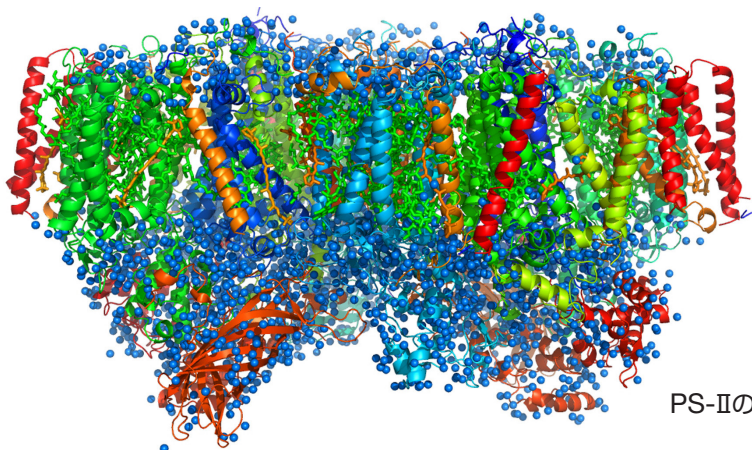


光化学系II複合体(PS-II)の構造解析 RSC



PS-IIの全体構造

2011年にSPring-8を用いて、未解明だった光合成の水分解反応を担うPS-IIの構造を1.9Åという非常に高い分解能で解析した。さらに2014年にはSACLAを利用することで、放射線損傷を受けていないPS-II本来の構造が明らかになり、2017年には水分解反応の途中の状態を捉えることに成功した。本成果は「人工光合成」のための触媒創成に重要な基礎を提供するものである。

大型放射光施設「SPring-8」、X線自由電子レーザー施設「SACLA」



円形のSPring-8と直線形のSACLA

SPring-8では、電子をほぼ光速に加速させ、進路が曲がる時に発生する強力な放射光により、物性、ナノテクノロジーやバイオなどの幅広い分野の研究が行われている。SACLAでは、世界最短波長0.63Åの綺麗にそろった強いX線レーザーにより、原子や分子の瞬時の動きを観察することができる。



SACLA内部 真空封止アンジュレータ



SPring-8内部 実験ホール

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------|
| 第1節 | RNA解読を目指す革新的プロジェクト | 193 |
| 第2節 | 国際FANTOMコンソーシアムの結成 | 196 |
| 第3節 | 夢の実現——国際標準から医療応用へ | 205 |
| 第5章 | 女性科学者の100年 | 209 |
| 第1節 | 財団理研時代（1917-1948）女性科学者の黎明期 | 209 |
| 第2節 | 科学研究所時代（1948-1958） | 214 |
| 第3節 | 特殊法人時代（1958-2003） | 218 |
| 第4節 | 独立行政法人以降（2003-） | 225 |
| 第6章 | 図書館の100年 | 233 |
| 第1節 | 論文誌中心の理研図書館 | 233 |
| 第2節 | シュワルツ文庫とルンゲ文庫 | 239 |
| 第3節 | レイリー卿の手紙 | 243 |
| 第3部 | 社会への還元 | 245 |
| 第1章 | 研究成果を社会に還元する | |
| 《産業連携本部》 | | 247 |
| 第1節 | 理研ベンチャーの推奨 | 247 |
| 第2節 | 独立行政法人化後の産業連携と組織の変遷 | 248 |
| 第3節 | 知財・産業連携戦略 | 250 |
| 第4節 | バトンゾーン制度 | 252 |
| 第5節 | 知財の確保、ライセンス活動 | 257 |
| 第6節 | 事業開発活動 | 262 |
| 第7節 | 理研ベンチャーの飛躍 | 266 |
| 第8節 | これからの100年 | 271 |
| 第2章 | 研究機関、大学、産業界との連携 | |
| 《科学技術ハブ推進本部》 | | 273 |
| 第1節 | 科学技術ハブ推進本部の発足 | 273 |
| 第2節 | 健康生き生き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム | 275 |
| 第3節 | 医科学イノベーションハブ推進プログラム | 278 |
| 第3章 | 創薬・医療の横断的連携 | |
| 《創薬・医療技術基盤プログラム》 | | 289 |
| 第1節 | 発足時の理研、製薬企業、欧米の状況 | 289 |
| 第2節 | プログラム・運営体制の設計 | 291 |
| 第3節 | 研究課題（テーマ・プロジェクト）の選定 | 295 |
| 第4節 | テーマ・プロジェクトの推進と連携 | 297 |
| 第4章 | 医療応用の横断的連携 | |
| 《予防医療・診断技術開発プログラム》 | | 301 |
| 第1節 | プログラム発足の背景と活動 | 301 |
| 第2節 | 高感度核酸迅速検査システムとバイオマーカー | 303 |
| 第3節 | 病院の最先端化と病院のアップグレードシステム | 305 |

議において建議が可決成立した。

文明ノ進歩國運ノ發展ハ專ラ理化學的研究發明及之カ應用ノ結果ニ俟ツヘキハ言ヲ要セサル所ナリ之ヲ歐米先進國ノ實例ニ徴スルニ英國ニハ國立物理學研究所アリ佛國ニハ工藝試驗所アリ米國ニハ國立標準局アリ獨逸ニハ國立理工學研究所及「ウィルヘルム」帝化學研究所アリ概ネ國家的若ハ公共的施設ニ屬シ其ノ他富豪篤志者ノ經營ニ係ルモノ擧ケテ數フヘカラス列強ノ今日アル淵源スル所深シト謂フヘシ今ヤ我カ帝國ハ數回ノ戰役ヲ經テ國威倍揚リ國際ノ位置又愈重キヲ加ヘ文物制度斐然トシテ備ハルモノアリト雖獨リ理化學ノ研究及之ニ關スル發明應用ニ至テハ依然トシテ他ノ摸倣追蹤ヲ事トスルニ過キス進テ獨創ノ研究嶄新ノ發明ヲ試ミムトスルモ之カ設備ト機關トニ欲如タルハ國家ノ為眞ニ遺憾ニ堪ヘサルナリ殊ニ今次歐洲ノ戰亂以來彼我交通貿易ノ杜絶セラレタル結果我カ軍事、醫術、工業ノ原品ノ一部ニ對シテ獨立自給ノ途ヲ講スルノ必要特ニ痛切ナルヲ感シタルハ一般ノ認ムル所タリ政府ハ宜シク範ヲ歐米先進國ニ取り財政ノ状態ニ鑑ミ是ガ適當ノ計畫ヲ定メ以テ國民獨創ノ研究發明ヲ獎勵涵養シ百般興業ノ根本ヲ啓沃シテ國運ノ興隆文明ノ進暢ニ資スルノ策ヲ樹ツヘシ

可決成立した建議

この建議は、今後日本が基礎科学を進め応用・実用への研究をするためには、国として財政が許せば独創的発想に基づいた研究所を興すことを謳っている。このことは民が設立し、官が補助することについても事実上容認したものであり、これにより高峰が提唱した研究所設立について国からのお墨付きを得たことになる。これを機に、理化学研究所設立の動きは、具体的にかつ急加速することとなる。

財団法人理化学研究所設立に向けて

《設立協議会の開催》

同年6月24日、大隈重信は「内務・大蔵・文部及農商務各省の関係者、学者及実業家」を招き設立協議会を開催。18人に設立委員を要請。原案作成のため、洪沢、中野、櫻井、高松、上山満之進の5人を特別委員とし、実行の方策について審議した。

同年12月、第3回設立協議会では、「予算ノ内容ハ民間五百万円、政府補助二百万円、宮内省百万円トシテ立案」することに決定。

1916（大正5）年1月21日、「理化学研究所設立ニ關スル建議」を総理、大蔵、農商務各大臣に提出した。

《第37帝国議会（衆議院）》

同年2月、第37帝国議会（衆議院）「理化学ヲ研究スル公益法人ノ国庫補助ニ關スル法律案」議会提出。同年3月法律第16号として補助金200万円（20万円×10カ年）交付。

《設立発起協議会（設立協議会）》

1916（大正5）年6月首相官邸にて特別委員会を開催し、発起人の人選委嘱協議、

1916（大正5）年7月大隈、6大府県知事に追加発起人人選依頼
《創立委員会》

1916（大正5）年10月18日東京商業会議所で委員会を開催し、創立委員長に
渋沢栄一男爵、櫻井錠二ら7人の常務委員を委嘱した。

《建設及び設備の設計に関する協議会》

1916（大正5）年12月23日 物理学部委員を長岡半太郎、大河内正敏、化学
部委員を池田菊苗、井上仁吉に委嘱した。

《設立常務委員会》

1917（大正6）年1月22日 常務委員会は数回の協議を重ね、「理化学研究所
設立の趣旨並びに計画の大要」および研究所の行うべき主な事業を略述して、一
般産業界との関係を明らかにした「理化学研究所の事業と産業界」と題する小冊
子を刊行し、設立発起人、政府当局者、関係者に配布して賛同を求めた。

《寄付行為の制定》

1917（大正6）年2月民法第34条による寄付行為は、理化学研究所の根本基
礎を定めるものであるため、創立常務委員会で成案をまとめた。

《富豪および篤志家の賛同》

寄付申込が相次ぎ、1917（大正6）年3月12日現在191万円となった。

《財団法人設立許可申請》

1917（大正6）年3月19日渋沢栄一男爵は設立者総代となり、東京府知事を
経て農商務大臣に法人設立許可を申請した。

《財団法人理化学研究所設立許可》

1917（大正6）年3月20日農商務省指令第3692号を以て農商務
大臣より設立を許可する旨の指令があり、ここに高峰、渋沢が提唱
した「国民科学研究所」が、皇室からの御下賜金、政府からの補助
金、民間からの寄付金を基に現在の東京都文京区本駒込に創立、伏
見宮貞愛（さだなる）親王殿下を総裁に奉戴し、理化学研究所はそ
の歴史をスタートさせた。

《組織》

最高決定機関は評議員会で、1万円以上を寄付した人々で構成さ
れた。理事会は、評議員代表、研究者代表（所長、副所長）、監督
官庁代表（農商務省と文部省の次官）で構成され、事実上の決定・
執行機関であった。同年4月の第2回理事会で決まった研究体制は、
所長（菊池大麓）、副所長（櫻井錠二）、そして物理学部長（長岡半
太郎）と化学部長（池田菊苗）であった。



伏見宮貞愛親王



大河内正敏

寄付の必要性に対する民間の意識が希薄なことに加え、第一次世界大戦の影響により景気が冷え込んでいたことが災いし、当初計画していた500万円にははるかに及ばなかった。半分以下の約219万円にとどまることとなり、研究所の運営資金は発足前後から資金難に陥っていった。

研究所の土地は東京・本駒込の1万4901坪（49173.3m²）であった。本郷区駒込上富士前町の土地（32188.2m²）と小石川区駕籠町の土地（16985.1m²）を合わせた地区である（うち9628.6m²は昭和8年岩崎家から寄贈された）。その土地購入や1号館をはじめとした研究施設等のインフラ整備に多額の資金が必要だった。一方、発足後5カ月目に菊池大麓所長が突然亡くなり（古市公威が第2代所長に就任）、物理学部と化学部の対立が激化し、高邁な理想のもとに発足した理化学研究所であったが、その存続すら怪しくなっ

きたのである。

この時、数人いた候補者の中で第3代所長として白羽の矢が立ち、綺羅星のように現れたのは42歳の大河内正敏子爵であった。大河内の出現は、偶然の産物ではなく、理研設立前から、理研のあり方について関わっていたこと、専門の造兵学という学問分野を通じて時代に合った理想的・総合的な研究所のビジョンを予め持っていたこと、子爵であり貴族院議員でもあり、政府、皇室との調整が円滑に進むことへの期待感などさまざまな要件を備えており、大河内において他に任せられる人物はいなかった。

大河内が1921（大正10）年10月の所長挨拶で「研究所運営の方針として、学術の研究と実際とを結合しむるの方法を講じ、以って産業の基礎を確立すること、



小説に登場!? 大河内正敏

夏目漱石著『三四郎』には、「理学博士野々宮宗八」が登場する。このモデルは、大河内とも言われている。

実際に寺田寅彦が夏目を東京帝国大学に連れて行き、大河内の実験現場「銃丸の写真の実験」を見せたという。夏目は「これを小説に書くが良いか」と尋ねたところ、「何分相手は殿様ですから」と切り返し、「光線の圧力」の測定に関する研究の話をしたと伝えられている。



大河内正敏の立ち姿の写真

したがって、実業界との接触頻繁となり、自然経費の幾分かさむものあらんも、之を諒せられたきこと、また研究者は研究を生命と為すもの成るが故に、研究に耐えざるに至りたる者、もしくは研究能力の欠くに至りたる者は之を罷免して、新進気鋭の研究者を採用する見込みなる旨を陳述す」という理研精神の真髓を語り、これが100年続いてきた原点として、現在にも引き継がれているのである。

大河内は就任後ただちに、理研創立の理念を実現するための方策として、二つの改革を断行した。一つは「研究室制度の創出」である。この研究室制度は、これまで、主導権争いのもととなった2部制を廃止し、フラットな組織で研究室を主宰する研究員（主任研究員）に研究室運営の全ての裁量を委ねるという画期的なものであった。さらに、研究は、駒込（理研内）だけで行う必要はなく、必要であれば帝国大学にプランチを設けて研究を行っても良いという柔軟性をも兼ね備えた方向性を打ち出した。

主任研究員制度

長い理研の歴史の中で、主任研究員が果たしてきた役割と功績は大きい。卓越した研究者が自らの発想によって行う自由な研究を保証することが研究所としては必要であり、そのために導入されたのが「主任研究員制度」である。主任研究員が研究テーマの選定、人事、予算、施設利用・研究室等の編成について裁量権を与えられるこの制度は、理研の中心的な役割を果たしていくことになる。

主任研究員は大きな権限を与えられたが、自らの責任において自由な発想で新しい分野を開拓していくことが求められていった。ただし、研究室は、その主任研究員の「一代限り」である。退任時に研究室は解散となる。研究室を引きずることなく、常に新たな研究に挑戦していく研究室を基盤に、研究所が常に活性化していく仕組みを研究者自身が必要としたのである。

| 研究項目及研究室職員名簿 大正十一年一月現在 | |
|--|--|
| <p>傾盛研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 飯沼 聖一 助 手 有 賀 三郎 同 手 約 木 義二</p> | <p>池田研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 池田 菊三 助 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎 同 手 磯 田 重三郎</p> |
| <p>大河内研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 大河内 正敬 助 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬 同 手 大 河 内 正 敬</p> | <p>本多研究室 (東北大)</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 本多 大太郎 助 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎 同 手 本 多 大 太 郎</p> |
| <p>和田研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 和田 啓三郎 助 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎 同 手 和 田 啓 三 郎</p> | <p>片山研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 片山 正夫 助 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫 同 手 片 山 正 夫</p> |
| <p>高嶺研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 高嶺 俊夫 助 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫 同 手 高 嶺 俊 夫</p> | <p>田丸研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 田丸 節郎 助 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎 同 手 田 丸 節 郎</p> |
| <p>廣島研究室 (東北大)</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 真島 利行 助 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行 同 手 真 島 利 行</p> | <p>鯉井研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 鯉井 恒太郎 助 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎 同 手 鯉 井 恒 太 郎</p> |
| <p>長岡研究室 (東北大)</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 長岡 幸太郎 助 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎 同 手 長 岡 幸 太 郎</p> | <p>鈴木研究室</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 鈴木 木太夫 助 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫 同 手 鈴 木 木 太 夫</p> |
| <p>喜多研究室 (京大)</p> <p>一、有機合成化学ノ研究 二、物理化学ノ研究 三、物理化学ノ研究 四、物理化学ノ研究 五、物理化学ノ研究 六、物理化学ノ研究 七、物理化学ノ研究 八、物理化学ノ研究 九、物理化学ノ研究</p> <p>主任研究員 喜多 源一 助 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一 同 手 喜 多 源 一</p> | <p>入京中</p> <p>主任研究員 石田 義雄 助 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄 同 手 石 田 義 雄</p> |

14研究室発足後の職員名簿

理研の主任研究員は、物理、化学、工学、生物科学など幅広い領域の専門家である。そうした人々が、大学や国立研究機関ではなかなか追求できない「分野を超えた研究交流」を進めている。そしてそこから、新しい研究の芽が生まれ、基礎研究だけでなく、応用にも結びつく輝かしい成果を上げていった。こうした仕組みは理研独特のものであり、伝統となった。民間企業も含めて日本の研究システムのモデルにもなったのである。

財団理研時代の研究成果

大河内による二つ目の改革は、研究成果の実用化すなわち産業に供する仕組みを3段階で進めていったことである。最初は、研究成果を自らの手で製品化して販売し、売上の利益を研究費として充当した。理研ビタミンやアルマイト製品などがそれである。それらを紹介する前に、財団理研時代の研究者と成果について簡単にまとめておく。

すでに触れたように、1922（大正11）年1月、14人の主任研究員による研究室が新設された。物理関係では長岡半太郎、西川正治、本多光太郎、高嶺俊夫の4人、化学関係では池田菊苗、飯盛里安、和田猪三郎、片山正夫、真島利行、田丸節郎の6人、それに応用化学の喜多源逸、農芸化学の鈴木梅太郎、そして工学分野の大河内正敏、鯨井恒太郎という顔ぶれであった。

その後、財団理研としては、太平洋戦争の開戦までの20年間に27名、戦中を経て戦後の1947（昭和22）年までに16名の主任研究員を任命する。そこから生まれた成果を網羅するのは不可能に近いので、帝国学士院賞を受賞した研究成果（10テーマ）をあげておく。

1922（大正11）年、高嶺俊夫は強電場中でスペクトル線が分岐するシュタルク効果の研究で恩賜賞を受賞した。大正13年には、鈴木梅太郎がオリザニン、同研究室の高橋克己がビタミンAの研究で一緒に受賞した（共通題目は副栄養素の研究）。

1932（昭和7）年、菊池正士は陰極線（電子線）の結晶回折の研究で、帝国学士院メンデンホール賞を受賞した。翌1933年には鈴木（梅）研の鈴木文助が恩賜賞を受賞するが、これは、生体脂肪の化学的研究の集大成であり、共同研究者と共に数十編の論文にまとめ、油脂生化学界に大きく貢献した。鈴木（梅）研ではコクゾウムシの駆虫剤の研究を進めており、クロールピクリンが三共製薬の手で実用化された。その一連の研究の中で、武居三吉は熱帯植物からのロテノンの抽出に成功し、その構造解析にも成功した。武居は1934年に受賞している。

辻二郎主任研究員は、構造物が力を受けているときにその分布状態を一瞬のうちに描き出す光弾性法に、画期的な進歩をもたらした。これは写真フリンジ法というもので、1925年に発表されるやいなや、全世界に普及した。複雑な構造物でも簡便に正確に描き出すことができるため、世界標準の手法となった。1933年に受賞。

片山研究室の水島三一郎は、赤外線吸収とラマン効果を共用して、分子の内部振動の研究を進めた。その成果が認められ、1938年に受賞。同じ片山研の堀内



水銀還金騒動

原子模型で有名な優れた物理学者の長岡半太郎は、理研に参加する前の東京帝国大学の研究室で、すでに水銀スペクトルの微細構造の研究を積み重ねていた。この微細構造が原子核の何らかの構造や状態を反映していることは、今日でも正しい科学知識である。ただ、当時の物理学は、まだ原子核の正しい理解には至っていなかった。

だから、世界的な物理学者であった長岡も間違いを犯した。水銀と金、水銀とビスマスのスペクトルの微細構造を比較することで、長岡は「水銀の原子核＝金の原子核＋水素の原子核」という仮説を持つに至った。それが長岡らの1924（大正12年）年1月の*Nature*論文である。最後の段に、水素の原子核に相当するものを叩き出すことができれば金ができる可能性がある、と書いた。これに飛びついたのがドイツのミーテ（A. Miethe）という教授で、同年7月に長岡の予言どおり金の合成に成功したと発表した。

先に実行されてしまったが、9月、長岡は水銀アークを使えば、自らの予言を実験できることに気がつき、早速実行する。金の専門研究者に分析を依頼すると、確かに金ができていているという報告があがってきた。

理研は、同年9月20日記者会見を行い、それまでの経過報告後、長岡が同年9月17日に得た水銀を変換した純金を顕微鏡下で記者等に公開した。

長岡はその後数年間、還金実験を試みたが、再現されることはなかった。その失敗を認めることもしなかったが、長岡の権威が批判を抑え込んだ面もある。ただ、物理学の仮説にいちいち目くじらを立てていたらキリがないという時代でもあった。

壽郎は、物質変化の速度論の研究を進め、特に、水素電極を徹底的に研究した。その結果、水素原子が変化する場合と水素分子イオンが変化する場合の二つが存在することを示し、1940年に恩賜賞を受賞した。

真島利行研究室の尾形輝太郎は、多数の色素を合成した。特に赤外感光色素イルミノールが有名で、これは赤外乾板として実用化された。1941年に受賞。

以上が戦前の理研で帝国学士院賞を受賞した研究であるが、他にも素晴らしい研究成果が山ほどある。大河内正敏と海老原敬吉のピストンリングの研究、大河内正敏と今富祥一郎によるマグネシウム製造法は、ともに発明協会の恩賜記念賞を受賞している。紫根や紅花の色素の研究（黒田チカ）もあった。物理で主だったテーマを挙げると、水銀スペクトルの微細構造（長岡半太郎）、シュタルク効果（石田義雄）、光電効果の増強（木村正路、浅居ちか）、絶対零度の測定（木下正雄、大石二郎）、瞬間写真法（清水武雄、平田森三）、自動電圧調整回路（加藤麿雄）、電気火花（寺田寅彦、中谷宇吉郎、湯本清比古）、雪の結晶（中谷宇吉郎）、原子核（仁科芳雄）などがある。宇宙線や量子論の理論研究（湯川秀樹、朝永振一郎）もあった。

1930年代ごろ、原子核の研究は世界が注目するテーマであった。財団理研では、

西川、仁科の2研究室と長岡研の杉浦義勝のグループによって研究が進められた。高速イオンで原子核を叩き、生じる中性子やガンマ線を観測するという今日と原理的には全く同じ実験であった。小サイクロトロン、大サイクロトロンも完成させた。したがって、研究テーマの中には、当然、人工放射性物質の研究、ウランやトリウム原子核の中性子による原子核破壊実験も含まれていた。

これ以外に、化学、電気、金属（アルマイトなど）、機械加工（深絞りや切削の研究）など数多くの研究テーマと成果があった。まさに、基礎と応用をまたいで幅広い独創的な研究が繰り広げられたのである。

第3節 財団理研から生まれたもの

財団理研からは、純粹理化学研究の成果だけでなく、日本独自のさまざまな製品も生まれた。最初の製品は、1922（大正11）年に製品化された「アドソール」で、空気中の水分の吸着・分離に優れた物質で、空気を乾燥させることで水分の気化を促し、気化熱により冷房のような快適さを生み出すことに成功した。アドソールは、観客席数1500人の帝国劇場等に導入された。その他、財団理研からは、合成清酒「利久」、「理研ビタミン」、「アルマイト」、紫外線を吸収する有機化合物「ウルトラゼン」、エンジンの能力を高める機能性部品「ピストンリング」などが世に送り出された。



理研ビタミン写真

アドソールは、観客席数1500人の帝国劇場等に導入された。その他、財団理研からは、合成清酒「利久」、「理研ビタミン」、「アルマイト」、紫外線を吸収する有機化合物「ウルトラゼン」、エンジンの能力を高める機能性部品「ピストンリング」などが世に送り出された。

大ヒット商品“理研ビタミン”

ビタミンAは、鈴木梅太郎研究室の高橋克己が、タラの肝臓から分離、抽出に世界で初めて成功した。ビタミンAは熱や酸素によって壊れやすいため、真空実験に秀でた物理学系研究者の協力を得て、真空中での蒸留方法を開発し、純度の高いビタミンAの作成に成功した。“理研ビタミン”は大河内により命名された商品名で、1923（大正12）年から販売され、1929（昭和4）年には、年間研究費の約半分にあたる売上を得て、財団理研の財政を下支えした。



理研酒「利久」を前に鈴木梅太郎

食糧難に役立った「合成清酒」（理研酒）

合成清酒の研究は、1918（大正7）年の米騒動に端を発した。鈴木梅太郎は、「毎年人口が増大しているのは、将来必ず食糧米の不足する時がくる。今のうちに清酒に代わるものを、米以外から造ることはできないか」と提起し、“米を原料としない酒をつくる”挑

戦が始まった。合成清酒の主原料はさつまいもや糖蜜であるが、酒のうま味は琥珀酸などの有機酸やアミノ酸が担っていた。味の決め手となる琥珀酸の製法が確立すると、合成清酒は事業として軌道に乗り、1943年には、理研酒の製造特許を47社が契約した。理研ブランドの「利久」は1929年に発売され、現在も販売されている。



三角定規とお弁当箱とレコード盤

世界で使われている“アルマイト”

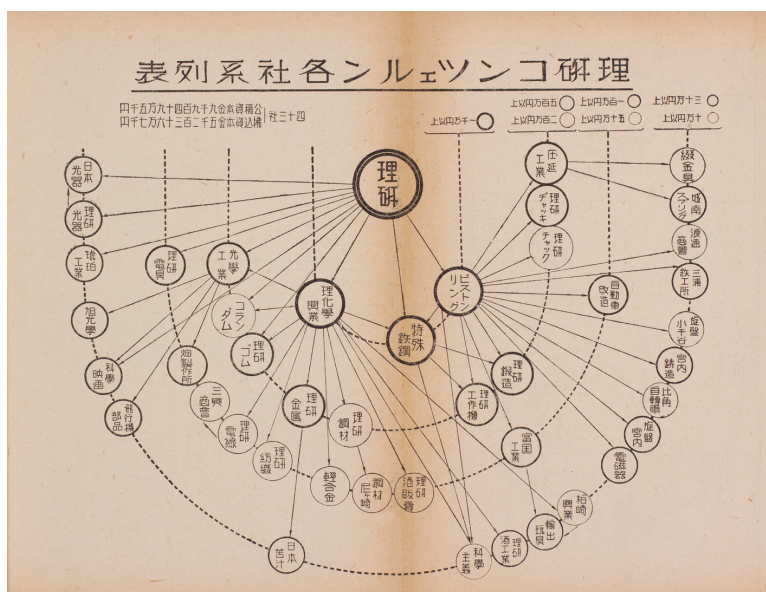
アルマイトは、アルミニウム（アルミ）の表面処理法の一つで、そのように加工されたアルミもアルマイトと呼ばれる。アルミをシュウ酸（または硫酸）の溶液中で電解処理すると酸化被膜を厚くすることができ、この酸化被膜により、アルミを、腐食しない、すり減らない、丈夫な素材に改質することができる。アルマイトは、弁当箱、やかん、キーホルダー、工芸品、部品、部材など、世界中で使われている。

理研コンツェルンの設立

研究成果の実用化すなわち産業に供する仕組みの第2弾は、特許等の実施権の譲渡である。財団理研は、公益法人であり、過剰な利益追求は相応しくないため、特許等を企業に実施権譲渡し、会社からの実施料等を以て研究費を捻出するという目論見であった。しかし当時の日本の企業は、欧米には高価な特許料を払って特許の実施を進めていたが、理研の特許には見向きもしなかった。

このため、大河内は、第3弾として理研の組織の外側に多くの会社を作り、財団法人は持ち株会社となって、研究所の成果を実施させる形とした。

財団理研の初の事業体は1922（大正11）年に設立された東洋瓦斯試験所で

『理研コンツェルン』月報増刊号
(1938年8月発行)

理研コンツェルン系列会社表

ノーベル物理学賞の受賞

仁科芳雄は1931（昭和6）年5月、京都帝国大学物理学教授木村正路（理研主任研究員）の依頼により、1カ月間、京大で量子力学の集中講義を行った。この講義が仁科と湯川秀樹、朝永振一郎の最初の出会となった。仁科は、原子核の素粒子理論に関してさまざまな助言を湯川に与えた。湯川は1935（昭和10）年、「原子核に強いエネルギーを与えて核力を保持しているのは、陽子と中性子の間に新しい場があり、そこには π 中間子が介在している」という中間子論（湯川理論）を発表し、1949年、日本人として最初のノーベル物理学賞を受賞した。



湯川秀樹



朝永振一郎

一方、朝永は、仁科研究室研究員として、場の理論の基礎をさぐり、『理研彙報』で後に「超多時間理論」とよばれる論文を発表、後にこの理論を発展させ、1965年「くりこみ理論」により、日本人として二人目のノーベル物理学賞を受賞した。

第2節 第2次科研 1952-1956（昭和27-31）年

第2次科研は、1952（昭和27）年8月4日、定款に「科学および産業の興隆を図り、国民福祉の増進に資することを目的とする」と定め、総合研究機関として再発足した。一万田尚登、渋沢敬三、石川一郎、原安三郎らが世話人となり、産業界、金融界、生命保険界その他の協力を得て、商法の規定に基づいて設立され、当初の資本金は1億540万円、発行株式は10万5400株（1株1000円）であった。第1次科研の研究部の事業と人員はそのまま引き継がれ、改めて科研化学から、研究設備、器具、図書、工業所有権を買いとり、土地、建物は賃借することになった。

科研化学（株）は土地、建物を引き継いだものの、同時に多大な負債も承継し、この後、苦難の道を歩むが、研究所も前途多難であった。会長に就任した亀山直人（当時の日本学術会議会長）が研究部門を、社長の村山威士（元日本油脂社長）が業務部門を、それぞれ担当して運営に励んだ。しかし、資金的基礎が弱く、研究のみで経営することは難しく、やがて財政困難に陥った。

政府は科学技術振興の必要性から、わが国唯一の総合研究機関である科研の財政的不振による弱体化を懸念し、国が援助することになった。そこで、半官半民の特殊会社に組織を変更し、国が助成措置を講じ、民間資本とあわせて、試験研究およびその成果の普及事業を行う「株式会社科学研究所法案」が、1955年7

日本型の科学技術を実行

財団理研の歴史は、1948（昭和23）年に幕を閉じることになるが、大河内は、そのうちの1921年から1946年までの約25年もの間、所長を務めた。また、所長就任後は、各研究室を頻繁に訪れ「どうですか」と研究の進捗を気軽に聞いて回り、どの研究分野にも驚くべき博識で助言を与えた。

主任研究員制度のもと活発な研究が行われ、財団理研時代に発表された日本語の論文（『理研彙報』）は2000編あまり、欧文論文は1200編あまりに及んだ。大河内は、財政状況が厳しくなっても、理論物理学などの純粋理化学研究に惜しむことなく研究費を投じ、同時に理研の財政を支えるために、製品化などに結び付きやすい研究にも力を注いだ。理研で育った研究者たちは、全国の大学等の研究機関に移り、戦後の科学研究や産業を支えてゆく。

これら大河内の「研究成果（発明）の実用化」等の方策は、単に研究のための資金集めに必要であったというわけではない。それまで日本にはびこっていたアカデミアと実業界との問題（輸入学問を教えるのみの大学、外国技術の模倣のみの企業）に対して、理研がその解決例を具体的に示し、両者をつなぐ役割も果たした。結果として、日本の学術分野、産業界の発展に大きく貢献した。そのことは、各界の人々の間に無自覚的ではあっても理研の存在が認識され、現在も幅広い支持を得ていることが物語っている。

戦時下の活動 二号研究

太平洋戦争の進展とともに、理研にも軍からの協力要請がもたらされた。軍からの要請は、核兵器開発の可能性であった。

仁科芳雄は1943（昭和18）年6月陸軍に「核分裂のエネルギーを利用するには少なくとも10kgのウランが必要であること、この量で黄色火薬（ピクリン酸）約1万8千トン分の爆発エネルギーが得られる」との報告書を提出した。これに陸軍が強く反応し、米国およびドイツでは原爆開発が相当進んでおり、遅れたらこの戦争（太平洋戦争）に負けるとして、研究開発の具体化を理研仁科研究室に命令した。「ニシナ」の名前からこの計画は「二号研究」と名付けられた。この計画は陸軍の最高軍事機密として世の中に知られることはなかった。

理研には、「二号研究」と名付けられる前から「二号研究」終息まで、陸軍と理研との間でやりとりのあった書簡等が一部残されている。

- 昭和16年6月20日付文書：陸軍航空技術研究所より、仁科芳雄、矢崎為一に、「金属材料に関する研究業務囑託」依頼。
- 昭和16年9月10日付文書：陸軍航空技術研究所の安田武雄所長から、理研への以下の研究委託照会。①金属の構造拡散及び透過に関する基礎的研究、②ウラン原子核の分裂に依るエネルギー源の研究。この照会に対し、理研から回答した文書は存在せず不明。

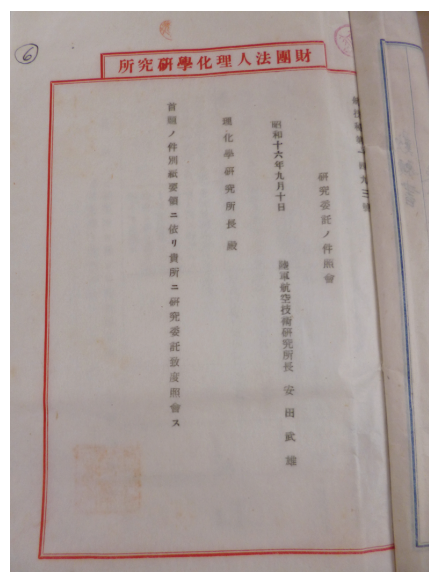
その他、研究施設の建設申請、従業者の残業申請などの文書がある。また、陸軍が理研に対して支出した研究費は、特殊研究費とされ次のとおりである。

- ①昭和16年度：14万5525.41円、②昭和17年度：なし、③昭和18年度：

昭和十六年九月九日
陸軍航空技術研究所

理化学研究所ニ對スル研究委託事項

| 研究項目 | 目的 | 委託要領 | 委託者 | 経費 | 完成豫定期 |
|--------------------------------------|--|--------------------------|------------------|-----------|--------|
| 金属ノ構造擴散及透過ニ關スル基礎的研究 | 金属ノ構造擴散及透過ニ關スル基礎的研究 | 主トシテ原子核實驗室ニ於テ研究シ所要ニ應ジ當所ト | 研究員 仁科芳雄 矢崎爲一 | 圓 152,000 | 18年 8月 |
| ウラン原子核ノ分裂ニ依ルエネルギー源ノ研究 | ウラン原子核ノ分裂ニ依リ發生スル甚大ナルエネルギーガ動力源トシテ實用ニ供シ得ルカ否ヤヲ究明ス | 連絡ス | | 圓 10,000 | |
| 備考 マ本研究ニ關スル當所連絡者 鈴木大尉トス ニ本研究ハ秘密トス | | | | | |



陸軍からの研究委託照会文書

7万8155円、④昭和19年度：185万688円（総額207万4368円）

仁科とともに二号研究に関わった竹内桓研究員などによると、研究は、①理論（中性子の連鎖反応、ウランの原子エネルギー発生計算）、②分離（熱拡散法による分離装置の製作）、③化学（六フッ化ウランの合成）、④物理、⑤分離・測定（実験後の放射線（β線）検出）の各部門で実施し、仁科研究室や陸軍技術研究所の技術者が参加、ウラン濃縮技術の確立を目指した。

駒込49号館には、分離筒（高さ約5m）が建てられ、天然ウランから作った六フッ化ウランガスを注入、温度差による対流により、筒の上方にウラン235、下方に238を集めるものであった。分離筒は1944年3月に完成、理論上は分離可能であったが、戦時下で物資不足のため分離筒の材料として最適であった金メッキまたは白金メッキの原料調達ができなかった。分離装置の筒に銅を使用したため、化学反応が隘路となった。実験は、計6回行ったが、いずれも不成功に終わり、実験は行き詰った。

1945年4月14日早暁の空襲により、49号館は分離筒とともに焼失し、仁科は中止を決断した。

ちなみに、第二次世界大戦中に米国は高濃縮ウランを精製して原子爆弾を作ったが、その費用は当時の金額で約20億ドル、今日の物価に換算して約28兆円と推定されている。日本でも陸軍、海軍からの依頼で、理研と京都帝国大学でウラン濃縮の研究が行われたが、それにかけた研究予算は理研の分が200万円。換算すると80億円。実に3500分の1である。

財団理研の解体

科学技術と産業の発展に貢献し、発展の一途をたどってきた財団理研にも、世界情勢の大きなうねりが押し寄せた。戦時体制や株価暴落の影響を受けて、理研コンツェルンは再編成せざるを得なくなった。その代償として、大河内のコン

る。1976年、橋口隆吉は内部摩擦による金属材料の研究で日本学士院賞を受賞した。

特殊法人時代、純然たる物理学で日本学士院賞を受賞したのは1980年の霜田光一だけかもしれない。受賞理由はレーザー物理とそれに基づく分子分光学の研究である。霜田のこの分野における貢献は、レーザー誕生前のアメリカ時代から始まっており、理研におけるレーザー研究に対しても霜田の果たした役割は大きい。

化学関係

農芸化学を含む化学分野で日本学士院賞を受賞した理研関係者は多数いる（あとに挙げる生物関係の中にも、化学に含めたほうがよい例もあるかもしれないが、便宜的な分類であることをご承知おきいただきたい）。

1966年に鵜高重三が酵素によるアミノ酸生成という理由で日本学士院賞を受賞している。1976年には田村三郎が生理活性物質に関する化学的研究で受賞した。1978年には長倉三郎が短寿命励起分子および反応中間体の電子構造と反応性の研究で受賞した。松井正直は1981年、天然有機化合物の合成に関する研究で日本学士院賞を受賞している。さらに2001年に国武豊喜が合成二分子膜の発見と分子組織化学の開拓で日本学士院賞を受賞した。

生物・農学関係

1963年には住木諭介が抗生物質のプラストサイジンSの研究で受賞した。1967年には三井進午が植物の養分吸収同化に関する生理化学の研究で受賞。1974年には、鈴木三郎が農業用抗生物質であるポリオキシンの研究で受賞した。さらに少し後になるが、1988年に光岡知足が腸内菌叢の系統的研究で日本学士院賞を受賞している。また、分野区分に異論があるかもしれないが、1995年に小川智也が細胞表面の複合糖質と関連糖鎖に関する合成研究で受賞している。2006年には掘越弘毅が好アルカリ性微生物の発見と、その生理および応用に関する研究で受賞している。

医学関係

かつては武見太郎や中原和郎（1965年癌毒素及び発癌物質に関する研究で福岡文子とともに受賞）が理研に在籍したものの、医学関係の研究者は理研には少なかった。しかし、脳科学総合研究センター、遺伝子多型研究センター、免疫・アレルギー科学総合研究センター、さらには統合生命医科学研究センターなどが設置され、医学関係の研究者も増えてきたので、その後に期待がもたれた。

医学と情報の分野で、1995年に甘利俊一（脳科学総合研究センター第二代センター長）が神経情報処理の基礎理論の研究で日本学士院賞を受賞している。また、1996年に、伊藤正男（脳科学総合研究センター初代センター長）が、日本学士院賞より大きな日本国際賞を受賞している。受賞理由は小脳の機能原理と神経機構の解明である。

わかりやすく示す。

- 国の目標を明確に設定し、機関評価・センター研究評価は、国の目標の達成状況も重視したものとする。

理研では、2002（平成14）年1月10日「独立行政法人化準備室」を設置し、検討を開始、合計約70回の打ち合わせを行い、進捗状況報告、現状認識の統一、懸案事項の検討を行った。主な懸案事項は下記の6項目である。

- ①「独立行政法人理化学研究所法」を現行業務に支障のないようにまとめること。
- ②昨今の業務の拡大に伴って多忙となっている役員の人数について、最低限でも現行数を確保すること。
- ③効率的かつ効果的な業務運営を図るため、運営費交付金および施設整備費補助金による予算措置を設定すること。
- ④現行業務に支障のない内容で、中期目標期間を4.5年とする中期計画をまとめること。
- ⑤国、地方自治体および多数の民間出資者との関係をそこなうことなく、累積欠損金を適正に処理すること。
- ⑥事業所における地方公共団体との協力関係を継続できるよう、地方財政再建促進特別措置法（地財法）の指定除外を継続すること。

解決した内容

準備室では、文科省研究振興局基礎基盤研究課との緊密な連携のもと、これら懸案事項に対処して行くこととなった。

法律案は、問題なくまとめられたが、「理化学研究所」という名称は法律上から適当ではないという意見も出てきた。そこで、「理研」という名称は全世界に通用しており、この名称は変えがたいと主張し、了承を取り付けた。さらに、これまで理研が実質的に行ってきた業務について先行研究開発独立行政法人の例にならない明確化した。また、出資という経営の参画方式について、本務を遂行することに研究資源を集中することとし、理研ベンチャーへの出資等支援は見送ることとした。法律案は、2003（平成15）年1月独立行政法人理化学研究所法として制定された。

役員数については、任期制職員数の急増により現行以上の役員数の確保を主張したが、政府の役員削減の方針があり厳しい状況であった。結果的には、副理事長は認められなかったが、理事長、役員5名、監事2名が就任することとなった。

予算措置については、「特殊法人等整理合理化計画」の規程に従い、平成14年度予算は、出資金が廃止され、全予算が補助金となった。平成15年度予算は、国は、補助金のままとする議論があったが、全ての予算が運営費交付金と施設整備費補助金として認められた。

中期計画は、文科省の独立行政法人評価委員会科学技術・学術分科会理化学研究所部会で議論し、独立行政法人評価委員会総会にかけられることになっていた

が、8月1日の閣議において、行政改革担当大臣発言を受け、一般管理費の15%削減等が中期目標に定められ、さらに定年制職員の人数も中期目標期間中に10名削減することとなり、理研にとって不本意なものであった。中期目標は10月1日に文科省の総会において了承された。

理研は、特殊法人時代に生じた負債により、資本金の6割程度の欠損金を生じていた。これは、借り入れによる負債ではなく、出資金による試験研究の企業会計原則に従い処理をしたためである。独法化を機に理研が再スタートするため、これまでの累積欠損金の処理つまり減資を検討した。結果的には、500社以上あった民間出資者は、約330社となった。また、理研は法人税法上の「公益法人」として税制上の優遇措置が講じられた。

地財法については、特殊法人時代はこの法律の対象外であった。一方で、独立行政法人は、当時の地財法の状況からは、全て同法の対象法人であったため、文科大臣、科学技術担当大臣等から問題提起され、「あらかじめ総務大臣に協議し、その同意を得たものについては」認められるようになった。しかし、今後地方公共団体との新たな事業展開を行う際や既存事業が満了した時点で所定の手続きが必要となる等、政府の規制の前で自由度を失うこととなった。

独法理研検討委員会

理研では、この独法化の機会に従来からの問題点を見直すこととし、「独法理研検討委員会」を設置し、理事長の補佐体制、各事業所長・センター長の位置づけ、研究業務・事務業務の運営体制等について検討し、2003（平成15）年3月に取りまとめた。理事の分担の見直し、規程の全面的な見直し、本部機能を有する和光本所の事務体制等である。

また、2000年6月の第4回RACの提言の中には、「理研の戦略的長所を把握し、常に科学の最前線を見極めることに焦点を合わせ」、「理研が現在及び近未来における発展の好機にいかに対処すべきかについて、理事長に絶えずフィードバックし、助言を与える」役割を持つ、理研全体の代表者と外部アドバイザーからなる常設の「研究プライオリティー会議」を設立することが含まれていた。

独法化に向けて移行業務が進んでいく中、独立行政法人の運営は、特殊法人より大きな権限と責任を有する理事長への交代となるため、理事長に対する補佐機能を一元化する「理事長室」を設置し、その室の中に「研究プライオリティー会議」を置く形態をとった。「研究プライオリティー会議」の設置形態についてはさまざまな検討が行われたが、2003年度予算要求を取りまとめる時までには、3人の常勤専門家を中核とし、5名程度の非常勤外部専門家による体制とする構想が固まり、設置時期は、独法化する2003年10月とすることになった。

2003（平成15）年10月1日、特殊法人理化学研究所は解散し、独立行政法人理化学研究所が発足し、理事長に野依良治を迎え、その運営をスタートさせた。野依は、見える理研へのスタートといえる野依イニシアチブを発表し、新たな「理研ブランド」を創成すべく、「研究プライオリティー会議」の設置、「理研科学者会議」の設立などを進めていった。



SACLAの加速器

めの光であり、21世紀の科学技術を支える基盤として期待されている。

SACLAは、諸外国で数kmという規模で計画されていたXFELを700mで実現したもので、SACLA以降のXFEL計画は、SACLAをまねてコンパクト化することが世界の常識となった。SACLAの完成は、わが国の広範な産業技術に支えられている。このため、SACLAは先端研究基盤施設の中では、国産化率が抜きん出て高いものとなっている（詳細は第Ⅱ編第4部第9章後半）。



スーパーコンピュータ「京」

スーパーコンピュータ「京」

スーパーコンピュータは、私たちの生活に直結する最先端の研究開発にとっていまや不可欠なツールである。その適用範囲は、宇宙、素粒子あるいは生命科学といった基礎科学から、地球温暖化の科学的予測、地震や津波、集中豪雨や台風の予測による被害軽減、遺伝子治療の基礎となるヒトゲノムの解析やタンパク質解析によるドラッグデザイン、新しいデバイスや材料のデザイン、自動車の衝突シミュレーションやジェットエンジンの設計など、多岐にわたる。

文部科学省は、「国として戦略的に推進すべき基幹技術について」（2004年12月）や、科学技術・学術審

議会研究計画・評価分科会情報科学技術委員会などによる提言に基づいて、2005年8月「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」プロジェクトの予算要求を行った。これが、当時「次世代スーパーコンピュータ」とよばれていたスーパーコンピュータ「京」を作る次世代スーパーコンピュータ開発実施本部、および「京」を使うための組織として設立された計算科学研究機構の出発点であった。

文科省は2005年10月、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会情報科学技術委員会による「京速計算機システムの開発主体に関する提言書」を踏まえ、理化学研究所を開発主体に選定した。2006年1月、理研は次世代スーパーコンピュータ開発実施本部を設置し、2012年6月にシステムが完成した（詳細は第Ⅱ編第4部第7章）。

宇宙の謎に挑む

大型研究施設とは言い難いが、国際協力による研究の舞台は宇宙にも及んでい

年には名称を「板橋分所」へと改称し、1972年に国から現物出資を受けて土地と建物を取得した。

宇宙線研究室

宇宙線研究は、1946（昭和21）年8月に板橋という安住の地を得た。仁科型電離箱、計数管式宇宙線計等の整備を進め、1947年から宇宙線の連続観測が始まり、以降50年を越える定常的観測を続けた。1957-58年には、国際地球観測年の制定があり、宇宙線研究が研究分野の一つとして認定され、日本では理研が当該分野の責任機関となった。標準化された宇宙線計を設置・連続観測すること、さらに宇宙線世界資料センターとしての機能を確立することが役割であった。宇宙線研究室では、これらを契機として、さらに宇宙線研究を積極的に推し進め、長期にわたって宇宙線強度の重要なデータ等を蓄積・提供し、世界宇宙線資料センターの一つとして貢献した。

少しだけ時計を戻すと、1948年、財団法人理化学研究所は解散し、株式会社科学研究所（科研）となった。科研において、仁科芳雄社長は、研究室の独立採算制を強く唱えた。宇宙線研究は非採算部門であったため、幾度か存続の危機にさらされたが、「宇宙線強度の連続観測」という“錦の御旗”を掲げ続け、研究・観測に邁進した。研究室は、山崎研究室（山崎文男主任研究員）、宇宙線研究室（宮崎友喜雄、和田雅美両主任研究員）、宇宙放射線研究室（松岡勝主任研究員）、牧島宇宙放射線研究室（牧島一夫主任研究員）へと変遷、引き継がれ、宇宙放射線研究室発足時（1986年）に、研究拠点を板橋から埼玉県和光市に移したのである。

その他の研究室

科研時代の1949年、武井研究室（武井武主任研究員）が板橋分室に併設され、フェライト（酸化鉄を主成分とするセラミックスの総称）の研究を強力に推し進めた。高性能の磁性体を作ることに成功するなど、日本のフェライト業界の発展や国民生活の利便性の向上に大きく寄与した。製品の一つであるフェライト磁石は、自動車のワイパー用モーター、浮磁石、家電品用モーター（洗濯機、エアコン、扇風機等）、磁気式の自動改札用切符や定期券、航空機の搭乗券など、日常生活のさまざまな場面で使われており、理研板橋分所発のオリジナル研究成果として、いまでも現役で活躍している。

板橋分所では、その後、1961年に、湯川秀樹博士を主任研究員に迎え、理論物理研究室が発足した。湯川は電子計算機を活用した新しい研究に強い関心を示し、導入予算の獲得などさまざまな困難があったが、当時としては国産機の中で最速・最大の記憶容量を誇る複合システムとしての電子計算機を、理研で初めて導入した。宇宙線観測データ解析をはじめとする当時の科学技術計算等に、大いに役立つことになった。

時間は大きく開くが、1989（平成元）年10月から5年間にわたり、新技術事業団（現：科学技術振興機構）の創造科学技術推進事業（ERATO）として、青

ンターネット上で発表し、米国科学アカデミーや英国王立協会に送った。その後、2004年3月、米国からチームリーダー引き渡しの請求があった。日本では、東京高等裁判所の判断が示され、本件は、理研とは関係のない、スパイ活動の意図のない個人の行為であり、経済スパイの嫌疑で米国に引き渡すことはできないとの決定であった。

この事件による教訓として、理研では職員を採用する際のチェック体制の強化と技術や材料の移転についての手続を確立した。具体的には、研究者などの採用時に、採用前の所属研究機関等から研究材料の持ち出しについて同意を得ることを証明する書面（MTA）を義務付け、同種の事件の再発を防止することとした。

STAP論文問題

理研は、2014年1月29日、「発生・再生科学総合研究センターの研究ユニットらと米国ハーバード大学との共同研究グループによる成果で、動物の体細胞の分化の記憶を消去し、万能細胞（多能性細胞へと初期化する原理）を新たに発見し、それをもとに核移植や遺伝子導入などの従来の初期化法とは異なる『細胞外刺激による細胞ストレス』によって、短期間に効率よく万能細胞を試験管内で作成する方法を開発した」との報道発表をした。しかし、この万能細胞（STAP細胞）に関する*Nature*誌に発表した2編の研究論文に関して、さまざまな指摘があることを真摯に受け止め、理研で調査委員会を設置して調査を進めた結果、研究不正行為があったという結論に達した。また、検証実験を行った結果、STAP細胞は再現できず、著者らの主張するSTAP細胞は、ES細胞由来の可能性が高く、あるいはそれで説明できることが明らかとなった。

理研では、STAP現象に関する論文に、研究不正問題があり社会を巻き込んだことに関して、研究不正の発生を防止するための体制や、問題発生後の研究所の対応に多くの問題があったという認識に立ち、社会の負託に応えうる高い規範を再生するため、職員への研究倫理教育の徹底や、研究データ管理の在り方などの事項に関し、改善を行った。さらに、理研では、「研究不正再発防止のための改革委員会」等の外部有識者からの提言や助言に基づき、研究不正再発防止に向け高い規範を再生すべく、組織運営の抜本的な改革や検討を行い「研究不正再発防止をはじめとする高い規範の再生のためのアクションプラン」（以下「アクションプラン」）を2014年8月に策定した。

それ以降、アクションプランを実施するための規程類の整備、体制の整備等を進め、実行に取りかかった。その達成状況は2015年3月に外部有識者からなる「運営・改革モニタリング委員会」で改革遂行の道筋が立っていると評価された。さらに、同委員会からアクションプランの取り組みを一層機能させるための提言があり、役職員一丸となって、実効性を持って同アクションプランを実施している（詳細は本編第4部第1章）。

見した。これが自然放射能のうち、宇宙線とよばれる成分、すなわち宇宙のどこかで加速された高エネルギー粒子（主に陽子）が、地球に降り注ぐ現象の発見であった。

宇宙線が地球の大気に突入すると、さまざまな素粒子反応が「ねずみ算」のように起こり、多くの粒子が連鎖的に生成され、当初1個の宇宙線が持っていた巨大なエネルギーが、膨大な数の粒子に分配される。こうして生じた粒子は二次宇宙線とよばれ、それらが地上で盛んに観測されるようになったのである。

以来、宇宙線の研究は大きく三つの観点から進められてきた。

第1に宇宙線は、貴重な天然の加速器であり、1950年代に入って高効率の加速器が次々に開発されるまで、宇宙線の研究は素粒子物理学のけん引役を果たした。例えばアンダーソン (C. Anderson) により1932 (昭和7) 年には陽電子が、1937年にはミューオンが、1947年にはパウエル (C. Powell) により湯川秀樹博士の予言したパイ中間子が、また同じころストレジネスをもつラムダ粒子が、いずれも二次宇宙線の中に発見された。

第2の意義は、そのような超高エネルギーの粒子が、宇宙のどこで、どう加速されているのかを理解するという宇宙物理学としての観点で、これは現在でも未解決である。第3は、宇宙線をプローブとして、それらが伝搬して来る惑星間空間の物理状態、太陽風の影響、太陽活動などを調べるという立場であり、こちらは太陽地球環境研究という分野につながる。

第2節 仁科研究室での宇宙線事始め

理研の仁科研究室

日本で1930 (昭和5) 年ごろに宇宙線の研究に先鞭を付けたのは、「日本の現代物理学の父」と称される仁科芳雄博士である。博士



図1 コペンハーゲンに留学中の仁科と友人たち (1925)
左から右へ、仁科、デニソン (D. M. Dennison : 米)、クーン (W. Kuhn : スイス)、クローニヒ (R. Kronig : オランダ)、レイ (B. B. Ray : インド)。
Kubo, R.: "Yoshio Nishina, the Pioneer of Modern Physics in Japan", in *Evolutionary Trends in the Physical Sciences* (Springer Proceedings in Physics, 57, 1991) より転載。

はクライン-仁科の公式で知られるように、卓抜な理論家であるとともに、実験家としても出色の存在で、その研究は広く実験と理論をカバーしていた。物理学では理論と実験が分離しがちで、両方でトップクラスという「二刀流」の物理学者は、仁科を除けば、エンリコ・フェルミ (Enrico Fermi) ぐらいではないだろうか。仁科は図1のように、コペンハーゲンでニールス・ボーア (Niels Bohr) の下で研さんを積み、帰国して1931年に理研で研究室を開設したのだが、その際に掲げた研究課題は、(1)量子力学、(2)原子核物理学、(3)X線分光による原子・分子の研究、(4)宇宙線の研究、(5)高エネルギー光子ビームの生成、であった。

驚くべきことにその多くが、現在の理研における物理学研究へと発展し、脈々と受け継がれている。(4)が

夜の地球を見下ろし、微弱で短い発光を探索すれば、地上望遠鏡で空を見上げるよりずっと広い面積をカバーできる。この考えに基づき、ISSに搭載した望遠鏡で夜の地球を見下ろし、UHECRの作る大気蛍光を計測しようとするEUSO (Extreme Universe Space Observatory) 計画が、欧州を中心として1990年代末から提案され、日本は理研の戎崎俊一を中心にそこへの参加を表明した。

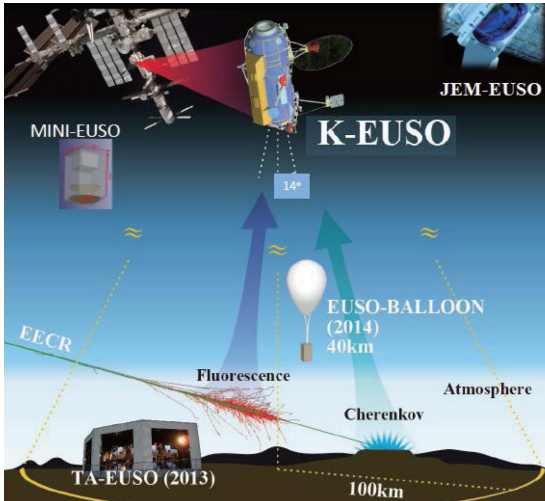


図19 K-EUSO装置の想像図と、三つの先駆実験 (EUSO Balloon, MINI-EUSO, TA-EUSO)。

当初、ISSの欧州モジュール「コロンバス」に搭載の計画であったが、欧州側の予算事情のためいったん計画が見直され、2005年ごろには、ISSの日本側モジュール (JEM) 「きぼう」 船外実験プラットフォームを用いるJEM-EUSO計画として再出発した。日本の責任が重くなる中、今度は日本側のISS予算の削減に遭遇し、「きぼう」の利用は難しくなった。しかし2014年ごろ、ロシアグループが同様な科学目的で提案して搭載が採択されていたKLYPVE計画との協議が進んだ結果、EUSOの技術をKLYPVEに持ち込んでK-EUSOとすることで、装置は2018年ごろ、ISSロシアモジュールへ搭載される道が開けた。戎崎やカソリーノ (Marco Casolino) を中心に準備が進んでおり、図19はその想像図と三つの先駆実験を示す。

K-EUSOにより、いま地上で稼働しているピエール・オージェ実験やテレスコープ・アレイ実験を上回る数のUHECRが検出されるとともに、これら二つが監視する南半球と北半球の間の不一致が解消すると期待される。イベントの到来方向からは、どんな天体がUHECRの加速源なのかが絞り込まれ、また観測されるエネルギースペクトルからは、「 4×10^{19} eV以上のUHECRは、飛行中に宇宙マイクロ波背景光子と衝突してエネルギーを失うため、数が激減するはず」という予測 (GZK限界) がどこまで正確に成り立つかが検証できるであろう。

宇宙研究の広がり

こうして理研では1980年代半ば以来、X線を主な手段として宇宙の研究が進められ、現在それはMAXIチームおよび玉川研に受け継がれているが、21世紀に入りその研究が広がりを見せ始めた。第3節で述べた雪氷宇宙科学ユニット、本節で触れた長瀧研究室による理論研究に加え、2015年度から坂井南美が准主任として、宇宙サブミリ波を用いて星・惑星の形成を探る研究室を立ち上げ、化学・天文学・物理学の境界領域を推進し始めた。光量子制御技術開発チームを率いる和田智之は、宇宙応用を含め高度なレーザー技術を開発しており、仁科センターでRIビームファクトリーを用い進められている「原子核反応のr過程」の研究も、宇宙の研究に強く結びつくものである。

各種プロジェクトの遂行のみならず、それらを通じた新たな科学パラダイムの構築も、理研の重要な役目である。牧島一夫は、理研 (および2014年度まで本務地だった東大) での研究を通じ、世界に類を見ない以下の三つの独創的な学説

度をシミュレーションで評価するには、図2のように、複数のソフトウェア、V-Cat、V-Femis、V-MultiMatをつなげて使用する。この図で解析の出発点となる3次元内部構造顕微鏡は物体内部の色情報を持った点群データを採用ことができ、その点群データを3次元構造モデルにするのがV-Catであり、構造を持った物体の内部の境界を考慮した構造解析メッシュを切るのがV-Femisで、そのメッシュを用いてV-MultiMatで物体に力を加えた時の大変形弾塑性解析を行える。

公開ソフトウェア

VCADシステム研究プログラムが終了した後も、VCADシステムの公開ダウンロードサイトはソフトウェアの公開を続けており、VCADシステム研究プログラム終了後6年になる2017年7月現在も1カ月で4000人を超える訪問者がある、専門技術分野としては人気のサイトになっており、累計では1万6000本のソフトウェアがダウンロードされている。

NPO法人VCADシステム研究会

2002年11月に、理研外の企業や個人を対象にVCADシステムの普及を図るための任意団体組織として、VCADシステム研究会を立ち上げた。この研究会は2011年に理研のプログラムが終了してからは、自立したNPO法人となり、2017年現在も、年3回の全体会合と、特定の課題について研究を実施するための「分科会」を中心に活発に活動を続けており、三和田靖彦（トヨタ自動車／理研）が会長を務めている。

会員は法人会員と個人会員、賛助会員からなり、大企業から、中小企業、ベンチャー企業、大学や、公的な研究機関の研究者などさまざまな会員が集まるユニークな会となっている。2017年現在、法人会員37社、個人会員49名、賛助会員17名と、多くの会員で構成されている。

プログラム終了後の活動

このように、理研のVCADシステム研究プログラム終了後も、研究成果をもとにしたソフトウェアの商品化や、理研ベンチャーの立ち上げが進み、VCADシステム研究から発した理研内の研究チームがさらに新しい研究分野を切り開く活動を行っている。それらを挙げると次のとおりである。

(1)ソフトウェアの商品化

(a)ポリゴンエンジニアリングソフトウェア POLYGONALmeister

日本ユニシス・エクセリューションズ（株）。理研の担当研究者：横田秀夫

(b)腹腔鏡手術シミュレータ・ソフトウェアシステム Lap PASS

三菱プレジジョン（株）。理研の担当研究者：横田

(2)新しい理研ベンチャー企業

理研ベンチャー企業として、

(a)（株）先端力学シミュレーション研究所（ASTOM）

を立ち上げたことを第1節で述べたが、VCADシステム研究の成果を企業化する目的で、さらに二つのベンチャー企業が設立された。

(b) (株) トライアルパーク

代表取締役：鈴木正敏。理研の担当研究者：須長秀行、高村正人

(c) インテグレーションテクノロジー (株)

代表取締役社長：船田浩良。理研の担当研究者：山形豊

(3) 理研におけるVCADシステム研究を引き継ぐ新しい研究チーム

量子工学研究領域内の次の3チームが、VCADシステム研究の研究課題を引き継ぎ、新しい研究へ発展させる役割を担っている。

(a) 画像情報処理研究チーム。チームリーダー：横田

(b) 先端光学素子研究チーム。チームリーダー：山形

(c) 中性子ビーム技術開発チーム。チームリーダー：大竹淑恵

また、産業界との融合的連携研究制度を利用して、企業と理研が一体となった融合連携3チームが、産業連携本部イノベーション推進センター内に設置された。VCADシステム研究の成果をより迅速に実用化へつなげて、社会的課題を解決すべく、研究開発を推進する役割を担っている。

(d) 計測情報処理研究チーム。

提案企業：日本ユニシス・エクセリュションズ (株)

チームリーダー：谷本茂樹 (提案企業所属)

副チームリーダー：横田 (理研)

研究実施期間：2012年4月-2017年3月

(e) ボクセル情報処理システム研究チーム。

提案企業：日本ユニシス・エクセリュションズ (株)

チームリーダー：松林毅 (提案企業所属)

副チームリーダー：横田 (理研)

研究実施期間：2017年4月-2022年3月

(f) ガラス成形・シミュレーション研究チーム。

提案企業：インテグレーションテクノロジー (株)

チームリーダー：石山英二 (提案先企業)

副チームリーダー：山形 (理研)

研究実施期間：2017年4月-2022年3月

VCADシステム研究を始めるにあたって、ソフトウェアの普及戦略を定めた
が、その戦略は実を結んで、理研のプロジェクトが終了してからも、上記のよう
に商品化を担当する二つの既存企業と、三つの理研ベンチャー企業が活動を続け
ており、理研から自立し研究成果を発展させて社会に届けることが可能となっ
ている。三つのベンチャーの従業員の数を総計すると約95人を数え、それなりに
充実した規模といえる。また、NPO法人VCADシステム研究会では多くの企業
や、大学、理研の研究者との交流が活発に続いており、理研における三つの研究
チームおよび三つの融合連携チームの活動や理研内の産業連携に関するバトン
ゾーン制度とも呼応して、VCADシステム研究から始まった研究の流れは、着

P-ELID (Patterning with Electrostatically Injected Droplet) 法がある。これは除去加工ではないものの、偶然にも“ELID”と類似のタームとなった。この手法は、静電場で液滴を飛翔、次々に着床させることによって、微細なパターンニングを可能とするとともに、粘性の高い液体も配列、立体的に積層することが可能となった。同氏が大学院博士課程在籍時に考案した手法が元となっているが、同氏が大森の研究室に合流すると、配列させる対象物を大きく変更した。それは、生きた細胞であった。この手法は、数kVという電場で、液滴を飛翔させるものであり、生きた細胞をそのような場で操作することは、一見すると危険を伴うものと感じられた。ところが、静電場であることを考えると、細胞は無傷で飛翔し、生きたまま着床させることが可能であることが実証できた。この研究によって、細胞を生かしたまま、立体的に積層するというバイオプリンタの原理として利用できることが分かった。大森らは、この研究は将来再生医療に大きく貢献することは間違いないと確信した。また、2014年には、この研究論文がCIRP（国際生産工学アカデミー）に採択されるという快挙を成し遂げた。

もう一つは、噴射加工という特殊加工との連携であった。具体的には、ブラストやピーニングなどの加工である。亀山雄高准教授（現 東京都市大学、当時 協力研究員）が着任したのは、当初、技能継承にかかるプロジェクトを推進するためであった。このプロジェクトは、技能を可視化するとともに、テンプレートにまとめることで、若手技術者が技能を修得しやすくし、技能継承をスムーズにすることを意図したものであった。同氏は、この研究の傍ら、ピーニング加工に関する専門性を活かし、中国・四川地震で被災した学生の受け入れと研究指導に主体的な役割を果たした。その時、ブラスト処理によって一定の凹凸を持つ表面を形成、その上にDLC（ダイヤモンドライクカーボン）コーティングを施した後に、ELID研削により平坦化するというものであった。

この一連の加工によって、DLCコーティング膜は、素材表面と強固な密着力を付与することができ、さらにその表面はELID研削によって平坦化され、さまざまな用途展開を可能とするという発想であった。中国の学生の受け入れは短期間であったが、その後、同氏が東京都市大学へ異動後も共同研究が進められ、微粒子ピーニングの傾斜角を変化させることによって、被加工面に周期的な微細構造を効率よく生成できることを見いだした。また傾斜角を変えることによって、投射方向と、その垂直方向に周期構造を作り分けられることを見いだした。さらに、この方法によって作り出された周期構造の凸部のみをELID研削によって選択的に平坦化するというプラトー加工を施すことによって、トライボロジー特性を大きく改善できることを見いだした。

一連の方法によって作り出された表面構造は、今後、低摩擦・耐摩耗性を有する摺動材やアクチュエータの機構部品などへ応用することが期待されるとともに、ELID研削中に偶発的に起こった置換鍍金現象によって、窪み部にCuを析出することも可能となり、抗菌性などの機能を付与できることが期待される。このことから、医療用材料やバイオロジーの分野における機能性表面としても応用できる可能性がある。これらのいずれの研究も、基本的な現象に注目するとともに、

このように、ナノ粒子を取り巻く正と負の両面から、ナノ粒子の計測技術の重要性が増してきており、高性能DMAは、その優れた性能を活かして、次のような多様な分野での利用を可能としている。

- 半導体、精密機械などの製造プロセスにおける粒子汚染、ナノマテリアルの製造プロセスにおける不純物混入のチェック
- ナノテク製品の材料機能を引き出すためのナノ粒子のサイズ選別、およびそれを利用したナノデバイス開発
- 水のナノ粒子を発生する機能を付加したエアコン、ヘアドライヤーなど電化製品の開発（パナソニック（株））
- 病院、原子力施設における気相中の有害なナノ粒子を測定する環境モニター、フィルターの開発
- 車の排ガス中のナノ粒子の測定、中国からの大気汚染物質の観測
- ナノ粒子の化学反応・物性、水のクラスター等に関する研究、基礎研究用装置（カミオカンデなど）の不純物管理

製品化など

ワイコフ科学（株）と（株）島津製作所は、高性能DMAをベースとし、自動車の排ガス中に含まれ、人体に悪影響を及ぼすと言われている100nm以下のナノ粒子の計測を主な目的とする環境測定用の量産型高性能DMAの製品化に関する業務提携を締結し、製品開発を進めた。

また、高性能DMAを発展させ、既存のDMAでは不可能であった自動車からの排ガスのような加速、減速等の過渡応答時におけるナノ粒子の排出挙動をオンラインで測定する「デュアル型DMA」を、（独）交通安全環境研および群馬大学と共同で開発した。

さらに、航空機等に搭載して、低圧である高層大気中の大気汚染等をその場でリアルタイムに計測するために、軽量でコンパクトであり、航空機特有の電圧に対応した「航空機搭載型DMA」も開発した。

高性能DMAは、数nmの粒子、低圧である高層気相中および排ガス中のナノ粒子を測定することを可能にするなど、測定の対象、範囲等を大きく広げ、新しい研究分野を開拓するとともに、生活環境の改善、製造効率の向上等の一助となっており、それ自体の改良も進められている。

第7節 機能性ナノマテリアル

近年、フラーレンやナノチューブなどのナノカーボンやナノ粒子に、さまざまな機能を賦与した機能性ナノマテリアルの開発が進み、材料科学分野において飛躍的な高機能化、多機能化、高性能化が実現しつつある。そうしたナノマテリアルを工業的に利用する際には、多種多様な物質との組み合わせによる複合化が前提となり、複合材料工学の観点からその分散構造（モルフォロジー）や界面を制

から彼が用いた非線形結晶を借り受けて実験を行っている。後に末松は世界の光通信の基礎を確立した。

イオン注入法

難波はその後「半導体工学研究室」の主任研究員となり、1955年代から電子・イオン・光ビームに関する先駆的な研究を行ってきたが、中でも重要な業績の一つに、半導体デバイスプロセスへのイオン注入技術の導入がある。イオン注入法は1950年に東北大の西澤潤一教授によって特許が出されているが、1965年ごろには高周波トランジスターの高性能化やトランジスターの集積化において常套手法であった熱拡散法の限界を乗り越える手法として、難波が非熱平衡プロセスで不純物が添加できるイオン注入法の利用を推進した。

彼は世界に先駆けて、シリコンヘイオン注入した不純物の分布が飛程理論と一致することを示し、不純物分布がイオン注入条件で制御できることを実証して、不純物ドーピングの学術的基礎を確立した。1968年には、これらの基礎研究の成果に基づいた半導体用のイオン注入装置の開発が新技術開発事業団の委託開発課題として採択され、早稲田大の伊藤糾次教授らとともに（株）日立製作所、東京芝浦電気（株）と組み、彼らの指導によって当時世界最高性能の高周波トランジスターが開発された。

ちなみに難波と伊藤は近くに居住しており、時折酒を汲み交わしながら将来の研究を語り合ったという。難波は国内でイオン注入に関する理研シンポジウム「半導体へのイオン注入」を毎年開催し、イオン注入技術の国内での普及、発展の礎を築いた。このシンポジウムは1970年の第1回以来20年間続き、イオン注入技術研究に関する討論の中心となった。

イオン注入を代表とする難波のイオンビーム研究は、その後、集束イオンビーム装置の開発研究と進み、塩川高雄研究員がその研究に従事した。

ホログラフィック回折格子

一方、理研では当時勃興しつつあった光ICの研究にも精力的に取り組んだ。

- 434 (64) -

応用物理 第28巻 第7号 (1959)

Table 1 Electro-optical properties of ZnS crystal.

| | $E \perp (001)$ plane $E_x = E_y = 0 \quad E_z = E$ | $E \perp (110)$ plane $E_x = E_y = \frac{E}{\sqrt{2}} \quad E_z = 0$ | $E \perp (111)$ plane $E_x = E_y = E_z = \frac{E}{\sqrt{3}}$ |
|--|--|---|---|
| index ellipsoid | $\frac{x^2 + y^2 + z^2}{n_0^2} + 2r_{41}E_xxy = 1$ | $\frac{x^2 + y^2 + z^2}{n_0^2} + \sqrt{2}r_{41}E(yz + zx) = 1$ | $\frac{x^2 + y^2 + z^2}{n_0^2} + \frac{2}{\sqrt{3}}r_{41}E(yz + zx + xy) = 1$ |
| n_x' | $n_0 + \frac{1}{2}n_0^3r_{41}E$ | $n_0 + \frac{1}{2}n_0^3r_{41}E$ | $n_0 + \frac{1}{2\sqrt{3}}n_0^3r_{41}E$ |
| n_y' | $n_0 - \frac{1}{2}n_0^3r_{41}E$ | $n_0 - \frac{1}{2}n_0^3r_{41}E$ | $n_0 + \frac{1}{2\sqrt{3}}n_0^3r_{41}E$ |
| n_z' | n_0 | n_0 | $n_0 - \frac{1}{\sqrt{3}}n_0^3r_{41}E$ |
| $x'y'z'$ coordinate | | | |
| directions of optical path and axes of crossed polarizer | | | |
| phase difference $\Gamma(V = Ed)$ | $\Gamma_x = \frac{2\pi}{\lambda} n_0^3 r_{41} V$ $\Gamma_{xy} = \frac{\pi}{\lambda} \frac{1}{d} n_0^3 r_{41} V$ | $\Gamma_{max} = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{1}{d} n_0^3 r_{41} V$ | $\Gamma = \frac{\sqrt{3}\pi}{\lambda} \frac{1}{d} n_0^3 r_{41} V$ |

Table 2 Measured samples of zincblende.

| | direction of electric field | d | direction of light beam | l |
|---------------|-----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| Crystal No. 1 | $E \perp (110)$ plane | 2.8 | $\perp (\bar{1}10)$ plane | 2.5 |
| No. 2 | $E \perp (111)$ plane | 2.0 | $\perp (\bar{1}10)$ plane | 2.3 |
| No. 3 | $E \perp (111)$ plane | 2.3 | $\perp (\bar{1}10)$ plane | 2.0 |

の結晶を偏光場に入れて観察すると綺麗な光弾性縞模様が見られる。歪が入っている結晶は電気光学効果測定用には使用できないので、多くの結晶中から比較的歪の小さいものを選び、更にそれを800°Cで数時間 anneal して使用した。ZnS 結晶の annealing はかなり難しく、水晶管にアルゴンガスと共に封入して加熱した場合は、結晶表面から S が逃げるために表面のかなりの厚さが不透明層で覆われ、測定に使用しうる試料は得られな

図15 難波が計算したZnSの電気光学効果

この計算を用いて光変調の実験を行った。この研究はレーザーの発明に伴い光通信の基礎となった。その後長い間、光変調の最初の計算として多くの教科書に使われた。

特に、現在通信用レーザーに用いられている分布帰還型レーザーが話題になり始めた初期のころ（1974年ごろ）に、半導体工学研究室の연구원となった青柳克信研究員が中心となって、日本で初めてホログラフィック回折格子と有機色素を用いた分布帰還型レーザー（DFBレーザー）の発振に成功した。さらに分布帰還型レーザーは波長が固定であるという通説に反して、等価屈折率の概念を用いることによって波長可変にできることを実証、世界的に注目された。

ここで用いたホログラフィック回折格子が、後の分光器用のブレードホログラフィック回折格子の開発へとつながっていく。この回折格子はナノテクノロジーが騒がれる20年も前に1 μm を切る精度を持った回折格子を作製する技術であった。青柳らは1976年ごろ、ホログラフィック回折格子の高い精度とイオンエッチングのエッチング異方性を利用し、任意の角度にブレード（鋸歯状断面）を作り、迷光も少なく分解能も上げることができる優れた回折格子の作成に成功した。

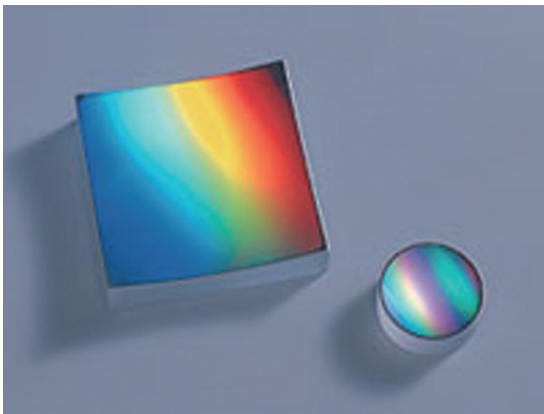


図16 理研で開発され島津製作所（株）で実用化されたブレードホログラフィック回折格子

回折格子は、当時は、ルーリングエンジンという巨大な精密機械で切り削って作るのが一般的であった。しかしこの技術は、その古典的な機械切削技術を退場させ、エレクトロニクスを応用した微細加工技術によって置き換えるものであった（図16）。現在でも、世界で作られている回折格子のほとんどが、この方法を採用して作られている。（株）島津製作所で実用化され、理研の特許が切れるまで、同社は一時60%以上のシェアを占めていた。ちなみに本技術で作成された回折格子はハワイにある国立天文台のすばる望遠鏡にも搭載された。

〈半導体、化学〉

第11節 レーザー科学研究グループの中の半導体工学

レーザー同位体分離

1974（昭和49）年ごろ、レーザーによる同位体分離が世界的な関心となった。理研でも難波進、霜田光一主任研究員、中根良平主任研究員が集まりレーザー同位体分離の研究に着手した。中根は同位体分離の権威、霜田はレーザー分光の権威、そして難波はレーザープロセッシングの権威であり、それぞれが日本での指導的役割を果たしていたので、最高の人材によるグループ結成であったと言える。当時レーザー同位体分離はローレンスリバモア米国立研究所が提案する原子法と、理研が提案する分子法がしのぎを削っていた（**88年史**225-237ページ参照）。

理研では1976年にレーザー科学特定研究を発足させた。そして、新たな主任研究員枠がこの「レーザー科学研究グループ」に認められたのである。当時の理

X線レーザー実現の可能性を示した。

電子ビーム励起プラズマイオン装置 (EBEP) など

少し時計を戻して第Ⅱ期レーザー科学研究の1986年ごろ、「短波長レーザープロセッシンググループ」では、電子ビーム励起プラズマイオン装置 (EBEP) の開発を行い、それをを用いて大面積、低電圧、高速エッチング装置を実現した。この技術は大電流、低加速エネルギーであることが特徴で、当時ECRエッチング装置と実用化を競った。ECRエッチング装置が一步早く実用化され、本装置は(株)東芝で実用化されて十数台売れたものの、事業部を動かすほどの力はなく、やがて市販は中止となった。

1990年ごろには、目黒多加志副主任研究員が中心となって、単原子層エッチング技術すなわちイオンならびに短波長レーザーを使う方法で単原子層ずつ結晶をエッチングする究極の材料創成技術を開発し、自己停止機能を伴った新たなエッチング法として世界的に注目された。

第Ⅲ期「レーザー科学研究」

1991年、「レーザー科学研究」が第Ⅲ期に移行した。体制を一新するために、豊田浩一が「レーザー科学研究グループ」の主任研究員となり、青柳が「半導体工学研究室」主任研究員へと異動した。ただ青柳はレーザー科学研究グループの中の「短波長レーザープロセッシンググループ」のグループリーダーを兼務し、豊田は「新レーザー技術研究グループ」を兼務した。

第Ⅲ期の「レーザー科学研究グループ」では、短波長レーザーや可変波長レーザー光源開発と、それらのレーザーを用いた新しいエレクトロニクスへのアプローチという、装置開発からその応用までを結びつける理研独特の特徴ある研究が行われた。

第Ⅲ期レーザー科学研究の期間の1992年、スペースシャトルを用いた第1次材料実験「ふわっと '92」で無重力環境下での材料創成の研究が始まった。半導体工学研究室はこれを受け、岩井荘八研究員と瀬川がPbSnTe混晶半導体結晶成長を無重力下で行い、地上の重力下で起こる組成の重力偏析が無重力下では一切起こらず、地上では得られない均一組成の材料が創成できることを実証した。

レーザー科学研究は1996年度末をもって終了したが、その後、「コヒーレント科学研究推進グループ」が組織され、青柳がグループリーダーとなってプロジェクトを立ち上げ、その後、緑川に引き継がれた。このコヒーレント科学は、レーザーを中心とした「コヒーレント自由電子制御」、量子ドットなどを扱う電子工学分野の「コヒーレント量子プロセッシング」、フラーレンやナノチューブなど規則正しい物質構造を扱う化学・材料工学分野の「コヒーレント構造制御」、表面分子と吸着分子の相関を扱う表面科学の「コヒーレント分子相関」があり、和光キャンパスの理研研究者が横断的に連携し、制御する対象も光子、電子、原子、分子、構造と広範囲に及んだ。

表1 理研での半導体研究の歴史系図

| 1926-1951 | 1952-1955 | 1956-1981 | 1982-1991 | 1992-2003 | 2003- | 2012- |
|----------------------|-----------|---|---|---|---|---|
| 木下 (半導体研) 管 (半導体物性研) | | 難波 (半導体工学研) | 豊田 (半導体工学研) | 青柳 (半導体工学研) | 石橋徹微デバイス研 | 平山光デバイス |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 電子・イオンビーム技術の開発 (難波) 非線形結晶による光変調の開発 (難波) | <ul style="list-style-type: none"> イオン注入技術の開発 (難波) | <ul style="list-style-type: none"> 深紫外LEDの開発 (平山、青柳) フォトニック結晶レーザーの理論計算 (平山、青柳) 3次元フォトニック結晶の作製技術の開発 (青木、平山、青柳) 量子ドット光物性の観測と理論証明 (野村、青柳) 多価イオンエッチング技術の開発 (目黒、青柳) カーボンナノチューブトランスポートの究明 (塚越、青柳) 有機ELの開発 (塚越、青柳) ナノインプリント技術の開発 (沖仲、青柳) アンチサーファクタントによる量子ドット形成法の開発 (田中、青柳) | <ul style="list-style-type: none"> ナノチューブ量子ドットのTHz光吸収の実証 (河野、山口、石橋) ナノチューブからの励起子発光の観測 (飛田、Deacon) | <ul style="list-style-type: none"> 深紫外LEDの実用化研究 (平山、パナニック (株)) THzカスケードレーザーの研究 (平山) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 可変波長DFBレーザーの開発 (青柳、難波) ホログラフィックブレード回折格子の発明 (青柳、難波、(株)島津) 光の超低速度伝搬の発見 (瀬川、青柳、難波) 光の分裂、付加境界条件実証 (瀬川、青柳、難波) 過渡回折格子分光法の開発 (青柳、瀬川、難波) 集束イオンビーム装置の開発 (塩川、難波) | | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Ndガラスレーザーの開発 (金、難波) | <ul style="list-style-type: none"> 単原子層結晶成長法の開発 (青柳、土居、難波) 単原子層エッチング法の開発 (青柳、目黒、難波) | | | |
| | | レーザー科学特定研究 (中根 '76-'78) | レーザー科学研究 (霜田 ('78-'82)、難波 ('82-'88)) | 第二期 (青柳 '88-'92)、第三期 (豊田 '93-'97) | コヒーレント科学 (緑川 '98-) | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ケミカルレーザーの開発 (豊田、藤岡 (応応大)、難波) 臭素の同位体分離 (金、難波) | <ul style="list-style-type: none"> 紫外レーザープロセスの開発 (杉岡、田口、豊田) 自由電子レーザーの開発 (河村、豊田、難波) | <ul style="list-style-type: none"> 電子ビーム励起KrFレーザーの開発 (河村、豊田、難波) エキシマレーザープロセス技術の開発 (河村、豊田、難波) | <ul style="list-style-type: none"> EBEPの開発 (原、青柳、難波、(株)東芝) 小型X線レーザーの開発 (原、青柳、難波) | |
| | | | | '86フロンティアマテリアル研究グループ | | |
| | | 量子化素子研究チーム (難波、リエゾン豊田、青柳 '86-'91)、ナノ電子材料研究チーム (青野、リエゾン青柳 '91-'98) | | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 励起子ポラリトンの量子化の実験的検証 (草野、瀬川、青柳、難波) CBE結晶成長技術の開発 (飯村、長田、田、青柳、難波) MBE結晶成長技術の開発 (下村、青柳、難波) ナノ材料の電子トランスポート (Bird, 石橋、青柳、難波) ナノ材料電子トランスポートの理論 (野々山) | | <ul style="list-style-type: none"> 半導体人工分子の観測に成功 (石橋、藤沢 (NTT)) 単一電子デバイスの開発 (石橋、Bird (Arizona Univ)、青柳、難波) セボナッチ超格子の光学的特性の解明 (一色、青柳、菅野) EuドーパナノSiからの発光利得の観測 (翅、野村、青柳、菅野) 超伝導の構造の電子輸送の解明 (神田、蓮見、青柳、菅野) GaN/AlGaIn量子ドットの光物性の解明 (Ramval 青柳、菅野) ナノトランスポートの理論 (Ponomalenko, Slenden, Stoppa, 飯高) 量子相関の理論 (村尾) ナノインプリント技術の開発 (沖中、青柳、菅野) | | |
| | | | | 原子スケールサイエンスエンジニアリング研究グループ (青野 '93-'97) | | |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> 原子スイッチの発明 (青野) 4探針STMの開発 (青野) 原子層マニピュレーション技術の開発 (青柳) 単一ベンゼン分子の電子雲観測に成功 (川合) | | |

(出所) 青柳克信作成。

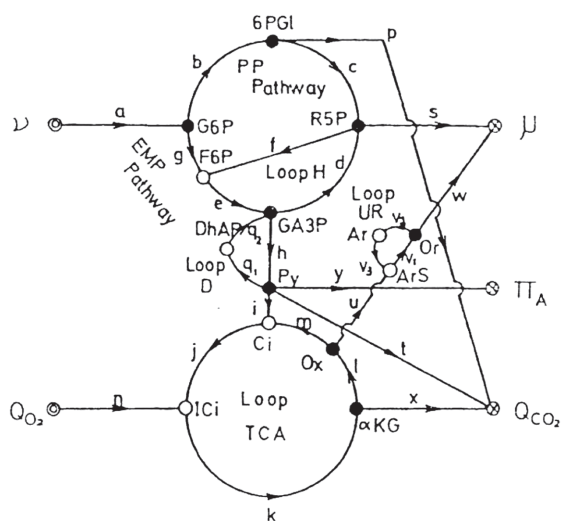
さらにトポロジカル超伝導接合などの新しい研究を開始し、構造を制御したカーボンナノチューブ量子ドットからの励起子発光の観測に初めて成功している (図20)。

平山は主任研究員として2012年から和光キャンパスで「量子光素子研究室」を主宰し、寺島亘研究員と定昌史研究員が参加し、「半導体工学研究室」時代から続く窒化物半導体を主材料とした深紫外発光デバイスの実用化を目指した研究や、新たにテラヘルツ発光素子の開発を進めている。窒化物系材料を用いた量子カスケード構造で初めてテラヘルツ帯レーザー発振スペクトルを得ることに成功している。

第13節 表面界面工学研究からナノサイエンスの研究へ

表面界面工学研究室

1986 (昭和61) 年、筑波の無機材質研究所から、青野正和が理研に主任研究員として着任した。摩擦工学研究室の佐田登志夫 (後に副理事長) の定年退任に伴うもので、佐田自身が「摩擦工学」をモダンな「表面科学」へと装いを新たにするために青野を無機材質研究所から招請した。研究室名も「表面界面工学研究室」と改められた。



6PGI: 6-ホスホグルコン酸
 F6P: フルクトース-6-リン酸
 Py: ピルビン酸
 ICi: イソクエン酸
 Ci: クエン酸
 Or: オルニチン
 Ar: アルギニン
 G6P: グルコース-6-リン酸
 R5P: リボース-5-リン酸
 GA3P: グリセルアルデヒド-3-リン酸
 DhAP: デヒドロキアセトンリン酸
 Ox: オキサロ酢酸
 αKG: α-ケトグルタル酸
 ArS: アルギニノコハク酸

PP Pathway: ペントースリン酸経路
 EMP Pathway: EMP (エムデン-マイヤーホフ-パルナス) 経路
 Loop H: ヘキソース-リン酸回路とEMP経路の一部
 Loop TCA: TCA回路 (クエン酸回路)
 Loop UR: 尿素回路
 Loop D: デヒドロキアセトンリン酸回路 (ここではこう呼ぶ)

図27 代謝信号線図

を制御する仕組みが必要となる。

しかし、その当時、できることは限られていた。①培養液を採取して濁度(だくど)を測定し、濁度と乾燥菌体量との較正曲線から菌体量を求めること。②培養液を液体クロマトグラフィーに注入して糖分濃度を求めること。③培養液をガスクロマトグラフィーに注入してアルコール濃度を求めることであった。

遠藤が代謝・生理を工学的に記述できるようになったのは、1978年である。菌体量の変化 μ 、アルコールの生産速度 π 、炭酸ガス放出速度 Q_{CO_2} を、それぞれ、糖分の消費速度 v と酸素呼吸速度 Q_{O_2} と関係づけることができた(図27)。遠藤はこの図を「代謝信号線図」とよんだが、それは、個々の変換経路における変化量ないしは変換速度が、次の代謝物質の変換にどのように関わっているかを指し示しているからである。つまり、個々の物質代謝の変化の相対的な関係を、入・出力関係で表示した。

プロセスの情報化、知能化とエキスパートシステムの構築

生物化学工学における中心課題は、生物反応状態を正しく迅速に測定し、それに基づいて反応プロセスを制御することである。

長棟輝行研究員(元化学工学研究室副主任研究員、現東京大学工学系大学院教授)と遠藤は、1989年、富士ファコム制御(株)と小松川化工機(株)と共同で生物反応プロセスの自動監視制御システムを世界に先駆けて開発した。ここでは次のような三つの技術を開発した。

- ①セラミックス管を用いて、反応液を自動的にサンプリング採取するシステムを開発して、基質濃度、細胞外代謝生産物質濃度をインラインで測定できるようにした(図28)。この技術によって遠藤は、1993年4

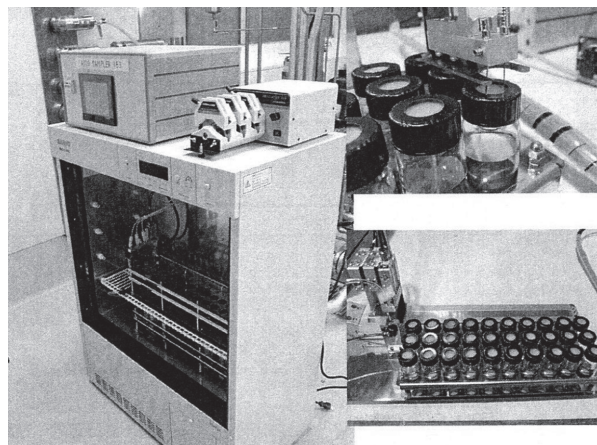


図28 生物反応プロセスの自動監視制御システム (小松川化工機(株)、エイエスアール(株)提供)

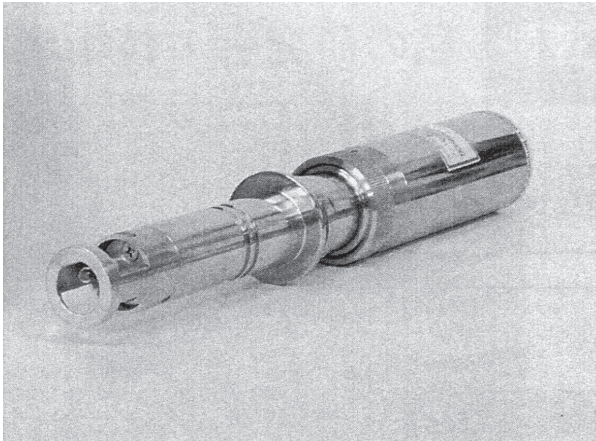


図29 オンライン濁度センサー
(小松川化工機(株)、エイエスアール(株)提供)

月、市村産業賞功績賞を受賞した。

- ②オンライン濁度センサーを開発し、微生物の増殖速度を実時間で計測できるようにした。これらの測定センサーは、蒸気殺菌(120℃、1.2ゲージ気圧)に対応でき、かつ長時間培養にも耐えられるものにした(図29)。
- ③測定時に入り込む外乱をカットするため、カルマンフィルター(ソフトウェア)を開発し、比速度をオンラインで測定できるようにした。ちなみにカルマンフィルターというのは、誤差を含む観測値から時々刻々と変化する量を推定する計算法のことである。

以上を総合して微生物の代謝活性を表すファクトデータベース(1次情報のデータベース)を構築した。図30はそのシステムの概要である。バイオインダストリーでは測定センサーの開発が著しく遅れていたもので、遠藤らの開発した自動監視制御システムは世界の研究者から注目を浴びた。

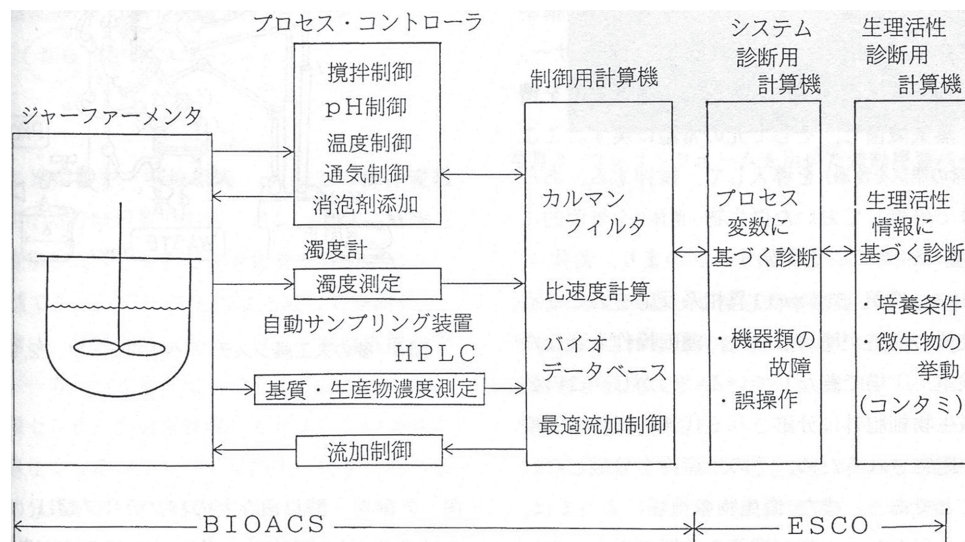


図30 バイオプロセスの自動監視制御システム

次に、このシステムを基礎に、バイオプロセスの異常診断と対応措置が可能なエキスパートシステム(人工知能ソフトウェア)を構築した。生物を扱う産業の現場では、1次情報が得られていても、想定外の事態、例えば雑菌の混入や反応器の故障がいつ起こるかもしれない。このような時、現場では熟練作業員の経験と勘に基づいて処理をしていた。グループに加わった浅間一研究員(生化学システム研究室元副主任研究員、現東京大学工学系大学院教授)が中心となり、微生物反応の異常診断用エキスパートシステムを開発した。すなわち、前記データ

ベースに格納されている代謝機能に関するファクトデータベースに基づいて、まず熟練作業員にヒアリングし、かつ実験で確認した知識をファジーメンバーシップ関数で表現して、フレームを構築した。これは、if thenルールに基づく前向き（原因から結果）および後ろ向き（結果から原因）の推論エンジンで成り立っている。

このシステムを作った目的は、人と計算機が相互に通信し、協調しながら微生物反応プロセスを運転、監視、保全すれば、生産現場では、より安全にプラントを運転できると考えたからである。このころ遠藤らは、フィンランドのヘルシンキ工科大学のリンコ教授（Pekka Linko）や早稲田大学の故平田彰教授と共同研究を行っており、この研究業績で遠藤は、ヘルシンキ工科大学から名誉工学博士号を授与された（1994年9月）。

新規のバイオリアクターを開発

これまで、バイオリアクターといえば通気攪拌槽のことであった。遠藤らが研究した代謝機能の解析も、自動監視制御システムやエキスパートシステムの構築も、全て通気攪拌槽を用いていた。この装置は、pHセンサー、温度センサー、前記各種センサーを装填して、培養液を槽内に蓄えたのち蒸気殺菌し、元の常温に戻すようになっている。そしてここに無菌空気を導入して攪拌する。その後、あらかじめフラスコ内で培養しておいた微生物を植菌して、微生物反応を開始する。言い換えれば、微生物（固体）、培養液（液体）、空気（気体）という三つの異なる物質相を用いた反応装置である。

装置の構造が簡単な上、運転操作も楽なため、現在でも実験室や工場で広く用いられている。しかしこの装置の欠点は、細胞外に分泌される代謝生産物の濃度が増すと、反応が阻害されるようになることで、その解決策として、生産物を系外に分離しなければならない。また、微生物の種類によっては、前述のセンサー類が機能を発揮できなくなるケースがある。

そこで遠藤らは、反応と生産物の分離が同時にできる分離型バイオリアクターを開発した。その一つ目が多孔質管型バイオリアクターで、これは動物の腸にヒントを得た反応装置である（図31）。1975年、遠藤が理研に入所して早々に発明したものの、当時は良い濾過膜に恵まれず、10年以上もアイデアのまま眠っていた。1985年ごろになって、滅菌操作に耐える堅牢なセラミック管（孔径 $1\mu\text{m}$ 以下）がフランスで開発され、市販されるようになった。もともとはウラン同位体を隔膜分離するために開発されたもので、遠藤らは早速このセラミック管を購入し、それを中心に管型バイオリアクターを構成・製作した。

この装置により、大腸菌、乳酸菌、酵母菌など微生物が増殖しても、液の粘度がそれほど変わらない高密度の培養が可能になった。例えば（株）ヤクルト本社中央研究所と共同して、乳酸菌を高密度培養し、乳酸飲料を高効率に生産することに成功した。また、住友重機械工業（株）、アサヒ

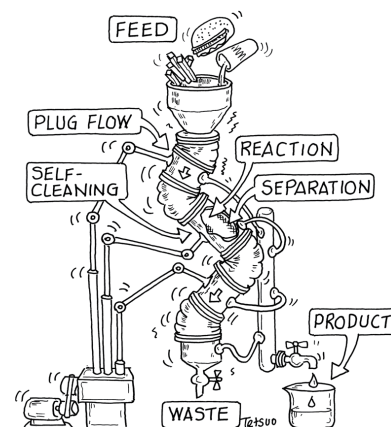


図31 夢の人工腸システム
(ペトロテック, 22,91 (1999))

ビール（株）と共同研究を進め、リングワインを生産するシステム装置を開発した。

新型の分離型反応装置の二つ目は、ウレタン発泡体を用いた流動層型バイオリアクターである。

放線菌や黴^{かび}などの微生物の中には、抗生物質や酵素を生産する極めて有用な微生物がある。これらを通気攪拌槽の中で培養すると、菌糸と菌糸とが絡み合って培養液の粘度が極めて高くなる（パルピー増殖）か、あるいはマリモのような小球体（ペレット）を形成する。これらは、植菌量、培地組成、pHなどの微妙な差によって生じる生物増殖の分岐現象である。

ペレット状に増殖した場合、その直径が大きくなると、栄養物質や酸素がペレットの内部まで行き届かなくなり、内部の菌体が死滅して空洞化する。ペレットはリアクター表面に浮いてきて、触媒機能も著しく劣化する。一方、パルピー増殖して培養液の粘度が高くなると、リアクター内部に装填した各種センサー表面を微生物が覆ってしまい、正しく計測できなくなるばかりか、目的生産物を含む培養液と微生物との分離が、著しく困難になる。

遠藤らは、糸状菌を固定化するさまざまな材料を検討し、その結果、ウレタン発泡体が最適な材料であることを見いだした。具体的には、ウレタン発泡体を適当な大きさ（約5mm角）に切り、蒸気滅菌する。すると発泡体表面が親水化され、糸状菌が適度に付着し、その付着密度も適当なために、酸素や栄養分も微生物に十分に供給されることが分かった。

神鋼パンテック（株）と共同して、ペニシリン生産菌（放線菌）をこの発泡体に付着させ、流動層型バイオリアクターを開発した。すると、目標どおり、リアクター内部に装填した各種センサーの表面が常に発泡体によってぬぐわれる状態となり、かつ、ペニシリンを含んだ培養液と微生物は、きれいに分離できた。さらに、回分反応の一時期に培養液を抜き出し、それを、滅菌処理した培養液と発泡体につき足す継代培養を行った結果、通常の実験操作の実に100倍もの生産性を上げることに成功した。

分離型反応装置の開発と同時に、分離工程そのものの研究も始めている。言うまでもなく、分離プロセスは製品化に直結するため、安全性や価格を支配する重要な工程である。1985年以降、さまざまな有機・無機膜や液体クロマトグラフィー用担体、それらのプロセス化技術などが登場してきた。そのような背景の中で遠藤らは、東京大学の古崎新太郎教授（現東京大学名誉教授）をはじめ多くの大学、企業の研究者の協力を得て、「バイオ分離プロセス工学」を立ち上げた。世界中の研究者がこの考え方に賛同し、国際会議も頻繁に開かれるようになった。

光応答性ニトリルヒドラーゼの構造と機能

環境負荷の少ないグリーンケミストリー（環境共生化学）が標榜されているが、2016年現在、その最大の成功例が、「ニトリルヒドラーゼを用いたアクリルアミドの生産」と見なされている。アクリルアミドは、世界の年間生産量が数十万トン程度と推定されており、ポリアクリルアミドに合成されて、高分子凝集剤や

製紙・有機ガラスなどで使われている。かつては金属触媒を用いて製造されていたが、1980年代にニトリルヒドラーゼ（酵素）による生産技術が開発され、金属触媒方式に取って代わった。この酵素プロセスは効率が極めて高く、省エネで低環境負荷のため、今日では大半がこの酵素方式で生産されている。

その仕組みを簡単に紹介すると、原料（基質）のニトリル化合物に酵素を添加すると、酵素は基質と結合するので、そこに光を当てる。すると、酵素分子の中の二つのシステインが二つのスルフィン酸に酸化されるとともにNO分子が放出される。この過程で酵素が活性化され、水和反応が生じ、アミド化合物ができる。そして変換された分子は酵素から離脱する。以上が、現在分かっている酵素によるアクリルアミド生産の概要である。

遠藤らがこの酵素反応と出会ったのは、まさに偶然であった。友人から電話があり「自分たちが培養している微生物は、いつもデータがばらついて困る」というボヤキ話だった。遠藤はただちに「そのようなことはない。測定器が不備か、測定法が間違っているからだ」と答えた。

しかし数カ月後、再び友人から連絡が入り、実験日誌に基づいてデータを整理したところ、曇りの日よりも晴れの日の方が、明らかに微生物活性が高いということだった。遠藤は、このバクテリアはひょっとすると光応答性があるのではないかと直感した。試料を譲り受けて実験すると、微生物中の酵素（ニトリルヒドラーゼ）そのものが、光応答性を示したのである。この酵素の活性は、暗所に置くと一日で活性を失うが、失活している過程で光を照射すると、短時間のうちに元の活性に戻るということが判明した。

その後、遠藤らはその仕組みを検討し、この酵素が3個の鉄原子を持っており、光を照射すると2個の鉄に還元されることが判明した。また、失活させる物質は一酸化窒素NOで、これが鉄原子に結合するためであることも突き止めた。NO分子が鉄元素から脱離する時間はナノ秒以下であった。この研究は、星野幹雄副主任研究員（元放射線化学研究室）、野口功研究員（現名古屋大学理学系大学院教授）らと共同で進めた。

次に、酵素のどこに鉄原子があるのか、鉄原子とNOはどのように結合しているのかを検討した。この問題を解明するために、酵素を結晶化し、X線構造解析をしなければならない。しかし、その結晶を得ることが大変であった。X線を照射しても壊れない結晶で、一辺100 μm くらいの立方体が必要であった。この結晶を得るためにかなり長い時間がかかった。

中迫雅由研究員（慶應義塾大学理工学系大学院教授）をはじめ、理研の多くの研究員の協力を得てようやく結晶化に成功し、X線を照射することができた。論文は*Nature*に投稿した。ところが、アメリカ、スウェーデンの研究グループが同じ酵素の結晶を解析し、姉妹誌に1週間早く投稿していたことが分かった。

遠藤らの落胆は大きかった。しかし、1997年に発表されたライバルの論文を精査すると、解像度ははるかに悪く（2.63 \AA ）、水和反応酵素なのに水分子が一つも見えていなかった。一方、遠藤らの構造解析の解像度は、1.7 \AA だったので、酵素の周りに水分子が600個以上も見えていたのである。この酵素は、 α と β 二

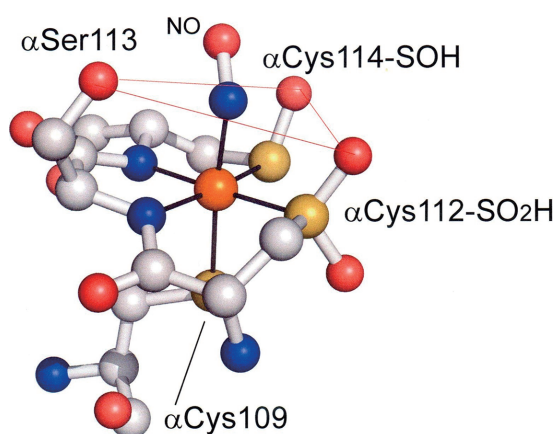


図32 Fe原子に結合しているNO分子

つのサブユニットから構成されており、水分子は酵素全体の構造を安定化すると同時に、サブユニット表面を中性化している。さらに鉄分子の周りには18個の水分子が配位していて、安定化に寄与していた。ちなみに、計算機シミュレーションによれば、水分子を除くと分子構造は潰れてしまった。

次に、すでに概要を述べた活性化の仕組みが明らかになった。二つのアミノ酸（システイン112、114）が、それぞれスルフィン酸とスルフェン酸とに翻訳後修飾されていて、もう一つのアミノ酸（セリン113）とで鉄原子に結合するNOを指輪の立て爪のように保持していた（図32）。この状態では不活性であるが、

光を照射すると二つのシステインが共にスルフィン酸に酸化して、NO分子を脱離し、活性化することが分かったのである。

このように、鉄原子の周りにおける水分子の配位の様子や、アミノ酸が特別に翻訳後修飾されていることなど、極めて新しい知見を発見することもできた。これらの成果は、国際的に著名な蛋白質データベースに掲載された。

遺されたNO分子を脱離する速度の問題は、東京農工大学の養王田正文教授と秋田大学の尾高雅文教授らが研究を続けており、酵素反応速度論に新しい展開や顕著な貢献が期待されている。

実は、生化学システム研究室では、ここで紹介したテーマ以外にも、ロボット工学、ナノマイクロバイオテクノロジー（元生化学システム研究室副主任研究員、現在東京大学生産技術研究所長の藤井輝夫研究員らと進めたポータブルで利便性の高い流体システム）、ヒト遺伝子自動解析システム、沙漠工学などの研究が進められてきたが、詳細は省略する。

1986年1月11日、薄鋼板成形技術研究会を主導し、研究活動の方向性を示してきた吉田清太（当時、理研理事）が急逝した。大黒柱を失った感の研究会であったが、活動継続を求める声が強くなり、集団運営体制を確立して活動を続けることになった。中川威雄、林央が運営に加わることで、理研は研究会活動に引き続き関与することになった。

数値解析による成形難易評価技術の開発

1980年代後半から飛躍的な進歩を遂げたのが、数値解析による成形難易評価技術である。成形難易の事前評価としての成形シミュレーションの開発が、積極的に展開された。手法としては、モデル実験とともに、幾何学的手法、塑性力学に基づく初等解析、有限要素法FEMによる3次元変形の厳密な解析などがある。特にFEMの開発は目覚ましく、コンピュータの進歩とともに、自動車車体製造の場に積極的に導入されてきた。FEMは成形性の事前予測にとどまらず、成形用の新材料の開発、新成形技術の開発への利用も期待されている。

このような状況に対応して、牧野内昭武は1990年に「板成形シミュレーション研究会」を組織し1996年まで活動、その後「VCAD研究会」へと展開している。牧野内の目標は、プレス成形シミュレーションのための3次元弾塑性有限要素法ソフトウェアITAS3Dの開発と普及、非線形有限要素法や成形シミュレーションに関し、高度な知識を持つ技術者の養成などであった。成形シミュレーションに代表されるCAEは、いまやプレス成形技術分野では必須のツールとして欠かせないものになっている。

地球環境保全を見据えたプレス成形

1990年代から叫ばれている温暖化対策を主とした地球環境保全は、21世紀に入りますますその重要性が増している。1997年の京都で合意したCO₂排出削減目標は、2016年11月のパリ議定書へと進み、自動車の燃費規制もいっそう強まる方向にある。従来エンジンから電気自動車EV、燃料電池車FCVへのシフトなどの駆動系の変換とともに、さらなる自動車軽量化が求められる。衝突安全対策、高齢化社会に向けた自動運転システムの開発は、自動車重量の増加につながり、車体軽量化に対する要求は厳しい。

今後の車体として、高強度鋼板と共にアルミニウム合金や炭素樹脂強化樹脂CFRPも利用したマルチマテリアル化ボディの開発が進められている。マルチマテリアル化が進むとしても、鉄鋼材料の役割、重要性、有用性は変わらないと思われる。車体への高強度鋼板使用比率は2004年には40%、2015年には50%超に達し、2025年には約70%近くになると予測されている。引張強さ980MPaを超える超高強度鋼板の採用が始まっているが、これまでの知見では対処できない課題が多い。このため、薄鋼板成形技術研究会では、プレス成形の原点に戻って、割れ、寸法精度（スプリングバック予測と抑制技術）、しわ・面ひずみ、型かじりの限界予測手法に関する共同実験を実施してきている。これらの検討では、成形シミュレーションを含めたCAE技術が大きな役割を果たしている。



図書館1階 カウンター、新聞・雑誌架、検索用端末等がある。



稀観本書架前にて、『光学』を手にする
記念史料室富田悟

あった。そのために遊佐は、移動後の配架位置を詳細に作図して、その作図に基づいて移動作業を進めるという方法論を編み出した。実際の書架を採寸し、引っ越し後に増加する雑誌の厚みも加算して資料の配置を決めていったのである。少し具体的に紹介しよう。

書架の一段は90cm、奥行き20cmである。したがって書架一連は90cm×6段=540cm。一列は11連なので、540cm×11連=5940cmとなる。仮に*Nature*が書架一列に収納されているとすると、*Nature*の現在の所蔵量（厚みの合計）は5940cmである。週刊の*Nature*は、引っ越し後も1年に約50cmずつ増えていくことになる。

これを、方眼紙に作図して、番号を振っていく。次に、同じ番号を書架にも振る。また、実際の*Nature*の本体にも荷札に番号を書き込んで、ひとまとめにするのである。このような作業を引っ越し前に終わらせ、当日は日本通運にそれを渡して指示したのである。駒込から和光への引っ越しの期間、遊佐はこの作業にかかりっきりとなって、わが子の誕生に立ち会えなかった。

2回目の仮住まいの電子計算機室から新築の図書館への移動は、この一連の作業に、蔵書の搬出後に、スチール書架を解体して新図書館に運び、再び組み立てる工程が加わった。

これは理研オリジナルの方法で、その後、和光の図書館において、所蔵雑誌が増えて書架の置き場所が詰まってきたとき、同様のやり方で配置換えが行われた。この理研方式のノウハウは日本通運にも伝わっているはずと遊佐は考えている。

なお、移転に関して研究者から寄せられた最も重要な要求は、新刊雑誌の閲覧できない期間をできるだけ短くしてほしいということだった。図書館全体の移転期間は3週間であったが、工夫を重ねて新刊雑誌が閲覧できない期間を1週間に縮めたのである。

また、新図書館に対して個室がほしいという要望もあったが、その代替案とし

第1章

研究成果を社会に還元する

《産業連携本部》

1917（大正6）年に渋沢栄一を設立者総代として、皇室からの御下賜金・政府補助金、民間からの寄付金を基に「財団法人理化学研究所」が設立されるが、間もなく財政難に陥った。

1921年に大河内正敏が第3代所長に就任し、「科学技術の基礎研究を進め、その成果によって産業の発展を図る」と説き、世界で初めて分離と抽出に成功したビタミンAを「理研ビタミン」として製品化し、その販売収益により財政難は解消に向かった。

大河内は、1927年に理研の発明を製品化する事業体として理化学興業（株）を創設し、理化学興業と理研は工作機械、マグネシウム、ゴム、飛行機用部品、合成酒など多数の発明品の生産企業を擁する理研産業団（理研コンツェルン）を形成していく。最盛期には会社数63、工場数121の一大コンツェルンとなった。

戦後、理研産業団は財閥と見なされ解体され、理研は株式会社の時代を経て、1958年、特殊法人へと法人形態を変えるが、「科学技術の基礎研究を進め、その成果によって産業の発展を図る」という大河内精神は脈々と受け継がれていく。

財団法人時代のような理研産業団を形成することはできないが、得られた研究成果を知的財産権として確保し、産業界へ実施許諾することにより理研の研究成果が製品化されている。

特殊法人時代には、農業用抗生物質「ポリオキシン」、制がん剤「フルオロウラシル誘導体」、超大規模集積回路製造用の「可変面積型電子ビーム露光装置」、極限環境に生息する微生物の研究から生まれた家庭用合成洗剤「アタック」、スズメバチの研究から見いだしたアミノ酸飲料「VAAM（ヴァーム）」などが、許諾先企業によって製品化された。

第1節 理研ベンチャーの推奨

1998（平成10）年5月、国は大学等が研究成果の民間企業への技術移転を促進するため、「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（大学等技術移転促進法、TLO法）」を、また、公的機関の知的財産権の活用を促進するため、1999年には、米国バイ・ドール法を参考に日本版バイ・ドールを含む産業活力再生特別措置法を成立させた。

理研は、当時の有馬朗人理事長、坂内富士男理事（実用化促進担当）のリーダーシップの下、これらの国の動きに対応し、研究者の特許出願意識を高めるため、1997年、1998年と2カ年にわたり、発明奨励制度の充実を図るための職務発明規程の改正、1997年に発明・特許の掘り起こしや権利化を図るパテントリ

表4 マッチングから共同研究実施までの案件の進捗状況

(2017年3月31日現在)

| センター等 | フェーズ | テーマ数 (企業数) | コンタクト中 | 協議中 (NDA締結) | 契約交渉中 | 共同研究推進中 |
|--------------------------|------|---------------|--------|----------------|-------|---------|
| 1. 環境資源科学研究 (CSRS) | | 18 (14) | 1 | 3 | 4 | 10 |
| 2. 革新的人工知能研究 (AIP) | | 16 (14) | 10 | 1 | 3 | 2 |
| 3. ライフサイエンス技術基盤研究 (CLST) | | 12 (11) | 3 | 5 | 2 | 2 |
| 4. 情報基盤 (ACCC) | | 8 (8) | 6 | | | 2 |
| 5. 脳科学総合研究 (BSI) | | 5 (5) | | 2 | 1 | 2 |
| 6. 創発物性科学研究 (CEMES) | | 5 (3) | 1 | 2 | | 2 |
| 7. 光量子工学研究 (RAP) | | 4 (4) | | 1 | 1 | 2 |
| 8. 統合生命医科学研究 (IMS) | | 3 (3) | 1 | 1 | | 1 |
| 9. 生命システム研究 (QBiC) | | 1 (1) | | 1 | | |
| 10. 放射光科学総合研究 (RSC) | | 1 (1) | | | 1 | |
| 11. 計算科学研究機構 (AICS) | | 1 (1) | | | | 1 |
| 12. 産業連携本部 (CIP) | | 1 (1) | | | | 1 |
| 13. 主任研・准主任研・特別研 | | 5 (5) | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 合計 | | 80 (50) | 23 | 17 | 13 | 27 |

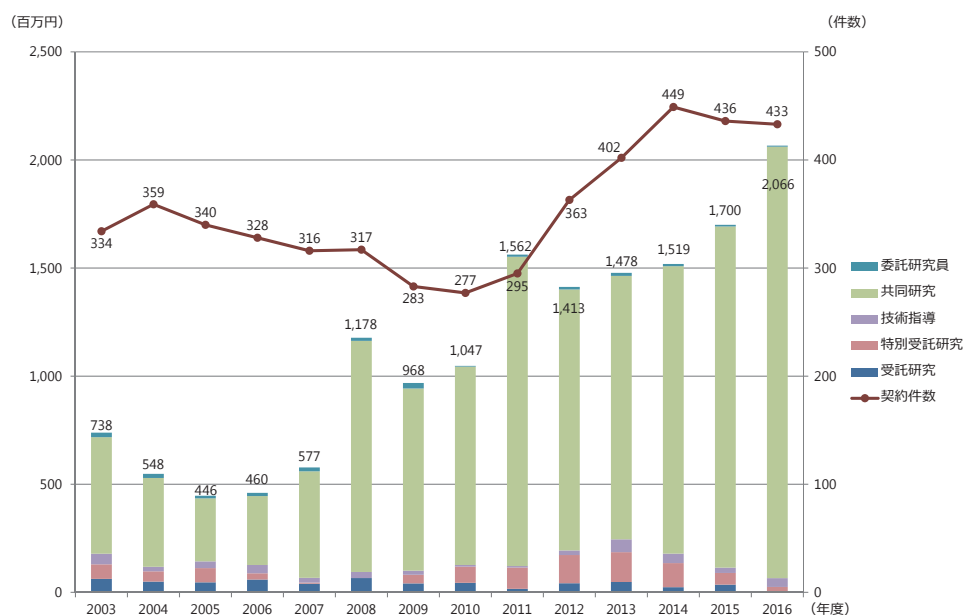


図3 共同研究費等の推移

センター別に集計した。

バトンゾーンコンセプトに基づく融合的連携研究、特別研究室の設置、産業界等の連携センター、事業開発室による産業界への戦略的共同研究提案活動等により、企業から得る共同研究費は2003年度において約7億4000万円であったものが、2015年度においては約17億円と飛躍的な伸びを示している（図3）。

この中でも、特記すべき成果としては、連携センターの設置（日本電子-CLSTおよび花王-BSI）、テーマ創出から共同研究推進まで一貫してカバーする企業連

(2)

| No. | 社名 | 概要 | 認定開始 | 認定終了 |
|-----|------------------------------------|--|---------|---------|
| 31 | フラクシ (株) | テラヘルツ波の光源や周辺製品の開発 | 2010. 9 | |
| 32 | インテグレーションテクノロジー (株) | 光学分野などの製造業への統合的なサービス提供 | 2011. 8 | |
| 33 | (株) ヘリオス | iPS細胞由来網膜細胞移植による網膜疾患治療開発 | 2011. 8 | |
| 34 | トランスサインテクノロジーズ (株) | SINEUPs, non-coding RNAs to enhance translation of any protein at will | 2011.12 | 2017.10 |
| 35 | (株) SR laboratories | 代替現実 (SR) 技術の開発および技術普及 | 2014. 5 | 2016.12 |
| 36 | (株) 理研バイオリアルツハイマー病の発症前診断と予防的治療のために | アルツハイマー病の発症前診断と予防的治療 | 2014. 9 | |
| 37 | (株) 理研免疫再生医学 | 細胞標的療法の製造販売承認取得に向けた開発 | 2014.12 | 2015.11 |
| 38 | (株) Kokorotics | 気分・心地などの心理情報の取得、分析、およびその応用システム開発 | 2015. 7 | |
| 39 | (株) サイキンソー | 生活者向け腸内細菌叢検査キット/サービスの開発・販売 | 2015. 8 | |
| 40 | Adipo Medical Technology (株) | 医薬品、医療機器および再生医療等製品の研究開発、製造販売およびコンサルタント | 2015.10 | |
| 41 | リケナリシス (株) | 霊長類高次認知脳機能の大規模データ前臨床評価システムの開発 | 2015.11 | |
| 42 | Flash Therapeutics, LLC | 白血病の治療開発 | 2016. 5 | |
| 43 | (株) ハコスコ | 仮想現実 (VR) 技術の追求と代替現実 (SR) 技術の開発 | 2017. 2 | |
| 44 | アール・ナノバイオ (株) | 多項目診断システムの開発と医療応用 | 2017. 4 | |
| 45 | (株) オーガンテクノロジーズ | 三次元器官再生技術を基軸にしたウェルネスイノベーションの開発 | 2017. 5 | |
| 46 | (株) フォトン応用計測研究所 | インフラ用計測機器の製造販売および計測サービスの提供 | 2017. 8 | |

た市川は、1998年にブレインビジョン株式会社を設立した。脳センターからは初の理研ベンチャーであった。

主たる事業は、神経細胞の光計測装置だった。電圧の変化に対応して色に変化する蛍光色を神経細胞に導入し、非常に速い神経細胞の変化を捉える超高速撮像カメラを開発した。これが極めて独創的なコア技術であり、この装置は必要とする研究者たちを中心に着実に普及していった。

2006年に市川は研究チームを解散し、社長業への専念を決断する。光計測装置は順調に売り上げを伸ばしていったが、次の事業として距離画像カメラを開発し、その普及を進めていった。理研ベンチャーはあくまで理研の研究成果の普及を目的とした制度である。しかし、ベンチャー企業はその成長過程において、事業の方向転換や方針変更（いわゆる「ピボット」）を迫られることがある。

ブレインビジョン社はいずれ光計測装置の事業が頭打ちになることを予見し、自社で開発した技術の事業化へと舵を切った。これは同時に理研ベンチャーからの卒業も意味していた。こうして2011年8月にブレインビジョン社は理研という冠を自ら取り払い、発展的に独立を果たした。

初の上場事例：カイオム・バイオサイエンス

2011年12月20日、理研ベンチャーの株式会社カイオム・バイオサイエンスが

国際的競争力強化に寄与していくことが本プログラムの目標でもある。すなわち、医薬品探索に貢献し得る理研の研究基盤を「創薬基盤ユニット」として整備し、わが国の大学や研究機関、製薬企業やバイオベンチャー企業に技術提供・研究支援することで、日本全体の創薬探索力を強化し、また、理研で行われている基礎研究の成果を、創薬や医療技術へつなげることを目指したのである。

プログラム発足に際して、西川伸一（当時、理研発生・再生科学総合研究センター副センター長）は、自らこのプログラムの発足と運営に密に関わる立場として「理研の基礎研究が医療や健康に役立つことを実証したい。私は7年間、医師を務めていた経験もあり、病院や患者さんとのネットワークを持っている。実際に薬の研究開発をされてきた後藤先生と協力し、創薬への取り組みを支援・強化していきたい」といった意気込みを『理研ニュース』で語っている。

第2節 プログラム・運営体制の設計

DMPは創薬・医療技術テーマおよびプロジェクトの推進をミッションとするが、病院のない理研自体の役割は臨床試験までの研究ステージを進めることになる。ベンチャー企業・医薬品企業あるいは医療機関へテーマ・プロジェクトを移転するために、プログラムの出口戦略として次の三つを設定している。なお、企業からの要請があれば、理研の先端技術基盤と企業と共同の創薬研究なども視野に入れている（以下の「導出」は導入の逆で、供与・譲渡などの意味）。

出口1：創薬・医療技術標的（シード）特定段階での導出

出口2：開発品を包含する特許取得段階での導出

出口3：臨床開発候補品あるいは臨床開発品の導出

DMPは、理研内やアカデミアから個性的な創薬・医療技術テーマ、プロジェクトを採択し、理研の先進的なライフサイエンス基盤技術を駆使して早期に企業・医療機関への導出を目指す。低分子医薬、抗体・核酸医薬、細胞医療の三つの領域において、アンメットメディカルニーズ（有望な治療薬のない領域）を満たすべく、アルツハイマー病や難治性がんなどの治療法開発を中心に、患者数の少ない希少疾患（オーファン）、治療薬の研究開発費を回収できない発展途上国などに限定されるような疾患（ネグレクトドディゼーズ）にも取り組む。

DMPのマトリックスマネジメントは、低分子医薬、抗体・核酸医薬に必要な理研の創薬技術基盤を効果的に活用してテーマを迅速に推進する体制・調整を図る。特に、理研が整備保有する大型施設（スパコン（京）、XFEL、SPring-8など）においては、創薬研究に活用可能な基盤技術として最適化を図り、それらを最大限に活用する創薬研究プロセスの構築を目指した。

理研は世界最高水準の基盤技術を持つ複数の研究センターを有する。度重なる体制検討の結果、マトリックスマネジメントによる運営を実践することとなった。この体制は、基幹研究所の下に2ユニット（ケミカルバンク：斎藤臣雄UL、シード化合物探索：吉田稔UL）、横浜事業所の下に5ユニット（創薬分子設計：本間

再生科学総合研究センターが研究試料を無償で提供、保管、研究用マウスの分与を実施した。植物科学研究センター、分子イメージング科学研究センターがそれぞれの分野における研究支援を実施した。

電力使用の削減

原発事故直後の3月には東京電力管内で計画停電が実施され、また夏季に実施された東北電力、東京電力管内での電気事業法に基づく電力使用制限は理研を含めさまざまな社会活動にとって試練となった。社会活動は多くの電力に支えられており、計画停電や電気使用制限は研究にも多大な影響を及ぼす。そのような厳しい状況の中、3月16日には仙台、筑波、和光、横浜の職員等に対し、大規模電気消費設備、機器の休止を含む節電を要請した。

和光研究所のRIBF（Radioactive Isotope Beam Factory）をはじめとする加速器施設は一時運転停止を決断し、加速器施設全体の電力はガスを使った自家発電であるコジェネレーションシステムで4月中旬まで賄った。4月中旬からはコジェネレーションシステム5000kWおよび外部電力を利用し、RIBF等の加速器が地震でどの程度損傷したのかを調査し、また緊急に取り掛かる必要のある研究課題に関する運転を実施した。

また、和光研究所のスーパーコンピュータRICC（RIKEN Integrated Cluster of Clusters）も3月18日まで運転を停止、その後4月中旬まで平日昼間は必要最低限の縮退運転とし、通常運転は夜間および週末のみとして節電に資した（図4）。

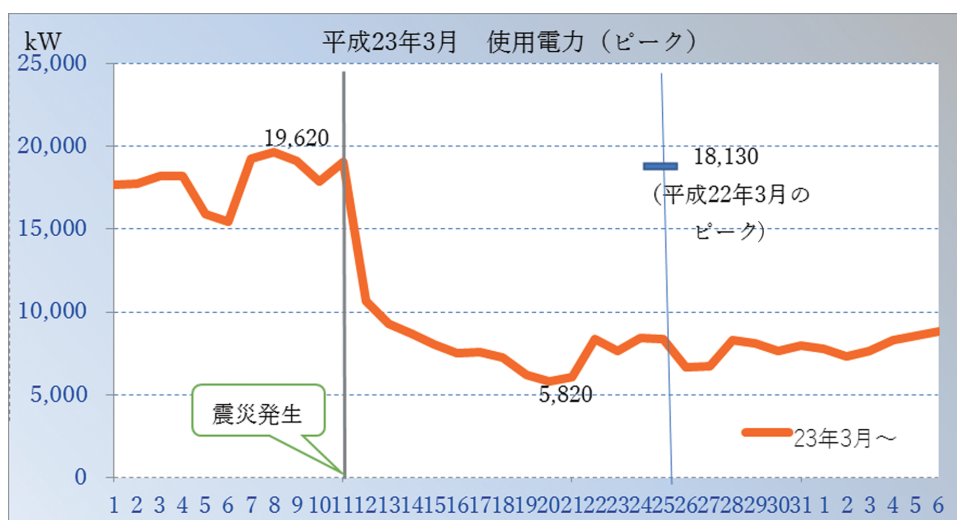


図4 2011年3月1日から4月6日における理研和光キャンパスの使用電力の推移
3/11、3/17、3/18に東京電力からはじめて緊急負荷調整依頼が出された。

7月から9月の電力需給対策については政府の電力需給緊急対策本部で決定され、使用制限は平日の9時から20時の間、前年夏季の使用最大電力から15%削減した電力を使用最大電力に制限された。理研は国の機関として率先して節電に励むべく、和光地区に施設担当理事の田中正朗を委員長とする「和光地区節電対策検討委員会」を、また筑波は和光委員会に参加、横浜は「節電実施委員会」を設置し、また関西地区においても原子力発電所の停止に伴う節電要請を踏まえ6

理研と一般の方々をつなぐ「通訳」

山根一眞

2016（平成28）年、講談社から理化学研究所が翌年に創立100周年を迎えるため、その全体像を描く本を書いてほしいとの依頼を受けた。

理研と聞いて、まず思い浮かんだのがSPring-8だった。1998年3月、私は完成したばかりのSPring-8の全貌を聞くため、産みの親である上坪宏道さん（当時・高輝度光科学研究センター副理事長兼放射光研究所長）と対談。そのスケールの大きな実験装置に深く感動し、週刊誌連載の「メタルカラーの時代」に記事を掲載した。以降、SPring-8はシンポジウムなどを通じて応援を続けてきたが、2009年、当時の民主党による事業仕分けによって、スパコン「京」など他の多くの先進的な基礎科学の実験施設同様、存亡の危機に立たされた。



理化学研究所相談役

その無知で横暴な政治パフォーマンスに対して私が抱いた怒りは、経験したことがないほど大きかったが、なぜ基礎科学が根底から根絶やしにされかかったのかを考えて得た結論は単純なことだった。基礎科学に対する無関心、理解不足に尽きる。基礎科学分野でのノーベル賞受賞者の続出は、基礎科学への理解拡大に貢献しているようにも思えるが、受賞理由である研究内容のどこが独創的なのかの理解がないまま、単に喝采されるのみという感が強い。このままでは、事業仕分けの悪夢再来のおそれすらある。

2000年代末まで、私はおもに日本の技術について書いてきたが、2010年頃から基礎科学分野での取材執筆の比重が大きくなった。基礎科学あってこそオリジナルの技術が生まれる、いずれ大きな産業として社会に還元されると思うに至ったからだ。

一方、「社会に役立つことがない研究です」と言う研究者も少なからずいる。だが、それは違う。独創的な研究であれば、それを知った子供たちや若い世代は科学心を大きく刺激され、未知の世界に挑み切り拓く勇気や活動に憧れる。分野は異なっても、それがひいては活力ある社会の創造につながるのだ。つまり、直接は「役立つことがない研究」であっても、社会に確実に役立つのだ。

拙著『理化学研究所 100年目の巨大研究機関』は、そういう思いも込めて、理化学研究所の全拠点を訪ね、70人の研究者にインタビューし、中学生でも理解できる内容で書き進めたのである。理研100周年の日の前には出版してほしいと言われていたため、3週間、睡眠数時間で書きあげたのだが、そこまでエネルギーがふり絞れたのは、私自身、理研の研究者たちの情熱や慧眼に血沸き肉躍る思いがしたからだった。取材執筆を生業とする者にとって、これほど楽しいことはない。そういう書き手の思いは、読者に伝わるもので、思いがけずいくつかのテレビのバラエティ番組が理研をとりあげてくれた。

理化学研究所は、私にとって取材しても取材しきれない先進的な知識と独創的な発想に触れることができる、まさに宝箱だ。今後も、理研と一般の方々をつなぐ「通訳」として取材執筆活動を続けたいと願っている。

人名索引

C

Carninci, Piero 491、500、524
Colwel, Rita R. 477

D

Doornenbal, P. 522

F

Fagarasan, Sidonia 497、518
Forrest, Alistair R. R. 524

H

Hoo, E. L. 135
Huang, Minghui 476
Huang, Tianheng 476

K

Kanungo, Rituparna 476

L

Lan, P. 515
Lee, J. 522
Liyi, Gu 91

M

Meek, Bob 497

O

Ourisson, Guy 370

S

Söderström, P.-A. 522

T

Tahirov, T. H. 490
Teodosiu, Cristian 103

W

Wang, H. 522

X

Xu, HuShan 476

Z

Zhao, YuLiang 476

あ

アームプスター 467
相澤克則 491
相田卓三 515

アインシュタイン 20、31、459

青井考 522
青木九一郎 164
青島達之 360
青田祥信 361
青野正和 135
青柳克信 126、485
青山永十郎 88
青山新一 436
青山龍美 519
赤堀四郎 323
秋山純一 195
秋山隆宏 476
秋山直樹 167
吾郷日出夫 490
浅井彰二郎 251
浅居ちか 15、213
浅川茂樹 358
浅間一 142
芦田耕一 269
アシモフ、アイザック 434
安宅和人 434
足立淳 491
安達泰治 103
足立正 30
アダムス英里 320
阿部邦雄 98
安倍晋三 308、452
阿部岳 485
阿部哲雄 511
阿部知子 224、320
天野光一 361
天野鐵次 174
甘利俊一 39、421
綾部直 159
新井一 302
荒川貴博 491
有馬朗人 36、247、322、367、417、468
有馬啓 189
有本裕 261
栗屋(榎本)容子 220
安宗石 374
アンダーソン 70
安藤忠彦 484
安藤知明 101

い

李海元 318、378
飯田有俊 492
飯高敏明 135
飯村靖文 134
飯盛里安 14
井内勝哉 514
家泰弘 387
五十嵐一戊 349
五十嵐誠 78
池浩 98
池田菊苗 5、164、241、478
池田巴津子 216
池田博 216
池田平次 96
池田正夫 164

石井和夫 489
石井善幸 491
石岡純 362
石川一郎 27
石川清子 241
石川哲也 517
石川総雄 436
石川文彦 514、520
石川正道 249
石田義雄 15
石橋幸治 126
石橋湛山 28
石原武夫 28
石原正泰 468
石山英二 106
磯部甫 478
市川隆敏 476
市川道教 261
一宮虎雄 481
市原昭 502
一万田尚登 27
一色秀夫 135
井手口栄治 476
井戸敏三 421
伊藤昭博 514
伊藤祥子 463
伊藤武彦 489
伊藤糾次 127
伊藤伸英 108
伊藤正男 33、57、420
伊藤雅英 121
伊藤正美 57
伊藤昌可 205、304、491、524
伊藤幸成 496
糸原重美 489
稲垣克彦 188
稲田直久 91
稲村卓 60
乾健太郎 448
井上葵 79
井上一郎 140
井上貴美子 513
井上仁吉 8
井上治久 274
今井喬 82
今富祥一郎 15
今本尚子 519
芋谷弘一 491
岩井莊八 131、485
岩木正哉 179
岩佐江梨子 514
岩崎敦 446
岩里琢治 489
岩田想 512
石見利勝 421

う

ヴァルドマン、ヘルベルト 373
ヴィダル 203
ウィッテン 461
ウィルキンソン、ジェンズ 384
植木榮 479
上田修功 447

木村健二郎 215、466
木村正路 15、213、436
清澤秀孔 491
吉良爽 357、400

く

草野淳一 134
鯨井恒太郎 14、479
グゼフ 307
工藤久昭 476
工藤祐生 476
国武豊喜 39、502
国村伸祐 111
クヌース 308
クノール、ヴォルフガング 370
久保和子 214
久保秀雄 188
久保充明 511
久保亮五 133
久保田あや 91
窪田伸一 360
窪寺昌一 487
クマール、スデシュ 375
熊谷寛夫 467
熊坂崇 488
クラーク 33
クライン、オスカー 12
クライン、フェリックス 239
クラウス、カール 378
クリック 200
クリッツィング 136
栗原修 352
栗本康夫 229
栗山慎峰 98
クリントン 133
グルス、ピーター 372
クランパングリエバ、アルミラ 378
黒木陽子 489
黒沢英一 188
黒田公美 229
黒田チカ 15、209
黒田正夫 96
クンマー 240

け

ゲーテ 31
ケスラー、ギュンター 163
ケリー、ハリー 24

こ

古石貴裕 490
鯉淵達男 361
侯召統 498、521
郷慎太郎 522
河野公俊 307、378
河野毅 82
小浦寛之 476
古在由直 6
小柴昌俊 386
小島與治 350
五條堀孝 491

古関明彦 283
小谷元子 417
小玉正弘 77
コッホ、ロベルト 433
後藤英一 254
後藤栄一郎 176
後藤真一 476
後藤俊男 249、290、520
小長谷明彦 490、491
小波さおり 91
小西行郎 285
小林公子 218
小林啓介 490
小林茂雄 167
小林俊一 36、41、224、367、417、468
小茂鳥潤 110
小森有希子 476
小安重夫 283、387、437
小山勝二 83
小山裕雄 292
小山政史 178
近藤一郎 82
近藤金助 211
近藤伸二 491
今野英明 491

さ

斉藤和季 521
齋藤茂和 248
西道隆臣 491
齋藤臣雄 291
齋藤弘義 120
齋藤通紀 499
齋藤輪太郎 491
相賀裕美子 387
坂井勝呂 491
坂井南美 90
堺美保 404、417
酒井隆太郎 476
坂入英雄 179
坂内富士男 247
榊佳之 190、193、489、492
榊原均 504
坂口イサ子 238
坂口謹一郎 26、30、188
坂口昭一郎 434
坂倉照好 221
坂詰直子 491
阪谷希一 26、175、189
嵯峨根遼吉 13、71、174
坂本一郎 356
坂本貴紀 499
佐久間淳 448
佐倉統 434、450
櫻井錠二 6、241
櫻井季雄 480
櫻井敏雄 173、215
櫻井博儀 322、522
桜井正光 260、417
桜田一洋 283
笹井芳樹 427、508
佐々木大輔 491

佐々木信夫 196
佐田登志夫 56、78
佐藤一誠 448
佐藤清 160
佐藤健二郎 491
佐藤望 476
佐藤信紘 302
佐藤秀之 492
佐藤洋 492
佐藤正典 215
佐野太 421
サムエルソン 133
澤宏 351
サンデリン 206
山東昭子 417

し

シーボーグ 467
塩川高雄 127
塩谷立 417
志賀慶明 522
品川朗 491
篠崎一雄 202、249、509
篠原健一 222、349
篠原茂己 351
柴崎正勝 227
柴田一浩 491
柴田睦作 6
シバル、カピール 380
渋沢栄一 4、159、241、247
渋沢敬三 27
渋谷哲郎 511
島田和典 491
清水昌平 446
清水武雄 15
下瀬林太 187
霜田光一 32、114、436
霜田進 77
下平英寿 446
下村哲 134
ジャコーニ 81
ジャスニー 201
寿岳潤 81
シュトラットマン、マーティン 409
シュレディンガー 12、459
シュワルツ、D. 195
シュワルツ、K. H. A. 240
荘清次郎 241
周培源 367
定昌史 137
ジョンソン、トッド 493
白木利幸 491
白崎裕治 499
白須賢 510
城宜嗣 512
白水美香子 292
城田幸一郎 123

す

末木啓介 476
末永敦 490
末広恭二 6

Sciences 380
National University of Singapore 376
NCATS 289
NCBS 377, 380
ncRNA 193, 200
NEDO 452
Neglected Disease 297
NICT 452
—脳情報通信融合研究センター 453
NIED 447
NIH 289
non-coding RNA 193
Noyori Summer School 392
NSTDA 376
NTU 376
NUS 376

O

ODA 310
OPV 119
ORFeomeプロジェクト 203
Orphan Drug 297

P

P4施設建設反対運動 351
P4実験 351
PCR反応液 203
P-ELID 113
PMI 301, 307, 378
PMO 293
POP 119
「Post-IPA」制度 375
Preventive Medicine & Diagnosis Innovation Program 301

R

RAC 401
Radioactive Isotope Beam Factory 317
RAIDEN 451
RAL 37, 371
RIBF 317, 468
RICC 317
RIKEN
—Channel 314
—Integrated Cluster of Clusters 317
—Integrated Sequence Analyzer 195
—MIT脳科学研究センター 373
—Summer School 392
RIKEN Research 325, 418
RILAC 222, 468
RISA384多本架キャピラリーシーケンサー 195
RISA全自動プラスミド抽出機 195
RIビームファクトリー 468
RNA大陸 192
—の発見 200

RNA配列データ 194
RNAポリメラーゼ 203
RRC 223, 468
Rutherford Appleton Laboratory 371

S

SACLA 47
SARS 309
Science for Future Society 415
Scientific Papers 234
SDGs 399, 438
SmartAmp法 304
Society 5.0 279, 409
SPRING-8 36, 356
STAP論文問題 59, 343

U

Universiti Sains Malaysia 374
URICAS 375
USM 374
USM-RIKEN International Center for Aging Science 375

V

VCAD 101, 248
—研究会 154
—システム研究会 102
—システム研究プログラム 101

W

WDC 79

X

Xi'an Jiaotong University 377
XJTU 377
X線自由電子レーザー 47
X線天文学 82
X線偏光計測 91

あ

アイルランガ大学熱帯病研究所 (インドネシア) 310
青野原子制御表面プロジェクト 138
アカデミア発創薬 289
アクアDNAブック 203
アクションプラン 59, 338
アジアプログラム・アソシエイト 392
—制度 388
アジア連携大学院制度 385
アシモ 238
「あすか」衛星 82
新しい幾何学 459
新しい機能を持つ材料の開発 447
熱い融合反応 474
アドソール 16
アノマロスコープ 214
アフリカツメガエル完全長cDNA 202

アミノ酸合成 185
アミノ酸の電解 185
アルマイト製品 14
安全管理
—課 357
—室 349
—室 (本部) 366
—部 314, 357
アンダーワンルーフ 442
アンチサーファクタント 132
アンチセンスRNA 201
安定の島 474
アンメットメディカルニューズ 291

い

イオン注入技術 125
イオンビーム育種 224, 321
育種法 225
位相シフト干渉計 124
位相シフト・デジタルホログラフィ 124
板成形シミュレーション研究会 97, 154
一塩基変異 304
五つの「イニシアチブ」 398
一般公開 326
遺伝子多型研究センター 359
イネcDNAのDNAブック 203
イネ完全長cDNA 202
イノベーション 62
—事業法人 429
—推進センター 249
—デザイナー 426, 434
—デザイン 433
—立国 409
茨城県谷田部町 351
医療応用研究 302
医療シミュレーションセンター 306
陰関数表現 104
インテグレーションテクノロジー株式会社 270
インド科学大学 377, 380
インド・国立生物学研究センター 380
インドネシア科学院 376
インドネシア技術評価応用庁 376
インドネシア大学 376
インドの科学技術省・科学技術局 377
インフルエンザ 309

う

ヴァン・アレン帯 80
ビタミン 185
薄鋼板 148, 180
—成形技術研究会 97, 149
宇宙X線源 81
宇宙科学研究所 82
宇宙線 69
—研究 53
—世界資料センター 79
宇宙における進化 92
宇宙放射線研究室 381
ウラン 21

に

二号研究 19
 仁科型電離箱 71
 日露協力プラン30項目 308
 ニホニウム 398
 —Nh 463
 日本医療研究開発機構 309、310
 日本学士院賞 38
 日本原子力研究所 36
 日本酒 185
 日本発新薬 289
 任期制研究システム 401
 任期制研究者 34
 妊婦免疫活性化 283

ね

ネグレクトッドディーズ 291
 ネクローシス 228
 熱帯医学研究所 (フィリピン) 310
 ネットワークデータベースの地図 207
 ネプトニウム 465

の

脳科学総合研究センター 185、373
 農商務省 6
 脳のリバース・エンジニアリング 435
 農業研究 32、189、190
 農業の研究 185
 ノーベル物理学賞 27
 野依イニシアチブ 44
 乗鞍宇宙線観測所 76

は

バイオインフォマティクス 460
 バイオ・セイフティー・レベル 352
 バイオテクノロジ局 377
 バイオプリンタ 113
 バイオ分離プロセス工学 144
 バイオマーカー 301
 バイオ・ミメティック研究推進室 355
 バイオ・ミメティックコントロール研究センター 57、355
 バイオリクター 190
 バイオリソース 47
 バイ中間子 70
 ハイパー核 231
 破碎反応断面積 322
 バジャジャラン大学 376
 波長走査干渉計 124
 バックキャストリング 435
 発現配列タグ 196
 発生・再生科学総合研究センター 360、380
 発達障害 283
 バトンゾーン 248、399、429
 —制度 106
 播磨科学公園都市 356
 播磨研究所 356
 —安全管理室 356
 —研究推進部安全管理課 356

播磨事業所安全管理室 366
 万国産業博覧会 167
 半導体電子デバイス技術 125
 バンドン工科大学 376
 汎用基盤技術研究 444

ひ

ビオステリン 186
 東日本大震災 313、361、472
 光酸化誘起重合機構 119
 光弾性装置 167
 光の反射 214
 非球面加工 111
 ピコ精度加工 111
 ビジョン検討会合 443
 ビストリン 16
 微生物等取扱要領 357
 非線形 281
 —有限要素法 99
 ビタミン 186
 —A 186、241
 —B1 186
 —B₂複合体 213
 非タンパクコードRNA 193
 ビッグデータ 287
 ヒトcDNAのDNAブック 203
 ヒトES細胞 360
 ヒト幹細胞を用いる臨床研究に関する指針 365
 ヒトゲノム
 —計画 190
 —のドラフトシーケンス 193
 —配列 193
 ヒト疾患の遺伝子変異 206
 ヒト単芽球白血病細胞株 205
 「ひとみ」衛星 89
 人を対象とする研究に関する倫理規程 358
 被ばく事故 352
 被ばくスクリーニング 314
 微分型電気移動度測定装置 117
 肥山ストレンジネス核物理研究室 230
 病院のアップグレード 305
 病院とまるごと取り組む 302
 評価システム 33
 評議員会 8
 氷床サンプル 78
 ビレトリン 188

ふ

フィールズ賞 459
 フィリピン国立大学 377
 フェライト 54
 フォープッシュ減少 72
 フォトダイナミクス研究センター 56、355
 深絞り成形 148
 —の理論 148
 複雑系 281
 富国強兵政策 3
 不正行為への対応のガイドライン 338
 不斉合成 217

不正防止策 342
 『物理学とは何だろうか』 238
 浮遊回転式陸上養殖装置 321
 フラーレン 118
 ブラックホール 81、87
 フランスの宇宙線研究センター 381
 プリプロセッサ 100
 プリンキピア 233
 ブルックヘブン国立研究所 37、372
 ブレイビジョン 266
 ブレードホログラフィック回折格子 128
 プレス成形 148
 プレスリリース 323
 フレロフ研究所 464
 プログラム・マネージメントオフィス 293
 ブロックチェーン 285
 プロモーター 203
 —アトラス 206
 フロンティア研究システム 33、55、355
 フロンティア・マテリアル研究グループ 133
 分子イメージング研究プログラム 360
 分子科学研究所 224
 分布帰還型レーザー 128
 分子生物学 227
 分子線エビタキシャル結晶成長 125
 分子法研究開発推進室 115
 分離型バイオリクター 143

へ

米国国立衛生研究所 289
 米国ブロード研究所 289
 β - γ 核分光学 222
 北京事務所 379
 ベトナム科学技術院・物理学研究所 377
 ベトナム農業科学院・農業遺伝学研究所 377
 ベニシリン 26
 —製造 175
 ヘリオス 269
 ベルリン大学 239
 変形工学研究室 150
 変形状態図 151
 編集係 235
 ベンチマークテスト 100
 ベンチャー支援機能 430
 ベンチャー認定企業 119
 変分原理の時間積分法 99

ほ

防災科学技術研究所 447
 放射性核分裂片 322
 放射性セシウム 320
 放射線
 —管理室 349
 —研究室 222
 —障害予防規程 353
 —照射研究室 222

りかがくけんきゅうしょひゃくねんし
理化学研究所百年史 第 I 編 歴史と精神

RIKEN's First Century, Volume I : Spirit and History

2018年3月20日発行

非売品

企画・編集：理化学研究所百年史編集委員会

発 行：こくりつけんきゅうかいほうじんりかがくけんきゅうしょ
国立研究開発法人理化学研究所
〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1

印刷・製本：河北印刷株式会社

〒601-8461 京都市南区唐橋門脇町28

©RIKEN 2018 Printed in Japan

ISBN978-4-9910056-0-2
RIKEN 2017-057