

Department of Chemical Engineering



京都大学
大学院工学研究科
化学工学専攻

2005/2006

Kyoto University





京都大学
大学院工学研究科
化学工学専攻



Kyoto University – Department of Chemical Engineering

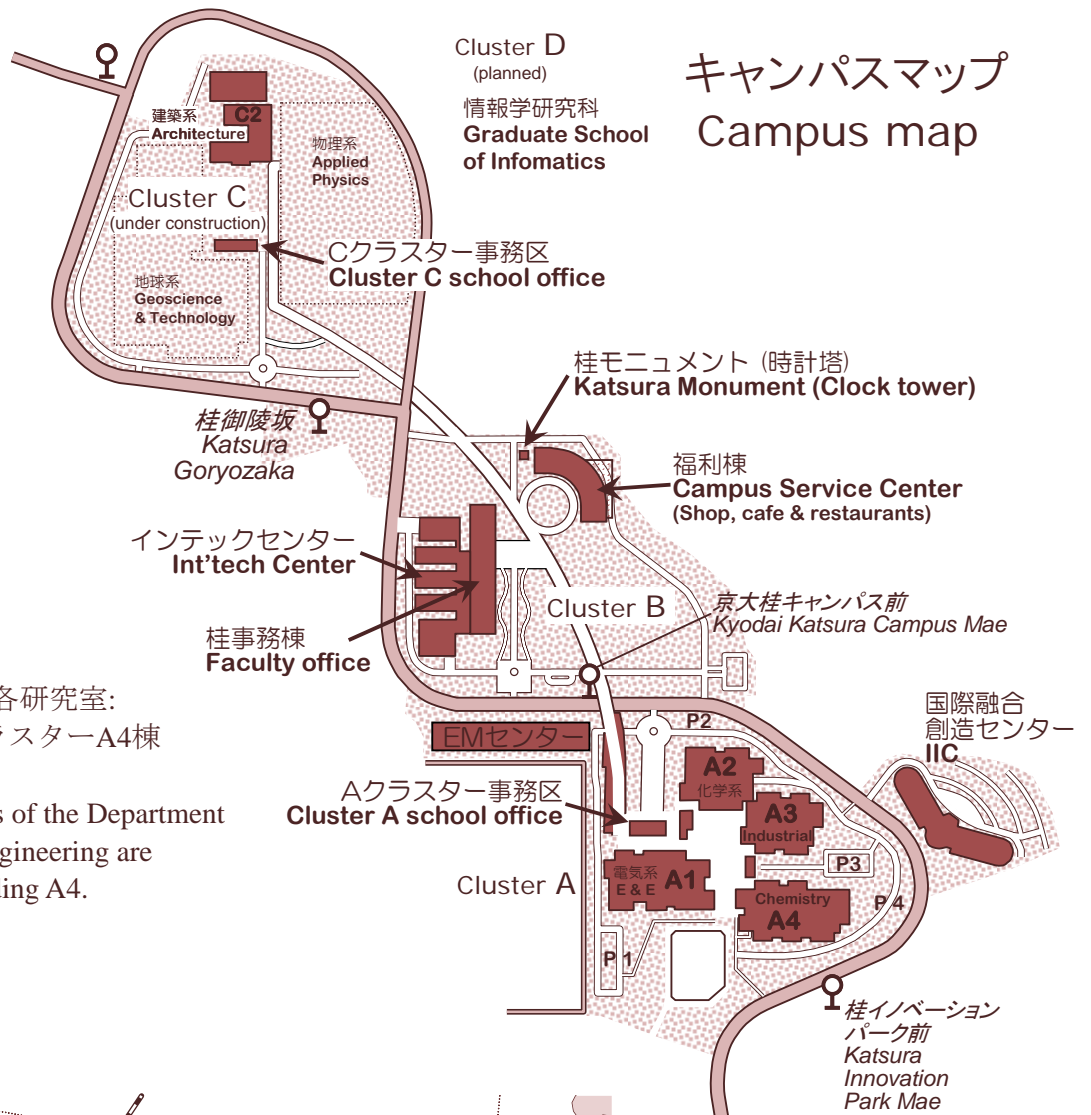
目次

キャンパスマップ	1
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	24
融合プロセス工学講座 (国際融合創造センター)	26
非常勤講師	28
名誉教授	29
人員構成	29
交通アクセス	30

CONTENTS

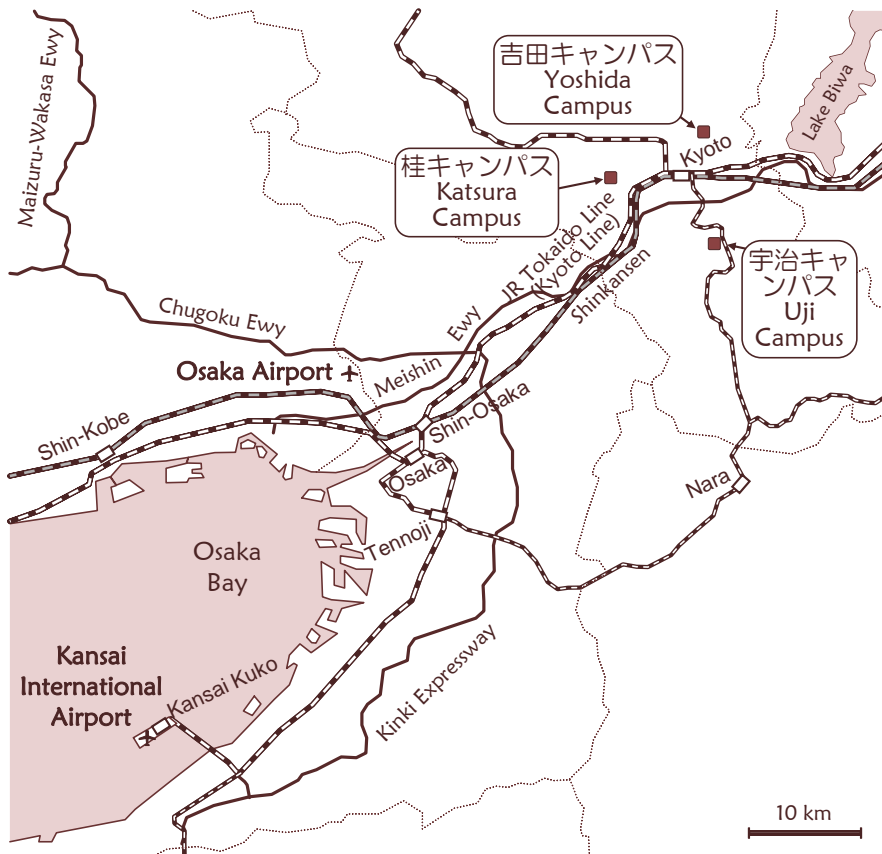
Campus map	1
Outline	
Location & History	3
Organization	5
Curriculum	7
International activities	9
People & Research	
Transport Phenomena	11
Surface Control Engineering	13
Chemical Reaction Engineering	15
Separation Engineering	17
Particle-System Engineering	19
Materials Processing Engineering	21
Process Control and Process Systems Engineering	23
Environmental Process Engineering	25
Process Coordination Engineering (International Innovation Center)	27
Invited lecturers	28
Professors emeriti	29
Constituent numbers	29
Access	30

キャンパスマップ Campus map



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

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26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、新設のエネルギー科学研究科の協力講座となったが、関係教員は現在も化学工学教室の教育に参画している。また、平成13年に設立された京都大学国際融合センター融合部門には、化学工学専攻の協力講座(融合プロセス工学講座)がある。

平成15年に、吉田キャンパスから11km、京都駅から7km、桂駅から2km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、2000名を超える本教室の卒業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 ~1968	吉田キャンパス西部構内から 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.

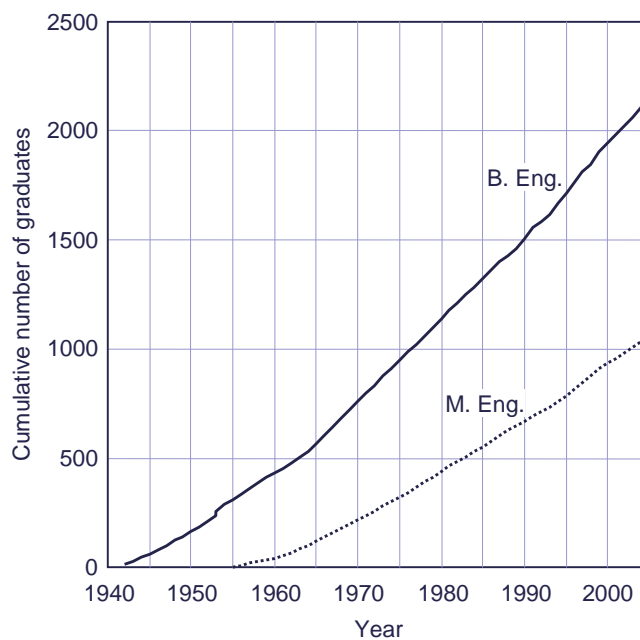
History

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 Process Engineering Section of the International Innovation Center, Kyoto University, as well as the Nanotechnology Research Section of the Institute of Advanced Energy, 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 School of Industrial Chemistry. Students of the school choose one of three courses at the middle of the second year. The Department of Chemical



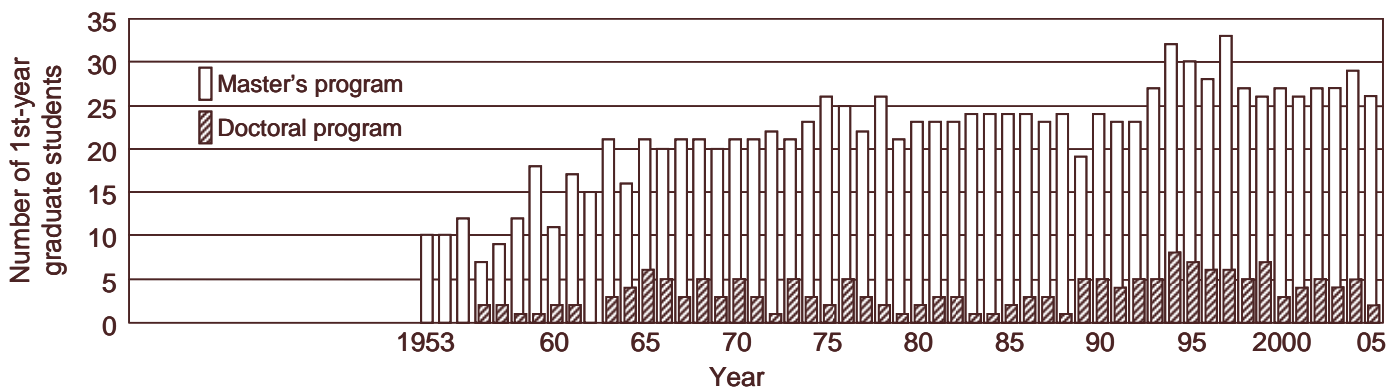
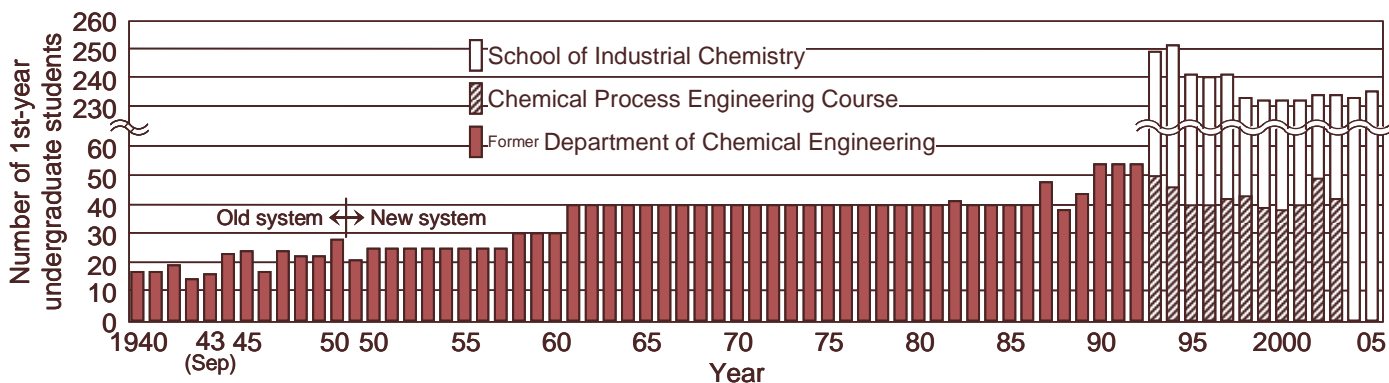
Number of graduates of the Department.
学部課程卒業生数・修士課程修了者数累計

Engineering organizes the core educational program of the Chemical Process Engineering Course. The department 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 26 M. Eng.'s and several D. Eng.'s.

More than 2000 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.





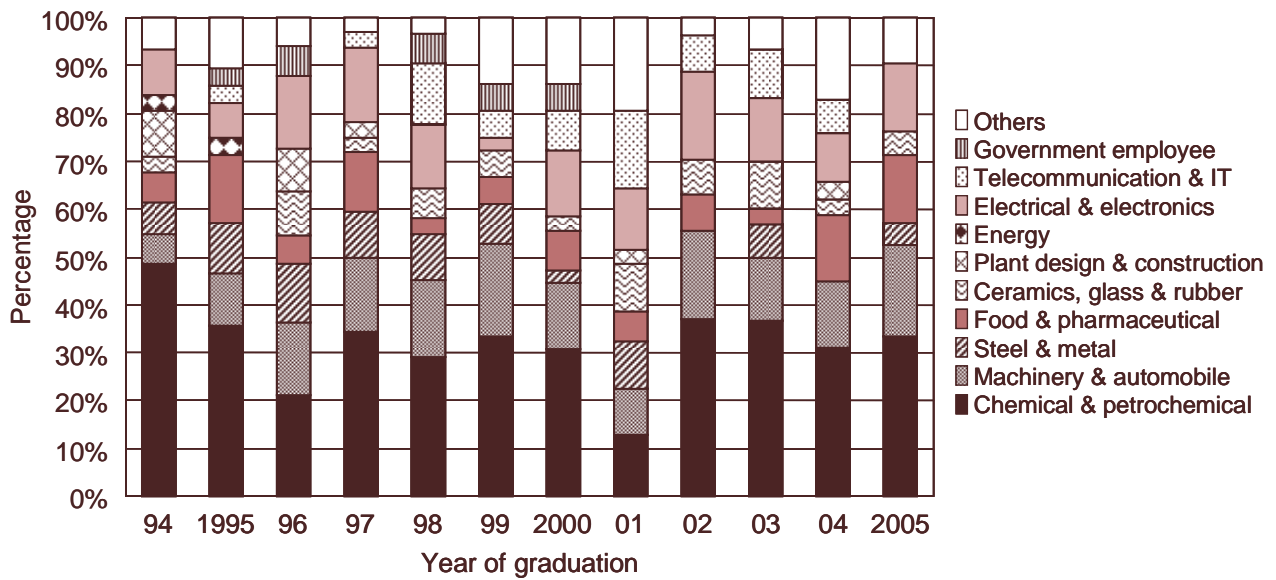
学部課程入学者数と修士課程入学者数，博士後期課程進学者数
Number of first-year students of undergraduate and graduate programs by year.

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(国際融合創造センター融合部門ベンチャー分野)」で構成されている。





Industries which employ the graduates (B. Eng. & M. Eng.) from the Department.
産業分野別就職者数分布 (修士課程修了者, 学部課程卒業者合計)



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
(International Innovation 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

分析化学及び環境化学実験

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

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

合成及び測定実験

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

科学英語 (化学工学)

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

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 Program
Chemical Process Engineering Course
School of Industrial Chemistry
College of Engineering

Master Program & Doctoral Program
Department of Chemical Engineering
Graduate School of Engineering

Undergraduate Program

First grade (School of Industrial Chemistry)

Introduction to Industrial Chemistry I, II
Basic Physical Chemistry A, B
Basic Organic Chemistry A, B
Analytical and Environmental Chemistry Experiments
Calculus A, B
Linear Algebra A,B
Elementary Course of Experimental Physics
Fundamental Physics A, B
Information Processing Basics
Exercises in Information Processing Basics

Second grade (School of Industrial Chemistry)

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

Second grade (Chemical Process Engineering Course)

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
Practical English in Science and Technology (ChE)

Third grade (Chemical Process Engineering Course)

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

Fourth grade (Chemical Process Engineering Course)

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
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。

- ウィスコンシン大学 (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)

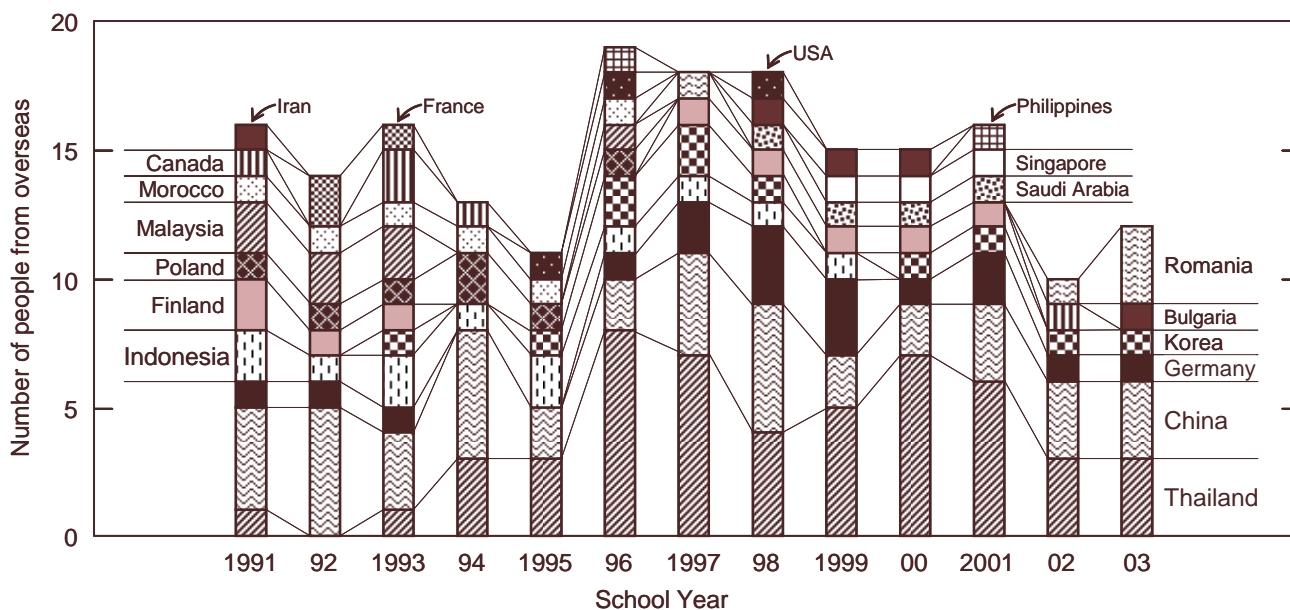
これらの他にもチュラロンコン大学 (タイ), ウォータールー大学 (カナダ), シンガポール国立大学 (シンガポール) などの大学と緊密な協力関係を保っており、教員ならびに学生の交流や合同シンポジウムの開催などを行っている。

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), グルノーブル理工科大学(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 academics and students from abroad by nationality.
長期滞在中・在学中の海外からの研究者・留学生数

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



教授
東谷 公
Prof.
K. Higashitani
k_higa@cheme.kyoto-u.ac.jp



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



助手
神田 陽一
Assist. Prof.
Y. Kanda
kanda@cheme.kyoto-u.ac.jp



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

高分子、コロイド粒子、エマルジョン、両親媒性分子、液晶、生体物質などソフトマターと呼ばれる物質を含む流体は「複雑流体」と言われ、空間的・時間的に全くスケールの異なる階層構造の内部を持ち、単純流体では見られない流動挙動を示す。この複雑流体の特異性を利用して、電子・セラミックス材料、化学品、薬剤、食品をはじめ、多くの高機能性材料が創製されている。当分野では、ソフトマターの分子レベルでの理解とともに、その知見

を複雑流体の制御に反映することで、ソフトマター移動現象の体系化と精密構造化材料の創製プロセスへの貢献を目指している。

1. 界面マイクロ構造と表面間力・表面間摩擦力

(1) 原子間力顕微鏡 (AFM) による直接測定

水分子、イオン、両親媒性分子、高分子、液晶などの固液界面吸着形態の AFM を用いた「その場観察」を行い、界面近傍での分子挙動を把握し、高機能性材料・高度分離用材料のための材料表面設計を検討する。また、微粒子の動的挙動を支配するナノオーダーの表面間力・表面間摩擦力の直接測定により、表面及び媒体物性と吸着分子等のナノオーダー因子との因果関係を明らかにし、微粒子材料の定量的制御を目指す。(図1参照) 最近では、がん細胞へのDDS用粒子取り込みに関するAFM測定も行っている。

(2) 計算機シミュレーション

分子動力学法、モンテカルロ法などを駆使した分子シミュレーションにより、複雑流体中における界面マイクロ構造と表面間力・表面間摩擦を分子レベルから解析し、理解することを目指している。

2. ソフトマター/複雑流体の移動現象解析に有効な新しいシミュレーション方法の開発

ソフトマターのマイクロ特性をマクロな複雑流体の移動現象に反映させるための計算機シミュレーションの研究を行っている。これらの物質は空間的・時間的に全くスケールの異なる階層構造を内部に持つことが多く、最新のコンピュータを用いてもすべての階層を同じ計算手法で取り扱うことは不可能である。そこで新しい計算手法の開発を行い、種々の外場下の移動現象の解析に用い、次世代プロセスの提言を行う。(図2参照)

3. 湿式法による機能性デバイスの開発

湿式非真空プロセスは、大面積化・連続化が可能で、最も低廉な薄膜化プロセスであると期待されている。前駆体粒子の発生機構、ナノ粒子スラリーの流動特性、結晶成長機構等を解明し、高性能な導電膜、多孔質透明電極等の機能性デバイスの開発を行う。

Koza 1 Transport Phenomena

Professor Ko Higashitani
Assoc. Professor Ryoichi Yamamoto
Assist. Professor Yoichi Kanda
Assist. Professor Hiroyuki Shinto

Substances, such as polymers, colloidal particles, emulsions, amphiphilic molecules, liquid crystals, and biological matters are called “soft matters”, and the fluids with soft matters are called “complex fluids”, which have hierarchical structures of different scales of space and time and behave unlike simple fluids. This specialty of complex fluids has been used to produce various functional materials, such as electric and ceramic materials, fine chemicals, food, and pharmaceuticals. The aims of this research group are to understand the characteristics of soft matters on the molecular scale, and, by reflecting the understandings to the transport phenomena of complex fluids, to establish the soft matter transport phenomena, as well as the methodology development for the production of highly functional structured materials.

1. Micro-structures and interaction/friction forces between surfaces

(1) *In-situ* measurements by atomic force microscope (AFM)

Characteristics of soft matters at the solid-liquid interface, such as, water molecules, ions, surfactants, polymers, and liquid crystals, have been investigated by imaging and force measurements with AFM to understand their behavior on the molecular scale. These understandings will contribute to the fundamental

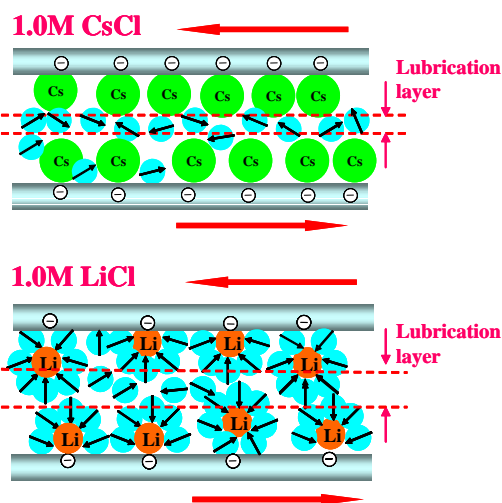


Fig. 1. Schematics of lubrication mechanisms in aqueous solutions obtained from AFM measurements.

図1. AFM測定から得られた水溶液中での表面間摩擦の概念図

design of materials with highly functionalized and structured surfaces. The correlations of the interaction and lubrication forces between surfaces with surface properties, medium properties and adsorbed molecules are also extensively studied with AFM to control the particle behavior in colloidal systems and contribute to the production of functionalized particulate materials.(See Fig.1) Recently the interactions between the DDS particles and cancer cells are also explored.

(2) Computer simulations

By performing molecular dynamics, Monte Carlo, and Langevin dynamics simulations, we aim at the molecular-level understanding of the micro-structures and the interaction/friction forces between surfaces in complex fluids.

2. Development of new simulation methods applicable to analyzing transport phenomena of soft matters and in complex fluids

We concern to understand the nature of unique properties of soft matters and complex fluids. We are currently developing “a hybrid type molecular dynamics simulation method” which is applicable for simulating and analyzing transport phenomena of various kinds of soft matters and in complex fluids, such as, colloidal dispersions, liquid crystals, electrolytes, polymer solutions, etc., under various external fields. (See Fig.2)

3. Development of functional device by wet method

Wet processes for functional films are the low cost processes, which enable us to make the films with large area and various porosity even through the continuous process. The mechanisms of the nucleation of precursor particles and the crystal growth, and the rheology of nano-particulate slurry are investigated to develop the conductive films and transparent porous electrodes with high performance.

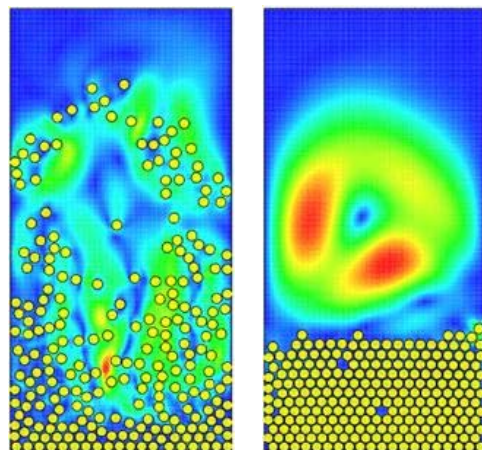


Fig. 2. Direct Numerical Simulations of sedimentation of colloidal particles.

図2. 沈降するコロイド粒子の直接数値シミュレーション

界面制御工学分野



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



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

.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。以下には研究テーマの概要を紹介する。

1. ナノ空間内での相転移現象の分子シミュレーションとモデル化

MCM-41や金属イオン-有機配位子錯体など、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。一成分子系の気液、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、2次元あるいは3次元場での集積を行うことで、種々の機能性材料が創製可能と期待されている。基板の引力による吸着場、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、メカニズムのモデル化を進めている。また、このようなメソスケールでのシミュレーション手法の充実を目指す意味からも、メゾ現象に適したブラウン動力学法を基礎に、ナノ粒子集団の挙動を表現可能な計算科学手法の開発を行い、秩序構造形成過程の理解とモデル化に取り組んでいる。

4. 固体高分子型燃料電池の基礎特性の実験的検討とモデル化

昨今のフィーバーぶりとは裏腹に、燃料電池の工学的基礎知見は貧弱なものに留まる。本格的普及が20~30年後といわれるこの複合デバイスについて、ナノスケールの種々の界面現象がかかわる基礎特性を実験的に検討し、速度論的な側面を重点に、そのモデル化に取り組む。

Koza 2 Surface Control Engineering

Professor Minoru Miyahara
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] x [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. Molecular simulation and modeling of phase transition in nanospace

Recent advance in nano-spaced materials has been producing fascinating porous media such as MCM-41 and organic-inorganic hybrid complexes. For appropriate and extensive applications of these new media, the understanding of phase behavior of confined fluids is quite important. Exploration by

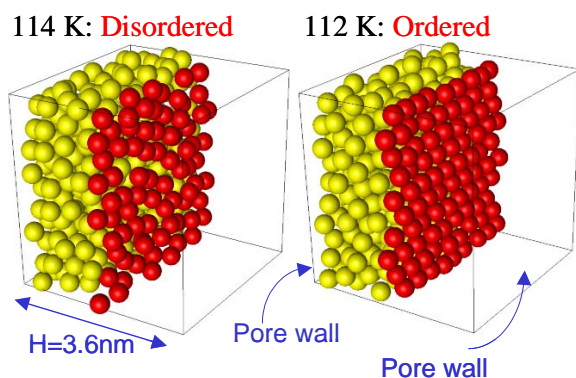


Fig. 1. Peculiar phase behavior of methane in carbon nanospace: Enhanced ordering (freezing) even above the freezing point for bulk fluid.

図1. カーボンナノスペース中でのメタンの特異な挙動: バルク凝固点より高温での秩序化(凝固)

molecular simulation is conducted not only for phase transitions in single-component systems, but 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 100nm 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 characteristics of polymer electrolyte fuel cells (PEFC)

Aside from recent enthusiasm, fuel cells stands mostly upon know-how's, and their fundamental knowledge on engineering aspects remains to be explored. This complex device, which is said to need a few more decades before coming into practical and wide-spread use, stands upon various interfacial phenomena in nanoscale: Fundamental analysis and modeling especially on kinetic processes are never too late to go.

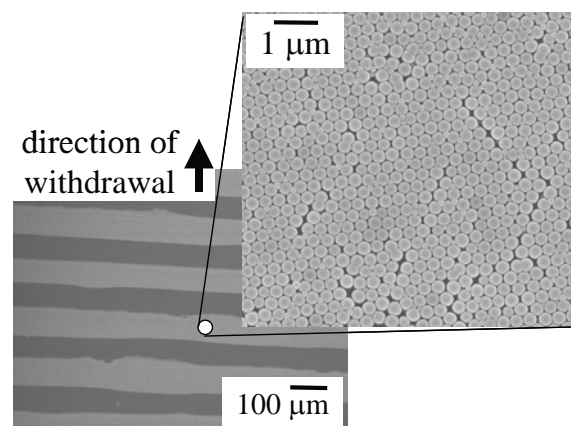


Fig. 2. Order formation by submicron particles in wetting liquid film: Evolved macro-scale periodic pattern and micro-scale ordering structure.

図2. サブミクロン粒子の液膜濡れ基板上的構造: マクロ周期構造とマイクロ秩序構造の生成

反応工学分野



教授
三浦 孝一
Prof.
K. Miura

miura@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教授
河瀬 元明
Assoc. Prof.
M. Kawase

kawase@cheme.kyoto-u.ac.jp



講師
中川 浩行
Lecturer
H. Nakagawa

hiroyuki@cheme.kyoto-u.ac.jp



助手
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・バイオマス等の高効率転換プロセスの開発

石炭は21世紀の貴重な資源であり、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となっている。当分野では、炭素転化率と液状物質収率の向上を目標に、石炭構造の深い理解に基づいて、新規な高効率転換法を提案し検証している。また、熱分解、ガス化等の反応を対象とした新規な反応モデルや速度論に関する研究、バイオマスの転換技術に関する研究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) 高温抽出による石炭のフラクショネーション
- (3) 新規な触媒反応を利用したバイオマス, 各種廃棄物の有効利用技術
- (4) 加圧型迅速熱分解装置の開発と石炭の熱分解反応への適用
- (5) 石炭, コールタール, 重質油の熱分解, ガス化の反応モデルとその速度論

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, 多孔質炭素, 炭素-炭化珪素傾斜機能材等の炭素系材料を始めとする各種機能性材料の開発, これら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, 各種高分子樹脂からの高機能性炭素材料の製造
- (2) 金属を高分散させた炭素担体触媒の開発
- (3) 新規コークス製造法の開発
- (4) 化学気相成長法を利用した C-SiC 傾斜機能材 (FGM) の製造
- (5) 各種カーボン CVD の反応モデリング
- (6) 管型反応器を用いた無機微粒子の反応晶析

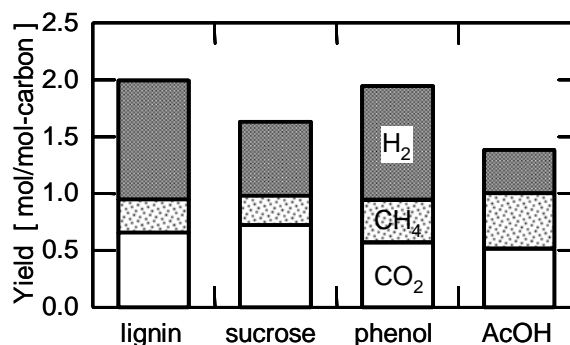


図1. 各種水溶性有機物を350°Cで完全分解することに成功
Fig. 1. Various water-soluble organics could be decomposed at 350°C.

Koza 3 Chemical Reaction Engineering

Professor Kouichi Miura
Assoc. Professor Motoaki Kawase
Lecturer Hiroyuki Nakagawa
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, biomass 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 based on detailed investigation of the coal structure. Continuing efforts are put into the process development for improving the coal conversion and liquid yield. We are also carrying out development of reaction models and kinetic analysis for complicated reaction systems such as coal pyrolysis, gasification reactions, 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 biomass and various wastes.

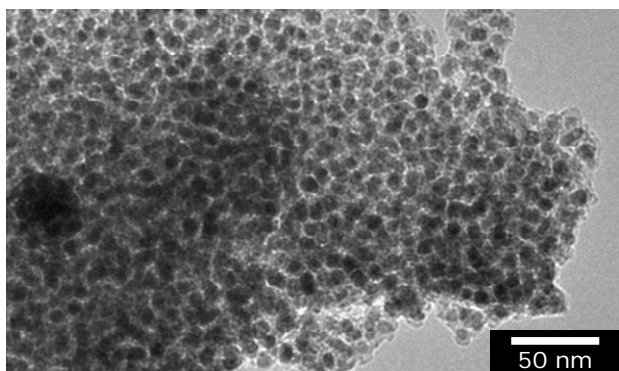


Fig. 2. 4 nm Ni particles are highly dispersed in the Ni/C catalyst we have developed.

図2. 4 nm の Ni が高分散したNi/C触媒の開発に成功

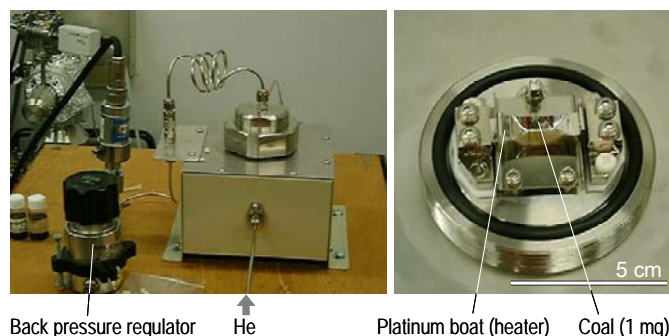


Fig. 3. Pressurized flash pyrolyzer developed for kinetic analysis of coal pyrolysis up to 2 MPa and 1200°C.

図3. 開発した加圧型迅速熱分解装置 (最高圧力2 MPa, 最高温度1200°C, 昇温速度1000°C/s)

- (4) Development of the pressurized flash pyrolyzer for kinetic analysis of coal pyrolysis.
- (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 catalysts, porous carbon, carbon-silicon carbide functionally graded material (FGM), and some 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 with controlled pore structure from coal or various resins.
- (2) Development of metal catalysts highly dispersed on porous carbon supports.
- (3) Development of a new method to produce metallurgical coke.
- (4) Production of a C-SiC functionally graded material by chemical vapor deposition.
- (5) Kinetic analysis of various carbon CVD.
- (6) Continuous precipitation of monodisperse inorganic particles by use of a tubular reactor.

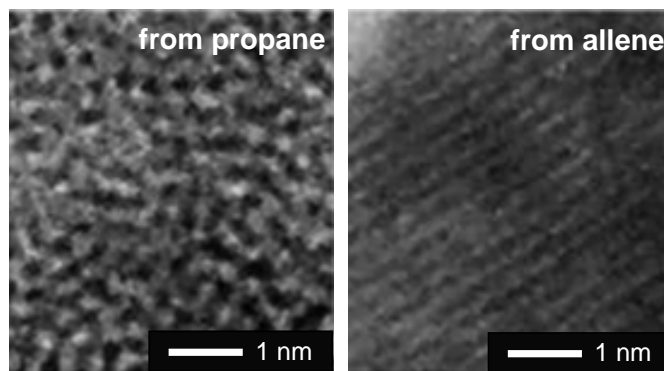


Fig. 4. Structure of pyrocarbon prepared from propane and allene at 1010°C.

図4. 1010°Cで得られた熱分解炭素の構造

分離工学分野



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



助教授
向井 紳
Assoc. Prof.
S. Mukai
mukai@cheme.kyoto-u.ac.jp



助手
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 surface 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) 都市ゴミからの活性炭製造

ゴミ焼却時のダイオキシン対策として、厚生省は中小規模のゴミ焼却施設をゴミ固形燃料 (RDF) 化施設に転換する対策を設けている。この RDF の新たな利用法として、ダイオキシン吸着用活性炭の製造を目指した研究を行っている。

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。

(2) Li⁺ 二次電池用負極材料の高容量化

Li⁺ 電池のさらなる小型・軽量化を目指して Li⁺ を多く吸蔵することができる Si などを炭素材料中に分散させることにより、安定で高い Li⁺ 容量を有する負極材料の開発に取り組んでいる。

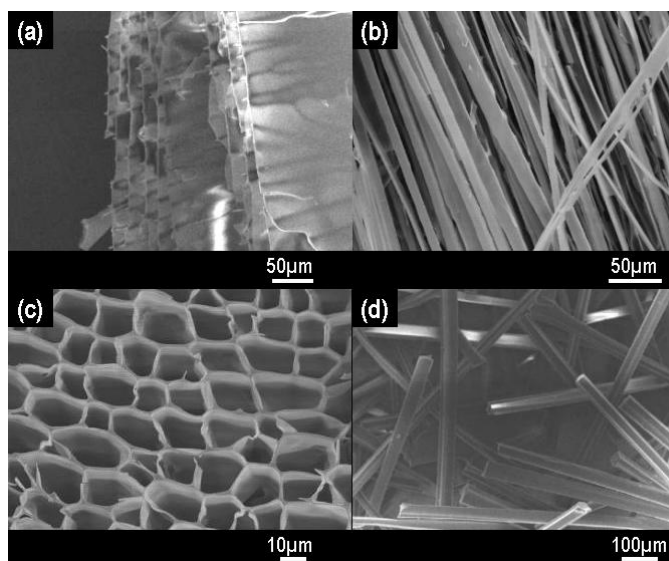


図1. シリカゲルマイクロ成型体のSEM像：
(a) 薄膜状 (b) きし麺状
(c) マイクロハニカム状 (d) polygonal繊維状
Fig. 1. SEM images of silica gel micro-structures:
(a) laminar sheets, (b) flat fibers,
(c) microhoneycomb, (d) polygonal fibers.

Koza 4 Separation Engineering

Professor Hajime Tamon
Assoc. Professor Shin Mukai
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 interaction such as stable adsorption structure and interaction energy are studied to establish the

strategy for designing and developing new adsorbents.

(3) Activated carbon from municipal waste

Municipal solid waste incinerators will be changed to the plant of Refuse Derived Fuel (RDF) for reducing emission of dioxins. In order to develop new usage of RDF, we are trying to produce activated carbon for dioxins from it.

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.

(2) Development of carbonaceous anode materials for lithium ion batteries

The relationship between the structure and the lithium ion capacity of carbonaceous materials is investigated to develop a high capacity anode for lithium ion batteries. In particular, carbonaceous materials in which Si clusters are dispersed are prepared and tested.

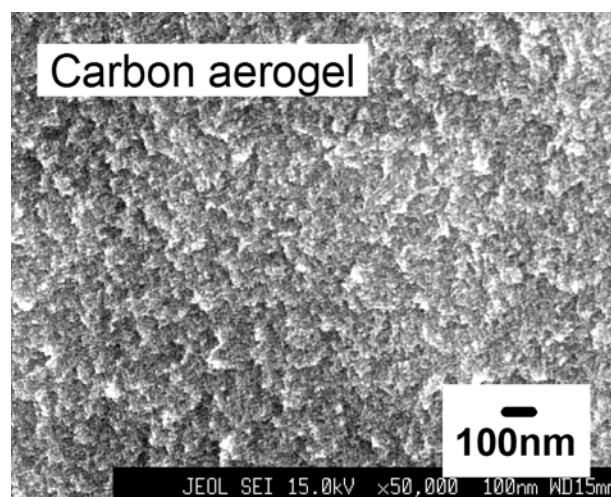
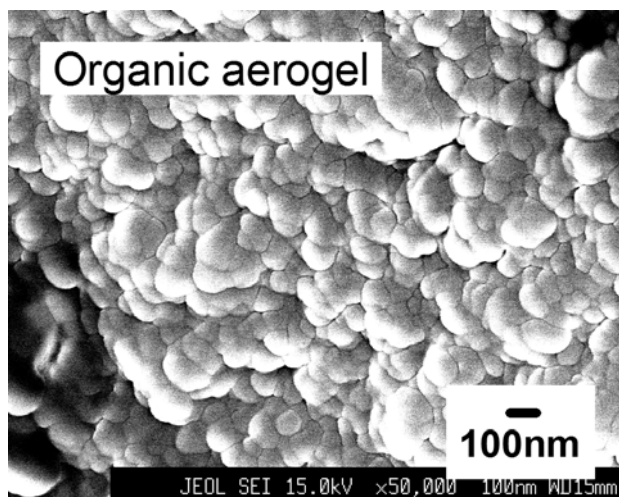


Fig. 2. SEM images of organic and carbon aerogels.
図2. 有機エアロゲルおよびカーボンエアロゲルのSEM写真

粒子系工学分野



教授
増田 弘昭
Prof.
H. Masuda
masuda@cheme.kyoto-u.ac.jp



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



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

当分野では、主として粒子に係わる諸現象の解明と、その合理的操作・応用に関する研究を行っている。粒子系の諸現象は極めて複雑ではあるが、微粒子の有効利用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。したがって、気相中に浮遊する粒子の挙動の解析と運動の制御、凝集・付着に代表される粒子集合体としての現象の解明、および粉体特性の評価について検討している。内容別に分類した研究の背景およびテーマは以下の通りである。

1. 粒子の帯電

粒子の帯電は、粉体操作における基礎的な現象であり、操作性に影響を及ぼすだけでなく、粉塵爆発などの原因にもなる。一方、電子写真、乾式粉体塗装、粒子のオンライン計測など、帯電現象を利用した技術の開発も盛んに行われている。

操作性の改良および開発機器の性能を向上させるためには、粒子の帯電機構の正確な理解および帯電粒子の運動制御が必要である。

- (1) 粒子の帯電・緩和機構の解明
- (2) エアロゾル粒子の帯電量分布の測定と解析
- (3) 帯電粒子に働く静電気力の解析
- (4) 荷電エアロゾル粒子の沈着位置制御

2. 粒子の付着と分離

粒子-粒子間、粒子-壁間、粒子-流体間相互作用は、粒子の挙動に直接影響を及ぼす重要な因子であり、それらの解明が望まれる。

- (1) 走査型プローブ顕微鏡を利用した粒子の付着力の測定および解析
- (2) 粒子の沈着・再飛散現象の解明

3. 粒子系操作

粒子の微小化に伴い、付着性を考慮した高性能粉体装置の開発が必要である。

- (1) 微粉体の微量定量供給
- (2) サブミクロン粉体の乾式分散と高精度分級

4. 粒子シミュレーション

粒子系の諸現象の解明と制御には、理論、実験、シミュレーションの相補的な研究が必要である。

- (1) 量子化学計算を用いた帯電特性の解析
- (2) 帯電粒子に働く静電気力の解析
- (3) 管内固気二相流における粒子の挙動

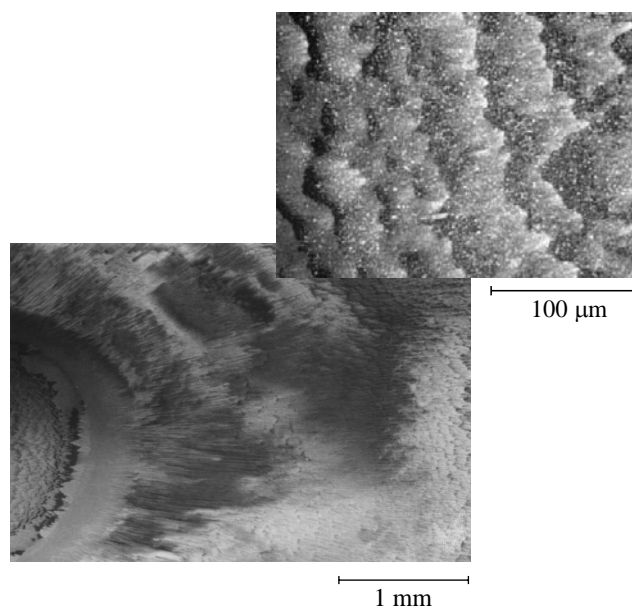


図 1. 高速衝突によって形成された沈着粒子層
Fig. 1. Particle deposition layer formed by high-speed impact.

Koza 5 Particle-System Engineering

Professor Hiroaki Masuda
Assoc. Professor Shuji Matsusaka
Assist. Professor Hiroyuki Maruyama

Main research activities in this chair are analysis of the phenomena relating to particles and the rational handling of them. Although particle phenomena are very complicated, full understanding of them is required for active usage of fine particles and also for environmental protection. Therefore, the analysis and control of particles suspended in air, behavior of powder such as agglomeration and adhesion of particles, and evaluation of powder characteristics are studied. Each research background and theme is as follows:

1. Electrification of particles

Particle charging is a fundamental phenomenon relating to powder handling. It is commonly a nuisance and the source of explosion hazards. Various application have, however, been developed throughout the world, e.g., electrophotography, dry powder coating, on-line measurement of particles, and many others. To improve the handling and the performance of such applications, a correct understanding of the mechanism of particle charging and the control of the movement of charged particles are required.

- (1) Analysis of the mechanism of particle electrification and relaxation.
- (2) Measurement and analysis of the charge distribution of aerosol particles.
- (3) Analysis of electrostatic force exerted on a charged particle.
- (4) Electrostatic control of particle deposition.

2. Adhesion and removal of particles

Particle-particle, particle-wall and particle-fluid interactions are fundamental factors directly affecting the behavior of particles.

- (1) Measurement and analysis of particle adhesive force using a scanning probe microscope.
- (2) Study on particle deposition and reentrainment.

3. Mechanical unit operation

Apparatus of high performances for fine particles should be developed taking into account the adhesive property.

- (1) Micro-feeding of fine powder.
- (2) Dry dispersion and high efficiency classification of industrial sub-micron powder.

4. Simulation

To clarify and control the particle phenomena, the combination of theory, experiment and simulation are required.

- (1) Analysis of electrification based on the quantum chemistry.
- (2) Analysis of electrostatic force exerted on a charged particle.
- (3) Behavior of particles in gas-solids pipe flow.

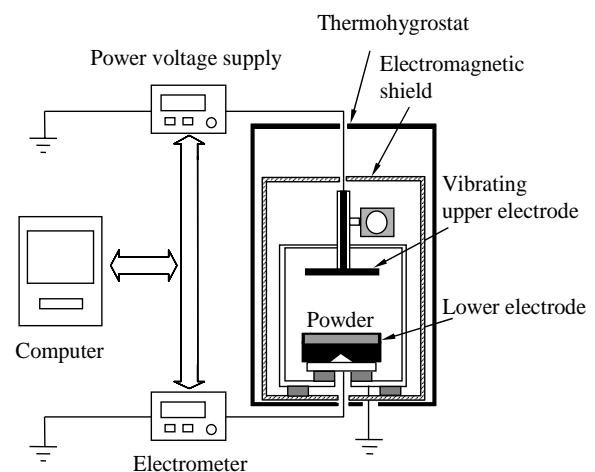
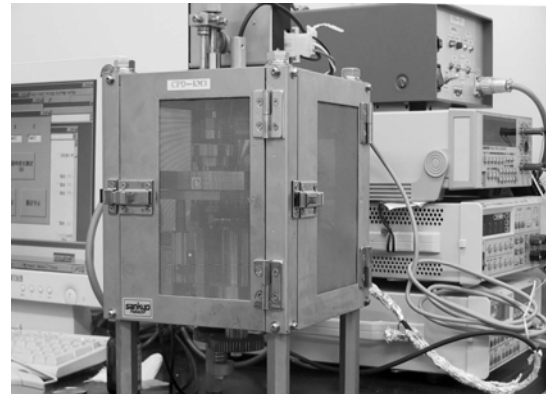


Fig. 2. Apparatus for measuring contact potential difference.

図 2. 接触電位差測定装置



Fig. 3. Microscopic observation of particle behavior through a high-speed camera (120,000 fps).

図 3. 高速カメラによる粒子挙動の微視的観察

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
木原 伸一
Lect.
S. Kihara
kihara@cheme.kyoto-u.ac.jp



助手
瀧 健太郎
Assist. Prof.
K. Taki
taki@cheme.kyoto-u.ac.jp

マイクロ・マクロ時空を制御するプロセッシングによる機能性材料開発

現代社会では、さまざま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、プロセッシングによる、物理・化学的性質の発現および構造を創成するメカニズム、特に材料中での物質拡散と核生成・成長から構造が形成されるメカニズムを解明し、その機能性構造材料を製造する装置のあるべき姿を探求する研究を実施し、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を利用し高分子表面の加飾やナノサイズの凹凸の高分子表面への転写のほか、カーボンナノ

チューブ (CNT) を高分子表面に被覆し導電性を付与するなどの、さまざま新成形加工法の開発を行っている。

また、高分子材料にCO₂を拡散・溶解させ、気泡により多孔構造を作る物理発泡成形の基礎ならびに応用展開研究を実施している。ポリマーにCO₂が拡散する過程を光により観測することやCO₂の可塑化効果を高精度で予測することを基礎研究として実施し、ナノセルラーなどの特異な発泡体を作ることを応用研究として実施している (Fig. 2)。

2. 乾燥プロセスを利用した自己組織構造形成

ブロックポリマーやポリマーブレンド溶液を乾燥させるとミ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. 1)。

3. マイクロ化学デバイスの開発

比表面積の大きさを最大限に利用して、高効率に化学反応や物質分離操作を行うマイクロ化学デバイスの開発を行っている。当研究室で開発した新規マイクロ化学デバイスのひとつに同心円上の多重円管デバイス (Fig. 4) があり、エマルジョン作成や結晶多形の制御に利用されている。

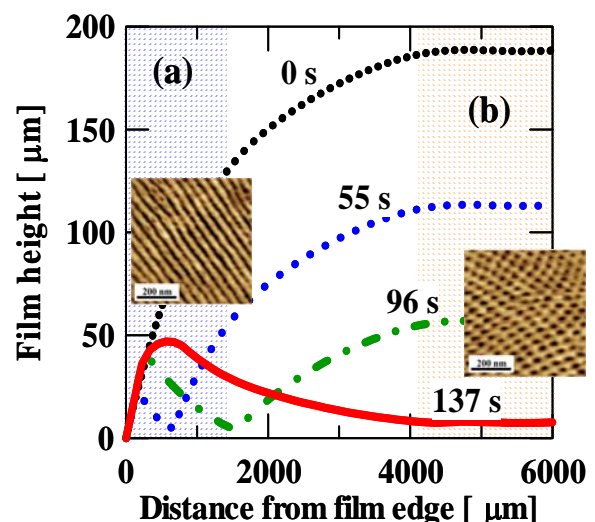


図1. スチレン-ブタジエン-スチレンブロックポリマー/THF溶液の乾燥過程におけるフィルム厚みの計算結果とフィルム末端および中央部における表面モルフォロジー

Fig. 1. Temporal change in polymer film thickness observed in drying process of poly(styrene-b-ethylene oxide-b-styrene) / THF solution and final morphology at the edge of the film (a) and that at the center (b).

Koza 6 Materials Process Engineering

Professor Masahiro Ohshima
Lecturer Shin-ichi Kihara
Assist. Professor Kentaro Taki

Control Mass Diffusion in Materials, Phase Separation, Nucleation and Growth for Creating New Functional Materials

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

New CO₂ assisted polymer-processing schemes, which can realize surface modification, nano-scale

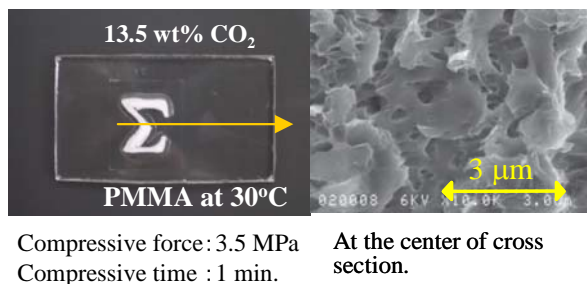


Fig. 2. SEM picture of bubble letter written by stress-induced foaming method.
図 2. 応力印加発泡法により書かれた泡文字ΣのSEM画像

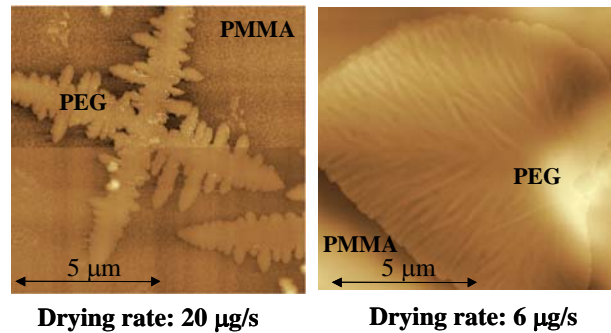


Fig. 3. AFM picture of PEG crystallized in PMMA matrix created by drying the PEG/PMMA (3/1) solution.
図3. PEG/PMMA(3/1)溶液の乾燥により形成されたPMMAマトリックス中のPEG結晶のAFM画像

pattern transfer on polymer products and CNT infusion to polymer surface, are developed and patented.

2. Polymeric foaming

Using CO₂ as foaming agent, thermoplastic polymers are foamed so as to create the micro-cellular structure. Bubble nucleation and growth are phenomena to be analyzed. Realizations of nano-cellular and bimodal as well as open cellular structures are our research interests (Fig. 2).

3. Formation of self-organized structure by drying polymeric solutions

Drying of the block copolymer and the polymer blend solutions creates several morphologies such as nano-scale self-organized structure illustrated in Figs. 1 and 3. Formation mechanism of the morphology and relationships among the polymer properties and operating conditions are investigated.

4. Development of micro-chemical devices

Several micro-chemical device enhancing the reaction and mass transfer at the interface are being developed (Fig. 4).

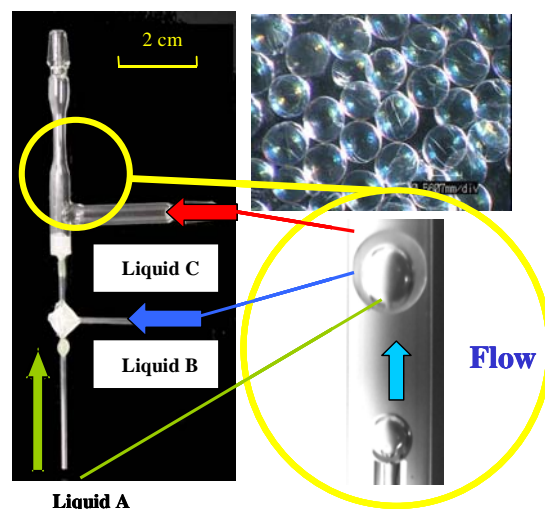


Fig. 4. Tri-axial micro-tube device and the hollow spheres.
図 4. 同軸三重ガラス管からなるマイクロデバイスと中空粒子作製例

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



助教授
加納 学
Assoc. Prof.
M. Kano
kano@cheme.kyoto-u.ac.jp



助手
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最適設計と操作

熱交換、混合および反応といった単位操作をマイクロな領域で実現する高効率マイクロ化学プロセス

の設計・運転に必要な基盤技術の確立を目指している。最新の数値流体力学や自ら開発したマイクロ化学プロセスシミュレータによる特性解析や微細加工装置によるデバイス製作を通して、システムティックな最適形状設計法および流路閉塞検出法の開発に取り組んでいる。

2. 統計的プロセス運転監視・品質改善システムの開発, およびプロセス制御

化学・半導体・鉄鋼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階層型品質改善システム (HiQIS) を開発している。また、高効率運転を安定して実施できるプロセスを設計するため、プロセス設計とプロセス制御を融合させる研究にも取り組んでいる。

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. 化学プロセスの動的最適操作

マーケットの急激な変動に対応しうる化学プロセスの最適設計や高効率運転を支える基盤技術として、オンライン動的最適運転支援、動的操作を考慮した燃料電池コジェネシステムなどのプロセスシステム設計に関する研究に取り組んでいる。

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. Optimal design and operation of micro chemical processes

Micro chemical processes consist of various types of devices such as micro heat exchangers, micromixers, and microreactors. The major advantage of microdevices is high efficiency of mixing and heat exchange. Therefore, micro chemical processes are expected to exceed the capabilities of conventional chemical plants. The final goal of this research is development of a new fundamental approach to design, operation, and control of microchemical processes. Now, we are developing the systematic approaches to optimally design microreactors and to successfully diagnose channel blockage in stacked microdevices.

2. Process control, process monitoring, and quality management

The data-based hierarchical quality improvement system (HiQIS), which can improve quality and productivity by extracting useful information from operation data, is under development. The HiQIS is based on multivariate data analysis referred to as process chemometrics. In addition, this research theme covers statistical process monitoring, control performance monitoring, soft-sensor design, process control, and integration of design and control for complicated process systems including microchemical processes.

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 subsystem 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. Dynamic optimal operation of chemical processes

Dynamic optimal operation plays an important role in the development of high efficient chemical processes. Therefore, we are studying new types of on-line dynamic optimization system, optimal design method in consideration of dynamic operation for chemical processes. Topics in this area include the development of an on-line optimization system for a batch distillation column and an optimal design of a fuel cell cogeneration system.

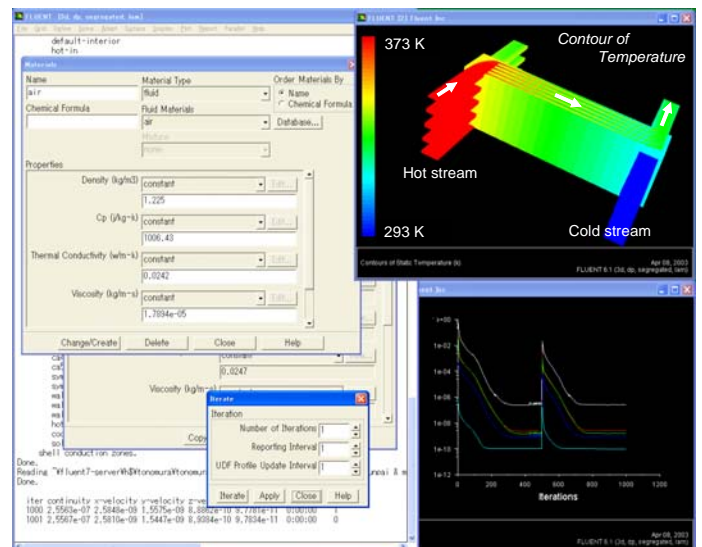


Fig. 1. Stacked Plate-fin microdevice: CFD simulator FLUENT® (top) and Glass microdevice (left).

図1. 積層型プレートフィン・マイクロデバイス(上: CFD シミュレーション, 下: ガラス製デバイス)

環境プロセス工学講座



教授
前 一廣
Prof.
K. Mae

kaz@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教授
牧 泰輔
Assoc. Prof.
T. Maki

taisuke@cheme.kyoto-u.ac.jp



助手
長谷川 功
Assist. Prof.
I. Hasegawa

hasegawa@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。

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迅速熱分解
- (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) 炭素系金属担持触媒－水素分離膜の開発
- (b) 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
- (c) 硝酸性窒素の完全除去法の開発
- (d) 廃棄物からの無機－有機ハイブリッド膜の製造と CO_2 分離への応用

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，廃熱の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実現に取り組む。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) 混合廃棄物の物性予測法の実現
- (b) 事前炭化式分離プロセスの開発
- (c) スクラップ-廃酸-バイオマスからの鉄・炭素複合材の製造とそのリサイクルスキームの検討
- (d) 技術連動型環境評価法の実現

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

CO_2 を大幅に削減，環境浄化には，民生（特に自動車）などの移動体あるいはオンサイトで，エネルギー効率を高め，環境を浄化するデバイスが不可欠である。これを実現するために，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に取り組む。

- (a) マイクロミキサーの開発
- (b) マイクロ反応器システムの実現と反応速度論
- (c) 界面制御型マイクロリアクターによる各種微粒子の製造
- (d) 燃料電池用コンパクト改質器の開発
- (e) 超臨界/マイクロデバイス及び反応制御法の実現

Koza 8 Environmental Process Engineering

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

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:

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) Flash catalytic pyrolysis of 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) Carbon membrane catalyst highly dispersed Ni, Cu or Zn metal.
- (b) Production of porous FeOOH from waste FeCl_3 and its application for the removal of F^- and PO_4^{3-} ions.
- (c) Removal of nitrite-nitrogen in agricultural waste water.
- (d) Development of an Inorganic/organic hybrid membrane for the removal of CO_2 .

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) Development of a new method for estimating the properties of waste mixture.
- (b) Development of pre-carbonized process for the separation of waste mixture.
- (c) Production of iron/carbon composite materials

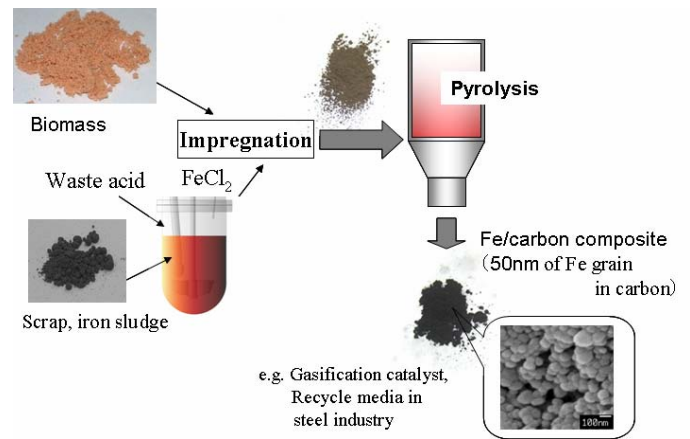


Fig. 1. Production of Fe/Carbon composite from wastes and biomass.

図1. 廃棄物・バイオマスからの高機能鉄/炭素複合材の製造

from scrap, waste acids and biomass.

- (d) 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 on site and moving vehicles are required to minimize the emission of CO_2 and environmental pollutants. A few micro reactors with a new concept are proposed and their performances are investigated as follows:

- (a) Development of micro-mixer for production of emulsion and modeling of micro transportation.
- (b) Basic research for micro reactor system. (Collaboration by several Kozas)
- (c) Production of nano-particle by several micro reactors.
- (d) Development of compact reformer for fuel cell.
- (e) Development of micro device and operation method for super-critical fluid.

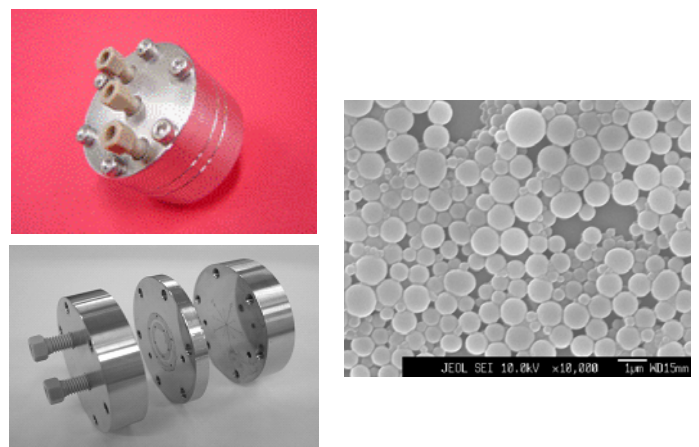


Fig. 2. Original micromixer (KM-Mixer) for various reactions and polystyrene nano-particles produced by use of this mixer.

図2. 開発した中心衝突型マイクロミキサー (KM-Mixer)によりポリスチレンナノ粒子の高速製造に成功

融合プロセス工学講座

国際融合創造センター・融合部門



教授
谷垣 昌敬
Prof.
M. Tanigaki
tanigaki@cheme.kyoto-u.ac.jp



講師
丸山 敏朗
Lect.
T. Maruyama
maruyama@cheme.kyoto-u.ac.jp

本講座は、平成13年4月に設立された京都大学国際融合創造センター(京大IIC)への谷垣教授の移籍(平成13年5月1日付)に伴って化学工学専攻の協力講座として出発した。また、平成16年7月1日、丸山敏朗講師が1講座から本講座に移籍した(専攻内取扱)。本講座では、ナノマテリアル、バイオテクノロジー、先端電子材料などに関する融合プロセス工学的な研究を実施している。

1. 霧化CVDによる透明導電膜の生成 (国際融合創造センター創造部門藤田静雄研究室との共同研究)

超音波によって霧化させた溶液を基板上に散布、焼成することにより、均質で大面積の透明導電薄膜の製造を試みている。この技術の確立は、太陽光発電の低コスト化、液晶技術の進歩など様々な分野の発展につながるものである。

2. マイクロミキサーを用いた抽出・反応操作 (化学工学専攻前一広研究室との共同研究)

マイクロ化学プロセスは、マイクロ加工技術を用いて作製した幅数 μm から数百 μm のマイクロ流路内で起こる物理現象、化学現象を利用したプロセスである。本研究は、マイクロミキサーを用いた

エマルジョンの製造および分離・反応操作の定量的な取り扱いの確立を目指すものである。

3. オプトエレクトロニクスデバイスへの応用のための窒化ガリウムナノワイヤーの合成とその構造・特性の調製

NH_3 雰囲気下におけるGaの反応性蒸着を用いて、様々な径をもつGaNナノワイヤーを合成する。構造・光学・電気・振動などの諸特性の径に対する変化を系統的に研究し、これらのナノワイヤーのエレクトロニクス素子や光エレクトロニクス素子への応用の可能性を明らかにする。

4. 誘電体バリア放電を用いたプラズマ中での触媒反応

パルス波出力を用いた誘電体バリア放電により形成した大気圧非平衡プラズマ中での触媒反応について実験的研究を行っている。触媒とプラズマとの相乗作用を利用することによるプラズマ触媒反応のエネルギー分野への応用を目指している。

5. マイクロ化学システムにおける流動と伝熱の精密制御

マイクロ化学システムの流動と伝熱に、電気浸透流と熱電冷却を用いることを提案し、それによる運動量や熱・物質流速の精密制御の基礎的知見を得ることを目的としている。

6. 放射による固体の加熱

固体内部への放射の浸透による急速均一加熱を特徴とする放射伝熱について、1次元非定常伝熱モデルに基づいた解析を行っている。

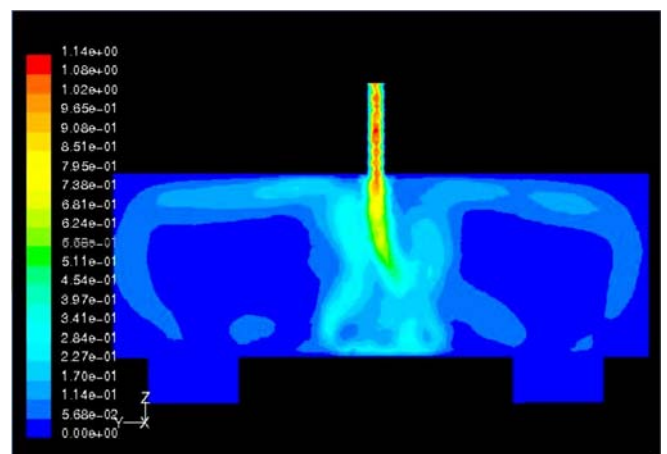


図1 CVD反応器中の流動シミュレーション
Fig. 1. Simulation of flow in CVD reactor.

Koza 9 Process Coordination Engineering

Division of Research Management,
International Innovation Center

Professor Masataka Tanigaki
Lecturer Toshiro Maruyama

This Koza is affiliated to the International Innovation Center (KU-IIC), since the transfer of Prof. Tanigaki to this center (May 1, 2001). In addition, Lecturer Toshiro Maruyama had moved to this Koza from Koza 1 on July 1, 2004. The research in this affiliated Koza are concerned with the coordination processes related to nano-material, biotechnology and new electronic devices.

1. A new production process of transparent conductive films

(Joint research project with Fujita Lab. of IIC)

A new production process of homogeneous transparent conductive films of large area is being studied, by spraying the dispersed solution with ultra-sonic wave and the following calcination. This new technique is supposed to contribute to the low-cost solar energy cells, the supply of liquid-crystals and a variety of other applications.

2. Extraction/reaction operation using micro-mixers (Joint research project with Mae Lab. of ChE)

Micro chemical process utilizes the physical and chemical phenomena occurring within channels of micro meter order. The present research aims to clarify the emulsion formation and separation/reaction processes in various micro-mixers.

3. Synthesis of GaN nanowires and tailoring their properties for optoelectronic device applications

The main objectives of the present study are (i) synthesis of GaN nanowires using reactive evaporation technique (ii) a detailed study of size-dependent structural, optical, electronic and vibrational properties using various complementary characterization techniques and (iii) based on these

size-dependent properties, explore the possibility of potential application of GaN nanowires in optical, electronic and optoelectronic applications.

4. Catalytic reactions in dielectric barrier discharge plasma

Catalytic reactions in plasma made by dielectric barrier discharge have been experimentally studied with a view to applying plasma catalytic reaction to the technologies of energy by utilizing the synergistic effect between barrier discharge and catalyst.

5. Precise controls of flow and heat transfer in micro-chemical systems

Applications of the electroosmotic flow and the thermoelectric cooling to micro-chemical systems are proposed for precise controls of momentum, heat and mass transfer in the systems. Some advantages are clarified to be characteristic to micro systems.

6. Radiation heat transfer in solid

Radiations rapidly and homogeneously heat solids by directly penetrating energy into the solids. These unique characteristics are discussed on the basis of transient one-dimensional heat-transfer models.

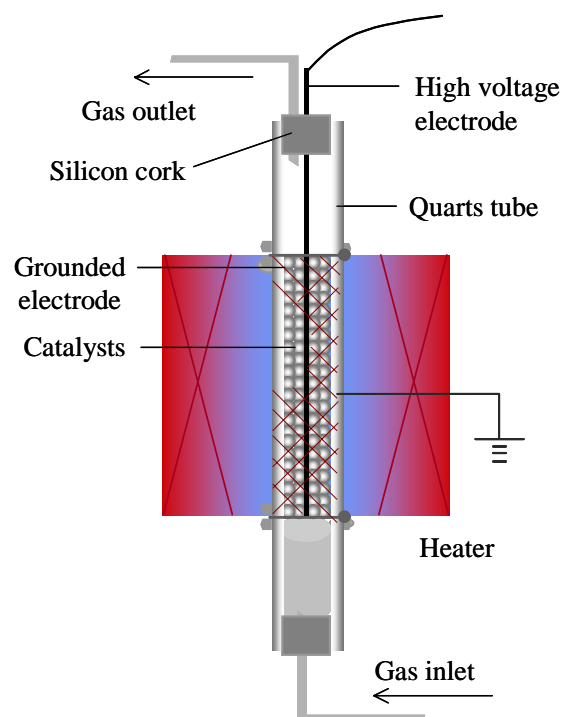


Fig. 2. Schematic representation of barrier-discharge enhanced catalytic-reaction system.

図2 誘電体バリア放電を用いたプラズマ触媒複合リアクタ

非常勤講師

INVITED LECTURERS



木下正弘

京都大学エネルギー理工学研究所
助教授

kinoshit@iae.kyoto-u.ac.jp

流体物性概論

Masahiro Kinoshita

Associate Professor
Institute of Advanced Energy, Kyoto University

Molecular Science of Fluids



鈴木 剛

東洋エンジニアリング株式会社
計装設計部

プロセス設計

Go Suzuki

Instrument Engineering Department
Toyo Engineering Co., Ltd.

Process Design

ディヴィッド 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

fudanoj1@neptune.kanazawa-it.ac.jp

化学技術者倫理

Jun Fudano

Professor
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
京都大学国際融合創造センター
融合フェロー

環境システム工学

Osamu Okuma

Senior Manager, The New Industry Research
Organization; Research Management Fellow,
International Innovation Center, Kyoto University

Environmental System Engineering

アンドリュー ペロンス

株式会社 スミキン・インターコム
化学技術英語特論

Andrew Perons

Sumikin-Intercom, Inc.

Special Topics in English for Chemical Engineering

名誉教授

PROFESSORS EMERITI

在任期間 Term of service

吉田 文武	Fumitake Yoshida	1940 – 1976
高松 武一郎	Takeichiro Takamatsu	1970 – 1988
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	1989 – 2003
荻野 文丸	Fumimaru Ogino	1968 – 2003

人員構成

CONSTITUENT NUMBERS

Numbers

教授	Professors	9
助教授	Associate professors	6
講師	Lecturers	3
助手	Assistant professors	9
非常勤講師	Invited lecturers	6
研究員	Postdocs	4
事務職員	Administrative officials	5
非常勤職員	Part-time employees	7
大学院生 (博士後期課程)	Graduate students (doctoral course)	14
大学院生 (修士課程)	Graduate students (master course)	55
学部学生 (4 年次)	Undergraduate students (fourth year)	49
学部学生 (3 年次)	Undergraduate students (third year)	42
研究生	Research student	1

as of April 2005

専攻長 田門 肇 教授 (平成 17 年度), 長谷部 伸治 教授 (平成 18 年度)
Head of the Department Prof. H. Tamon (Apr 2005–Mar 2006), Prof. S. Hasebe (Apr 2006–Mar 2007)

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系統または京都交通バス「桂坂中央」行きで「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) 東海道線で「向日町」へ、向日町駅からタクシー(2005年末に新駅「JR桂」が開業予定)
- (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, 大山崎インターチェンジから約 12 km

■ From the Katsura Station (Hankyu)

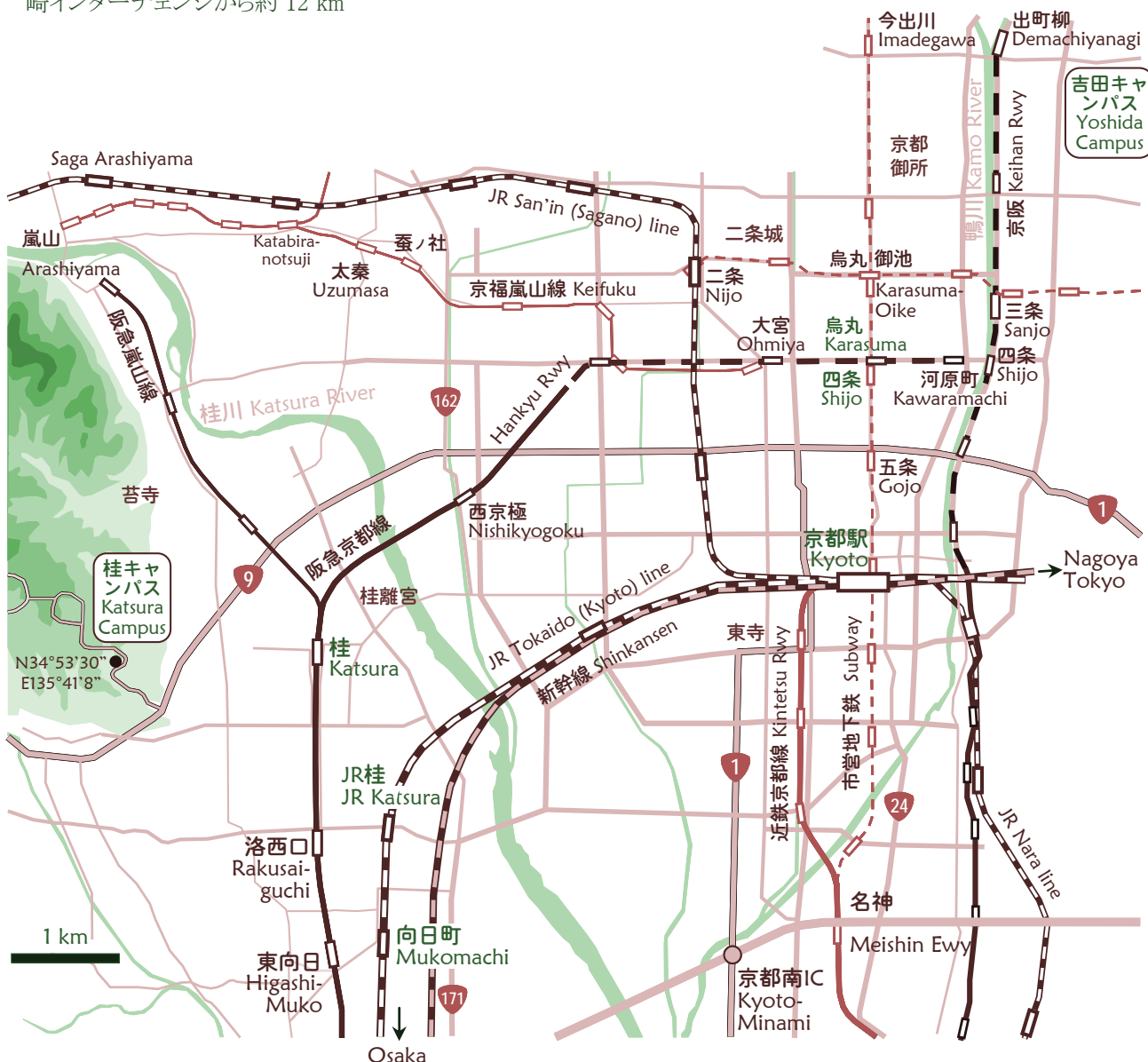
Take a Kyoto City Bus 西6 (*nishi 6*) or a Kyoto Kotsu Bus for “Katsurazaka Chuo” and get off at “Katsura Innovation Park Mae.”

■ From the Kyoto Station (JR, Kintetsu)

- (1) Go to “Shijo” by Subway, transfer to Hankyu at “Karasuma,” and come to “Katsura.”
- (2) Go to “Mukomachi” by JR Tokaido line (Kyoto line), and take a taxi. (A new station “JR Katsura” will be open in the end of 2005.)
- (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 Express Way. 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 2005/2006 年度版

Copyright ©2005 京都大学大学院工学研究科
化学工学専攻

2005 年 4 月 1 日発行

発行部数 1000 部

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
国際交流小委員会委員長 三浦孝一

構成・デザイン・写真 河瀬元明

印刷・製本 有限会社 糺書房

Kyoto University –
Department of Chemical Engineering
Department Brochure 2005/2006

Copyright ©2005 Department of Chemical Engineering,
Kyoto University

Published date April 1, 2005

Circulation 1000 copies

Publisher Department of Chemical Engineering,
Kyoto University

Editor Prof. Kouichi Miura, Departmental
Commissioner for International Exchange

Designer Motoaki Kawase

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.cheme.kyoto-u.ac.jp/>