



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	触媒研究所. 一 触媒化学と化学工業. 二 触媒研究所の設置. 三 触媒研究所の概要. 四 触媒研究所 拡充期成会. 五 研究内容の概略. 六 研究成果. 七 紀要『触媒』及び『JRIC』の刊行. 八 触媒学会 誕生と触媒研究所. 九 研究交流. あとがき. 年表
Citation	北大百年史, 部局史, 1251-1309
Issue Date	1980-03-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29992
Type	departmental bulletin paper
File Information	bukyokusi_p1251-1309.pdf



触媒研究所

目次

一	触媒化学と化学工業	1255
二	触媒研究所の設置 触媒研究所設置理由書—研究内容説明—予算関係その他の要求—触媒研究所の発足	1256
三	触媒研究所の概要 部門・定員・共通施設—財政（予算）関係—管理・運営—大学院教育	1266
四	触媒研究所拡充期成会	1275
五	研究内容の概略 水素電極反応—アンモニア合成—吸着—化学量数—セレン被膜ニッケル触媒	1276
六	研究成果 一九四三年から一九六〇年まで—一九六〇年から現在まで	1286
七	紀要『触媒』及び『JRIC』の刊行	1291

『触媒』—『JRIC』

八 触媒学会誕生と触媒研究所

1295

九 研究交流

1297

国際会議関係—国内外との研究交流—外国研究者の来訪

あしがき

1304

年 表

1306

一 触媒化学と化学工業

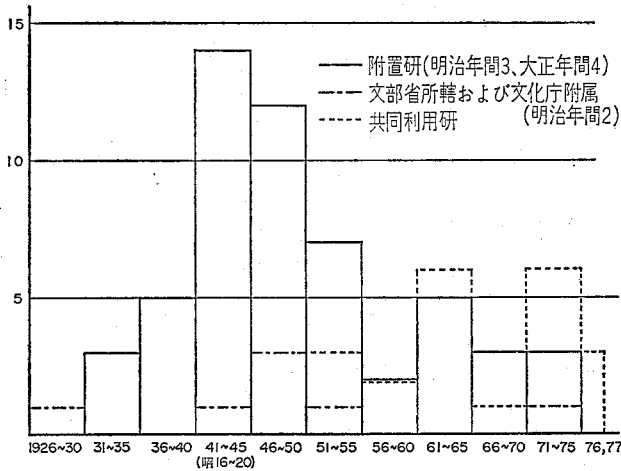
触媒研究所が北大に設置されたのは一九四三年（昭和一八）の一月である。一九七八年（昭和五三）一月で満三五年になるが、北大創基百年の歴史から見ればわずか三分の一の若さである。しかしその当時に比べると現在は、大学、学部の数に国立大学だけでも数倍に伸び、北大においても部局数は二倍以上に、学生数、教官数は三倍以上になっているので、設立の古さからいえばやや古い方に属する。

全国で大学付置の研究所が急速に増えたのは、次ページのグラフからわかるように一九四一年（昭和一六）から一九四五年（昭和二〇）までの間で、戦後は大学付置あるいは国立大学共同利用研究所が主になってきている。規模も共同利用研究所のほうが一般に大きい。

触媒研究所設立の沿革を述べる前に、触媒研究所設立に至る背景としての触媒化学や化学工業の発展を簡単に述べる。

十九世紀初めまでは、化学工業は家内工業的な小規模のものであったのが、資本主義の発達とともにしだいに規模の大きなものになり、触媒の研究もそれに伴って盛んになっていった。二十世紀初めの一九一二年ころからの重化学工業化へのきっかけをつくったのは、サバチエ（フランス）の不飽和炭化水素への水素添加触媒の発見（一八九六年）と、ハーバーとボッシュ（ドイツ）による「空中窒素の固定」すなわちアンモニア合成方法の研究とその工業化への成功である。この時期から一九二五年にかけてのヨーロッパ、アメリカでの重化学工業化は、急速でめざましいものがあ

大学付置研究所新設数の推移



った。

日本では、大正の初めまでは化学工業の発達は遅々たるものであり、昭和初期の不況時からやっと近代的化学工業化が始まったわけです、欧米に遅れること二〇年以上であり、実用触媒の研究としては、東京工業試験所のアンモニア合成触媒の改良などのすぐれた業績は多かったのであるが、それ以外はほとんど無に等しく、もっぱら技術導入や特許の輸入にたよっていた。

触媒の基礎的な研究は化学工業にとっても欠かせないものであるが、基礎科学としても、化学・物理学などにまたがって興味ある領域であり、今世紀初め以来急速に関心が高まってきている。

北大に触媒研究所がいち早く設立されたことは、基礎研究の面では時宜を得たものであった。

二 触媒研究所の設置

触媒研究所設置理由書

北大から「昭和十六年度 触媒研究所設置概算要求書」が一九四〇年に文部省に

提出された。この作成は、当時理学部化学の助手であつた三谷光雄による。要求書は次の一〇項目から成り立っている。

- 〔一〕 触媒研究所設置理由書
 - 〔二〕 新營建物坪数算出調
 - 〔三〕 研究内容説明
 - 〔四〕 研究事項並職員配置調
 - 〔五〕 經常費所要額調
 - 〔六〕 設備費内訳
 - 〔七〕 特別研究費内訳調
 - 〔八〕 付帯工事費其他内訳調
 - 〔九〕 触媒研究業績
 - 〔一〇〕 触媒ノ意義ト其ノ研究
- まず、〔一〕を紹介する。

触媒研究所設置理由書

アンモニア合成、人造石油、合成燃料、人造纖維、合成ゴム等ノ大工業ハ凡テ触媒利用ノ化学工業ニシテ触媒及其ノ使用状況ノ適否ハ製品ノ優劣、能率ノ良否ノミナラス生産費ノ高低ヲ根本的ニ決定スルモノニシテ化学工業ノ優劣ハ一ニ懸リテ触媒ニアリ触媒研究ノ軍事上將又産業上重要ナルハ敢テ贅言ヲ要セサル所ナリ

然リト雖モ現今我國ニ於ケル触媒研究並ニ之カ各種ノ応用ヲ觀ルニ諸合成工業中最モ進歩シ居レルアンモニア合成（人造肥料）ノ如キモ殆ント其ノ技術ハ外国ノ特許ヲ購入シ居レル状態ニアリ之ニ使用スル触媒ハ各工場ニヨリテ異ナリ優秀ナル触媒ノ発見ヲ要望スルコト切ナルモノアリ更ニ石炭液化、合成ゴム等ハ欧米諸国ニ於テハ既ニ大工業化ニ成功シ居ルニモ關ハラズ我國ニ於テハ漸ク緒ニ着キタルノミニシテ生産費ノ高キト製品ノ不良トニ悩ミツ、アル実情ニアリ而モ液体燃料資源ノ少キ我

国ニ於テハ内外油田ノ開発ト其ノ利用ヲ完全ナラシムルヲ要シ其ノ他人造石油、合成燃料ノ研究ノ完成ヲ緊要トス今や我国ハ非常時局ニ直面シ石炭液化及クラッキングニヨリ優秀ガソリンノ生産イソプチルエーテルノ如キ航空燃料ノ製造ハ航空機ノ速度ヲ増進セシメ又発動機ノ故障ヲ減少セシムル為其ノ増産ハ目下ノ重要研究事項ナリ又アンモニアヨリ硝酸ヲ作り硝酸ヨリ製造セル爆薬ピクリン酸、 $T \cdot N \cdot T$ 、ニトログリセリン、発射薬ニトロセルロース等ノ品質ノ改良代用爆薬ノ製造及アンモニアヲ使用セス直接窒素ト酸素ヨリ硝酸ヲ製造スル触媒ノ発見等ハ速カニソノ研究ノ完成ヲ要スルモノナリ

元ヨリ我国ニ於テモ各大学其他ノ研究機関並ニ諸会社内ノ研究所等ニアリテ之ニ關スル若干ノ部分的研究ヲ行ヒツ、アルモ太学其他ノ研究機関ニアリテハ經費並ニ研究者ノ不足ノ為充分ニ獨創性アル業績ヲ挙クルコト能ハス一方當利会社ノ研究所ニアリテハ相當ノ經費ト研究者トヲ有スル場合ニ於テモソノ研究ハ目前ノ當利ヲ目的トスル關係上長時日ヲ要スル如キ基礎的研究乃至綜合的応用等之ヲ為シ得サルハ当然ニシテ若シ現状ノ儘推移セシムルカ我國化学工業界ニ大ナル影響ヲ及ボシ延イテハ我国力ニ重大ナル欠陥ヲ招来スルニ至ルヘシ

此ノ時ニ當リ數年來本理学部堀内教授ノ触媒ノ研究ハ數種ノ触媒作用ニ横ハル原理ヲ世界ニ先ンシテ発見シ基礎理論ノ構成ニ成功シ其ノ基礎理論ノ指針ニヨリ既ニ數種ノ応用ニ移シ得ヘキ結論ヲ得タリ既ニ代表的成果トシテハ(一)触媒ニヨル水素添加反応機構ノ闡明(二)白金触媒ノ代用トナリ得ル触媒ノ発見(三)触媒ノ電気化学的研究法ノ確立等ニシテ尚進ンテ其ノ基礎理論ヲ更に拡張シ多クノ触媒作用ニ指針ヲ与ヘ又基礎理論ヨリ來ル結論ニ依テ触媒ニ關スル新分野ノ開拓ニ努メツ、アリ依テ茲ニ左記ニ掲クル研究所ヲ設置シ触媒ニ關スル徹底的研究ヲ為シ以テ我國化学工業ノ育成ヲ図ルト共ニ軍事上並産業上重要ナル研究業績ヲ挙ケント欲ス

以上が研究所設置の理由である。

概算要求書の設置理由に述べられていることは、四〇年近くも以前に書かれたものであるにもかかわらず、貫かれている精神は今でも全く正しいものである。當時は化学原料の主なものとは石炭であり、現在はいわゆる石油化学時代であり、所得倍増、高度成長の時期に、日本の化学工業は重化学工業へと急速に変身し、日本全国至るところに大規模のコンビナートができ、外見的にはわが国は化学工業の先進国であるが、内容的には技術導入型であり公害問題は



堀内の重水を使った研究を紹介した当時の新聞 (1934年6月)

深刻化している。

触媒研究所が北大に設置された経過には、堀内寿郎教授の優れた業績に負うところが大きいのも理由書のとおりである。

堀内は一九〇一年(明治三四)札幌に生まれ、旧制第二高等学校を経て一九二二年(大正一一)東大理学部化学科に進み、わが国の物理化学の先駆者で多くの優れた門下生を育てた片山正夫教授のもとに学んだ。卒業後も東大化学教室および理化学研究所の片山研究室で「有機溶媒への気体の溶解度」の実験・理論の研究を行い、一九三二年(昭和七)学位を取得した。この仕事の完成を機会に、この年ドイツのゲッチンゲン大学のオイケン教授の下に二〇カ月滞在し分子振動の理論的研究をした。

当時物理化学の世界的第一人者で、ベルリン大学教授、フリッツ・ハーバー研究所長だったポラニーは以前からイギリスのマンチェスター大学に赴任を招請されていたのであるが、ヒトラーが政権を取るとともに

イギリス行きを決心し、堀内は待遇のよい名誉研究員として同行することを勧められ、一九三二年春より一九三四年終わりまで一年八カ月マンチェスター大学で研究した。ポラニーは堀内のそれまでの仕事を高く評価していたのである。

マンチェスター大学における二人の研究計画は、一九三二年ユーリーにより発見された重水素をトレーサー(tracer)追跡標識として化学反応、触媒作用、水素電極反応の分子レベルでの研究を行うことであった。堀内・ポラニーの研究は非常に実り多いもので、化学反応、触媒作用の研究にとって画期的なものであった。化学反応の研究に水素のみならず他元素の同位元素を用いて研究することは現在では常識になっている。マンチェスターには多くの若い優秀な学者が集まってきていて、堀内は啓発されることも多かった。

帰朝後一九三五年(昭和一〇)一月から北大理学部教授となり、北大でイギリスでの研究を岡本剛助教授(当時、現北大名誉教授、広田講師(現阪大名誉教授)とともにさらに発展させた。岡本、広田とともに片山門下生である。

この北大グループの存在が、触媒研究所設置の基盤になると判断されたためである。

研究内容説明

概算要求書の「三」には部門構成とその研究内容の説明がある。ポラニー・堀内の触媒の研究をいかに進めるべきかという思想が貫かれている。研究は次の五部からなっている。すなわち、第一部は

「触媒ノ理論化学的研究」、第二部は「触媒ノ物理化学的研究」、第三部は「触媒ノ電気化学的研究」、第四部は「触媒ノ表面構造ノ研究」、第五部は「触媒ノ応用化学的研究」で、「部」は現在の「部門」である。

第一部の内容は、理論と実験とを並行して進めながら触媒作用の本質を統計力学、量子力学の基礎の上に樹立し、試行錯誤的なむだを省き新分野を開拓しようというもので、次のようなテーマを設定した。

一、金属触媒の理論化学的研究、二、白金代用触媒の理論の発展、三、混合触媒の理論化学的研究、四、金属触媒

と表面構造と触媒作用との關係に関する理論化学的研究。

ハーバーが「空中窒素の固定」に成功したのは、窒素、水素、アンモニアの混合系の精密な熱力学的研究の結果から高圧、低温で適當な触媒があればアンモニア合成が可能であることを熱力学的に結論し、二万種のことを調べて触媒として鉄などがよいことをつきとめた結果である。化学工業の發展段階では常に隘路になるのが触媒探しである。

さきに掲げた研究の諸事項は現在でも重要な研究テーマであり、なかならず第四項はこの一〇年間に急速に進展した分野である。

第二部の「触媒ノ物理化学的研究」は具体的な触媒による反応の経路を、同位元素などを用いて決定し、あるいは赤外吸収、仕事関數變化などを測定し、触媒上の中間体の性質を明らかにして触媒作用の研究を実験的にしようというもので、次のような研究を挙げている。

一、水素添加反応の物理化学的研究、二、アンモニア合成及び酸化の物理化学的研究、三、クラッキングの物理化学的研究、四、アセトン重合の物理化学的研究、五、触媒毒の物理化学的研究。

第三部の「触媒ノ電気化学的研究」は次のとおりである。

電気分解は電極表面上で起る触媒反応で、気相中での触媒反応と密接な関連がある。研究題目としては、一、電解酸化還元の研究、二、酸性、塩基性及び有極性原料の水素添加反応の電気化学的研究、三、電子親和力と触媒作用との電気化学的研究、四、高周波電流による触媒作用の研究、がある。

第四部の「触媒ノ表面構造ノ研究」は次のような内容である。

触媒作用の本質の理解には反応にあずかる分子、原子のみでなく、触媒表面の構造論的、電子論的研究、及び表面とそれら原子、分子との相互作用の研究が要求される。その方法として次のようなものが挙げられている。一、光学

的顕微鏡による触媒表面構造の研究、二、電子線回折法による触媒表面構造の研究、三、電子顕微鏡による触媒表面構造の研究、四、X線による触媒表面構造の研究。

第四部に固体表面を主に研究対象とする部門を設けたことも先見の明を誇り得るものである。当時はコロイド化学とか、界面化学という言葉はあつたが、電子顕微鏡や電子線回折を用いて表面が触媒作用をもつことについて研究しようという発想はほとんどなかった。しかし、四〇年たった現在では電子顕微鏡、電子線回折をはじめ物理や化学的方法を用いての固体表面の研究は非常に盛んであり、「表面科学」という言葉は一般化している。

最後の第五部「触媒ノ応用化学的研究」では、「第一乃至第四部ニ於ケル触媒ノ学理的研究ノ結論ヲ応用ニ移シ一方応用工業ヨリノ要求ヲ学理的研究ノ題目ニ還元スル目的ヲ以テ第一乃至第四部ノ研究ノ進展ト密接ナル連絡ヲ保チツツ次ノ諸研究ヲ行ハントスルモノナリ」として、石炭液化、合成燃料、クラッキング、アンモニア合成及び酸化、合成ゴム、合成樹脂等の応用化学的研究をあげている。

以上が研究内容の概要である。

予算関係その他の要求

設置理由書に付せられた新営費の要求額は次ページの表のとおりである。これは臨時費とされて、政府支出金とされている。すなわち、建物を完成し設備を終わるまでのものである。奏任俸給は建築、設計、監督の技師一人の二年分、判任俸給は技手二人分のものである。本館は耐火造り三階建てで、坪四〇〇〇円で一二八〇坪、実験工場その他が耐火造り平家建て、坪三五〇円で四三七坪、付帯工事費が坪当たり一二〇円で、本館、実験工場その他の合計一七一七坪である。

〔四〕及び〔五〕は研究を一九四二年度事業開始し、一九四二、四三年度の二年間で完成するための定員、経常費の要求であり、五部門、教授五（専任三、兼任二）、助教授五、助手一〇、書記三、司書一、となっている。俸給は完

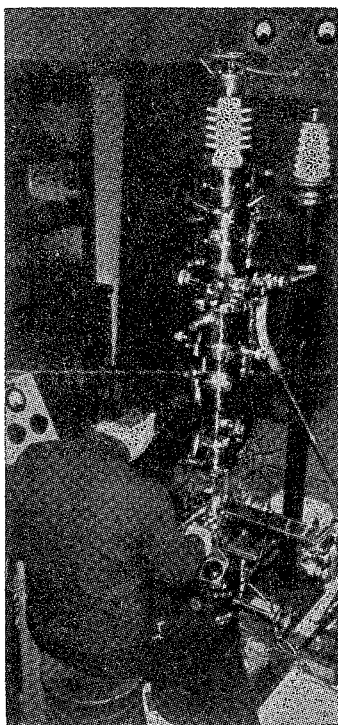
区 分	総 費 額	支 出 年 度 割	
		1941 年 度	1942 年 度
触媒研究所新営費	1,679,000円	844,200円	834,800円
奏 任 俸 給	4,960	2,480	2,480
判 任 俸 給	3,940	1,940	1,970
賞 与	890	445	445
事 務 費	53,020	29,591	23,429
新 営 費	1,016,190	609,714	406,476
設 備 費	600,000	200,000	400,000

成時で年に三万八六八七円、校費が一九万九九〇円で合計二二万九六七七円である。

〔六〕、〔七〕、〔八〕は設備費、特別研究費、付帯工事費等の内訳であるが、主なものを次に述べる。

機械費の要求は全部で三六万七四三〇円であるが、主なものを並べてみると、人工同位元素製造施設（四万二〇〇〇円）、高温高压装置（二万円）、高周波超音波発生装置（五〇〇〇円）、液体窒素製造装置（二〇万円）、電子顕微鏡（三万円）、スペクトログラフ（四〇〇〇円）、真空ポンプ（二万円、単価五〇〇円）、および水銀拡散真空ポンプ（八〇〇〇円、単価四〇〇〇円）などの実験用の設備である。

人工同位元素製造装置は、電解濃縮による重水素の分離を行うものである。この装置はもちろん、液体水素製造装置、電子顕微鏡などは当時は既製品はなく、「手製」する以外はなかった。次ページの写真はほぼ二五年前の第二号の手製のものである。X線、電子線装置も終戦後間もないころの手製のものを最近まで使っていた。真空ポンプ及び水銀拡散ポンプは一〇〇〇万分の一トール程度の高真空で実験を行うためのもので、教官数二〇名の予定であったから、各一組ずつもつことになる。化学系の実験室に真空を持ち込んだのは堀内で、すでに理学部化学教室では真空中で



手製の電子顕微鏡第二号
1952年ごろの製作で1969年ま
で使用されて、触媒体の構造
研究に用いられた

の実験が主になりつつあった。

機械費の次に額の大きなものは、実験工場としてガラス工場のみでなく工作工場を設置するための概算要求であった。精密旋盤一基、旋盤二基合わせて一万五〇〇〇円などで、総計五万二〇〇〇円である。欧米では化学系の研究所

でもみな非常に充実した工作室をもっているが、日本ではむしろ例外的であった。

〔九〕は堀内を中心とした研究論文リストである。〔一〇〕は、当時の日本の化学工業の現状と触媒研究の緊急性並びに世界の化学工業と触媒研究の情勢を述べているもので、興味ある文献である。

触媒研究所の発足

概算要求書の概要はすでに述べたとおりであるが、一九四一年度は見送られ、次年度の一九四三年一月に設置が決まった。一九四二年度の概算要求では第五部を削り、酵素触媒、微量分析、均一触媒、酸塩基触媒の四部をつけ加え、計八部の要求であったが、第一～四部のみが通った。

触媒研究所の設置に特に尽力したのは、今総長、小熊捍低温科学研究所長であった。設置委員は小熊捍、片山正夫、東大教授、堀内寿郎である。

設置の決まった四部門（概算要求書では「部」であるが以下部門と呼ぶ）と当初の部門担当の教授・助教授は、第一部門理論化学（堀内寿郎理学部と併任）、第二部門物理化学（菅孝男）、第三部門電気化学（菟原逸郎）、第四部門触媒構造学

(山口成人)である。このほか大秦康光北大教授、小谷正雄東大教授(現在東京理科大学長)、神田英藏東北大教授の兼任で発足した。

初代所長は小熊焯低温科学研究所長が併任し、建物も低温科学研究所の一部を間借りして発足したため、事務長、事務職員、事務室も低温科学研究所に依存していた。一九四八年(昭和二三)、小熊所長が定年退職し、堀内が所長になったときに事務機構と事務室ともに独立した。

一九四三年(昭和一八)は第二次大戦も終局を迎え、あわただしさを加えていた。六月には「学徒戦時動員体制確立要綱」によって学生の勤労動員は強化され、一年の三分の一は勤労に割り当てられ、在学徴集延期は勅令により停止され、さらに「兵役法施行規則」が改正され、徴兵年齢は二十歳から十九歳に引き下げられた。この年の十月二十一日、明治神宮外苑において学徒出陣の壮行会が氷雨降るなかで行われた。在学期間を半力年短縮され、一九四三年九月三十日卒業予定の東克彦(現触媒研教授)、松下三十郎(現理学部第二化学科教授)らも卒業を待たず八月末に海軍予備学生として応召した。若い事務員の多くも徴集、動員され、十月一日には勤務時間が延長され、一九四四年には退庁が一時間延長され、土曜日の半休や日曜休日さえ廃止された。

このような時期に、世界最古で最小の触媒研究所は発足したのである。外国で触媒研究所ができたのは、第二次大戦後で、北大触媒研究所より一五年おくれてまずソ連にできた。規模は一〇倍以上のものである。つづいてフランス、イタリア、東ドイツ、ポーランドに作られたがいずれも北大のものの二、三倍以上の規模をもっている。

三 触媒研究所の概要

触媒研究所の発足以来大きく変化したものは建物である。発足当時は前章に述べたように理学部東側にあった低温科学研究所の北側三分の一の間借りであったが、それでは狭く、理学部化学教室、金属化学研究室、山下生化学研究室などにも間借りをしていた。一九六三、六四年度の二カ年にわたって、現在の建物が理学部西側に建てられた。設置時から二〇年を要したわけである。

敷地は農学部の研究農地であった五三七二平方メートルを譲りうけた。建物は三階建て延べ三一四一平方メートルで、その後、NMR室四一平方メートルが一九七一年に増築された。現在では事務室、図書室、会議室など管理ならびに教育部門が一五四平方メートルで、研究室は一六八九平方メートルである。

部門増は現在までにわずかに二部門で、相変わらず世界最小の触媒研究所である。

部門・定員・共通施設

発足時には、第一部門理論化学、第二部門触媒構造学、第三部門物理化学、第四部門電気化学であったが、それに付け加えて、一九六一年度に第五部門生体触媒（現在の有機化学部

門）、一九六四年度に第六部門酸塩基触媒が増設された。定員は全体で教授六、助教授六、助手一四であり、一九七七年現在、助教授が一名欠員となっている。職員は事務室一〇名、ガラス工場四、窒素工場二、図書室一、秘書及び計算室四、研究補助員（技官）三名である（なお一九六三年の総定員法による定員削減で職員は四名減になっている）。これに大学院生、研究生十数名を含め、六五〇名の小さな所帯である。事務室、各部門研究室を除いて図書、工場、計算

室などの研究補助組織について簡単に述べる。

〔図書関係〕 研究範囲が触媒、電気化学、固体表面などであり、さらに物理、化学、物理化学にもわたるが、図書費が限定されているので、図書は必要最小限のものに限らざるを得ない。幸いに理化学部に近く、その図書を利用する便宜を得ている。それでも年間五〇〇万円の図書費が必要である。現在の蔵書は八〇〇〇冊で次のような内訳になっている。和書単行本一四五二冊、定期刊行の学術雑誌四五一冊、洋書単行本二四七七冊、学術雑誌三六六四冊である（雑誌は一年分あるいは三カ月、六カ月分をまとめて製本したものを一冊として数えてある）。

研究所にとってもっとも重要な図書は、専門分野及び関連分野の原著論文の学術雑誌である。欧文の学術誌は約八〇点あるが、現在も継続して購入または寄贈（触媒研究所の英文紀要との交換など）を受けているものは六五点である。

購入しているものは五〇点で、それらの発行地を国別にみると、アメリカ一七点、イギリス一四点、ソ連、西ドイツ、オランダ各四点、スイス三点、デンマーク二点、フランス、東ドイツ各一点である。寄贈分はカナダ、スカンジナビア、ソ連、ポーランド、イスラエル、チェコ、ユーゴ、オーストラリアなどであり東欧圏のものも多いのが特徴である。学術雑誌五〇点（二七八冊）の購入費用は一九七七年度では三〇〇万円、図書費の六割を占める。また触媒研究所の英文紀要との交換などによる寄贈分が一五点（二九八冊）である。

一九七七年度の洋書単行本の購入分はわずか六五冊であるが、金額は一〇〇万円を少し上回っている。実際に必要な冊数の三分の一以下であろう。

洋書関係は学術雑誌、単行本合わせておよそ四〇〇万円であるのに対し、和書関係は六五万円程度であり、それに製本代などが加わって図書費は五〇〇万円ほどになっているのは、後述の財政の項に示すとおりである。

〔工場関係〕 触媒研究所の発足以来、液体窒素工場、硝子工場の充実には最も力が入れられてきた。零下二〇〇度

の液体窒素はほとんどの実験室でなくてはならないもので、初期のころはその製造装置整備のために週に一度は徹夜しなくてはならなかった。現在は、オランダのフリップスから優秀なものが発売されているため、労力は著しく軽減されている。また、その運転には試験に合格した有資格者が必要なのであるが、一九七三年北大では触媒研究所がはじめて有資格者を採用し、現在は工場の二名とも資格をもっている。

硝子製の実験装置も研究には不可欠なもので、小さな研究所ではあるが優秀な技官が四名、工場及び研究室で働いている。

のちに掲げる一九七七年度決算表が示すように、ガラス工場、液体窒素工場ともに、年間の費用はほぼ二〇〇万円ずつである。

〔研究補助組織〕 研究は研究者のみの実験によって進んでいくというものではない。触媒研究所の場合でいえば、液体窒素が毎日必要製造されないと実験はストップする。硝子工場が、実験が終了するまでの二、三年から数年の間超高真空を保ちうる装置を組み立てることができなければ、精度の高い実験は不可能になる。実験室においても多くの測定器具をつけた実験装置を一定条件で動かさなくてはならず、また実験途中での派生的な測定などが必要になるなどのことも多い。実験補助者の研究への寄与は重要である。さらに、実験結果の整理、分析のためには多くの計算が必要になるし、論文作製の段階では、製図、タイプは欠かせない。

研究室での研究補助員数は、定員削減前の一九六五年には六、七名は確保できたが、現在では三名に減っている。また製図、論文（英文）のタイプ清打、電子計算機のプログラミング、英文紀要編集の補助者などは合わせて四名で、所長秘書を含めて計八名である。

元シエル研究所の研究員で、現在ピッツバーグ大学教授のジョンソン博士は、一九七一年から七二年にかけて触媒

研究所に一年半にわたり滞在中、その間十数篇の論文を完成したのであるが、研究補助が優秀で能率的なことに感嘆していた。

一九七四年の京都国際会議場で行われた第二回固体表面国際会議、一九七六年の帯広グラントホテルでの固体表面を主題にした茅コンファレンス、一九七三年の日ソ触媒札幌セミナー、一九七四年の日ソ電気化学札幌セミナーなど、触媒研究所が中心になって組織された会議では、研究補助者の優れた事務能力なしには成功は期待できなかったであろう。

財政（予算）関係
〔予算・決算〕 一九七七年度の予算は、人件費二億六九〇万九〇〇〇円、物件費は、経常費

（校費）五五五五五〇〇〇円と特別設備費（電子分光装置購入費）三二〇〇万円で、計八八五五五〇〇〇円、人件費を含めて計二億九四九六万四〇〇〇円、すなわちほぼ三億円である。

同年度の決算内容は次のとおりである。研究所全体の共通経費の内訳は、電気料二九二万二〇〇〇円、ガス料六八万八〇〇〇円、電話料九六万六〇〇〇円、通信費七九八万円、下水道費一七六万円、給水負担金（理学部の井戸水使用）三三万円である。これらは共通経費といっても九〇％以上は研究実験・研究連絡・論文印刷・英文紀要の外国への送料などである（下水道料は二、三年後には三〇〇万円前後になる見込みである）。暖房費、建物維持費、エレベーター保持費等の計は二〇〇万円で、純事務経費は二〇〇万円で満たず、共通経費の全額は一二〇四万七五四一円である。

共通研究費は次ページの表に示す。図書関係が五〇〇万円近い。その他は空調費、酸素購入費、諸共通機器の保持費などである。また各部門研究費は各部門での研究に使うもので、一部門当たり四五〇万円、一研究者当たり一〇〇万円少々である。

以上は経常的なものであるが、このほか一九七七年度には特別設備費として電子分光装置（E S C A）購入の費用

1977年度研究費

費 目	金 額(円)
共通研究費	14,037,826
図書費	4,939,876
出版費	2,497,138
ガラス工場	2,022,921
液体室素	1,972,006
その他	2,605,885
各部門研究費	26,969,633
特別設備費	32,000,000
(ESCA購入費)	
科学研究費	6,400,000

が計上され、また科学研究費としては一九七七年度は六四〇万円であった。これらは年度によって大きく変わる。共通経費、共通研究費と各部門研究費、特別研究費の合計が初めに述べた一九七七年度の物件費である。

次に簡単にこの一五年間の予算の伸びを見てみる。一九六二、六七、七二、七七年度の人件費はそれぞれ一九八万五〇〇〇円、四六三万三〇〇〇円、九四〇万三〇〇〇円、及び二億六九〇万九〇〇〇円であり、一九六二年度は二〇〇〇万円たらずだったものが一五年間で二億円と一〇倍以上に伸びている。石油ショックをはさんでいる一九七二

年度と一九七七年度の比は二・二倍である。これに較べて経常的物件費はそれぞれの年度で三四三七万四〇〇〇円、三七七五万五〇〇〇円、三九七三万六〇〇〇円、五六五万五〇〇〇円で、一五年間で二倍にもなっていない。

一方では設備のところでは述べるように研究の進歩とともに必要な実験器具は非常に多種多様になっているので、研究予算がいかに苦しくなっているかがはっきり示されている。先述の科学研究費は申請した特定の研究に使用するもので、校費の補助にはならない。

〔設備〕 現在の設備の主なものを挙げると、質量分析計一一台(総計約四〇〇〇万円)、X線回折装置(二〇〇〇万円)、低速電子線回折装置(五五〇万円)、磁気共鳴装置(一七〇〇万円)、電子スピン共鳴装置(五五〇万円)、光電子分光装置(三二〇〇万円)、電子計算機(二二〇〇万円)などである。設置要求書に概算要求されていた機械費に出ているものは、電子顕微鏡、電子線回折装置だけであった。その後実験装置が著しく発達し、たとえば重水素をトレーサーとし

て使う実験では重水素の分析に当時は浮秤の比重計を使っていたのが、現在では質量分析計を使用している。これは精度も極端に高くなっているだけでなく不純物の微量分析も同時にでき、はるかに多くの情報が得られる。真空装置にしても真空度が四桁も高くなっているだけに、真空ポンプ、真空計などは触媒研究所発足当時と較べて、隔世の感がある。微量分析の手段も質量分析計、ガスクロマトグラフ、オージェ電子分光装置等昔とは格段の差異のある精度の高いものである。

管理・運営 触媒研究所の発足は一九四三年（昭和一八）一月であるが、所員会議、所長選挙の内規の制定された

のは終戦の翌年の一九四六年八月及び一九四八年二月である。

終戦の年一九四五年十月に今総長が辞任し、伊藤誠哉が総長に就任した。一九四六年二月に伊藤総長は評議会において全国総長会議の報告をし、「従前、総合大学が真にその総合性を發揮し得なかつたのは遺憾である。今後はそれを充分に發揚して民主主義の真髓を学生に伝うる処がなければならぬ。教授会も学内行政機関たるにあらず。真の教育の本質について論議せねばならぬ。……各大学はそれぞれの自己批判に徹して、自らの歩む道を啓かねばならぬ」と述べた（『北海道大学創基八十年史』、一九七ページ）。同年三月には第一次アメリカ教育使節団報告書が出され、七月には教育顧問ケリー博士が来日し、日本の科学研究体制の推進を援助した。この前後より、農学部川口栄作教授を中心とした「大学制度研究会」、理学部松浦一教授を中心としたグループ、同学部堀内教授を中心とする「大学の在り方研究会」が各独自に活動を始めた。その翌年には、応用電気研究所の今堀教授を中心として、民主主義科学者協会北大支部が結成され、大学問題、研究体制問題に取り組んだ。

このような動向のなかから運営内規は一九四六年八月に制定され、一九四八年二月には人事内規が定められた。次に掲げる。

運営内規（昭和二年八月制定、昭和三年二月二十日改制）

第一条 触媒研究所運営のため次の会議を設置する。

1 部門主任会議

2 所員会議

第二条 各会議の構成次の如し。

1 部門主任会議 所長及び部門主任を似て構成す。

2 所員会議 所員会議の構成員は文部教官、文部事務官専任研究嘱託及び所長の必要と認めたるものとする。所員会議は構成員の三分の二以上の出席を以て成立する。

第三条 各会議の機能次の如し。

1 部門主任会議 人事・予算其の他重要な事項を審議する。

2 所員会議

所員会議は次の事項を審議する。

イ 所長諮問事項

ロ 会議構成員の四分の一以上の提案ありたる事項

第四条 各会議は所長（又は代理）之を召集し議長（又は代理）となる。

人事に関する内規（昭和二年二月二十一日決定）

所長

1 所長候補者を次の方法によって決定し之を上申する。

所員は所長選挙会を召集し単記無記名投票によって第一次候補者二名を選出す。但し選挙会の構成員は所員会議のと同じ。

部門主任会議は第一次候補者より一名を審議決定する。

2 所長の任期は三年とする。

但し重任を妨げない。

部門主任

3 部門主任は所長之を命ずる。

教授・助教授

4 教授・助教授の推薦は下記方法による。

1 部門主任會議に於て候補者を推薦する。

2 其の候補者について詮衡委員会をつくり適否を諮る。

3 詮衡委員会は教授・助教授にそれ以外の所員同数を加えたものを以て構成する。教授・助教授以外の詮衡委員は所員會議に於て選挙を以て定める。

其の他

5 其の他の文部教官並びに研究囑託の人事は部門主任會議に於て定める。

部門主任會議は教授及び部門担当の助教授より構成され学部の教授会にあたるものである。所員會議はその枠を広げるためのものである。多くの大学で教授会の構成を助教授、あるいは助手まで広げる氣運の高まってきた時であった。とくに触媒研究所のような小規模の研究所で、当時は四部門、現在でも六部門のところでは、助手まで含めた所員會議の方がはるかに研究所の管理運営には適していることが明瞭になってきた。大きな学部では教授会の構成員は教授だけ、あるいは教授・助教授であるが、学部内各学科では助手までを含めた教官會議が教室の運営にあずかるようになった時期である。

一九四九年（昭和二四）一月には、教育公務員特例法が公布された。この年に米ソ間の緊張の急速なたかまりのため、占領政策は教育研究面でも一八〇度の方向転換をし、国家主義・軍国主義の教員の追放（ホワイト・ページ）は、実

質的にたな上げされ、反共・愛国・防衛といった意識の育成が教育界に要求されることになる。このころより、大学法試案あるいは国立大学管理法が大学人のみでなく広く論議され始めた。これらはさまざまな形で現在まで続いている問題である。

管理運営、所長候補者選出の内規が改訂されたのは一九七七年（昭和五二）一月である。その骨子は、部門主任会議を廃止し、教授、助教授、講師、助手の教官のみによる所員会議とし、所長候補者の選挙は、第一次は所員会議において二名の候補者を選出し、第二次は全職員により一名を選出するということである。最終的には「この選挙結果に基づき」所員会議において候補者を決定するというものである。

この選挙規程は実質的には十数年前から行われてきたものであり、一九七七年三月に所長候補者に松田教授が選出されたのであるが、「この選挙結果を参考」にするのでなければ文部省が拒否することは明らかであり、大学としては文部省に上申することはできないということで、松田教授は「所長事務取扱」として発令された。

大学院教育

触媒研究所の六部門には、大学院博士課程の予算定員があり、一部門あたり五名、計三〇名で、内訳は博士課程前期（以前の修士課程）が一二名、博士課程後期（以前の博士課程）が一八名である。全部門とも理学研究科化学専攻に属する。実質は数名の研究生を含めて毎年ほぼ一五名から二〇名となっている。入学試験は前期、後期とも化学専攻、化学第二専攻と共通の試験をし、その合格者から希望者が触媒研究所で大学院課程を修めるためである。

研究所にとって大学院教育は単に後継者の養成ということだけではない。また、研究の手伝いでもないこともろんである。若い、研究者を志す学生といっしょに勉強してゆくことは、研究所の研究を常に刺激し、研究が固定化するを防ぐとともに、研究所全体の研究を有形、無形に進展させる大きな力になっている。研究所としても大学院生を

小さな研究の枠に閉じ込めるのではなく、関心のある分野において創造的な仕事のできるような配慮がなされている。

新制の大学院で初めての修士課程修了生が出たのは一九五五年（昭和三〇）であるが、一九七八年三月までの二三年間に修士を終えたものは五〇名、課程博士号取得者は八名である。修士修了で助手になり、論文博士号取得者はほぼ同数である。

四 触媒研究所拡充期成会

研究所の建物は、一九六三、六四年度にわたって完成を見た。低温科学研究所、理学部などに分散していたのが、研究所設立以来二〇年で独立した建物にまとまることができることは、研究所全員にとって大きな希望をもたせるものであった。急速な研究の進歩に適合するような建物を得て、研究のいっそうの発展を期するため、一九六二年（昭和三七）期成会を結成し、企業より募金し、実験設備の充実をはかることになった。また建物を建てる際に、同時にエレベーター、空調などを設備しないとあとからではむだな費用をかけることになる。エレベーターは、三階建ての場合は国費を使うことは難しいのであるが、多くの高価な測定器具を共用するためにはぜひ必要なものである。

以上の趣旨から一九六三年（昭和三八）に期成会は動き出し、住友化学の吉田徹郎はじめ多くの人々の援助を得て、折から「鍋底景気」の不況時であったにもかかわらず、一八〇〇万円余の募金を五八社の好意により得ることができた。

触媒研究所拡充期成会募金受入れ支出表

(円)

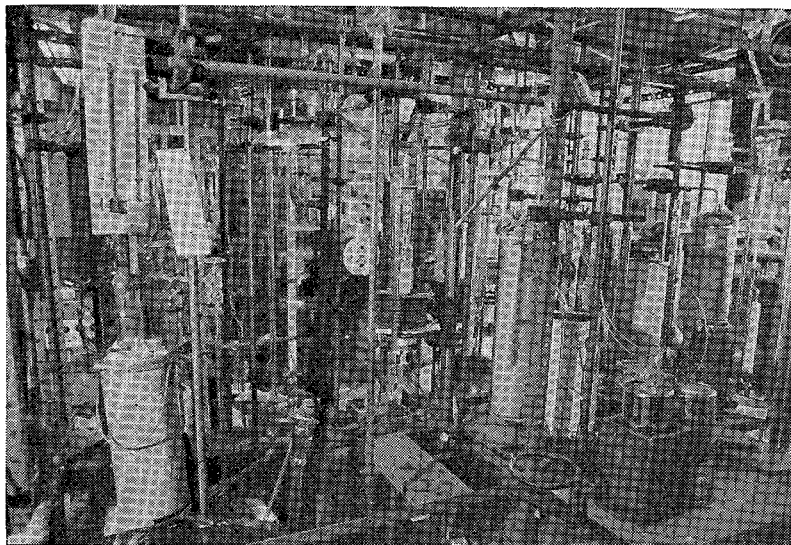
受入れ	募金額	18,050,000
	利子	3,392,859
	計	21,442,859
支	機器購入費	19,102,000
	パッケージ型エアコン三基	1,680,000
	メモスコープ	1,190,000
	エレベーター	2,680,000
	積算器	3,500,000
	マス用ガスクロ装置	3,300,000
	ミニコン用デジタルブロック、プロセス 入出力装置、メモリーユニット2台他	5,400,000
	其の他	1,352,000
	学術交流費	731,708
	旅費その他	918,540
出	計	21,442,859

機器購入費の主なものは上表のとおりである。

五 研究内容の概略

化学の実験室には、ガス・水道のついた大きな実験台があり、その上には試験管台に試験管がいっぱいあり、ビーカー、フラスコ、蒸発皿、濾過装置などが見られるのが普通である。しかし触媒研究所では、このような実験室は一、二室のみで、あとはガラス管を複雑につなぎ合わせ、イオンポンプ、水銀拡散ポンプなどが普通の真空ポンプに接続されているのが基本型になっている。化学の実験室に、真空ポンプが日本ではじめて持ち込まれたのは、堀内がヨーロッパより帰り、一九三五年

(昭和一〇)一月に北大理学部に赴任したときとされている。大戦前の日本では真空に対する技術や科学が遅れており、理学研究所仁科研究室のサイクロトロンが動かなかった一つの原因は、装置を必要な真空度に保つことができなかったためであった。戦後、仁科研究室の所員であった熊谷寛夫東大教授、一宮虎雄博士(戦後は電々公社、電気通信研究所)らは、真空の科学や技術の発展のため尽力した。北大でも、糠沢建治(理学部助教、一九五五年没)、松田秋



触媒研究所の実験室

ガラス管が複雑に「配線」され、真空ポンプ、反応ガス溜め、反応器などがつながれている。

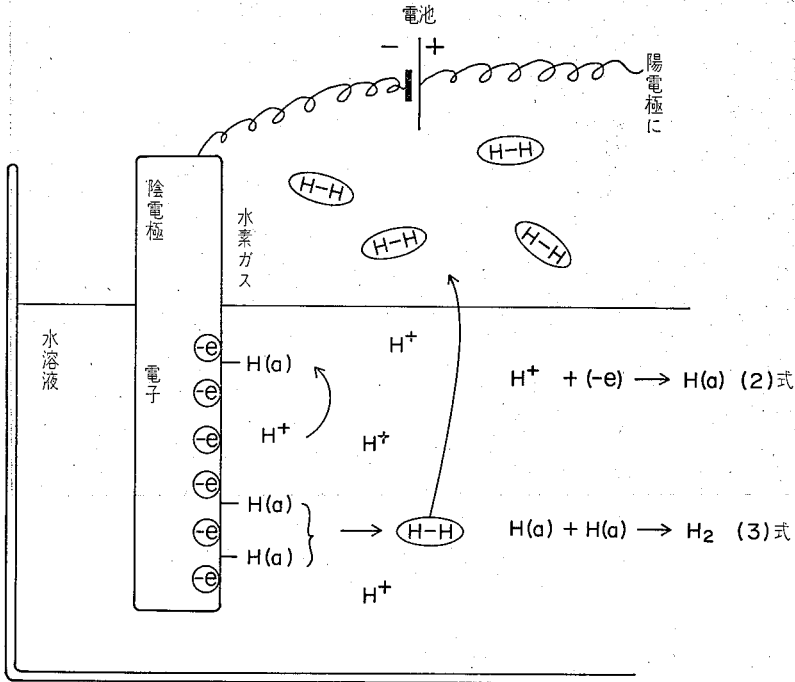
八（触媒研）が中心になり、「真空の研究会」を定期的にもち、東克彦が電々公社の通信研究所一宮研究室に内地留学して、真空の新しい発展を学んできた。

現在は、真空装置はスチール製のもので多くなりつつあるが、当時はガラスが主体であり、現在でもガラスなしにはすまされない。

触媒研究所の研究内容は設置要求書に述べられているように、固体表面を触媒とした化学反応の統計力学・量子力学に基づく体系化と、典型的反応への適用であった。このような研究内容は一九六〇年以前には非常に特殊な、あまりにも基礎的なものと理解されがちであったが、それは触媒の研究内容は複雑で、試行錯誤がいわば普通の研究方法であったからであろう。

しかし現在では、固体表面科学の発達と相まって、触媒研究所の方法は一般的になってきている。水素電極反応とアンモニア合成反応を例にとって、簡単な説明を試みる。

水素電極反応図(a)



溶液中の水素イオンと電極の電子とから水素分子ができる過程
 $[2H^+ + 2(-e-) \rightarrow H_2 \quad (1)式]$ は図のような(2)、(3)式であらわせる
 素過程を経て反応がすすむ。図の $(H-H)$ は水素分子 (H_2) を、 H
 (a) は吸着水素をあらわす。

水素電極反応

水素電極反応とは、水の電気分

解で負の電極すなわち陰極側に水素ガスが発生する反応である。電極反応の研究は、ターフェルが一九〇五年に次の法則を発見したことに始まる。

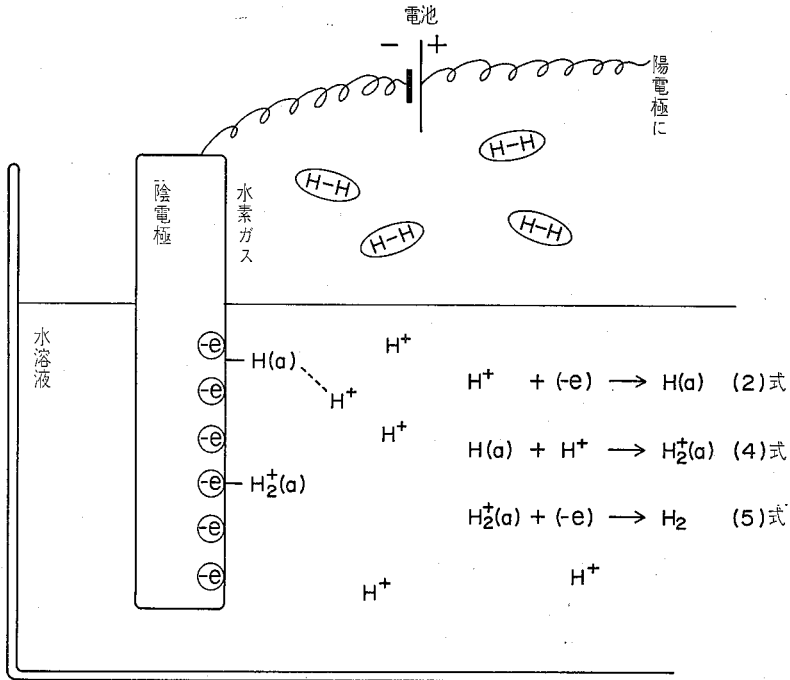
水の電気分解において水素の発生する陰極側を流れる電流は発生水素の量に比例することはいまでもないが、電流密度 i はオームの法則のように過電圧 η に比例するといふものでなく、過電圧からある量 a をひいたものを (a は電極に用いた物質やその表面状態により変わる)、別の定数 b (物質によってほとんど変わらない) で割ったものの指数関数で与えられるとい

うことである(式で書けば $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$)、水素電極反応図(a)参照。この電流は溶液中の水素イオンが、電極の電子をもたせて中和することによりおこるので、電極での反応の速さを表す。したがってこのターフェルの法則は、水素発生の中でおこる反応がどのようなものであるかを探る手掛りとなるものである。この法則を原子論的立場から究明しようという試みが行われたのは、一九三〇年代であり、堀内・ポラニー、フルムキンが重水素をトレーサーとして用いて、水素ガス中の水素分子と電解質溶液の水分子が白金を触媒としてお互いの水素原子を交換することを見いだした。この実験は画期的なものであり、水素や水が白金表面で分解し吸着するとともに、その逆もおこることを示すもので、電極反応を考える出発点となった。

水を電気分解して水素を発生させるという過程は、溶液中の二個の陽子(H^+)と電極金属中の二個の電子(e^-)が結合して一個の水素分子(H_2)ができることである。この過程を電極表面での一つ一つの段階に分けて考えると、まず一つの陽子(水素原子イオンまたは水素イオン(H^+))が電子(e^-)と結合して触媒表面に原子として吸着されている状態(H(a))の頭文字)になる段階で、図(a)の(2)式で与えられるものである。

次に二つの H(a) が触媒表面上で結合して H_2 分子になる段階が、図(a)の(3)式で示されるものである。あるいは、異なった道筋としては図(b)に示すように H(a) が H^+ と結合して(a)となり、これが電子と結合して水素分子となり、気相に出ていく過程である。図(a)(b)の(2)、(3)、(4)あるいは(5)は素反応(素過程)と呼ばれ、これら一連の素反応から、全過程の反応(1)が完結するわけであるが、反応がどの道筋を通るか、すなわち図(a)の(2)式から(3)式で与えられるものか、あるいは図(b)の(2)式、(4)式から(5)式で与えられるものであるかということが第一の問題であり、その道筋でどの素反応が最も起こりにくいか第二の問題になる。最も起こりにくい段階で全体の速さが律せられるという意味で、この段階を律速段階と呼んでいる。律速段階をもっと卑近にたとえれば、数人でピクニックに行く場合、その歩行の速さは最も足

水素電極反応図(b)



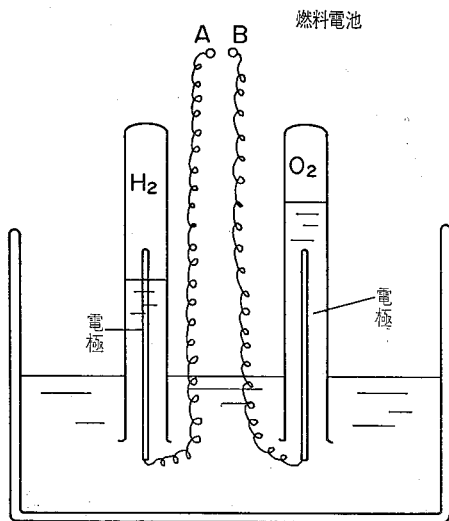
吸着水素原子が多くない電極では $H(a)$ と溶液中の水素イオン (H^+) が結合して ((4)式)、吸着水素分子イオン ($H_2^+(a)$) となり、それに金属電子がついて ((5)式) 水素分子になる経路も考えられる。

の遅い人によって決まる、すなわち律せられる。別の例では、汚水を濾過装置を通して浄水にするとき、その汚水が浄化される速さは濾過層を通る速さで律せられるたぐいである。

段階(2)が律速段階であるものを緩放電機構と呼び、(2)、(3)の道筋を通り(3)が律速段階のものを接触機構(このときは(4)あるいは(5)は(3)よりさらにおきにくい)、(2)、(4)、(5)の道筋を通って(5)が律速段階のものを電気化学機構と呼んでいる。どの道筋を通り、どの過程が最も起こりにくいかをはつきりさせ、さらに過程の速さまで決めるということが主要課題になる。

重水素とか重水は一九三二年ユー

燃料電池の原理図



電池を AB につなぐと酸素水素が発生するが、電池をはずすと AB の間に電位差が生じ、AB を導体でつなぐと電気が流れ、たまっていた水素と酸素は化合して水になる。

レイにより発見されたもので、それらのもつ重要性は反応の基礎研究に役だつというだけでなく、核エネルギー爆弾に関連しても、各国で競って研究されていたもので、普通の水よりも重水の方が電気分解され難いことから、重水を電気分解によって濃縮するという研究も盛んであった。第二次大戦でドイツが一九三九年電撃的にポーランドからノルウェーを攻略したのも、「重水」が大きなネライの一つであったことは周知のとおりである。

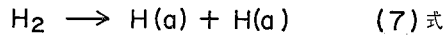
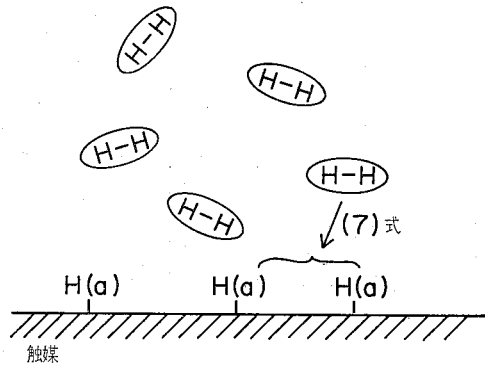
電気分解のちょうど逆が燃料電池である。二つの電極を図に示すように一つは水素ガス、一つは酸素ガスに接するようにしておくと、二つの電極の間に電位差を生じ、二つの電極を導線で結ぶと電流が流れ水の量は増加する。水素ガス、酸素ガスは直接化合させれば高熱を発生して水になるので、この過程は化学エネルギーが燃焼によって熱エネルギーに転換し、さらに熱機関（例えばタービン）によって動力すなわち機械的エネルギーに転換し、さらに発電機を回

して電気エネルギーにすることができ、燃料電池は化学エネルギーを直接電気エネルギーに転換するので、途中のむだはない。水素、酸素の燃料電池が太陽電池とともに人工衛星に積み込まれることはよく知られている。メタン・エタンなども燃料電池により、直接電気エネルギーに転換できれば公害問題もなくなり、エネルギーの節約にもなる。

電気化学工業は化学工業の重要な一部門であるが、基礎的な科学としても興味ある分野で、

アンモニア合成反応図(a)

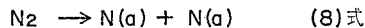
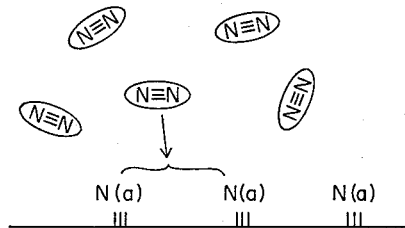
水素ガス



$\text{H}-\text{H}$ は水素分子、 $\text{H}(\text{a})$ は吸着水素

アンモニア合成反応図(b)

窒素ガス



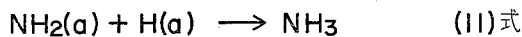
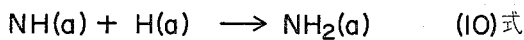
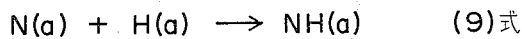
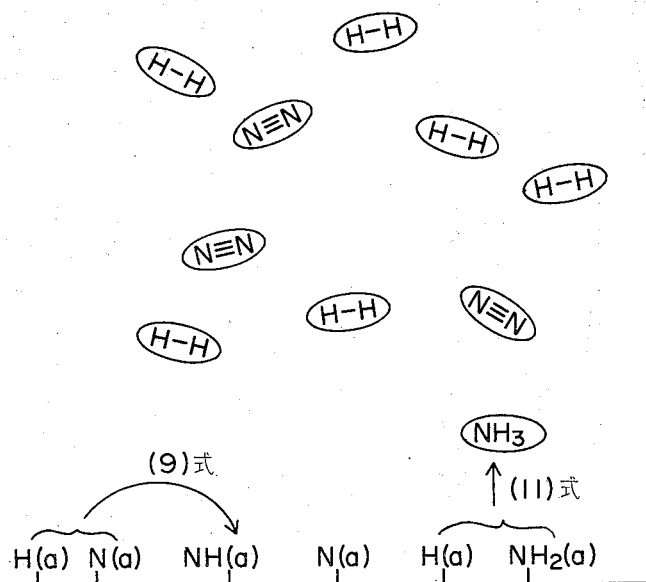
$\text{N}\equiv\text{N}$ は窒素分子 (N_2)、三本の横線は三重結合を示す。

水素電極反応に限ってもこの三五年間その研究が深まり広がっている。

アンモニア合成

水素添加反応、アンモニア合成の場合も、基本的考え方は電極反応と同様である。例をアンモニア合成にとると、全反応は一個の窒素分子と三個の水素分子から、二個のアンモニア分子が鉄を触媒としてできるものである。一連の素反応として水素分子及び窒素分子が、それぞれ触媒表面に解離吸着する段階 (図(a))、次に吸着した $\text{N}(\text{a})$ と $\text{H}(\text{a})$ が表面を動き回りながら $\text{NH}(\text{a})$ 、 $\text{NH}_2(\text{a})$ とつぎつぎに結合して NH_3 になり気相に出て行く段階 (図(c)) となる。この場合には水素電極反応の場合と異なり道筋は一つであって、どの過程が律速段階であり、各素

アンモニア合成反応図(c)



1 個の窒素分子と 3 個の水素分子とから 2 個のアンモニア分子ができる全反応は $[\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3]$ (6式) で与えられる。

吸着 反応の速さはどのくらいかということ、また触媒を変えた場合にどうなるかがわかればよい。他の道筋としては二個の窒素分子が二重、一重結合になり、あまった結合の手で、触媒に吸着し、吸着水素と結合し、最後には二個のアンモニア分子になるというものであるが、実際にはこのような道筋の経路はないらしい。

吸着 今までの例ででてきた H(a) , $\text{H}_2^+\text{(a)}$, N(a) , NH(a) 及び $\text{NH}_2\text{(a)}$ などは反応の途中にでてくるもので中間体と一般に呼ばれる。

固体触媒の場合の中間体は、吸着原子あるいは分子などがどのような吸着をするか、その吸着エネルギーはどうであるか、吸着分子がどの程度自由に表面を動き回れるか、直接各素反応の速さとか、全過程の素反応構成に影響をもつので、吸着の研究ということ自体が反応論の基礎になる。

アンモニア合成・吸着の歴史的意義にも一言触れる。アンモニア合成は触媒反応の基礎研究には好個のテーマであるが、歴史的、社会的意味は人類が窒素肥料を確保できたことにある。十八世紀末から十九世紀初めにかけて、マルサスが人口は等比級数的に増大するが食糧は等差級数的にしか増産できないことを憂え、警告した。食糧増産には窒素肥料は欠くことのできないものであるが、当時は動物の糞尿などの、天然肥料しかなく、十九世紀末にはヨーロッパでは無尽蔵に大気中にある窒素をアンモニアなどに固定し、窒素肥料をつくる方法に対し懸賞金が賭けられたりした。「空中窒素の固定」に成功したのがハーバーであることは、すでに述べたとおりであり、アンモニア合成がきっかけで、化学工業は家内工業的規模を脱して重化学工業へ一步を踏み出したわけである。

アンモニア合成のもう一つの歴史的に重要な面は、硝酸系の爆薬をチリ硝石に頼ることなくアンモニアから硝酸を作ることによりどこでも生産できるようになったことである。第一次世界大戦をドイツに決心させた要因の一つには、ハーバーの空中窒素固定の成功により爆薬を自国内で製造できたという事情があり、科学の成果は常に「両刃の剣」であるといえる。

吸着が大きくクローズアップされたのは一九一五年前後である。タングステン線の白熱電球や、ラジオ用の二極管、三極管が急速に発展し始めたのはこのころであるが、ゼネラル・エレクトリック (G・E) では、ラングミュアーを中心に基礎から研究を積み重ねて、白熱電球はそれまで真空にしたためタングステン蒸気によって曇を生じていたのを、窒素を封入することにより窒素がタングステン上に吸着し、ガラス球の曇るのを防ぐことに成功した。また、

ラジオの真空管のカソードの仕事関数を小さくする方法として、アルカリ金属原子を表面に吸着させるなどの方法を広く研究して斯界を大きくリードした。

化学量数

化学量数という概念はすでに一九三九年に、堀内・生島によって導入されたもので、一つの全反応が完結されるために各素反応が何回起きるかを表す数である。電極反応の場合、(1)の反応、すなわち二個の H^+ が金属電子をもらって一個の水素分子になるとときには、水素電極反応図(a)の(2)の過程は二回、水素電極反応図(b)の(3)、(4)及び(5)の過程は一回である。またアンモニア合成の場合は、一個の窒素分子と三個の水素分子から二個のアンモニア分子ができるといふ(6)の反応(図(c)参照)が完結するためには、(7)は三回、(8)は一回、(9)、(10)及び(11)はそれぞれ二回である。

水素電極反応の律速段階、あるいはアンモニア合成の律速段階を決定するために、同位元素をつかつて未知の律速段階の化学量数を測定することができる。白金を電極にしたときの水素電極反応について、化学量数が堀内・生島により一であることが測定された。したがって、白金電極上では律速段階が(3)か(5)ということになる。

アンモニア合成の実験では化学量数は二で、(9)か(10)か(11)が律速段階ということになる。現在は同位元素の測定方法が確立してきているので、化学量数を測定することが容易になり、触媒反応機構を解明する上で有力な武器になっている。

セレン被膜ニッケル触媒

以上のような基礎研究から生まれ、実際に工場で用いられた触媒の例をあげよう。電極反応の研究から、水素はニッケル上では(a)として吸着するが、白金では仕事関数が大きい $H^{(a)}$ のため電子は金属に入りやすくなるので、 $H^{(a)}$ の外に $H_2^{(a)}$ も存在することが結論された。アセチレン (C_2H_2) に水素添加をして、エチレン (C_2H_4) 、エタン (C_2H_6) にすると、アセチレンからエチレンをつくるときには、中間体として $H^{(a)}$ がよく、エチレ

ンからエタンをつくる時には、 $H^{(a)}$ 中間体がよい。ニッケルは水素を $H^{(a)}$ として吸着するから (3) のエチレンからエタンを作る時のよい触媒であり、白金は $H^{(a)}$ の両方が存在するから、アセチレンからエタンを作るのによい。実際にはアセチレンからエチレンが欲しいので、セレン、テルルのように金属の仕事関数をふやして、 $H^{(a)}$ を安定化し、かつ $H^{(a)}$ の邪魔をするものを、ニッケルに被覆してやるとよいであろうとの想定のもとに、管・松田により実験されて、セレンあるいはテルルを被覆したニッケル触媒が優秀であることが証明された。これは実際に工場で用いられた。

六 研究成果

前節で述べたごとく、触媒研究の中心は、問題とする反応が、いかなる素反応から成り立っているか、触媒表面にできる中間体はいかなるものであるかを探ることにある。反応経路を追うために、水素、炭素、窒素、酸素などの同位元素をトレーサー (tracer, 追跡者あるいは追跡標識) として用いたり、反応条件を急に変えて過渡現象を調べるとか、中間体を調べるためには、赤外吸収、核及び電子スピン磁気共鳴、電界電子放射顕微鏡、イオン顕微鏡、電子回折を用いる。これらの実験結果を正しく理解するための理論も重要である。以下、一九四三年から一九六〇年ころまでの研究成果の概略を紹介し、それ以後のものは研究の新しい方向のみを簡単に述べるだけにする。なお同じ系統の研究成果ごとにまとめて書くので、たずさわった研究者は多数にのぼるため氏名は省略し論文の引用もすべて省略した。精細は英文・和文の『触媒』を見ていただきたい。『触媒』以外に発表された論文リストも英文の紀要『J R I C』に載っている。

一九四三年から

一九六〇年まで

この時期の研究の第一は、堀内を中心とする触媒反応の統計力学的理論である。化学量数の理論をさらに一般化し、素反応から、いかに全反応が構成されるか。素反応あるいは素過程の数を S 、反応にあずかる中間体の種類の数を I とすると、全反応の経路で独立なものの数 P は $P = S - I$ で与えられること、素過程に律速段階がある場合に、その化学量数を測定する場合、初期には、平衡点近傍でしか測定できないと考えられていたが、それが一般化されたこと。さらに、トレーサーとして、重水素 (D) やトリチウム (T) を用いると、質量が二倍あるいは三倍になり、吸着水素など、水素が関与する素過程では反応速度が大きく変わりうる。水の電気分解で重水素が濃縮されることは、よく知られていたことであるが、これは軽い水素 (H) の方が重い水素よりも速く電気分解され、水素ガスになるためである。このような同位体効果を正しく考慮しないと、トレーサーとして重水素をつかった実験結果を分析できない。

さらに鉄触媒によるアンモニア合成反応の実験は、この時期最も力を入れた研究の一つであり、オランダのボックホーベンとの論争もあった。またアンモニアと水素の混合ガスが、鉄触媒により分解される過程の構造的な研究も行われた。アンモニアの合成、分解反応は、新しい実験方法によりさらに継続されて現在に至っている。

オレフィン (エチレン系炭化水素) の金属触媒による水素化 (水素添加) 反応も、比較的初期から最近まで克明に理論・実験両側面から研究されてきた問題である。この反応には反応速度が最も速くなる最適温度があるが、最適温度以下では金属への水素吸着の過程が、最適温度以上では吸着したアルキルの水素化の過程が律速段階であることが明らかに示され、堀内の予測の正しかったことが証明された。

水素電極反応は最も基礎的な研究である。一九三〇年代から現在まで中断されることなく研究が継続されたのは、ソ連の電気化学研究所と触媒研究所だけであり、終戦のころのある年には、『ケミカル・アブストラクト』に要旨が

掲載されていたのは、触媒研究所の三矢の研究ただ一つだけであつたこともある。電極反応における難しい問題は、再現性のある測定結果を得ることであり、電解質溶液や電極の純度の高いものが要求されるとともに、全測定を真空の中で行われなければならない。さらに、はじめ反応速度理論のところでも述べたことであるが、同位元素トレーサーを用いて、反応の原系と生成系との自由エネルギーとの差が、いかに各素過程のはじめと終わりとの自由エネルギー差に配分されるかを決めることができるようになり、著しく反応の解析が進んだ。

酸素、硫黄、セレン、テルルなどの陰性原子を少量ニッケル表面に被覆し、これを触媒にするとアセチレンに部分的に水素を添加して、エチレンができる。この触媒は、理論的に堀内により予測されたものであるが、工場においても大いに役だったことは、すでに述べた。どのような形でニッケル表面が陰性原子により被覆されているかと、酸化亜鉛、酸化クロムの混合触媒の構造や、アンモニア合成の鉄触媒の反応中の構造変化が、電子顕微鏡、X線、電子線回折で調べられた。装置も皆、手製のものである。

また、セレンなどで被覆されたニッケルの仕事関数が、期待どおり白金と同じくらいになるかどうか、また、これに水素を吸着させると、 H_2 となつているかどうか、水素吸着による仕事関数変化を測定すればよい。仕事関数の実験の真空度は当時 10^{-8} トール程度であつたが、これらの仕事は最も先駆的なものであり、同様の測定をしたザハトラは、自分の結果に自信がもて、勇気づけられたのは、触媒研究所のデータと比べて、比較的良好一致を見たからだと言つていた。

このほか、溶液の均一系触媒に関しては、クロロホルム中の軽水素と重水素との交換反応、青酸合成の研究などが、後の酸塩基触媒研究への足掛りとなつた。青酸合成は、一酸化炭素とアンモニアからトリヤ添加の硫酸を触媒として行われるもので、堀内によりその可能性が指摘され、いちおう工業化されるところまでできたのであるが、たまたまア

メリカで少し効率のよいものが成功したため日の目をみなかったものである。

中間体を中心にした研究として、固体表面、主に金属表面への水素などのガスの吸着の実験は前述の水素吸着による仕事関数変化のみでなく、吸着熱などの測定も精力的に行われた。また、理論では、吸着原子間の相互作用を考慮して、統計力学的に水素の金属表面への吸着が論ぜられ、金属表面上には吸着エネルギーの異なる吸着点が分布しているという分布関数法の問題点が指摘された。水素原子と金属表面との間には、強い吸着力が働き、固く結合している水素分子をはなして原子として吸着し、いろいろの触媒作用をするのであるが、量子力学の多電子問題として吸着力について、初めて定式化がされた。

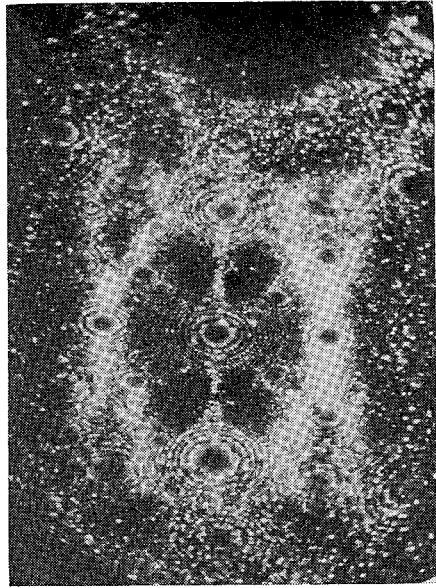
酵素触媒では、筋肉の収縮に関する研究は反応速度論的な取り扱いで、多くの注目を集めた業績である。

固体物理学関係では、金属の格子振動を、量子力学の第一原理から論ぜられ、それから導かれた振動の分散関係は、三、四年後になされた中性子の非弾性散乱の実験によって、その正しさが証明された。

一九六〇年から現在まで

一九六〇年がちょうど触媒研究所の三五年間の中点になる。このころから、実験技術面では、真空技術が発達し¹⁰⁻¹¹ トールぐらいまでの超高真空が得られるようになり、固体表面のごく微量の不純物原子も検出できるようになったのをはじめとし、触媒科学や固体表面科学に有用な新しい手段、装置が数多く出現し、広く用いられるようになったことは、すでに三章の実験設備のところでも述べたとおりである。

急速な進歩の一例として、イオン顕微鏡（正式には電界イオン放射顕微鏡 Field Ion Microscope 略して FIM という）をあげる。写真はレニウム金属の表面の FIM 写真であるが、白いぼつぼつはレニウム原子である。このように、イオン顕微鏡では直接原子を見ることができるので、吸着した原子が触媒表面上を動き回り、ほかの吸着原子と結合し



レニウム金属表面の原子の配列

て、出て行くといった様子を直接見るができるわけであり、暗中模索であった固体表面にできる反応中間体の研究を進める上で、有力な手段になるであろう。ただし現在では水素、窒素、酸素等軽い原子はまだ見る事ができない。このほか、電界放射顕微鏡(FEM)、低速電子線回折(LEED)、電子分光装置など多くの斬新な新しい実験装置を用いて触媒反応の研究を進めようという試みは、世界的に非常に盛んになった。

このような新しい物理的な実験手段の発展により、研究所における研究も、新しい、より物理化された手段を用いて従来の研究内容をより精細なものにするとともに、従来よりも広い範囲の研究が可能になり、研究も活発になった。

例えば重水素をトレーサーとして用いてのエチレンの水素添加の実験が、質量分析器の発明により大きく発展したのも前に述べたとおりである。最初の質量分析器は研究所での手製のものであったが、精度のよいものが市販されるようになり、現在では質量分析器は一一台あり、大きな研究成果が得られた。

水素電極反応も非常に速い化学変化も追うことができるようになったために、アルカリ中の水素電極反応の途中の過程においてアルカリ金属イオンが介入することも明確になってきた。また水素電極反応には遅い律速段階が二つあり、整数であるべき化学量数が端数になることも示された。

独立の反応経路が二つあるような、すなわちPが2の場合（二二八七ページ）も組織的な研究がされている。FEMによるアンモニア合成の中間体の研究、中性子線分光や核磁気共鳴（NMR）を用いての吸着水素の研究などは世界に先がけて触媒研究所で初めて行われた実験である。

最近の一五年間の成果を紹介するには紙面が足りないので、英文の紀要『JRIC』を参照されたい。

七 紀要『触媒』及び『JRIC』の刊行

触媒研究所の設立当初から、敗戦後の数年間は、住宅、食糧、石炭はもとより、あらゆるものが不足していた。出版事情も非常に悪く、その上東京の大空襲ですべての学会誌の刊行も休止せざるを得ない状況にあった。このような一般的情况に加えて、低温、触媒両研究所では、前述のように、一九四五年十月五日から一九四六年十一月三日までの一年一カ月にわたる進駐軍の接収のため、実験もほとんど停止せざるを得ない事情におかれていた。

そのような状況下でも、触媒研究所や理学部化学科物理化学講座での戦中戦後の論文はかなり蓄積されていた。終戦間際には、室蘭の艦砲射撃、軽川（がらがわ）（現在の手稲）、根室などの空襲もあり、これらの論文は、地下に埋めて保存したといわれている。

『触媒』

終戦と同時に、戦中より計画していた『触媒』を北隆館より発刊し、戦中からの未発表の論文を印刷公表した。学会誌の回復はおそく、やっと回復した時にも、論文の枚数制限等のため発表の機会が薄いのを解決しようと、小熊所長、堀内教授が努力した結果、北日本製紙（現王子製紙江別工場）の協力を得て、発

刊の運びとなつたのである。終戦の年の十月には第一輯の原稿を印刷所に渡し、翌年発刊を見るに至つた。その当時は、用紙は極度に不足していたのであるが、軍需工場（王子航空機製作所）に転換されていた北日本製紙は、さいわい製紙機械がスクラップにされず残っていたので、比較的早く紙の生産を再開することができたのである。用紙は徹しい占領軍の統制下にあつたが、当時の斎藤孝副社長と上野桂助部長（現芝浦工科大学院教授）の尽力によつて発刊が可能になつた。

以後、一九五九年（昭和三四）までに第一六輯まで刊行し、それ以後は、触媒懇談会の学会誌『触媒』の第一巻第一号に引き継がれることになつた。この辺の事情については、次章に述べる。この間、所員の研究論文のほか、他大々からの寄稿のみならず、学術振興会第一三小委員会（触媒研究）の講演記録をはじめ、化学会と同北海道支部、東京支部、関西支部など、開催地の支部との共催の触媒化学討論会の記事や、予稿、総説、海外研究抄録などを掲載してきた。

第一輯から第六輯までは触媒研究所編、東京北隆館発刊として、第七輯からは札幌文栄堂印刷で発刊されてきた。北隆館で発行されていたときは一般にも売られていたのであるが、定価が第一輯が二五円、第三輯は一〇〇円、第五輯は二〇〇円となり、インフレのひどかつたことを物語っている。次ページの表に、第一輯から第一六輯の全ページ数、原著数、その他をあげておいた。

『JRIC』

和文の『触媒』につづいて英文の紀要 *Journal of Research Institute for Catalysis* (略して『JRIC』) が発刊されたのは一九四八年十一月である。和文に比べ英文の刊行は、戦争中は英語が敵性国語であるという理由で英語教育も皆無に近かつたため数年のブランクがあり、活字から植字工まですべて振り出しにもどつての印刷であつた。さらにたいへんだつたのは、数式やそれに使われる特殊な文字（主にドイツ文字、ギリシ

『触媒』の推移 (第1~16輯)

輯	発行年月	頁数	原著数	総説	海外研究抄録	学振	触媒討論会 記事講演数	定価
1	1946. 10	111	14					25円
2	1947	144	2	1				
3	1948. 1	146	13	1		1		100円
4	1948. 12	85	6			1		150円
5	1949. 2	100	5			1		200円
6	1950. 2	85	6	2	10			200円
7	1951. 2	140	15	1	10			
8	1952. 3	90	6		9		第1回	13
9	1953. 3	83	6		13			
10	1954. 3	82	9				第2回	11
11	1955. 3	61	4				第3回	21
12	1955. 12	195					第4回	26
13	1956. 6	199	4	5				
14	1957. 2	122	2	(4)			第5回	20
15	1958	123	4	3			(第6回は別刷)	
16	1959. 3	97	3	10			第7・8回記事	

ア文字、文字の添字などで、印刷を引き受けた札幌文栄堂の苦勞もなみたいではなかった。

現在は第二六巻が発行中である。一つの巻は三号からなり、初期を除いて定期的に刊行され、第二五巻までで総ページ数は六〇〇〇ページである。論文は所員のものが主であるが、所外からも国内・国外から寄稿されている。

次ページの表にその内訳を掲げる。内容は化学反応の速度論を含む触媒関係、電気化学特に電極反応関係、吸着や固体表面関係から固体物理、原子・分子論の理論など多岐にわたっている。第一六号第一巻は触媒研究所設置二十五周年を記念したもので、外国からの寄稿二五編、国内から九編で、総ページ数は五二三ページである。

現在、所員の論文は、英文の紀要以外の国内外の学会誌などにも発表されている。その論文数は四〇〇編ほどで紀要に発表されたものとはほぼ同数である。ただし紀要以外にはほとんど発表せず、他の学会誌などには依頼あるいは招待された場合のみ寄稿する人から、紀要にはほとんど寄稿しないで国内外の学会誌にのみ投稿している

『JRIC』論文(投稿)数 (Vol. 1~25)

Vol.	論 文 数		外国からの投稿数		所外(国内) か らの投稿数
	Ordinary	Note & Review	Ordinary	Note & Review	
1	7	0	0	0	0
2	7	0	0	0	0
3	11	0	2	1	0
4	17	4	0	0	0
5	10	0	0	0	0
6	20	2	3	0	0
7	20	3	1	0	0
8	20	3	2	1	0
9	16	0	3	0	1
10	16	1	1	1	0
11	15	0	0	0	0
12	12	1	0	0	0
13	16	2	2	1	3
14	16	1	3	0	1
15	17	3	3	1	2
16	41	1	33	1	5
17	10	5	3	2	0
18	15	0	4	0	4
19	11	5	4	1	4
20	14	1	9	0	0
21	11	3	7	0	0
22	16	5	10	2	0
23	14	4	3	0	1
24	9	5	4	3	2
25	12	6	5	3	4
計	373	55	102	17	27
	428		119		合計 574

所員もいるわけで、どこで発表するかは各人の全くの自由意志にまかされている。

これらの論文などがどの程度引用されているかはその論文が世界の研究のなかでいかに役だっているかということの目安になり興味あることであるが、引用される学会誌は触媒関係のをはじめとして、電気化学関係、固体表面、固体物理・原子・分子関係、生物物理・化学・原子力関係と非常に多岐にわたっているため推定は非常に難しい。数十回から一〇〇回以上引用されている論文も十数編前後はあり、平均すれば一論文当たり三〇五回前後であろう。国内より国外での引用がはるかに多い。

八 触媒学会誕生と触媒研究所

触媒研究所が設置される以前には、触媒の公的な研究機関としては、日本学術振興会第一三小委員会があるのみであった。この委員会は一九三四年（昭和九）七月、化学工業における触媒の重要性から、当時の第五常置委員会委員長池田菊苗博士、委員片山正夫東大教授（学士院会員）、堀場信吉京大教授らによって設置されたものである。一九四〇年（昭和一五）には、第一三小委員会（触媒研究）講演集第一輯及び第二輯が刊行された。しかし、その後第二次大戦、戦後の出版界の事情から出版が不可能になっていたのを、当時の第一三委員会委員長千谷利三阪大教授の要請により、一九四六年から発刊されていた触媒研究所の紀要『触媒』第三輯（一九四八年一月）紙面の一部を、第一三委員会の講演及び討論の記録の掲載のため提供することになった。この委員会の講演は、『触媒』の第四輯（一九四八年十二月）、第五輯（一九四九年二月）まで続いたが、日本学術振興会の改組によりなくなった。これに代わるものとし

て、触媒化学討論会が、日本化学会と同開催地支部との共催で開催されることになった。

第一回（一九五二年）、第二回（一九五三年）、第四回（一九五五年）、第七回（一九五八年）はいずれも札幌で開かれ、第三回（一九五四年）、第六回（一九五七年）は東京、第五回（一九五六年）は京都、第八回（一九五九年）は大阪でそれぞれ開催された。このように毎年触媒化学討論会が定期的に開かれるようになり、その記事とともに北大で開催される場合には討論会の予稿も『触媒』が紙面を提供してきた。

このような事情から、一九五八年四月の日本化学会の年会及び同年七月の札幌においての触媒化学討論会の折に、全国的規模の学会として「触媒懇談会」を発足させることになり、触媒研究所が編集してきた『触媒』は触媒懇談会が引き継ぐことになった。触媒懇談会は、北海道、関東、関西の三支部からなり、討論会は年二回、そのうちの一回は日本化学会の開催に時期を合わせて一、二日早く開催するように決められた。一九六四年（昭和三九）に会員数も増えたため、名称は触媒学会に改められ、今日に至っている。

触媒研究所編の『触媒』としては最終の第一六輯（昭和三四年三月）の堀内の巻頭言と、触媒懇談会刊行の『触媒』第一巻第一号（昭和三四年七月）の「触媒発刊について」と触媒懇談会会長としての、堀内の「こあいさつ」は、『触媒』の受け継ぎの事情をよく示している。

なお、触媒研究所が発足した翌年の一九四四年六月を第一回として、触媒談話会がほぼ毎月か隔月にもたれ、研究所内だけでなく北大の理学部、工学部、農学部などに広く講演を依頼し、また他大学などの触媒に関係ある人の札幌訪問の折には、談話会での講演を依頼してきた。この談話会の記録は『触媒』第七輯までに記事が載っているが、所外の講演者の顔ぶれの中には宮原将平（第三八回、一九五〇年十一月）などがあり、その範囲が広く、かつ有益であったことがわかる。終戦直前の一九四五年七月の第九回談話会は「空襲警報のため中止」となっているのも印象的であ

り、終戦の翌月九月の第十回談話会には、一八名の講演者が名を連らねており、おそらく二日がかりの小学会のようなものであったと想像される。

この談話会はその後、毎週の「触媒雑誌会」と不定期の「講演会」という形で、現在も続けられている。この十数年には、著名な外国の学者の講演も毎年平均して数回もたれてきた。

九 研究交流

国際会議関係

触媒についての中心的な国際会議は一九五六年から始まり、四年ごとに行われ、開催国で組織委員会を構成することになった。第一回はアメリカ、以下、フランス、オランダ、ソ連、アメリカと続き、一九七六年の第六回はイギリスで開催された。触媒研究所からは毎回堀内をはじめ、一名以上は出席している。

化学関係の国際的な機関は各国の化学会、工業化学会などで構成される国際純正応用化学連合会が第二次大戦以前からあったが、堀内は触媒分科の委員、委員長をしており、その隔年ごとの総会や、それと同時に開催される純正応用国際会議に出席している（一九六一年、六三年、六五年、六七年）。

堀内はさらに表面活性会議（一九五七年、イギリス）、メンデレーフ会議（一九五九年、ソ連、その後、モスクワ大学で一月間講義）、オーストラリア電気化学会（一九六三年、オーストラリア）、吸着に関するシンポジウム（一九六四年、スペイン）、イパチエフ百年記念会議（一九六七年、アメリカ）、ニューヨーク化学会シンポジウム（一九七二年、アメリカ）に招待され、特別講演を行った。この間、一九六六年にはドイツ科学アカデミー会員に推挙された。なお、アカデミー

は東、西両ドイツに共通である。

日ソの触媒及び電気化学における学术交流は密である。堀内がマンチェスター大学のボラニー教授の研究室に滞在中は、ボラニーの研究室が世界での物理化学の一つの大きな中心地であった。ソ連のフルムキンもしばしばマンチェスターを訪れていたため、戦前より学問上のよき議論相手であった。メンデレーフ会議（一九五九年）のあと、モスクワ大学で一カ月の特別講義のためモスクワに滞在した。一九六四年にはグリヤズソフ教授（Glyaznov ルムンバ名称友好大学物理化学科、アカデミー準会員）、スリンコ教授（M. G. Slonko ノボシビルスク触媒研究所副所長、アカデミー準会員）が、日ソ学术交流に関する会議のソ連代表として来日した機会に触媒研究所を訪問、翌一九六五年からは次節で述べるようにソ連の触媒、電気化学関係との交流は多くなり、日ソ触媒会議・日ソ電気化学会議を各二年ごとに、開催地はソ連・日本が交替に行うことになった。

第一回日ソ触媒会議（一九七一年ソ連）

第二回日ソ触媒会議（一九七三年東京）

第三回日ソ電気化学会議（一九七四年東京）

第四回日ソ触媒会議（一九七五年ソ連）

第五回日ソ電気化学会議（一九七六年ソ連）

第六回日ソ電気化学会議（一九七八年京都）

開催国は相手国の一〇名の国内の滞在費を負担するという事になっている。触媒研究所からの参加者は、一九七一年には松田、宮原、能登谷、団長は管孝男東大教授（元触媒研究所教授）、一九七五年には能登谷、田中（虔二）、一九七六年には松田、能登谷、戸谷である。松田が日本側の団長であった。

電気化学関係の国際会議もあるが、一九七五年の「電気化学―過去未来の三十年―」の国際シンポジウム（イギリス）

には延与が参加している。

固体表面科学 (Solid State Surface Science) という用語は、一般化してからまだ十数年であり、それは結晶表面の構造をはじめとして、表面原子の振動、結晶成長、ガス吸着や、吸着原子の表面上での運動などを包含している。固体表面の研究には、これらの現象を研究するための超高真空技術や表面の異種原子の微量分析など多岐にわたる技術研究、さらに半導体や金属と電解質溶液との界面における電気二重層・電極反応の研究など関連する分野は広い。

多くの国には真空に関する学会・協会があり、その国際的連合組織である「真空の科学・技術および応用の国際連合」(International Union for the Science, Technology and Applications of Vacuum, 略してIUSTAV)がある。IUSTAVが主催して一九五九年より三年おきに真空国際会議が開かれていたが、固体表面関係の分科会がしだいに膨張したため、一九七一年から固体表面の国際会議 (International Conference on Solid Surface 略してICSS) を独立させ、真空の国際会議と並行して開くことになった。

第一回は一九七一年ボストン (戸谷出席)、第二回は一九七四年京都、第三回は一九七七年ウィーンで開かれた (松井、戸谷、伊藤太郎出席)。戸谷は、第一回、第三回の International Advisory Committee の一員として協力し、第二回は組織責任者としてICSSを主催した。

触媒・電気化学 (電極反応・固体表面関係の国際会議で三〇〇人前後以下の規模の小さなものは、年に数回は世界のあちこちで開かれている。触媒研究所から参加したものは、渡辺正夫が参加した一九七五年ハンガリーで開催の薄膜・表面国際会議、一九七六年伊藤洋行が参加講演をした微粒子国際会議がある。

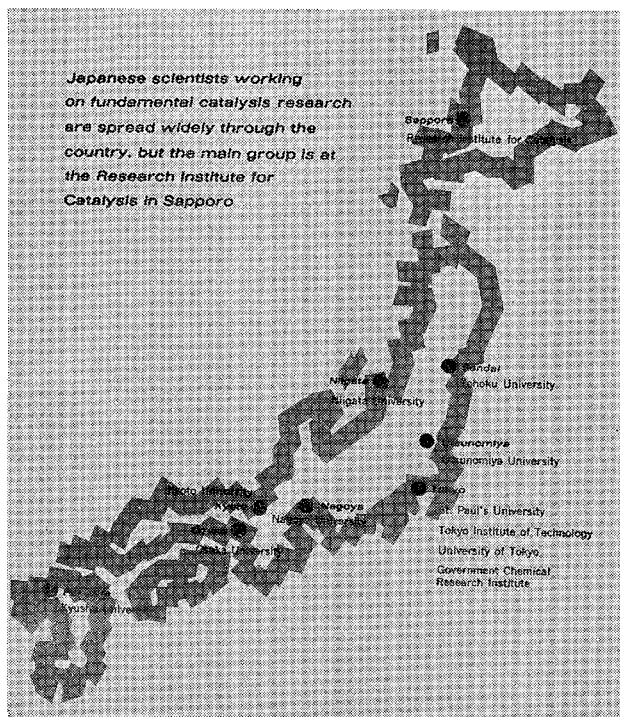
固体物理関係では、アインシュタインに続いてデバイ・ボルンに始まった格子力学の半世紀の発展を記念して、デシマークでデバイ・ボルンを中心に格子力学の国際会議が一九六二年に開かれ、招待講演で戸谷が参加した。また一

九六三年国際原子力機関主催の熱中性子の散乱に関する国際シンポジウムがインドで開かれ、総合講演のため同じく戸谷が参加した。

国際会議は現在には非常に盛んに各国で開かれており、国際学術誌の定期刊行物も多い。それらの編集委員に、触媒研究所から参加しているものもある。

堀内が *Journal of Catalysis* (Academic Press, New York) (1962-1975), *Advances in Catalysis* (同社) (1962-1975), *Zeitschrift für Physikalische Chemie, Neue Folge* (Akademische Verlagsgesellschaft Wiesbaden) の編集委員に、また戸谷が *Applications of surface science* (North-Holland Publishing Company, Amsterdam) の Editorial board の一員となっているなどである。なお、川路紳治学習院大学教授が *Surface Science* (同社) の編集委員になっている。川路は北大理学研究科物理学専攻課程博士終了であるが、大学院では小林秋男教授、東教授の指導のもとに、触媒研究所で固体表面の研究をした。

最後に海外における触媒研究所の評価について簡単に述べる。その一つは、アメリカの化学会誌 *Chemical and Engineering News*, 44 (1966) pp. 80-89 に載ったものである。ニューヨーク大学化学工学部長のハッペル教授は、一九六五年の三月から五月まで、日本の触媒研究の現状を視察するためアメリカ科学財団から派遣された。その報告がアメリカの化学会の会誌に掲載されたものである。左の図はその最初のページで、「触媒の基礎研究をしている日本の研究者は国中に多数いるが、主なグループは札幌にある触媒研究所である」という註釈をつけて日本の地図を載せその記事も A 4 版八ページ半のものであるが、第一ページは日本における触媒研究の概観で、中の五ページは触媒研究所のこと、あと二ページがその他の地域の紹介になっている。堀内が触媒研究を進めた中心的存在であったこととともに触媒研究所の内容をかなり詳しく述べている。



アメリカの西海岸に近い所にあるS研究所はいろいろの調査をよくやるところで名が知れている研究所であるが、ハッペル教授の来日と同じころに、日本の民間のN総合研究所その他の協力を得て日本の大学の附置研究所の調査をしたことがあった。この調査で、日本の大学附置の研究所（共同利用研究所を含めて）として阪大のT研究所と東北大のK研究所とともに北大の触媒研究所がベスト・スリーに選ばれた。

中にも触媒研究所の紹介が三ページにわたって載った。

国内外との研究交流

海外よりの一ヵ月以上
滞在の客員研究員（教
授）、研究生は九名である。

一九六五年にソ連科学アカデミーの物理化学研究所のカフタラーゼ教授は、アカデミーより派遣されて一カ月間触媒研究所に滞在し、赤外線による吸着の研究について討論や意見の交換を行った。一九六八年にはオーストラリアのシドニー大学のグートマン教授が、日本学術振興会客員研究員（以下、学振研究員と略記）として三カ月滞在し、有機半導体の物性論や電気化学的性質につき講義を

“Chemical and Engineering News”に掲載された日本地図

し、共同研究も行った。

元アメリカ石油研究所の研究者で現在はピッツバーグ大学のジョンソン教授は、学振研究員として一九七二年から一九七三年までの一年半滞在し、金属電子論と吸着、触媒作用につき研究し、アメリカ、アーカンサス大学のブライホルダー教授は、一九七二年〜七三年にかけ一年間吸着理論の研究でアメリカの科学財団 (National Science Foundation) より派遣された。両教授とも滞在中の研究で、一〇編以上の論文を発表している。

一九七七年には同じくアーカンサス大学のシーゲル教授が、学振研究員として四〇日滞在し、触媒反応について講義・討論をした。同じ時期にパリー大学のフレツサー教授は、四〇日間日仏文化協定に基づいてフランス政府より派遣され、NMRによる吸着研究の講義を行った。NMRを吸着の研究に応用しているのは、世界中で同教授の研究室と触媒研究所だけである。

日本学術振興会の奨励研究員としては、西ドイツのミューラー博士 (電極反応、一九六七〜六八年の二年間)、インド、ジャイプール大学のカチャバ博士 (金属の格子力学、一九七一〜七三年の二年間) が、触媒研究所において研究に従事した。ニューデリー工科大学のバジイペイ博士は、一九七一〜七四年の三カ年、格子力学及び吸着の研究のため、文部省留学生として来日し、理学博士を取得した。

中国 (台湾) の林兆豊博士は、一九五九年理学研究科化学専攻の修士に入学し、一九六二年博士課程に進み、一九六八年学位を取得、現在日本にとどまり、日本医科大学の助教授をしている。

日本学術振興会の国内留学生制度によって、京大、阪大、信州大、宇都宮大、三重大から奨励研究員がそれぞれ一年間ずつ来ており、また宇部興産、三菱化成、大日本油脂、川崎製鉄、協和化学から依託研究員あるいは研究生として、触媒研究所で一年から二年間研究をしている。工業技術院製品科学研究所からも、文部省国内留学の枠により研

究者が一名、一年間来所した。

海外への留学は、文部省在外研究員（長期甲）では能登谷（モスクワ大学）、豊嶋（サンフランシスコ大学）の二名であるが、その他では、アメリカには延べ一四名、西ドイツ、イギリス、フランスには各一名である（一九七八年現在）。また日ソ文化協定に基づく研究者の交換で、一九七五年に能登谷は再度モスクワ大学に八カ月間滞在し、電極反応の研究をしてきた。

国内での共同研究はいろいろな形として行われているが、そのうちの一つは、日本原子力研究所の浜口、坂本両博士とのもので、これはニッケル、白金への水素の吸着状態を、熱中性子の非弾性散乱によって研究したもので、数年間を要した。

外国研究者の来訪

一九六〇年から一九六二年に、触媒・物理化学分野では第一人者であった西ドイツのミュンヘン大学のシュワブ教授や、アメリカユタ大学のアイリング教授、オランダのシエル研究所及びライデン大学のザアハトラ教授、電気化学の権威であるペンシルバニア大学のボックリス教授らの来訪が続いた。

一九七六年の北大百年記念の折に、名誉学位の称号を贈られた元ボルチモア大学のエメット教授は、前後三回北大を訪れている触媒の老大家である。当時アメリカの化学会の会長であった有機化学のプライス教授、アメリカ触媒クラブの会長のチャペッティ博士、燃料電池のロバート博士（二回来訪）、『JRIIC』に投稿したこともあり以前は電極反応を、現在はエネルギー資源としての水素問題を研究しているフラナガン教授、固体表面の先駆的仕事をしていたコーネル大学のガーマー教授（一九七二年逝去）、ロヂン教授など非常に多い。

イギリスからは、世界的化学工業のI・C・Iのダウデン博士、ノッティンガム大学のイーレイ教授、ブリストル大学のパーソン教授らの来訪も印象的であった。オランダ、フランス、ドイツ、オーストラリア、インド、イスラエ

ル、ポーランドからも多くの研究者の来訪を受けている。

最近では、一九七二年に超伝導理論でノーベル物理学賞を受け、現在は吸着理論を研究しているシュリーファー教授（ペンシルバニア大学）や、一九七三年、トンネル効果で江崎玲於奈博士とともにノーベル物理学賞を受けた、ゼネラル・エレクトロニクスのジャエヴァー博士や同社の吸着理論のベッネット博士からも来訪している。

ソ連からは、一九六四年に初めてブリヤズノフ教授とスリンコ教授の来訪があったが、その後、アカデミー会員のフルムキン教授（二回）、ソ連触媒研究所のアカデミー会員ボレスコフ教授、リトアニア共和国科学アカデミー総裁のマトリイス教授ら十八の研究機関から四九名の学者の来訪を受けている。

一九七七年暮れには中国からの触媒研究者の視察団の訪問があった。

あとがき

一九九三年一月には、触媒研究所は半世紀を迎えるわけで、三分の一以上の職員は若い人たちに入れ替わっていることになるであろう。その若い人たちのために記しておくべきことで書けなかったことは多いが、そのうちのいくつかを簡単に記す。

親和会は、研究所の全職員大学院生により構成されている親睦団体で、毎月給料の〇・五%ずつを積み立て、三月、四月の職員、大学院生の歓送迎会、十二月に忘年会、夏には一泊旅行、冬はスキーツアーを行うのが恒例になっている。参加者は所員の六、七割くらいである。終戦後間もないころ、低温科学研究所に間借りをしていたときには、十二月の「雪まつり」には触媒研究所も合流し、「破戒」「父帰る」などの劇、堀健夫低温科学研究所長、堀内触媒研究所長の寸劇から、模擬店まで出てにぎやかな一夜を過ごしたものである。

運動部のO・Bも多く、ことにボート部は、一九四六年（昭和二一）にできてから、部長は堀内、東、延与と触媒研究所か

らでている。

北大職員組合には、委員長、副委員長、書記長、執行委員などに、二期当たり一人の割合で選出されている。職員組合で歴史を作ることになっていると聞いているので省略する。

かつての民主主義科学者協会北海道支部、あるいは現在の日本科学者会議にも委員はいつも触媒研究所から一人は出て活動が続けている。

北大の「大学紛争」は、一九六九年四月入学式当日に会場の体育館が封鎖されたということで始まった。前所長の堀内が学長であったことから、大学院生を含めてほとんどの者が事に当たった。この間、大学改革についても所内で真剣に討論され、国立大学は国立大学協会の組織を拡大し、時の政府に左右されることなく予算も直接国会に請求できるようにするのがなければ、真の学問の発展は望めず、また学問、思想の自由も確保できないのではないかとというようなことも話し合われた。

一九六三年（昭和三八）に東京工大森川教授はじめ幾人かの人から、共同利用の触媒工学研究所をつくりたいという提案が触媒学会で出され、一九六五年堀内所長が定年退職した三カ月後に、触媒研究所に「共同利用研究所としての触媒工学研究所をいずれかの大学の附置として設立することに同意してほしい」という申し入れがあった。学術会議の第四、五部でも取り上げられ、多くの議論がでたが、数年かかって結局学術会議ではこの案を取り下げることになった。途中の詳しい経過は別にまとめるが、多くのことを考えさせられた問題であった。

触媒研究所は、わが国及び世界の学問・研究・教育の確実な進歩に、触媒科学を通して寄与していきたいというのが、全所員の願いである。北大創基百年に当たって研究所の三五年を振り返り、北大の将来の発展に力を尽くすべく、この小さな部局史をまとめたしだいである。

〔付記〕終戦時の混乱の中で、進駐軍の低温科学研究所の接收、撤収を経験し、さらに触媒研究所の庁舎の新築移転などがあり、古い記録がほとんど失われたのは残念であった。進駐軍の占拠問題は、低温科学研究所部局史に詳しく述べられており、また、堀内寿郎著『一科学者の成長』に詳しく述べられているので省略する。さらに紙面の都合上割愛せざるをえなかったことなど、『触媒研究所部局史補遺』としてまとめた。

（戸谷富之）

年 表

一九四三 (昭18)	1・30	勅令第五七号により触媒研究所設置され、初代所長は小熊捍 (低温科学研究所所長) の併任となる
3・31	堀内寿郎 (理学部・化学教授 触媒研究所教授兼任となる	
5・5	山口成人助教授に任ぜられる (45・7・23教授、48・4・9理化学研究所に転出)	
9・30	松田秋八助手に任ぜられる (現教授)	
9・30	東克彦助手に任ぜられる (現教授)	
一九四四 (昭19)	2・15	菟原逸郎 (台北高校教授 教授に任ぜられる (48・7・30神戸大に転出)
一九四五 (昭20)	7・23	本多辰也 (理学部・化学講師) 助教授に任ぜられる (55・1・1北海道教育大学旭川分校に転出)
10・5	進駐軍により低温研・触媒研の建物接収	
一九四六 (昭21)	10・1	『触媒』(邦文) 第一輯発刊
10・1	墓目清一郎助手に任ぜられる (48・9・30理学部化学に転出)	
11・3	進駐軍による接収解除	
12・28	慶伊富長助手に任ぜられる (51・5・31助教授、	
12・28	5・31	佐藤俊夫助手に任ぜられる (47・4・30工業技術庁技官として転出、51・7・20触媒研究所助教授、60・4・1北海道開発工業試験所に転出)
一九四七 (昭22)	5・13	松井敏二助手に任ぜられる (現教授)
6・16	三矢篤 (理学部・化学講師) 助教授に任ぜられる (52・3・31立教大に転出)	
一九四八 (昭23)	3・31	所長小熊捍定年退官となり、堀内寿郎所長となる
4・30	戸谷富之 (理学部物理学助教授) 触媒に配置換となる (現教授)	
6・16	矢野武助教授に任ぜられる (51・4・15浪速大教授として転出)	
7・5	竹内豊三郎助教授に任ぜられる (51・8・1富山大教授として転出)	
11・30	英文紀要『J R I C』第一巻第一号発刊	
一九四九 (昭24)	5・31	国立学校設置法により北海道大学附置研究所となる (新制度移行措置)
5・31	宮原将平 (名大理学部助教授) 教授に任ぜられる (53・8・31理学部・物理に配置換)	

10・10 10・31	宮原孝四郎助手に任ぜられる(現教授) 殿村雄治助手に任ぜられる(58・10・16教授、63・3・1阪大に転出)
1950(昭25)	寺山良雄(東北大金研助手) 助手に任ぜられる(現札幌医科大学教授)
2・28	藤田勇三郎助手に任ぜられる(60・8・16助教授、60・11・1東大に転出)
3・31	豊島勇助手に任ぜられる(現助教授)
7・1	田部浩三助手に任ぜられる(60・10・1教授、65・11・16理学部・化学に配置換)
1951(昭26)	触媒懇談会(後の触媒学会)が結成され、第一回触媒討論会が触媒研究所で開かれる(59・8)
4・10	吉田直衛(低温科学研究所事務局長兼会計掛長) 触媒研究所事務局長・会計掛長兼任となる
9・6	
10・1	
1952(昭27)	石塚和彦助手に任ぜられる(現助教授)
3・1	小林秋男助手に任ぜられる(58・9・15電電公社電気通信研究所に転出)
8・1	榎本三郎助手に任ぜられる(53・12・1講師、54・4・1宇都宮大に転出)
10・1	
1953(昭28)	中村孝講師に任ぜられる(現教授) 触媒研究所において第二回触媒討論会開かれる(57・25 第三回以降は本文参照)
4・1	
7・23	
12・1	田中一範助手に任ぜられる(64・4・15助教授、68・12・6理化学研究所主任研究員として転出)
1955(昭30)	延与三知夫(修士課程修了者―以下修と略す) 助手に任ぜられる(現助教授)
4・1	
1956(昭31)	喜多英明(修) 助手に任ぜられる(63・4・1助教授、一九七四理学部・化学教授)
4・1	第一回国際触媒会議(59・14 アメリカ、堀内講演)
9・10	
1957(昭32)	松崎五三男助手に任ぜられる(64・6・16理学部助教授、現信州大学教授)
9・16	
1959(昭34)	第八回メンデレーフ会議に堀内招待により出席、このあとモスクワ大学で一カ月講義
3・16	『触媒』(邦文) 第一六輯(最終号) 発行
3・25	触媒懇談会『触媒』第一巻第一号発行
10・1	
1960(昭35)	村井正一事務長に任ぜられる(65・4・1医学部事務長)
4・1	
7・4	第二回国際触媒会議(57・9 フランス、堀内)
8・27	北川正太郎(修) 助手に任ぜられる(69・6・7理学部・化学助教授)
1961(昭36)	生体触媒部門増設
4・1	

4・1	升田真木彦助手に任ぜられる
4・1	竹沢暢恒(修) 助手に任ぜられる(61・4・1助教授、71・7・1工学部に配置換)
4・1	久保周一郎(水産学部助教授 触媒研究所に配置換(63・3・15阪大理学部に転出))
一九六二(昭37)	小寺琢郎(博士課程修了者—以下博と略す) 助手に任ぜられる(現講師)
4・1	Journal of Catalysis (国際誌) 発刊される
9・10	横山隆充助手に任ぜられる
一九六三(昭38)	能登谷玲子(修) 助手に任ぜられる
7・1	Surface Science (国際誌) 発刊される
8・30	大森唯義助手に任ぜられる
一九六四(昭39)	触媒懇談会、触媒学会となる
3・30	第一期新庁舎完成
3・31	酸塩基触媒部門増設
4・1	片山(旧姓荒又) 明子(修)、大西隆一郎(修) 助手に任ぜられる
5・1	竹下常一(日本専売公社中央研究所) 助教授に任ぜられる(67・1・20デュポン研究所に転出)
5・1	触媒研究所拡充期成会発足
7・20	第三回国際触媒会議(7・25 オランダ、田中一範)
一九六五(昭40)	
3・31	第二期新庁舎完成
3・31	堀内寿郎定年退官
4・1	戸谷富之所长となる(74・3・31まで三期)
4・1	宮原吾郎(医学部附属病院管理課課長補佐) 事務長に任ぜられる(68・4・1法学部事務長)
4・1	渡辺正夫(修)、山崎忠良(修) 助手に任ぜられる
一九六六(昭41)	堀内寿郎ドイツ科学アカデミー会員に推挙される
3・23	佐藤真理(博)、大野佑一(修) 助手に任ぜられる
4・1	黒川甲子郎事務長に任ぜられる(69・4・1獣医学部事務長)
一九六七(昭42)	堀内寿郎学長となる(71まで)
5・1	触媒研究所二十五周年記念『JRIC』発行
一九六八(昭43)	第四回国際触媒会議(76・29 モスクワ、堀内、宮原、田部)
6・23	
1・1	
一九六九(昭44)	館脇洋(博)、国松敏二(博)、数坂昭夫(博) 助手に任ぜられる
4・1	
一九七一(昭46)	五十嵐春吉(歯学部附属病院事務長補佐) 事務長に任ぜられる(74・4・1定年退官)
4・1	松島龍夫(博) 助手に任ぜられる
7・4	第一回日ソ触媒会議(77・7 ノボシビルクス)
10・11	第一回固体表面国際会議(77・15 アメリカ)

—戸谷—

一九七二 (昭47)

5・1

田中虔一 (東工大助手) 助教授に任ぜられる (現工学部助教授)

8・21

第五回国際触媒会議 (8・26 アメリカ、堀内)

一九七三 (昭48)

9・28

日ソ触媒札幌セミナー (9・29)

10・1

第二回日ソ触媒会議 (10・5 東京)

一九七四 (昭49)

3・25

第二回固体表面国際会議 (3・29 京都)

4・1

宮原孝四郎所長となる (77・1・20 辞任)

4・1

小野輝明 (水産学部事務長補佐) 事務長に任ぜられる (77・3・31 大型計算機センター事務長)

7・1

第三回日ソ触媒会議 (7・5 アルマアタ)

10・4

日ソ電気化学札幌セミナー

10・7

第一回日ソ電気化学会議 (10・5 東京)

一九七六 (昭51)

5・15

第二回日ソ電気化学会議 (5・20 モスクワ)

7・12

第六回国際触媒会議 (7・16 イギリス、豊嶋)

一九七七 (昭52)

1・21

戸谷富之所長事務取扱となる

3・31

松田秋八所長事務取扱となる

4・1

田村敏郎 (大型計算機センター事務長) 事務長に任ぜられる

この年 Applications of Surface Science 発刊