



京都大学

大学院工学研究科

化学工学専攻

2008



京都大学大学院工学研究科化学工学専攻では、化学産業のみならず、電子産業などを含む基幹産業の構造改革や社会・経済の変化に対応できる学術基盤の構築とそれを支える幅広い視野と総合的な判断力を備えた人材および専門研究者・学際的人材を養成することを目標に教育を行っている。さらに、世界的な学術研究の拠点、研究者養成の中核的機関としての位置付けを目指している。そのために、既存専攻の充実に加えて京都大学工学研究科高等研究院などとの共同研究を通じて、複合的学域の創出・深化に携わる研究者の養成を図っている。



京都大学
大学院工学研究科
化学工学専攻



Kyoto University
Department of Chemical Engineering

目次

概要

| | |
|--------|---|
| 沿革 | 2 |
| 構成 | 4 |
| カリキュラム | 6 |
| 国際交流 | 8 |

教員・研究室紹介

| | |
|----------|----|
| 化学工学基礎講座 | |
| 移動現象論分野 | 10 |
| 界面制御工学分野 | 12 |
| 反応工学分野 | 14 |

化学システム工学講座

| | |
|--------------|----|
| 分離工学分野 | 16 |
| 粒子系工学分野 | 18 |
| 材料プロセス工学分野 | 20 |
| プロセスシステム工学分野 | 22 |

環境プロセス工学講座

| | |
|---------------------------|----|
| 融合プロセス工学講座 (産官学連携センター) | 26 |
|---------------------------|----|

環境安全工学講座 (環境保全センター)

| | |
|-------|----|
| 非常勤講師 | 29 |
| 名誉教授 | 30 |
| 人員構成 | 30 |

| | |
|----------|----|
| キャンパスマップ | 31 |
| 交通アクセス | 32 |

CONTENTS

Outline

| | |
|--------------------------|---|
| Location & History | 3 |
| Organization | 5 |
| Curriculum | 7 |
| International activities | 9 |

People & Research

| | |
|-------------------------------|----|
| Transport Phenomena | 11 |
| Surface Control Engineering | 13 |
| Chemical Reaction Engineering | 15 |

| | |
|---|----|
| Separation Engineering | 17 |
| Particle-System Engineering | 19 |
| Materials Process Engineering | 21 |
| Process Control and Process Systems Engineering | 23 |

Environmental Process Engineering

| | |
|---|----|
| Process Coordination Engineering (Innovative Collaboration Center) | 27 |
|---|----|

Environment and Safety Engineering (Environment Preservation Center)

| | |
|---------------------|----|
| Invited lecturers | 29 |
| Professors emeriti | 30 |
| Constituent numbers | 30 |

| | |
|------------|----|
| Campus map | 31 |
| Access | 32 |

概要

沿革

京都大学化学工学教室の歴史は、昭和15年4月1日、京都帝国大学工学部に化学機械学科が設立されたのに始まる。化学機械学科は、当初2つの講座で発足したが、翌16年に講座数3、17年には講座数4に拡大された。昭和36年に講座数は6つとなり、名称も化学工学科と変更された。拡散系単位操作講座、化学工学熱力学講座、反応工学講座、機械系単位操作講座、輸送現象論講座、装置制御工学講座の各講座が置かれ、工学研究所にも化学工学研究部門が置かれていた。学部学生定員は40名に拡充された。昭和44年に装置工学講座が設置され、講座数は7となった。昭和61年には工学部付属施設として重質炭素資源転換工学実験施設が置かれ、また平成3年には生物化学工学講座が設置され、化学工学教室は8つの講座に2つの関連講座を加えた体制となり、学部学生定員も54名に拡大された。

平成5年4月、工学部の先陣として化学系学科の改組が実施されたのにもない、化学工学科は2つの基幹大講座(7分野)と1つの大学院専任講座を有する工学研究科化学工学専攻に衣替えさ

れた。化学系の学部課程は工業化学科3コースに統合された。学部学生は2年次後期から各コースでの教育を受け、化学工学専攻の教員は主に化学プロセス工学コース(42名)の教育を担当している。化学工学専攻の学年定員は、修士課程30名、博士後期課程9名であり、主に化学プロセス工学コースの学生が進学する。

平成8年に原子エネルギー研究所(旧工学研究所)がエネルギー理工学研究所に改組され、原子核化学工学研究部門は新設のエネルギー科学研究科の協力講座となった。また、平成13年に国際融合センターとして設立され、平成19年に改組された産官学連携センターには、化学工学専攻の協力講座(融合プロセス工学講座)がある。また、平成19年より環境保全センターに協力講座として環境安全工学講座が設置されている。

平成15年に、吉田キャンパスから11 km、京都駅から7 km、桂駅から2 kmの距離に新キャンパスの桂キャンパスが開かれ、化学系、電気系専攻が第一陣として移転した。現在、化学工学専攻は桂キャンパスにあり、平成16年の国立大学法人への移行も新キャンパスで迎えた。

現在、2200名を超える本教室の卒業生・修了生が化学工業を中心に活躍しており、本教室は名実ともに我が国有数の化学工学教室となっている。



- 1922 工業化学科化学機械学講座設置
- 1940 化学機械学科設置
- 1949 「化学機械の理論と計算」出版
- 1953 新制大学院設置
- 1955 新制大学院博士課程設置
- 1961 化学工学科に改組
- 1963 吉田キャンパス西部構内から
- ~1968 本部構内の工化総合館に移転
- 1993 大学院重点化、化学系改組
- 2003 桂キャンパスへ移転

OUTLINE OF THE DEPARTMENT

Location

The Department of Chemical Engineering is located on the Katsura Campus which is the newest of the three campuses of Kyoto University. Katsura Campus, opened in 2003, is located in the western part of Kyoto City. Kyoto, at the center of Honshu Island, can be accessed from Kansai International Airport within two hours. The campus is seven kilometers from Kyoto Station and two kilometers from Katsura Station. The majority of the Department is located in Building A4, but the Department also has laboratories, lecture rooms, and other facilities in Building A2.

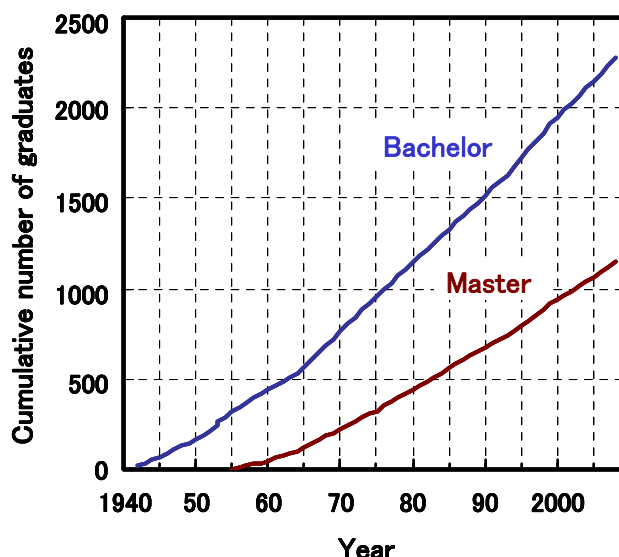
History

The Department of Chemical Engineering, Kyoto University, was founded on April 1, 1940, as one of the first chemical engineering departments in Japan. The number of Kozas (chairs) was only two in the beginning but increased to three in 1941, four in 1942, and six in 1961, which were devoted to Diffusional Unit Operations, Chemical Engineering Thermodynamics, Chemical Reaction Engineering, Mechanical Unit Operations, Transport Phenomena, and Process Control.

In 1993, the Faculty of Engineering reorganized their departments for the purpose of intensification of the graduate school. The Department became composed of eight Kozas and one affiliated Koza. The Research Laboratory of Carbonaceous Resources Conversion Technology founded in 1986 merged with the Department in 1996. After these consecutive reorganizations, the Department presently consists of eight Kozas. The Department is in close cooperation with the Innovative Collaboration Center and the Environment Preservation Center, Kyoto University.

“Koza” is a small subdivision of the department. Each Koza usually has one full professor, one associate professor, and one assistant professor, and specializes in a particular research area as shown in the following pages.

Since the reorganization in 1993, six chemistry-related departments have provided a unified four-year undergraduate program under the name of the Undergraduate Department of Industrial Chemistry. Students of the department choose one of three courses at the middle of the second year. The Department of Chemical Engineering takes charge of the education of the Course Program of

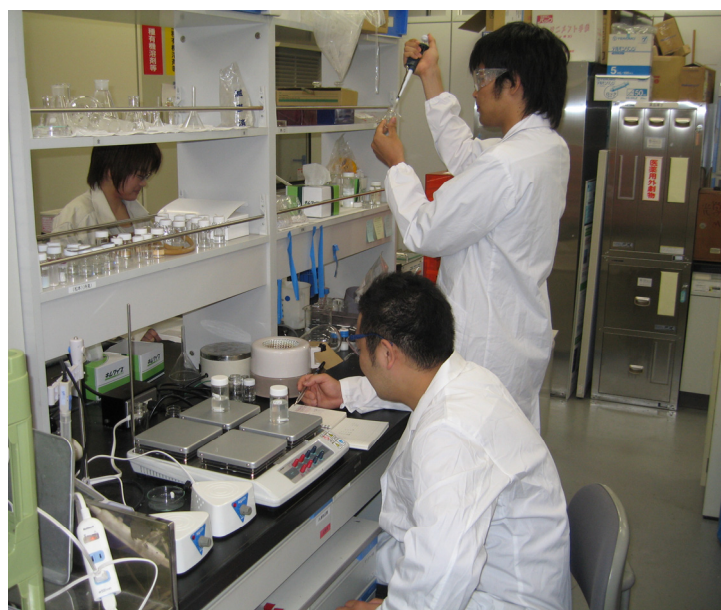


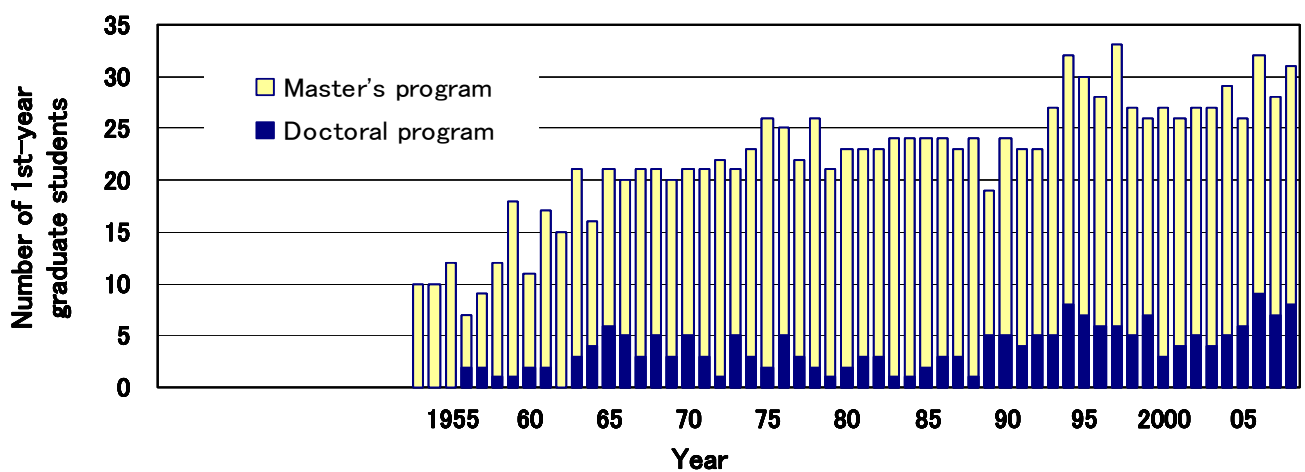
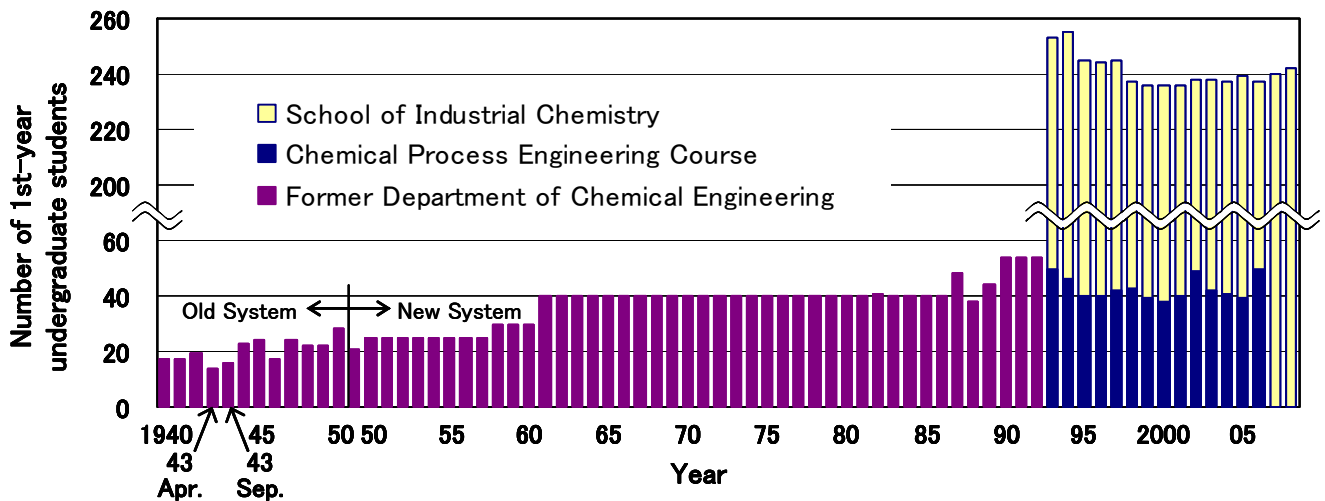
Number of graduates of the Department.
学部課程卒業生・修士課程修了者数累計

Chemical Process Engineering. The course produces approximately 40 B. Eng.'s every year.

The Department has graduate programs leading to M. Eng. and D. Eng. degrees. Requirements for M. Eng. are 22 credits of course work and a research thesis. An original research thesis compiling more than three year research during the graduate program is a part of the D. Eng. requirements. Every year, the Department sends out 30 M. Eng.'s and several D. Eng.'s.

More than 2200 alumni of the Department are presently playing active parts in various industries including chemical industries, and the Department is recognized as one of the best and largest chemical engineering departments in Japan.

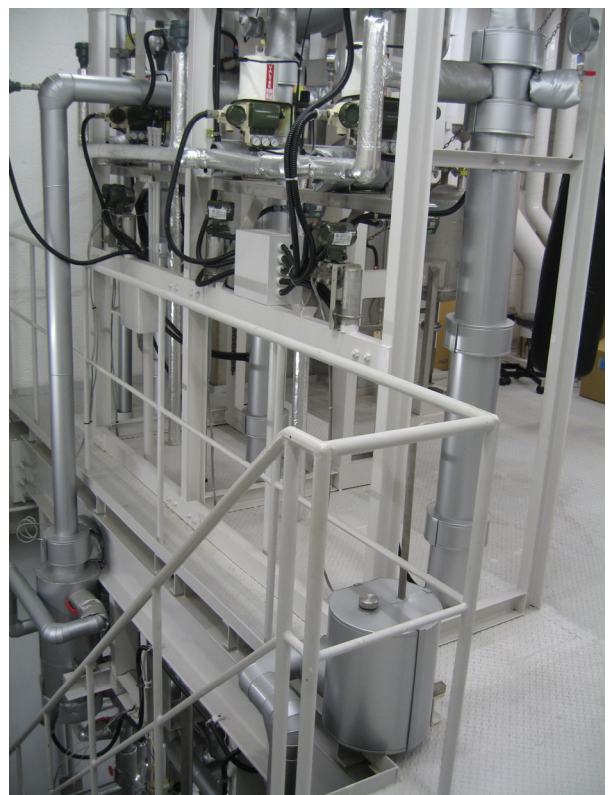


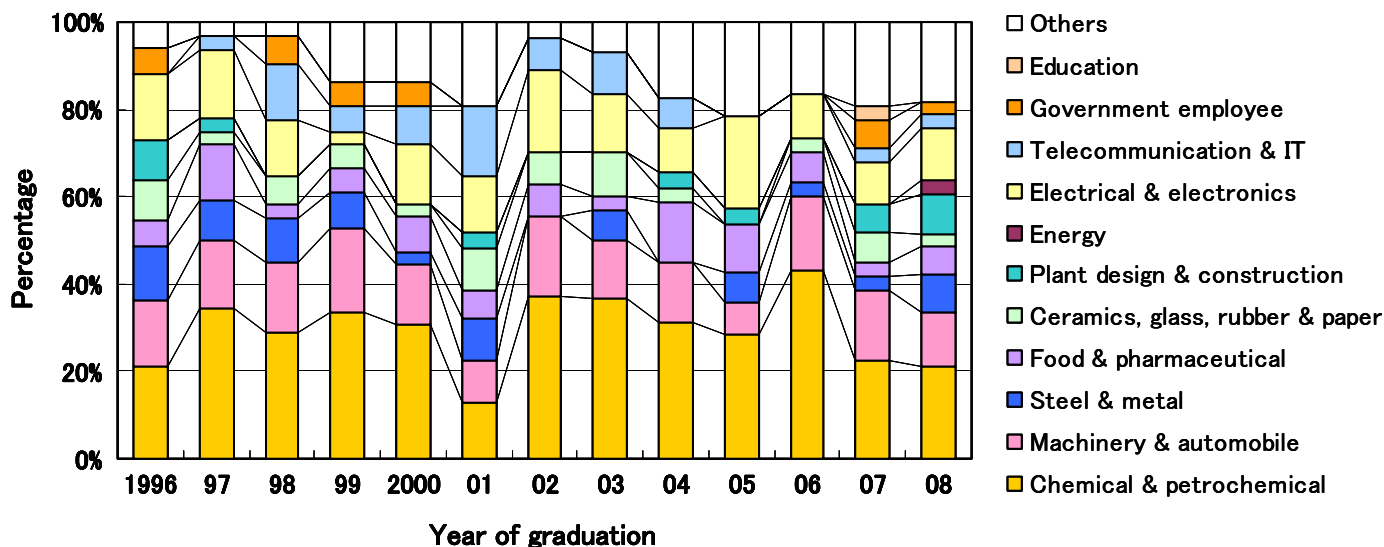


Number of first-year students of undergraduate and graduate programs by year.
学部課程、修士課程、博士後期課程入学者数の推移

構成

化学工学教室は、2つの基幹大講座、「化学工学基礎講座」(移動現象論分野, 界面制御工学分野, 反応工学分野), 「化学システム工学講座」(分離工学分野, 粒子系工学分野, 材料プロセス工学分野, プロセスシステム工学分野) と専任講座「環境プロセス工学講座」, ならびに協力講座の「融合プロセス工学講座(産官学連携センター)」, 「環境安全工学講座(環境保全センター)」で構成されている。





Industries which employ the graduates (Bachelor & Master) from the department.
産業分野別就職者数(学部課程卒業生、修士課程修了者合計)



Organization

Kozas (Chairs)

1. Transport Phenomena
2. Surface Control Engineering
3. Chemical Reaction Engineering
4. Separation Engineering
5. Particle-System Engineering
6. Materials Processing Engineering
7. Process Control and Process Systems Engineering
8. Environmental Process Engineering
9. Process Coordination Engineering
(Innovative Collaboration Center)
10. Environment and Safety Engineering
(Environment Preservation Center)



カリキュラム

工学部工業化学科
化学プロセス工学コース

工学研究科
化学工学専攻

学部課程

1回生 (工業化学科)

工業化学概論I, II
基礎物理化学A, B
基礎有機化学A, B
自然現象と数学
微分積分学A, B
線形代数学A, B
物理学実験

物理学基礎論A, B

基礎情報処理, 同演習
基礎化学実験

2回生 (工業化学科)

物理化学基礎及び演習
有機化学基礎及び演習
基礎無機化学
化学プロセス工学基礎
微分積分学続論A, B
熱力学
振動・波動論
力学続論
解析力学

2回生 (化学プロセス工学コース)

物理化学I (化学工学)
無機化学I (化学工学)
基礎流体力学
化学工学数学I
化学工学計算機演習
反応工学I

3回生 (化学プロセス工学コース)

移動現象
流体系分離工学
プロセス制御工学
物理化学II, III (化学工学)
化学工学数学II
計算化学工学
化学工学実験 (化学工学)
環境保全概論
反応工学II
固相系分離工学
微粒子工学
プロセスシステム工学
化学工学シミュレーション
生物化学工学
環境安全化学
有機工業化学
科学英語 (化学工学)

4回生 (化学プロセス工学コース)

化学実験の安全指針
プロセス設計
工学倫理
特別研究

修士課程

移動現象特論
分離操作特論
反応工学特論
プロセスシステム論
プロセス制御論
微粒子工学特論
界面制御工学
化学材料プロセス工学
環境システム工学
電子材料化学工学
流体物性概論
化学技術英語特論
化学技術者倫理
化学工学特論第一, 二, 三, 四
化学工学特別実験及び演習

博士後期課程

環境プロセス工学
化学技術英語特論
化学工学特別セミナー1~6
先端マテリアルサイエンス通論
新工業素材特論



CURRICULUM

Undergraduate Course Program
of Chemical Process Engineering
Undergraduate Department
of Industrial Chemistry
Faculty of Engineering

Department of Chemical Engineering
Graduate School of Engineering

Undergraduate Program

First grade (Department of Industrial Chemistry)

Introduction to Industrial Chemistry I, II
Basic Physical Chemistry A, B
Basic Organic Chemistry A, B
Mathematical Description of Natural Phenomena
Calculus A, B
Linear Algebra A, B
Elementary Course of Experimental Physics
Fundamental Physics A, B
Information Processing Basics
Exercises in Information Processing Basics
Fundamental Chemical Experiments

Second grade (Department of Industrial Chemistry)

Physical Chemistry: Fundamentals and Exercises
Exercises in Basic Organic Chemistry
Basic Inorganic Chemistry
Fundamental Chemical Process Engineering
Advanced Calculus A, B
Thermodynamics
Physics of Wave and Oscillation
Advanced Course of Classical Mechanics
Analytic Dynamics

Second grade (Course of Chemical Process Engineering)

Physical Chemistry I (ChE)
Inorganic Chemistry I (ChE)
Fundamental Fluid Mechanics
Mathematics for Chemical Engineering I
Computer Programming in Chemical Engineering
Chemical Reaction Engineering I

Third grade (Course of Chemical Process Engineering)

Transport Phenomena
Fluid-Phase Separation Engineering
Process Control
Physical Chemistry II, III (ChE)
Mathematics for Chemical Engineering II
Numerical Computation for Chemical Engineering
Chemical Process Engineering Laboratory

Introduction to Environment Preservation
Chemical Reaction Engineering II
Solid-Phase Separation Engineering
Fine Particle Technology
Process Systems Engineering
Simulations in Chemical Engineering
Biochemical Engineering
Chemistry and Environmental Safety
Industrial Organic Chemistry
Practical English in Science and Technology (ChE)

Fourth grade (Course of Chemical Process Engineering)

Safety in Chemistry Laboratory
Process Design
Engineering Ethics
Graduation Research Work (Thesis Project)

Graduate Programs

Master course (2 years)

Transport Phenomena
Separation Process Engineering, Adv.
Chemical Reaction Engineering, Adv.
Advanced Process Systems Engineering
Advanced Chemical Process Control
Fine Particle Technology, Adv.
Surface Control Engineering
Engineering for Chemical Materials Processing
Environmental System Engineering
Electronic Materials Chemical Engineering
Molecular Science of Fluids
Special Topics in English for Chemical Engineering
Ethics for Chemical Engineers
Special Topics Chemical Engineering I, II, III, IV
Research Chemical Engineering (Thesis Project)

Doctoral course (+3 years)

Environmental Process Engineering
Special Topics in English for Chemical Engineering
Special Seminar in Chemical Engineering 1–6
Introduction to High Technology Material Science
New Engineering Materials, Adv.



国際交流

当専攻は世界各国からの研究者や留学生を受け入れている。当専攻は以下の大学の化学工学科等と国際交流協定を結んでおり、一部の協定は学部レベル、大学レベルに拡充されている。

- ウイスコンシン大学 (合衆国)
- ミュンヘン工科大学 (ドイツ)
- カールスルーエ大学 (ドイツ)
- 南部国立大学 (アルゼンチン)
- 浙江大學 (中国)
- デンマーク工科大学 (デンマーク)
- ラッペンランタ工科大学 (フィンランド)
- ボリスキドリツ核科学研究所 (ユーゴスラビア)
- エアランゲンニュルンベルク大学 (ドイツ)
- ドルトムント大学 (ドイツ)

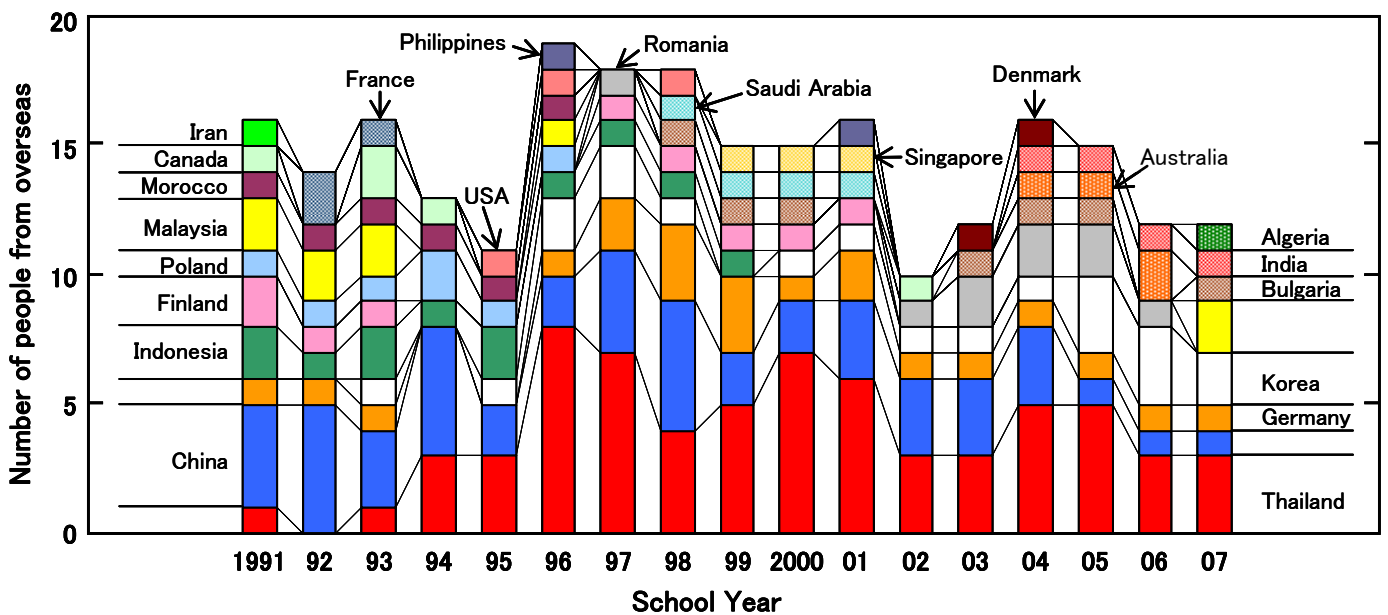
これらの他にもチュラロンコン大学 (タイ), ウォータールー大学 (カナダ), シンガポール国立大学 (シンガポール) などの大学と緊密な協力関係を保っており、教員ならびに学生の交流や合同シンポジウムの開催などを行っている。

専攻独自の協定に加え、テキサス大学オースティン校工学部(合衆国), チェコ工科大学プラハ



校(チェコ), デルフト工科大学(オランダ), チュラロンコン大学(タイ), 香港科学技術大学工学研究科・理学研究科, 韓国科学技術院工学研究科(韓国), 大連理工大学(中国), ドルトムント大学(ドイツ), 中国科学技術大学(中国)等の28大学との間に部局間協定があり, 清華大学(中国), ソウル大学校(韓国), シドニー大学(オーストラリア), グルノーブル理科大学(フランス), ユトレヒト大学(オランダ), ウプサラ大学(スウェーデン), スイス連邦工科大学(スイス), トロント大学(カナダ), スタンフォード大学, カリフォルニア大学, イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校(合衆国)等の79大学とは大学間学術交流協定を結んでいる。

博士課程では, 英語のみで学習することができる International Doctoral Program in Engineering という特別コースも用意されている。



Number of foreign researchers and students by nationality.
海外からの長期滞在研究者数・留学生数の推移

INTERNATIONAL ACTIVITIES

The Department accepts visiting researchers as well as undergraduate, graduate, research students from abroad. As a part of its international cooperative exchange program, the Department has a program named the International Doctoral Program in Engineering. This program provides young students and researchers with a master degree an opportunity to conduct further studies at Kyoto University, leading to a doctoral degree. The Japanese language is not required in this program. An applicant must be a graduate of a university with which the Graduate School of Engineering, Kyoto University, has signed an agreement of international academic exchange or equivalent.

We have academic exchange agreements at the college/graduate school level with 28 engineering colleges/graduate schools including Hong Kong University of Science and Technology, Dalian University of Technology, University of Science and Technology of China (China), Czech Technical University in Prague (Czech), Friedrich-Alexander Universität Erlangen – Nürnberg, Universität Dortmund (Germany), Korea Advanced Institute of Science and Technology (Korea), Delft University of Technology (Netherlands), National University of Singapore (Singapore), Chulalongkorn University (Thailand), and University of Texas – Austin (USA).

Kyoto University has signed general memorandums for academic exchange and cooperation with 79 universities including University of New

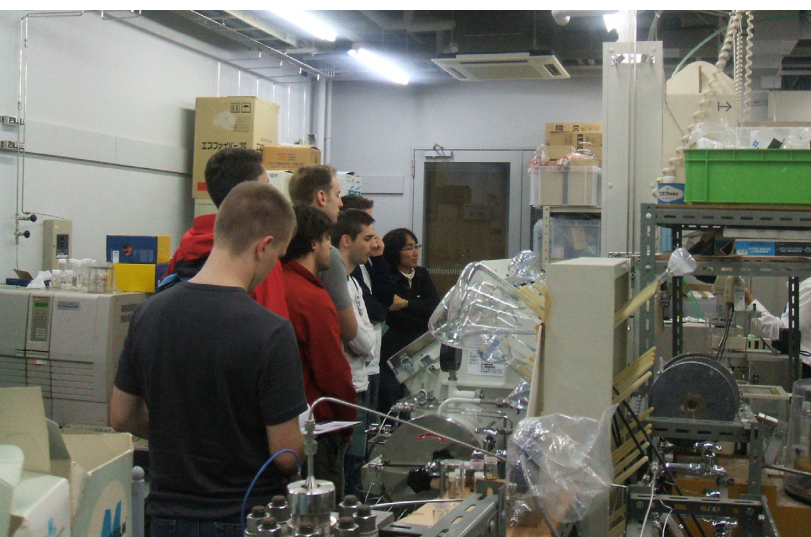


South Wales, University of Sydney (Australia), University of Toronto, University of Waterloo (Canada), Tsinghua University (China), Institut National Polytechnique de Grenoble (France), Seoul National University (Korea), University of Utrecht (Netherlands), National University of Singapore (Singapore), Swiss Federal Institute of Technology (Switzerland), Uppsala University (Sweden), Stanford University, University of California, and University of Illinois – Urbana-Champaign (USA).

The Department has also signed academic exchange agreements of its own, some of which has developed into the higher-level agreements, with the following universities:

| | |
|---|------------|
| University of Wisconsin (USA) | since 1980 |
| Technische Universität München (Germany) | 1982 |
| Universität Karlsruhe (Germany) | 1985 |
| Universidad Nacional del Sur (Argentina) | 1985 |
| Zhejiang University (China) | 1986 |
| Technical University of Denmark (Denmark) | 1987 |
| Lappeenranta University of Technology (Finland) | 1988 |
| Boris Kidrich Institute for Nuclear Science (Yugoslavia) | 1990 |
| Friedrich-Alexander Universität Erlangen – Nürnberg (Germany) | 1990 |
| Universität Dortmund (Germany) | 1990 |

Intimate cooperation has been achieved with the chemical engineering departments of these universities as well as Chulalongkorn University, Waterloo University, and National University of Singapore.



移動現象論分野



准教授
山本 量一
Assoc. Prof.
R. Yamamoto
ryoichi@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
新戸 浩幸
Assist. Prof.
H. Shinto
shinto@cheme.kyoto-u.ac.jp



特定助教
安田 修悟
Assist. Prof.
S. Yasuda
yasuda@cheme.kyoto-u.ac.jp

本研究室では、複雑流体やソフトマターの移動現象について、主に計算機シミュレーションを用いた研究を行っている。複雑流体では複数の共存相を含むメソ～マクロスケールの現象が興味の対象であり、物質をマイクロにモデル化する分子シミュレーションでは計算量が膨大になり、有効なシミュレーションが困難となる。よって、複雑流体やソフトマターの移動現象に対して有効なシミュレーションを行うためには、何らかの工夫が不可欠となる。これまで化学工学では経験的な手法が一般に用いられてきたが、我々は、統計力学や流体力学をベースとした最新の理論的手法を積極的に導入し、移動現象の新しい方法論を化学工学分野で開拓するという立場でこの問題に取り組んでいる。

1. コロイド分散系の直接数値シミュレーション

我々はコロイド分散系に対して有効なメソスケールのシミュレーション手法を開発し、KAPSEL

[<http://www-tph.cheme.kyoto-u.ac.jp/kapsel/>]として一般公開した。その後、その方法を理論的な解析の難しかった荷電コロイド系の電気泳動に応用して大きな成果を挙げている。(図1)

2. 複雑流体・ソフトマターの移動現象に有効なマルチスケールシミュレーションの開発

分子サイズを大きく超えたスケールで有効なメソスケールシミュレーションは、これまで主に基礎科学的な立場で利用され成功を収めてきた。しかし、物質の化学的な個性に注目することの多い応用研究の立場では大きな問題に直面する。つまりこれまで連続体シミュレーションで用いてきたメソスケールモデルに、分子構造などのマイクロな情報を反映することが困難きわまりないのである。我々は、全く新しい方法論として、異なるシミュレーション手法を接続する「マルチスケールシミュレーション法」の開発に着手し、これまでのシミュレーション法では太刀打ちできなかった複雑流体やソフトマターの移動現象に関連する種々の問題の解決に取り組んでいる [<http://multiscale.jp/>]。(図2)

3. 界面・ナノ粒子・生細胞の移動現象の分子オーダ観測

また、本研究室では、ナノ・マイクロ粒子と生細胞との相互作用に関する実験的研究も行っている。細胞－固体表面間の接着力の理解は、薬物送達システム(DDS)におけるキャリア粒子デザインばかりではなく、多くの工業プロセスでも重要な課題である。最近では、ナノ粒子の生体への暴露に関する安全性の観点から、「ナノリスク」と呼ばれるナノ粒子の細胞への取り込みの影響が注目されている。DDSやナノリスクの研究において基礎的に重要なのは、細胞表面に到達した微粒子が、細胞との間でどのような生物学的、化学的、物理的相互作用を起こすのかを総合的に知ることである。そこで我々は、多様な細胞の多様な状態について、微粒子の「サイズ、形状、表面特性」が「細胞への付着・脱着、摂取・排出、毒性」などに如何に影響するかを明確にすべく、原子間力顕微鏡(AFM)および共焦点レーザー顕微鏡(CLSM)を主に用いて、研究を進めている。(図3)

Koza 1 Transport Phenomena

Assoc. Professor Ryoichi Yamamoto
Assist. Professor Hiroyuki Shinto
Assist. Professor Shugo Yasuda

We have been working on various transport phenomena of complex fluids and soft matters (complex fluids, polymers, colloids, etc) by mainly using methods of computer simulations. Microscopic simulations, known as molecular dynamics (MD) and Monte Carlo (MC) simulations, have widely been used for material's simulations in general. Such microscopic simulations, however, tend to require enormous computation time for performing meaningful simulations of complex fluids and soft matters because meso- or macro-scale phenomena are of particular interest often for them. Alternative strategies based on new ideas are definitely needed to achieve meaningful simulations for those complex systems. We thus aim to develop unique and new methodologies useful in chemical engineering by using recent progress of several theoretical approaches, while empirical methods have mainly been used to analyze transport phenomena in chemical engineering so far.

1. Direct Numerical Simulations (DNS) for colloidal dispersions

We have developed a unique mesoscale method for simulating colloidal dispersions. Our program has been released as a colloid simulator KAPSEL [<http://www-tph.cheme.kyoto-u.ac.jp/kapsel/>], which enables us to perform successful DNS simulations for neutral and charged colloidal dispersions. We have applied this method to analyze electrophoresis of dense charged colloidal dispersions. (See Fig. 1).

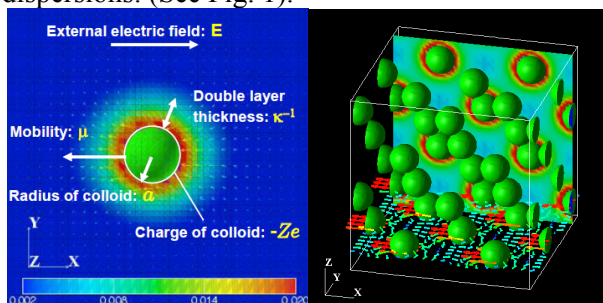


Fig. 1. Direct numerical simulation of electrophoresis of charged colloids. Arrow: velocity field, Color: density of counter ion.

図 1. 気泳動するコロイド粒子の直接数値シミュレーション。矢印: 流動場, カラー: 対イオン濃度

2. Multi-scale simulations for soft matters

Theoretical studies of complex fluids and soft

matters are important both from scientific and engineering points of view. We aim to achieve efficient computer simulations of soft matters by developing multi-scale methods which enable us to perform consistent simulations of microscopic (atoms, molecules, etc), mesoscopic (density fields, interfaces, etc), and macroscopic (shapes of materials, production processes, etc) variables to understand several unsolved problems related to transport phenomena of those systems. (See Fig. 2).

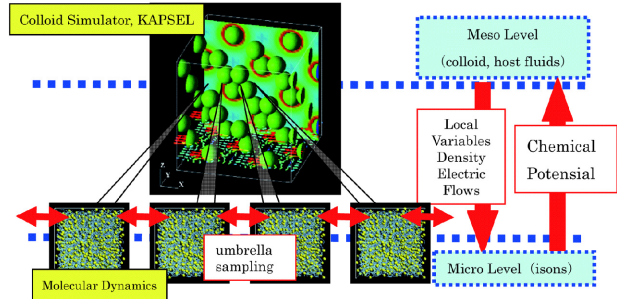


Fig. 2. Schematic picture of multi-scale simulation for charged colloidal dispersions.

図 2. 荷電コロイド系のマルチスケールシミュレーションの概念図

3. Molecular-scale observation of transport phenomena of interfaces, particles, and cells

Detailed understanding of adhesion forces between living cells and engineered materials is an important subject in the carrier particle design for Drug Delivery System (DDS) as well as in many industrial processes. Recently, more attention has been paid to the impact of nanoparticles on living bodies (Nano-Risk) In DDS and Nano-Risk studies, it is fundamentally important to obtain systematic information on how the particles attached to the cellular membranes cause biological, chemical, and physical interactions with the living cells. We have therefore performed molecular-scale observation using an intelligent combination of Atomic Force Microscopy (AFM) and Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM) to clarify how the size, shape, and surface property of particles affect the adhesion, uptake, and toxicity for living cells (See Fig. 3).

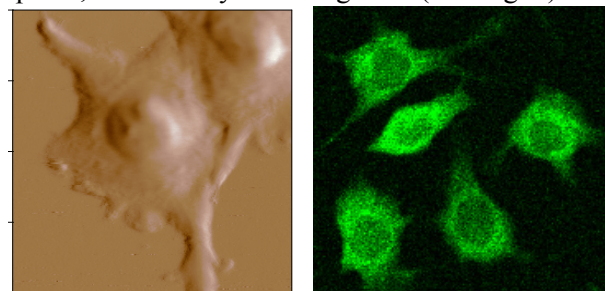


Fig. 3. AFM (left) and CLSM (right) images of living cells exposed to fluorescent nanoparticles.

図 3. 蛍光ナノ粒子に曝露されたマウス皮膚がん細胞の AFM 像(左)と CSLM 像(右)

界面制御工学分野



教授
宮原 稔
Prof.
M. Miyahara
miyahara@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
田中 秀樹
Assist. Prof.
H. Tanaka
tanaka@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
渡邊 哲
Assist. Prof.
S. Watanabe
nabe@cheme.kyoto-u.ac.jp

ナノスケール拘束空間の工学 —構造制御を目指した界面場の積極利用—

化学工学の目的が「組成制御」から「構造制御」に向けて発展すべき現在、工学基礎としてまず求められるのは、[相互作用集団]×[外場]=[構造制御]の方程式であろう。つまり、相互作用を及ぼし合う要素—例えば分子やナノ粒子など—の集団が、ナノ空間や固体基板上などの外的ポテンシャルエネルギー場におかれたときに、どのように相転移や構造化を生じるのか、といった現象を見出し、そして理解し、さらにはそのメカニズムを定量的にモデル化することが求められる。

当分野では、このような広義の「界面」における「外場」の積極利用に着目して、その効果が強調されるナノスケール空間を舞台に、その場特有の

分子/イオン/ナノ粒子の挙動と構造について、分子・粒子シミュレーションと実験を併用した解析・モデル化に取り組んでおり、界面と構造の関わる化学工学基礎の体系化を目指すとともに、機能材創製と界面利用各種デバイスへの応用を視野に研究している。研究テーマ概要を以下に紹介する。

1. ナノ空間内での相転移現象の分子シミュレーション、モデル化および実験検証

MCM-41や金属-有機配位子錯体(MOF)など、ナノ空間材料の開発は近年めざましいが、こうした材料の応用展開には、ナノ空間場における分子集団の相挙動を理解することが重要である。一成分系の気液、固液、固気転移、二成分系での液液、固液転移などの系を対象に、相挙動を分子レベルで解析し、その理解をもとに、相挙動を予測可能な工学的モデル化および実験的検証を図る。

2. ナノカーボン集団系での「相」挙動と構造制御

C60やSWCNTなどのナノカーボン材料は、分子と粒子のいわば中間に位置し、その集団としてのふるまいには未知の側面が多い。分子シミュレーションおよびブラウン動力学により、媒質中での集団挙動を解析し、秩序/無秩序といった「相」挙動の特性の理解を図ると共に、集団構造制御手法としての展開を目指す。

3. ナノ粒子による吸着場・液膜場での構造形成

100 nm オーダー以下の、広義のナノ粒子の配位構造を制御しつつ集積を行うことで、種々の機能性材料が創製可能と期待されている。基板引力による吸着場、基板上を濡らす液膜場などを外場として利用する集積法を対象に、操作因子と生成構造との因果関係を実験的に検討し、ブラウン動力学法を基礎に秩序構造形成過程の理解とモデル化に取り組む。

4. 秩序相・固相発生過程の基礎研究

特異な機能が期待されるナノ粒子を始め、種々の機能性材料の創製の鍵は、構造の元となる固相発生過程の制御にある。原子/イオン/分子集団が「場」で構造を造り上げる素過程について、実験及びシミュレーションの両面からの研究を展開する。

Koza 2 Surface Control Engineering

Professor Minoru Miyahara
Assist. Professor Hideki Tanaka
Assist. Professor Satoshi Watanabe

Engineering for Nanoscale Confined Space —Active use of interface for structure control—

For the present-day chemical engineering, which changes its purpose from "composition control" to "structure/function control", firstly needed would be an equation, [interacting elements] \times [external field] = [controlled structure]: The interacting elements such as molecules, ions and nanoparticles often exhibit peculiar behavior when placed within external potential fields of, e.g., nanospaces and solid substrates. Their structure evolution and/or phase transitions should thus be observed carefully, understood physically, and modeled quantitatively for active use of external fields originating from interfaces for controlling the structures.

Concerning nano- and submicron-scale, which enhances the interfacial effect, the researchers in this laboratory devote their efforts to the following research subjects, aiming at systematic understanding and contribution to chemical engineering fundamentals, which would stand for potential applications to production of functional materials and various devices utilizing interfaces.

1. Simulation, modeling and measurements of phase behavior in nanospace

Recent advance in nano-spaced materials has been producing fascinating porous media such as MCM-41 and metal-organic frameworks. For appropriate and extensive applications of these new media, the understanding of phase behavior of confined fluids is quite important. Exploration by molecular simulation is conducted not only for phase transitions in single-component systems, but

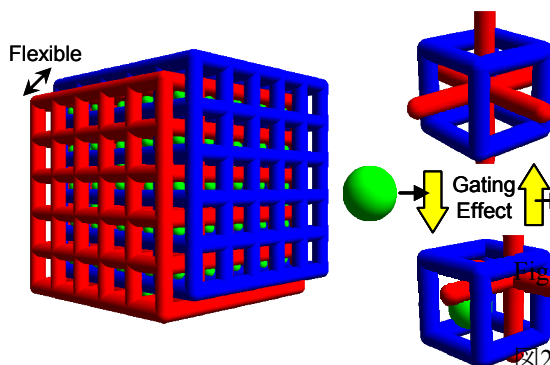


Fig. 1. Adsorption-induced lattice transition of interpenetrating metal organic framework with jungle-gym structure

図1. 相互貫入ジャングルジム型有機配位子錯体中での吸着に誘起される構造相転移

also for binary systems. Thus obtained microscopic understandings are to be sublimated as engineering models to predict the phase behavior.

2. "Phase" behavior and structure control of nano-carbons

Knowledge about behavior of nano-carbons such as C60 and SWCNT, as a mass, remains quite limited probably because their elemental size lies between molecules and particles. Brownian dynamics, as well as molecular simulations, provide insights into their "phase" behavior within fluid media and/or on substrates. Such insights and understandings will provide possible strategy for structure control of nano-carbon masses.

3. Structure evolution by nanoparticles on adsorptive substrates or within wetting films

Ordered structures made up by 100 nm or smaller particles, or nanoparticles in the broad sense, can exhibit unique functions. The relation between operation condition and evolved structure is investigated experimentally, with the aid of the analysis by Brownian dynamics technique, which should be, in general, applied more for engineering purposes to fill the gap between microscopic analysis and macroscopic operating conditions.

4. Fundamental study on solid-phase evolution

The key issue for efficient production of functional materials would firstly be how to control their nucleation processes, which must determine subsequently-formed structure of a higher order. Experimental as well as theoretical studies are aiming at finding basic mechanisms of solid-phase evolution from atoms/ions/molecules under appropriate external field for targeted materials.

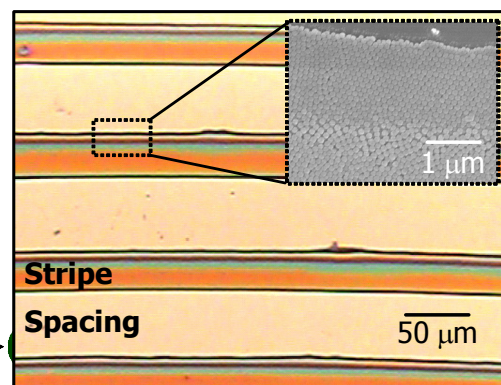


Fig. 2. Ordered stripe pattern formation of colloidal particles in wetting liquid film by evaporation-induced self-organization process.

図2. コロイドナノ粒子の蒸発誘起自己組織化によるストライプ構造形成

反応工学分野



教授
三浦 孝一
Prof.
K. Miura
miura@cheme.kyoto-u.ac.jp



准教授
河瀬 元明
Assoc. Prof.
M. Kawase
kawase@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
蘆田 隆一
Assist. Prof.
R. Ashida
ashida@cheme.kyoto-u.ac.jp

当分野では、エネルギー生産や種々の物質の製造を効率よくクリーンに行なう反応プロセスの開発と化学反応を利用した新規な機能性材料の製造に関する研究を展開している。現在、実施しているテーマは以下の通りである。

1. 新しい反応スキームによる石炭等の高効率転換プロセスの開発

21世紀の貴重な資源である石炭を効率よくエネルギー源や有用化学物質に転換する反応プロセス技術の開発は急務である。当分野では、新規な高効率転換法を提案し検証している。また、熱分解、ガス化等のモデリングにも取り組んでいる。

- (1) FT-IR, 溶剤抽出を利用した石炭構造の解明
- (2) 高温溶剤抽出による石炭のフラクショネーション
- (3) 新規な触媒による水熱ガス化を利用した各種

有機廃棄物の有効利用

- (4) 鉄鉱石還元反応機構の解明と炭材内装鉄の最適設計
- (5) 石炭, コールターール, 重質油の熱分解, ガス化の反応モデリング

2. 機能性材料の開発と材料製造プロセスの開発

独創的な高活性触媒の開発等, 反応プロセスの革新を目指した材料研究を進めている。また, 各種機能性材料の開発, 材料製造プロセス自体の開発と反応モデリング, 反応器モデリングに関する材料反応工学にも取り組んでいる。

- (1) 石炭や高分子樹脂からの高機能性炭素材料と金属を高分散させた炭素担体触媒の開発
- (2) ナノ空間と迅速加熱を利用したナノマテリアルとその製造プロセス(ナノリアクター)の開発
- (3) 化学気相成長法を利用した C-SiC 傾斜機能材 (FGM) の製造と CVD 反応のモデリング
- (4) 管型反応器を用いた微粒子の反応晶析

3. 反応工学的モデリング

エネルギー分野の研究に関連して, 燃料電池を対象とした電気化学反応への反応工学の拡張の試みや固体触媒反応を対象にサブ秒オーダーのダイナミックモデリングにも取り組んでいる。

- (1) 固体高分子形水素燃料電池 (PEFC) の反応工学的モデリング
- (2) 自動車排ガス浄化用3元触媒コンバーターの反応工学的モデリング



図1. 水素PEFC 実験装置と JARI セル
Fig. 1. Hydrogen PEFC apparatus & JARI cell.

Koza 3 Chemical Reaction Engineering

Professor Kouichi Miura
 Assoc. Professor Motoaki Kawase
 Assist. Professor Ryuichi Ashida

The research in this chair is focused on development of environmentally benign chemical reaction processes for production of energy and valuable chemicals and development of novel functional materials and materials production processes. Current research topics are as follows:

1. Development of new conversion processes of coal and other carbonaceous resources in novel reaction schemes

Innovative reaction processes are required for attaining effective and clean conversion of coal, an important resource in the near future, into energy and valuable chemicals. We have developed several new coal conversion methods and are continuing to improve the coal conversion and liquid yield. We are also carrying out development of reaction models and kinetic analysis of complicated reaction systems such as pyrolysis and

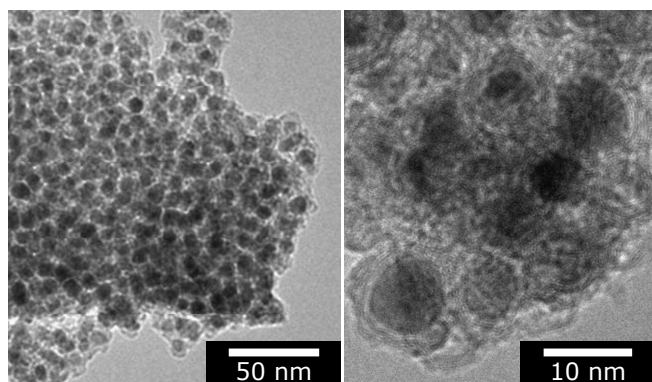


Fig. 2. 4 nm Ni/C catalyst.

図2. 4 nm Ni/C触媒

Fig. 3. Carbon nanospheres.

図3. カーボンナノスフィア

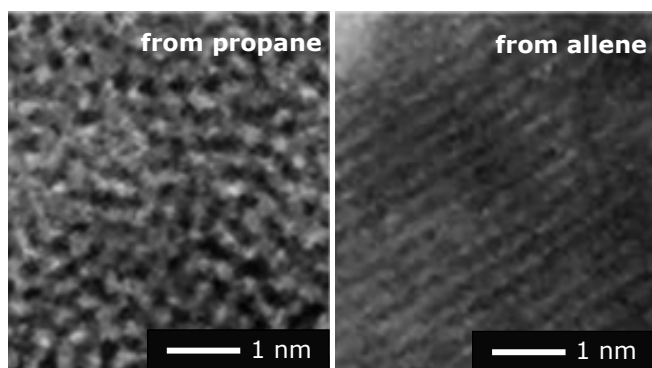


Fig. 4. Pyrocarbon prepared from propane and allene.

図4. 1010°Cで得られた熱分解炭素の構造

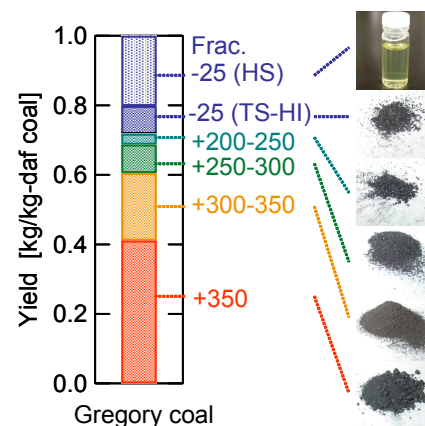


Fig. 5. Fractionation of coals by multi-temperature solvent extraction.

図5. 溶剤抽出による石炭のフラクショネーション

gasification of coal, heavy oils, etc. Specific projects in this area include:

- (1) Estimation of macromolecular structure of coal using FT-IR and solvent extraction.
- (2) Fractionation of coal by the extraction of coal at elevated temperature and pressure.
- (3) Development of a novel catalytic reaction scheme for utilization of various organic wastes.
- (4) Investigation of reduction mechanism of iron ore in iron ore/carbon composite.
- (5) Kinetic analysis of the pyrolysis and gasification of coal, tar, heavy oil, etc.

2. Development of new functional materials and materials production processes

Material research such as development of original advanced catalysts, porous carbon, carbon-silicon carbide functionally graded material (FGM), and other functional materials are being carried out. The processes for materials production are also our research targets. Specific projects in this area include:

- (1) Production of porous carbons and metal/carbon catalysts from coal or various resins.
- (2) Development of nanoreactors utilizing nanospace and flash heating for novel nanomaterial production.
- (3) Production of a C-SiC functionally graded material by chemical vapor deposition.
- (4) Continuous precipitation of monodisperse particles by use of a tubular reactor.

3. Chemical reaction engineering modeling of various reaction processes

We are also applying chemical reaction engineering to new processes as follows:

- (1) Modeling of polymer electrolyte hydrogen fuel cell (PEFC).
- (2) Modeling of automotive catalytic converters.

分離工学分野



教授
田門 肇
Prof.
H. Tamon
tamon@cheme.kyoto-u.ac.jp



准教授
佐野 紀彰
Assoc. Prof.
N. Sano
sano@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
鈴木 哲夫
Assist. Prof.
T. Suzuki
suzuki@cheme.kyoto-u.ac.jp

当分野では多孔体、焼結体、粉体等の不均質（多孔性）固相中での熱及び物質の移動現象が関与する、物質分離・精製手法の「操作・設計論」の確立を目的とし、主に吸着操作、乾燥操作を対象として以下のテーマで研究を行っている。

1. 吸着工学

(1) 超臨界／凍結乾燥による無機／有機エアロゲルの調製と吸着剤への応用

超臨界あるいは凍結乾燥ゆえに生成する特異な多孔体であるエアロゲルを、シリカ系、カーボン系において調製し、その吸着特性と微視的表面構造との因果関係を検討する。

(2) 量子化学的手法に基づく固体表面の吸着構造解析

非経験的分子軌道法により、種々の吸着系に

おける吸着分子と表面との吸着構造・吸着エネルギー等の微視的知見を得ることで、吸着剤設計開発指針の構築を目指している。

(3) ナノカーボンの合成およびその応用開発

カーボンナノチューブやナノホーンなどナノカーボンと呼ばれる材料を高温プラズマや触媒成長により合成することができる。これらの合成に関して検討し、生成するナノカーボンを気体燃料の吸着・吸蔵や高度水処理技術へ応用するための研究を行っている。

2. 乾燥工学

(1) 糖類アモルファス組織の分子包埋機能

乾燥過程において発現する糖類アモルファス組織中に生理活性高分子などの機能性分子を包埋して安定化させることを目的に、包埋分子の物理的・化学的挙動の把握と機能最適化のための基礎的検討を行っている。

3. その他

(1) 多孔質材料のマイクロ成型体の創製

コロイド溶液を一方向凍結する際に生じる分相及び氷の成長を材料のマイクロ成型に利用し、分離用マイクロデバイスに利用可能な繊維状やマイクロハニカム状の多孔質材料の創製に取り組んでいる。

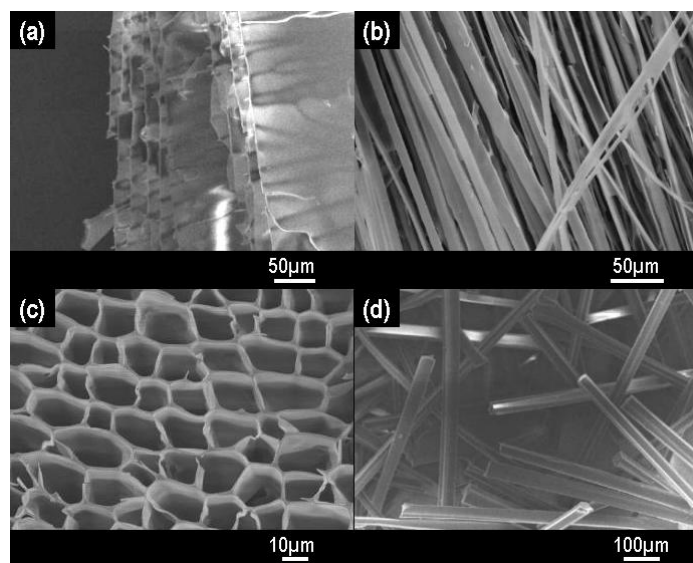


Fig. 1. SEM images of silica gel micro-structures:

(a) laminar sheets, (b) flat fibers,
(c) microhoneycomb, (d) polygonal fibers.

図1. シリカゲルマイクロ成型体のSEM像：

(a) 薄膜状 (b) きし麺状
(c) マイクロハニカム状 (d) polygonal繊維状

Koza 4 Separation Engineering

Professor Hajime Tamon
Assoc. Professor Noriaki Sano
Assist. Professor Tetsuo Suzuki

In Koza 4, researchers devote their efforts to establish methodologies for separation and purification operations that are tightly connected with solids with heterogeneous nature such as porous media, sintered materials and powders. Typical subjects of research include adsorption and drying, with emphasis on the understanding of equilibrium and dynamic nature of systems with solid surfaces and/or with confined spaces. In the following, current research activities are listed and explained briefly:

1. Adsorption Technology

(1) Preparation of organic/inorganic aerogel adsorbents by supercritical/freeze drying

The peculiar nature of aerogels such as ultrahigh porosity and large surface area can be obtained through supercritical or freeze drying. Both organic and inorganic aerogels are studied in the aspects of interrelation between adsorption characteristics and microscopic surface structure.

(2) Quantum chemical study on interaction between adsorbent and adsorbate

Applying *ab initio* molecular orbital theory to adsorption systems, microscopic information on



Fig. 2. Photograph of arc plasma in water. This reaction system can enable ones to obtain nanocarbons such as carbon nanotubes, nanohorns, etc.

図2. 水中アークプラズマの写真。この反応系によってカーボンナノチューブ、カーボンナノホーンなどのナノカーボンを得ることができる。

interaction such as stable adsorption structure and interaction energy are studied to establish the strategy for designing and developing new adsorbents.

(3) Syntheses of nanocarbons and development of application

Nanocarbons, such as carbon nanotube, carbon nanohorns, etc., can be synthesized by high-temperature plasma and catalytic growth. We study on these syntheses and application of these materials for adsorption/absorption of fuel gas and for advanced water-purification method.

2. Drying Technology

(1) Molecular imbedding function of amorphous matrix of sugar

Enzymes and other functional macromolecules can be stabilized when imbedded into an amorphous structure of sugar obtained through freeze drying. Physico-chemical nature of imbedding effect is studied to establish strategy for activity preservations.

3. Other Researches

(1) Synthesis of porous materials with unique micromorphologies

We found that porous materials with unique micromorphologies, such as fibrous and honeycomb-like, can be synthesized by freezing colloidal solutions unidirectionally. We are using this new synthesis method to develop materials which have suitable characteristics for the usage in separation microdevices.

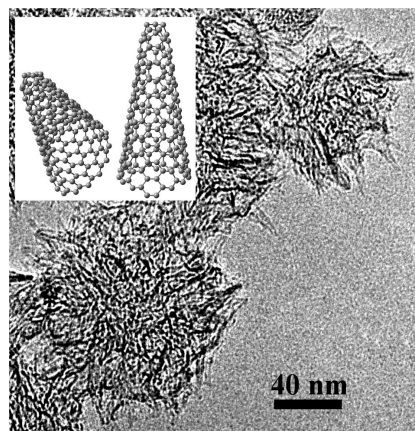


Fig. 3. TEM image of carbon nanohorn synthesized by arc plasma and its molecular model. Carbon nanohorn can be applied to adsorbate and gas fuel storage.

図3. アークプラズマを用いて合成したカーボンナノホーンのTEM像および分子モデル。吸着剤やガス燃料吸蔵剤として用いることができる。

粒子系工学分野



准教授
松坂 修二
Assoc. Prof.
S. Matsusaka
matsu@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
丸山 博之
Assist. Prof.
H. Maruyama
Hiroyuki.Maruyama@cheme.kyoto-u.ac.jp

当分野では、粒子操作に係わる諸現象の解明と合理的な操作・応用に関する研究を行っている。粒子を取り扱う場は多様化しており、粒子の挙動は極めて複雑なので、高度な粒子ハンドリングおよび環境保全の観点から、これらの解明が望まれている。特に、気相中での微粒子ハンドリングでは、粒子の運動解析、付着の制御、および帯電の影響を含めた総合的な粒子の特性評価が重要である。現在の研究テーマは以下の通りである。

1. 粒子の帯電

粒子の帯電は、機械的な操作に伴って生じる基礎的な現象であり、帯電粒子に働く静電気力は、粒子の挙動に大きな影響を及ぼす。したがって、帯電の制御は、粒子のハンドリングを行ううえで重要である。また、電子写真、乾式粉体塗装、静電分離などのように、帯電粒子を有効に利用した技術の開発も行われている。静電気力を用いると、遠隔で粒子の分散、凝集、搬送が可能であり、新たな技術革新への展開が期待されている。これらの観点から、粒子の帯電機構の正確な理解、帯電量分布の制御、帯電粒子の運動制御、粒子と電荷に関するオンライン計測が必要である。

- (1) 定常電界中での接触帯電機構の解明
- (2) 時空間的非定常電界を利用した帯電粒子の運動制御
- (3) 粒子集合体中における粒子と電荷の同時移動の解析
- (4) 高精度帯電量分布測定システムの開発

2. 粒子の付着特性および流動性の評価

粒子-粒子間、粒子-壁間相互作用は、粒子の挙動に直接影響を及ぼす重要な因子であり、一次粒子および凝集粒子の付着特性の合理的な測定法および摩擦を含めた流動性の評価法の開発が必要である。

- (1) 各種複合場における付着強度分布の解析
- (2) 流動性プロファイルの解析

3. ナノ粒子およびサブミクロン粒子のハンドリング

製品の高機能化のためにナノ粒子およびサブミクロン粒子の需要は増加しているが、粒子の微小化に伴って付着性は非常に強くなり、粉体操作は極端に難しくなっている。特に、1ミクロン以下の微粒子の乾式粉体操作法の開発が遅れており、微粉体の流動解析とともに、新たな機構を取り入れた装置開発が急務となっている。

- (1) 振動剪断場を利用したナノ粒子の微量定量供給法の開発
- (2) 超音波振動と気流を併用した粒子分散システムの開発
- (3) ナノ粒子の管内搬送システムの構築

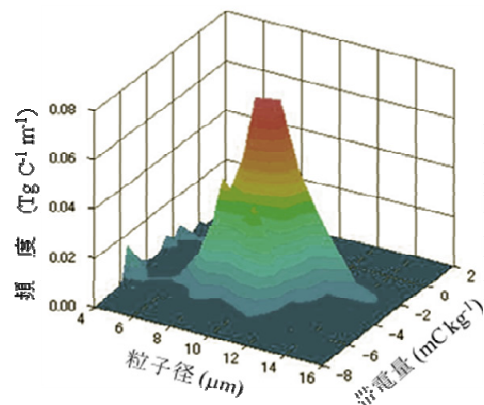


図 1. 帯電量および粒子径分布の同時測定
Fig. 1. Simultaneous measurement of charge and particle diameter distribution.

Koza 5 Particle-System Engineering

Assoc. Professor Shuji Matsusaka
Assist. Professor Hiroyuki Maruyama

Research in this chair is focused on the analysis of phenomena in particle handling processes and on the development of the methods for the rational handling of them. Particles are widely used in various fields and the particle behavior varies complicatedly depending on the conditions; thus, a full understanding is needed from the viewpoint of the effective application of fine particles and for environmental protection. In particular, for dry powder systems, i) analysis of dynamic behavior of particles, ii) control of particle adhesion, and iii) evaluation of the total property including the effect of static electricity should be investigated. Current research topics are as follows:

1. Electrification of particles

Tribo-electrification of particles is a fundamental phenomenon occurring in powder handling processes, and the electrostatic force acting on particles significantly affects the particle behavior. Therefore, the control of the charging is important for powder handling. In addition, applications using charged particles have been widely developed, e.g. electro-photography, dry powder coating, and electrostatic separation. Since dispersion, agglomeration, and transport of charged particles can be remotely controlled using electrostatic force, the development of new applications is expected. To realize it, a correct understanding of the particle charging, the control of charge distribution, the control of particle movement, and relevant online measurement techniques are required.

- (1) Clarification of the mechanism of particle charging in a steady electric field.
- (2) Control of the movement of charged particles under an electric field with spatial and temporal variation.
- (3) Analysis of the simultaneous transfer of mass and charge in a particle bed.
- (4) Development of a high-accuracy measurement system for charge distribution of fine particles.

2. Evaluation of Adhesive property and flowability of particles

Particle-particle, particle-wall interactions are important factors directly affecting powder handling, and it is required to develop appropriate methods for measuring adhesive property of

primary particles and aggregate particles, and for evaluating the flowability of particles.

- (1) Analysis of adhesive strength distributions in various complex fields.
- (2) Analysis of flowability profiles.

3. Mechanical handling of nano and submicron particles

To produce highly functional products, the demand for nano and submicron particles is increasing every year. Particle adhesion is larger with reducing particle diameter and powder handling becomes more difficult. In particular, for small particles less than 1 μm in diameter, the situation is serious, and it is urgent to develop new techniques, as well as to analyze of the particle behavior.

- (1) Development of micro-feeder for nano particles using a vibration shear field.
- (2) Development of a system for particle dispersion using an ultrasonic vibration and airflow.
- (3) Construction of a pneumatic transport system for nano particles.

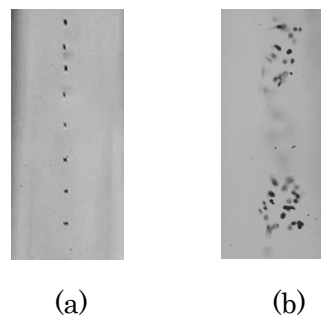


Fig. 2. Control of the movement of charged fine particles under an electric field with spatial and temporal variation; (a) linear type; (b) cloud type.

図 2. 時空間的非定常電界を利用した帯電粒子の運動制御 (a) 直線型 (b) 粒子群型



Fig. 3. Micro-feeding of nano particles based on a novel vibration shear flow method.

図 3. 新たに開発した振動剪断流動法によるナノ粒子の精密定量供給

材料プロセス工学分野



教授
大嶋 正裕
Prof.
M. Ohshima
oshima@cheme.kyoto-u.ac.jp



講師
長嶺 信輔
Lecturer
S. Nagamine
nagamine@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
瀧 健太郎
Assistant Prof.
K. Taki
taki@cheme.kyoto-u.ac.jp

現代社会では様々な機能性材料が使われている。材料の機能は、構成物質の化学的性質と共に物質の織り成す「構造」に深く関係している。本研究室では、流れ場・温度場・濃度場など場の制御（材料プロセッシング）による、機能性材料の創製を目指している。特に、自然の摂理を尊重し、その原理・メカニズムを活かした材料プロセッシングのあり方を探求する研究を行い、研究を通じて、ものづくりに貢献・寄与できる人材育成にも力を入れて

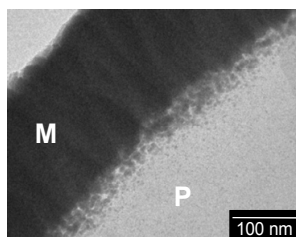


Fig. 1. Ni layer deposited on a polyamide 6 substrate by electroless plating technique. M: NiP, P:polyamide6.

いる。以下に現在の主要な研究テーマを示す。

1. 超臨界CO₂を利用した高分子成形加工

CO₂が熱可塑性高分子に溶解すると、粘度や表面張力などを低下させる可塑化現象が起こる。可塑化現象のメカニズムや物性測定はもとより、その現象を利用した、高分子表面の加飾やナノサイズの凹凸の高分子材料表面への転写、導電性の付与などの、CO₂を利用した新しい材料プロセッシング技術を開発している。Fig. 1はナイロン6樹脂の表面に超臨界CO₂を援用してNiPの無電解を施した試料の断面TEM像である。

2. 高分子発泡体の創製

高分子材料にCO₂を拡散・溶解させたのち、圧力あるいは温度を変化させると、相分離により材料内に気泡が発生し、多孔構造をもつ物理発泡体ができる。Fig. 2は、PMMA-PSの共重合体を作る相分離構造を鋳型として、ナノサイズの気泡構造をもった発泡体のAFM像である。

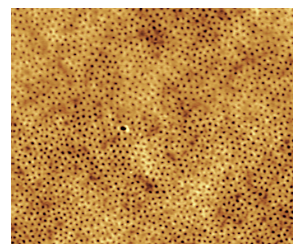


Fig. 2. Nanocellular foam.

3. 乾燥プロセスを利用した自己組織構造形成

ブロックコポリマーやポリマーブレンド溶液を乾燥させると、適切な条件で規則的なマイクロな構造が発現する。その過程では、ダイナミックな界面形成とその成長に伴う流動と界面での物質移動が起こっている。そのメカニズムを解明し制御して、新たな機能性材料の開発を行っている（Fig. 3）。Fig. 4はPLA/dioxane溶液を擬定常状態で凍結させることによりdioxane氷晶を一方向に成長させた後、凍結乾燥により構造を保持したままdioxaneを除去して得られた多孔質PLAのSEM像であり、一方向に配向したbimodal細孔構造が観察できる。

4. 静電紡糸を利用した無機中空ファイバー製造

高分子水溶液を静電紡糸し、糸状噴出液を金属アルコキッド・有機溶媒の混合溶液に供給することで、高分子水溶液-アルコキッド溶液界面での迅速な加水分解反応により、金属酸化物の中空ナノファイバーが容易に作製できる（Fig. 5）。

Koza 6 Materials Process Engineering

Professor Masahiro Ohshima
Lecturer Shinsuke Nagamine
Assist. Professor Kentaro Taki

Modern society is deeply indebted to various chemical materials for providing the several products to our life. Among those materials, polymer is one of the materials having the large potentials of giving rise to various functions, such as lightness, flexibility, elasticity, and fluidity. The material functions are strongly related with the material structures in the level from nano, micro to macro-scales. Employing the computer simulation and modern processing machines, our laboratory is developing new material processing technologies for creating new functional materials. Research and development mainly focus on controlling the material structures created by diffusion, phase separation, nucleation and growth and developing the optimal processing device for the control. Integration of supercritical fluid with present plastic processing technologies is one of our interests of our research. Also, material processing in micro-space, i.e., micro chemical processes, is our interest. Latest research topics are micro-cellular polymer foaming, nucleation and growth mechanism, mass transfer induced phase separation in drying and crystallization as well as micro-chemical device developments. Some of them are introduced as follows:

1. Scf CO₂ assisted polymer processing

When CO₂ dissolves in polymer, polymer is plasticized. That is, viscosity is reduced, glass transition temperature is reduced and several other properties are changed. Taking advantage of these CO₂ effects, new polymer-processing schemes, which can realize surface modification, nano-scale pattern transfer on polymer products and CNT infusion to polymer surface, are invented and patented. Fig.1 is a SEM image of Ni layer on a nylon substrate by electroless plating.

2. Polymeric Foaming

Using CO₂ as an environmentally benign foaming agent, thermoplastic polymers are foamed so as to create the micro/nano-cellular structure. Bubble nucleation and growth are phenomena to be

analyzed and controlled. Nano-cellular foam was realized in PMMA-b-PS diblock polymer (Fig. 2).

3. Formation of Self-organized Structure by drying polymeric solutions

Spin-casting of polymer blend solutions sometimes creates peculiar structure (Fig. 3). Formation mechanism of the morphology and its relationships with drying conditions are investigated.

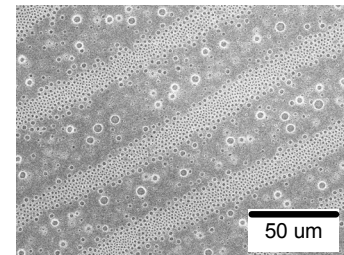
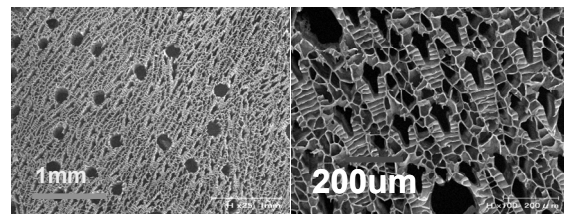


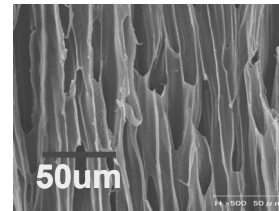
Fig. 3. An SEM micrograph of PS/PEG 200 (70/30) (w/w) taken tilted at 60°.

Fig. 4 shows a successful preparation of a porous polymeric material, which has uni-directionally aligned channels with bimodal pore size distribution and interconnection to neighboring channels. It was made from a PLA/dioxane solution by a pseudo-steady state freezing and successive freeze-drying processes.



(a) Cross section (x25)

(b) Cross section (x200)



(c) Cross section (x50)

Fig. 4. SEM micrographs of the cross sectional area of PLA: (a) & (b) are perpendicular to freezing direction. (c) parallel to the direction.

4. Hollow Nano-fibers by Electrospinning

Hollow nano-fibers of metal oxides are easily prepared by electrospinning a polymer aqueous solution and introducing the thread-like projected solution into the metal alkoxides in organic solvent. The rapid hydrolysis of the alkoxide at the water-oil interface results in the formation of core-sheath structure (Fig. 5).

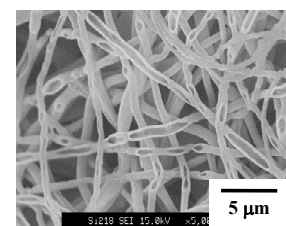


Fig. 5. TiO₂ hollow nano-fibers by electrospinning.

プロセスシステム工学分野



教授
長谷部 伸治
Prof.
S. Hasebe
hasebe@cheme.kyoto-u.ac.jp



准教授
加納 学
Assoc. Prof.
M. Kano
manabu@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
殿村 修
Assist. Prof.
O. Tonomura
tonomura@cheme.kyoto-u.ac.jp

環境問題など複雑で困難な問題を抱える社会情勢の中で、国際競争力のある高付加価値製品の生産を省資源・省エネルギー化と同時に実現できる生産システムの実現が望まれている。そのような革新的な生産システムを実現するための方法論、より具体的には、生産システムの設計や運転を合理的に行うための方法論を研究する学問体系が「プロセスシステム工学」である。

本研究室は、プロセスシステム工学の発展を図ると同時に、この分野における人材の育成と研究成果の実社会へのフィードバックを通して、我が国の産業の発展に寄与することを目指している。

1. マイクロ化学プロセスの設計と運転

反応場を微小空間に持ち込み、物質を自由に操ることで、高機能・高品質の化学合成を実現す

るマイクロ化学プロセスの設計と運転に必要な基盤技術の確立を目指している。例として、最新の数値流体解析法と最適化法の融合による反応場の精密設計、ならびに、多機能計測装置を織り込んだモニタリング技術に基づく異常(流路閉塞や触媒劣化)の検出・診断に取り組んでいる。

2. 操業データに基づくプロセス運転監視および品質改善

化学・半導体・鉄鋼・製薬など様々な産業分野を対象に、製品品質の管理や改善あるいは運転効率化に役立つ情報を、生産プロセスの操業データから巧妙に抽出するデータ解析技術やその技術に基づくプロセス管理・品質改善システムを開発している。例として、プロセス特性変化に適応できるソフトセンサー設計法、相関を持つプロセス変数が製品品質に与える影響の定量化法の産業応用を手掛けている。

3. 環境調和型プロセス合成法およびサプライチェーン管理システムの開発

工場の様々な工程から排出される廃棄物や廃熱を対象に、未利用物性の“シーケンシャルユース”という観点から、適切なプロセス構成をシステムティックに求める手法を開発している。この開発により、環境調和型社会構築において、現在欠落している要素技術を明らかにすることも可能になる。

また、分散した工程(特定の処理をおこなう装置群)が自律的に動作し、情報交換によって協調性を保ちながら効率的な意思決定をおこなう、という自律分散の考え方のもとで、柔軟性に富んだ生産管理システムやスケジューリングシステムの開発を目指し、研究を進めている。

4. プロセス制御

モデルを介さずに運転データからコントローラを直接的に設計する手法の開発、省エネルギー型蒸留塔の装置設計と制御系設計を統合する研究、モデル予測制御を含むコントローラの性能評価・監視手法の開発などに取り組んでいる。

Koza 7 Process Control & Process Systems Engineering

Professor Shinji Hasebe
Assoc. Professor Manabu Kano
Assist. Professor Osamu Tonomura

Under the current social situation which has a lot of complicated and difficult problems, such as an environmental problem, development of an advanced production system producing a competitive product with saving resources and energy is desired. Process Systems Engineering (PSE) is a research area where the systematic methodology for realizing such an innovative production system is investigated. PSE covers all aspects of design, operation, control, planning, and logistics for the process industries. Current research topics are as follows:

1. Development of a new fundamental approach to design, operation, and control of micro chemical processes

In microspaces, viscous force, surface tension, conduction heat transfer, and molecular diffusion become dominant. These features achievable in microspaces make it possible to handle highly exothermic/endothermic and rapid reactions and to produce fine particles with narrow size distribution. The final goal of this research is development of a new fundamental approach to design, operation, and control of micro chemical processes. Now, we are conducting researches into modeling and simulation for microreactor design. In addition, we are currently developing a physical model-based process monitoring system which is applicable for diagnosing faults such as channel blockage and catalyst deterioration in microreactors.

2. Data-based process monitoring and quality management

The data-based quality improvement system that can improve product quality and productivity by extracting useful information from operation data is under development. The system is based on multivariate data analysis referred to as process chemometrics. This research theme also covers statistical process monitoring of various industrial processes and soft-sensor design for processes whose characteristics change with time.

3. Synthesis of environmentally benign processes and Development of decentralized supply chain management system

Most of the waste products in process industries still have unused properties. By using such properties at other processes, the total capacity of the wastes can drastically be reduced. From that viewpoint, we are developing a process synthesis method by which appropriate process structures of a waste are systematically generated.

We have developed an autonomous decentralized scheduling system, in which each scheduling sub-system of a production stage generates a plausible schedule taking into account the schedules of other production stages. Now the extension of the proposed framework to the planning and scheduling of overall supply chain is being studied.

4. Process control

This theme covers a wide scope including direct controller tuning from closed-loop operation data without process models, integration between process design and control system design for heat-integrated distillation columns, and control performance assessment and monitoring for model predictive control.

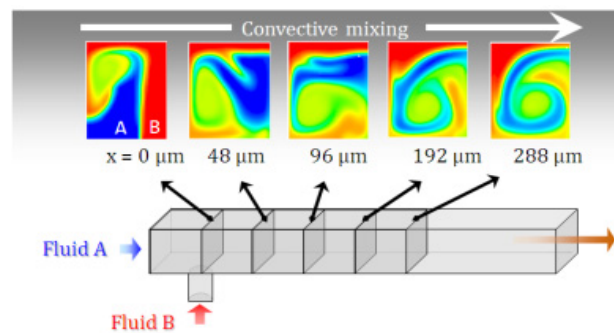


Fig. 1 CFD simulation of convective micromixer.

図1. 対流式マイクロミキサの混合特性解析.

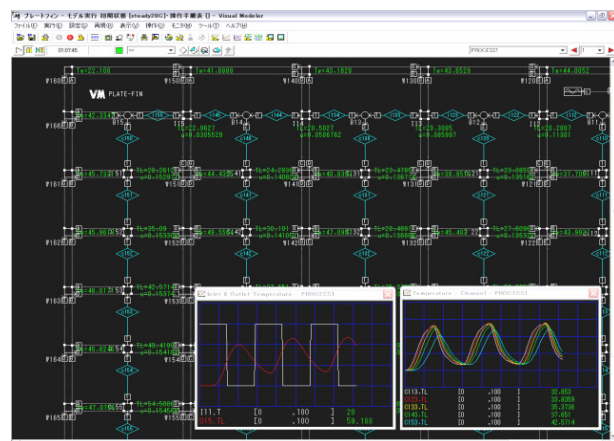


Fig. 2 Development of micro chemical process simulator.

図2. マイクロ化学プロセスシミュレータの開発.

環境プロセス工学講座



教授
前 一廣
Prof.
K. Mae

kaz@cheme.kyoto-u.ac.jp



准教授
牧 泰輔
Assoc. Prof.
T. Maki

tmaki@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
長谷川 功
Assist. Prof.
I. Hasegawa

hasegawa@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
青木 宣明
Assist. Prof.
N. Aoki

aoki@cheme.kyoto-u.ac.jp

資源制約，地球環境問題などの諸問題を克服して安定した社会を維持するには，資源－エネルギー－環境の活動連鎖システム（産業消費体系）を合理的に組み上げた環境調和型プロセッシングを確立するとともに，それを展開する人材の育成が不可欠である。当講座では，環境調和型プロセッシングのための新しい物質変換法の開発と工学の体系化を目指し，以下の研究に重点をおいて実施している。なお，当講座構成員は地球環境学堂地球親和技術学廊環境化学プロセス論分野も同時

に担任している。

1. バイオマスの新規転換法の開発

バイオマスを廃熱レベルのエネルギー投入で，工業原料，水素，メタン，アルコールを製造するための新しい転換方法について検討している。

- (a) 湿潤バイオマスの各種前処理法の開発
- (b) 木質系バイオマスの新しい熱分解法の開発
- (c) バイオマス熱分解・ガス化モデルと速度論

2. 環境浄化剤の開発

リン，フッ酸，硫黄化合物，硝酸性窒素などの有害物質を低温で分解・除去するための各種高性能触媒の開発，環境浄化用分離膜に関する基礎的な研究を実施している。

- (a) 廃 FeCl_3 からの多孔質 FeOOH の製造法の開発とリン，フッ酸イオン吸着剤への応用
- (b) 新規VOC除去触媒，CO低温酸化触媒の開発
- (c) 廃棄物からの無機－有機ハイブリッド膜の製造

3. 環境調和型プロセッシングの開発

現在の各産業において，廃棄物を単に処理するという既往の環境浄化技術を打破して，廃熱のもつエネルギーを廃棄物に投入して高品位な化学ポテンシャルを有する資源に変換するという発想に基づく新規転換法の開発に取り組んでいる。一方，LCAに代わる新しい環境評価法についても検討し，新転換法をベースに各産業内，各産業間での環境調和プロセススキームを検討している。

- (a) 各種金属とバイオマスの共処理による物質・エネルギー同時回収法の検討
- (b) 事前炭化式分離プロセスの開発
- (c) 技術連動型環境評価法の開発

4. マイクロリアクターの開発とマイクロ化学工学の基礎研究

グリーンケミストリーに基づく高機能材料の創製を目指し，数十 μm ～数百 μm のマイクロチャンネルを有する新規な反応器を開発とそれを用いた新しい反応操作法に取り組んでいる。

- (a) 各種マイクロミキサー，リアクターおよびマイクロ反応器システムの開発と反応設計・操作論
- (b) 各種マイクロリアクターによるナノ粒子の製造
- (c) 燃料電池用コンパクト改質器の開発
- (d) 超臨界/マイクロデバイスを用いた反応活性種制御法の開発

Koza 8 Environmental Process Engineering

Professor Kazuhiro Mae
 Assoc. Professor Taisuke Maki
 Assist. Professor Isao Hasegawa
 Assist. Professor Nobuaki Aoki

The research in this chair is focused on the development of environmentally benign technology based on several new conversion methods. The current research activities cover the following topics. The staff also manages the chair of Environmentally Benign Chemical Processing, Department of Technology and Ecology, School of Global Environmental Studies.

1. Development of new biomass conversion methods

Biomass is a promising resource as a highly condensed energy media of solar energy. From this viewpoint, several new methods are developed to recover chemicals, methane, and hydrogen from biomass by supplying waste heat.

- (a) Liquid phase degradation of wet biomass under mild conditions.
- (b) New pyrolysis method for wood biomass.
- (c) Kinetic model of biomass pyrolysis and gasification.

2. Development of new environmental catalysts

The harmful pollutants must be destructed completely. Several new catalysts are developed to remove efficiently the pollutants as follows:

- (a) Production of porous FeOOH from waste FeCl₃ and its application for the removal of F⁻ and PO₄³⁻ ions.
- (b) Development of new catalysts for removing VOC and CO at low temperatures.
- (c) Development of an inorganic/organic hybrid membrane for the removal of CO₂.

3. Design of ecological industry

A new concept for ecological processing is proposed. The concept is to produce valuable materials and energy by combining waste materials and waste heats. To build up an ecological industry network based on the proposed technologies, the following items are investigated.

- (a) Production of energy and materials through the co-production of biomass with various metals.

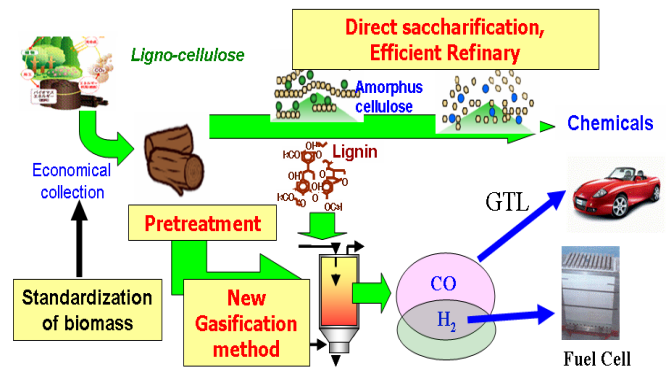


Fig.1. Research strategy for efficient biomass utilization

図1. バイオマスの高効率利用を考えた研究スキーム

- (b) Development of pre-carbonized process for the separation of waste mixture.
- (c) A new evaluation method for environmental impacts associated with technology.

4. Development of various micro reactors

–Basic research of micro chemical engineering–

Novel devices available for green chemistry are required to produce valuable materials with low CO₂ emission. Various micro reactors with new concepts are proposed and their performances are investigated as follows:

- (a) Development of various micromixers and microreactors and basic research for micro reactor system. (Collaboration by several Kozas)
- (b) Production of nano-particle by several micro reactors.
- (c) Development of compact reformer for fuel cell.
- (d) Development of micro device and operation method for super-critical fluid.

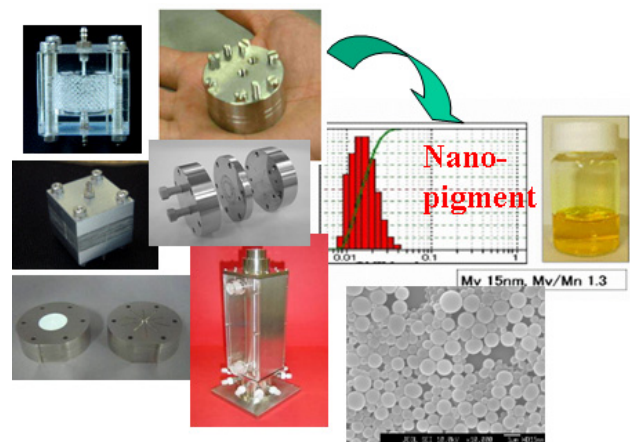


Fig.2. Original microreactors developed in our laboratory and nano-particles produced by use of these reactors.

図2. 当研究室で開発してきたマイクロリアクター群。それを用いてナノ顔料などの製造に成功。

融合プロセス工学講座

産官学連携センター・連携推進室



教授
丸山 敏朗
Prof.
T. Maruyama
maruyama@cheme.kyoto-u.ac.jp

化学工学専攻の協力講座として、エコロジー、バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、プラズマ反応と、分野横断的な応用研究を展開するとともに、ナノメートル・フェムト秒の輸送現象論の構築をめざしている。

1. 超短パルスレーザーの照射による透明誘電体の微細加工

ワイドギャップの物質に対し Jiang と Tsai によって提案されたプラズマモデルを実験結果に適用した。図 1 に示すようにモデルはクレーターの深さと直径のレーザーフルエンス依存性、および、加工開始を示す閾値フルエンスのパルス幅依存性をよく表した。しかし、モデルはクレーターの形と閾値フルエンスの定量的予知には不十分である。実測値とのずれから、クレーターの形の解析結果を改良するには ponderomotive force の影響を考慮することが、また閾値フルエンスを定量的に予知するには表面エネルギーを考慮する必要があると考えられる。

2. 誘電体バリア放電の投入電力に対する近傍の拡散火炎の影響

大気圧低温プラズマに対する、近傍に存在する火炎の影響を明らかにするための実験的研究を行った。電圧を固定してプラズマ火炎間の距離を近づけると電流値が増加した。これはプラズマの電気伝導性が、近傍に火炎が存在するという端効果によって増加したと考えられる。プラズマの投入電力が増加するとともに、リサージュ図の形が平行四辺形から楕円形に変化した。楕円形のリサージュ図形は電流と電圧の位相差が小さいことを示している。リサージュ図形が高周波誘電体バリア放電のそれと相似であることから、プラズマの投入電力の増加が近傍火炎からプラズマへのイオンの定常的供給によるものであることがわかる。

3. 運動開始時の肺と静脈の酸素輸送の動的挙動

Lai らの実験結果に基づき、骨格筋での酸素需要と肺での酸素摂取との間の動的挙動を考察した。毛細血管一組織間の動特性に加えて肺と静脈の動特性をモデル化した。過渡状態における血液中の酸素濃度の解析結果は中程度の強度の運動では動脈の濃度は他の組織のような影響を受けないこと、および、静脈は完全混合の集中系として取り扱えることを示した。肺での酸素摂取量の解析結果の実測値とのずれから毛細血管一組織間の動特性のより精密な数式モデルを組み立てる必要があることがわかった。

4. ポリメラーゼ連鎖反応の反応速度解析

DNA 増幅による診断手法として注目されているポリメラーゼ連鎖反応(PCR)の反応速度論的検討を行っている。増幅過程では生じているアニールされた複合体(プライマー : DNA : ポリメラーゼ)の酵素反応を簡単な反応モデルで記述し、プラトリーの解明および定量的 PCR 法の開発をめざしている。

5. 地球規模での生態系の持続可能性に対するフィッシャー・インフォメーションによる評価

持続可能性を維持しながら地球規模での生態系の質的向上を図ることが可能であるかを明らかにするためロトカ・ボルテラモデルに人類の活動を加えた Cabezas らの 12-区画モデルを用いて、食物連鎖における人類の活動のステップ変化がもたらす外乱の影響を考察した。持続可能性と質的向上はそれぞれ情報分野で知られているフィッシャー・インフォメーションとエクセルギーで評価した。その結果、人類による消費速度の変化が人類非支配の食物連鎖に限られる場合にのみ、生態学的持続可能性を維持しながら生態系の質的向上を図ることが可能であることがわかった。これは地球上の生態系の発達とその長い歴史を通して示してきたことでもある。

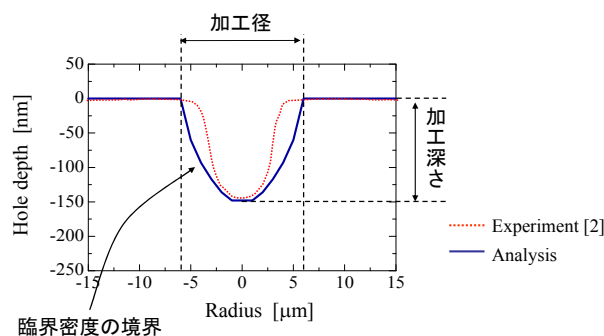


図 1. 超短パルスレーザー加工の断面形状
Fig. 1. Cross-sectional shape of the crater produced by femtosecond laser ablation.

Koza 9 Process Coordination Engineering

Division of Research Management,
Innovative Collaboration Center

Professor Toshiro Maruyama

This Koza is affiliated to the Innovative Collaboration Center (ICC). The research in this affiliated Koza aims at the creation of transport phenomena for nanometer and femtosecond by coordinating various existing fields, such as photonics, nanotechnology, biotechnology, nanophotonics and plasma.

1. Femtosecond laser ablation of wide band-gap materials

A plasma model proposed by Jiang and Tsai was applied to the experimental results for wide band-gap materials. The model fairly well predicted the laser-fluence dependences of the hole depth and diameter. The analytical threshold fluence represented the pulse-duration dependence very well. However, the model was insufficient to express the crater shape and to predict the threshold fluence. Deviations from the measurements suggest that the effect of ponderomotive force should be taken into account to improve the expression for the crater shape and that the surface energy needed to be additionally taken into account to predict the threshold fluence quantitatively.

2. Effect of neighboring diffusion flame to input power of dielectric barrier discharge

Experiments were made to clarify effects of a neighboring flame to a low-temperature plasma in atmospheric pressure. At a fixed applied voltage, the electric current increased with decreasing distance between plasma and flame. It was attributable to the edge effect that the conductivity of plasma was increased by the neighboring flame. The shape of the Lissajous diagram changed from parallelogram to oval, when the input power of plasma increased. The oval-shape Lissajous diagram indicated that the phase difference between current and voltage was small. The similarity in the Lissajous diagram for high frequency dielectric barrier discharge suggested that the increases in input power of plasma was attributable to steady supply of ions to the plasma from the neighboring flame due to the edge effect.

3. Dynamic behavior of oxygen transfer in lung and vein at exercise onset

The dynamics between muscle oxygen utilization and pulmonary oxygen uptake were analytically discussed on the basis of the results by Lai et al.

(2006). In constructing model, the dynamics was assumed to be consisted of those in lung and vein in addition to that for capillary-tissue transfer. As shown in Fig. 2, the analytical transient change of oxygen concentration in blood suggested that the concentrations in artery was not affected by the moderate exercise like those in the other tissues and that the vein could be treated as a concentrated systems of perfect mixing. The deviations from the measurements suggested that a more sophisticated mathematical model should be constructed to describe the dynamics for capillary-tissue transfer.

4. Kinetics of polymerase chain reaction

This study focuses on the development of a kinetic model of the polymerase chain reaction, which is an important diagnostic tool for the amplification of DNA. The enzyme-catalyzed elongation of the annealed complex (primer:DNA:polymerase) occurring in the amplification process is modeled by a simple model for an enzyme-catalyzed reaction. The quantitative PCR and the plateau effect are quantitatively discussed on the basis of the proposed model.

5. Sustainability of ecosystem on earth perturbed by change of human activity

In order to see if it is possible to grade up ecosystem with maintaining sustainability of ecology, the effect of perturbations triggered by step changes of human activity in the food web was discuss on the basis of the 12-compartment model by Cabezas et al., which is constructed by modifying Lotka-Volterra model to include human activities. Sustainability and evolution of ecosystem were respectively evaluated with Fisher Information and exergy. As the results, the grading up ecosystem while maintaining ecological sustainability was possible when the change in the consumption rates from human being was restricted to the ones in non-domesticated food web. This is what the development of ecosystem on earth has clearly proved in its long history.

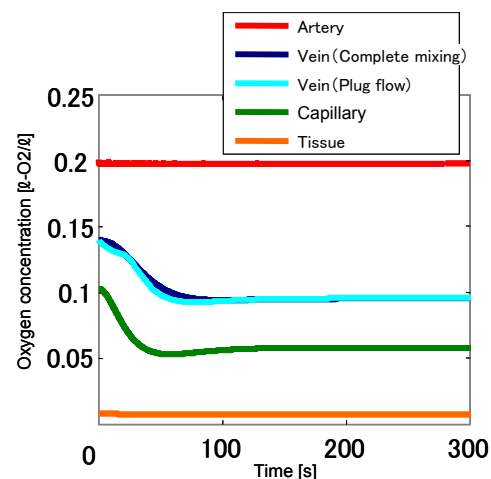


Fig. 2. Transient changes in oxygen concentration in blood.



准教授
中川浩行
Assoc. Prof.
H. Nakagawa
hiroyuki@cheme.kyoto-u.ac.jp

当講座は、化学工学専攻の協力講座として、環境と安全ために必要な技術を化学工学的な視点から開発している。

1. 有機塩素化合物の効率的な分解処理

有機塩素化合物は、一般的に環境中で分解されにくい性質を持ち、環境中に排出されると汚染物質として問題となる場合が多い。そのため、多くの物質がPRTR法で環境汚染物質として指定されている。そのような有機塩素化合物を触媒を用いて効率的に分解する技術の開発を行っている。

2. 廃水中の微量元素の高度処理

ヒ素、セレン等の微量元素は、人体にわずかに含まれており、必須元素と考えられている。しかしながら、比較的低濃度でも生物に対する毒性が強く、高度な処理が必要である。特に共存イオンが多いと高度処理が難しいので、選択的に処理できる技術の開発を検討している。

3. 固体廃棄物の有効利用

固体廃棄物は通常安定な形で固定化し、埋立処分されているが、近年処分場が不足しており、なるべく廃棄物の排出量を減らしていく必要がある。フェライト廃棄物は、重金属類を含む無機廃水の処理によって発生する廃棄物であり、フェライト中に重金属類が固定化されている。この重金属類を触媒として、種々の環境浄化触媒への応用を研究している。

The research in this koza is focused on the development of the technology for environmental preservation and safety life from the viewpoint of chemical engineering.

1. Treatment of chlorinated organic compounds

Chlorinated organic compounds are likely to cause serious environmental problems when they are released to the environment since the degradation rate of them is generally rather slow. We have developed the technology to decompose chlorinated organic compounds through the catalytic hydrothermal gasification.

2. Treatment of trace elements in wastewater

Trace elements such as As and Se are strongly toxic even at low concentration level although they are believed to be essential elements for human beings. Selective removal of them from wastewater is examined for the advanced treatment.

3. Utilization of solid wastes

Non-destructive solid wastes are generally landfilled for disposal after fixing the pollutants. The amount of solid wastes has to be reduced since the capacity of landfill sites is limited. Ferrite wastes generated by the treatment of inorganic wastewater contain heavy metals such as Ni that can be utilized as catalyst. They are applied to the environmental catalysts.

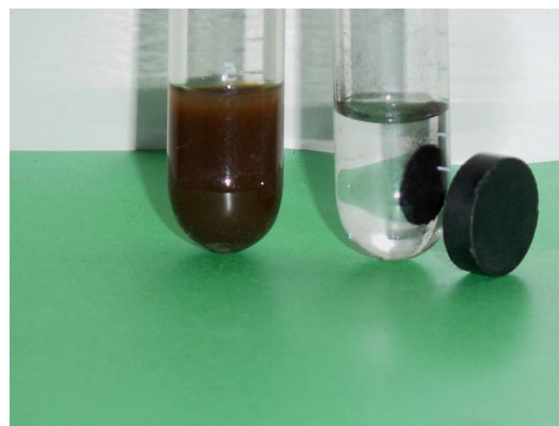


図1 磁性を持つフェライト廃棄物

Fig.1 Ferrite waste is soft magnetic material. It can be easily separated from water by magnets after utilizing as catalyst for water treatment.

非常勤講師

INVITED LECTURERS



鈴木 剛
東洋エンジニアリング株式会社
エンジニアリングセンター

プロセス設計

Go Suzuki
Plant Engineering Center,
Toyo Engineering Co., Ltd.

Process Design

デイヴィッド マン
株式会社 スミキン・インターコム
科学英語(化学工学)

David Mann
Sumikin-Intercom, Inc.
Practical English in Science & Technology (ChE)



札野 順
金沢工業大学 教授
科学技術応用倫理研究所 所長

fudanoj1@neptune.kanazawa-it.ac.jp
化学技術者倫理

Jun Fudano
Professor / Director,
Applied Ethics Center for Engineering and Science,
Kanazawa Institute of Technology

Ethics for Chemical Engineers



大隈 修
財団法人新産業創造研究機構 部長
京都大学産官学連携センター
産官学連携フェロー

環境システム工学

Osamu Okuma
Senior Manager, The New Industry Research
Organization;
Research Management Fellow,
Innovative Collaboration Center, Kyoto University

Environmental System Engineering



亀井 登
ダイセル化学工業株式会社
有機合成カンパニー
プロセス開発センター所長

化学技術者倫理

Noboru Kamei
Manager, Process Engineering Center,
Organic Chemical Products Company,
Daicel Chemical Industries, Ltd.

Ethics for Chemical Engineers

トーマス フリーマン
株式会社 スミキン・インターコム
化学技術英語特論

Thomas Freeman
Sumikin-Intercom, Inc.
Special Topics in English for Chemical Engineering

名誉教授

PROFESSORS EMERITI

在任期間 Term of service

| | | |
|-------|-------------------|--------------------------|
| 佐田 榮三 | Eizo Sada | 1977 – 1994 |
| 岡崎 守男 | Morio Okazaki | 1965 – 1997 |
| 橋本 健治 | Kenji Hashimoto | 1963 – 1999 |
| 原田 誠 | Makoto Harada | 1964 – 1999 |
| 橋本 伊織 | Iori Hashimoto | 1972 – 2003 |
| 荻野 文丸 | Fumimaru Ogino | 1968 – 2003 |
| 谷垣 昌敬 | Masataka Tanigaki | 1972 – 2006 |
| 増田 弘昭 | Hiroaki Masuda | 1973 – 1979, 1989 – 2007 |
| 東谷 公 | Ko Higashitani | 1992 – 2008 |

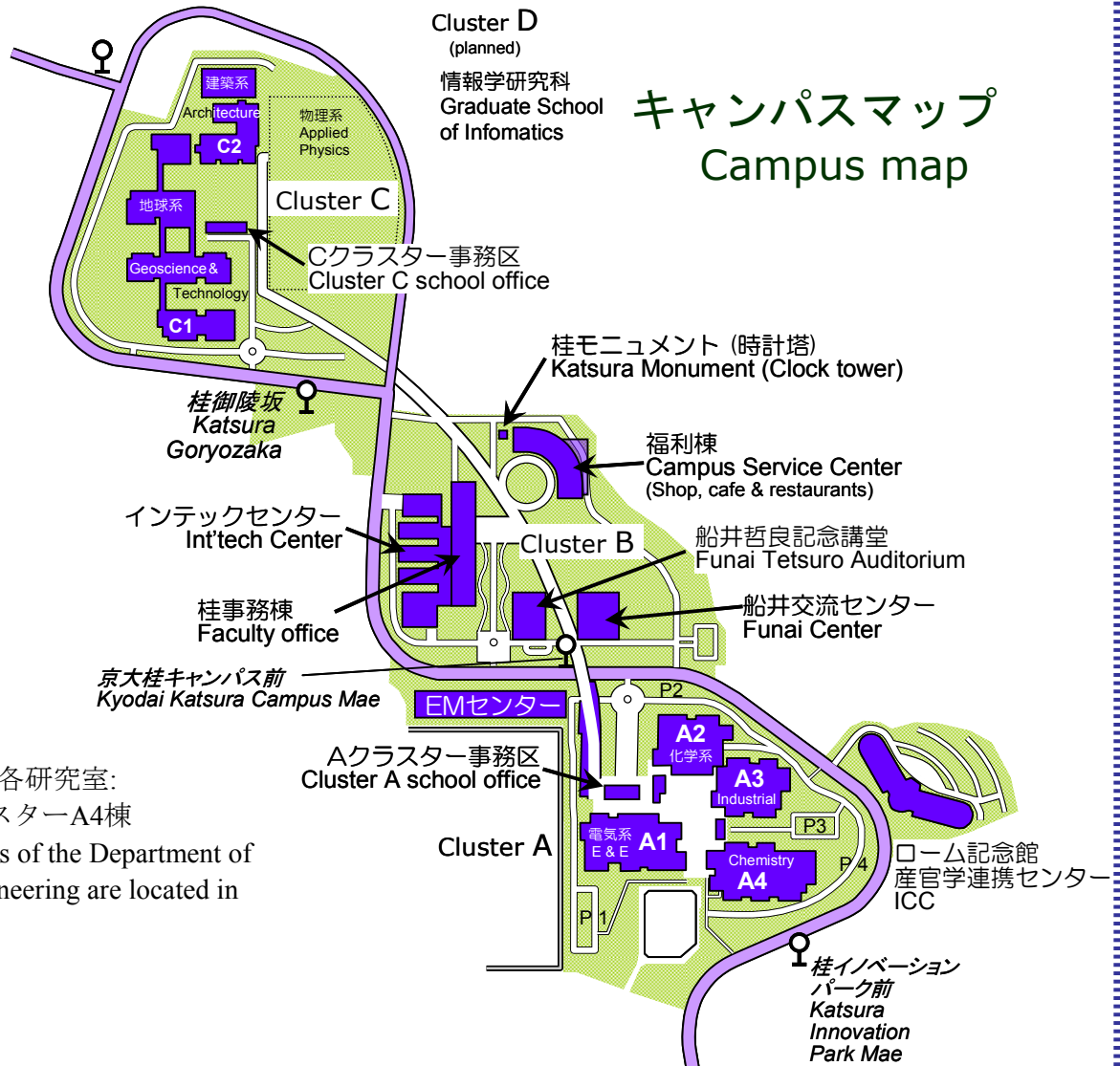
人員構成

CONSTITUENT NUMBERS

Numbers

| | | |
|---------------|--------------------------------------|----|
| 教授 | Professors | 7 |
| 准教授 | Associate professors | 7 |
| 講師 | Lecturers | 1 |
| 助教 | Assistant professors | 11 |
| 非常勤講師 | Invited lecturers | 6 |
| 研究員 | Postdocs | 10 |
| 事務職員 | Administrative officials | 3 |
| 非常勤職員 | Part-time employees | 8 |
| 大学院生 (博士後期課程) | Graduate students (doctoral course) | 23 |
| 大学院生 (修士課程) | Graduate students (master course) | 61 |
| 学部学生 (4 年次) | Undergraduate students (fourth year) | 39 |
| 学部学生 (3 年次) | Undergraduate students (third year) | 50 |
| 研究生 | Research students | 2 |

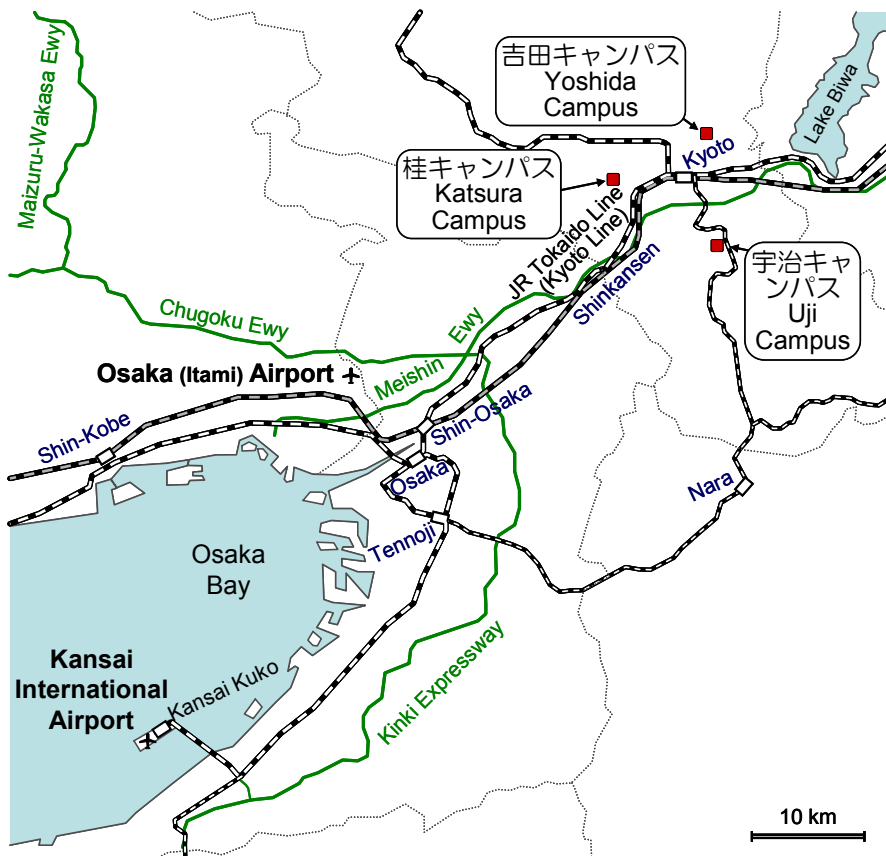
as of July 2008



化学工学専攻各研究室:

AクラスターA4棟

Most academics of the Department of
Chemical Engineering are located in
Building A4.



京都大学
キャンパス配置図

Kyoto University
Campuses

交通アクセス

Access to the Department

■桂駅(阪急)から

桂駅西口から市バス(西6系統)または京阪京都交通バス(20番)「桂坂中央」行きで「桂イノベーションパーク前」へ

■向日町駅(JR)から

ヤサカバス「樫原・京大方面 桂坂中央」行き(6号)または京阪京都交通バス「京大桂 桂坂中央」行き(22番)で「桂イノベーションパーク前」へ

■京都駅(JR・近鉄)から

- (1) 市営地下鉄で「四条」へ、阪急に乗り換え「烏丸」から「桂」へ
- (2) 京阪京都交通バス(21, 21B番)「五条通 桂坂中央」行きで「桂イノベーションパーク前」へ
- (3) 市バス(73系統)「洛西バスターミナル」行きで「国道三宮」へ、国道9号線から徒歩15分

■自動車で

名神高速京都南インターチェンジから約 8 km、大山西インターチェンジから約 12 km

■From the Katsura Station (Hankyu)

Take a Kyoto City Bus 西6 (*nishi 6*) or a Keihan Kyoto Kotsu Bus #20 for “Katsurazaka Chuo” and get off at “Katsura Innovation Park Mae.”

■From the Mukomachi Station (JR)

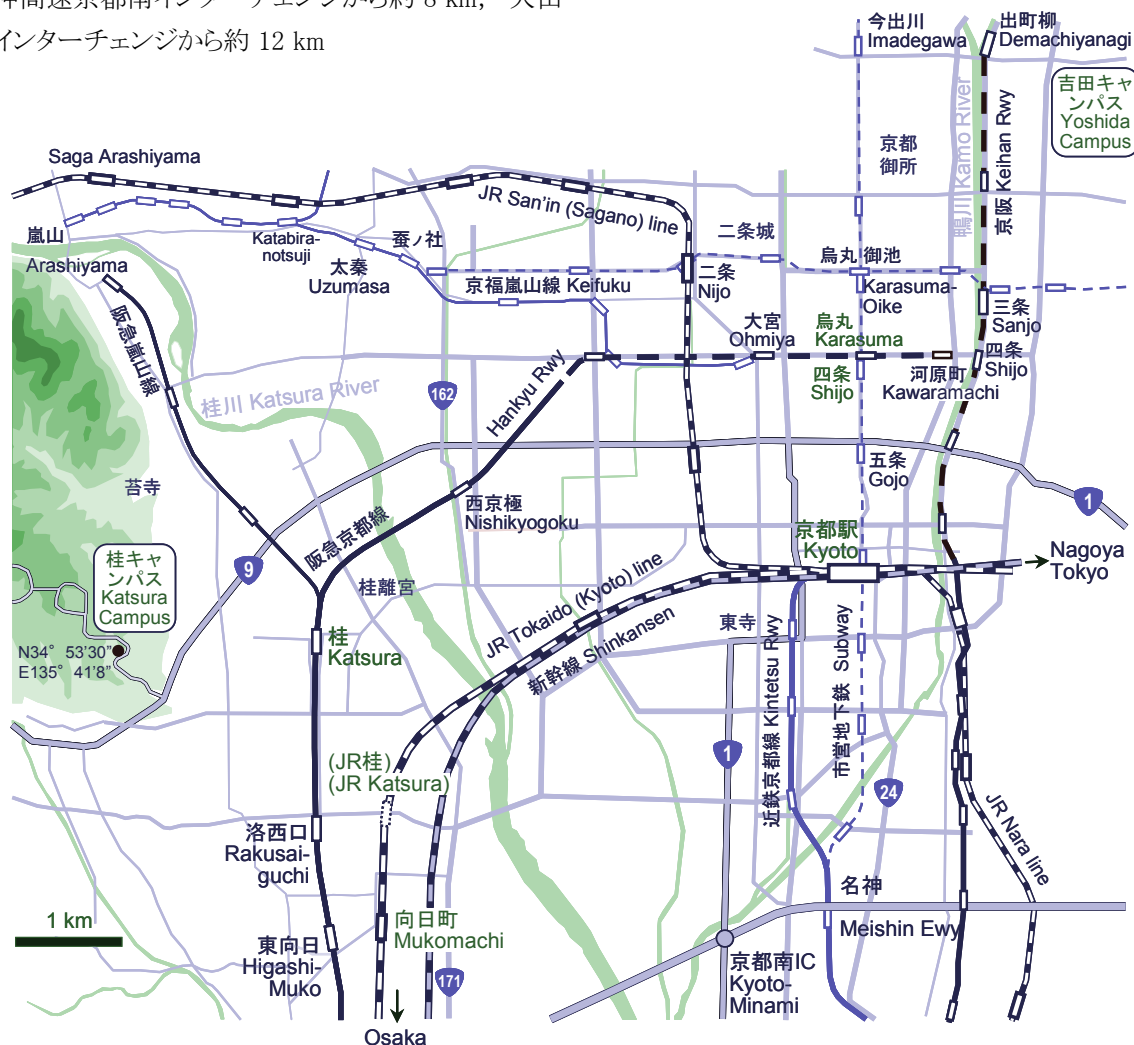
Take a Yasaka Bus #6 or a Keihan Kyoto Kotsu Bus #22 for “Katsurazaka Chuo” and get off at “Katsura Innovation Park Mae.”

■From the Kyoto Station (JR, Kintetsu)

- (1) Go to “Shijo” by Subway, transfer to Hankyu at “Karasuma,” and come to “Katsura.”
- (2) Take a Keihan Kyoto Kotsu Bus #21 or #21B for “Katsurazaka Chuo” and get off at “Katsura Innovation Park Mae.”
- (3) Take a Kyoto City Bus 73 for “Rakusai Bus Terminal,” get off at “Kokudo San’nomiya” and walk for 15 min.

■By car

Drive 8 km from the Kyoto-Minami exit or 12 km from the Oyamazaki exit of the Meishin Expressway. Enter at the main gate of Cluster A.



京都大学大学院工学研究科
化学工学専攻
教室パンフレット 2008 年度版

Kyoto University –
Department of Chemical Engineering
Department Brochure 2008

Copyright ©2008 京都大学大学院工学研究科
化学工学専攻

2008 年 7 月 3 日発行

発行部数 1100 部

Copyright ©2008 Department of Chemical Engineering,
Kyoto University

Published date July 3, 2008

Circulation 1100 copies

発行者 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻
〒615-8510 京都市西京区京都大学桂
編集者 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻
平成 20 年度国際交流小委員会委員長 大嶋正裕

Publisher Department of Chemical Engineering,
Kyoto University
Editor Prof. Masahiro Oshima, 2008 Departmental
Commissioner for International Exchange

デザイン 長嶺信輔
写真 新戸浩幸, 長嶺信輔
印刷・製本 有限会社 糺書房

Designer Shinsuke Nagamine
Photographers Hiroyuki Shinto, Shinsuke Nagamine
Printer Tadasu Shobo, Kyoto, Japan

京都大学大学院 工学研究科 化学工学専攻
615-8510 京都市西京区京都大学桂

Department of Chemical Engineering
Katsura Campus, Kyoto University
Kyoto 615-8510 Japan
<http://www.ch.t.kyoto-u.ac.jp/>