

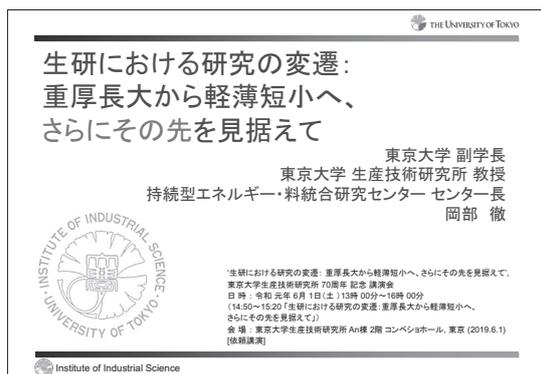
70 周年記念講演会

## 70 周年記念講演会

## 「生研における研究の変遷：重厚長大から軽薄短小へ、 さらにその先を見据えて」

岡部 徹 (東京大学 副学長／東京大学生産技術研究所 教授  
持続型エネルギー・材料統合研究センター長)

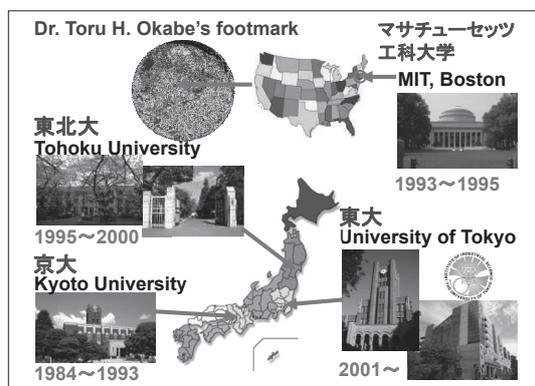
ただいまご紹介にあずかりました岡部です。あまり深く考えず、このような講演演題をつけてみました。“軽薄短小”という言葉にはネガティブな感触がありますが、本講演では、ネガティブな意味では使っていません。また、昔のことに関する“後ろ向きの話”が多くなりますが、私自身が背負って生きてきた過去の物語にも、何らかの意味があるかと思しますので、ご容赦ください。



## ◎岡部徹の略歴

私は、すでに講演された方々とは経歴が大きく異なり、かなり毛色が違います。2001年までは、私は東大とは縁もゆかりもなかった人間です。多くの東大の先生方は、学歴、職歴のほとんどが東大ですが、私の場合はいわゆる“野良猫”ならぬ“野良教授”で、各所を転々としております。もともとは京都大学出身で、そのあと MIT (マサチューセッツ工科大学) に留学し、東北大学に移って助手をしていたとき、前田先生にお声がけをいただいて 2001 年から東京大学に来ております。

転々としながらも、やっていることはずっと同じでレアメタルが専門です。チタンをはじめとするレアメタルの製錬、リサイクルに関する研究を行ってきました。まったく同じ研究テーマを、性懲りもなく延々とやり続けているのが私の生業です。



どれほど長く、延々と同じレアメタルの研究をやり続けているかについてご説明します。学生のとき、何も考えずに選んで偶然にも配属された研究室が非鉄冶金特殊金属製錬学研究室 (今風に言えばレアメタル製造工学研究室) でした。そこでチタンの還元プロセスに関する研究に取り組みました。そのあと、マスター (修士)、ドクター (博士) まで、チタンの研究を行いました。ドクターのときは、チタン以外にもニオブやタンタルに関する研究もはじめており、そのあと MIT に移ってからは、タンタルの精錬の研究に取り組み、東北大ではチタンやレアアース (希土類) のリサイクルの研究をしておりました。東大に来てからは、貴金属のリサイクル研究も始めました。そのほか、レニウムやルテニウムなど超マイナーなレアメタルの製錬・リサイクルに関する研究も行なっています。

要は 30 年以上、ひたすらチタンをはじめとするレアメタルの製錬やリサイクルに関する研究をやってきました。このホールには、かなりの数のお知り合いの方がいらっしゃいます。将来、皆さま方の中で、レアメタルの研究にすることでお悩みの方は、私にご一報いただければ、そのお悩みの半分くらいは解決できると思いますのでご連絡ください。

1984~1993	京大 (学生)	30年以上、ひたすら チタン・レアメタルの 研究を地道に行ってきた (レアメタル オタク)。
B:		
M:		
D:	Nb, Ta, (Ti, Y)	
1993~1995	マサチューセッツ工科大学 (ポスドク)	
	Ta, (Al, ...)	
1995~2000	東北大 (助手)	
早稲田研:	 Nb, Ta, REMs (La, Pr, Dy, Tb...)	
梅津研:	Mo, Re, Ag, Cu,  REMs (Nd),	
2001~	東大 (助教授・准教授・教授)	
初期:	Nb, Ta, PGMs (Pt, Rh)	
現在:	 Sc, V, PGMs (Pt, Rh, Ru, Ir, ...) Nb, Ta, REMs (Nd, Dy, ...), Ga, W...	

◎昔は、“レアメタル”が専門と言っても評価されず

昔は、レアメタルを専門とする研究と言っても誰も理解してくれず、評価もされませんでした。また、引っ越しを繰り返して転々としていましたので、「引っ越し工学」が専門と言っていたこともありました。この引っ越し20回という経歴は、職歴、学歴で引っ越ししているだけではありません。私の父が国際派の金融マンであったので、父の転勤で小学校も3つ行きました。私の人生は、ひたすら引っ越しをしていた人生でした。東大に職を得てからは、引っ越しをしていません。

生研に来てからは、こんなに楽しい、良い所はあるのか、と思ったことが何回かあります。なぜならば、好き勝手に研究をやらせてもらえるからです。こうした意味で、東大、生研への移籍は本当に有難かったと思っております。

昔は、“レアメタル”が専門と  
言っても  
誰も理解・評価してくれなかった。

専門は、引っ越し工学と言っていた。。。  
→引っ越し歴20回以上

35歳のときに、研究室主宰者として岡部研究室を立ち上げる機会を得ました。周囲からは「何をやってもよい」と言われて嬉しかったのですが、逆に、「何をやってもよい」というのは、ある意味では困ったことでもあります。当時は、どうすればよいのか、何に取り組むべきか途方に暮れたこともありました。

私が、恵まれた環境にあったのは、先ほどご講演をされた横井先生のような、“目標とするべき先輩方”がおられたからです。それぞれに業界をリードしている方々が、いわゆる研究者としての“生き方の見本”を見せてくださいました。私は、産学連携研究に関しては、横井先生のやり方を真似してみました。横井先生のご専門は、プラスチック等の射出成形であり、私の研究とは全く異なるのですが、マルチクライアント型の産学連携の新しい仕組みを構築し、精力的かつ多角的に研究を展開されていました。私は、そのやり方を、レアメタルの研究分野に応用しまして、マルチクライアント型+ネットワーク形成型にモディファイ(改良)し、レアメタル研究会を立ち上げました。

横井先生は、研究費も産業界から引っ張ってこられますが、私自身は研究費の多くは国からいただく戦略を維持し、産学連携については、できるだけソフトな産学連携、すなわち多角的なネットワークづくりを重視する方向で「レアメタル研究会」を立ち上げ、今に至っております。レアメタルの業界では、「岡部先生は、新しい仕組みを作って、うまくやっているね」と言われておりますが、実際のところ、横井先生の真似をして展開したら成功したに過ぎません。

また、例えば「研究費のとり方」についても私は生研で実に多くのことを学びました。私は、それほど研究費に困る研究者ではなかったのですが、獲得手法については、沖大幹先生から実に沢山のことを学びました。沖先生は、私の一つ上の先輩ながら、研究者としては師匠であり「岡部さん、研究者たるや、科研費スゴロク(双六)で上がんなきゃいけないだよ。」と言われたことがあります。そこで科研費をはじめとする大型の「研究費の獲得」については、“私も沖先生のように頑張ろう”と大きな刺激を受け、今に至っております。

生研の中には多種多様な生き方をしている人が沢山おられるので、そのような素晴らしい人たちからの刺激を沢山受けながらやってきました。この19年間、私が貫いてきたのは、レアメタルの製錬・リサイクルの研究、さらには、趣味の追求です。昨日も趣味であるお酒を飲みすぎて、今

専門は、レアメタルの製錬や  
リサイクル技術の開発ですが、  
資源や鉱山開発にとっても興味があり、  
世界中の不思議な  
鉱山と製錬所を訪ねるのが趣味です。

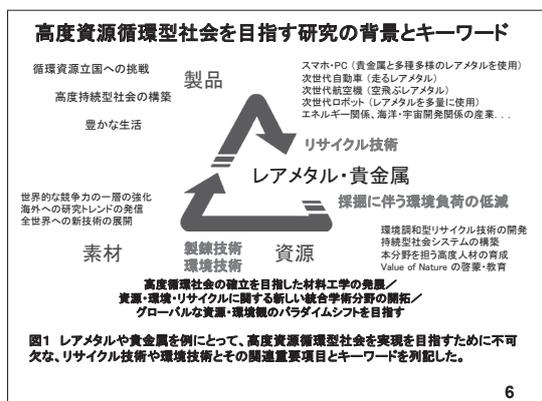
その他の趣味:イモリの飼育  
旅行・酒。。。

朝は「懺悔の井の頭公園ランニング」をしてきました。酒を飲むために走るのナンセンスですが、こうした息抜きもあって充実した研究生生活を送っています。

### ◎高度資源循環型社会を目指す研究の背景とキーワード

今日は、研究の詳細の話はしない予定ですが、私が入組んでいる研究概要を一通りご紹介します。私が今、一番熱心に取り組んでいる研究は、高度循環社会を目指したレアメタル、貴金属のリサイクルに関する研究です。皆さんが使っておられるハイテク機器の多くは、レアメタルの塊と言っても過言ではありません。皆さん、スマホやハイテク自動車などの高性能なものを便利に使っています。

横井先生の研究分野は、素材から性能の良い部品や製品を効率良く作るのがご専門です。一方、私は、部品や製品のもととなる素材を鉱石やスクラップから抽出してつくるのが仕事です。工業製品は、必ずいつかゴミ（廃棄物）になります。ゴミになったものの中から貴金属やレアメタルを取り出すプロセスを開発するのが私の研究です。貴金属や一部のレアメタルは価値があるので、ゴミから取り出して素材としてまた戻してやらなければなりません。私が入組んでいるのは、このような製錬やリサイクルに関する研究分野です。



貴金属やレアメタルの精錬やリサイクルに関する研究に取り組む、常に大型の研究費をねらいつつ、いわゆる産学連携を基軸とした実学研究をやっているというのが私の生業です。しかし、今日は研究の中身に立ち入ったお話はしません。

### ◎写真 浅草寺の屋根瓦

今日来られている方の中には、レアメタルの専門家や関連会社の社長もおられるようですが、それ以外の方々は、ここに示す写真を見て不思議に思われる方が多くおられるのではないのでしょうか。この写真が何かわかる人もこの中

にはかなりおられるようですので、答えを言いますと、この写真は浅草の浅草寺の屋根瓦です。



多くの方々は、この写真がどうしてレアメタルの話につながるのだ？と思われる方も多いでしょうが、この瓦は、実はすべてチタン製です。昔は、重たい素焼きの陶器の瓦が使われていましたが、地震があると落下して危険ですし、重たい下の瓦は木造建築への負荷が大きくなります。そこで、今は、0.3 mm くらいの薄いチタン製の板が瓦として使われています。しかし、チタンで瓦をつくると均一な色のものができてしまうので、一般の人には、すぐに、素焼きの陶器でないことがわかってしまいます。そこで、わざと素焼きのような焼きムラをつけて、チタン板の色を陶器の瓦のように変化させているのです。

焼きムラつけは、ブラストサンド（研磨砂の吹き付け加工）によって、チタンの表面を加工して色の違いを出し、まるで素焼きの陶器の瓦が使われているように見せかけているのです。見た目は陶器のようでも実はチタンでできているこの瓦は、0.3 mm の薄い金属板ですから踏むと凹むので、木で補強しています。見た目は、とても重い瓦が乗っているように見えますが、実はとても軽い屋根が乗っております。さらに耐候性も抜群です。

### 浅草寺の屋根の瓦は、一見素焼きの重たい瓦に見えるが、実は、チタンの薄板



浅草寺の宝蔵門の瓦もチタン製です。最近、五重塔も全部チタン製になったと聞いております。軽くて抜群の耐食性があるチタンの素晴らしいところをうまく使っています。

ただ、チタンは、素材を作るのにコストが高く、現時点では、金に糸目をつけないところしか使えないことが問題点です。ですから、皆さんの家の屋根にチタンを使うのは、ちょっと高くなります。チタンは、1トンつくるのに金属ベースで100万円かかり、さらに板などに加工していくと倍、倍と価格が上がります。

今日は一般公開ですので、生研のF棟のピロティに、この写真のチタン瓦の実物と、さらに比較のために、昔使っていた本物の重たい瓦も置いてありますので、お帰りの際はF棟の1階に立ち寄って実物を直接触ってみてください。チタンなどのレアメタルに、さらに興味を持たれた方は、そこから、ご足労ですが、F棟の3階に上がって岡部研にお越しいただくと、さらに多様なレアメタルが展示してあります。要は、このチタン瓦の展示は客引きグッズとして公開しているのです。



### ◎広がるチタン屋根

さらに驚くのは、京都の北野天満宮です。北野天満宮の屋根には、銅製の板が使われていると思っている人がほとんどです。もちろん、昔は緑青がついた銅板が屋根に張ってありました。ですから、今もみなさんが、銅が錆びた緑青の屋根だと思われても当然です。しかし、実際は、緑青色のチタンの薄板が屋根に使われています。金閣寺の茶室の屋根にもチタンが使われています。もちろん、昔はチタン製ではなかったのですが、今は、いろいろなところにチタンが使われています。

このチタンの話について、今日初めて知ったという方、どのくらいの中におられますか？

うれしいです、多くの方々が、初めて聞かれた話だったようですので、とてもよかったです。もっとも、今日の聴講者の中にはチタンを作ったり使ったりすることを生業に

### 広がるチタン屋根： 金閣寺、浅草寺、北野天満宮も採用 —文化庁は困惑

<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=anRQr6pnWVN8>



金閣寺の茶室もチタン葺き



北野天満宮の屋根は銅葺きではなく、  
実は、緑青色のチタン葺き

[http://www.nssmc.com/news/old\\_nsc/detail/index.html](http://www.nssmc.com/news/old_nsc/detail/index.html)

している専門家も何人かおられるようなので、私自身は、このような講演をやりにくいのも事実です。

### ◎フジテレビ本社のビルの球体や東京ビッグサイト

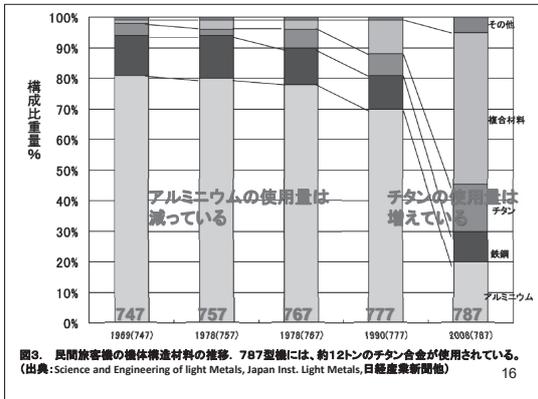
フジテレビ本社のビルの球体の部分や東京ビッグサイト、これも外側はチタンでできています。皆さんの知らないところにチタンがどんどん忍び寄ってきています。将来、耐候性と長寿命が求められる部分は、全部、チタンになるものと私は期待しています。

もう一つ重要なポイントは、チタンは、資源的には無尽蔵であることです。すべての元素の中でも9番目に多い元素です。資源は無尽蔵でも、鉱石からメタルをつくるのがとても難しい新しい金属です。

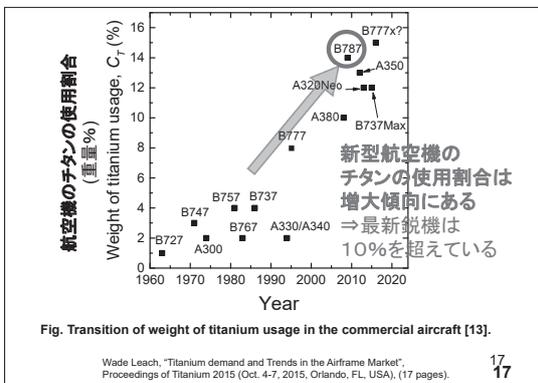
このような背景から、低コストでチタンを作る技術を開発するという難題に、学部学生のと時から研究に一生懸命取り組んでいるのが私です。残念ながら、これまでの30年間、画期的な低コスト化は実現していないので、今後の30年間もうまくいかないかもしれません。ただ、永遠に諦めず夢とロマンのチタン製錬の研究を追求する、というのが私の生業ですので、どうか今後ご支援ください。

### ◎最新鋭の航空機

意外と知られていないことをもう一つご紹介します。最近の大型航空機の多くは炭素の繊維で強化されたプラスチック（CFRP）でできています。新型航空機の機体の多くは炭素繊維強化プラスチックでできるようになったため、金属を使う量は減っていると思っている方が多いでしょうが、実は、これらの最新鋭航空機は、機体重量の10%以上をチタン合金が占めています。航空機の車輪を支える足回りとかジェットエンジンのディスクなどの重要な部分にチタン合金が使われているからです。



皆さんがご存知のボーイング 747, いわゆるジャンボジェット機は、アルミニウム合金の塊でした。ただ、今は、最新鋭航空機の多くは、アルミ合金の使用量は低下し、炭素繊維を使った素材になっています。さらに、これらの航空機のチタン合金の使用量は、年々増えているというのが現状です。このことは、一般には意外と知られていません。したがって、皆さんがよく乗られる最新鋭の飛行機の 787 とか、777 とか A350 などの航空機は、全重量の 10% 以上が、チタン合金でできています。10% 以上ということは、航空機一機あたり 10 トン以上使っていることになります。



チタンは軽くて強く、性能はとてよいので、高性能な航空機に沢山使われていますが、一つ問題があります。航空機用の 10 トンのチタン合金のパーツをつくるには、100 トンのインゴット（金属塊）が必要です。ということは、10 トンのチタン合金の部品をつくるのに 90 トンのチタンの削りかす、すなわち、ゴミ（スクラップ）が出ます。チタンのスクラップをリサイクルして有効利用するのも私の一つの仕事で、産学連携をしながら様々な研究に取り組んでいます。

航空機産業もチタンのリサイクルに積極的

- 10トンのチタン部材を作るのに 100トンのインゴットが必要。
- 90トンのチタンの切削くずが発生する (酸素汚染が大きい)
- 将来、チタンスクラップのアップグレード・リサイクル技術 (高純度化リサイクル技術: 脱酸技術・脱鉄技術) が重要となる



今日は、チタンのアップグレード・リサイクルなどの詳細な話はしませんが、将来、チタンのリサイクル技術の開発は、極めて大事な課題となります。大学 4 年生のときからチタン中の不純物の酸素を取り除く研究を延々やってきましたので、チタン精錬の研究を得意とする人間です。今日、このホールの中には、チタンから酸素を除去に関心をお持ちの方はおられないと思いますが、もしチタン精錬にご興味があれば、私のところにお越しく下さい。

◎羽田空港の D 滑走路

さらにもう一つ、おそらく一般の方には知られていないことをご紹介します。皆様がいつも利用しておられる羽田空港の D 滑走路をご存知でしょうか。D 滑走路は一部が海上にあり、国際線に使われています。滑走路にチタンは使われないだろう、と思う人が多いと思いますが、実は、滑走路の海に浮いている部分の天井裏はチタンでできています。これは、チタンがまったく錆びないためです。チタンは金属材料の中でも海水に対する腐食性がとりわけ強いので、天井裏の材料はチタンの薄板です。薄い板を使っても面積がとても広いので、合計 1,000 トンのチタン板を使っているそうです。1 トンあたり百万円以上するチタン板を 1,000 トンも使っていることになります。すごいで

Haneda International Airport / New #D Runway

About 1000 ton of Ti thin plate is used for cover plate of pillars sustaining the D-Runway



すね、海上滑走路を支えている柱の部分は、耐候性のステンレス鋼が使われているようです。チタンは、錆びると困るところ、ロングライフの（超寿命が要求される）ところ、軽くて強度が必要なところ、などに使われています。

今日の公開では、岡部研では様々なレアメタルを展示しています。必ずしも軽い金属だけではなくて、例えば岡部研では、ハフニウムなどのとても重たい金属も展示しております。ご興味ある方は、今日、お帰りの際に訪問して、その重さを実感してください。よろしくお願いします。

## レアメタルの不思議！ 実感してみよう！



### ◎レアメタルの不思議！金属の不思議と重要性・将来性

中学生、高校生のお子さまがおられましたら、この映像教材をご紹介ください。私は今、一生懸命、金属の不思議と重要性・将来性などのアピールを一般社会に向けて行う仕事にも取り組んでいます。

最近の話題としては、大島まり先生がリードしているONGという組織が、特別企画として「未来材料 チタン・レアメタル」と題するYou Tubeのネット配信を利用した中高生向けの授業を50分の尺で観て学べる映像教材を作成してくださいました。中高生向けの教材ですので、スタートは「地球に多く存在する元素は？」という質問から始



まります。この答えは、酸素とか鉄とかですが、チタンは、驚くべきことに地殻中に9番目に多く存在する元素であることも紹介しています。さらに、「金属ってなんですか？」などの基本的なことを説明する、中高生に役立つ教材を一生懸命作ってみました。

ここまでが、私の紹介でしたが、今日の講演では「生研の過去を振り返りなさい」と石井先生から命題として与えられました。そこで、生研の過去の研究の変遷についてもいろいろ考えてみました。ちょっと乱暴な言い方になりますが、生研の研究は、重厚長大からはじまり、軽薄短小な分野が増えてきたということになります。ここでは、以前、岸所長と一緒に記者会見をする機会があったときに、私が副所長の立場で、生研の70年の歴史を振り返って説明するときに使ったスライドを披露させていただきます。

### ◎70年の歴史を貫く生研

最初のスライドは、既に岸所長がご説明されていますので飛ばします。生産技術研究所はちょうど70年前に総合的な工学研究、さらには研究成果の社会実装を目指す実学に重点を置いた研究所として発足しました。昨日、めでたく70周年を迎えました。

生研では、今日の講師を務められました藤田先生、横井先生方が産学連携を推進し、すばらしい工学研究を多角的に展開して参りました。

生研は当初は西千葉に研究所本体がありましたが、その後六本木に移りました。私が六本木にある研究所に通ったのは、19年前に東大に赴任した直後の最初の3カ月だけで、引越し要員の准教授として着任しました。当時、東大の他の多くの先生方とは違い、私は引越しだけは経験も多く、プロ級にうまかったので、とても重宝されました。

本所は来年70周年を迎えました。

第二次世界大戦の終戦直後に、国土が狭く天然資源の貧弱な日本で工業生産の増強を図るため、「工学と工業との実際の結びつきを行うこと」を使命に生まれたのが本所です。

70年の歴史の中で、工学研究の成果を社会実装することを目的とする多様な実践研究が花開きました。

今も継承されるユニークな精神と、挑戦を重ね、学术界・産業界に大きなインパクトを与えてきたいつかの活動をお伝えします。

今は、六本木の研究所の跡地は国立新美術館になっています。昨年の12月には、「もしかする未来展」という展覧会がこの国立新美術館で開催され、私がデザイン・作製したチタンのアート作品も出展させていただき、とても有難いと感じている次第です。

#### 生産技術研究所 (Institute of Industrial Science)

- 1949年創立

設置目的:

「生産に関する技術的諸問題の科学的総合研究ならびに研究成果の実用化試験」

- 工学のほぼ全領域をカバーする総合研究所



国立新美術館

東京大学  
The University of Tokyo 31

生産技術研究所は、ほぼ全ての工学領域をカバーしています。このことについては、すでに岸所長からご説明がありました。

岡部研究室は、2001年に立ち上げました。当時35歳でしたが、本当にありがたいことに、最初から独立した研究室を主宰させていただき、好き勝手にやらせていただいています。4年前には、生研の副所長の職も拝命し、マネジメント（管理）の仕事もしています。

生研ではとても良い思いをさせてもらっていますので、私も研究所のために頑張ろうという気になっております。

さらに、生研は、構成員の研究分野が大きく異なっている点が優れた組織であると思っています。

ちょうど70周年を生研を迎えましたが、昔から変わらない一貫性もあります。大事な点は、ユニークな研究精神と挑戦者スピリットです。学术界だけではなく、産業界に

インパクトを与えること、研究成果の社会実装を目指しているところもユニークな特徴の一つです。これらの生研の特徴は、私の研究スタイルにぴったりと合っていましたので幸せでした。

#### ◎戦後の日本産業に見る変化

日本の戦後は、鉄鋼産業とか自動車とか造船などの重厚長大産業から発達し、そのあと先端分野として軽薄短小な電子産業が発展しました。このように、大きくて重たいものから、軽くて小さいものへと産業分野が変遷していることがわかります。

1950年代には、先ほど秋葉先生からご紹介いただきましたロケット研究が行われました。あまり知られていないのですが、溶鉱炉の研究も有名です。生研には、大学ではめずらしく試験溶鉱炉がありました。巨大な装置を使う工学研究です。自動車、金属加工の研究も有名です。このあとに、おそらく横井先生の射出成形などの研究が始まったのでしようが、対象とする多くの研究は重工業が中心でした。生研は、このような重厚長大産業に関する多くの研究から始まりました。

#### 戦後の日本の産業の変化

重厚長大  
⇒  
軽薄短小  
⇒  
????

1950年

日本のロケット研究を先導  
キャンパスに鉄鋼生産のための試験溶鉱炉を建てる  
日本初の自動車用トルクコンバータを開発

1960年

超高真空技術の基礎を築く  
金属加工の基礎をかためる  
自動車工学の進歩:車の性能アップ  
交通渋滞のメカニズムと対策  
建築構造の最前線を走る 近代建築の金字塔:国立代々木競技場

⇒研究対象は、重厚長大な産業分野が主であった

ロケットに関する先駆的な研究が生研で行われていたというのは、有名な話ですが、産業界と連携していた研究に関しては、試験溶鉱炉を使った研究も重要です。産業界と連携していたとはいえ、大学の中で、実際に多量の鉄を作っていたのですからすごいことです。溶鉱炉は何十人というスタッフがなければ操業できませんが、そのような大規模試験研究を昔からやっていました。この分野には、私の大先輩である前田先生をはじめとする先代の研究者たちが取り組んでいました。

**生産技術研究所 (Institute of Industrial Science)**

- 我が国の宇宙技術の草分け  
(1955年に観測用ロケット開発を開始)




- 産業界と連携した大規模試験研究を展開  
(1954年に試験高炉実験を開始)

[http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/iis\\_chronicle/](http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/iis_chronicle/)

東京大学  
The University of Tokyo

◎1970 年に環境研究が開花

そのあと、1970 年になると環境関連の研究も盛んになりました。これも生産技術研究所の教授たちがイニシアチブをとって進めた重要かつ誇るべき研究と思います。さらに時代が進みますとマイクロシンの研究が世界的な研究として有名です。今日、藤田先生がその第一人者としてご紹介されましたが、この分野で世界をリードしてきました。

さらに、今日の話にはあまり出てきませんでしたが、海工工学も生研が大きなイニシアチブを今もっている研究分野です。こうした意味では、生研は、非常に幅広い、多様な研究を延々とやっていることがわかります。

**1970年**  
日本の環境研究を先導  
アスベスト代替金属繊維の誕生  
光化学技術の創成:化学に光をとりこむ(本多・藤嶋効果)  
多次元画像情報処理:木の内部を見る・宇宙から地球を見る

**1980年**  
流れの計算と予測:空気や水の流れを計算機で予測する  
マイクロシン:超小型機械を作る ⇒ 藤田先生  
アジアの水循環に迫る:アジアモンスーンと水循環  
耐震構造学研究の最前線を走り続ける:耐震構造学研究グループ

**1990年**  
現代日本を代表するアーキテクト:建築界に新風を吹き込む  
仏国CNRSとの共同研究ユニットとしてLIMMS設置  
海工工学研究センター設置

◎2000 年以降の研究展開

2000 年を過ぎますと、横井先生らが中心となって行なってこられた射出成形などの非常に泥臭い研究に加え、ハイテク、先端技術研究も盛んになりました。私自身は、ハイテクや先端研究とは縁遠いレアメタルの“製錬”の研究を続けていますが、射出成形と比べてどちらがより泥臭い研究なのかは、わかりません。

最近では、環境に関係するものや、先端的な時代をリードする最先端の研究が多くなって参りました。その代表例は、荒川先生のご研究です。このあとにご講演されます佐藤先生の研究、さらにはデザインに関する研究も時代を先取した先端研究の代表例です。要するに、生研では、重厚長大なヘビーインダストリー絡みの研究も地道に続けていますが、ここでご紹介したような情報とか感性などが対象となる研究も重要になり、これまでに説明した一連の研究テーマの変化が生産技術研究所の進化・変遷を支えております。

**2000年**  
量子ドットレーザーの開発  
レアメタルの研究  
サステナブル材料国際研究センター設置  
先進モビリティ連携研究センター (ITSセンター) 設置  
射出成型の研究で世界をリード ⇒ 横井先生

**2010年**  
3Dプリンターなどの先進ものづくり研究  
ソシオグローバル情報工学研究センター設置 ⇒ 佐藤先生  
先進ものづくりシステム連携研究センター設置  
価値創造デザイン推進基盤設置 ⇒ もしかする未来展

⇒ 研究対象が、重厚長大⇒軽薄短小⇒情報・感性と変化

◎先進ものづくりシステム連携研究センター (CMI)

このあとは、今、生研で行われている生研の研究プロジェクトをご紹介します。私自身もこの CMI というものづくり研究組織のメンバーの一人です。私は、この組織では、航空機の部品を作るときに発生するスクラップ (削

**先進ものづくりシステム連携研究センター (CMI)**

世界最先端の高度な航空機製造技術開発により、高付加価値の航空機づくりを目指し、我が国の産業及び経済、環境保護、学術の発展に貢献する。



熱間成形、接合  
・チタン合金

非破壊検査  
・CFRP 部品 環境対応

ロボット利用  
・シーリング  
・ミーリング

高速切削  
・CFRP  
・チタン合金  
・Al-Li 合金

高エネルギー  
国際競争力向上

高付加価値生産

Consortium for Manufacturing Innovation: 企業会員 13社⇒26社へ拡大

BOEING 三菱重工 川崎 KAWASAKI SUBARU DMG MORI 日立製作所 HITACHI 三菱電機 MITSUBISHI ELECTRIC 東芝 TOSHIBA 三菱重工業 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES 三菱商事 MITSUBISHI TRADING COMPANY 住友商事 SUMITOMO CORP. 住友金属工業 SUMITOMO METALS INDUSTRIES 住友化学工業 SUMITOMO CHEMICAL INDUSTRIES 住友物産 SUMITOMO LOGISTICS 住友不動産 SUMITOMO REAL ESTATE 住友生命 SUMITOMO LIFE 住友信託銀行 SUMITOMO TRUST BANKING 住友銀行 SUMITOMO BANK

り粉などの廃棄物)のリサイクルの研究に携わっています。CMIは、大型の産学連携研究の代表例であり、非常に大きなスラスト(推進力)と規模を生研の中では維持している研究組織です。

◎未来志向射出成形技術 (FOIMT)

未来志向射出成形に関する研究も重要です。これについてはすでに横井先生がご説明されました。私から見たこのプロジェクトの良いところは、横井先生が、新しい後進の研究者も育てようとしておられることです。私はこの分野の専門ではないのですが、産学連携の重要性を横井先生に教えていただいた研究者の一人です。若手の研究者たちが、大先輩の支援を受けて、別の取り組みや異なる研究分野でどんどん育っていくことも生研の良いところだと思います。このような工学研究分野と新たな取り組みが、今後も花開いていくものと期待しています。

社会連携研究部門  
未来志向射出成形技術 (FOIMT)

(住友重機械工業株式会社、株式会社デンソー、東芝機械株式会社、東洋機械金属株式会社、日本精工株式会社、ファナック株式会社)

主要なプラスチック成形加工技術の射出成形において、炭素繊維等の難成形性・難制御性材料の出現や、型内接合一体化等の工程の複合化を背景として、成形現象も複雑化し、本来の材料特性等の実現が困難になりつつある。本部門では、技術的にも学問的にも未開拓なこれら領域に道筋をつけ、来るべき射出成形技術を先導することを目的とする。

メンバー:  
横井 秀俊 名誉教授 梶原 優介 准教授

金属樹脂直接接合界面の電子顕微鏡分析  
ホットランナー会型内樹脂流動挙動の可視化解析

◎持続型エネルギー・材料統合研究センター

私は、今、持続型エネルギー・材料統合研究センターのセンター長を務めています。このセンターでは、材料やエネルギーに関する研究分野の人たちが有機的につながって、好き勝手に研究に取り組んでいます。今後、環境技術、エ

持続型エネルギー・材料統合研究センター (IRCSEM)

材料工学とエネルギー工学の融合により  
持続可能な社会の実現を目指す国際研究拠点

資源・材料循環ユニット  
資源・物質・材料循環のデザインとプロセス制御  
熊山 豊樹\*  
山口 隆雄  
青川 剛  
八木 隆  
中野 隆  
井上 大和  
大和田 隆

エネルギー資源有効利用ユニット  
低エネルギー消費社会のための基礎工学  
エネルギー工学国際研究センター  
2019年4月よりエネルギー学部国際研究センターを本センターに統合された

資源・物質の最大活用のための材料工学  
物質・材料高度活用ユニット  
大澤 隆二  
大澤 隆二  
山口 隆雄  
山口 隆雄

産業界との強い連携の構築  
社会連携推進ユニット  
分野融合による、新しい学術、技術の創出  
広い視野を持った人材の育成 \*連携研究者

ネルギー技術が世界規模で重要になってきますので、これからも、極めて重要な研究分野であり続けるものと信じています。

◎エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門

細かい話は省略しますが、エネルギーシステムインテグレーションの研究も重要です。これは、鹿園先生、大岡先生、荻本先生、岩船先生らをご担当されています。これも大きな産学連携研究です。沢山の研究費を外部から集め、とても活発なエネルギーシステムの研究会を発足し、精神的かつ多角的に活動しています。

社会連携研究部門  
エネルギーシステムインテグレーション (ESI)

(東京電力ホールディングス株式会社、電源開発株式会社、関西電力株式会社、東京ガス株式会社、大阪ガス株式会社、日本電気株式会社、株式会社日立パワーソリューションズ、日立三菱電力株式会社、積水化学工業株式会社、株式会社豊田中央研究所、株式会社Loopo、株式会社LIXIL)

鹿園 直毅 教授 (機械工学)  
大岡 龍三 教授 (建築工学)  
荻本 和彦 特任教授 (電気工学)  
岩船 由美子 特任教授 (電気工学)

主な概要  
電力・エネルギーシステムにおける新しい技術と制度の必要性と可能性を示すために、全体システムの需給運用、設備計画、個別システム、個別技術の運用・制御について、開発・価値評価・導入適用検討を行う。これらの研究を通して、価値評価、技術・制度設計の考え方を確立するとともに、これらを実施する評価ツールを開発し、それらを用いた電力・エネルギーシステムを検討・提案する。また、エネルギーシステム全体を俯瞰できる人材を育成する。

◎建物における省・創エネルギーのための機械学習・AI制御技術社会連携研究部門

さらにユニークな研究をご紹介します。建築とAI制御技術の融合に関するものです。これは野城先生、大岡先生らが中心となって取り組んでおられる分野です。

お気づきのように、生研では、複数の研究組織に重複して参加している研究者が沢山います。このような柔軟な組織立ち上げのあり方ゆえに、異分野の研究者が様々な研究分野に有機的に携わっていくことができるのです。

社会連携研究部門  
建物における省・創エネルギーの機械学習・AI制御技術 (ゲーテハウス株式会社)

野城 哲也 教授 (主任)  
大岡 龍三 教授 (主任)  
鳥籠 文平 特任講師 (専任)

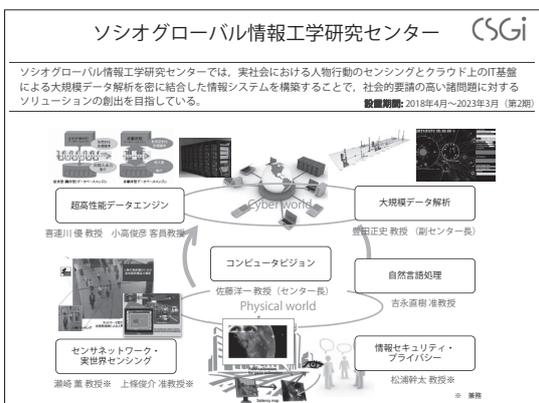
主な概要  
次世代エネルギーシステムにおいて、環境技術、創エネルギー、自然エネルギー、未利用エネルギー、エネルギー融通、省エネルギー技術を開発・活用するための、建物に関連する情報を機械学習により分析、AIを活用した最適制御を実現、社会へ還元して実証し、各種スマートシステムと連携するシステムを構築を目的し、国内外、社会・企業と連携する、次世代プラットフォームを構築する。

研究開発により以下の課題を解決を目指す。  
● 狭域の小規模な建物では、エネルギーマネジメントが困難である。  
● 空間領域に分散する個別のIoT技術と汎用的に情報を共有し、それらの情報が統合的にサービス利用されていない。  
● エネルギー管理者が不在な建物において、勝手に制御を行うでシステム手動操縦されていない場合が多い。  
● 相関・因果関係が不明な建物において、エネルギー融通に必要制御技術は不十分である。  
● ZEB (ゼロエネルギービル)、ZEH (ゼロエネルギーハウス) を実現するためには、経済的で利便性の高い制御が不可欠であることが十分である。  
● 建築物の運用効率を高めるための建物や建物設備の双方の情報利用がなされていない。  
● 建物からモニタリングされたビッグデータを、簡単に分析を行う仕組みが汎用的ではない。

建物の省エネルギー (KOME E) ZEB/CAI 制御実現  
金キヤンパ以外比 A 67%減エネルギー

建物の省エネルギー (KOME E) ZEB/CAI 制御実現  
金キヤンパ以外比 A 70%減エネルギー  
<http://www.magorfab.lit.tokyo.ac.jp/>





私が東北大にいたときは、状況が異なる場合もありました。大きな研究所全体が似たような材料の研究を行う集団であったので、とすると、縄張り争いがありました。情報の流出を防ぐために研究者の交流をさせないようにする研究室主宰者もいたりして、なかなか微妙な問題もありました。一方で、多くの研究者が似たようなことを競争しながらやっていると、競争が激化して、研究のレベルも上がっていく、それはそれでよい場合もあります。

しかしながら、生研では研究文化がこのような垣根分断思考とはまったく違います。たとえば、私自身の研究に関しては隠すべきことはほとんどありません。研究所を転々と渡り歩いた成果として、研究所によって、雰囲気や人間関係が大きく異なる点をもとても面白いと実感しました。

◎生産技術研究所の海外拠点

岸先生から既にご紹介がありました。生研は国際連携でも頑張っております。国際連携は、これからも積極的に推進していかなければならないと私も思っています。たとえば、藤田先生がイニシアチブをとって推進してこられたフランスとの国際連携は、世界に誇れる大規模なもので、長い期間、とても高いアクティビティーを維持しており、



素晴らしい実績があります。

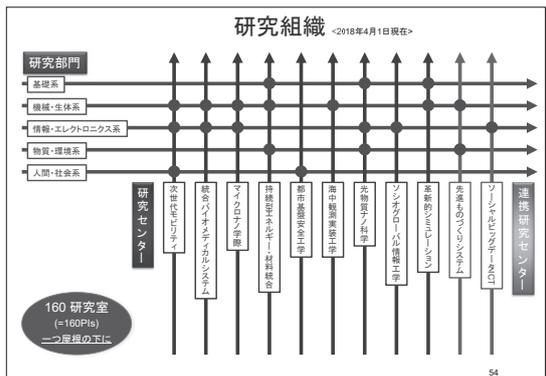
このような国際連携をさらに推進・発展させるために、ニューヨーク・オフィスの立ち上げも行いました。ニューヨーク・オフィスは、野城先生と藤井先生がイニシアチブをとって懸命に立ち上げられたもので、私自身も下働きを沢山してきましたが、最近ようやく組織としての体をなしてきました。

今まで誰もやっていないこと、新しい組織をつくっていくこと、まったく新しい仕組みを作ることが、生研の得意技の一つでもあります。北米で研究を展開するだけでなく、資金も集めようといった事業を日本の他の大学に先駆けてやっていくというのは、生研の得意なことの一つだと思います。

◎2000 年以降

2000 年以降は、さらに変わった研究活動が推進されるようになりました。一番、ユニークなのは、「価値創造デザイン基盤」ではなかろうかと思しますので、その活動を簡単にご紹介します。

70 年前に生研が立ち上がったころは、“デザイン”という研究分野の重要性を誰も考えていなかったと思います。しかし、生研で、価値創造デザイン基盤という新しい発想での組織が 2010 年に発足したのは、これまでにご紹介したような、ニーズ志向型、プロジェクト志向型の様々な研究センターが生研内に存在したからです。さらに、新しい研究組織を支える各構成員が、1 部から 5 部の異なる研究組織から自発的に出てきて、多様な構成員がそれぞれ有機的に繋がっていたからこそ、こういった新しい展開が生まれ、強い組織に育ってきたのです。



**2000年**  
**量子ドットレーザー**  
**レアメタルの研究**  
**サステイナブル材料国際研究センター設置**  
**先進モビリティ連携研究センター(ITSセンター)設置**  
**射出成型の研究で世界をリード**

**2010年**  
**3Dプリンターなどの研究**  
**ソリオグローバル情報工学研究センター設置**  
**先進ものづくりシステム連携研究センター設置**  
**価値創造デザイン推進基盤設置**

⇒時代が変化しても、  
 工学研究の成果の社会実装を目指した研究が中心

◎価値創造デザイン研究基盤

今日、この講演会が終わりましたら、ぜひ訪問していただきたいところが「価値創造デザイン研究基盤」棟です。生研のS棟とよばれている建物で、このホールがあるA棟から出て南の奥に行きますと、今井先生がデザインされた非常に立派な研究施設「価値創造デザイン研究基盤」という組織の拠点があります。建物自体も生研の今井先生が設計し、その素晴らしい建物の中では、さまざまなデザイン創造に関する活動が行われています。

デザインや情報に関する活動に刺激を受けまして、私自身も新製錬法やリサイクル技術の開発だけではなく、アートやデザインに関する活動を始めました。最近では、チタングッズの作製に目覚めて、私自身もチタン椅子のデザインと作製に鋭意取り組んでいます。このホールにおられる私の製錬の生業を知っておられる先輩方からは、「岡部さん、あなたは製錬の研究は得意だけど、デザインやアートには向いていそうも無いからやめておけ。」と言われていました。しかし、周囲の反対を押し切って、今、私は、鋭意デザインやアートに取り組んでいるのです。



私自身は、大体10トン以上の金属チタンを効率良くつくる高温プロセスを専門としており、重厚長大なプロセス技術に関する研究が中心です。ところが、最近では、そのような基盤研究に加え、超軽量・高強度のデザイン椅子をつくるという新しい価値創造の新分野開拓でも生研のメンバーに触発されて一生懸命に頑張っているのです。

**夢の材料チタンを未来のコモンメタルに**

**岡部の最近の取り組み**

- ① **基礎研究**  
⇒新製錬法の開発、物性測定等
- ② **応用研究**  
⇒汚染防御技術・リサイクル技術の開発
- ④ **チタンの一般社会へのアピール**  
⇒チタンの重要性・将来性の宣伝
- ⑤ **その他**  
⇒アート・デザイン・チタングッズの作製

10トンの金属チタンを製造する高温反応容器

<http://www.osaka-ti.co.jp/product/titan/sponge.html>

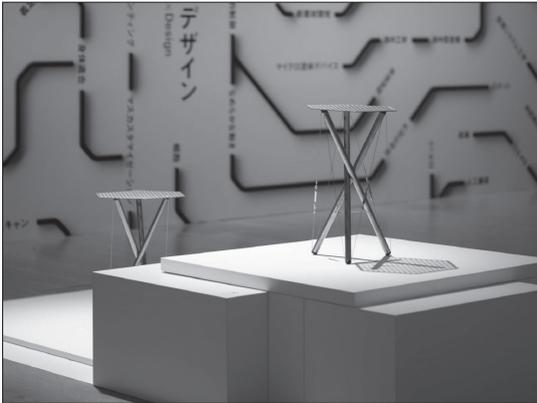
**チタンの熱還元プロセス**  
⇒  
**重厚長大な産業**  
⇒  
**プロセス技術の研究はこれからも重要**

**チタンを使った椅子のデザイン**  
⇒  
**研究センスよりも感性が重要**

**超軽量・高強度のチタン製のデザイン椅子**

◎おわりに

残された時間をつかってパラパラ漫画的に生研での活動をご紹介させていただきます。これは、70周年事業の記念イベントで企画した「もしかする未来展」の写真です。国立新美術館で開催しました。この写真は、私が設計・製作したチタン製の椅子です。



この写真は、山中先生がデザインして、私がトーホーテックという会社をお願いして作ってもらったチタン製のツールです。この椅子は、今の段階では製造にコストがかかり、とても価格が高いのが問題です。ただ、将来、安くなってチタン製の椅子や家具が普及すると期待しています。この椅子は、今日は、岡部研にも展示してありますので、ご覧になってください。また、「もしかする未来 in 駒場」という企画展示もS棟で今日は夜7時までやっています。



「もしかする未来 in 駒場」という企画では、先ほど紹介したチタンの椅子だけではなく、義足であったり、3Dプリンターでつくったもの、ハイテク、さらにはファッションに関するデザインまで、実に多様なものを作製して展示しています。さらに、今日は、「もしかする未来 in 駒場」で「ぞわぞわ」という、一見、幽霊屋敷を連想させるようなとても面白い企画もやっています。ご興味ある方は、パンフレットを配っていますので是非とも見学してください。



生産技術研究所は、重厚長大な産業分野に関する研究を中心に始まりました。今も、これらの研究分野の重要性がなくなったわけではありません。さらに、重厚長大な分野から軽薄短小な研究分野にも研究対象が発展し、今ではデザイン創造までを含む多様な研究組織で構成されています。「この先、生研は、どう発展していくのか」という点についてもときおり考えます。しかし、こればかりは読めません。ただ、やはり、情報とか感性に関する研究が、今後、さらに重要性を増すのは間違いのないところであろうと思っています。

したがって、私自身は、今後も、私のライフタイムが尽きるまでチタンをはじめとするレアメタルの製錬・リサイクル技術といった重厚長大系の研究はやり続けますが、デ

デザインや情報に関する分野にも取り組んで行こうと思っていますところ。

こうした意味では、生研は非常に刺激を受け、自身を成長させてくれるとても優れた組織です。実を申し上げますと、私一人だけではデザインは下手で、何もまともに作れないのが事実です。しかし、デザインの指導をくださる山中先生をはじめ、多様な協力者がいらっしゃるの、私も新しい分野を展開できるのです。

私は、研究だけでなく管理職も最近を担当しています。生研には、素晴らしい方々が沢山おられるので、私は日々、非常に良い刺激を受けながら活動し、人生を楽しませてもらっているというのが今日ここで皆さんにお伝えしたいことです。

私は70周年特別委員会の実行委員長も務めさせていただいております。本来なら、副所長の職を降りたら実行委員長としての任は解かれる規則があったのですが、これも岸所長が、わざわざ規則変更までして、続けさせていただいています。このような意味でも、生研は、柔軟かつ非常に前向きな良い組織です。

今後も生産技術研究所から発信される新たな動きにご期待ください。同時に、こういった活動をご支援・ご指導賜りますよう、この場を借りてお願い申し上げます。

ご清聴、ありがとうございました。(拍手)

### 岡部徹が対象とする研究

重厚長大

⇒

軽薄短小

⇒

情報・感性？

⇒

???



<http://www.osaka-b.co.jp/product/titani/sponge.html>

チタンの製錬・  
リサイクル技術の開発



レアメタル・アート  
チタン椅子のデザイン

### 生産技術研究所が対象とする研究

重厚長大

⇒

軽薄短小

⇒

情報・感性？

⇒

???