

# 京都大学

大学院 工学研究科 化学工学専攻



Kyoto University  
Department of Chemical Engineering

### 修士課程教育目標

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。

### 学部課程教育目標

京都大学工学部工業化学科化学プロセス工学コースでは、化学工学の知識・技法の教授を基軸とし、最先端を見据えた高度な専門教育を実践している。また、社会的要請に迅速に対応した先進的な教育を積極的に取り入れ、次世代を担う人材の育成に力を注いでいる。さらに、総合大学の利点を生かし、学際的な知識の取得と認識を深め、国際舞台で活躍できる能力および課題探求能力を持つ人材、大学院に進学し得る基礎的学力を有する人材を育成している。

### 化学プロセス工学コースへの招待

化学プロセス工学コース / 化学工学専攻では、化学を基礎に、共通性のある現象・操作をまとめあげ、定量的に考察することを通して、さまざまな生産装置や、その集合体としての生産プロセスをデザインするための理論と技術を学びます。これらは、対象とする系のスケールや物質種を超えて応用できる学問体系なので、卒業生は、ナノ材料・機能材料からエネルギー・地球環境にわたる広範な課題を解決できる能力を身につけ、幅広い業種で社会に貢献しています。あなたもその仲間に加わりませんか？

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
就職状況	5
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
エネルギープロセス工学分野	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
化学システム工学講座 粒子工学分野	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&アクセス

31

## CONTENTS

### Outline

Location & History	3
Organization	4
Carrier Options	5
Curriculum	7
International activities	9

### People & Research

Transport Phenomena	11
Surface Control Engineering	13
Chemical Reaction Engineering	15
Separation Engineering	17
Energy Process Engineering	19
Materials Processing Engineering	21
Process Control and Process Systems Engineering	23
Environmental Process Engineering	25
Particle Technology	27
Environment and Safety Engineering (Environment Preservation Center)	28
Invited lecturers	29
Professors emeriti	30
Constituent numbers	30

### Campus maps & Accesses

31



# 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。その後、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たほか、平成22年には化学システム工学講座粒子工学分野が新設されており、現在、化学工学専攻は9つの基幹・専任分野と1つの協力分野で構成されている。

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、2500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.

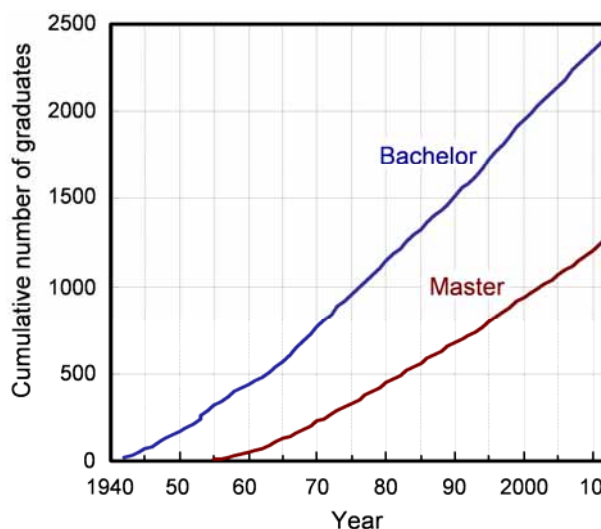
### History

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 Diffusion controlled 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 nine 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



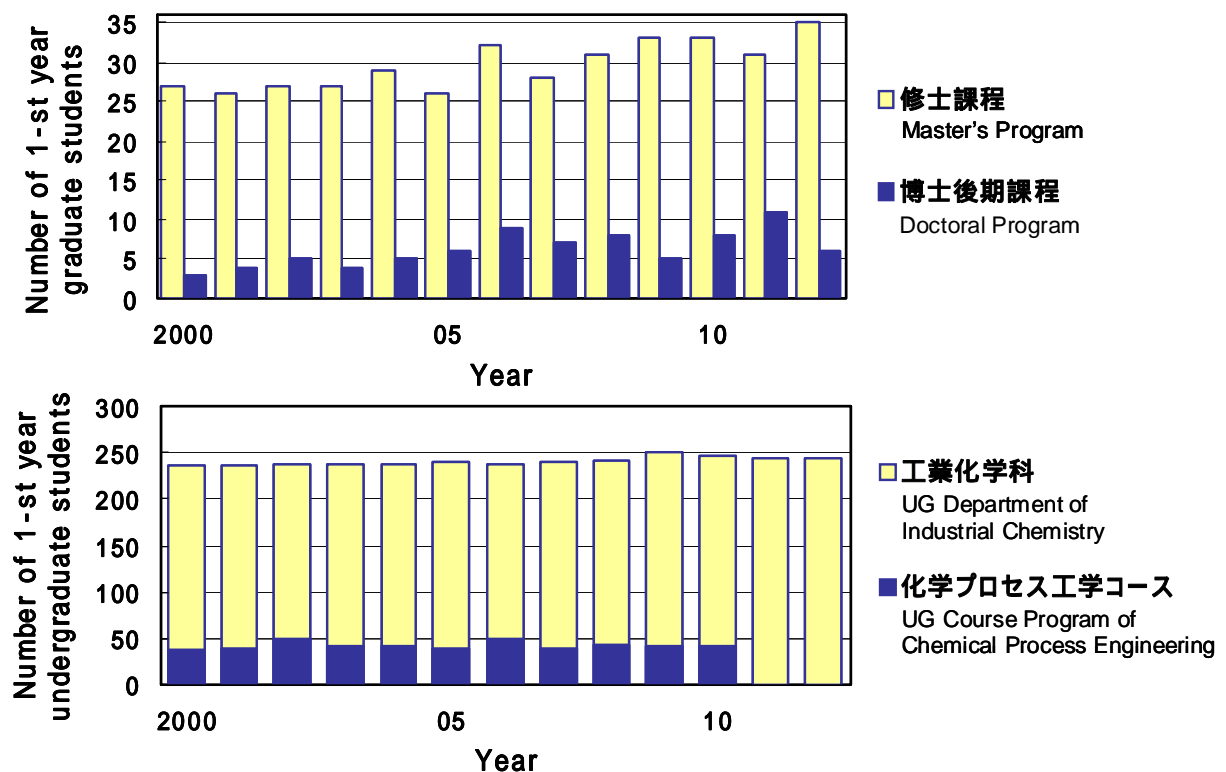
Number of graduates of the Department  
学部課程卒業者・修士課程修了者数累計

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 2500 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，エネルギープロセス工学分野，材料プロセス工学分野，プロセスシステム工学分野，粒子工学分野)と専任講座「環境プロセス工学講座」，ならびに協力講座の「環境安全工学講座(環境科学センター)」で構成されている。



## Organization

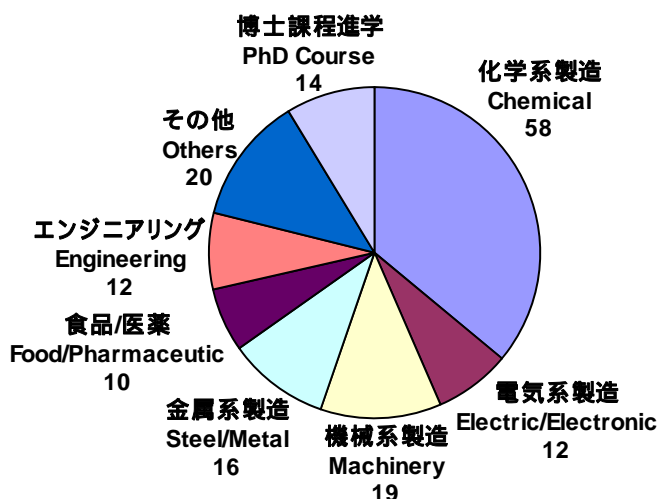
1. Transport Phenomena
2. Surface Control Engineering
3. Chemical Reaction Engineering
4. Separation Engineering
5. Energy Process Engineering
6. Materials Process Engineering
7. Process Control and Process Systems Engineering
8. Environmental Process Engineering
9. Particle Technology
10. Environment and Safety Engineering  
(Environment Preservation Research Center)



## 就職状況

下図は、過去5年間の修士課程修了者の進路を職種で分類した図である。化学系を中心に、電子、機械系と広い産業分野で卒業生が必要とされていることがわかる。2011年度の大学院修了者の進路を以下に記載する。

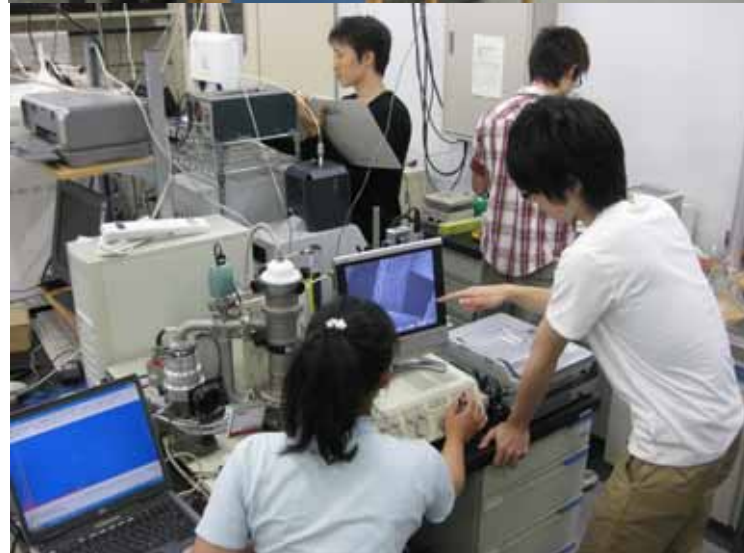
旭化成、宇部興産、カネカ、三洋化成工業、JX 日鉱日石エネルギー、JFE ケミカル、住友化学、住友ベークライト、富士フイルム、三菱化学、シャープ、パナソニック、アステラス製薬、武田薬品、日清製粉、日産自動車、クラレ、東レ、三菱レイヨン、IHI、神戸製鋼所、新日本製鐵、新日鉄エンジニアリング、東洋エンジニアリング、日揮、ダイキン工業、旭硝子、博士後期進学



Career options for graduate students (Sum of past 5 years)  
修士課程修了者の進路 (過去5年のべ人数)

## Career Options of School Year 2011

The pie chart shows distribution of companies and organizations which the new graduates of the Department entered these 5 years. In April 2012, the graduates found jobs at Asahi Kasei, Ube Industries, Kaneka, Sanyo Chemical Industries, JX Nippon Oil & Energy, JFE Chemical, Sumitomo Chemical, Sumitomo Bakelite, Fuji Film, Mitsubishi Chemical, Sharp, Panasonic, Astellas, Takeda Pharmaceutical, Nisshin Seifun, Nissan Motor, Kuraray, Toray, Mitsubishi Rayon, IHI, Kobe Steel, Nippon Steel, Nippon Steel Engineering, Toyo Engineering, JGC Corp., Daikin Industries, and Asahi Glass.



# 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  
基礎情報処理, 同演習  
工学序論  
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)  
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  
計算法学  
化学工学実験I, II (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  
グローバルリーダーシップ  
(セミナーII)

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  
\*プロセスデータ解析学  
\*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  
\*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  
\*研究インターンシップ (化学工学)  
\*化学工学セミナー  
先端物質化学工学(英語授業)  
化学工学特別実験及び演習  
I, II, III, IV  
\*先端マテリアルサイエンス通論  
\*新工業素材特論  
\*先端科学機器分析  
及び実習 I, II  
\*現代科学技術の巨人セミナー  
「知のひらめき」  
\*実践的科学英語演習  
「留学ノススメ」

研究論文 (修士)

### 博士後期課程

(高度工学コース 5, 4年型)  
修士課程科目に加え  
\*化学工学特別セミナー1~7  
\*研究論文 (博士)  
(高度工学コース 3年型)  
\*印の科目



## 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 year** (U. G. Department of Industrial Chemistry)

Introduction to Industrial Chemistry I, II  
Information Processing Basics  
Exercises in Information Processing Basics  
Introduction to Engineering  
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  
Fundamental Chemical Experiments

**Second year** (U. G. 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 Dynamics  
Analytic Dynamics

**Second year** (Chemical Process Engineering Course)

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

**Third year** (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 Engineering Laboratory I, II (ChE)  
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 year** (Chemical Process Engineering Course)

Safety in Chemistry Laboratory  
Process Design  
Engineering Ethics  
Global Leadership (Advanced Seminar II)  
Graduation Research Work (Thesis Project)

### Graduate Programs

**Master course** (2 years)

\*Special Topics in Transport Phenomena  
\*Separation Process Engineering, Adv.  
\*Chemical Reaction Engineering  
\*Advanced Process Systems Engineering  
\*Process Data Analysis  
\*Fine Particle Technology, Adv.  
\*Surface Control Engineering  
\*Engineering for Chemical Materials Processing  
\*Environmental System Engineering  
\*Special Topics in English for Chemical Engineering  
\*Ethics for Chemical Engineers  
Special Topics in Chemical Engineering I, II, III, IV  
\*Research Internship in Chemical Engineering  
\*Seminar in Chemical Engineering  
Chemical Engineering for Advanced Materials  
Research in Chemical Engineering I, II, III, IV  
\*Introduction to Advanced Material Science and Technology  
\*New Engineering Materials, Adv.  
\*Instrumental Analysis, Adv. I, II  
\*Frontiers in Modern Science & Technology  
\*Exercises in Practical Scientific English  
Research Work (Master Thesis)

### Doctoral course

(Advanced Engineering Course, 5 or 4 years including a master course)

In addition to the subjects offered in the master course,

\*Special Seminar in Chemical Engineering 1–7  
\*Research Work (Doctor Thesis)

(Advanced Engineering Course, 3 years)

Classes offered in the course are highlighted by an asterisk \*

# 国際交流

国際化・グローバルizmの中で、当専攻でも世界各国からの研究者や留学生を受け入れ、教育・研究に努めるとともに、国際社会に私たちの研究成果を発信し続けている。下図は当教室で過ごした留学生の出身地別の人数の経年推移を示している。アジアからの留学生が半数をしめていることがわかる。

国際交流の具体的活動は次のようなものである。

1. 世界から学生を博士、修士課程に受け入れ、研究を指導し、学位取得を支援している。
2. 若手教員、博士課程学生、修士課程学生に対して、国際会議参加、調査派遣等の助成を行っている。
3. 海外の大学等との学生交流協定に基づいて、当教室の大学院学生の短期外国研修を行なうとともに、海外学生の日本企業でのインターンシップ研修の世話をしている。

海外から当教室で修士・博士の学位をとるためには、修士・博士課程の入学試験に合格する必要がある。入学試験は8月と2月に行なわれる。また、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。

3の活動の最も代表的な活動は、ドイツ国ドルトムント大学とのインターンシッププログラムである。毎年夏休みの2ヶ月間、教室から修士学生6名をドイツに派遣し、ドイツの企業でインターンシップ研修を実施する。また、秋にはドルトムント大学の生

物・化学工学専攻の学生を6名日本に受け入れ、日本の企業で2ヶ月間のインターンシップ研修を受けてもらっている。学生たちは、研修中に両国の文化の違いも含めて、何を学んできたかを英語で討論する場を設けている。2011年度は、独立行政法人日本学生支援機構の留学生交流支援制度(ショートステイ、ショートビジット)のプログラムに採択され、学生1名につき月8万円の奨学金が貸与されることとなり、経済的支援を充実した形で、本インターンシップを実施できるようになっている。

また、2010年度から、日本国政府の依頼を受けて、エジプトのアレキサンドリアに少数精鋭の国立大学(エジプト 日本科学技術大学E-JUST)を創設する支援活動に参画している。本専攻教員が中核となって、とりわけ化学・石油化学専攻の組織化・運営・教育を支援している。

これらの他にもチュロンコン大学(タイ)、ウォータールー大学(カナダ)などに教員が赴き、授業や研究指導を行なうなど、世界の種々の大学と緊密な協力関係を保っており、研究内容に応じて、随時、学生の派遣、受け入れを行っている。

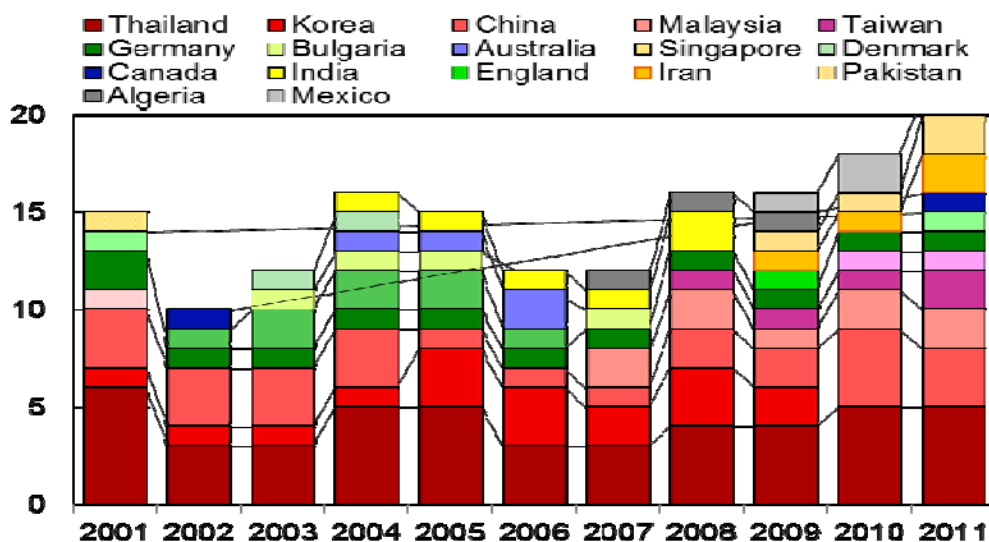
特別コースについて

<http://www.t.kyoto-u.ac.jp/en/exchange/intc>  
E-JUSTについて

<http://www.ejust.edu.eg/>

部局間学術交流協定締結大学について

<http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/international/agreement/list.htm#15>



海外からの長期滞在研究者数＋留学生数の推移

## INTERNATIONAL EXCHANGE

The Department is welcoming visiting researchers as well as admitting undergraduate, graduate, research students from all over the world.

The Faculty of Engineering and Graduate School of Engineering currently have scientific exchange agreements in place with a total of 27 universities in 14 countries around the world. To promote mutual cooperation in scientific research, these agreements facilitate measures that encourage joint research implementation, student exchanges, exchanges of researchers and academic staff, and exchanges of scientific information. Especially, under inter-departmental student exchange agreements, the students who come from the 12 overseas partner universities can participate in the research activities and classes in our department with tuition fee exemptions. The details can be seen in the URL. As a part of its international cooperative exchange program, our faculty offer the special doctoral course for overseas students named the International Doctoral Program in Engineering. This program provides young students and researchers with a master degree and an opportunity of pursuing Ph.D studies at Kyoto University. 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. The details are also seen in the URL.



Fig. A scene of the get acquainted party of internship

Kyoto University currently has scientific exchange agreements in place with a total of 79 universities and 3 university groups in 27 countries.



Fig. Scenes of exchanging culture and opinion through the internship program

One of the major international exchange activities of our departments is the international internship program between our department and Technical University of Dortmund in Germany. This program was first established in 1990 and it is lasting more than 20 years. Every year, we send six Japanese students to Germany at the end of July. They are dispatched to several German companies or institutes and granted an opportunity of experiencing two months' internship. In return, we welcome six German students in October and assign the two months' internship in a Japanese industrial company to each student. In the year 2011, the following companies are supporting the activities: (Germany); Bayer Schering Pharma AG, Bayer Material Science AG, Evonik Degussa GmbH, Cargill Deutschland GmbH, (Japan) Furukawa Electric Co. Ltd, Kuraray Co. Ltd, Sekisui Plastic Co. Ltd, Sumitomo Bakelite Co. Ltd, Mitsubishi Rayon Co. Ltd, NEC SCHOTT. We would like to appreciate the company in both countries who support this program and give the opportunity the young prospecting students to learn the business and culture. The followings are companies name and their message.

The newest activity in our department is the Egyptian-Japan University of Science and Technology, which is the new university in Alexandria, Egypt built as the product of a long standing partnership between Egyptian and Japanese government. Our department fully supports their education and operation as a Kyoto University International activity.

<http://www.t.kyoto-u.ac.jp/en/exchange/intc>  
<http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/international/agreement/list.htm#15>



# 移動現象論分野



教授  
山本 量一  
Prof.  
R. Yamamoto

ryoichi@cheme.kyoto-u.ac.jp



准教授  
谷口 貴志  
Assoc. Prof.  
T. Taniguchi

taniguch@cheme.kyoto-u.ac.jp



講師  
新戸 浩幸  
Lecturer  
H. Shinto

shinto@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。シミュレーション手法としては、分子動力学法やモンテカルロ法などの分子シミュレーションがよく知られているが、その場合は物質を構成する個々の分子をモデル化し、微視的な状態について平均操作を行うことで物質の巨視的な振る舞いを求める。しかし、我々が扱う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に注目する 경우가多く、微視的な分子シミュレーションでは計算量が膨大になってしまい有効なシミュレーションを行うことが困難である。

このように複雑流体やソフトマターの移動現象に有効なシミュレーションを行うためには大胆な工夫が不可欠となるが、その際に経験的な手法の導入がこれまで一般に行なわれてきた。我々は、統

計力学や流体力学をベースとした視点から、理論的手法を駆使してこの問題の解決に取り組んでいる。

## 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(図1)や、微粒子分散系のレオロジーの解析に応用して大きな成果を挙げている。(図1)

## 2. 脂質膜ベシクルのダイナミクス研究

近年、膜の局所組成などの膜面内部の自由度や、膜上や膜外の流体力学効果が膜変形に及ぼす影響に興味が注がれている。これは近年の実験手法の向上により人工的に作られたモデル膜の膜変形ダイナミクスが直接観察できるようになってきた為と膜変形の物理機構が明らかとなればドラッグデリバリーなどへ応用が期待できる為である。我々は、膜変形と膜上相分離を扱える熱力学モデルの構築、更に膜上での脂質拡散と膜内外の流体力学効果を考慮したシミュレーション手法の開発に取り組んでいる(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

最近、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。薬物送達システム(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、疑似細胞(巨大ベシクル)、酵母、赤血球、動物細胞などについて、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)、共焦点レーザー顕微鏡(CLSM)、走査型電子顕微鏡(SEM)などを用いて、研究を進めている。(図3)

# Transport Phenomena

Professor Ryoichi Yamamoto  
Assoc. Professor Takashi Taniguchi  
Lecturer Hiroyuki Shinto

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).

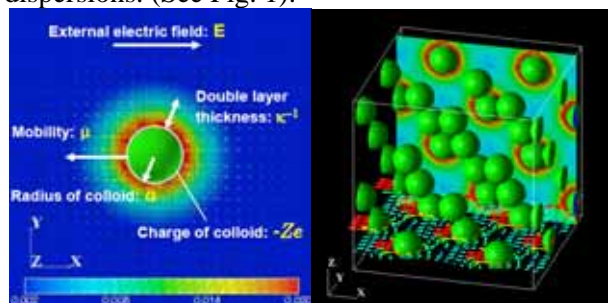


Fig. 1. Direct numerical simulation of electrophoresis of charged colloids. Arrow: velocity field, Color: density of counter ion.

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. Dynamics of vesicles

Recently, an increasing attention has been paid to the effect of hydrodynamics and dynamics of internal

degree of freedom in membranes such as local lipid composition of membrane that influences their shape, because recent advances in experimental techniques enable us to perform direct observations of bio-membrane shape, and to reveal physical mechanisms of deformation of vesicle is considered to bring us a new development in drug delivery application. We have been investigating shape changes of vesicles under a phase separation of constituent lipids and a hydrodynamic flow. We also address to develop a new numerical method which can describe diffusion and hydro-dynamic flow of lipid on the membrane. (See Fig. 2).

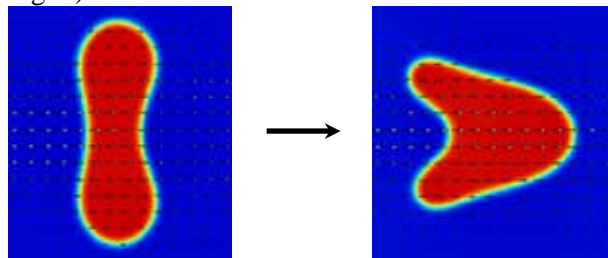


Fig. 2. Shape change of a vesicle in a narrow channel under a flow induced by a pressure gradient.

図 2. 赤血球化形のベシクルが細い流路中を圧力差によって流されながら変形する様子を格子ボルツマン法を用いて計算した結果。

## 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 Atomic Force Microscopy (AFM), Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM), and Electron Scanning Microscopy to clarify how the size, shape, and surface property of particles affect the adhesion, uptake, and toxicity for living cells (See Fig. 3).

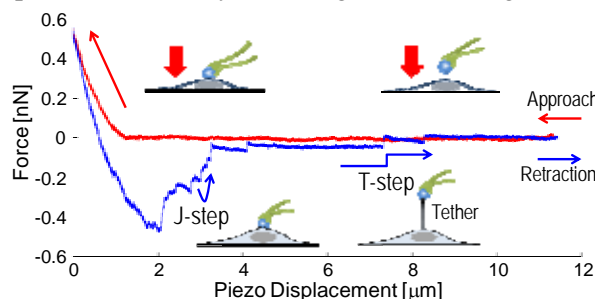


Fig. 3. AFM measurement of interaction force between a living cell and a 10-μm diameter particle.

図 3. マウス皮膚がん細胞とアパタイト修飾ポリ乳酸粒子の表面間相互作用力の AFM 測定

# 界面制御工学分野



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



講師  
田中 秀樹  
Lecturer  
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 ー構造制御を目指した界面場の積極利用ー

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、モデル化およびナノ細孔評価

MCM-41や均質ナノ多孔性炭素など、ナノ空間材料の開発がめざましい。その応用展開には、ナノ空間場での分子集団相挙動の理解が重要である。一成分系の気液、固液、固気転移、二成分系での液液転移などを対象に、相挙動を分子レベルで解析し、現象を予測可能な工学的モデル化と実験的検証を図るとともに、N<sub>2</sub>やAr吸着によるナノ細孔評価法の飛躍的な精度向上に取り組む。

### 2. 柔軟ナノ多孔体の吸着誘起構造転移の解明

結晶性多孔体がその骨格構造を転移させることでステップ的な吸脱着を示す「柔軟な」多孔体が、特に、金属-有機配位子錯体(MOF)材料に見られ、分離材／吸蔵材として期待される。分子シミュレーションと自由エネルギー解析を駆使してその起源と機構の定量的解明をはかり、合理的・効率的な材料設計の指針確立を目指す。

### 3. ナノ粒子による外場での自発的構造形成

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、また、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. マイクロおよびナノリアクタによる機能粒子創製

特異な機能が期待されるナノ粒子を始め、種々の機能性材料創製の鍵は、構造の元となる核生成過程の制御にある。マイクロ流路の強混合場やデンドリマ等のナノ空間を反応場に活用し、核発生などの素過程について、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。



# Surface Control Engineering

Professor Minoru Miyahara  
Lecturer 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 and modeling of phase behavior in nanospace, and nanopore characterization

Recent advance in nano-spaced materials has been producing fascinating porous media such as MCM-41 and controlled nanoporous carbons. For appropriate and extensive applications of these new

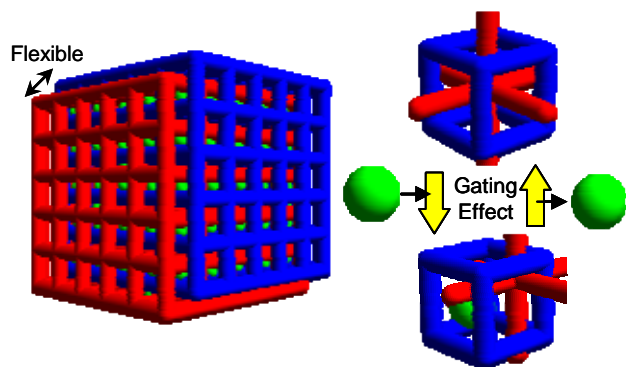


Fig. 1. Adsorption-induced lattice transition of interpenetrating metal organic framework with jungle-gym structure

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

media, the understanding of phase behavior of confined fluids in nanopores is quite important. Exploration by 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, and to be used for nanopore characterization.

### 2. Mechanism of lattice transition of compliant crystals

As typically seen in metal-organic frameworks, compliant crystals exhibit stepwise uptake of guest molecules upon its lattice transition, which has potential application in separation and storage. Extensive molecular simulations together with free-energy analysis yield valuable insights into the complicated phenomenon, which will provide possible strategy for designing and applying these materials.

### 3. Spontaneous structure evolution by nanoparticles under external field

Ordered structures made up by 100 nm or smaller particles, or nanoparticles in the broad sense, can exhibit unique functions. The relation between operating 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. Production of functional particles by micro- and nano-reactors

The key issue for efficient production of functional particles would firstly be the control of their nucleation processes, which must determine subsequently formed higher-order structure. Extensive mixing in micro-channels and confinement in nano-reactors such as dendrimers will give basic insight for optimal external field for targeted materials.

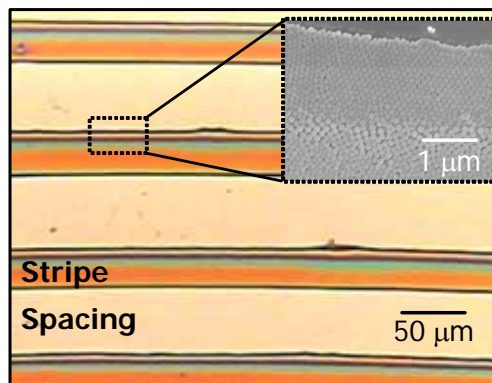


Fig. 2. Ordered stripe pattern formation of colloidal particles in wetting liquid film by evaporation-induced self-organization process.

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  
河瀬 元明  
Prof.  
M. Kawase

kawase@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教  
井上 元  
Assist. Prof.  
G. Inoue

ginoue@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、複雑な反応のモデリングや、特殊な反応器のモデリング、材料合成プロセスにおける製品構造、質の速度論的モデリングなどの研究を行うとともに、反応機構や反応プロセスの理解に基づいて、新規な反応プロセスや材料を開発する研究を展開している。

## 1. 機能性材料の開発と材料製造プロセスの開発

材料合成プロセスでは反応生成物が最終製品となるため、製品の形状、質、物性、機能を反応プロセスで作らねばならない。速度論的に構造を予測する新理論体系を目指して研究を進めている。

### (1) 化学気相成長法 (CVD法)

CVD法は気体原料から固体製品を得る反応形式のことである。熱CVDによる熱分解炭素やナノ

カーボンの製造や、プラズマCVDによる高ガスバリアシリカ膜の製造、ならびに製品膜の構造決定機構のモデリングを行っている。

### (2) 晶析による微粒子合成

細管内で晶析、反応晶析を行うことにより、シャープな粒径分布をもつ nm ~  $\mu\text{m}$  サイズの各種塩粒子を合成するとともに、粒子成長機構、製品構造決定機構の解明を進めている。

## 2. 電気化学プロセスへの反応工学の展開

### (1) 固体高分子形水素燃料電池 (PEFC)

PEFCは、電気化学反応に加えて物質・エネルギー輸送、蒸発、凝縮、収着、ジュール熱などの多種の現象が進行する複雑なプロセスである。これらすべてを考慮できる反応工学的モデルの確立を目指している。PEFCではセル内の湿度が性能や耐久性に決定的な影響を与える。電極内の電位分布が反応速度を変える。これら、セル内温湿度分布とガス拡散電極の有効係数とに焦点を当てた研究を進めている。

### (2) スーパーキャパシター

電気二重層キャパシター (EDLC) では、構造化電極を提案して大電流化とセル容量の向上を目指している。比較的現象が単純なため、電気化学反応工学の基礎構築にも有用と考えている。

### (3) 有機電解合成 (EOS)

電気化学反応を利用した物質生産プロセスの開発に取り組んでいる。

## 3. 複雑な反応プロセスのモデリング

素反応が数百に及ぶ炭化水素の気相熱分解の反応モデリングや、エチレン炉でのコーキングによるファウリング現象のモデリング、本質的に非定常操作される自動車排ガス浄化用3元触媒コンバーターでの複合反応の反応モデリングなど、複雑反応系のモデリングにも取り組んでいる。

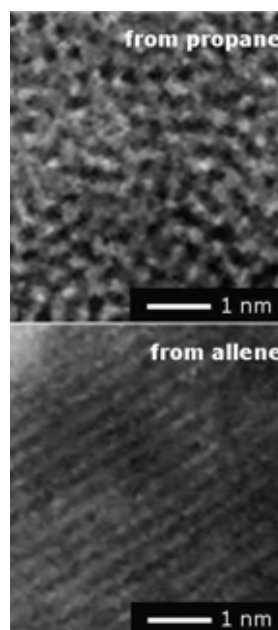


図1. 1010 で得られた熱分解炭素の構造  
Fig. 1. Pyrocarbon prepared from propane and allene.

# Chemical Reaction Engineering

Professor Motoaki Kawase  
 Assist. Professor Gen Inoue  
 Assist. Professor Hiroyuki Maruyama

The research in this chair of chemical reaction engineering (CRE) is focused on modeling of complex reactions and unconventional reactors as well as analysis of functional materials production processes for controlling the microstructure and quality of the products. We aim to propose new reaction processes based on understandings of the reactions and processes. Current research projects include the following topics:

## 1. Development of novel functional materials and materials production processes

Since the reaction product is the final product in the functional materials production processes, the shape, quality, properties, and functions of the product should be prepared and controlled in the reaction processes. We aim to build theories to predict the microstructure of solid products in the materials production processes.

### (1) Chemical vapor deposition (CVD)

Reactions in which a solid product is formed from gaseous reactants are called CVD. We are studying the thermal CVD of pyrocarbon and nanocarbon as well as plasma CVD of silica for gas barrier, and the reaction modeling predicting the growth rate and the product microstructure.

### (2) Fine particle synthesis by precipitation

By continuous precipitation using thin tubes, nm –  $\mu\text{m}$  sized particles of various sparsely soluble salts having a sharp size distribution are successfully synthesized. We are investigating the particle growth mechanism including the particle

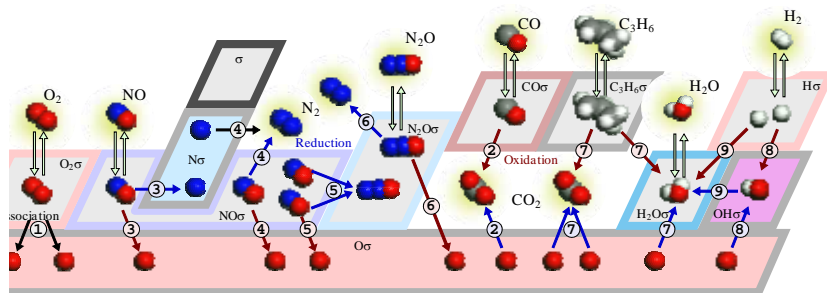


Fig.3. Basic reaction model of aftertreatment of automotive exhaust gas over three-way catalyst.

図3. 3元触媒上の自動車排ガス浄化反応のモデル

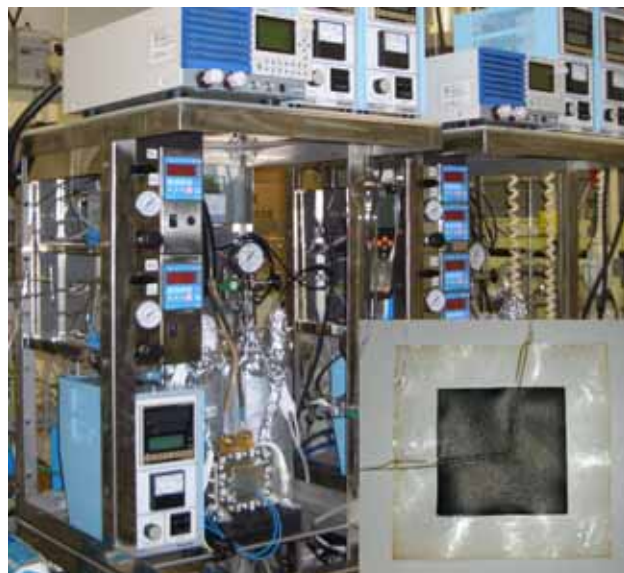


Fig. 2. Hydrogen PEFC apparatus & MEA for measuring PEM temperature.

図2. 水素 PEFC 実験装置と測温用 MEA

growth rate and the product microstructure.

## 2. Extension of CRE to electrochemical processes

We are extending CRE to electrochemical processes which CRE has not targeted.

### (1) Polymer electrolyte fuel cell (PEFC)

In PEFC, various phenomena including mass and energy transport, evaporation, condensation, sorption, Joule heating, besides electrochemical reactions, take place. We aim to build a comprehensive CRE model of PEFC which includes these complex phenomena. The temperature and humidity profile in the cell as well as the effectiveness factor of gas diffusion electrode is being intensively examined.

### (2) Electric double layer capacitor (EDLC)

EDLC supercapacitor is needed for high current density applications. We aim to improve the rate performance of the EDLC by designing the structured electrode suitable for rapid discharge.

### (3) Electroorganic synthesis (EOS)

A new electrochemical process for organic synthesis is being developed.

## 3. CRE modeling of complex reaction processes

We are also studying the modeling of complex reactions including hydrocarbon pyrolysis composed of hundreds of elementary reactions and fouling of ethylene furnace due to coking as well as aftertreatment of automotive exhaust gas over a three-way catalyst.



# 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) 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

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

分子軌道法を考慮した計算により、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。

## 2. 分離用機能性材料の合成

### (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) 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を合成し、それらを気体燃料の吸着・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。

## 3. その他

### (1) 誘電泳動による微粒子分離技術の開発

レアメタルの回収やナノ材料の高純度化を行う方法として、不平等電界中の粒子の分極により発生する誘電泳動力を利用した微粒子分離技術の開発を行っている。

### (2) 糖ガラス状態に関する分子動力学シミュレーション

アルコール等の添加が糖ガラス状態の安定性に及ぼす影響に関して、分子動力学法計算による検討を行っている。

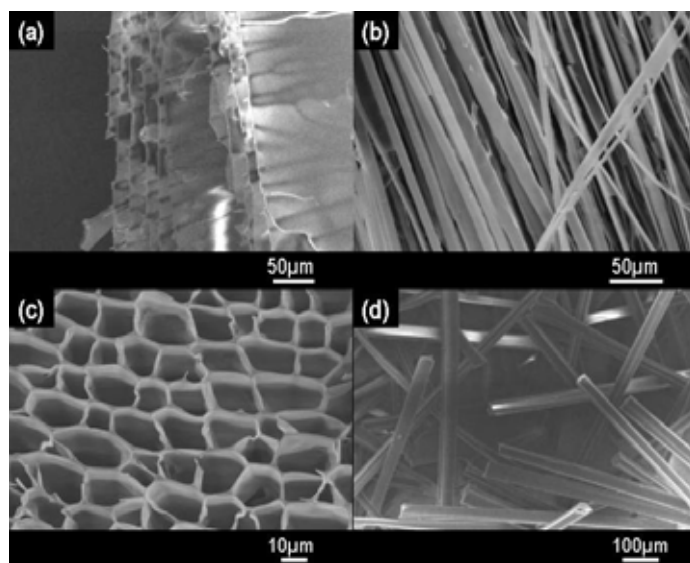


Fig. 1. SEM images of silica gel micro-structures:

(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

# 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 freeze drying

The peculiar nature of aerogels such as ultrahigh porosity and large surface area can be obtained through 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 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.

## 2. Synthesis of functional materials for separation

### (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) 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.

## 3. Other Researches

### (1) Separation of micro-size particles by dielectrophoresis

Dielectrophoretic force generated by polarization of particles in non-uniform electric field is applied to separate small particles, aiming the separation of rare metals and the purification of nano materials.

### (2) Molecular dynamic simulation on sugar glass

Molecular dynamic simulation has been conducted to evaluate the influence of additives (alcohol, etc) on the stability of sugar glass.

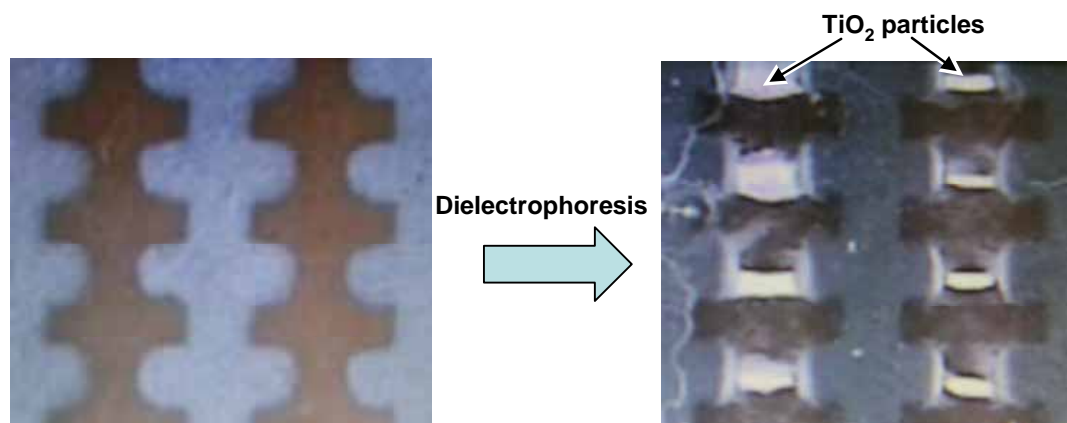


Fig. 1. Photograph of the selective capture of  $\text{TiO}_2$  particles by dielectrophoresis: The inter-electrode distance is 500  $\mu\text{m}$ . The  $\text{TiO}_2$  particles captured forms bridge-like aggregation.

図1. 誘電泳動による $\text{TiO}_2$ 粒子の捕集の様子：電極間距離は500 $\mu\text{m}$ 。捕集された $\text{TiO}_2$ 粒子は電極間をブリッジさせるような形で凝集している。

# エネルギープロセス工学分野



教授  
三浦 孝一  
Prof.  
K. Miura

miura@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教  
蘆田 隆一  
Assist. Prof.  
R. Ashida

ashida@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教  
李 显  
Assist. Prof.  
X. Li

li.x@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

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等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) 低品位炭, 重質油等, 未利用炭化水素資源の高効率アップグレーディング技術の開発
- (4) 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
- (5) 鉄鉱石還元反応機構の解明と炭材内装鉱の最適設計
- (6) 石炭, コールタール, 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。

- (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

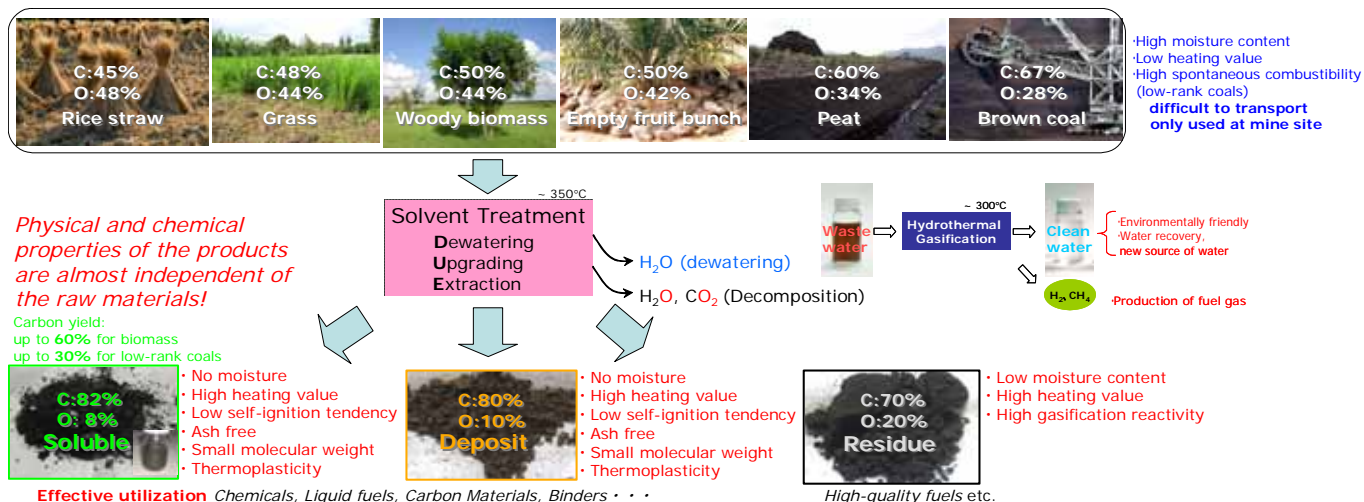


Fig. 1. Degradative upgrading of low-rank coals or biomass wastes by mild solvent treatment.

図1. 穏和な溶剤処理による低品位炭・バイオマスの脱水・改質・抽出



# Energy Process Engineering

Professor Kouichi Miura  
 Assist. Professor Ryuichi Ashida  
 Assist. Professor Xian Li

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 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 upgrading techniques of unused carbonaceous resources such as low

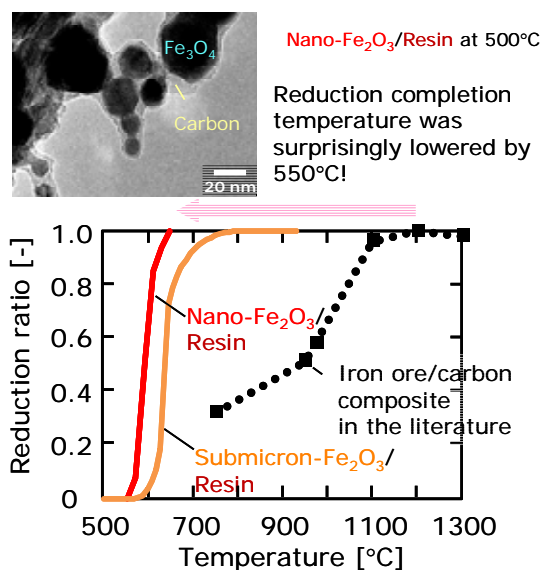


Fig.2. Reduction behavior of iron ore in nano-sized Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/thermoplastic resin composite

図2. 酸化鉄ナノ粒子/熱可塑性炭材コンポジット中の酸化鉄還元挙動

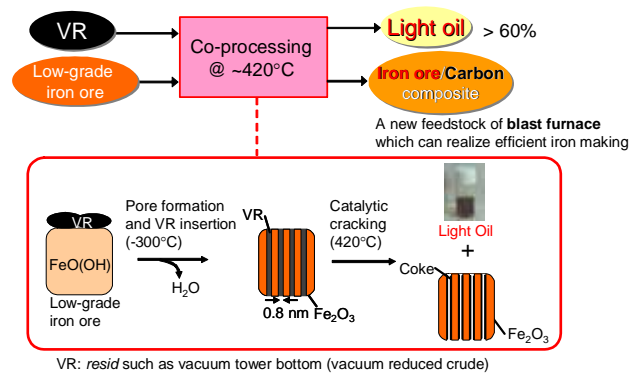


Fig. 3. Concept of co-processing of heavy oil and low-grade iron ore (upper) and upgrading behavior of heavy oil (lower).

図3. 重質油・低品位鉄鉱石のコプロセッシングの概念 (上) と重質油改質挙動 (下)

rank coals, heavy oils, etc.

- (4) Development of a novel catalytic reaction scheme for utilization of various organic wastes.
- (5) Investigation of reduction mechanism of iron ore in iron ore/carbon composite.
- (6) 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, and other functional materials are being carried out. 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.

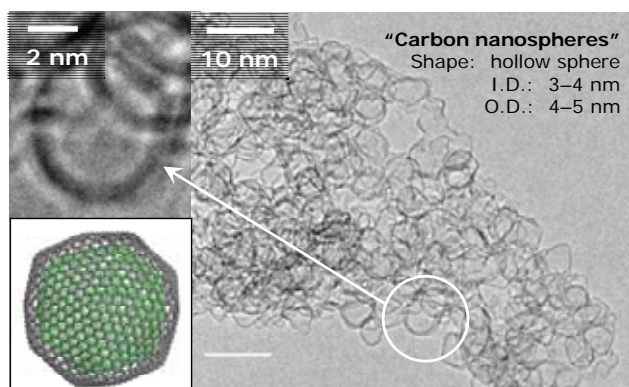


Fig. 4. Carbon nanospheres. 図4. カーボンナノスフィア

# 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



准教授  
長嶺 信輔  
Associate Professor  
S. Nagamine  
nagamine@cheme.kyoto-u.ac.jp



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

美味しい料理を作るときに素材と調理法が大切なように、高い光反射性、高い断熱性など、特殊な機能をもった材料を作り出すためには、素材だけではなく、その加工法が重要になる。材料プロセス工学研究室では、素材の特徴を活かした成形加工法(料理の仕方)を、加工中の熱・物質の移動量、材料の相変化、相模様を制御して開発し、世の中にまだ存在しない機能をもつ材料を作り出す研究を行っている。以下に現在の主要な研究テーマを示す。

## 1. ナノセルラーフォームの開発

従来の炭化水素系や HFC 系の発泡剤の代替として二酸化炭素や窒素を使い、ナノオーダーの微細な気泡径を持つ熱可塑性樹脂の発泡体を製造する技術の確立を目指している。Fig. 1 は、ポリ

プロピレンに結晶造核剤を添加し、二酸化炭素による減圧発泡にて作製したナノフィブリル構造であり、結晶相における発泡により結晶ラメラ間が引き裂かれて得られた構造である。

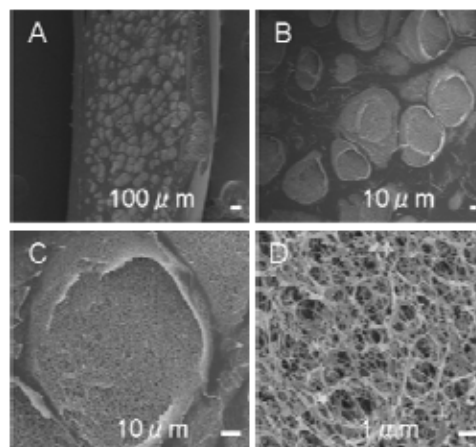


Fig. 1 SEM images of polypropylene nanofibrils fabricated by CO<sub>2</sub> foaming with a nucleating agent.

## 2. マリンバイオマスからの多孔体の創製

蟹の甲羅、イカの甲などに含まれる豊富な生物資源であるキチンとその脱アセチル化物であるキトサンを用い、断熱材や吸着剤として使用可能なグリーンな多孔質構造体の作製を試みている。Fig. 2 はイカの甲から得たキトサンを架橋後、超臨界乾燥により作製したエアロゲルであり、架橋剤の添加量により空隙率や比表面積を制御可能である。

## 3. 静電紡糸を利用した無機中空ファイバー製造

静電紡糸とは高分子溶液に高電圧を印加し、帯電した溶液を電場により糸状に噴出させファイバー化する技術である。当研究室では、静電紡糸とゾルゲル反応を利用した構造的ナノファイバーの作製を行っている。Fig. 3 は数十nmおよび数nmの階層的な細孔構造を有するシリカナノファイバーである。

## 4. UV硬化樹脂の硬化過程の解析

紫外 (UV) 線硬化樹脂はハードコートや接着剤として重要な成形材料であり、環境への配慮、工程の短時間化、省エネ化が求められる中で、工業材料として再び注目を集めている。我々は UV 硬化樹脂の硬化過程について力学的、熱的、分光的手法による解析法を開発している。

# Materials Process Engineering

Professor Masahiro Ohshima  
Associate Professor Shinsuke Nagamine  
Assist. Professor Kentaro Taki

Modern society is deeply indebted to various materials for providing the several functional products to our life. Among those materials, macromolecules have the large potentials of giving rise to various functions, such as lightness, flexibility, elasticity, and fluidity. The material's functions are strongly related with the order of structures in the level from nano, micro to macro-scales. Employing the computer simulation and modern analyzer, our laboratory is developing new material processing technologies for creating new functional materials from macromolecules. 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 major interests of our research. Also, process development of marine biomass for clinical applications and inorganic materials for solar system are our interest. Latest research topics are nano-cellular polymer foaming, preparation of ceramic nanofibers and Chitin porous materials. Some of them are introduced here in this page:

## 1. Nanocellular Foam

In recent years, nanoscale, porous, structured polymer materials have attracted significant attention. We have been working on development of nanocellular foams (NCFs) of thermoplastic resins foamed by CO<sub>2</sub> or N<sub>2</sub> gas. Fig. 1 shows the nanofibril structures of polypropylene fabricated by depressurization foaming by CO<sub>2</sub> with a crystal nucleating agent. The split of crystal lamellae induced by the bubble formation at the crystal phase resulted in the formation of such nanofibrils.

## 2. Porous Materials from Marine Biomass

Chitin is an abundant biological resource contained in crab shells and squid pens. We have been studying the fabrication of green porous materials of chitin and chitosan (deacetylated derivative of chitin) and their application to thermal

insulators and adsorbents. Fig. 2 shows an aerogel of squid pen-derived chitosan fabricated by chemical cross-linking and supercritical drying. The porosity and surface area is controllable by the ratio of cross-linking agent to chitosan.

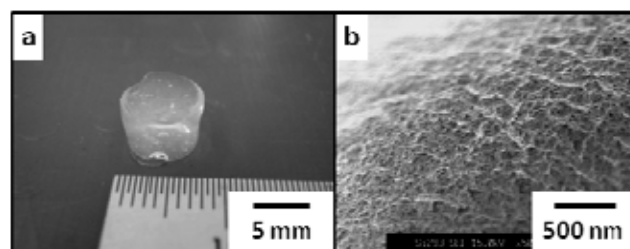


Fig. 2 (a) Photograph and (b) SEM image of porous chitosan gel prepared by supercritical drying.

## 3. Ceramic Nanofibers by Electrospinning

Fabrication of Ceramic nanofibers and polymer/ceramic composite nanofibers based on electrospinning and sol-gel reaction has been studied. Fig. 3 shows SEM and TEM images of silica nanofibers with hierarchical pore structure.

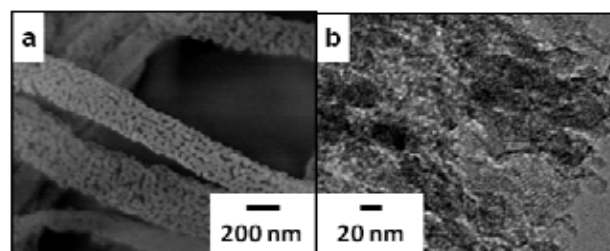


Fig. 3 SEM and TEM images of silica nanofibers with hierarchical pore structure.

## 4. Analysis of UV cure kinetics

Ultraviolet (UV) curing is important for polymer processing industry as hard-coating and adhesives, which is environmentally friendly, short cycle-time, and low energy conservation. We developed an integrative analytical and modeling system of UV curing process employing rheological, thermal, and optical techniques.

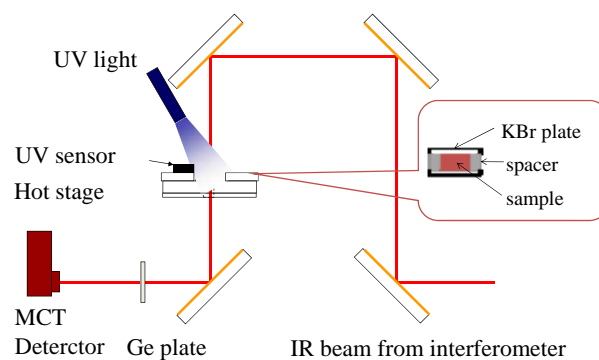


Fig. 4 real time FT-IR system for UV curing kinetic analysis developed in our lab.



# 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  
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・計測・制御

反応場をマイクロメートルスケールの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可能にするマイクロ化学プロセスは、革新的物質生産方式として脚光を浴びている。マイクロ化学プロセスの実用化に向けて、本研究室では、マイクロ化学プロセスの設計・計測・制御に必要な基盤技術の確立を目指した研究を進めている。例として、I) 物理・化学的な現象のモデリ

ング・シミュレーション技術と最適化手法を組み合わせることで用いた装置構造・形状・寸法設計、II) 直接測定できないシステムの状態をオンライン推定するカルマンフィルタ理論を応用した運転監視と制御、III) 閉塞診断機能を備えたナンバリングアップ(並列化)による生産量増大方法、の研究開発および開発技術の普及活動を進めている。また、混相流や複雑な二次流を伴うマイクロリアクタの実験的理解とCFDシミュレーション、効率的な解析や設計のためのモデル低次元化に取り組んでいる。

## 2. 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

プロセス合成問題をスーパーストラクチャーという考えのもとで定式化し、最適な構造を導出するシステムの開発を行っている。応用例として、利用可能なバイオマスの供給地と種類や量、利用可能な要素技術が与えられたとき、最適なバイオマス利用プロセスを導出するシステムの開発や、熱交換や圧力の最適化を駆使した省エネルギー型蒸留分離プロセスの合成法を開発している。

生産計画とスケジューリングのシームレス化を阻む主な要因は、問題に潜む様々な不確定性と計画の階層ごとのモデルの整合性の欠如である。このような点をふまえ、需要や歩留まりの不確定性を考慮した生産計画システムの開発や、様々な詳細度のモデルを組み合わせることで用いることができる、サプライチェーン管理システムを開発している。

## 3. 操業データを活用するプロセス監視・制御および製品品質改善

化学・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監視・制御・品質改善システムを開発している。例として、メンテナンスフリーを目指す適応型仮想計測システムの設計法、運転データに基づくモデル不要直接的コントローラ設計法E-FRIT、製薬向けProcess Analytical Technology (PAT) ツールの開発などを行っている。

# Process Control & Process Systems Engineering

Professor Shinji Hasebe  
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 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 particles with narrow size distribution. The final goal of this research is development of a fundamental approach to design, operation, and control of micro chemical processes.

Computational fluid dynamics (CFD)-based design methods have been developed to derive the optimal channel structure, shape and size of microreactors. In addition, the data-based and model-based monitoring systems that can achieve the stable long-term operation of microplants with/without numbering-up structure have been developed and installed in pilot plants. In one of the developed systems, nonlinear filters such as unscented Kalman filter are used to estimate the immeasurable state variables in microchannels from the indirect measurement.

## 2. Process synthesis and development of supply chain management system

Process synthesis procedure which derives the optimal allocation of biomass processing processes and the network among the sites of suppliers, processing facilities and customers has been studied. The superstructure-based formulation is adopted to model the synthesis problem. The

synthesis procedure of distillation processes has also been studied. In the research, the optimal structure which minimizes the energy consumption is derived taking many types of distillation columns into account.

The uncertainties in the production and demand, and the absence of consistency of the models disrupt the unified modeling of supply chain management system. To overcome these problems, we aim to develop a production planning system which can treat variety of uncertainties and the multi-resolution SCM system which can easily combine different resolution models.

## 3. Data-based process monitoring, process control, and quality management

The data-based systems that can improve product quality and productivity by extracting useful information from operation data have been developed and applied to various industries including chemical, steel and pharmaceutical. The system is based on multivariate data analysis. The research topics include maintenance-free adaptive soft-sensor design, Just-In-Time statistical process control, model-free data-driven controller tuning E-FRIT, process analytical technology (PAT) for pharmaceutical processes, and so on.

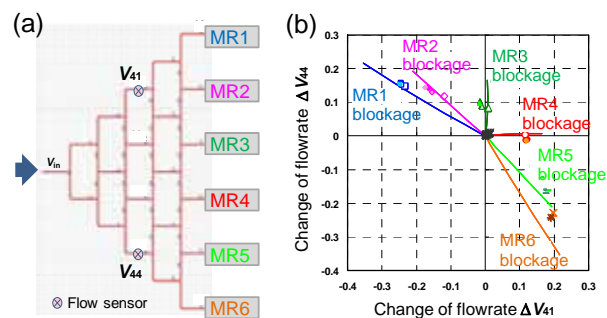


Fig. 1 Blockage diagnosis in parallelized microreactors (MRs): (a) an increase in the production capacity of a microplant by external numbering-up approach and (b) a result of blockage diagnosis by using the ratios of flowrate differences between normal and abnormal conditions at one sensor to those at the other sensor.

図1. 閉塞診断法の外部並列マイクロプロセスへの適用.

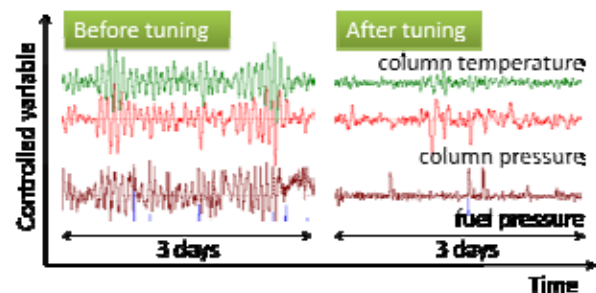


Fig. 2 Application of E-FRIT to a petrochemical plant.

図2. E-FRITの石油化学プラントへの適用.

# 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

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，エネルギーを総合的かつ合理的に製造するためのスキームについて，バイオマス構造に立脚した新しい転換法開発という視点から，以下の研究を推進している。

(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
- (d) 選択的酸化法によるバイオマスからのモノマー製造法の開発

## 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。また，メタンの改質反応，合成ガスのFT合成に関する触媒および高性能リアクターの開発に関しても検討を実施している。

- (a) 多孔質FeOOH吸着材の開発と，リン，フッ酸等の陰イオン吸着／回収システムへの応用
- (b) CO低温酸化触媒，低温シフト改質触媒の開発

## 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) 廃熱と廃棄物からの有用化学物質製造プロセスの開発
- (b) 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

プロダクトエンジニアリングの基盤技術の構築とそれ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) 触媒担持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
- (e) 液液迅速抽出デバイスの開発
- (f) 生産用気液マイクロリアクターの開発とバイオマス由来モノマー製造の検討



# 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, hydrogen, and energy from biomass by supplying waste heat based on the knowledge of biomass structure.

- Liquid phase degradation of wet biomass under mild conditions.
- New pyrolysis method for wood biomass.
- Kinetic model of biomass pyrolysis and gasification.
- Production of monomer materials from biomass through selective oxidation.

## 2. Development of new environmental catalysts

The harmful pollutants must be destructed completely. Several new catalysts are developed to remove efficiently the pollutants. In addition, the catalysts and reactor systems for methane reforming and FT synthesis are developed.

- Production of porous FeOOH and its application for the removal and recovery system of  $F^-$  and  $PO_4^{3-}$  ions.
- Development of new catalysts for removing VOC and CO at low temperatures.

## 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.

- Production of energy and materials through the co-production using waste heat and materials.
- A new evaluation method for environmental impacts associated with technology.



Fig.1. Research strategy for efficient biomass utilization biomass

図1. バイオマスの高効率利用を考えた研究スキーム

## 4. Development of various micro reactors

### –Basic research of micro chemical engineering–

Novel devices available for product engineering are required to produce valuable materials with low CO<sub>2</sub> emission. Various micro reactors with new concepts are proposed and their performances are investigated as follows:

- Development of various micromixers and microreactors and basic research for micro reactor system. (Collaboration by several Kozas)
- Production of nano-particle by several micro reactors.
- Development of compact reformer for fuel cell.
- Development of micro device and operation method for super-critical fluid.
- Development of micro device for rapid liquid-liquid extraction
- Developments of gas-liquid microreactor for mass production and the application method to biomass derived monomer production.

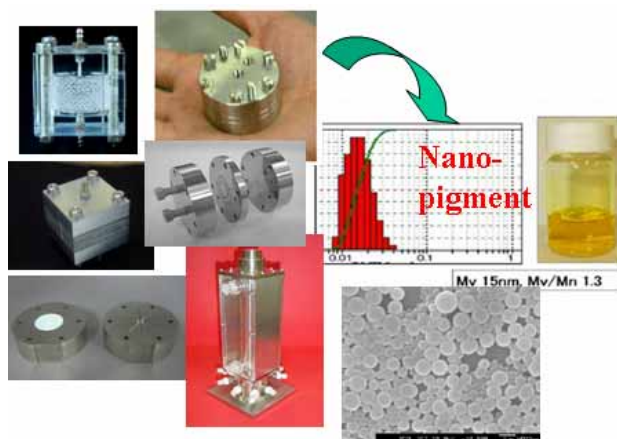


Fig.2. Original microreactors developed in our laboratory and nano-particles produced by use of these reactors.

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。

# 粒子工学分野



教授  
松坂 修二  
Prof.  
S. Matsusaka

matsu@cheme.kyoto-u.ac.jp

当分野では、粉体プロセスに係わる諸現象の解明と新しい粉体操作法の開発を目指して研究を行っている。微粉体は、様々な工業分野で利用されているが、粒子の挙動は極めて複雑であり、条件によって異なるので、微粒子の高度利用および環境保全の観点から、これらの解明が望まれる。特に、気相中における微粒子ハンドリングでは、粒子の運動解析および付着と帯電を含めた粉体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. 粒子の帯電の基礎と応用

粒子の接触帯電は、機械的な操作に伴って生じる基礎的な現象であり、静電気力は粒子の挙動に大きく影響するので、帯電の制御は非常に重要である。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、粒子の分散、凝集、搬送などの操作を遠隔で行えるので、新たな技術展開が可能になる。ただし、これらを実現するには、粒子の帯電機構、帯電量分布の制御、帯電粒子の運動制御、粒子と電荷のオンライン計測の正しい理解が必要である。

- (1) 固気二相流における粒子の摩擦帯電の解明
- (2) 振動場における粒子の摩擦帯電の解析
- (3) 時間的空間的变化を伴う電界を利用した帯電微粒子の運動制御
- (4) 遠心接触式粒子帯電制御法の開発と応用

## (5) 高精度帯電量分布測定システムの開発

## 2. 粒子の付着および流動性の評価

粒子 - 粒子間、粒子 - 壁間相互作用力は、粉体操作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. サブミクロン粒子およびナノ粒子のハンドリング

製品の高機能化のために、サブミクロン粒子およびナノ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るので、粉体操作は極めて難しい。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の開発が急務である。

- (1) 多重振動を用いた微粒子の運動制御
- (2) 振動対流機構を用いた流動層の開発
- (3) 振動剪断流動を利用したナノ粒子の精密定量供給法の開発
- (4) ナノ粒子用空気輸送システムの開発

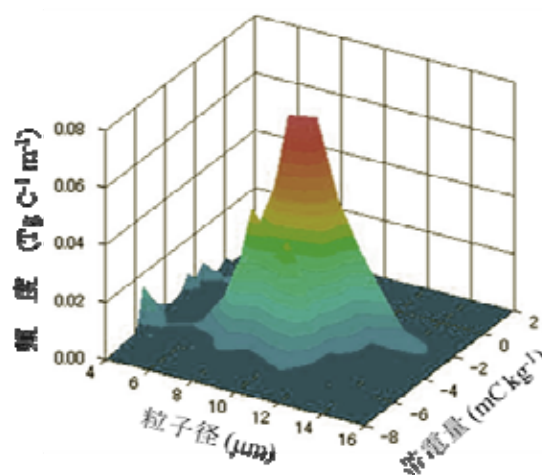


図 1. 帯電量および粒子径分布の同時測定

Fig. 1. Simultaneous measurement of charge and particle diameter distributions.

Our research is focused on analyzing the phenomena that occur during powder processes and on developing new handling methods for powders. Although fine particles are widely used in various industrial fields, their behavior is complicated and varies according to the conditions used; thus, a full understanding is needed from the viewpoints of the advanced applications of fine particles as well as environmental protection. In particular, the analysis of the dynamic behavior of particles and the evaluation of powder properties such as particle adhesion and electrification are important for fine-particle handling in gases. Current research topics are as follows:

## 1. Fundamentals and applications of particle electrification

The contact electrification of particles is a fundamental phenomenon that occurs during powder handling processes, and the electrostatic forces acting on particles significantly affect particle behavior; thus, the control of particle charging is important for powder handling operations. In fact, applications for charged particles have been widely developed, e.g., electrophotography, dry powder coating, and electrostatic separation. As operations such as dispersion, agglomeration, and particle transport can be remotely controlled by electrostatic forces, further technological innovations are expected in this direction. To realize the full potential of the existing technology, an in-depth understanding of particle charging, charge distribution control, particle movement control, and relevant online measurement techniques is needed.

1. Study on triboelectric charging of particles in gas solid two phase flow.
2. Analysis of triboelectric charging of particles in a vibration field.
3. Control of the movement of charged fine particles in electric fields with spatial and temporal variation.
4. Development of a particle charge controller using centrifugal force and its application.
5. Development of a high-accuracy measurement system for charge distribution of fine particles.

## 2. Evaluation of adhesion and flowability of particles

Particle-particle and particle-wall interaction forces are important factors that directly affect

powder handling, and appropriate methods need to be developed for measuring the adhesive property between primary particles or agglomerated particles and for evaluating the flowability of particles.

1. Analysis of adhesive strength distributions of particles subjected to various external forces.
2. Analysis of flowability profiles.

## 3. Handling of submicron- and nanoparticles

The demand for submicron- and nanoparticles is growing on account of the need to produce highly functional products. However, their adhesiveness increases with decreasing particle diameter, and as a result, powder handling becomes more complex for small particle diameters. In particular, for particles having a diameter of less than 1  $\mu\text{m}$ , the complications due to adhesiveness are pronounced and it is therefore imperative to develop new techniques as well as analyze particle behavior for overcoming these issues.

1. Control of the movement of fine particles using multiple vibration modes.
2. Development of a novel fluidized bed system using vibration convection mechanism.
3. Development of Micro-feeding of nanoparticles based on vibration shear flow.
4. Development of a pneumatic transport system for nanoparticles.

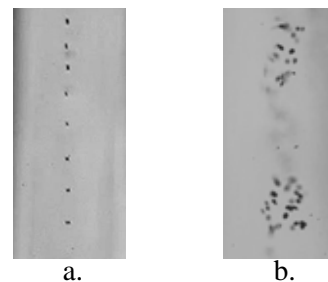


Fig. 2. Patterns of movement of charged fine particles controlled by electric fields with spatial and temporal variation; a. queuing type; b. cloud type.

図 2. 時間的空間的変化を伴う電界を利用した帯電粒子の運動制御 a. 直線配列 b. 粒子群配列



Fig. 3. Micro-feeding of nanoparticles based on vibration shear flow.

図 3. 振動剪断流動を利用したナノ粒子の精密定量供給



# 環境安全工学講座

## 環境科学センター



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. 難分解性有機物の効率的な分解処理

生分解性に乏しい難分解性有機物は、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。廃水中の難分解性有機物について、紫外線照射や触媒、電気化学反応を利用して室温付近で効率的に酸化分解し、無害化する技術の開発を行っている。

### 2. 活性ラジカル種を用いたVOCの酸化分解

揮発性有機化合物(VOC)は、大気中で光化学オキシダントに転換され、大気汚染物質となっている。非平衡プラズマ放電で発生する活性ラジカル種と固体触媒を用いて、室温でVOCを酸化分解する技術の開発を行っている。

### 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。

# Environment and Safety Engineering

Assoc. Professor Hiroyuki Nakagawa

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 persistent organic compounds

Non-biodegradable 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 non-degradable organic compounds utilizing UV irradiation, catalyst, and electrochemical reactions.

### 2. Oxidative decomposition of VOC by active radicals formed from non-thermal plasma

Volatile organic compounds are converted to photochemical oxidants, which are air pollutants. VOCs are destructed by solid catalysts and active radicals formed from non-thermal plasma discharge at room temperature.

### 3. Utilization of solid wastes

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  
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  
公益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  
株式会社ダイセル  
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, Organic Chemical Products Company,  
Daicel Corporation

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

ウィワット タンタパニチャクン  
東京工業大学 教授

先端物質化学工学

### Wiwut Tanthapanichakoon

Professor, Tokyo Institute of Technology

Chemical Engineering for Advanced Materials

## 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	9
准教授	Associate professors	5
講師	Lecturers	2
助教	Assistant professors	9
非常勤講師	Invited lecturers	6
研究員	Postdocs and research staff	5
事務職員	Administrative officials	3
非常勤職員	Part-time employees	9
大学院生 (博士後期課程)	Graduate students (doctoral course)	25
大学院生 (修士課程)	Graduate students (master course)	69
学部学生 (4 年次)	Undergraduate students (fourth year)	51
学部学生 (3 年次)	Undergraduate students (third year)	58
研究生	Research students	0

as of 1 June 2012



# キャンパスマップ&交通アクセス

## Campus Map & Access (Katsura Campus)

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, 20B, 西6番)「桂坂中央」行きで「桂イノベーションパーク前」へ

桂川駅(JR)から

ヤサカバス「京大桂キャンパス経由 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(桂駅からは\*を参照)
- (2) 京阪京都交通バス(21, 21A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

From the Katsura Station (Hankyu) \*

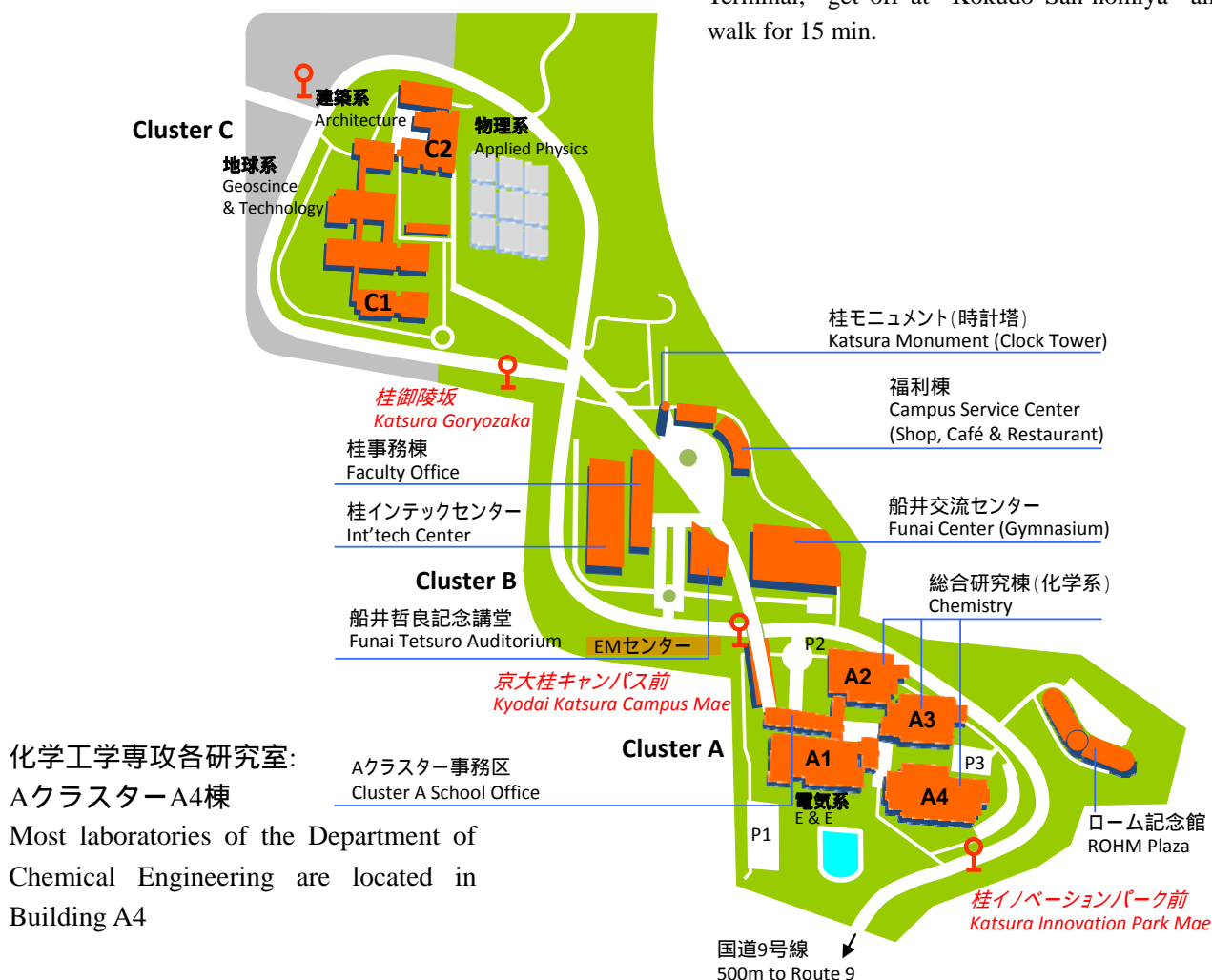
Take a Kyoto City Bus 西6 (*nishi 6*) or a Keihan Kyoto Kotsu Bus #20, #20B, or 西6 (*nishi 6*) for “Katsurazaka Chuo” and get off at “Katsura Innovation Park Mae.”

From the Katsuragawa 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.” (From “Katsura” Station, see \*)
- (2) Take a Keihan Kyoto Kotsu Bus #21 or #21A 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.



化学工学専攻各研究室:

AクラスターA4棟

Most laboratories of the Department of Chemical Engineering are located in Building A4

## キャンパスマップ&アクセス(吉田キャンパス) Campus Map & Access (Yoshida Campus)

### ■京都駅(JR・近鉄)から

市バス(17系統)「河原町通 錦林車庫」行き, または  
(206系統)「東山通 北大路バスターミナル」行きで「百万遍」へ

### ■今出川駅(地下鉄烏丸線)から

市バス(203系統)「銀閣寺道・錦林車庫」行き, または  
(201系統)「百万遍・祇園」行きで「百万遍」へ

### ■河原町駅(阪急)から

四条河原町から市バス(3, 17, 31, 201系統)で「百万遍」へ

### ■出町柳駅(京阪)から

東へ徒歩20分

### ■From the Kyoto Station (JR, Kintetsu)

Take a Kyoto City Bus 17 for “Kinrin Shako” or 206 for “Kitaoji Bus Terminal” and get off at “Hyakumanben.”

### ■From the Imadegawa Station (Subway Karasuma Line)

Take a Kyoto City Bus 203 for “Ginkakuji Michi, Kinrin Shako” or 201 for “Hyakumanben, Gion” and get off at “Hyakumanben.”

### ■From the Kawaramachi Station (Hankyu)

Take a Kyoto City Bus 3, 17, 31, or 201 and get off at “Hyakumanben.”

### ■From the Demachiyana Station (Keihan)

Walk eastwards for 20 min.

## 工業化学科事務室: 工学部3号館(西館)

School office of Industrial Chemistry is located in Faculty of Engineering Building No.3 (West).



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 2012 年度版

Kyoto University –  
Department of Chemical Engineering  
Department Brochure 2012

Copyright ©2012 京都大学大学院工学研究科  
化学工学専攻

Copyright ©2011 Department of Chemical Engineering,  
Kyoto University

2011 年 7 月 1 日発行  
発行部数 1100 部

Published date July 1, 2012  
Circulation 1100 copies

---

発行 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻

---

Publisher Department of Chemical Engineering,  
Kyoto University

製作 平成 24 年度 教科小委員会

Editorial Board Curriculum Committee 2012

編集長 長谷部 伸治

Editor in Chief Shinji Hasebe

編集委員 山本 量一, 宮原 稔, 河瀬 元明, 佐野 紀彰,  
三浦 孝一, 大嶋 正裕, 松坂 修二, 牧 泰輔,  
中川 浩行

Editors Ryoichi Yamamoto, Minoru Miyahara, Motoaki  
Kawase, Noriaki Sano, Kouichi Miura,  
Masahiro Ohshima, Shuji Matsusaka, Taisuke  
Maki, Hiroyuki Nakagawa

印刷・製本 株式会社 あおぞら印刷

Printer Aozora Insatsu, Kyoto, Japan





**京都大学**  
Kyoto University

**大学院 工学研究科 化学工学専攻**

Department of Chemical Engineering  
Graduate School of Engineering

615-8510 京都市西京区京都大学桂  
Katsura Campus, Kyoto 615-8510 Japan

<http://www.ch.t.kyoto-u.ac.jp/ja>