河のまわりの小さな星の集団の存在が説明できない。説明できない理由の一つとして、そのような星の集団どうしのダイナミクスは、以下で説明するように複雑で、数値実験も難しい（原理は難しくないが計算量が多く速い計算機が必要）ということがあげられる。

銀河のまわりの星の集団は、銀河のまわりをまわりながら、だんだん銀河系へと落ちてきている。たとえば、大マゼラン星雲と小マゼラン星雲は、今は、銀河系の中心から約15万光年のところにいるが、少しずつ落ちてきている。しかし、いつごろ太陽系あたりまで落ちてくるかはわかっていない。また、落ちてくる途中で壊れる星の集団もたくさんあるだろう。いくつかの球状星団は、壊れつつ落ちてきた星の集団の中の生き残りかもしれない。一方、壊れて散らばった星は、集団でないために見えないが、実は、銀河の質量の大半をしめているのかもしれない。

本研究では、専用計算機を用いた数値シミュレーションによって、局所銀河群のようなシステムがどうつくられ、今後どう進化していくのかを調べることを目標とする。具体的なテーマは、上に挙げたような話の中から相談して決めたいと思う。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

高速なマトリクス並列数値計算法の開発

## 指導教員

(○ 印主指導教員)

○ 牧野淳一郎 福重俊幸 船渡陽子

## 内容説明

我々は、2004 年度から 5 年計画で科学技術計算用超高速計算システム GRAPE-DR を開発している。このシステムの基本的な発想は、これまで我々が 15 年にわたって開発してきた GRAPE (GRAvity PipE) システムと同様である。つまり、比較的単純だが計算量の多い処理を行う「専用」計算機と、計算量は少ないが複雑な処理を行う汎用計算機をつないで計算させるというものである。

従来の GRAPE では専用計算機の側は真に専用であり、粒子間の重力/クーロン相互作用をハードウェアで計算する並列パイプラインプロセッサであった。しかし、GRAPE-DR ではこのアーキテクチャから大きく離れ、「専用」計算機の側もプログラム可能な超並列プロセッサとなる。

このように専用パイプラインをプログラム可能なプロセッサに置き換えたことで、GRAPE-DR では従来の GRAPE では実現不可能であった多様なアプリケーションを実行することが原理的には可能になる。その中でも重要なものが、大規模な連立一次方程式で係数が密行列であるようなものや、同様に密な行列の対角化である。

本研究では、超並列バックエンドプロセッサとフロントエンドプロセッサからなるノード計算機のクラスタという構成を持つ GRAPE-DR システム上で効率的な行列計算のアルゴリズムを開発、実装する。

# 2006 年度修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

重力多体系の長時間積分のための高精度積分公式の研究

## 指導教員

(○ 印主指導教員)

○ 牧野淳一郎 船渡陽子

## 内容説明

散逸のない運動方程式で表現される系の長時間数値積分は、非線形、非平衡なシステム、あるいはカオス的なシステムの研究のためのもっとも基本的な研究ツールである。

系の振る舞いが比較的単純である場合には、シンプレクティック法や時間対称型の積分公式を使うことで位置、速度等の誤差を時間の1次にすることができる。しかし、自由度によってタイムスケールが非常に異なる、いわゆる「振動的に硬い」問題では、シンプレクティック法や時間対称型公式をそのまま使うことは困難であり、今のところ良い方法は見つかっていない。

本研究では、自由度毎に独立でしかも可変な時間刻みを使いつつ、シンプレクティック法や時間対称型公式が持つ良い性質を維持するような数値積分法を開発することを目標にする。

我々は、既に、単純に系全体のタイムスケールが変わる場合については、時間対称型公式の良い性質を保ったまま時間刻みを可変にすることに成功している。これをさらに拡張するいくつかの方法を実装、検討する。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目

GRAPE-DR ハードウェアの開発

### 指導教員

(○ 印主指導教員)

○ 牧野淳一郎 福重俊幸 船渡陽子

### 内容説明

我々は、2004 年度から 5 年計画で科学技術計算用超高速計算システム GRAPE-DR を開発している。このシステムの基本的な発想は、これまで我々が 15 年にわたって開発してきた GRAPE (GRAvity PipE) システムと同様である。つまり、比較的単純だが計算量の多い処理を行う「専用」計算機と、計算量は少ないが複雑な処理を行う汎用計算機をつないで計算させるというものである。

従来の GRAPE では専用計算機の側は真に専用であり、粒子間の重力/クーロン相互作用をハードウェアで計算する並列パイプラインプロセッサであった。しかし、GRAPE-DR ではこのアーキテクチャから大きく離れ、「専用」計算機の側もプログラム可能な超並列プロセッサとなる。

本研究では、GRAPE-DR ハードウェア開発の一部を担当することで、計算機開発の実地に触れる。GRAPE-DR は完成すれば世界最高速の計算機となるものであり、その開発に直接関わることは極めてユニークな体験になるであろう。

具体的な研究テーマとしては、計算機システムのうちホスト計算機と超並列プロセッサの間に入って通信と超並列プロセッサの制御、超並列プロセッサとメモリ間の通信の制御を行う制御プロセッサのアーキテクチャを検討し、アプリケーションに応じたいくつかのタイプを実現すること等を考えている。

# 2006年度修士論文題目及び内容説明

論文題目 コンピューティングのためのモデルの研究

指導教員 ○山口和紀、川合慧、玉井哲雄 (○印は主指導教員)

内容説明

本研究では、興味を持っている対象のモデルを構築し、コンピュータで扱えるようにする。モデル化する対象は相談して決める。

今までに以下のような問題意識から出発してモデルを構築した研究がある。

- 視覚野の網膜部位対応が自動的に形成されるようなメカニズムはできないだろうか。
- ゲームの達人の知識を使わずに、強いゲームプレイヤを自動的に作れないだろうか。
- 正規表現よりも強力で使いやすいパターンマッチはできないだろうか。
- 因果的な関係とはどのような構造で、どのような性質を持っているだろうか？
- ウェブ構造の良さを調べる方法はないだろうか。
- 読む人に適応して内容が構成される教材を作れないだろうか。
- 大学の講義全体を体系化して、講義の関係を計算できる構造ができないだろうか。
- 大学の講義のページを全て集めて、全体を効率よく概観できる構造は作れないだろうか。
- 粘土のように中身が詰まった立体を表現できないだろうか。
- 賛成・反対のような議論の関係を構造化して、議論の進み方を計算できるようにできないだろうか。

先行研究を学ぶ事も大事であるが、新しいアプローチを作り出そうという意欲的な研究を歓迎する。

質問は電子メール ([yamaguch@graco.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:yamaguch@graco.c.u-tokyo.ac.jp)) でいつでも受け付けている。

## 2006 年度論文題目及び内容説明

論文題目: 情報構造と関係の深い数理的構造の研究  
指導教員: 山口 和紀、柏原 賢二  
( 印主指導教員)

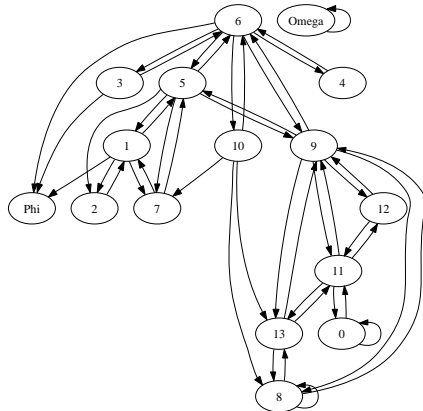
### 内容説明:

非有基的集合論 (AFA) やガロア束 (Galois lattice) など、情報構造と関係が深い数理的構造を、情報構造と関連づけながら研究する。

たとえば、Web ページ群におけるページ間のハイパーリンクの数理的構造を考える。ページをノードに対応させ、リンクを有向辺に対応させることで、Web ページ群を有向グラフで表すことができる。

さらに有向グラフの有向辺を集合の所属関係とすることができる。つまり、ページ a からページ b にリンクが張られていることを、集合 b は集合 a の要素だと解釈する。しかし、このような解釈をすると、グラフに有向サイクルがあるときは問題が起こる。通常の集合論は、集合 a が集合 b の要素であるときに、同時に集合 b が集合 a の要素であることは認めてないからである。しかし、近年研究されている非有基的集合論においては、そのような集合の所属関係における循環を認めている。非有基的集合論を用いれば、Web ページ群におけるページ間のリンクの構造を表現することができる。

このような表現を用いると、複雑なリンク構造も簡単なものに帰着させて考えることができる。下の図はそのようなものの例である。



一方、Galois lattice は、項目間の 2 項関係から引き起こされる束であり、2 項関係から自然に構造を取り出したものと理解することができる。

これらの道具を用いて、情報構造の中に潜む数理的構造を解き明かしていきたい。

質問は電子メール (yamaguch@graco.c.u-tokyo.ac.jp) で受けつける。

## 2006 年度修士論文題目及び内容説明

論 文 題 目: 計算を効率化するための知識の自動獲得

指 導 教 員: 山口 和紀・川合 慧・田中 哲朗・金子 知適  
( 印主指導教員)

内 容 説 明:

計算機を用いて「知的」な処理を実現する方法の一つは、とにかく大量の計算を行うことである。例えばパズルの解やゲームの最善手の探索においては計算能力によって得られる答えの質が決まる。従って計算の効率化が非常に重要であり、アルゴリズムの工夫と共に人間の経験的な知識を組み込むことによる効率化が取り組まれてきた。しかし、複雑な問題では人間の知識に例外が多く、実際の利用は困難であった。

近年、人間の知識を安全に利用する方法として、知識を直接信用する代わりに、人間を参考にしながら自動的に求めたデータを利用した効率化が注目されている。例えばコンピュータ将棋では、プロ棋士の棋譜を前処理してプロ棋士が指しそうな手を深く、そうでない手を浅く探索することで成果が得られている。このようなアプローチは始まったばかりであり、どのような問題に対してどのようなデータが有効であるかは明らかでない。そこで本研究課題では複数の具体的な問題を対象に、効果的な知識の利用方法とその獲得手法についての研究を行う。

具体的には、

- 多数の試行に基づいて経験則を導出する方法
- 人間が用いている知識のなかで例外の少ない有用な部分を自動的に抽出する方法
- 誤った知識を与えても効率を落とさないアルゴリズム

などを提案・実現する。

# 論文題目 ゲームプログラミングに関する研究

指導教員 ○ 田中哲朗 金子知適

## 内容説明

1997年に、チェスの世界チャンピオンをコンピュータプログラムが破ったが、同じ完全情報ゲームであっても、チェスよりも分岐数が多く、局面評価も難しい将棋や囲碁では、まだ人間のプロに匹敵するプログラムは作られていない。

ゲームプログラミングに関しては、以下のような研究テーマが考えられる。

- 統計モデルに基づく min-max 木の効率的な枝刈
- 学習による評価関数の改善
- プログラム変換、動的コード生成による木探索の高速化
- ゲームのルールの数学的な記述と、それを求めたルールの完全性の証明

現在、研究室では主としてコンピュータ将棋を研究対象としている。コンピュータ将棋はあと10年以内にプロを破るレベルに達すると言われていて、現在ゲームプログラミング研究で最もホットな対象になっている。自分のアイデアを生かしてプロに勝つ将棋プログラムを作りたいという意欲あふれる志望者を募集する。

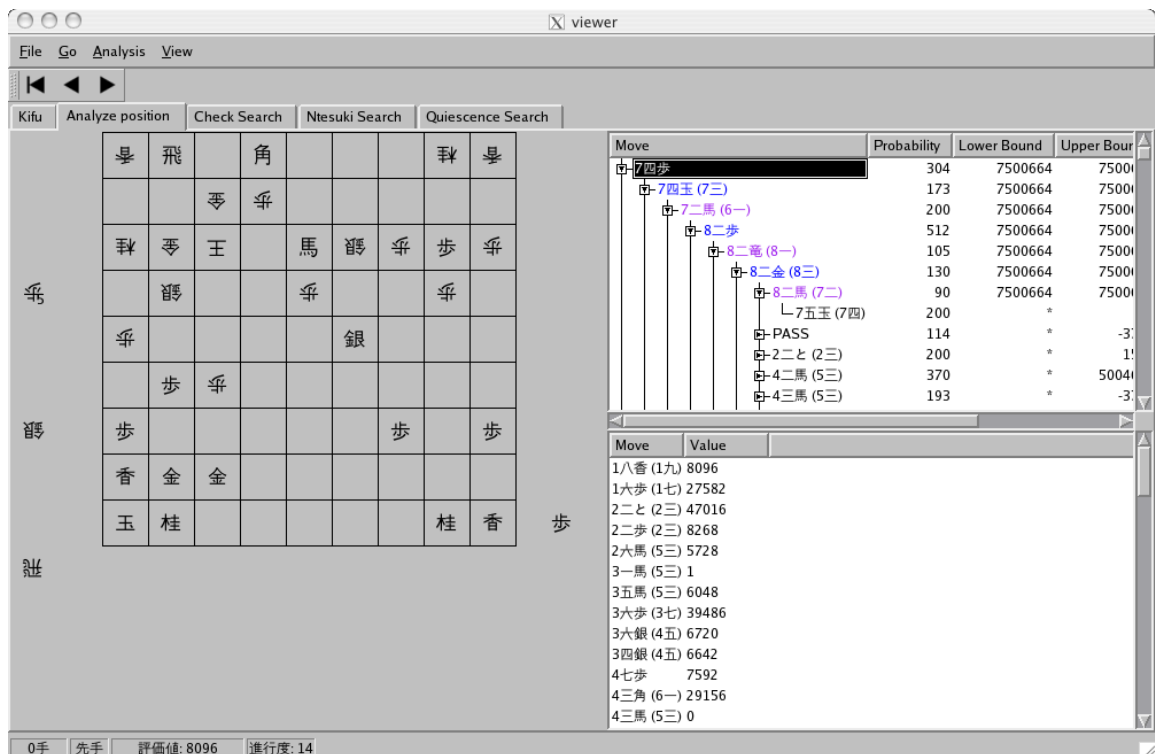


図 1: 共同開発中の将棋プログラム (GPS 将棋)



## 論文題目 フォントデザインの自動化に関する研究

指導教員 ○田中哲朗 金子知適

### 内容説明

UNICODE や JIS X 213 など、コンピュータで扱う文字コードセットは巨大なものになっている。一方で、多様な書体を使いたいという要求は増してきているので、多様なフォントを安価に提供するためには、高品質のフォントを人間の手をなるべくかけずに製作することが望まれている。

漢字を偏や旁などの基本的な部品の組合せにより表現して、基本的な部品のスケルトンデータを自動的に配置することにより作成された漢字フォントとして、フリーのアウトラインフォントとして知られている和田研フォントがあるが、和田研フォントは当時の計算機環境の制限により、単純な配置アルゴリズムしか使用できず、残念ながら高品質のフォントにはなっていない。

そこで、このアプローチにより、高品質のフォントを作成するための研究テーマとして、

- 人間の視覚特性を考慮した部品配置アルゴリズム
- 既存フォントからのパラメータ抽出
- スケルトンフォントから良質のグレースケールフォントを作成するアルゴリズム

などに取り組みたい志望者を募集する。

論文題目： プログラマに優しいプログラミング手法に関する研究

指導教員： 尾上 能之

内容説明：

近年、プログラムを書ける人材は少なくなっていると言われる。そこで、プログラミングに対する垣根を低くし、簡単に書いたプログラムを効率的に実行できるような枠組みを作ること为目标とする。

アプリケーションの開発は、以下のような流れで行われることが多い。この中でコーディングの効率化、抽象化が中心となるが、デバッグや仕様策定の手間を減らす提案でも構わない。

1. 要件定義策定
2. 仕様策定
3. コーディング
4. テスト、デバッグ

アプローチの一つとして、Haskell などの関数型言語を用いることが考えられる。これは関数型言語を用いると、仕様がほぼそのままプログラムの形式で記述可能だからである。ただし関数型言語で書かれたプログラムは、実行時の効率が他の言語と比べて劣ることが多いため、融合変換や並列化などの変換手法を用いて、簡潔なプログラムを元に効率の良いプログラムを生成する必要がある。

また、軽量プログラミング言語 (Lightweight Languages) とも呼ばれる Perl, Ruby, Python, PHP などのスクリプト言語を用いて、プログラミングの作成しやすい環境を構築したり、各処理系の実行効率を高めるアプローチも考えられる。