

# ARC

**Aluminium Research Center  
University of Toyama**

富山大学 先進アルミニウム国際研究センター



UNIVERSITY OF TOYAMA

# 富山大学 先進アルミニウム国際研究センターについて

## Aluminium Research Center at University of Toyama



センター長  
小野 英樹 教授  
ONO, Hideki

Professor,  
Director of Aluminium  
Research Center

### ○センター長挨拶○

アルミニウムは、その軽量性と高い機能性から、輸送機器、建築部材、電気・電子分野など、幅広い産業領域で利用が拡大してきました。一方で、アルミニウムの製錬には多量の電力を必要とし、結果として環境負荷、とりわけ二酸化炭素排出量の増大が課題となっています。持続可能な社会の構築が求められるなかで、アルミニウムをいかに循環活用しサーキュラーエコノミーを実現していくかは、材料科学工学における重要なテーマです。

その鍵となるのが「リサイクル」です。アルミニウムは再生時に必要なエネルギーが新地金製造時の約 3%に抑えられるため、その特性を損なうことなく循環利用することができればこれからの資源循環型社会の実現に大きく貢献が可能です。リサイクルアルミニウムの活用は、環境負荷低減の観点からも技術的・社会的意義の高い取り組みであるといえます。

富山大学 先進アルミニウム国際研究センター（Aluminium Research Center：ARC）は、こうした社会的ニーズに応えるべく、アルミニウムを中心とした軽金属材料の研究拠点として、分別・精錬・不純物除去から合金設計、鋳造、成形加工、接合、表面処理に至るまで、一貫した研究体制を整えてきました。特に、不純物制御を核とするリサイクル技術の高度化は、持続可能なアルミ産業の基盤を支える重要な要素であり、当センターが重点的に取り組んでいる研究課題の一つです。

また、2021年に熊本大学先進マグネシウム国際研究センターと連携して設立された先進軽金属材料国際研究機構（ILM）の一員として、2022年4月からは全国共同利用・共同研究拠点として活動を展開しており、マグネシウムやチタン材料の研究、さらには水素や二酸化炭素を対象とする物質変換技術研究者との協働も推進し軽金属材料研究の深化と環境問題に総合的に取り組んでいます。

富山は古くからアルミ産業の集積と産官学の連携体制が築かれてきた地域であり、その地で得られた知見と技術は、軽金属材料研究の発展に寄与してきました。ARCはこうした地域の特性を活かしつつ、国内外の研究者・技術者との協働を進め、研究成果の社会実装ならびに新たな価値の創出にも取り組んでまいります。

今後とも、当センターの研究活動にご理解とご支援を賜りますようお願い申し上げます。

### "Greetings"

Aluminum is expanding its use across a wide range of industries, including transportation equipment, construction materials, and the electrical and electronics sectors, due to its lightweight nature and high functionality. On the other hand, aluminum smelting requires large amounts of electricity, resulting in environmental impacts, particularly increased carbon dioxide emissions, which pose significant challenges. As demands for a sustainable society grow, the methods for recycling and utilizing aluminum to achieve a circular economy represent a critical theme in materials science and engineering.

The key lies in "recycling." Since the energy required to recycle aluminum is only about 3% of that needed to produce primary ingots, utilizing it in a closed-loop system without compromising its properties can significantly contribute to realizing a future resource-recycling society. The use of recycled aluminum is a highly significant initiative, both technically and socially, from the perspective of reducing environmental impact.

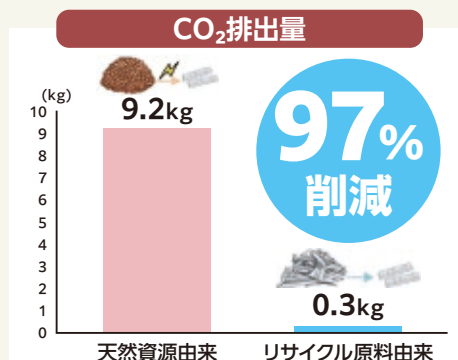
Advanced Aluminum Research Center (Aluminium Research Center: ARC) has established a comprehensive research framework to address these societal needs. As a research hub focused on aluminum and other light metal materials, it covers the entire process from sorting, refining, and impurity removal to alloy design, casting, forming, joining, and surface treatment. In particular, the advancement of recycling technologies centered on impurity control is a crucial element supporting the foundation of a sustainable aluminum industry and is one of the key research areas the Center is focusing on.

Additionally, as a member of the Institute of Light Metals (ILM), established in 2021 in collaboration with the Magnesium Research Center at Kumamoto University, it has operated as a nationwide joint-use and joint-research center since April 2022. It promotes research on magnesium and titanium materials, as well as collaboration with researchers in material conversion technologies targeting hydrogen and carbon dioxide, thereby deepening light metals research and comprehensively addressing environmental issues.

Toyama has long been a hub for the aluminum industry, fostering a collaborative framework among industry, government, and academia. The knowledge and technologies developed in this region have contributed significantly to the advancement of light metals research. ARC will leverage these regional strengths while promoting collaboration with researchers and engineers both domestically and internationally. We are committed to advancing the societal implementation of research outcomes and creating new values.

We sincerely ask your continued understanding and cooperation for the activities of ARC.

### アルミニウムとリサイクル "Aluminium and recycling"



出典：一般社団法人産業環境管理協会 資源・リサイクル促進センター

- 2006 物性・先端材料応用に関する国際会議(ICPMAT)設立
- 2010 ノルウェー科技庁の日本、ノルウェー国際共同事業の実施(12年間継続)
- 2015 工学部附属「先端材料研究センター」創設
- 2017 国際材料系ネットワークi-MSNの設立
- 2018 都市デザイン学部附属「先端材料研究センター」(学部改組により)
- 2020 研究推進機構 先進アルミニウム国際研究センター設置(全学組織へ)
- 2020 11月、アルミニウム合金の新現象発見
- 2021 4月、熊本大学と連携・先進軽金属材料国際機構(ILM)設立
- 2021 11月、先進軽金属材料国際研究機構 文部科学省「共同利用・共同研究拠点」認定(2022~2027年)
- 2022 10月、「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)地域共創分野(育成型)」に採択
- 2023 8月、「軽金属材料共同研究棟」竣工
- 2024 2月、「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)地域共創分野(本格型)」に昇格



- 2006 International conference (ICPMAT) establishment about physical properties and advanced material application
- 2010 Japan of the Norway Science and Technology Agency, enforcement of a Norway international joint enterprise (durations during 12 years)
- 2015 Establishment of Advanced Material Research Center affiliated with the Faculty of Engineering
- 2017 Establishment of international material system network i-MSN
- 2018 Established "Advanced material research center" affiliated with the Faculty of Sustainable Design
- 2020 Establishment of Aluminium Research Center University of Toyama
- November,2020 New phenomenon discovery of an Aluminium alloy
- April,2021 Established International Organization for Institute of Light Metals (ILM) in collaboration with Kumamoto University
- November,2021 Center for Aluminium and advanced Materials Research and International Collaboration was certified as "Joint Usage / Research Center" by the MEXT
- October,2022 Adopted as "COI-NEXT Regional Co-Creation Field (Fostering Type)"
- August,2023 Completed construction of the Collaborative Research Building for Light Metals, University of Toyama
- February,2024 Promoted to "COI-NEXT Regional Co-Creation Field (Full-Scale Type)"

## ARCの研究助成プログラム ARC Research Grant program

### 【重点テーマ】 Important theme

1. 輸送機器材料開発
  2. 生体材料開発
  3. インフラ構造物用材料開発
1. Development of light materials for transportation
  2. Development of bio-materials
  3. Development of light materials for infrastructures

### 【公募型共同利用共同研究】 Program for Joint Usage and Research

- 「全国共同利用共同研究助成プログラム」「国際共同利用・共同研究助成プログラム」  
「共通試料提供・共同研究助成プログラム」「試料分析評価受託・共同研究助成プログラム」
- Program for Joint Usage and Research
  - Program for International Joint Usage and Research
  - Program for Joint Research with Common Sample Provision
  - Program for Joint Research with Sample Analysis and Evaluation

### Plant Zero:アルミニウムリサイクル研究拠点

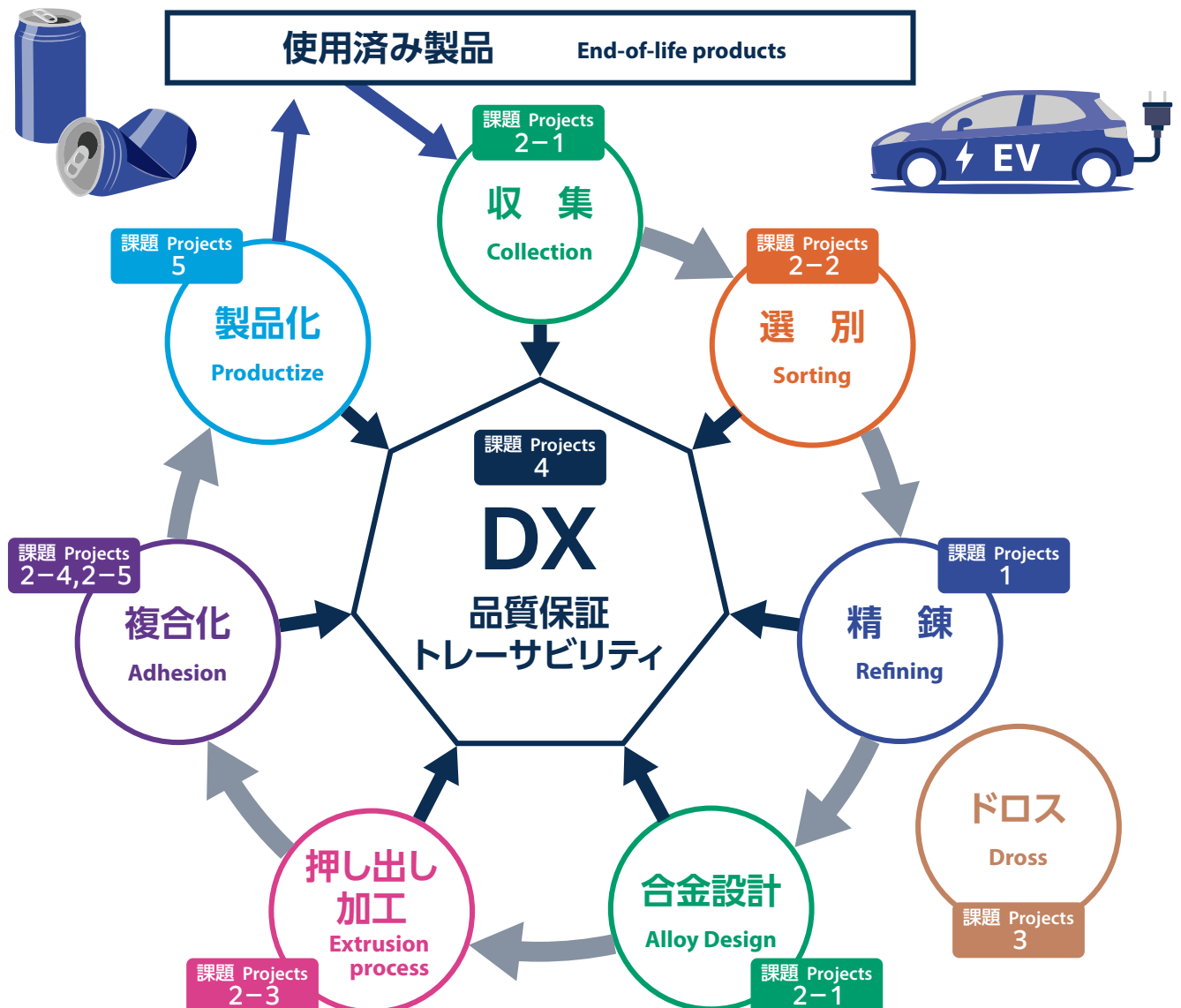
### Plant Zero: Research Base for Recycling of Aluminium

SDGs (持続可能な開発目標:Sustainable Development Goals) に貢献するアルミニウムの資源循環を主題にした包括的な産官学金連携研究を推進します。使用済み製品の回収、分別、分離に始まり、精練・不純物除去、合金設計、溶解・鋳造、押出等塑性加工、溶接・接合、表面処理、の資源循環に必要な全ての要素プロセスを俯瞰的に研究する体制を構築し、リサイクルに関する要素技術を産学連携で開発するための技術実証施設であるミニプラント: Plant Zeroを富山大学に設置しました。

ここでは、国内外の研究者ならびに技術者と共同して、熱力学、冶金学、電子論、結晶学、材料組織学、移動現象論、結晶塑性学、加工学、電気化学、表界面科学、環境科学などを基礎としたリサイクル技術の社会実装を目指します。

Comprehensive industry-government-academic-financial research is promoted on the topic of recycling of aluminum that contributes to the SDGs (Sustainable Development Goals). We will set up a system that investigates all the elemental processes required for resource circulation, from collection, classification, and separation of used products, to refining/impurity removal, alloy design, melting/casting, extrusion, plastic working, welding/jointing, and surface treatment. In order to develop elemental technologies related to recycling through industry-university cooperation, Mini Plant: Plant Zero, a facility for technology demonstration or feasibility studies, have set up at University of Toyama. Here, we aim to realize a society of recycling technology based on thermodynamics, metallurgy, electron theory, crystallography, material histology, movement phenomenology, crystal plasticity, processing engineering, electrochemistry, surface science, and environmental science in collaboration with domestic and foreign researchers and engineers.

### 研究開発課題 Projects



## アルミ100%資源循環から地域経済活性化を実現するための5つの課題

Five projects to realize regional economic revitalization from 100% aluminum resource recycling.

- 課題1** 【精錬】抽出・相分離によるアップグレードリサイクル技術の創生  
研究開発課題リーダー：小野 英樹 教授
- 課題2-1** 【収集・合金設計】リサイクルアルミに対するネガティブ要因元素の特定とその性質  
研究開発課題リーダー：松田 健二 教授
- 課題2-2** 【選別】AIを用いた高度高速選別技術の開発
- 課題2-3** 【押し加工】リサイクルアルミニウム押し加工時の不純物影響低減広工法の開発  
研究開発課題リーダー：白鳥 智美 教授、サブリーダー：船塚 達也 助教
- 課題2-4** 【複合化】レーザーによるアルミ合金からの選択的除去技術の開発  
研究開発課題リーダー：佐伯 淳 教授
- 課題2-5** 【複合化】リサイクルアルミ合金の溶接・接合接手の信頼性評価  
研究開発課題リーダー：柴柳 敏哉 教授
- 課題3** 【ドロス】アルミ酸化物系廃棄物（ドロス）の循環システム創成
- 課題4** 【DX】循環経済型社会を支える情報基盤構築  
研究開発課題リーダー：柴柳 敏哉 教授
- 課題5** 【製品化】循環経済型社会構築とそれを担う人材の育成  
研究開発課題リーダー：白鳥 智美 教授

- Projects1** 【Refining】 Creation of upgraded recycling technology by extraction and phase separation.  
Leader: Professor ONO,Hideki
- Projects2-1** 【Collection・Alloy Design】 Identification and characterization of negative factor elements for recycled aluminum.  
Leader: Professor MATSUDA,Kenji
- Projects2-2** 【Sorting】 Development of advanced high-speed sorting technology using AI.
- Projects2-3** 【Extrusion process】 Development of a broad process for reducing the effects of impurities during the extrusion of recycled aluminum.  
Leader: Professor SHIRATORI,Tomomi Sub-Leader :Assistant Professor FUNAZUKA,Tatsuya
- Projects2-4** 【Adhesion】 Development of Selective Element Removal Technique from Aluminum Alloys by Laser.  
Leader: Professor SAIKI,Atushi
- Projects2-5** 【Adhesion】 Reliability evaluation of welding and joining joints of recycled aluminum alloys.  
Leader: Professor SHIBAYANAGI,Toshiya
- Projects3** 【Dross】 Creation of recycling system for aluminum oxide waste (dross).
- Projects4** 【DX】 Building an Information Infrastructure to Support a Circular Economy Society.  
Leader: Professor SHIBAYANAGI,Toshiya
- Projects5** 【Productize】 Establishment of a circular economy-oriented society and development of human resources to play a role in it.  
Leader: Professor SHIRATORI,Tomomi

## AI研究のネットワーク Research network

### 【国際連携】 International Network

- バージニア大学(アメリカ)  
USA, University of Virginia
- 山東大学(中国)  
China, Shandong University
- ニューサウスウェールズ大学(オーストラリア)  
Australia, University of New South Wales
- アシュート大学(エジプト)  
Egypt, Assiut University
- チェコ科学アカデミー(チェコ)  
Academy of Sciences of the Czech Republic
- ノルウェー科学技術大学  
Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- AGH科学技術大学(ポーランド)  
Poland, AGH University of Science and Technology
- 上海大学(中国)  
China, Shanghai University
- チェンマイ大学(タイ)  
Thailand, Chiang Mai University
- ポーランド科学アカデミー(ポーランド)  
Polish Academy of Sciences
- 中国石油大学(中国)  
China University of Petroleum-Beijing
- ジリナ大学(スロバキア)  
Slovakia, University of Žilina
- コシツエ工科大学(スロバキア)  
Slovakia, Technical University of Košice
- ワルシャワ工科大学(ポーランド)  
Poland, Warsaw University of Technology
- 昌吉学院(中国)  
China, Changji University
- ハノイ工科大学(ベトナム)  
Vietnam, Hanoi University of Science and Technology
- 慶北大学校(韓国)  
Korea, Kyungpook National University

# センター職員・協力研究員


## ARC Faculty & Staff



### ▽ 収集・合金設計 Collection · Alloy Design



**組織解析分野 Organization analysis**  
Professor  
**松田 健二 教授** MATSUDA, Kenji  
ナノ・ミクロ組織制御による新規軽量アルミニウム合金の開発  
Development of new light-weight Aluminium alloys by controlling of nano- & micro-structures



**機能評価分野 Evaluation of function**  
Associate Professor  
**並木 孝洋 准教授** NAMIKI, Takahiro  
超伝導体に関する研究  
Research on a superconductor

### ▽ 精錬 Refining



**リサイクル分野 Recycling**  
Professor  
**小野 英樹 教授** ONO, Hideki  
アルミニウムのアップグレードリサイクル  
Upgrade recycling of Aluminium



**組織解析分野 Organization analysis**  
Assistant Professor  
**土屋 大樹 助教** TSUCHIYA, Taiki  
Al-Mg-Siアルミニウム合金の組織成語による機械的特性向上  
Improvement in a mechanical property by organization of an Al-Mg-Si Aluminium alloy



**プロセス設計分野 Process Design**  
Associate Professor  
**李 昇原 准教授** LEE, Seungwon  
高強度アルミニウム合金のデザイン  
The design of the research quantity intensity Aluminium alloy of a hydrogen capture state in metal material



**リサイクル分野 Recycling**  
Assistant Professor  
**加藤 謙吾 助教** KATO, Kengo  
アルミニウムのアップグレードリサイクル  
Upgrade recycling of Aluminium

### ▽ 加工 processing



**成形加工分野 Advanced Technology of Placticity**  
Professor  
**會田 哲夫 教授** AIDA, Tetsuo  
集合組織を制御した成形加工の研究  
Research of forming processing which controlled the set organization



**成形加工分野 Advanced Technology of Placticity**  
Professor  
**石本 卓也 教授** ISHIMOTO, Takuya  
チタン合金の機能設計  
Functional Design of Titanium Alloys



**力学評価分野 Dynamics evaluation**  
Professor  
**白鳥 智美 教授** SHIRATORI, Tomomi  
ナノメートル周期溝工具による軽金属の低摩擦加工特性の研究  
Research of the low friction processing characteristic of the light metal by a nanometer cyclus slot tool




**成形加工分野 Advanced Technology of Placticity**  
Assistant Professor  
**真中 智世 助教** MANAKA, Tomoyo  
チタン合金の機能設計  
Functional Design of Titanium Alloys



**成形加工分野 Advanced Technology of Placticity**  
Assistant Professor  
**船塚 達也 助教** FUNAZUKA, Tatsuya  
アルミニウム合金およびマグネシウム合金の熱間押し出し加工および鍛造加工の高生産性の実現  
Realization of the high throughput of heat extrusion processing of an Aluminium alloy and a Magnesium alloy, and forge processing




### ▽ 複合化 Adhesion



**溶接接合分野 Welding connection**  
Professor  
**柴柳 敏哉 教授** SHIBAYANAGI, Toshiya  
界面科学ならびに溶接・接合  
Research on interfaces, joining and welding




**表面処理分野 Field of Surface Modification**  
Researcher  
**佐伯 淳 研究員** SAIKI, Atsushi  
表面処理と機能発現に関する研究  
Research on Surface Modification Treatment and Functional Applications




**機能評価分野 Evaluation of function**  
Professor  
**小熊 規泰 教授** OGUMA, Noriyasu  
金属材料のギガサイクル疲労特性の研究  
Research of the gigacycle fatigue characteristics of metal material



**溶接接合分野 Welding connection**  
Assistant Professor  
**山根 岳志 助教** YAMANE, Takeshi  
凝固過程に伴う熱溶質駆動流の研究  
Research of the heat solute drive style accompanying a solidification process




**表面処理分野 Field of Surface Modification**  
Professor  
**椿 範立 教授** TSUBAKI, Noritatsu  
低環境負荷化学品、エネルギーの研究  
Development of low-carbon and environmental friendly chemicals and energy



**機能評価分野 Evaluation of function**  
Associate Professor  
**小野 恭史 准教授** ONO, Yasushi  
促進酸化処理法による金属表面改質  
Surface Modification of Metals by Advanced Oxidative Process




**力学評価分野 Dynamics evaluation**  
Associate Professor  
**増田 健一 准教授** MASUDA, Kenichi  
3Dプリンタ造形物の設計指針に関する研究  
Research on design guidelines for 3D printer models



**表面処理分野 Field of Surface Modification**  
Professor  
**阿部 孝之 教授** ABE, Takayuki  
プラズマ微粒子表面修飾法の開発と新材料の創成  
Development of the plasma corpuscule surface embellishing method, and creation of a new material



**力学評価分野 Dynamics evaluation**  
Lecturer  
**高野 登 講師** TAKANO, Noboru  
マイクロメートルスケールの溝構造を有した切削工具の凝着発生メカニズムに関する研究  
Research on the mechanism of adhesion generation of cutting tools with a micrometer-scale groove structure



**表面処理分野 Field of Surface Modification**  
Associate Professor  
**畠山 賢彦 准教授** HATAKEYAMA, Masahiko  
アルミニウム不動態皮膜の研究  
Research of an Aluminium passive film





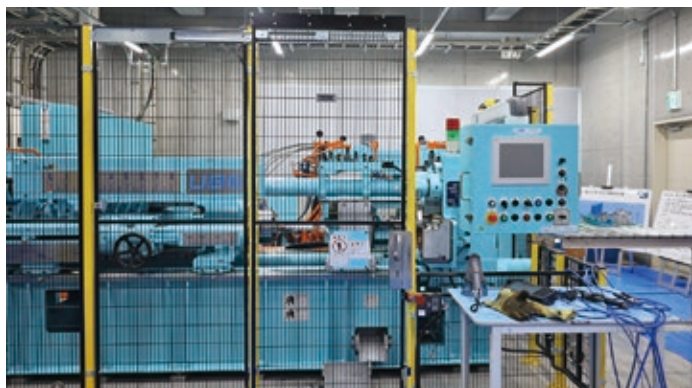
### アルミニウム溶解精錬システム Melting and Refining System of Aluminum

傾動式出湯機構を備えた電気加熱式の溶解炉と保持炉からなり、アルミスクラップの溶解、精錬・調質、鋳造までの工程を1つの設備で一貫して行う。温度制御下で最大20kgのアルミニウムの溶解・調質試験が可能であり、処理試験中の溶湯温度と消費電力を記録できる。富山大学で研究を進めているアルミニウム中Siの除去などの不純物除去原理の実証試験、溶湯処理技術のスケールアップ試験に利用できる。

The system consists of two tilting-type electric resistance furnaces, and melting, refining, and casting tests of aluminum can be performed in a single system. The system is capable of melting and refining up to 20 kg of aluminum under controlled temperatures. The energy consumption and temperature of molten Al in each furnace during the tests can be monitored and saved. The system is utilized for the scale-up tests of the refining of molten aluminum including a new principle of Si removal which has been researched and developed at University of Toyama.



### 400MT直間複合押し機 400 MT double acting extrusion press



400MTクラスの押しプレス機は、大学への設置としては世界トップレベルの押しプレス機である。

直接、間接、単動、複動を組み合わせた4つのモードで押し出しが可能となっており、板や丸棒の他、マンドレルを用いた複動機構からシームレスのパイプ材の押し出し加工など、“すべての押し出し工法の研究”が可能。

The 400-ton class extrusion press is the world's top-level extrusion press installed in a university. It can extrude in 4 modes, combining direct, indirect, single and double acting. In addition to plates and round bars, seamless pipe materials can be extruded from the double-action mechanism using mandrels. In other words, it is possible to “research all extrusion methods”.

### 走査透過電子顕微鏡 STEM



20~200kVの電界放出型走査透過型電子顕微鏡である。0.1nm径の電子ビームを使用して、アルミ合金の特性に影響を与えているナノレベルの析出物を高角環状暗視野(HAADF)法で観察、4本のEDS検出器による高感度で迅速な化学組成の分析が可能。

This is a 20-200 kV field emission scanning transmission electron microscope(STEM).

Using a 0.1nm diameter electron beam, nano-level precipitates that affect the properties of aluminum alloys can be observed using the high-angle annular dark field (HAADF) method, and the four EDS detectors provide highly sensitive and rapid chemical composition analysis.

### 電子プローブマイクロアナライザー EPMA



試料表面を $\mu\text{m}$ 単位で観察、定性・定量で元素分析が可能。

FE電子銃を搭載していることで高分解能で観察、WDS分析とEDS分析を組み合わせること効率的な元素分析が可能。

Sample surfaces can be observed in micrometer increments and elemental analysis can be performed qualitatively and quantitatively. The field emission (FE) electron gun enables high-resolution observation and efficient elemental analysis by combining WDS and EDS analysis.

## 研究領域 Research Area

### 1. 冶金学

不純物除去ならびに合金設計の指導原理を確立するための物理化学

### 2. 組織制御学

原子レベルでの材料組織設計制御指針を確立するための材料学

### 3. 加工学

#### 1. Metallurgy

Physical chemistry for establishing the principle of impurity control and alloy design

#### 2. Design and control of microstructures

Material science for establishing the principle of design and control of microstructures at the atomic level

#### 3. Materials processing

Materials science based on crystal plasticity, interface, and mechanics

## 研究施設 Facilities

ARCは富山大学高岡キャンパスを拠点として、産学官民が連携し、アルミニウムの資源循環技術の開拓と社会への実装に取り組んでおります。この建物内には、全国から共同利用・共同研究のために研究者や学生が滞在し研究を遂行することができる「共同利用研究室」や、学生や教員、企業の研究者が気軽に集い、情報交換やディスカッション等の交流の場となる「コラボスペース/コラボラウンジ」、地域の企業等が入居し、リサイクル等に関する共同研究を進める事ができる「オープンラボ」等が設置され、企業・研究者・学生とのオープンイノベーションを支援いたします。

ARC is based in the "Collaborative Research Building for Light Metals" on the Takaoka Campus of the University of Toyama, where industry-academia-government-citizens collaborate to pioneer aluminum resource recycling technologies and implement them in society. In this building, there is a "Collaboration Laboratory" where researchers and students from all over Japan can stay for joint use and research, a "Collaboration Space/Collaboration Lounge" where students, faculty members, and corporate researchers can casually gather to exchange information and engage in discussions, and a "Collaboration Lounge" where local companies and others can move in and conduct joint research on recycling and other topics, a "Open Lab" will support open innovation between companies, researchers, and students by providing a place where local companies and others can gather to conduct joint research on recycling and other topics.



軽金属材料共同研究棟

Collaborative Research Building for Light Metals,  
University of Toyama

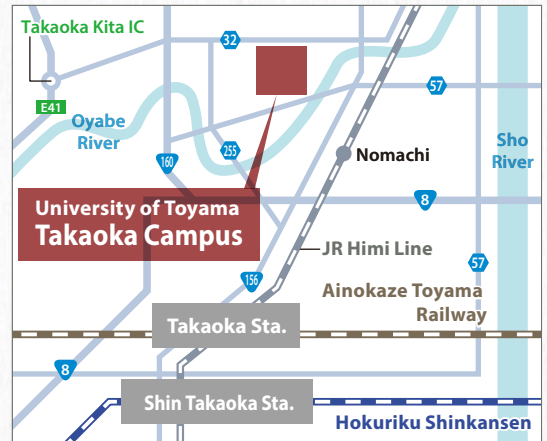


1階ホール ground floor



コラボスペース/コラボラウンジ  
collaboration space/  
collaboration lounge space

## Access/Detailed Map



### 高岡キャンパスへのアクセス

#### 【タクシー】

高岡駅→「富山高岡キャンパス」/15分  
JR新高岡駅→「富山高岡キャンパス」/20分

#### 【加越能バス】

高岡駅 古城公園口(北口)(5番乗り場)、  
「城光寺運動公園行き」  
「富山高岡キャンパス」下車/約20分

### Access

#### 【By Taxi】

"Takaoka" Station→  
"University of Toyama Takaoka Campus"/about 15 min.  
"Shin-Takaoka" Station→  
"University of Toyama Takaoka Campus"/about 20 min.

#### 【By Bus】

From Takaoka Station, Kojoy Koen Exit (North Exit) (Terminal 5)  
Bound for "Jyokoji Kouen"  
Get off at "University of Toyama Takaoka Campus"  
bus station /about 20 min.

先進軽金属材料国際研究機構

富山大学 先進アルミニウム国際研究センター

〒933-8588 富山県高岡市二上町180番地  
電話:0766-25-9270 FAX:076-445-6397

Aluminium Research Center (ARC), University of Toyama

180 Futagami-machi, Takaoka-Shi, Toyama-ken, 933-8588 JAPAN  
Phone:+81-76-625-9270 FAX:+81-76-445-6397

<https://arc.ctg.u-toyama.ac.jp/>



富山大学 アルミニウム | 検索

FSC マーク  
位置あたり

