

京都大学

2018

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	2
沿革	2
広域アクセス	4
教員・研究室	5
化学工学基礎講座	
移動現象論分野	6
界面制御工学分野	8
反応工学分野	10
化学システム工学講座	
分離工学分野	12
エネルギープロセス工学分野	14
化学工学基礎講座	
ソフトマター工学分野	15
化学システム工学講座	
材料プロセス工学分野	16
プロセスシステム工学分野	18
環境プロセス工学講座	20
化学システム工学講座	
粒子工学分野	22
環境安全工学分野	24
E-JUST 担当教員・非常勤 講師・技術職員	25
資料	26
名誉教授	26
人員構成	26
カリキュラム	27
SGU コース	29
国際交流	30
学生の進路	32
キャンパスマップ&アクセス	33

CONTENTS

Outline	3
Location & History	3
Access to Kyoto	4
People & Research	5
Transport Phenomena	7
Surface Control Engineering	9
Chemical Reaction Engineering	11
Separation Engineering	13
Energy Process Engineering	14
Soft Matter Engineering	15
Materials Process Engineering	17
Process Control and Process Systems Engineering	19
Environmental Process Engineering	21
Particle Technology	23
Environment and Safety Engineering	24
E-JUST academic staff/Invited lecturer /Technical staff	25
Facts	26
Professors emeriti	26
Constituent numbers	26
Curriculum	28
SGU Course	29
International activities	31
Career options	32
Campus maps & access to campuses	33

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(40名)の教育を担当している。化学工学専攻の学年定員は、現時点で修士課程34名、博士後期課程7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。平成22年には産学連携センター(旧 国際融合創造センター)に置かれていた協力講座が廃止され、化学システム工学講座粒子工学分野が新設された。平成28年には化学工学基礎講座にソフトマター工学分野、化学システム工学講座に環境安全工学分野がそれぞれ新設され、現在、化学工学専攻は11の基幹・専任分野で構成されている。

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

現在、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 |
| 2004 | 国立大学法人化 |

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 the EM Center and Building A2.

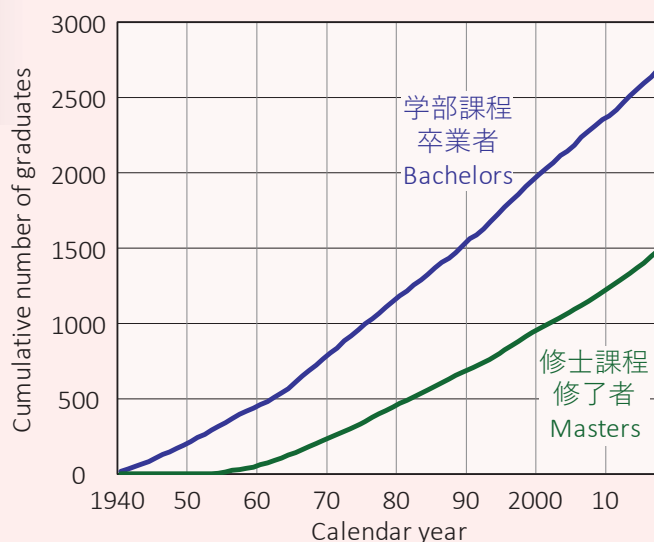
History

The Department of Chemical Engineering, Kyoto University, was founded on April 1, 1940, as one of the first chemical engineering departments in Japan.

"Kozu" is a small subdivision of the department. Each *Kozu* 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. The number of *Kozas* (chairs or laboratories) was only two in the beginning of the Department 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 cooperating *Kozu*. After consecutive reorganizations including the creations of new *Kozas* of Particle Technology in 2010, of Environment and Safety Engineering and of Soft Matter Engineering in 2016, the Department presently consists of eleven *Kozas*.

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



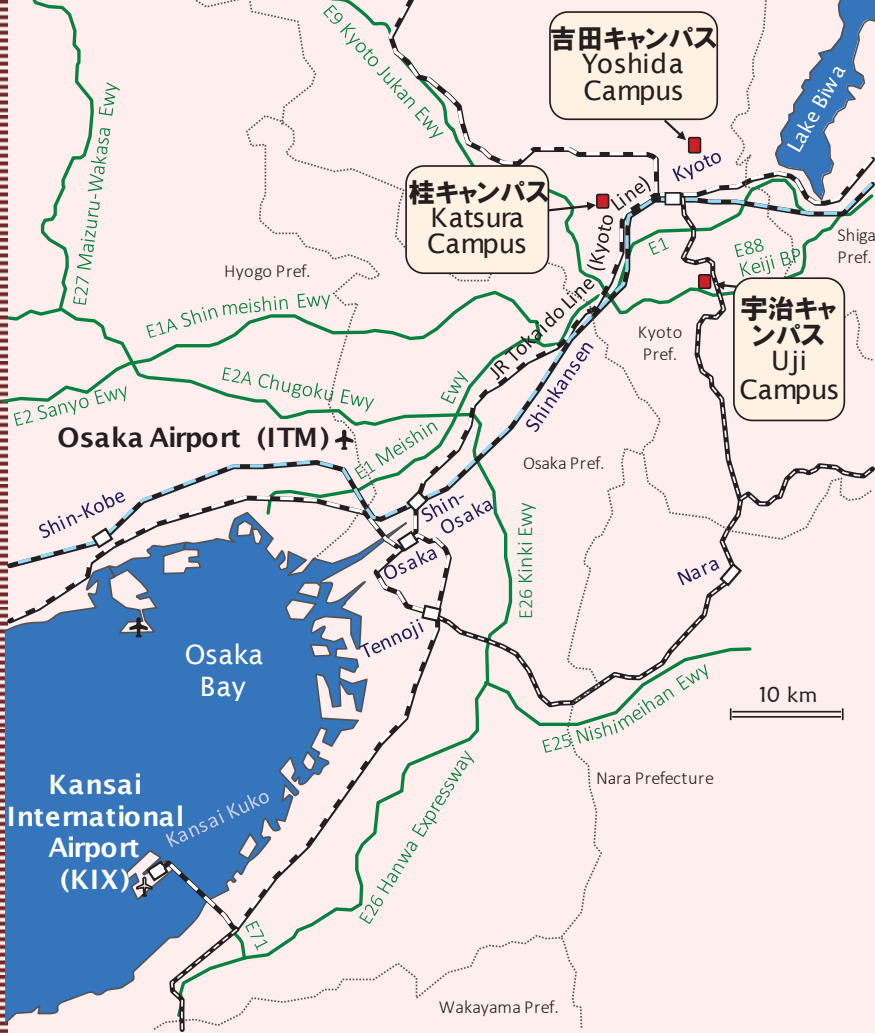
Number of graduates of the Department
学部課程卒業者・修士課程修了者数累計

of Chemical Engineering takes charge of the education of the Undergraduate Course Program of Chemical Process Engineering. The Course produces around 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 34 or more M. Eng.'s and several D. Eng.'s.

Most of 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.





広域アクセス

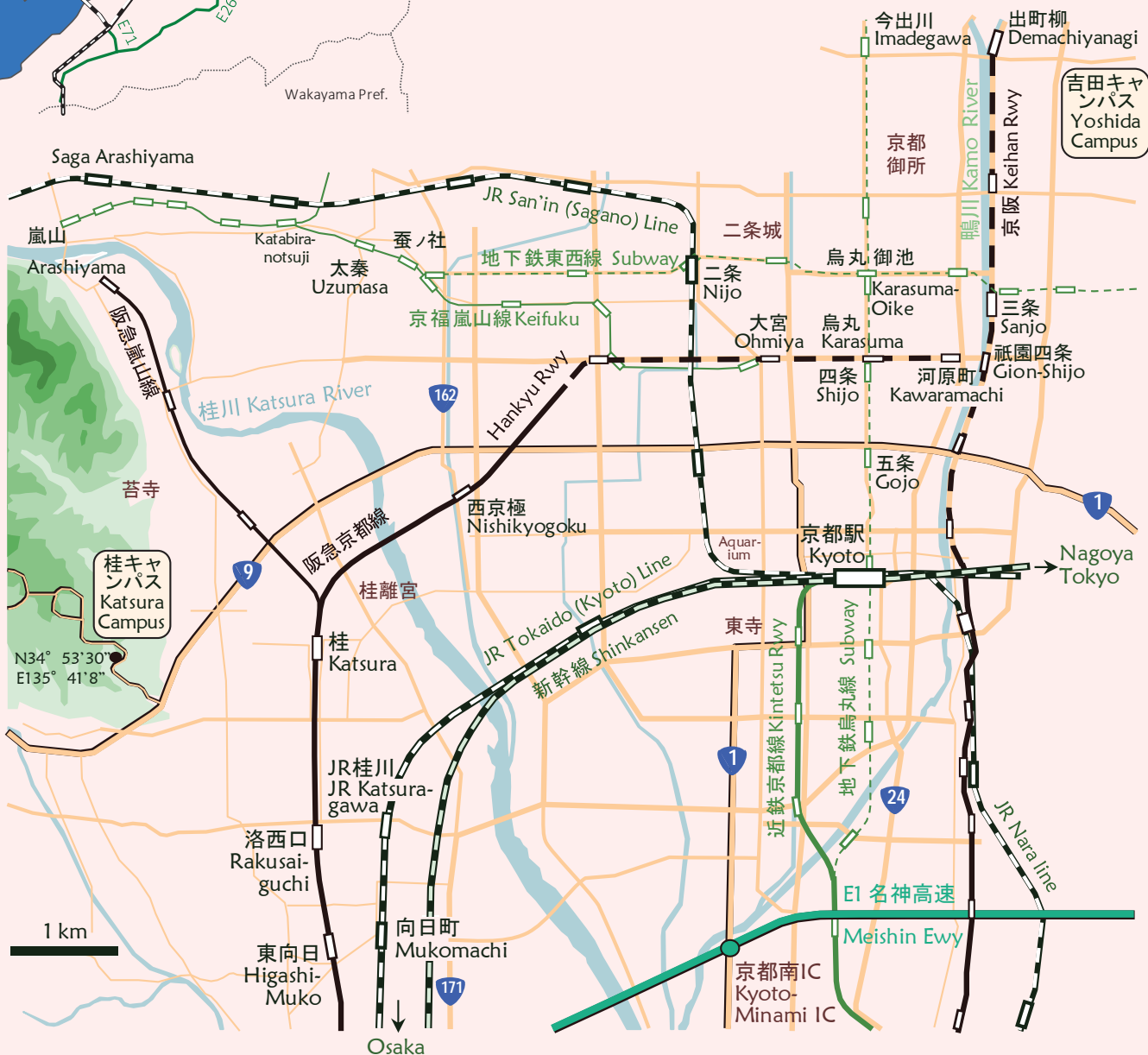
Access to Kyoto

The most usual international airport for visiting Kyoto is Kansai International Airport (KIX) in Osaka. Train, limousine bus, and shuttle van services are available.

Train (73 min, JPY 3,000) to Kyoto Station — JR-West operates an airport express train named Haruka, which departs almost every 30 min.

Limousine bus (105 min, JPY 2,300) to Kyoto Station and some hotels — The departure interval is 35–60 min.

Shuttle van (1.5–2 h, JPY 3,500) to Kyoto — Shared ride airport van services need reservation.



教員・研究室

PEOPLE & RESEARCH

化学工学専攻は2つの基幹大講座と1つの専任講座で構成されている。

基幹講座

化学工学基礎講座

移動現象論分野	(1講座)
界面制御工学分野	(2講座)
反応工学分野	(3講座)
ソフトマター工学分野	(11講座)

化学システム工学講座

分離工学分野	(4講座)
エネルギープロセス工学分野	(5講座)
材料プロセス工学分野	(6講座)
プロセスシステム工学分野	(7講座)
粒子工学分野	(9講座)
環境安全工学分野	(10講座)

専任講座

環境プロセス工学講座	(8講座)
------------	-------



The Department consists of the following 11 *Kozas* (laboratories and chairs):

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
11. Soft Matter Engineering

Kozas 1, 2, 3, and 11 compose the Chair of Chemical Engineering Fundamentals, while *Kozas* 4, 5, 6, 7, 9, and 10 compose the Chair of Chemical Systems Engineering. *Koza* 8 is a chair by itself.



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



助教
John J. Molina

Assist. Prof. John J. Molina
john@cheme.kyoto-u.ac.jp

本研究室では、複雑流体やソフトマターについて、主に計算機シミュレーションを用いた研究を行ってきた。最近ではその対象を微生物や生体膜などの生物系に広げている。シミュレーション手法としては、微視的モデルを用いた分子シミュレーションがよく知られているが、我々が扱う複雑な研究対象では、広い空間・時間スケールに及ぶメソ〜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。このように複雑な系に対して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であり、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、理論的な解析の難しかった荷電コロイド系の電気泳動、レイノルズ数が高い領域 ($Re \leq 1,000$)での粒子運動、溶媒に圧縮性がある場合の粒子間の運動量輸送などの諸問題に応用できるように拡張し、それらの系の基礎研究に取り組んで大きな成果を挙げた。最近では、バクテリアやクラミドモナスなどの水中を自己泳動する微生物の運動にも研究対象を広げ、それらを模した自己推進粒子の直接数値シミュレーションを行い、特異な共同運動を予見した。

2. マルチスケールシミュレーション法による高分子流動予測と成形プロセスへの応用

より高機能な高分子製品を製造するためには、成形加工の段階で高分子熔融体(高分子流体)の流動を予測し制御する必要がある。しかし、分子量分布や多様な分岐構造を有する任意の高分子流体の流動を予測することは、一般的に言って容易ではない。なぜなら、流体を構成する高分子鎖の配向やからみ合いなどのミクロスケールの構成要素の特徴が、マクロスケールの流動に対して強く影響を及ぼすからである。そのようなマクロな流動挙動と高分子のミクロな状態というスケール間の関係をより詳しく扱うために、マイクロモデルとマクロモデルを相互に組み合わせるマルチスケールシミュレーション(MSS)法の確立が強く望まれている。MS そこで我々は、MSS法を様々な成形加工プロセスに応用する研究にチャレンジしている(高分子熔融紡糸プロセスへの応用: 図1)。

3. 遊走・増殖する細胞集団のモデリング

基板上を遊走する細胞が多数集まると非常に不思議な集団運動を示すことが知られているが、この過程は傷の治癒や腫瘍の成長とも大きな関係がある。我々は、このような自発的に運動する細胞集団に対して有効な力学的モデルを構築し、自己複製・自己組織化する細胞集団が示す特異なダイナミクスのメカニズムの解明に取り組んだ(図2)。

Transport Phenomena

Professor Ryoichi Yamamoto
 Assoc. Professor Takashi Taniguchi
 Assist. Professor John J. Molina

We have been working on developing computational models for soft matter and complex fluids. Recently, we have also extended our research targets towards biological systems, such as living microorganisms and membranes. Microscopic molecular simulations (MS) have widely been used for modeling conventional materials, however, performing meaningful MS of complex fluids and soft matter systems requires enormous computational times to access meso- and macro-scale phenomena. We thus aim to develop unique and new methodologies useful for soft matters and biological systems based on advanced theoretical approaches.

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, which enables us to perform successful DNS simulations for neutral and charged colloidal dispersions. We have applied this method to analyze the dynamics of self-propelled particles for a schematic model of microorganisms.

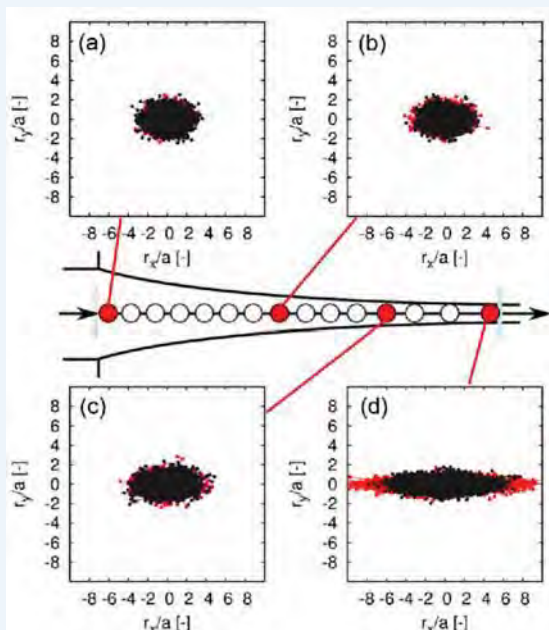


Fig. 1. Configuration of polymer chains at four points (a)-(d) on a thread of a polymer melt spinning process. Red: longer polymer chain, Black: shorter polymer chain.
 図1. 高分子溶液紡糸プロセスでの4点(a)-(d)での高分子の配向の様子。赤:長い高分子, 黒:短い高分子。

2. Development of multiscale simulation method to predict polymeric liquid flows and its applications to industrial polymer processing

To manufacture more sophisticated polymeric products, it is needed to predict and control flow behaviors of polymeric liquids in industrial processes. In general, it is difficult to do this for polymeric chains with a molecular weight distribution and with various types of polymer architecture, because a microscopic state of polymer chains such as an orientation and entanglements of constituent polymer chains does strongly influence on the macroscopic flow behavior. To deal with macroscopic flow behaviors and micro-scopic state of polymer chains simultaneously, it has been desired strongly to establish a multiscale simulation (MSS) method that enables to bridge between the two different spatial scales. For this purpose, we are addressing to develop the MSS method and to apply it to various industrial polymer processings. (See Fig.1: application of the MSS method to a polymer melt spinning process).

3. Physical modeling of biological tissues

Inspired by recent studies on the model of crawling and dividing cells [Coburn et al., Phys. Biol. 10, 046002 (2013); Basan et al., PNAS 110, 2452 (2013).], we developed a unique particle-based minimal model for crawling and dividing cells on substrate (see Fig. 2). It mimics a real mechanics of migrating/dividing cells with the mechanisms of the contact inhibition of locomotion (CIL) and the contact inhibition (CI) of cell division in a straightforward way. The present model has been applied to simulate the dynamics of growing colony composed of active cells. Some basic properties seen in real growing colonies have been successfully reproduced. The true mechanism behind such complex biological systems will be discussed in physical context.

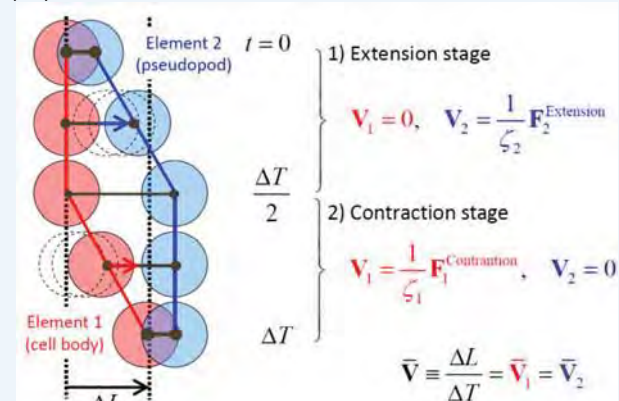


Fig. 2. An illustration of our particle-based two-bead model for a crawling cell on substrate (1-cycle).
 図2. 基板上を遊走する細胞の力学モデル。青赤2つの粒子で細胞を表し、1周期の前半部分で伸張、後半部分で収縮すると同時に赤青を交互に接地して移動を実現する。

界面制御工学分野



教授
宮原 稔

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



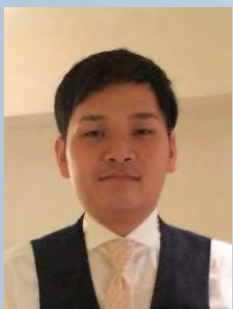
准教授
田中 秀樹

Assoc. Prof. H. Tanaka
tanaka@cheme.kyoto-u.ac.jp



講師
渡邊 哲

Junior Assoc. Prof.
S. Watanabe
nabe@cheme.kyoto-u.ac.jp



特定助教
平塚 龍将

Program-Specific
Assist. Prof. T. Hiratsuka
hiratsuka@cheme.kyoto-u.ac.jp

ナノスケール拘束空間の工学

—構造制御を目指した界面場の積極利用—

化学工学の目的が「組成制御」から「構造制御」に向けて発展すべき現在、工学基礎としてまず求められるのは、[相互作用集団]×[外場]=[構造制御]の方程式であろう。つまり、相互作用を及ぼし合う要素—例えば分子やナノ粒子など—の集団が、ナノ空間や固体基板上などの外的ポテンシャルエネルギー場におかれたときに、どのように相転

移や構造化を生じるのか、といった現象を、見出し、そして理解し、さらにはそのメカニズムを定量的にモデル化することが求められる。

当分野では、このような広義の「界面」における「外場」の積極利用に着目して、その効果が強調されるナノスケール空間を舞台に、その場特有の分子/イオン/ナノ粒子の挙動と構造について、分子・粒子シミュレーションと実験を併用した解析・モデル化に取り組んでおり、界面と構造の関わる化学工学基礎の体系化を目指すとともに、機能材創製と界面利用各種デバイスへの応用を視野に研究している。研究テーマ概要を以下に紹介する。

1. ナノ空間内での相転移現象の分子シミュレーション, モデル化およびナノ細孔評価

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。気液、固液、固気転移などを対象に、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を確立するとともに、N₂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。分子論的アプローチを駆使してその起源と機構の定量的解明を図り、合理的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

広義のナノ粒子(<100 nm)の配位構造を制御した構造形成によって、種々の機能性材料の創製が期待される。基板引力による吸着場、基板上を濡らす液膜場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・解析的に検討し、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

機能性材料創製の鍵は、構造の元となる微粒子の核生成過程の制御にある。マイクロ流路の強混合場や dendritoma 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
Assoc. Professor Hideki Tanaka
Junior Assoc. Prof. Satoshi Watanabe
Assist. Prof. Tatsumasa Hiratsuka

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., nanopores 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 media, the understanding of phase behavior of

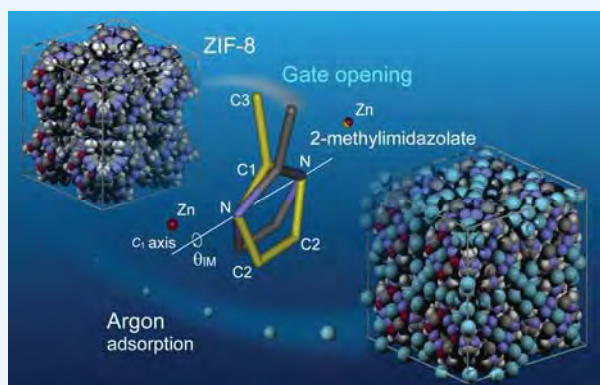


Fig. 1. Adsorption-induced lattice transition of zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8).

図1. ゼオライト型フレームワーク構造を持つイミダゾール配位錯体 (ZIF-8) での吸着に誘起される構造相転移

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.

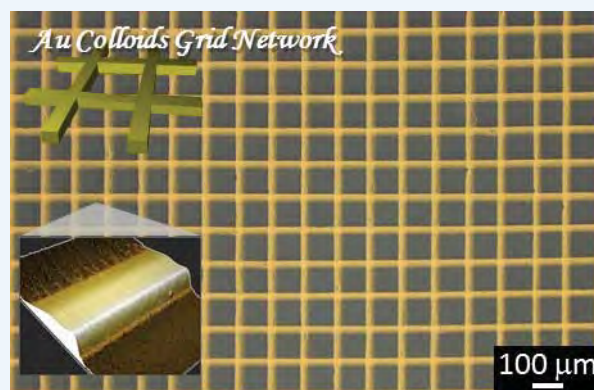


Fig. 2. Grid pattern formation of gold nanoparticles in wetting liquid film by evaporation-induced self-organization process.

図2. 金ナノ粒子の自己組織化を利用して作製した格子状配列構造の光学像とAFM像

反応工学分野



教授
河瀬 元明

Prof. M. Kawase
kawase@cheme.kyoto-u.ac.jp



講師 (工学基盤教育研究センター)
蘆田 隆一

Junior Assoc. Prof. R. Ashida
ashida@cheme.kyoto-u.ac.jp

当分野では、材料合成プロセスや電気化学プロセスなどの反応工学的モデリングを行っている。適切なモデルは、複雑な反応プロセスの理解を助け、さらに、反応プロセス、反応機構や化学構造の理解に基づいて、新規な機能性材料の開発や材料製造プロセスの開発、エネルギー生産のための新たな反応プロセスの開発を行っている。

1. 材料製造プロセスの開発とモデリング

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。

具体的には、化学気相成長法 (CVD法) プロセスを研究対象としている。CVD法は、気体原料から固体製品を合成する反応法である。熱CVDによる熱分解炭素の成長やプラズマCVDに

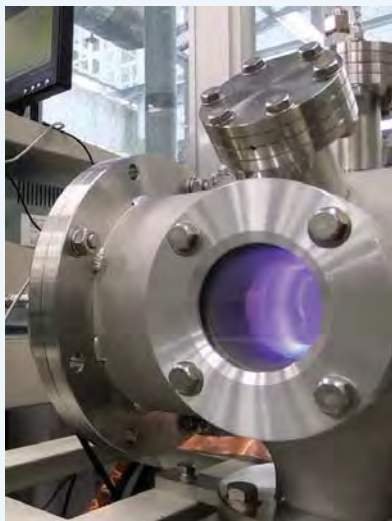


図1. プラズマCVDチャンバー
Fig. 1. Plasma CVD chamber.

による高ガスバリアシリカ膜の製造、エチレン炉でのコーキング現象のモデリングを行っている。また、太陽電池用ペロブスカイト薄膜を製造する新規CVD反応の開発やハードコーティングのための新規アルミナ薄膜合成法の開発も進めている。

2. 電気化学プロセスへの反応工学の展開

固体高分子形水素燃料電池 (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、収着などの多様な現象を含む複雑なプロセスである。すべてを考慮した反応工学的モデルの確立が望まれる。最近、無次元基礎式の導出から支配因子を解明し、カソードでの電気化学反応性とプロトン輸送性の比である新しい無次元モジュラスを提案した。物質輸送抵抗を無視できる解析用スパッタ白金電極の開発や、白金粒子を被覆する導電性高分子 (アイオノマー) 中の酸素輸送抵抗測定法の開発、電解質膜での透過水分流束測定の実験、カソード内の対流がセル性能に与える影響の解析についての研究を進めている。

また、電気化学反応を用いた化成品製造プロセスの開発も現在行っている。

3. 低品位炭素資源の高効率転換法の開発

化石資源の枯渇が懸念される中、未利用低品位炭素資源 (褐炭、重質油、バイオマス廃棄物等) の高効率利用技術の開発が世界的な課題となっている。低品位鉄鉱石とのコプロセッシングによる軽質油と製鉄原料の併産法や、無機物を反応媒体として高効率発電を実現する方法など、固体炭素資源の反応制御による新規高効率転換プロセスの開発を進めている。

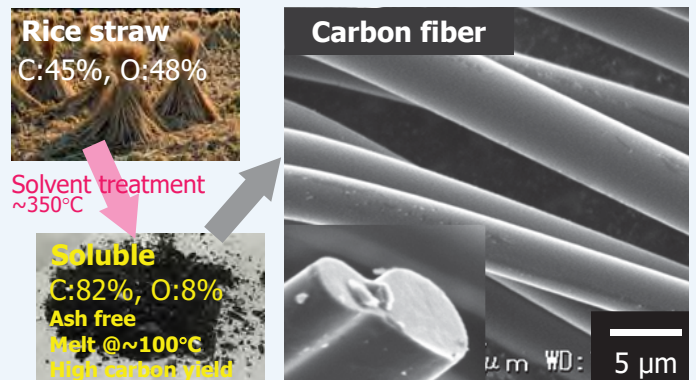


図2. 穏和な溶剤処理による改質を利用して稲わらから製造した炭素繊維

Fig. 2. Carbon fiber prepared through solvent treatment of rice straw under mild conditions.

Chemical Reaction Engineering

Professor Motoaki Kawase
Junior Assoc. Prof. Ryuichi Ashida

The research in this chair is focused on modeling of functional materials production processes, electrochemical processes, coal conversion processes, etc. We aim to help understanding the complex reaction processes and to propose new reaction processes and materials through the modeling based on understandings of the chemical structures, reactions, and processes.

1. Development and modeling of 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.

Reactions in which a solid product is formed from gaseous reactants are called chemical vapor deposition (CVD). We are studying the thermal CVD of pyrocarbon, the plasma CVD of silica for gas barrier, the novel CVD of perovskite for solar cells, and the thermal CVD of alumina for hard coating as well as the reaction modeling predicting the growth rate and the product microstructure.

2. Extension of CRE to electrochemical processes

In Polymer electrolyte fuel cell (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. We derived dimensionless forms of the 1D model of PEFC cathode and a new dimensionless modulus representing a ratio of electrochemical reactivity to proton conductivity in the PEFC cathode was recently proposed. A sputter-deposited Pt catalyst cathode is being developed for analysis purpose. Measurement of water transport through the polymer membrane and oxygen transport in the ionomer are being intensively carried out and effects of convective flow in the cathode on the cell performance are being examined.

As well, processes for producing chemicals in electrochemical reactions are currently being developed

3. Development of effective utilization methods of low-grade carbonaceous resources

We have been developing novel reaction processes that can effectively upgrade and convert unused low-grade carbonaceous resources such as brown coals, heavy oils, and biomass wastes into high-grade fuels, valuable chemicals and materials. Co-processing of heavy oils and low-grade iron ore for producing light oil and iron-ore/carbon composite, upgrading of low-grade carbonaceous resources utilizing degradative solvent extraction, pretreatment methods of brown coal for producing high strength metallurgical coke, a power generation process utilizing redox reactions between solid carbonaceous resources and liquid inorganic media, etc. have been proposed and are being developed.

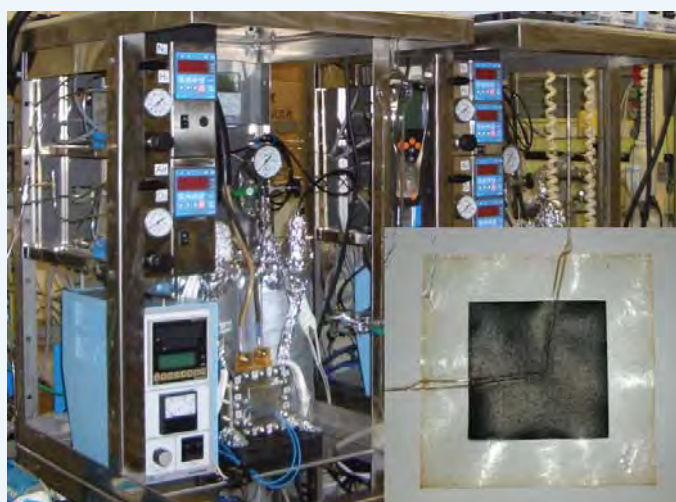


Fig. 3. Hydrogen PEFC apparatus & MEA for measuring PEM temperature.

図3. 水素PEFC実験装置と測温用MEA



Fig. 4. Scanning probe microscope (SPM/AFM), multi-wavelength ellipsometer, and rotary microtome.

図4. SPM (AFM), 多波長エリプソメーター, ミクロトーム

分離工学分野

4



教授
佐野 紀彰

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

当分野では高度な分離工学の確立を目指し、吸着、乾燥、電界、生物、等、多様な原理に基づいた分離操作・装置の開発を行っている。また、カーボンナノチューブやナノホーン等の新しいナノ材料の分離工学への応用を模索している。

1. 吸着工学

(1) 金属-炭素複合材料による水素貯蔵用吸着剤の開発

ガス導入水中アーク放電法によって金属ナノ粒子が分散したカーボンナノホーンを合成し、高圧下における水素吸蔵特性を調べている。この構造の材料では水素Spillover効果が起こることが分子軌道法によって示されており、同法により安価で高性能の水素吸蔵材料を作製できる可能性がある。

(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. 高感度蛍光検出による微粒子の乾燥、凝集の状態の迅速解析法の開発

微粒子に紫外線を照射して微量発生する蛍光を高感度に検出し、その特性から微粒子の乾燥状態や凝集状態を非接触で迅速に評価する新しい方法の開発を行う。

3. 非平衡プラズマを利用した水浄化技術の開発

気相の非平衡プラズマと水を接触することにより水中の難分解性有機物を分解処理する方法を開発する。カーボンナノチューブを合成した固体壁をシステム中に導入することにより、水質を迅速に改善する装置を開発する。

4. 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、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。カーボンナノチューブを電極に用いることにより、従来の誘電泳動分離では分離が困難な場合に適用できる装置を開発する。

5. 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。

6. 微生物によるレアメタルの回収・ナノ粒子の合成

低濃度の溶存レアメタルを還元菌でナノ粒子化する。ナノ粒子の燃料電池用触媒等への利用を検討する。

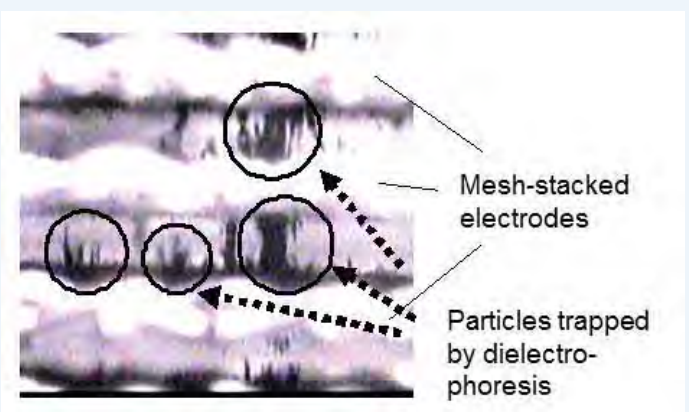


図1. 金網積層型電極を用いた微粒子の誘電泳動力による捕集の様子

Fig. 1. Photograph of trapping particles by dielectrophoresis using mesh-stacked electrodes

Separation Engineering

Professor Noriaki Sano
Assist. Professor Tetsuo Suzuki

In Koza 4, researchers devote their efforts to establish new separation technology based on variety of principles, such as adsorption, drying, electric field, bio-activity, etc. In addition, we are exploring new application of nanomaterials like carbon nanotubes to separation engineering.

1. Adsorption Technology

(1) Development of novel metal-carbon hybrid materials as adsorption media for hydrogen storage

We synthesize metal-dispersed carbon nanohorns by use of “gas-injected arc-in-water” method, and investigate their property to adsorb hydrogen. In such materials, hydrogen spillover effect may occur, and thus hydrogen can be stored effectively. By his research, we aim to develop low-cost and high-performance hydrogen storage media.

(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. Development of rapid evaluation method for

drying and aggregation of fine particles using high sensitivity photo luminescence analysis

We try to develop a new method to evaluate the extent of drying and aggregation of fine particles by analyzing photo luminescence emitted from particles under irradiation of ultraviolet. The high sensitivity detection may lead to non-contact and rapid method for this purpose.

3. Development of water purification method using non-equilibrium plasma

Generating non-equilibrium plasma which is contacting water surface can decompose stable organic compounds in water. We are developing a new method for water purification using this plasma system combined with solid wall on which carbon nanotubes are synthesized.

4. 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 nanomaterials.

5. 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.

6. Recovery of rare metals and nanoparticle synthesis by microorganism

Diluted rare metal ions are converted to nanoparticles by bioreduction. These nanoparticles are examined to use for catalysts in fuel cell, etc.

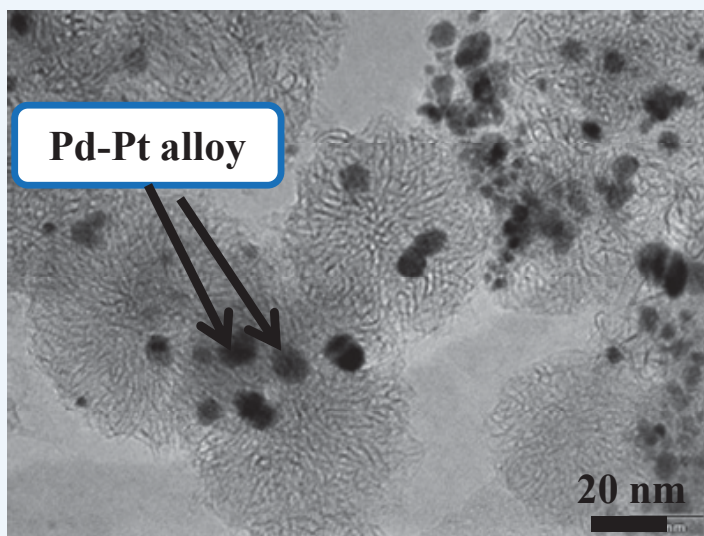


Fig. 2. TEM image of carbon nanohorns dispersed with Pd-Pt alloy nanoparticles synthesized using arc discharge.

図 2. アーク放電を利用して合成した Pd-Pt 合金ナノ粒子分散カーボンナノホーンの透過顕微鏡写真

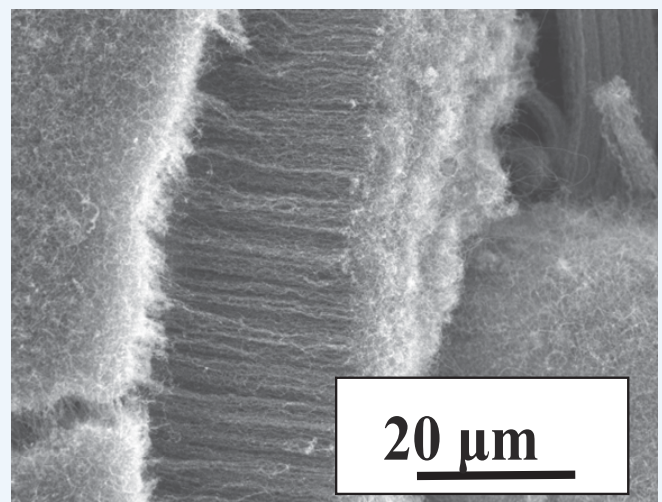
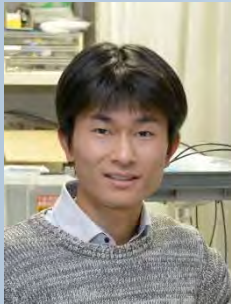


Fig. 3. SEM image of carbon nanotubes synthesized on surface of stainless steel electrodes at dielectrophoretic particle separator.

図 3. 誘電泳動粒子分離装置のステンレス電極表面に合成したカーボンナノチューブの SEM 像

エネルギープロセス工学 分野



准教授
田辺 克明

Assoc. Prof. K. Tanabe
tanabe@cheme.kyoto-u.ac.jp

当講座は、自然・再生可能エネルギー生成、高効率エネルギー利用など、資源および環境問題の解決につながる技術の開発を行っている。

1. 高効率・低コスト太陽電池の開発

私たちの直面するエネルギー資源枯渇問題と地球温暖化問題の解決策として太陽電池への期待は高い。しかし、大規模な普及には、現状からの大幅な高発電効率化と低コスト化が必要である。ニーズに応えるべく、太陽電池の新規材料系の開拓、低コスト作製法の実証、新動作原理やセル構造の検討(図1)といった研究を行っている。

2. 新規高性能水素貯蔵システムの開発

ローカルな電力貯蔵技術の確立は重要である。水素の吸脱着ダイナミクスモデリングを通し、律速素過程の把握から系全体としての水素吸着・吸収速度を大幅に高めるような新規工学手法の導入について理論・実験両面より検討している。

3. ナノ核融合発電システムの基礎的検討

光エネルギーやナノ構造体の生み出す新しい現象のメリットを活かした新規高効率核融合反応系の提案および実証に取り組んでいる。

4. 環境・情報熱エンジンナノデバイスの開発

熱・統計力学をベースとし、情報や環境の熱的ゆらぎから仕事を取り出すようなナノスケールのエネルギー変換素子の基礎的検討を進めている。

Energy Process Engineering

Assoc. Professor Katsuaki Tanabe

The research in this koza is focused on the development of the technology for renewable energy production and high-efficiency energy conversion/utilization.

1. High-efficiency, low-cost solar cells

We explore novel photovoltaic materials systems, low-cost mass production schemes, higher-efficiency device operation principles and structures for the realization of wide use of solar cells.

2. High-performance hydrogen storage systems

We introduce novel engineering techniques to improve the existing hydrogen-storage systems via a series of hydrogen dynamics modelling.

3. Nano nuclear-fusion electric generation systems

We investigate novel high-efficiency nuclear fusion power generators utilizing optical energy and nanostructured materials.

4. Environmental information engine nanodevices

We conduct fundamental investigations for nanoscale energy transducers to extract environmental order or information as new energy resources to be converted into electrical works.

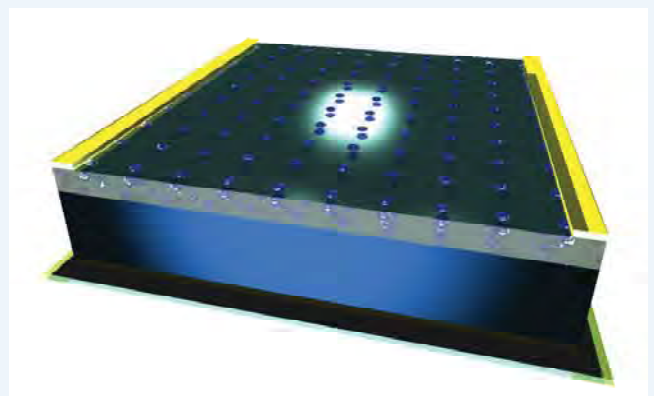


図1. ナノ構造を導入した太陽電池のイメージ
Fig. 1. Conceptual drawing of a nanostructure-enhanced solar cell.

ソフトマター工学分野

Soft Matter Engineering

Junior Assoc. Prof.

Jesús Rafael Alcántara Avila



講師

ヘスース ラファエル
アルカンタラ アビラ

Junior Assoc. Prof. J. R.
Alcántara Avila

jrafael@cheme.kyoto-u.ac.jp

この研究室は、プロセス強化(Process Intensification, PI)を通じた次世代化学プロセスの開発を目指している。PIは、より省エネルギー、省スペース、省コスト、高効率な技術を実現するためのアプローチである。

1. 相乗的プロセス開発

化学プロセスでの相乗効果(Cheical Process Synergy, CPS)は、プロセスをさらに強化するアプローチである。例えば、反応蒸留(すなわち、1つの装置において同時に化学反応および分離を行う)における熱交換および熱統合は、内部熱交換または熱的結合を個々に使用する現在の技術よりも高いエネルギー削減を達成することができる。

図1のプロセスは、より良い分離条件(低圧力差)、より良い反応条件(原料は化学平衡から遠く離れる)、塔間の流れがより少ないといった、優れた特徴を有する。これにより、エネルギー消費を47%削減できる。一方で内部熱交換は24%、熱的結合は42%のエネルギー消費を削減できた。

2. 非定常状態プロセス操作

短い生産時間で新製品を製造するという需要が高まっており、製品の需要の変化に対応できる柔軟なプロセスが必要となっている。このためには多機能装置を有するプロセスが必要である。

いくつかの商品では連続生産での操作方法と手順を開発する必要がある。例えば、反応条件を適切に操作することによって化学反応における収率や反応率をシフトさせて対応する。

This laboratory aims for the development of the chemical processes next generation through process intensification (PI). PI is an approach to realize smaller, cleaner, and more efficient technology.

1. Development of synergistic processes

Process synergy is an approach to enhance chemical processes further. For example, heat integration and thermally coupling in reactive distillation (i.e., the simultaneous chemical reaction and separation in one device) can attain energy savings higher than current technologies that use heat integration or thermally coupling individually.

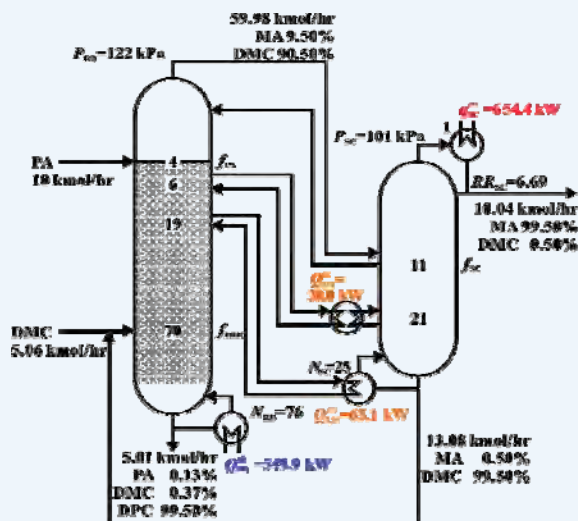


図1. 熱交換および熱統合を併用した相乗型反応蒸留
Fig. 1 synergistic reactive distillation process combining heat integration and thermal coupling

Fig. 1 has the following features that make it a better solution: better separation conditions (low pressure difference), better reaction conditions (reagents compositions are further away from the chemical equilibrium), and less recycle flow between columns. Fig. 1 can attain energy savings up to 47% while heat integration itself can attain only 24% and thermally coupling itself can attain 42%.

2. Operation of unsteady state processes

The increasing demand for new products with short production time requires flexible processes that can cope with changes in demand for products. Therefore, multifunctional equipment is necessary.

Operation methods and procedures must be studied to produce several chemicals continuously. For example, the manipulation of the reaction conditions can shift the yield or conversion in a chemical reaction.

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



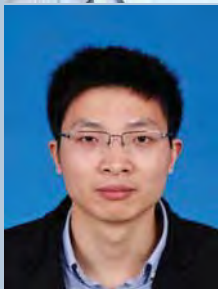
准教授
長嶺 信輔

Assoc. Prof. S. Nagamine
nagamine@cheme.kyoto-u.ac.jp



助教
引間 悠太

Assist. Prof. Y. Hikima
hikima@cheme.kyoto-u.ac.jp



特定助教
Long Wang

Program-Specific
Assist. Prof. L. Wang
wangl.kevin@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。

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発泡体の製造技術の確立を目指している。植物由来の軽量な補

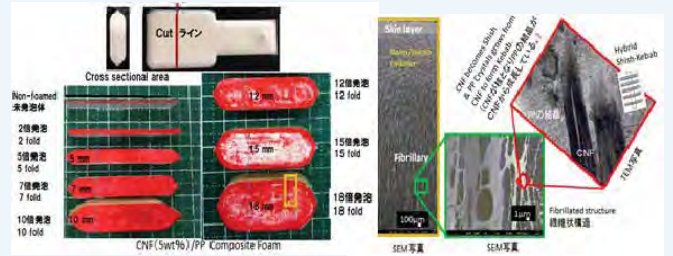


図 1. ポリプロピレン/セルロースナノファイバー複合体の 18 倍発泡成形体(世界最高レベル)
Fig. 1. The injection molded PP foam with the world highest expansion ratio fabricated by N_2 foaming with cellulose nanofibers using core-back injection molding

強用繊維として注目されているセルロースナノファイバー(CNF)をアイソタクチックポリプロピレン(iPP)に添加した、iPP/CNF ナノコンポジットのコアバック発泡射出成形により、発泡倍率 18 倍という超高発泡倍率射出成形体の作製を実現した。(図 1)

2. 低環境負荷のプラスチックへの無電解めっき

プラスチックへの無電解めっきにおいて、超臨界二酸化炭素の溶媒和効果を活かし、環境負荷の低い触媒担持法を開発してきた。本手法を疎水性樹脂に適用するため、親水性の共重合体の混練による樹脂表面改質について研究を進めている。ポリプロピレン(PP)樹脂表面付近に共重合体を層状に偏析させ、金属-高分子複合層の厚さを増大させ、めっき層の接着強度を向上させることに成功している(図 2)。

3. 静電紡糸法によるナノファイバーの作製

静電紡糸法とは高分子溶液に高電圧を印加しファイバー化する技術である。当研究室では、静電紡糸を利用した構造的ナノファイバーの作製を行っている。図 3 は水溶性高分子である PVA を原料とし、炭化過程における界面活性剤の分解により生じた塩を鋳型として作製した多孔質カーボンファイバーの SEM 像である。電気二重層キャパシタ電極への応用について検討している。

4. 近赤外イメージングによる高分子成形体解析

高分子成形体中に生じる化学組成分布や、残留ひずみの可視化を目的に、近赤外分光イメージングによる解析に取り組んでいる。この手法は近赤外領域の様々な波長で同時に試料の画像を撮影することで、化学情報の写真を撮影できる(図 4 左)。また偏光素子と組み合わせることで材料内の異方性も同時に可視化することに成功した(図 4 右)。

Materials Process Engineering

Professor Masahiro Ohshima
Assoc. Professor Shinsuke Nagamine
Assist. Professor Yuta Hikima
Assist. Professor Long Wang

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 CO₂ or N₂ gas. An ultrahigh expansion ratio of 18-fold isotactic polypropylene (iPP) / cellulose nanofibers nanocomposite foams were fabricated (Fig. 1), nevertheless, the achievable highest expansion ratio obtained for pure iPP foams was merely 10-fold.

2. Environmentally-benign Electroless Plating

The conventional electroless plating on plastic resins requires the use of strong acid and a large amount of water to impregnate the plastic with catalyst. We have been developing a new environmentally benign electroless plating process using supercritical CO₂ that dissolves the precursor of catalyst and plasticizes the resin. Recently we succeeded in the electroless plating on strongly hydrophobic polypropylene by blending it with a hydrophilic copolymer that modified the surface hydrophilicity and thickened the metal/polymer

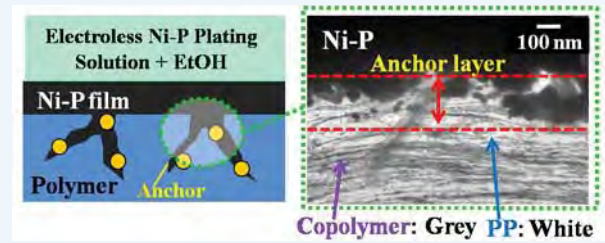


Fig. 2. Schematic diagram and TEM image of electroless plated PP blended with hydrophilic copolymer.
図 2. 親水性共重合体を混練した PP への無電解めっき膜の模式図と TEM 写真
composite layer (Fig. 2).

3. Nanofibers by Electrospinning

Electrospinning is a simple method for producing polymer nanofibers by applying a high voltage to the polymer solution. We have been studying on the fabrication of nanofibers with core-shell or porous structure. Fig. 3 shows SEM images of porous carbon nanofibers prepared from PVA. The unique pore structure was formed derived from salt particles generated by the decomposition of surfactant during carbonization process. The application of the porous nanofibers as electrodes of electric double layer capacitor is being studied.

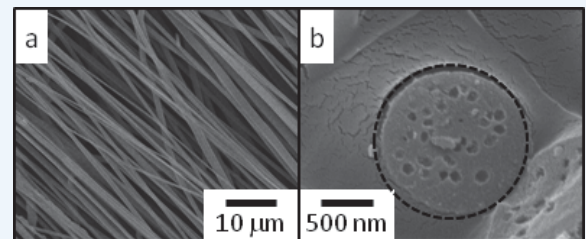


Fig. 3. SEM image of porous carbon nanofibers from PVA.
図 3. PVA より作製した多孔質カーボンファイバーの SEM 写真 (a) 全体図, (b) 断面図

4. NIR Imaging for Polymer Products Analysis

Near-infrared (NIR) spectroscopic imaging camera is a promising device to detect the chemical information in polymer products. Two-dimensional distribution of chemical composition can be extracted from hyper-spectral cube (Fig. 4) by chemometric techniques. The anisotropy in the injection-molded poly-(lactic acid) (PLA) was able to be visualized by combining NIR spectroscopic imaging camera with polarized light.

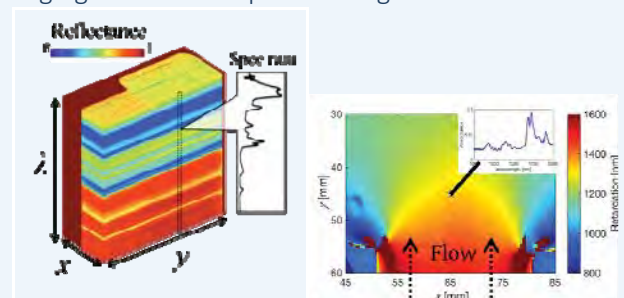


Fig. 4. NIR spectral imaging data of injection-molded PLA.
図 4. PLA 成形体の近赤外イメージングデータの模式図と偏光測定により得られた複屈折分布

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



助教
金 尚弘

Assist. Prof. S. Kim
kim@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

μm スケールの微小空間を利用して効率的な化

学合成を可能にするマイクロ化学プロセス(MCP)は、革新的物質生産方式として脚光を浴びている。MCPの実用化に向けて、本研究室では、MCPの設計・計測・制御に必要な基盤技術を開発している。例えば、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た装置構造・形状・寸法設計、カルマンフィルタを利用した運転監視と制御、閉塞診断機能を備えた分配器による生産量増大、の研究開発と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

スーパーストラクチャーを利用してプロセス合成問題を定式化し、最適なプロセス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、木質バイオマス利用構造の最適化、石油精製への新たな要素技術導入可能性評価、さらに省エネルギー型分離プロセス(蒸留、蒸留+膜)の合成法などを開発している。

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時間スケールの違いにある。この点をふまえ、需要の不確定性や生産・輸送リードタイムを考慮した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・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。例えば、メンテナンスフリーを実現できる適応型仮想計測システムの設計法、製薬向け Process Analytical Technology (PAT) の開発などを行っている。

Process Control & Process Systems Engineering

Professor Shinji Hasebe
Assist. Professor Osamu Tonomura
Assist. Professor Sanghong Kim

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

The superstructure based synthesis procedures are applied to various synthesis problems: i) the process network that produces chemicals from woody biomass, ii) the oil refinery process considering the newly developed processing facilities, iii) distillation process elementary component of which is a tray, iv) the separation processes consisting of distillation and membrane

units.

The uncertainty in the product demand and the time scale difference in the problems are dominant reasons that disrupt the unified modeling of the planning and the scheduling problems. Supply chain management systems are developed by considering the various types of uncertainties and the different lead times on processing and shipping.

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.

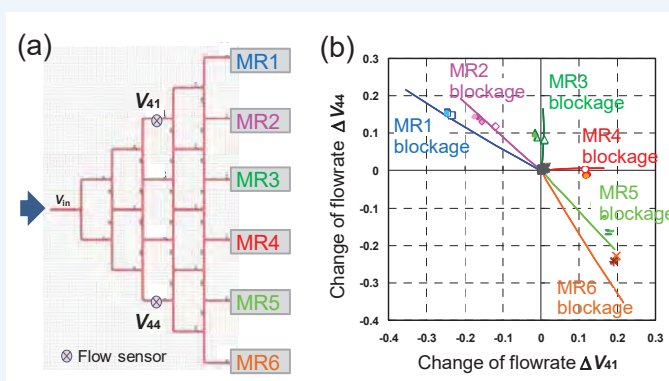


Fig. 1. Blockage diagnosis in parallelized microreactors (MRs): (a) an increase in the production capacity of a microplant by external numbering-up approach and (b) a result of blockage diagnosis by using the ratios of flowrate differences between normal and abnormal conditions at one sensor to those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

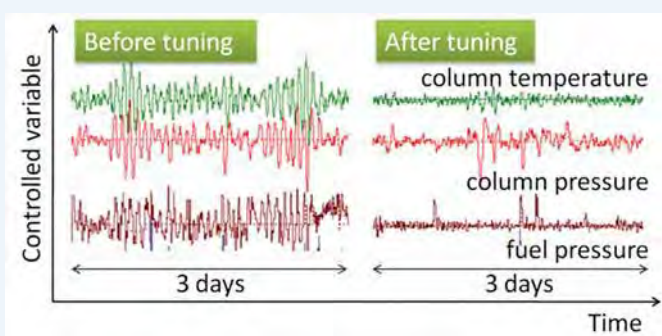


Fig. 2. Application of E-FRIT to a petrochemical plant.

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
村中 陽介

Assist. Prof. Y. Muranaka
muranaka@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) 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) セルロースの高効率酸糖化法の開発
- (e) バイオマスからの各種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，低温COシフト反応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
- (c) マイクロリアクターを用いた二元系触媒の構造制御

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，技術に連動した新しい環境評価法についても検討し，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。

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) マイクロリアクターによる高分子の厳密制御法の開発
- (e) 液液迅速抽出デバイスの開発
- (f) 気液マイクロリアクターの開発
- (g) マイクロ蒸留操作の検討

Environmental Process Engineering

Professor Kazuhiro Mae
Assoc. Professor Taisuke Maki
Assist. Professor Yosuke Muranaka

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.

- Pretreatment of biomass under mild conditions for separation into
- New pyrolysis method for wood biomass.
- Kinetic model of biomass pyrolysis and gasification.
- Efficient acid saccharification of cellulose
- 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 CO shift reaction 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 CO shift reaction at low temperatures.
- Methodology for strict structural control of catalyst using a microreactor.

3. Design of ecological industry

As a new concept for ecological processing is proposed, co-production scheme of energy and materials using waste heat and materials is investigated. On the other hand, a new evaluation method for environmental impacts associated with technology is presented; the possibility of ecological industry network is investigated.

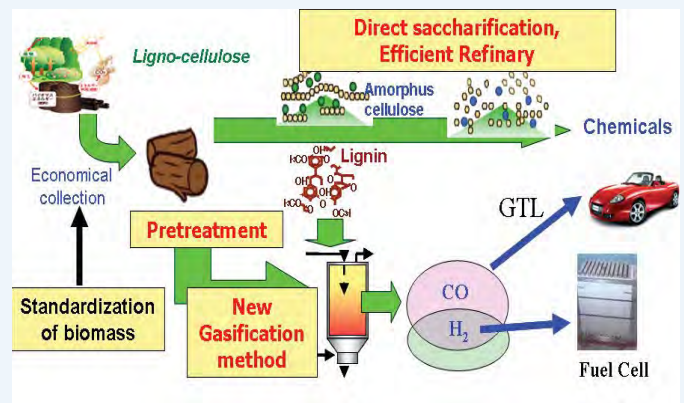


Fig. 1. Research strategy for efficient biomass utilization biomass.

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_2 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.
- Production methodology for polymer having strict structure production using microreactor.
- Development of micro device for rapid liquid-liquid extraction
- Developments of gas-liquid microreactor.
- Development of micro distillation device.

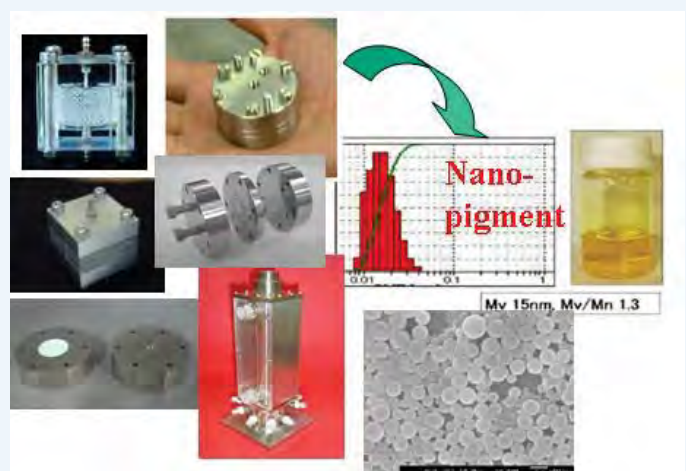


Fig. 2. Original microreactors developed in our laboratory and nano-particles produced by use of these reactors.

図2. 当研究室で開発してきたマイクロリアクター群。それら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



助教
丸山 博之

Assist. Prof. H. Maruyama
Hiroyuki.Maruyama
@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の開発を目指して研究を行っている。微粉体は、工業分野で広く利用されているが、粒子の挙動は極めて複雑であり、諸条件によって変化するので、微粒子の高度利用および環境保全の観点から、詳細な解明が望まれる。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特性の評価が重要である。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) 大気圧低温プラズマによる粒子の帯電
- (2) 粒子の摩擦帯電機構の解析
- (3) 遠心接触式粒子帯電制御法の開発と応用
- (4) 管内固気二相流摩擦帯電微粒子の特性評価
- (5) 振動と外部電場を利用した2段階システムによる摩擦帯電粒子の特性評価

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。

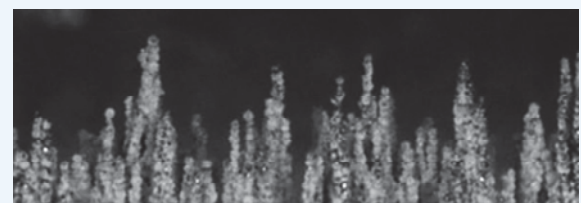
- (1) 各種複合場における付着強度分布の解析
- (2) 流動性プロファイルの解析

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えているが、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

Airflow →



500 μm

図 1. 気流法による2成分電磁粒子の付着強度分布測定(粒子は壁面に垂直に立ち並ぶ)

Fig. 1. Measurement of adhesive strength distribution of two-component electro-magnetic particles by air flow method (particles are aligned in chains perpendicular to wall surface).

Particle Technology

Professor Shuji Matsusaka
Assist. Professor Hiroyuki Maruyama

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 industry, 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., electro-photography, 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. Particle electrostatic charging by atmospheric pressure low-temperature plasma.
2. Analysis of triboelectric charging of fine particles.
3. Development of a particle charge controller using centrifugal force and its application.
4. Characterization of fine particles triboelectrically charged in gas–solid pipe flow.
5. Characterization of particles triboelectrically charged by a two-stage system with vibrations and external electric fields.

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 nano-particles

The demand for submicron- and nano-particles 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 μm , 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. Multilayered structure of bubbles generated in a fine powder bed oscillating horizontally with small amplitude.

図 2. 微小水平振動に伴う微粉体層内の気泡群の形成



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

図 3. 振動剪断流動によるナノ粒子の精密定量供給

環境安全工学分野



准教授
中川 浩行

Assoc. Prof. H. Nakagawa
hiroyuki@cheme.kyoto-u.ac.jp

当分野は、安全で低環境負荷を目指した環境浄化ならびに劣質炭素資源の有効利用プロセスの開発を行っている。

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. バイオマス廃棄物の高効率転換利用

利用の難しい高含水なバイオマス廃棄物の資源化は、エネルギー資源の乏しい日本にとって重要な技術である。高活性な触媒で高含水エタノールを液相改質し、メタンや水素といった利用価値の高いガスに高速転換する技術や可溶化後のバイオマスを液相中で効率よくかつ制御しながら酸化改質し、有用な化学物質に転換する技術の開発を行っている。

Environment and Safety Engineering

Assoc. Professor Hiroyuki Nakagawa

We have focused on developing safety and environment-friendly processes for environmental cleanup and utilization of carbon resources which are considered to be low-grade.

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 wet biomass resources

It is essential to utilize wet biomass as valuable resources in Japan. Diluted bio-ethanol is reformed in aqueous phase to convert H_2 or CH_4 using active carbon-base metal catalysts. Solubilized biomass fraction is oxidized in aqueous phase to convert to valuable chemicals by oxidation control and low energy input.



図1. 撚線電極を用いた大気圧プラズマ反応器

Fig. 1. Non-thermal plasma reactor with unique twisted wire electrodes for decomposition of VOC at room temperature.

学際融合教育研究推進センター
日本-エジプト連携教育研究ユニット
E-JUST アカデミック スタッフ

Japan-Egypt Cooperative Education
and Research Unit,
Center for the Promotion of Interdisciplinary
Education and Research

E-JUST Academic Staff
Assoc. Professor Kenji Yoshimoto



特定准教授
吉元 健治

Program-Specific
Assoc. Prof. K. Yoshimoto
yoshimoto1@cheme.kyoto-u.ac.jp



非常勤講師

INVITED LECTURER



馬場 一嘉
株式会社ダイセル
姫路技術本社 生産技術室 兼
生産技術室生産革新センター
プロセス設計

Kazuyoshi Baba
Senior Manager,
Production Technology Management,
Daicel Corporation
Process Design



技術職員

TECHNICAL STAFF



名村 和平
技術部 技術室
化学電気系グループ
吉田地区等技術支援

Kazuhei Namura
Technical Office,
Faculty of Engineering

名誉教授

PROFESSORS EMERITI

		在任期間			Term of service
岡崎 守男	Morio Okazaki	1965 – 1997	増田 弘昭	Hiroaki Masuda	1973 – 1979, 1989 – 2007
橋本 健治	Kenji Hashimoto	1963 – 1999			
原田 誠	Makoto Harada	1964 – 1999	東谷 公	Ko Higashitani	1992 – 2008
橋本 伊織	Iori Hashimoto	1972 – 2003	三浦 孝一	Kouichi Miura	1976 – 2013
荻野 文丸	Fumimaru Ogino	1968 – 2003	田門 肇	Hajime Tamon	1977 – 2017
谷垣 昌敬	Masataka Tanigaki	1972 – 2006			

人員構成

CONSTITUENT NUMBERS

		Numbers	as of 1 June 2018
教授	8	Professors	
准教授(特定准教授含む)	7	Associate professors (including Program-Specific staff)	
講師	3	Junior associate professors	
助教(特定助教含む)	9	Assistant professors (including Program-Specific staff)	
非常勤講師	1	Invited lecturer	
研究員	11	Postdocs and research staff	
技術職員	1	Technical staff	
事務職員	2	Administrative officials	
非常勤職員	8	Part-time employees	
大学院生(博士後期課程)	15	Graduate students (doctoral program)	
大学院生(修士課程)	82	Graduate students (master's program)	
学部学生(4年次)	43	Undergraduate students (fourth year)	
学部学生(3年次)	40	Undergraduate students (third year)	
研究生	0	Research students	
特別聴講生	1	Auditing student (graduate course)	

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

学部課程プログラム

1回生 (工業化学科)

工学序論
工業化学概論
基礎物理化学(量子論)
基礎物理化学(熱力学)
基礎有機化学I, II
基礎化学実験
物理学基礎論A, B
物理学実験
自然現象と数学
微分積分学(講義・演習)A, B
線形代数学(講義・演習)A, B
統計入門
情報基礎 (工学部)
情報基礎演習 (工学部)

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
高分子化学序論
微分積分学続論I - ベクトル解析
微分積分学続論II - 微分方程式
熱力学
振動・波動論
解析力学
力学続論

2回生 (化学プロセス工学コース)

物理化学I(化学工学)
化学工学量論
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
GLセミナーI(企業調査研究)
GLセミナーII(課題解決演習)

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
化学プロセス工学実験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)
工学部国際インターンシップ1,2

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

修士課程プログラム

*移動現象特論
*Advanced Topics in Transport Phenomena (英語科目)
*分離操作特論
*反応工学特論

*Chemical Reaction Engineering, Advanced (英語科目)

*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
プロセス設計
化学工学特論第一, 二, 三, 四
*研究インターンシップ(化工)
*化学工学セミナー1~4
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
(英語科目)
*現代科学技術特論(英語科目)
*先端科学機器分析及び実習
I, II
*エンジニアリングプロジェクト
マネジメント
*エンジニアリングプロジェクト
マネジメント演習
*安全衛生工学
*JGP計算実習(CFD)
*JGP計算実習(MO)
*研究倫理・研究公正(理工系)
*学術研究のための情報リテラシー
基礎
*大学院生のための英語プレゼン
テーション
研究論文(修士)

博士課程前後期連携プログラム (高度工学コース 5年型, 4年型)

修士課程科目に加え
*化学工学特別セミナー1~7
*現代科学技術の巨人セミナー
「知のひらめき」
*研究論文(博士)

博士後期課程プログラム

(高度工学コース 3年型)
上の一覧中の * 印を付した科目

CURRICULUM

Undergraduate Course Program of Chemical Process Engineering

Undergraduate School
of Industrial Chemistry
Faculty of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School of Engineering

Undergraduate Program

First year (Undergraduate School of Industrial Chemistry)

Introduction to Engineering
Introduction to Industrial Chemistry
Basic Physical Chemistry (quantum theory)
Basic Physical Chemistry (thermodynamics)
Basic Organic Chemistry I, II
Fundamental Chemical Experiments
Fundamental Physics A, B
Elementary Course of Experimental Physics
Mathematical Description of Natural Phenomena
Calculus with Exercises A, B
Linear Algebra with Exercises A, B
Introductory Statistics
Information Processing Basics (Eng.)
Exercises in Information Processing Basics (Eng.)

Second year (UG School of Industrial Chemistry)

Physical Chemistry: Fundamentals and Exercises
Exercises in Basic Organic Chemistry
Basic Inorganic Chemistry
Fundamentals of Chemical Process Engineering
Introduction of Polymer Chemistry
Advanced Calculus I - Vector Calculus
Advanced Calculus II - Differential Equations
Thermodynamics
Physics of Wave and Oscillation
Analytic Dynamics
Advanced Dynamics

Second year (Chemical Process Engineering Course)

Physical Chemistry I (ChE)
Material and Energy Balances
Inorganic Chemistry I (ChE)
Fundamental Fluid Mechanics
Mathematics for Chemical Engineering I (ChE)
Computer Programming in Chemical Engineering
Chemical Reaction Engineering I
Global Leadership Seminar I, II

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)
International Internship of Faculty of
Engineering I, II

Fourth year (Chemical Process Engineering Course)

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

Graduate Programs

Master's program (2 years)

- *Advanced Topics in Transport Phenomena
- *Advanced Topics in Transport Phenomena (in Eng.)
- *Separation Process Engineering, Adv.
- *Chemical Reaction Engineering, Adv.
- *Chemical Reaction Engineering, Adv. (in Eng.)
- *Advanced Process Systems Engineering
- *Process Data Analysis
- *Fine Particle Technology, Adv.
- *Surface Control Engineering
- *Engineering for Chemical Materials Processing
- *Environmental System Engineering
Process Design
Special Topics in Chemical Engineering I – IV
- *Research Internship in Chemical Engineering
- *Chemical Engineering Seminar I – IV
Research in Chemical Engineering I – IV
- *Introduction to Advanced Material Science and
Technology (in Eng.)
- *Advanced Modern Science Technology (in Eng.)
- *Instrumental Analysis, Adv. I, II
- *Project Management in Engineering
- *Exercise on Project Management in Engineering
- *Safety and Health Engineering
- *JGP Computer Simulation (CFD)
- *JGP Computer Simulation (MO)
Research Ethics and Integrity (Science & Technology)
- *Basics of Academic Information Literacy
- *Presentation for Graduate Students
Research Work (Master Thesis)

Integrated Master's-Doctoral Program

- (5-year or 4-year programs of Advanced Engineering Course)
The subjects offered in the master's program and
- *Special Seminar in Chemical Engineering 1–7
 - *Frontiers in Modern Science & Technology
 - *Research Work (Doctor Thesis)

Doctoral Program

(3-year program of Advanced Engineering Course)
The classes offered in the doctoral program are
shared with the other programs and are
highlighted by asterisks * in the lists above.

スーパーグローバルコース

SUPER GLOBAL COURSE

世界トップレベルの大学との教育研究交流を加速・実現することを目的として、文部科学省は平成26年度よりスーパーグローバル大学創成支援事業 (Top Global University Project) を開始した。京都大学は、この事業に「京都大学ジャパン・ゲートウェイ構想 (通称JGP)」として応募し、トップ型13校の1校として採択された。JGPの主な活動項目に、高い国際競争力をもつ分野での国際共同教育プログラムの設置を目指した教育・研究コース (スーパーグローバルコース) の設置があり、平成29年4月現在、6つの分野 (化学、数学、医学生命、人文社会、環境学、社会健康医学) が開設されている。

化学系6専攻では、平成27年度より工学研究科融合工学コース 物質機能・変換科学分野のサブコースとしてスーパーグローバルコースを開設し、教育活動を開始している。本コースでは、国際共同教育プログラムの連携相手校として、米国のマサチューセッツ工科大学 (MIT) を選定し、大学間の学術交流協定 (MoU) や学生交流協定を締結し、国際性豊かな教育を実施している。

当コースには、平成29年4月現在12名の大学院生 (そのうち化学工学専攻学生が4名) が所属し、教育・研究活動に励んでいる。本コースでは、海外連携大学等の教員を特別招へい教授として招へいし、集中講義形式の連続講義を実施するなど、博士後期課程の講義はすべて英語で行っている。また、海外連携大学における学生の長期研究インターンシップ、国際ワークショップ、学生が主体となる国際学生ワークショップなどを実施し、国際性を有しリーダーシップがとれる研究者の育成を目指している。また、本コース実施に伴い、学生のみならず若手教員の国際交流も活発化してきている。

URL of the website of the Unit for SGC in Chemistry and Chemical Engineering

<http://www.jgp-cche.t.kyoto-u.ac.jp/>

Under the umbrella of the Top Global University Project supported by MEXT, Kyoto University started "the Japan Gateway: Kyoto University Top Global Program" in 2014. This program plans to establish international joint education programs called "Top Global Courses" at graduate schools covering research areas in which KU has significant international competitiveness.

The six chemistry-based departments of the Graduate School of Engineering, which constitute one of the world's largest graduate schools in the field of chemistry, have participated in this program as "Top Global Courses in Chemistry and Chemical Engineering." Taking full advantage of the strengths of these departments, we aim to establish an advanced education system.

In this course, most lectures are conducted in English, including intensive lecture courses by faculty members of overseas partner universities such as MIT. The research-based long term internship at the partner universities is also executed with the aim of encouraging graduate students to develop broader perspectives and an international mindset. In addition, international workshops and student-organized international workshops are held in order to share information on our research activities, both domestically and abroad and to expose students and researchers to an international research environment, thereby further enhancing our strengths in research and education.

The Department of Chemical Engineering participates positively in this project, and 4 out of 12 graduate students studying in this course in 2019 belong to our department.



Photos: SGC International Workshop

国際交流

本専攻では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、国際社会に本専攻における研究成果を発信し続けている。下図は、過去15年間に本専攻に滞在した留学生・外国人研究者の出身地別の人数の推移を示している。約70%を占めるアジアとの交流はもちろん、欧州や北南米との交流も盛んである。

実施している国際交流活動の具体例を挙げる。

1. 世界各国から学生を博士、修士課程に受け入れて研究指導し、学位取得を支援している。
2. 世界各国から優秀な研究者や教員を採用し、本専攻で研究教育活動に寄与させている。
3. 若手教員、博士課程学生、修士課程学生の国際会議参加、調査渡航等に助成している。
4. 海外の大学等との学生交流協定に基づいて、当専攻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を実施している。

海外から出願者は、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月に行っている。

4の活動の最も代表的な例は、ドイツ国ドルトムント工科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、修士課程学生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

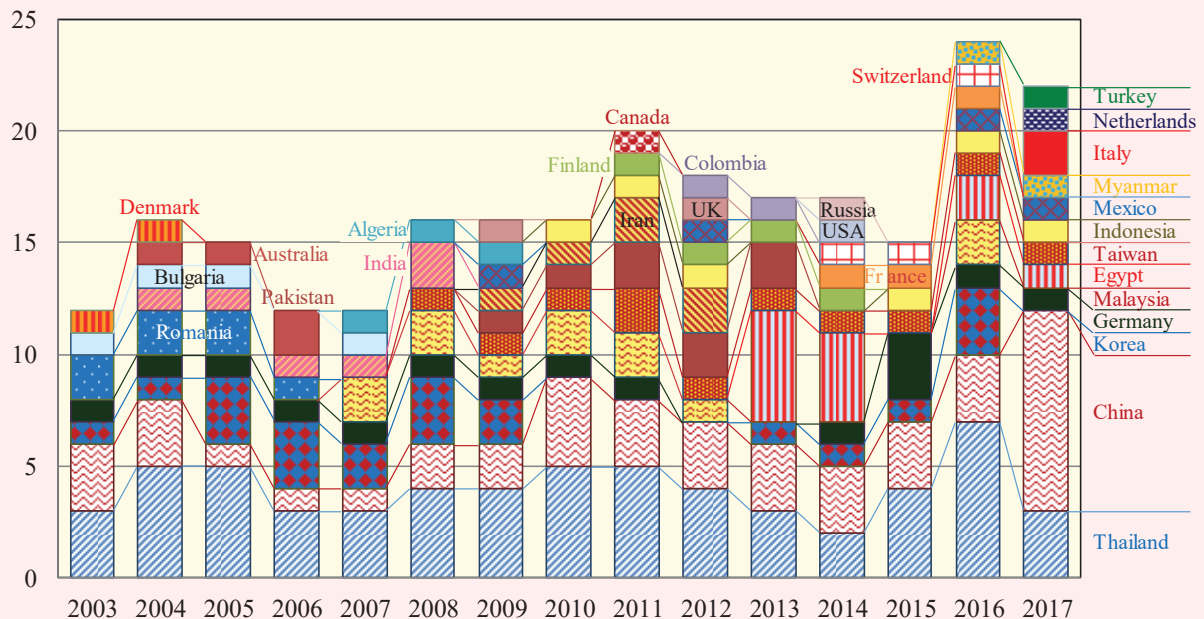
修を実施する。また、秋にはドルトムント工科大学の生物・化学工学専攻の学生6名を日本に受け入れ、日本の企業で2ヶ月間のインターンシップ研修を実施している。両大学の学生たちは、研修中に両国の文化の違いも含めて、何を学んできたかを英語で発表し討論する。2010年度からは、独立行政法人日本学生支援機構の留学生交流支援制度(ショートステイ、ショートビジット)のプログラムに採択されており、両大学学生1名につき月8万円の奨学金が支給され、経済的支援を充実した形で本インターンシップを実施している。

さらには、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設立された少数精鋭の国立大学(エジプト-日本科学技術大学E-JUST)の支援を2010年度から行っている。E-JUST化学・石油化学専攻の運営・教育は本専攻教員が中核となって支援している。派遣している吉元健治准教授は滞日中は本専攻で活動している。E-JUSTの他にも、チュラロンコン大学(タイ)などに教員が赴き、授業や研究指導を行なうなど、世界の大学と緊密な協力関係を保っており、随時、学生の派遣、受け入れも行っている。

部局間学術交流協定締結大学について
<http://www.oc.kyoto-u.ac.jp/agreement/faculty-mou/>

国際インターンシッププログラムについて
<http://www.ch.t.kyoto-u.ac.jp/ja/information/internship>

E-JUSTについて
<http://www.ejust.cpier.kyoto-u.ac.jp/>



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

INTERNATIONAL ACTIVITIES

The Department is welcoming visiting researchers as well as admitting undergraduate, graduate, and 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 41 universities in 20 countries around the world. To promote mutual cooperation in scientific research, these agreements facilitate measures that encourage joint research implementation, exchanges of students, researchers and academic staff, and exchanges of scientific information. Especially, under inter-departmental student exchange agreements, the students who come from the oversea partner universities can participate in the research activities and classes in our department with tuition fee exemptions. The details can be seen at the URL shown at the end.

Kyoto University currently has scientific exchange agreements in place with a total of 153 universities, 4 university groups, and institutes in 50 countries.

One of the major international exchange activities of the Department is the international internship program between our Department and Technical University of Dortmund in Germany. This program was established in 1990 and it has been lasting more than 25 years. Every year, we send usually 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-month internship. In return, we usually welcome six German students in October and assign the two-month internship at a Japanese industrial company to each student. In the year 2017, the number of students was five on each side and the internship program was



Photo: Wrap-up meeting at our Department in 2017.



Photos: Scenes of exchanging culture and opinions through the internship program in Germany in 2017.

supported by five German companies (Evonik Industries AG, Bayer AG, Envimac Engineering GmbH, Kuraray Europe GmbH, ATEX Explosionsschutz GmbH), and five Japanese companies (Kaneka Corp., Kobe Steel, Ltd., Sanyo Chemical Industries, Ltd., Kao Corp., and Sumitomo Bakelite Co., Ltd.). We would like to appreciate the companies in both countries who support this program and give the opportunity the young prospecting students to learn the business and culture.

The newest activity in our department is the Egypt-Japan University of Science and Technology (E-JUST), which is a new university in Alexandria, Egypt, built as the product of a long standing partnership between Egyptian and Japanese governments. Our department fully supports their education and operation of the Department of Chemical and Petrochemical Engineering, School of Energy, Chemical and Environmental Engineering as a Kyoto University's international activity. Associate Professor Kenji Yoshimoto is sent from Kyoto University to E-JUST. He works at our Department during his stay in Japan.

Overseas Partner Institutions:

<http://www.oc.kyoto-u.ac.jp/agreement/en/faculty-mou/>

International Internship Program:

<http://www.ch.t.kyoto-u.ac.jp/en/information/internship>

E-JUST:

<http://www.ejust.cpiet.kyoto-u.ac.jp/?lang=en>



Photo: Japanese intern students at Technical University of Dortmund in 2017.

学生の進路

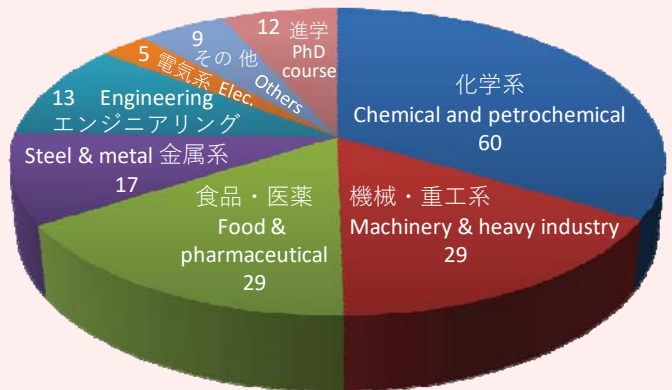
CAREER OPTIONS

過去5年間の修士課程修了者の進路を業種別に図に示す。化学系を中心に、電気、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。2017年度大学院修了者の進路は次のとおりである。

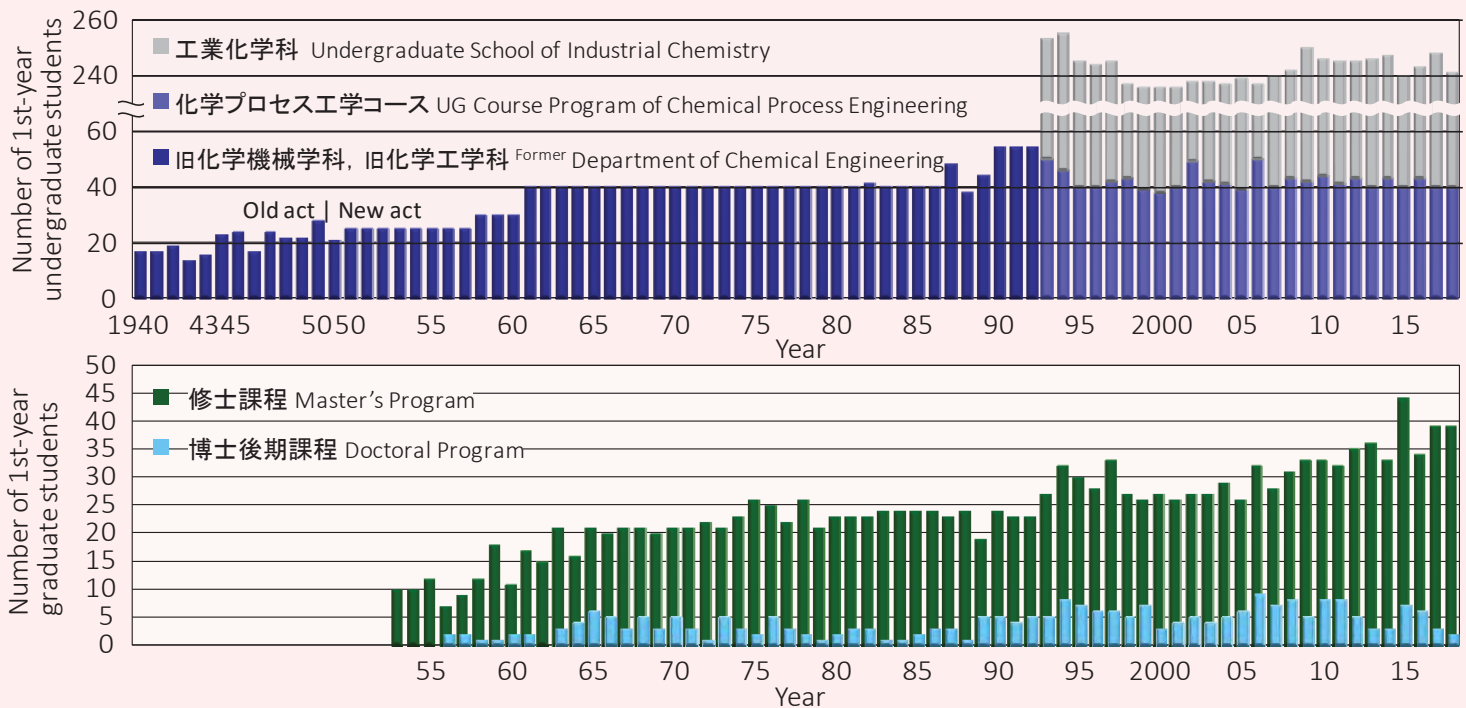
P&G(2名)、花王(2名)、カネカ、昭和電工、積水化学工業、丸善石油化学、三井化学、三菱ケミカル、ユニ・チャーム、IHI、川崎重工業、トヨタ自動車、協和発酵バイオ、サントリー(2名)、神戸製鋼所(2名)、新日鐵住金、JFEエンジニアリング、新日鐵住金エンジ(2名)、日揮(2名)、住友電気工業、大阪ガス、国際石油開発帝石、日本ガイシ、東海旅客鉄道、伊藤忠商事、大和証券、三菱UFJ銀行、博士後期課程(2名)。

学部卒業者の大部分は修士課程(1名はエネルギー科学研究科、4名は東京大学)に進学し、3名が、旭化成、アイシン・エイ・ダブリュ、関西丸和ロジスティクスにそれぞれ就職した。

The pie chart shows distribution of companies and organizations which the new graduates of the Department entered these 5 years. In April 2018, two graduates entered our Doctoral Program and the other graduates found jobs at P&G (2), Kao (2), Kaneka, Showa Denko, Sekisui Chemical, Maruzen Petrochemical, Mitsui Chemicals, Mitsubishi Chemical, Unicharm, IHI, Kawasaki Heavy Industries, Toyota Motor, Kyowa Hakko Bio, Suntory (2), Kobe Steel (2), Nippon Steel & Sumitomo Metal, JFE Engineering, Nippon Steel & Sumikin Engineering (2), JGC (2), Sumitomo Electric Industries, Osaka Gas, INPEX, NGK Insulators, Central Japan Railway, Itochu, Daiwa Securities, and MUFG Bank.



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



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

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)

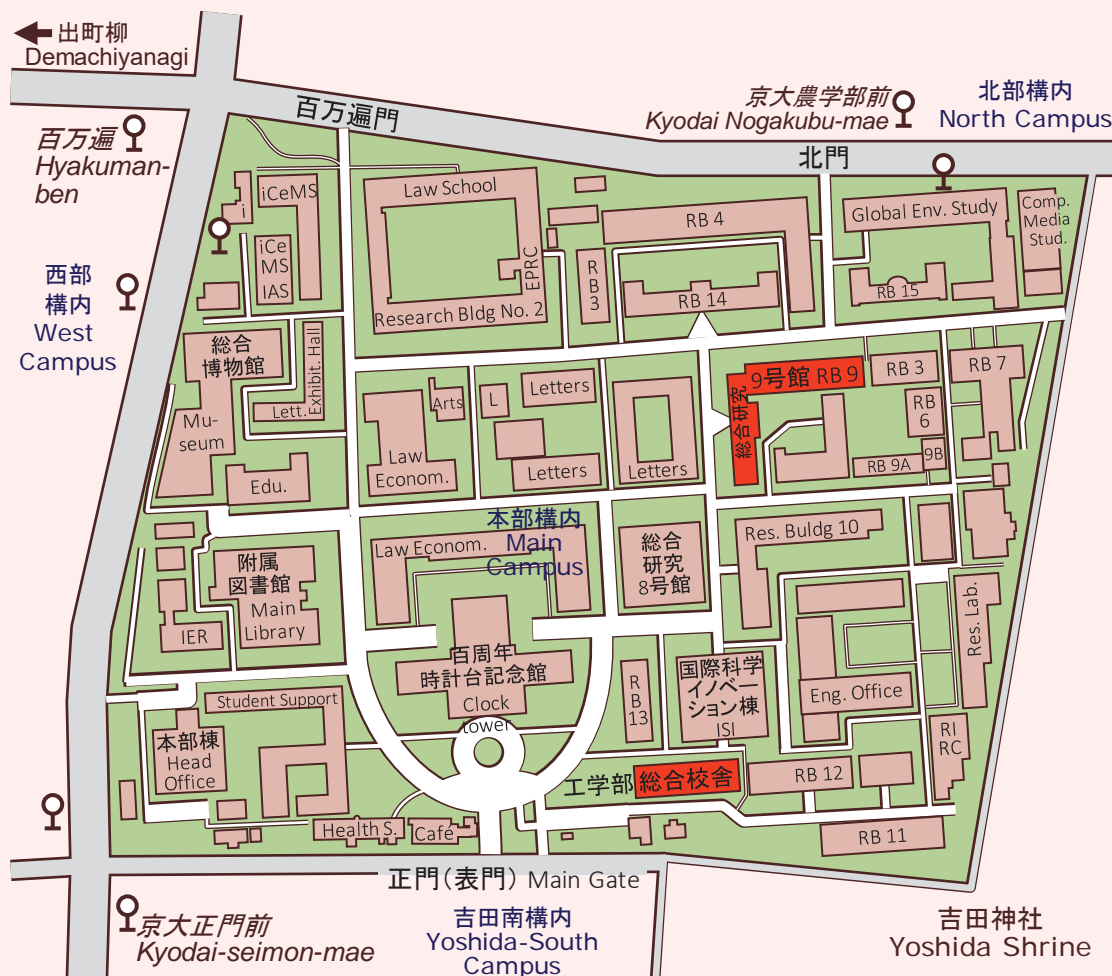
Take a Kyoto City Bus #3, #17, #31, or #201 and get off at “Hyakumanben.”

■From the Demachiyana Station (Keihan)

Walk eastwards for 20 min.

工業化学科事務室: 吉田キャンパス総合研究9号館 (旧称: 工学部3号館) 西棟

The School Office of Industrial Chemistry is located in the West Wing of Research Building No 9.



キャンパスマップ&アクセス (桂キャンパス)

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」または「京大桂キャンパス前」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」または「京大桂キャンパス前」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(桂駅からは上記*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」または「京大桂キャンパス前」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

■高速道路から

京都縦貫道 大原野IC, 沓掛ICが最寄出口

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.

A4棟のドアは常時施錠されています。
A2棟地上階(3階)の自動ドアから入館し、
渡り廊下でA4棟へお越しください。

■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" or "Kyodai Katsura Campus 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" or "Kyodai Katsura Campus Mae."

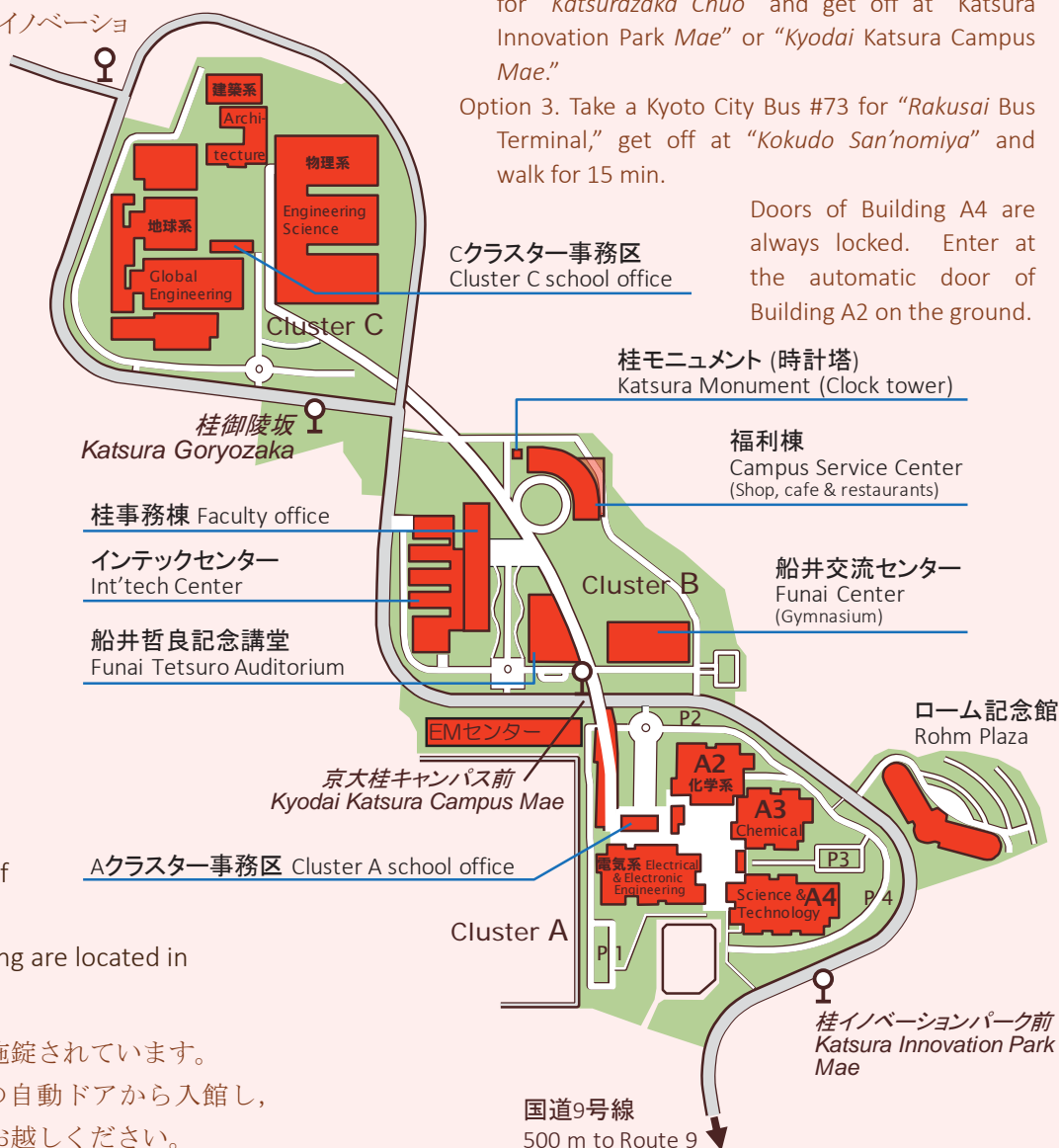
■From the Kyoto Station (JR, Kintetsu)

Option 1. Go to "Shijo" by Subway, transfer to Hankyu at "Karasuma," and come to "Katsura." (From the Katsura Station, see * above.)

Option 2. Take a Keihan Kyoto Kotsu Bus #21 or #21A for "Katsurazaka Chuo" and get off at "Katsura Innovation Park Mae" or "Kyodai Katsura Campus Mae."

Option 3. Take a Kyoto City Bus #73 for "Rakusai Bus Terminal," get off at "Kokudo San'nomiya" and walk for 15 min.

Doors of Building A4 are always locked. Enter at the automatic door of Building A2 on the ground.



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 2018 年度版

Kyoto University –
Department of Chemical Engineering
Department Brochure 2018

Copyright ©2018 京都大学大学院工学研究科
化学工学専攻

Copyright ©2018 Department of Chemical Engineering,
Kyoto University

2018 年 7 月 9 日発行
発行部数 810 部

Published date July 9, 2018
Circulation 810 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 30 年度 教科小委員会

Editorial Board Curriculum Committee 2018

編集長 河瀬 元明

Editor in Chief Motoaki Kawase

編集委員 山本 量一, 宮原 稔,
佐野 紀彰, 田辺 克明,
長嶺 信輔, 長谷部 伸治,
牧 泰輔, 松坂 修二,
中川 浩行, J. R. Alcántara Avila

Editors Ryoichi Yamamoto, Minoru Miyahara,
Noriaki Sano, Katsuaki Tanabe,
Shinsuke Nagamine, Shinji Hasebe,
Taisuke Maki, Shuji Matsusaka,
Hiroyuki Nakagawa, J. R. Alcántara Avila

印刷・製本 株式会社 あおぞら印刷

Printer Aozora Printing, Kyoto, Japan



京都大学
Kyoto University

2018
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>