



## 「第一人者たちが語る科学技術の最前線」の 発刊にあたって



公益財団法人ひょうご科学技術協会 理事長 能谷 信昭

公益財団法人ひょうご科学技術協会は、兵庫における科学技術振興の中核的機構として、科学技術の振興を通じて県民生活の向上と地域社会の発展に貢献することを目的に平成4年7月に設立され、これまで科学技術に関する基礎的・基盤的な研究から応用・実用化研究までを支援する学術研究助成事業をはじめ、産学官の連携・交流の推進や、一般県民を対象とした科学技術の普及・啓発活動、さらには次代を担う青少年の人材育成事業など、科学技術の振興に資する各種の事業に幅広く取り組んでまいりました。

その活動の一環として、機関誌「ひょうごサイエンス」を平成5年3月に創刊し、当協会の活動や科学技術に関するさまざまな情報発信を行ってまいりましたが、その中で、その時々に社会的にも関心の高いテーマを選び、そのテーマに最もふさわしい日本を代表する第一人者の方々との対談記事を毎回掲載してまいりました。

この対談では、科学技術の各分野で顕著な業績をあげ、先導的な役割を果たしてこられた研究者や技術者の方々によって、研究を始められた動機や経緯、ご研究の内容などがわかりやすい言葉で率直に語られており、学術論文や学会発表などでは知ることのできない示唆に富むエピソードや裏話なども随所にあって、まことに興味深く、かつ有意義なものとなっています。

このたび、それらの貴重な対談を広く一般の方々にも容易に手にしていただけるよう一冊の本として とりまとめました。

本書が多くの方々に「科学する心」をお届けするとともに、次代を担う学生・生徒の皆さん方にも科学技術の研究・開発に対する関心を喚起させ、多くの若い方々が研究者・技術者の途を志す契機となることを願っています。

## 目次

人間主体の新世紀をめざして -SPring-8と地域の創造-	<b>干川 純一氏</b> 姫路工業大学理学部 教授	1993年	4
豊かな21世紀を支える科学技術 -独創的研究で人類史的貢献を-	岩本 雅民 氏 三菱電機㈱取締役技術開発本部 副本部長	1994年	10
センター・オブ・エクセレンスを めざして ー国立研究所の夢と新たな挑戦ー	<b>塩見 正氏</b> 郵政省通信総合研究所 関西先端研究センター センター長	1994年	16
円高を克服する研究開発マインド -進取の地、神戸からの新たな挑戦-	山口 喜弘氏 ㈱神戸製鋼所 常務取締役 技術開発本部長	1995年	22
21世紀に向けた人間と科学技術のあり方 -命あるものとの対話-	河合 雅雄氏 兵庫県立人と自然の博物館 館長	1996年	28
豊かな未来を拓く高度技術基盤 -共生社会における企業活動のあり方-	須清 修造氏 川崎重工業㈱ 専務取締役 技術総括本部長	1996年	34
SPring-8から始まる未知への冒険 -真理を照らす夢の光で創造的研究を-	上坪 宏道氏 日本原子力研究所・理化学研究所 大型放射光施設計画推進 共同チームリーダー	1996年	40
人と地球の未来を見据えた 新技術の開発 -グローバルな思考で夢のある研究を-	林 幹朗氏 関西電力㈱支配人総合技術研究所 所長	1997年	46
設立5周年記念座談会 世界の頭脳が集う播磨科学公園都市を 目指して -科学技術のスーパースター "SPring-8"-	井口 洋夫氏前 岡崎国立共同研究機構 機構長	1997年	52
	<b>江崎 玲於奈</b> 氏 筑波大学 学長		
	<b>貝原 俊民</b> 氏 兵庫県 知事		
	<b>白子 忠男氏</b> 姫路工業大学 学長		
天文学から見た科学の魅力と不思議 -星の世界から地域学習まで-	森本 雅樹氏 県立西はりま天文台公園 園長・ 県立南但馬自然学校 校長	1999年	62
21世紀型の保健・医療 そして福祉システムの構築 -学際的国際機関であるWHO神戸センターからの 情報発信-	<b>川口 雄次氏</b> WHO神戸センター 所長	1999年	68
21世紀の都市計画 -美しき庭園の島々 (ガーデン・アイランド) をめざしてー	伊藤 滋氏 アジア防災センター センター長	2000年	74
産業復興、そして新産業の創造に向けて -世界的な視野と徹底した品質保証-	大庭 浩 氏 財新産業創造研究機構 理事長	2000年	80

21世紀の科学技術を支える人材育成のために -地域社会に貢献できる大学をめざして-	<b>鈴木 胖</b> 氏 姫路工業大学 学長	2001年	86
青少年の科学技術離れについて -科学教育にとって必要な環境とは-	野上 智行氏 神戸大学 学長	2001年	92
21世紀を照らす光の科学と技術について	吉良 爽氏 劇高輝度光科学研究センター 放射光研究所 所長	2002年	98
「知の世紀」 -知の創造と活用による科学技術立国に向けて-	井村 裕夫 氏 総合科学技術会議 議員	2003年	104
21世紀のがん治療 最新技術 〜究極の放射線治療-粒子線治療について〜	<b>菱川 良夫 氏</b> 兵庫県立粒子線医療センター 院長	2003年	112
21世紀と世界に向けた情報発信 一阪神・淡路大震災の教訓を未来と世界へ一	河田 惠昭氏 阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター センター長	2004年	120
科学技術が拓く21世紀のライフサイエンス 一発生・再生メカニズムの解明と医療への応用ー	竹市 雅俊氏 理化学研究所 神戸研究所 発生・再生科学総合研究センター センター長	2005年	132
21世紀における生物多様性の科学 -人と自然が共生する環境の創成に向けて-	岩槻 邦男氏 兵庫県立人と自然の博物館 館長	2006年	144
現代における人と動物の関係学 -コウノトリと地域住民との関わり-	増井 光子氏 兵庫県立コウノトリの郷公園 園長	2007年	160
21世紀に躍動するシミュレーション科学 -次世代スーパーコンピュータが拓くもの-	佐藤 哲也氏 (独)海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター 特任上席研究員	2009年	172
世界天文年:現代の天文学から見える世界 ーガリレオから21世紀の拡大する宇宙像まで-	黒田 武彦氏 兵庫県立西はりま天文台公園 園長	2009年	186
人と自然の共生 -ランドスケープデザインの新展開-	中瀬 勲氏 兵庫県立大学大学院 緑環境景観マネジメント研究科 科長	2011年	198
世界最高速のスーパーコンピュータ 「京」への期待 -幅広い分野への利用促進とシミュレーションの 発展をめざして-	平尾 公彦氏 (独)理化学研究所計算科学研究機構 機構長	2011年	210
X線自由電子レーザー施設 「SACLA」が拓く新しい科学・技術	石川 哲也氏 (独)理化学研究所播磨研究所 所長	2013年	220
地震予知研究の最前線 〜その課題と未来〜	長尾 年恭氏 東海大学海洋研究所教授・ 地震予知研究センター長	2014年	230

# 人間主体の

- SPring-8 ≥

#### ●対談者

姫路工業大学理学部



関ひょうご科学技術創造協会 理事長

千川 純一氏



熊谷 信昭氏

熊谷:千川先生、今日は大変お忙しい 中をお越しいただきありがとうござい ます。

千川:こちらこそ、よろしくおねがい します。

熊谷:千川先生はNHKの放送技術研究所におられた時代から光電磁波関係の研究をおやりになっておられました

千川:主にX線回折法で、半導体シリコン結晶の完全性の研究をしておりました。

#### 桶狭間式突破口研究の奨め

熊谷:その後もX線を使った微小欠陥 検出法の研究などを行っておられます わ

千川:格子欠陥、つまり原子配列の乱れはどの結晶にもあります。「日本の歴史の教科書は『天皇ありき』であって、なぜ天皇制が長く続いたのか何も教えてくれない。」と松本清張が言っておりますが、結晶の教科書でも「格子欠陥ありき」ということからスタートしております。それで、結晶が融液から固化成長する過程をずっとX線でその場観察をして、その起源を調べておりました。

**熊谷**:格子欠陥の起源を調べておられ たわけですが、特に研究分野とか基本 的な研究の進め方とかについてはどう ですか

千川:NHK技術研究所では、研究員の1割ぐらいを基礎研究部門に当て、

数人で一つの分野を自由にやらせても らっておりました。放送技術に直結し た分野、例えば記録材料などですと20 人ぐらいいますし、大学でも一人の教 授が主宰する研究室に学生をいれると 40~50人もいるところがあり、これは もう一分野の研究所です。要員が多け ればいろいろな手段を用いて一つの分 野を開拓していくことができ、またそ の役割がありましょう。一方、少人数 の研究では、織田信長が今川勢の全軍 を相手にせず桶狭間の本陣に切り込ん だような突破口研究でいくべきと思っ ております。これは、東洋医学が体全 体の調子を整える総合的な治療をする のに対し、西洋医学が患部に直接アタ ックするようなものです。

# 1/1000は技術革新のブレークスルー

**能谷**:私はずっとNHKの放送技術審 議会の委員をしていたので、年に2回 ぐらいは研究所を訪問して見せていた だいていましたが、非常に高いレベル の研究をしておられるという印象を持 っています。先生はNHKの時代、高 エネルギー物理学研究所の時代、そし て現在までX線を使ったいわゆる物性 研究をおやりになってきたわけですが、 それは学問的にも技術的にも極めて重 要な課題ですね。X線も放射光も電磁 波ですが、この電磁波の応用技術の発 展を先生のこれまでの研究のご経験な どから今ご自身が振り返ってみられて、 何か特別の印象というか、感慨のよう なものをお持ちですか。

千川:電波は人類の歴史の流れを大きく変えるような貢献をしましたが、波長の短いX線はレントゲンの発見から1995年で100年になるのに、その応用たるやあまり拓けていません。医学の診断と空港の手荷物検査ぐらいでしょうか

放射光が出現して、病院や研究室で のX線の強さに比べると、3桁強くな りました。科学技術の歴史から、一つ の要因が3桁変わると技術革新が起こ ると言われています。例えば、集積回 路(IC)で、トランジスターが真空管に 比べてサイズが1/1000となって、集積 されて情報化社会の発端となりました。 コストでいえば、ビデオ・テープレコー ダーをNHKがアメリカから輸入した ときは2億円でした。これは昭和30年 頃ですからお金の値打ちが違いますけ れども、値段が1/1000の20万円になっ た時から急速に普及し、「ビデオ文化」 が生まれました。サイエンスの面では、 顕微鏡は分解能が肉眼の1/1000で、バ クテリアの世界が開け、さらに1/1000 の電子顕微鏡で、原子の世界が見えて きました。テレビはラジオの1000倍の 帯域幅(情報量)で耳から眼のメディア を創出というように、1000倍又は1/1000 が量から質への転換を起こし技術革新

しかし、ジェット機は歩く早さの1000 倍にはなっていません。一口に1000倍と言いますが、それはなかなか難しいのです。SPring-8ができますと、X線の輝度は研究室のレベルの10の11乗倍になります。これは太陽と一等星の差ですから、これまでの「星かげの研究」

# 新世紀をめざして

## 地域の創造一

が「真昼の研究」になります。研究者はもちろん研究を支援して下さる方々にも自信や確信をもっていただきたいと思っています。そういう暗示が新しいことを進めるのに大切なことではないでしょうか。

熊谷:SPring-8から出る光は、今まで 使っておられた放射光光源に比べると 3 桁以上ですからね。

千川: そう、3桁です。この輝度の差をどう位置づけるかいろいろな考え方がありましょうが、これまでの放射光光源は、1/1000mmの加工など「ミクロンメータの世界」を築き、SPring-8はそのまた1/1000である「ナノメータの世界」を切り拓くものと言えると思いませ

X線リソグラフィは次世代集積回路 がめざす超高集積化を実現するために は不可欠な技術であり、1970年代の初 めに米国のIBM社がドイツのハンブ ルグの放射光施設を使ってサブミクロ ンの加工ができることを示しました。 ですから、筑波の放射光実験施設を建 設した大きな目標はX線リソグラフィ でした。半導体4社が独自のビームラ インを設置して研究を進めており、放 射光X線を利用した実験データの収集 と技術開発は既に完了、生産用として 小型放射光光源が開発され出番を待っ ている状況で、数年後に生産ラインに 登場するものと期待されています。こ の意味では放射光施設の建設目的は達 成されました。

半導体集積回路技術の進歩は急速で、 SFの世界をも凌ぐ革新性に彩られて います。半導体市場を支えてきた随時 書き込み読み出しメモリー (DRAM) の例でみますと、1970年に1キロビットの製品が登場してから3年で4倍の割合で容量を増やし、1985年には1メガビットの時代に入り、2000年にはギガビットの時代が来ると予想されます。DRAMの1ビットはトランジスタ、コンデンサー各1個で構成され、1ギガビットの場合0.1ミクロンの微細加工技術で数ミリ角のチップの中に周辺回路を含めて約25億個の素子が集積されます。ヒトの脳細胞は0.2ミクロンの大きさで150億個ありますので、人間の頭脳に近い集積度がこれまでの放射光技術を応用した微細加工で2000年頃に達

これに対し、SPring-8は超微細加工、

成されることになります。

原子レベルの加工をめざしています。 つまり、SPring-8の役割はミクロンか らナノメータの世界への飛躍が目標な のです

ご承知のように、半導体技術においても新しい原理の量子効果デバイスの研究開発が始まっています。結晶を小さくして大きさが1~10ナノメータになると、バルクとは全く別のエキゾチックな性質が現れる。物性を演出する電子の電子波に対応する約10ナノメータの領域を区画することによって出現する特異な電子の振る舞いが突出した性質を発現するわけです。このような量子効果を利用した素子を作るため、ナノメータの超微細加工や評価技術が求められSPring-8に期待がかかってい



SPring-8と地域の創造について話のはずむ千川純一教授(左)と熊谷信昭理事長(右)

Hyogo Science



### 千川純一氏 「姫路工業大学理学部教授」

1930年生まれ。53年京都大学理学部物理学科卒 業。60年間大学院(旧制)修了後、日本放送協会 (NHK)に技術研究所研究員として入社。70年主任 研究員を経て、82年次長に就任。84年文部省高エ ネルギー物理学研究所教授となり、85年に放射光 実験施設施設長に就任。91年4月から姫路工業大 学理学部物質科学科教授。

この間、半導体結晶材料の発展に大きく貢献し、 その先駆的業績により大河内記念技術賞、科学技 術功労者表彰、日本結晶成長学会論文賞、紫綬褒 賞など受賞。

また、日本放射光学会会長などを歴任、現在日本結晶成長学会会長。

#### ます。

これまで放射光で達成された「ミクロンの世界」はまだバルクの性質や原子配列の世界であったのに対して、SPring-8は数百個の原子群の「ナノメータの世界」を開拓するもので、原子群を構成する原子の種類の組み合わせ方は無数にあり、無限の可能性を秘めています。

このように量子効果の研究と応用は、 新素材、エレクトロニクスの最先端を いく極めて重要な分野で21世紀に開花 するものと予想されます。しかしなが ら、ナノメータの技術は半導体集積回 路技術のように量産できる基盤的、基 軸的な産業になり得るか、まだシナリ オが描けていない状況で、X線リソグ ラフィのような放射光利用の旗印には なっていません。だからこそ、今、新 しいシナリオづくりが求められていま す。

#### 産業・経済の発展を支える原動力は まずハード

熊谷:ところで、日本には、いろいろな面で沢山の誤解や錯覚が横行しています。最近では、例えば「ソフト」と「ハード」の問題があります。よく、

「これからはソフトの時代だ」と言われますが、「ソフト」というのは元々ソフトウエア、つまりコンピュータを設計したり働かせたりするために必要な手順やプログラムなどを決める技術なんですね。それが、日本では「ソフト」と言う言葉が「技術」に対比する言葉として一般的に世の中で使われています。

例えば、テレビで言えば、送受信装 置や中継装置、あるいはそれらに関連 する「技術」に対して、ドラマや音楽な ど放送される番組の内容を指して「ソ フト」と言っているんですね。そして、 「これからはソフトの時代である」と か、「ハードよりソフトだ」というよう なことを世間一般の人々もマスコミも 皆が言うものですから、いろんな誤解 が生まれて、例えば理工系の卒業生が メーカーに行きたがらなくなったりし ている。理工系の卒業生が製造業に就 職したがらなくなった原因は他にもい くつかありますが、基本的に非常に大 きい影響を与えたのが、「これからはソ フトの時代だ」という俗説が蔓延した ことで、モノを作るよりもサービス業 や金融業などのようなソフト産業の方 が大事だという考え方が非常に強く世 の中に流布したためです。メーカーへ 行ってモノを作る仕事や技術開発の仕 事に携わるよりも、銀行や証券会社、 その他のサービス業など第3次産業へ 行く方が新しいかっこいい生き方であ るというような誤解を与えて、日本の 将来にとって由々しき問題を惹起した。 しかし、私のこれまでの経験から申し ますと、産業・経済や社会の進歩の真 の原動力となるものはまずハード、す なわち技術の進歩なんですね。

千川:ハード先行型ですね。

熊谷:まずハードが先行していかない と駄目なんです。テレビにしても、テ レビという技術ができあがらなかった ら、テレビドラマを作るというような ソフトの仕事そのものがもともと存在 しなかったわけですからね。印刷機が 発明され、印刷術という技術ができあ がらなかったら、小説を書くとか新聞 紙面を作るといったようなソフトの仕 事も今のようには進んでいなかったは ずです。その辺に特に大きな誤解があ ると思うんです。

技術の進歩を私なりに振り返って見 ますと、技術の進歩の決め手になった のは、常に結局は材料の進歩であった。 その後の世の中を変えたトランジスタ や集積回路にしたってそうですし、光 ファイバーにしたってそうですが、材 料の研究が技術進歩の決め手になった。 そして技術の進歩がいわゆるソフトを 含めた文明社会の進歩をもたらしたわ けです。そういう意味では、材料の研 究は基本的に最も重要なものだと思い ます。先生が、物質、材料の基本構造 の解明に携わってこられたということ は、技術進歩の鍵を握る研究を進めて こられたということで、これからもま すますのご活躍を期待しております。

### 地域からの貢献一生活・地域流動研究

熊谷:ところで、科学技術にしても学問にしてもいろいろな分野があり、またそれぞれの国や地域ごとに特性があります。そういう中で、第2次世界大戦に敗れて以後の我が国には、学術や文化で世界に貢献する国になりたいという国是とも言うべき科学技術立国・文化立国という基本的な願いがあります。それぞれの地域においても、地域の特性、あるいは得意なポテンシャリティを生かし世界に貢献してくとともに、地域の活性化にも繋げていくこと

が必要です。兵庫県では貝原知事が「科学技術立県」という実に素晴らしい理念を掲げて、長い目でみた地域の真の発展と、ひいては「世界に貢献する兵庫」となることを志しておられると私は理解しています。

そういうことから、兵庫県では、地 域のポテンシャリティも考えて、「光科 学的手法を用いた機能性蛋白質の構造 評価に関する研究」というのを、科学 技術庁の生活・地域流動研究のテーマ として提案し、幸いそれが採択されて 私どもの協会が科学技術庁から委託さ れることになりました。これはまた、 先ほど申しあげた技術進歩の鍵を握る 決め手である材料や物質の基本構造の 解明を目指す研究でもあります。そし て、千川先生にはそのリーダーとして、 中核的なオーガナイザーの役割を果た していただくことになっております。 現在の計画では、先生の下で、6つの 国公立の研究機関、9つの大学、16の 民間の研究機関に参画していただいて、 平成5年から7年まで、非常に大きな 規模の研究を進めることになりました。

先生にこれから進めていただくわけですが、私どもとしても大変大きな期待を寄せているところですので、このビッグプロジェクトのオーガナイザーとしてのご抱負などをお伺いしたいと思います。

#### 

千川:「兵庫県と言えば○○の研究」 という、そういう特色を出したいと考 えています。それによって人材がまず その特色に魅力を感じてきてくれる。 「人集め」が出発点ではないでしょう か。地域を創造するというのは、現在 ある企業とか地域の産業とかを一層発 展させるということに加えて、新しい ものを創造することが大切で、それに は優秀な人材が必要です。

では「何を?」ということですが、 蛋白質、これが遺伝子情報から作られ る生命現象の根源の物質です。その生 命現象が「神秘」と言えるほど素晴ら しい。例えば、筋肉のエネルギーの変 換効率は90%を超えている。自動車で は15%程度なので、こんな高い効率は 人工的には作れない不思議なものです。 この素晴らしさはどこに起源があるの か。これを原子配列、アミノ酸配列ま で遡って見ていく。蛋白質の分子は数 万から数十万個の原子からできていま すが、生命現象を演じている活性部は 10ナノメータ程度のサイズを持ち、一 種の量子効果により発現すると考えら れています。細胞は約1ミクロンの大 きさを持つ生体の構成単位ですが、そ の生命を営む働きは実は「ナノメータ の世界」で発現しているのです。その 活性部の原子配列がそのまま特許にな り、原子配列から派生する全ての産業 分野を特許請求範囲として獲得すると いう傾向がでてきました。これは恐ろ しいですよ。うかうかしておれません。 放射光を使うととても効率よく原子配 列が分かるのですから。

兵庫県では従来から醸造業、食品工業が盛んで、売上額が年間1兆5,500億円で全国でトップです。「大阪の食い倒れ」を兵庫県が支えているッ!。2000年のバイオテクノロジーの予想市場の分析結果では、食品工業が最高で27.5%、次に医薬・農薬で21.3%、化学工業は16.8%、資源・エネルギー・環境が14%、農林水産が13%、電子・機械工業の4.9%の順になっています。食品工業がバイオ技術の最大の市場で、放射光の重要な利用分野です。「生活・地域流動研究」では、醸造に関係深い「澱



熊谷信昭理事長

[財ひょうご科学技術創造協会理事長]

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信工学科卒業。56年同大学院(旧制)修了。58年にカリフォルニア大学電子工学研究所上級研究員。60年大阪大学工学部助教授、71年同教授となり、80年に学生部長、85年4月に工学部長、同8月に大阪大学総長に就任。91年9月から同大学名誉教授。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会名誉員、レーザー学会特別功 績賞、電子通信学会業績賞、電子情報通信学会功 績賞、郵政大臣表彰、日本放送協会放送文化賞な ど多数受賞。

また、電子情報通信学会会長、国立大学協会副会長などを歴任し、現在、文部省・郵政省・科学技術庁・防衛庁・日本放送協会等の各審議会委員、日本学術会議電子・通信工学研究連絡委員会委員、理化学研究所相談役、光量子科学技術推進会議会長、大阪府教育委員会委員長、株式会社原子力安全システム研究所社長などに就任。

粉の分解酵素の構造解析」を重点的に 取りあげています。

大阪大学蛋白質研究所の勝部所長に よりますと、自然界には1000億種類、 機能別に分けると10万種の蛋白質があ り、そのうち構造が分かって登録され ているのが1000種類ぐらいです。熊谷 先生は先ほど材料研究が技術進歩の決 め手と強調されましたが、生命活動を 営んでいる蛋白質は材料の「宝庫」で す。「七宝充満の宝を降らし」と謡曲の 詞のように、炭素、窒素、酸素、水素ほ か数種の原子の宝玉が充満した宝、10 万種の宝なのです。バイオ技術の基本 原理も、生命の神秘も全てこの複雑な 原子配列の中に潜んでいます。「生活・ 地域流動研究」では、関連研究として、 半導体や超伝導など量子効果発現物質 の構造評価の研究も放射光を利用して 進めます。これもナノメータのサイズ の原子群の研究です。

## SPring-8は2歩先の研究

千川:大型放射光施設も折角西播磨に



「星かげ」から「真昼」へ 建設の進むSPring-8

できるので、それをうまく使えるようにしたいですね。もちろん一足飛びというのは無理で、「放射光施設ができたから」と企業の方に言ってもすぐ使えるわけではありません。こういうプロジェクトで民間企業の方々にも入っていただいて、放射光の魅力というもの、1回使ったら止められないといったところを経験してもらって、良い人材を引き込みたいですね。

関西のある製薬会社では、SPring-8 なんかを使わなくてもこれまでの放射 光施設で十分大丈夫と言っています。 しかし、アメリカでは、シカゴ郊外に できる放射光施設APS (Advanced Photon Source) に、10社の製薬会社 の共同チームが専用ビームラインを確 保して、蛋白質の構造解析をしようと しています。日本にはそういう取り組 みがない。「そんな大型を使わなくて も」と消極的なんですね。先行してい るアメリカに追いつく計画ですと、追 いついたらすでに相手は一歩先を進ん でいるということになります。一歩、 そしてもう一歩進んだ研究を進めない といけません。この「もう一歩先」の 研究がSPring-8での研究です。地域流 動研究でも、例えば姫路工業大学の安 岡先生の研究は、酵素の反応過程を観 る計画です。SPring-8は100億分の1 秒のパルス光なので、原子が演ずる生 命現象の活劇を逐次で解析できます。 映画のように見ようというわけです。 熊谷:時間分解能をあげるということ ですね。

千川:空間分解能をあげることについても通産省大阪工業技術試験所が試みます。SPring-8の放射光は光源から30m離れて直径1mm以下ですが、それをさらに細く絞って微小領域で分光や構造解析をやろうとしています。これまでの放射光研究では1ミクロンの領域

が限界でしたが、SPring-8では10ナノ メータ (100 Å) までいける。年代をヨ コにとって分析できるサイズをタテに とって線を引き延長すると2000年には 100Åになります。その微小領域に入っ ている原子が2~3万個で、不純物が 1個あっても検出できます。そういう 量から質への転換が起こり、原子1個を 見るという究極の分析になります。ま さにSPring-8は「ナノメータの世界」 を拓くのです。このような「もう一歩 先の研究」と、一足飛びはできないの で民間企業の方々をお誘いすること、 この両面が狙いでして、この「生活・ 地域流動研究」はSPring-8活用への助 走研究です。

熊谷:非常に大事なことですね。

### 国際交流より東西国内交流を

千川:この間、SPring-8の将来計画の会合で、ある大学の先生が関西は基礎研究のレベルが低いと言われまして。 熊谷:そうですかね。関西にはバイオテクノロジーやその他の分野でも世界的に優れたレベルの人が沢山居ますけ

千川:関西は120点出す人もあって際だっていますが、関東は80点が多い。それで平均点にしたら関東の方がよいのではないでしょうか。東京にいわかままない。それで、国際交流よびは成かない。それで、国際交流よびは底力があるという気がしますので、この地域流動研究にも関東から一機関入ってもちいました。地方だけでなくて首都圏も入れてと考えています。関西の企業

についてはあまり詳しく存じませんけれども、日立やNECも基礎研究にすごく力を入れており、見に行くと圧倒されますね。

熊谷: NTTなどもそうですね。

千川:しかも非常に基礎的な研究をやっていて、むしろ大学の研究じゃないかと言われるぐらいです。もちろん関西には120点出す非常に優れた人がいるわけで、この地域流動研究の機会に、少し関東の気風も取り入れてと思うんです。とにかく大切なのは人材で、産学官連携チームづくりから始めたいですね。

### 21世紀は人間主体の世紀

熊谷:ところで、21世紀というのはど んな世紀になるのか。これについては いろんな立場の人がそれぞれの視点で いろいろな見方をされています。私は、 21世紀は人間主体の世紀、つまりいろ いろな分野で人間が常に中心課題にな る人間主体の世紀になるのではないか と思います。例えば、コンピュータや 材料にしても、究極の知的機械である ヒトの解明とその応用が中心課題とな り、画期的な新技術のブレークスルー の鍵となる。また、先端技術について も、人間が使いやすい、人間にとって 何の熟練も要しないような技術になる こと、こういうのがテーマになるのじ やないかと思います。今の先端技術は、 ワープロにしろ何にしろ人間が苦労し て練習し、熟練しないと使えない。そ ういう技術は、先端技術ではあるかも しれないが成熟した技術とはいえませ ん。そういった意味で、21世紀はあく まで人間中心、人間主体の世紀になる

のではないかと思います。

その観点からも、先ほどおっしゃっ た食品の研究などは基本的に重要な課 題です。食品というものは人間が食べ るもので、人間の寿命というのは食べ 物で非常に大きく決まりますから、食 べ物の基礎になる蛋白質の研究に世界 最高の能力を持つSPring-8という武 器を駆使して、関連するの人たちと交 流しながら、人間主体の材料の研究を 進められることに大変期待しておりま す。特に、先生がおっしゃったように、 SPring-8を有効に使いこなす研究者 の組織、人材ネットワークなどもきっ ちり作り、円滑かつ有効に研究を推進 できるようにする必要がある。そうい うことに、私共のひょうご科学技術創 造協会も微力ながら貢献したいと考え ております。

### 技術と自信と才覚で地域の創造を

能谷:この地域流動研究もそうですが、 科学技術白書をはじめ最近「科学技術 の地域展開」ということがよく言われ るようになっています。この地域とい う観点から、関東で長くご活躍されて いた千川先生は関西をどのように見て おられますか。それにつけても関西の 企業には、社会的貢献、世界への貢献、 さらに言えば人類史的貢献をやりたい という積極的な志が比較的少ないのじ ゃないかなと心配しているのですが。 千川:これは、私は井原西鶴からきて いるのではないかと思いますね。西鶴 の「世間胸算用」などが発端です。そ れ以前は、例えば成安道頓一族が私財 を投じて約3kmの運河「道頓堀」を作 ったし、河内の川中父子は淀川に注い でいた大和川を付け替えて大洪水を無 くす大工事を西鶴の40年ほど前に計画

し完成しています。関西は、政府、つまり江戸幕府に頼らず民間が率先して やっていたのですが、それは西鶴まで と違いますかな。

熊谷:財界活動などは一切せず、ただひたすら販路拡大と事業拡張にだけ力をいれる経営者が立派な経営者と見られるような気風が今でも残っているのではないでしょうか。

千川:西鶴がそうですね。「世間の役目 を引き受けるな」とその断り方まで教 えているのですから。

熊谷: それが商売の才覚というもので しょうが、自分の商売に必要だと思え ばそれなりにやるんですね。「生まれ浪 速の八百八橋」という歌がありますが、 この大阪の八百八橋のうち、奉行所、 つまり公が作ったのは十幾つだけで、 残りは全て町人が作った橋なんだそう ですね。

さっき、関東と関西の違いとおっし ゃったが、そういう違いはいろんな面 で沢山あります。江戸時代の学校にし たってそうです。東京では藩立、官塾 ですが、関西では適塾にしても懐徳堂 にしても全部町人が作って、設立から 運営まですべてを町人がやっていた。 そして、武士と町人の区別を全くつけ ることなく教育をしていたわけです。 千川: そういう民間主導の才覚を無く してしまい、関西の地盤沈下を招いた。 それに加えて首都圏への急速な集中で 「多分もう何もできないだろう」とい う心貧しい心理から、ますます西鶴の 「守り」の才覚になってしまったので はないでしょうか。

宮本武蔵のところに、「明日親の仇討ちをしたい」と少年が飛び込んできたときの話です。武芸のたしなみがないこの少年に武蔵は2つのことを教えました。一つは、二刀流の構えで相手に向かって突進するという技術。もう一

つは、仇と向かい合った時地面を見よ、 「蟻は摩利支天のお使い」だから蟻が 沢山いれば必ずその守護があると教え ました。翌日仇と対峙し教わった構え で、足元を見ると蟻がいるわ、いる ウョウョいるのです。はたして、見事 一突きで成功しました。相手はそれな りの武芸者ですから、とても成功する はずがないとみた武蔵は、もともとそ の場所には蟻が多いことを知っていた ので、少年に暗示をかけたのでした。

前人未踏の分野を切り拓いていくには、技術はもとよりこのような暗示や自信というものも重要なことです。高温超電導から冷戦の終結まで、みな、「技術」と「自信」で非現実的な「想像」が「創造」に、「ウソから出たマコト」、夢が現実になったのではないでしょうか。

そして、科学技術の振興を通じて地域の発展をめざすためには、産学官それぞれがかつての優れた関西の「才覚」をとりもどし、SPring-8を知的レベルの向上と人材のイモヅル式吸収のチャンスとしても使い、兵庫県のみならず雄府県ブロック「関西」の創造に使いまくる気構えが必要です。

この地域流動研究を通じ、放射光先端技術を使いこなす腕を鍛えることに加えて、「星かげの研究が真昼の研究になる、技術革新が必ず起こる」と確信して、地域の創造に貢献していきたいと思っております。

熊谷:今日はたいへん興味深い貴重な お話をお聞かせいただきまして本当に ありがとうございました。

千川:熊谷先生から「材料こそ進歩の 決め手」とハッパをかけていただきま した。今後ともどうかご指導下さいま すようお願い申しあげます。



# 豊かな21世紀を

#### ●対談者

三菱電機㈱取締役技術開発本部 副本部長

岩本 雅民 🖽

財ひょうご科学技術創造協会 理事長

熊谷 信昭氏

# 一独創的研究で

## ライフワークは超雷導研究

**熊谷**:岩本さんは研究開発の第一線で幅広い分野のお仕事をなさって、数多くの賞を受賞なさるなど沢山の輝かしい業績を挙げておられますが、その中で、有名なご著書もあるように、やはり超電導のご研究が岩本さんのライフワークと言ってよいんでしょうか。

岩本:そうですね。私は超電導と心中するつもりだと皆さんに申し上げています。昭和35年に三菱電機に入社して、最初は核融合の研究室でプラズマと磁場を担当いたしました。その磁場の研究から超電導に入りまして、以来そのまま30年以上も核融合と超電導をやってきました。当時一緒に研究していた方々はほとんどリタイアされましたから、私は今、日本でも世界でも一番古い方になりました。

**熊谷**:非常に先駆的なご研究ですね。 それで、比較的最近になって高温超電 導物質の発見が大きな話題になりまし たが、あの時はどういう印象をお持ち になりましたか。

岩本:高温超電導物質が発表された時はやはり大変驚きました。ただその時には、その物質がセラミック系であることと窒素冷却が必要ということで、技術的に非常に難しいだろうと思いました。エネルギー関係への応用は窒素で冷却しても実用化できますが、エレクトロニクスへの応用は難しい。エレクトロニクスというのは冷却を嫌うも

ので、水冷はもちろん、空冷も嫌いま すからね。

ところが、私の予想はある程度当たってはいたんですが、小さな進歩の積み重ねで、最近は随分進歩しました。例えば、最初磁場の中で電流が流れないという一番難しい問題にぶつかったんですが、最近は流れるようになり、磁場も出せるようになりました。電磁石としては、もう実用化寸前ですね。

### 基礎研究というより独創的研究を

熊谷:あの高温超電導物質はIBMの チューリッとの研究所で最初に発見されましたね。そういう新しい現象や原理が見つかっても、それを実用化・製品化するためには、さらに千里の道のりがありますでしょう。よく基礎研究が大事だと言われますが、そういう点から企業にとっての基礎研究についてはどのようにお考えですか。

 を続けていくというやり方で進めているわけです。

熊谷:確かにそうですね。

岩本:研究の難しさからみると、研究の段階が基礎、応用、開発とシリーズに進んでいくと仮定しますと、実際には後になるほど非常に難しくなるんですよ。例えば、研究が始まり、一つの試作機を開発し、それを生産ラインに流し、さらに社会で使っていただくというのは、10倍、100倍、1000倍という感じになると思います。コストや信頼性の問題が出てまいりまして。

先ほどの高温超電導の発見は基礎研究から生まれたブレークスルーです。 それが無ければ始まりませんから、企業にとってもやはり基礎研究というのは大切です。しかも、一つ一つ今まで分からなかったことを徹底的に調べていくということは、割合エネルギーがいりますね。

熊各:私は、大学と企業の研究は、かりに同じ結果に到達するにしても、基本の姿勢とか出発点というのはやはり違うものだし、違うべきものだと思っております。大学の場合は、本来、研究者一人一人の学問的、知的好奇心から研究を始めるものでしょう。しかし、企業の場合はスタートの時点から常に徹底して用途開発という大きな基本的ミッションが確立されていないといけないと思うんです。

企業の研究リーダーというのは、そ ういう基本理念を確固として持ちなが ら、具体的に研究を進める際には、勇

# 人類史的貢献を一

支える科学技術

気を持って、例えば若い研究者が脇道に行きかけても少しは行くところまでやらせてみるという抱擁力というか雅量、我慢強さ、あるいは大胆さというようなものもあわせ持っていることが必要なのではないかと思います。社長自らがそういう雅量を持てば、今おっしゃったようなブレークスルーをその企業自身で作っていける可能性が高まると思います。

岩本:確かにこれからは、ブレークスルーを突破して開発したものでないと……。海外から、日本は基礎研究をしていないという批判があると聞きますが、その真意は日本の研究開発は独創的ではないと非難されているような気がします。基礎研究自体は、私どもも随分しているように思いますので。

### 独創性と独走性

熊谷: おっしゃるとおり独創性が足りないということでしょうね。 三洋電機の山野副会長が、企業の独創性というのは「独走性」ということであって、「どれだけ長い間、他の企業が同じようなものを作れないか」ということ、つまり「独りで先頭を走る期間が長い製品ほど独走性の高い製品」ということがと言われましてね。なるほどなと思ったことがあります。

岩本:確かに日本は独創性に重点を置かなかったところがあると思います。 日本語では、「学ぶ」というのは「真似る」というのと同義語だというのがあ りますから。自分の前の世代が獲得した知識体系の上に自分が獲得した知識 体系を積んでいく。それが人類の進歩 ですから、そういう意味では、学ぶと か真似るというのは必ずしも悪くはな い。ただ、今おっしゃった独走性は、 やはり真似だけではいけませんね。

今までは確かに他社や外国に学ぶというのが非常に強かったのですが、最近は少し変わりました。ヒット製品でも他社が追従しないという傾向がでてまいりました。他人のアイデア、あるいはコンセプトというのは尊重しようというムードになってきてますね。

熊谷: それはいいことですね。

岩本:日本もコンセプトを自分で生み出していこうということだと思います。 そのためには、ますます基礎研究をベースとする技術開発が重要になるわけです。我々もそう思って一生懸命に技術開発をしているのですが。

熊谷:確かに、企業の場合もいわゆる 独創性の高い仕事を常に心がけるとい うのが正しい方向でしょうね。独創的 な仕事といっても大きなものから簡単 な小さいものまでありましょうけれど も、いずれも技術の進歩には大事なも のですからね。



独創的研究の重要性を語りあう岩本雅民氏(左)と熊谷信昭理事長(右)



#### 岩本雅民氏

[三菱電機株式会社取締役技術開発本部副本部長] 1937年生まれ。60年東京大学工学部電気工学科 卒業。同年三菱電機株式会社に入社。90年に中央 研究所長。93年取締役に就任、現職となる。

入社以来、核融合プラズマ、電気機器の電磁特性等の研究のほか、MHD発電、磁気浮上式鉄道、磁気共鳴画像診断装置などの超電導研究に携わる。特に、超電導研究では世界最大級の発電機を開発するなど、超電導発電機の原理実証と基本技術の開発に大きく貢献。超電導応用技術の飛躍的進展に先導的役割を果たしたと国際的な評価を受けている。これらの先導的業績に対し、電気学会電気学術振興賞(進歩賞)、同電気学術振興賞(論文賞)、低温工学会大山記念論文賞、研究功績者表彰科学技術庁長電電力機器委員会超電導発電機日本委員などを歴任。

著書に「超電導エネルギー入門」など。

### 技術はまだ飽和していない

熊谷:より複雑で、より難しい方向ばかりを目指すのが良い研究、良い技術開発とは必ずしも言えません。根本を目指す良い研究というのはある意味で非常にシンプルなものですよ。発明・発見や法則・定理などにしても、非常に複雑な表現や説明をしないと表せないようなものは二流、三流で、超一流の法則や定理や発明・発見というのは大体簡単なものが多いですね。

岩本:なるほど。

熊谷:製品についても、一時期、いろんな技術の進歩で素人が使いにくいものが増えましたよね。例えば、いろんな機能を持ったディジタル時計などは、説明書がなくなると使い方がわからなくなってしまう。マニアでなければ使いこなせないようなものが沢山出てきました。家庭用の冷暖房装置などもみなりモコン操作に変わってきていますが、表示や操作が複雑でよくわからないものが多い。複雑な法則が上等な法

則でないのと同じように、誰でも簡単 に使えるというわけにはいかないよう な高級な製品は、結局あまり上等の製 品とはいえないのではないかと思うん ですが、いかがですか。

岩本:そうですね。リモコンの問題でも我々企業は反省をしております。一般には機能が多すぎると言われるんですが、私はそれは違うと思います。それはボタンが多すぎるとか選択肢が多すぎるということであって、本当は機能が足りないのだと思います。先程のお話のディジタル時計の例も技術が中途半端なのかもしれません。

熊各:なるほど。新しい製品の技術がまだ成熟していないということですね。 岩本:使いにくいというのは技術が足りないことだと我々は解釈しています。ですからエアコンでも、技術が進めば、座るだけでぴたりと温度が調節され、リモコンが無くてもいけるかもしれない。やっぱり使いやすいものというのは、本当は技術がいるんですよ。

熊谷:確かにそうですね。

岩本:センサで検出して、ある程度人間の気持ちも推定してくれて動くようになるというのが、おそらく21世紀になればできると思います。

熊谷:そうかも知れませんね。そうい うふうになれば成熟技術ということに なるんですよね。パソコンやワープロ でもそうですが、人間の方に熟練を求 める製品というのは、まだ技術的に未 成熟だということですね。

岩本:技術はこれからももっと進歩す るでしょう。例えば、半導体ではメガ ビットからギガビットへ、通信関係で もメガbpsからギガbpsやテラbpsまで いくでしょう。確実ですよ。技術がそ のように進歩していくことを考えます と、全くユーザーは習熟を要さない、 機械の方で人間に合わせてくれるとい う時代が来ると思います。

熊谷:ワープロで言えば、その前に立 ってポケットに両手を突っ込んだまま ただ話すだけで、たちまち文字となっ て表れてくるようにならないといけな い。電話にしてもライターぐらいの大 きさの小さい電話機になって、いつで も、どんな所からでも、世界中のどこ にでも電話ができ、しかも、話す相手 がフランスにいるフランス人なら、こ ちらが話す日本語は向こうにはフラン ス語となって聞こえ、向こうの話すフ ランス語はこちらには日本語となって 聞こえてくる。そういうのが電話とい うものの本当の成熟した姿だといえる のではないでしょうか。そのような自 動翻訳電話の研究なども含めて、先端 技術の代表のように言われている情報 通信関連の技術でも、成熟した技術に までもっていくにはまだまだ研究し、 開発していかなければならない研究課 題はいっぱいあるといえるのではない かと思います。

岩本: その意味で、技術はまだ飽和していないと思います。しかも、自動翻訳機能を持った電話機というのは、ニーズは必ずあるわけです。ただ、一生懸命挑戦はしておりますが、現在の技術ではやはり安くはできないわけです。もちろん安く作るというのも重要な技

術です。これからもっと技術を進歩さ せる必要がありますね。

## 人文・社会科学とも協同歩調で

熊谷: そのためには、これからは自然 科学系の技術だけでは不十分で、人文・ 社会科学系の人たちとも一緒にやって いかないといけませんね。例えば自動 翻訳電話でも、日本で「親が草葉の陰 で泣いている」というのは、英語では 「親が墓場で寝返りを打つ」と言うさ うですから、外国人が英語で「そんな ことをしたら親が墓場で寝返りを打つ よ」と言うのを、そのまま日本語に直 訳しても全く意味をなしません。そう なると、もう技術者だけではもたなら て、文科系の人の協力も含めた幅の広 い研究が必要になるでしょう。

岩本: そういえば、今まで、私どもも少し技術一辺倒のところがありました。これからはそういう文科系の知識も、技術として受けとめることが必要でしょうね。

熊谷:人間科学と言いますかね。例えば航空機や原子力発電などの安全性についても、技術的な側面からだけではなく、人間科学的、社会科学的な側面からも研究しないと本当に安全性や信頼性を限りなく100%に近づけていくことはできないでしょう。日本では、基礎研究というと先端科学技術の基礎となる研究という受けとり方をしますけれども、例えば数学の研究とか、人文・社会科学系の基礎的な研究も基礎研究

として全く同等に大事なんだということを、政治も、行政も、そして社会一般ももっとよく認識する必要があるのではないかという気がします。

岩本: そうですね。例えばソフトウェアというのは、単にコンピュータのプログラム技術ではなくて、文科系的な発想というか、芸術とか小説を書くような感じだと思います。

熊谷:そういう意味での創造のセンス がいるでしょうね。

岩本:ソフトウェアといいますと、私たちは数学を少し取り入れてコンピュータ・プログラムを作るというようになっていますが、そういうのがソフトウェアの行き詰まり感の原因ではないかと思います。

熊谷:確かに技術者では、0と1との 組み合わせのデジタル思考の範囲から なかなか出られないかもしれませんね。 岩本:これまで、日本では今までの古 い意味でのテクノロジーからソフトウ エアを攻めようとしているのが問題と いう気がします。

熊谷:ソフトウェアといえば、同じ機 能を持っていても、最後のデザインで グレードが全然違うものになりますね。 設計やデザインはどうされておられま すか。

岩本: 私どもでは、インダストリアルデザイン研究所を中心にやっております。そこでは私どもと発想が全く違います。彼らの方が実に発想力が豊かですね。その原因は、コンセプトをすぐにビジュアルにしてきますから彼らのスケッチ力かと思ったんですが、そう



熊谷信昭理事長

[側ひょうご科学技術創造協会理事長]

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)修了。58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究員。71年 大阪大学工学部教授となり、工学部長を経て85年 大阪大学総長に就任。91年から同大学名誉教授。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会名誉会員、レーザー学会特別 切精賞、電子通信学会業績賞、電子情報通信学会 功績賞、郵政大臣表彰、日本放送協会放送文化賞 など多数受賞。また、電子情報通信学会会長、国 立大学協会副会長などを歴任。

現在、科学技術会議議員のほか、各省庁の審議 会委員、理化学研究所相談役、光量子科学技術推 進会議会長、大阪府教育委員会委員長、励地球環 境センター理事長、㈱原子力安全システム研究所 社長など。

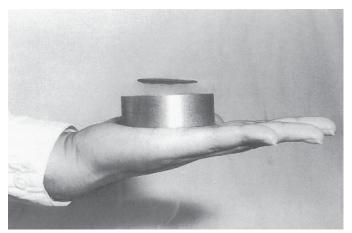
著書に「電磁気学基礎論」など多数。

じゃなくて発想そのものの違いですよ。 単にハードの設計だけではなくて、コンセプトづくり、いわゆる我々の言葉 でいう総合企画のようなこともデザイン研究所の方が得意ですね。我々技術 者は、彼らからもっと学ばないといけないと思います。彼らは芸術系の人で 技術者ではないのに、技術者以上の発 想をしてくれますからびっくりするんですよ。

態谷:なるほど。そういうのを取り入れて活かさないといけないでしょうね。 岩本:だんだんそこに価値が移っていますから。

### 21世紀を支える技術分野

熊谷:ところで、研究開発の責任者としては、やはり21世紀を支える技術分野についての展望を持って、研究開発体制を整えていかれていると思います。先ほどもお話にあった情報通信やエネルギー問題というのは、これからの人類にとって極めて重要な問題だと思いますが、どうお考えですか。



情報通信やエネルギー分野に大きな影響を与える超電導技術 (永久磁石の上で浮上する高温超電導体)

岩本:私ども電機メーカーから見ます と、重要な課題は2つあります。一つ はエネルギー・環境問題、もう一つは やはり情報通信です。そのうちエネル ギー・環境問題というのは、社会の基 盤を支えるものでGNPと比例して安 定的に伸びていくものだと思います。 もう一つの情報通信分野については、 半導体とデジタル技術が融合し大革命 を起こすという予感を持っております。 今も情報社会だと言っていますが、こ れはまだまだ序の口ですね。おそらく 21世紀にはコンドラチェフの第5波が 始まるはずです。それを支えるのが半 導体・デジタル技術による情報通信革 新だろうと思います。

熊谷:情報通信はこれからが本当の佳 境に入っていくところだとも表現でき るかと思いますね。ところで、情報通 信の方はこれからいろんな発展をする でしょうけれども、むしろエネルギー とか電力の方が革新的なブレークスル ーを必要としているのではないかとい う気もしますが。例えば、日本の場合、 現在原子力発電が全電力の約1/3をま かなっていますが、一般の人たちに反 原発の感情があったりしてなかなか難 しいですよね。

岩本:私どもも太陽電池とか核融合と かの開発をやっておりますが、なかな か時間がかかりますので、やはり原子 力が本命ではないかと思います。これ は議論のあるところですが、原子力に 情報通信技術が非常に多量に使われて、 余計な心配をしなくてすむようになる という感じを持っております。エネル

ギー・環境分野も小さな積み重ねでそ れなりに進歩していきますが、やはり 一番大きいのは情報通信分野からのイ ンパクトだと見ています。

熊谷:なるほど、そうかもしれません ね。私は今、原子力安全システム研究 所の仕事もしていますけれども、セン シングの技術とか、そこから得られた 情報の処理技術、制御技術など、おっ しゃるように情報通信の先端技術をフ ルに導入しないといけないでしょうね。 そういう意味では、情報通信とエネル ギーと環境の3つは、お互いにリンク した関係にあるように思います。

実際、バーチャル・リアリティの技 術で臨場感のある、違和感のないテレ ビ会議などが本当に広く使われるよう になれば、人間がいちいち移動しなく てもよくなりますね。今回も東京から お越しいただいていますが、貴重な時 間もそうですが、往復の電車やタクシ ーや新幹線などでエネルギーをいっぱ い使っているわけですから、そういう エネルギーをセーブする事になれば環 境への影響もそれだけ低減されますし to.

岩本:そういう意味で情報通信のイン パクトが非常に大きいですね。

### 独創的研究で人類史的貢献を

岩本:しかし、この重要な情報通信と いうのは、今、アメリカに負けている んですよ。我々、もう一度謙虚にアメ リカに学ばなければいかんと思ってい

ます。昭和30年代というのは本当に教 わりましたよね。それから、アメリカ も随分一生懸命教えてくれました、発 明でも何でも。

**熊谷**:そうです。本当に余裕のある超 大国でしたよね。

岩本:ところが、最近この情報通信分 野では、アメリカも日本に対して少し 厳しくなったと思いますが、我々の方 も学ぼうとする謙虚さを失っているの ではないかと思います。もちろん学ぶ というのは、真似るという悪い意味で はありませんけれども。

態谷:しかし、やっぱり学ぶというの は基本的には真似るということですか ら、真似をしてはできるだけ安く売っ て、もっぱらシェア拡大を図るという だけでは、やはり諸外国から敬愛され る国にはなりませんよね。

岩本:それではこの情報通信分野で対 等になるといいますか、充分な競争力 をもてるようにするためには、まず自 らの基礎研究をということでしょうか。 熊谷:やはり、おっしゃるように基礎 研究、というよりも独創的研究といい ますか、その推進だと思います。例え ば、LSIで日本がアメリカを陵駕し て世界一だとかいっても、厳しい言い 方をすればメモリーの分野だけの話で あって、これはあまり独創的な知恵は いらない分野なんですね。日本で生ま れて世界に通用しているソフトなんか もまずないわけだし、結局一番肝心な ところはやっぱりずっと負けていたわ けです。確かに、「謙虚さがなかった」 とおっしゃるのは技術者として大変に



重い言葉だし、我々も反省しないとい けないことだと思います。

岩本:それからコンセプト、さらにマ ーケットの問題もあります。アメリカ はマーケットを切り拓いてますよね。 私はその辺に少し危機感を持っていま す。

熊谷:かつてのイギリスが、次にアメ リカが、それまで世界に無かったもの を最初に先頭をきって開発しながら、 文明社会の建設に人類史的な貢献をし てきたわけです。日本はかつてのイギ リス、かつてのアメリカのような文明 史的、人類史的な貢献がまだまだ乏し いといえるでしょう。

岩本:底が浅い、まだ積み上げが足り ないというような感じですね。

熊谷:そう思います。エネルギー、環 境、情報通信のほかに、私は21世紀は 「ヒト」が中心課題になる世紀だと思 っていますので医学・生命科学を加え た 4 つが21世紀の 4 大テーマとなるで あろうと考えています。情報通信と生 命科学とエネルギーの3つはお互い関 連していて、さらにそれら全体で環境 と関連するでしょうから、要するに21 世紀の科学技術の基本の柱というのは、 情報通信とエネルギーと生命科学の3

つの分野だろうと思いますね。これら の分野での日本の人類史的、世界史的 な貢献が是非必要だと思います。

## 楽しみな兵庫県の科学技術

熊谷:最後に、私どもの協会にご期待 やご助言がございましたら。

岩本:協会が実施しておられる研究助 成、これはよい制度ですね。企業も助 成対象になっておりまして、ありがた いですよ。兵庫県は科学技術を非常に 重視しておられる。

熊谷: 貝原知事の県政の基本理念が本 当に良いと思いますね。

岩本:21世紀の我々の豊かな生活を支 えるのは、やはり科学技術です。三菱 電機は、兵庫県下に8工場、8研究所 があるいわば地元企業です。その科学 技術を、地元で、振興していただける のは本当に良いと思います。個人的に も、私は兵庫県に30年住んでおりまし た。幾つかいただいた賞の中で、やっ ぱり兵庫県から科学賞をいただいた時 が一番嬉しかったですね。

それから、県は研究開発回廊と情報 通信回廊という2つ構想を進めておら れますね。これから伸びる情報通信分 野と研究開発、それをピシッとやられ る。それからSPring-8というのがあり ますから、光を中心に。その二つをジ ョイントした明確なビジョンをお作り になっている。もちろんそれらは地域 づくりや産業振興に役立つでしょうが、 それにも増して今の若い人の理工系離 れを予防するのが、情報通信回廊とか あるいは研究開発回廊とか、そういう ものなんだと思います。特に播磨科学 公園都市などは、研究者だけではなく てみんなが遊びに行けるような所にな ればいいと思いますね。

熊谷:おっしゃるように若い人や子供 達が遊びに行きたくなるような、知的な 刺激のあるゾーンになると良いですね。 岩本:兵庫県というのは先進地域とい うか、非常に先取りしておられると思 います。しかもそれが我々にはない、 本当のビジョンを描いておられること に感心するんですよ。

熊谷:東京に移られてますます大事な お仕事をなさるんですけれども、これ からもいろいろとご指導・ご助言をい ただきたいと思います。本日はお忙し い中を本当にありがとうございました。

# センター・オブ・

## 新たな挑戦一

#### ●対談者

塩見 正氏

財ひょうご科学技術創造協会 理事長

熊谷 信昭氏

熊谷:塩見さんは、郵政省の通信総合 研究所に入られてから今日まで、どう いうご研究に携わってこられたのです か

塩見: 当時は電波研究所という名称で したが、その鹿島支所に入りました。 鹿島支所というのは、昭和39年にでき て宇宙通信の研究を始めていたわけで す。私が入った47年には、日米間の衛 星中継実験は既に終わっていたんです が、電離層を観測する計画が進んでお りました。カナダの観測衛星が回って いましたし、日本でも電離層観測衛星 「うめ」の打上げ計画が進んでいまし た。そういう観測衛星に指令電波を送 り観測データを受信する地上施設が、 鹿島にかなりできつつあるような状況 でしたので、私自身は、電離層観測衛 星の管制施設の整備やそれを用いたカ ナダの衛星のデータ受信などをしばら く担当しておりました。

#### 日本の衛星技術の先駆けに

塩見: その後、日本もいよいよ自前の 静止衛星をやるんだということで、電 波研究所として静止衛星を使った通信 や放送システムの研究にも乗り出すこ とになりました。私はちょうど衛星の 管制のグループに入っていたものです から、静止衛星をコントロールする技 術を習得することから始めました。

その当時、NASAが打ち上げた静 止衛星であるATS-1(応用技術衛星 1号)を使って、その衛星をコントロールすることを始めたわけです。そのために、アメリカからATS-1のコントロール装置を日本に借りてきました。多分49年頃だったと思います。装置自体は非常に古くて結構くたびれたもので、コードが切れてたり直流電源がよく故障したりでいろいろ苦労しましたが、基本的な機能はちゃんと生きていました。

熊谷:よく日本にそういう装置を貸してくれましたね。そのころはまだ先端技術の研究開発競争で日米間の関係が 鷹揚だったのかな。

塩見:応用技術衛星については、既に 通信実験や衛星の測距で日米の協力の 実績があったからでしょう。

赤道上36,000kmの所の衛星をコントロールするには、まずその軌道とか姿勢の計算をしないといけない。そして、その軌道は、3点測量の要領で、例えばアメリカ、日本、オーストラリア、それぞれからの距離を計って決めるわけです。そのために、鹿島支所は、41年のATS-1打ち上げ以来ずっと協力してきていました。それからATS-1はもともと実験衛星ですから、日本としては衛星の管制も実験的にやりたいということで、NASA側との協議を経てこの管制実験が始まりました。

熊谷:日本ではまだ未踏の最先端技術 でしたから、いろいろご苦労も多かっ たでしょうが、また逆にそれなりのお もしろさというものもおありでしたで しょうね。

一国立研究所の夢と

塩見:いろいろありましたね。ATS - 1の軌道位置をコントロールするた めに、段々ずれてくる衛星軌道を、ガ スジェットを噴射して修正するのもそ のうちの1つです。このATS-1は、 衛星自身がその場でクルクルと自転す ることで安定していますので、そのジ エットを噴かす時は、回転の同じ所で パッと出さないととんでもないことに なります。それで衛星の自転に合わせ て、パルス的にパッ、パッと噴かすわ けです。衛星には太陽センサーが積ん であって、衛星がくるくる回りながら 太陽が見えると信号をパッと出す。そ れで衛星の回転がわかるので、それに 地上の装置のタイミングを合わせるわ けです。ところが、装置が古くて同期 をとるのに職人技がいる。それに、何 せ寿命が尽きかかった衛星でしたから、 ガスジェットといってもガスタンクは 殆ど空なんですよ。本来なら数回で良 いのが何十回もガスを噴かさないとい けないから、時間がかかる。その間に 装置の同期がはずれてもいけないので す。そういうことで、とにかく微妙な タッチが勝負でしたね。

**熊谷**:しかし、そういうことが今の通 信衛星などの技術につながってきたわ けですね。

塩見:そうです。そういう技術が昭和52年に打ち上げられた「さくら」、つまり日本の最初の実験用静止衛星であるCS(通信衛星)やその後のBS(放送衛星)の計画につながっていったわけです。そして、現在実用化されている日本の多くの静止衛星の技術開発の先駆けになっていると思います。

## 静止衛星とVLBI

塩見:それから、その頃鹿島支所では VLBI(超長基線電波干渉計)の研究 開発も非常に盛んに進めていました。

これは、電波研究から生まれた新し い分野で、宇宙の電波源の構造を分析 したり、大陸間の距離を非常に精密に 計れるような計測技術です。非常に遠 くの電波星からくる電波を、例えば目 本とアメリカで受けてそのノイズを調 べると、受ける位置が違うのでノイズ の片方は遅れて受信される。その遅れ をナノセカンドのレベルで非常に精密 に計ります。地球は自転していますか ら、その遅れはどんどん変わってきま す。そういうデータから日米のアンテ ナの距離や基線の向きなどが分かる。 鹿島には、もともと衛星通信用の直径 30mの巨大なアンテナがありましたか ら、電波天文学者がそれに目をつけて 使いに来ていましたし、研究所の中に も電波天文の研究グループがいて、V LBIの研究を始めていたんです。

私もそれに興味があって、それで静 止衛星の軌道を正確に計る予備実験も 始めておりました。アメリカのJPL (ジェット推進研究所)に行ったのはそ の関係もあります。

熊谷:JPLには何年ごろおられたんですか。

塩見: JPLに行ったのは、昭和57年です。 JPLは、NASAの深宇宙のプロジェクトを一手に引き受けていて、木星や土星まで飛ばした衛星の位置を非常に正確に決めて航行制御を行う技

術についても、常に新しい開発や試みを行っていました。この軌道を正確に決めることは大変で、遠くになるとなかなか決まらない。衛星までの距離は、電波を送って、トランスポンダー(中継器)で折り返してきた時間から計れます。けれども、直線距離だけでは衛星の位置は決まらなくて、角度に相当するデータが必要です。それで、電波が来る方向、即ち角度に非常にセンシティブな計測方法であるVLBIが役に立つわけです。当時JPLでは、深宇宙の衛星をVLBI的なテクニックで計測する研究も盛んに行っていました。

エクセレンスをめざして

私たちはそれが静止衛星にも適用で きるだろうと考え、JPLと共同で、静 止衛星にVLBIを適用した実験をやり ました。その辺もなかなか面白い実験 でしたね。

熊谷:かなりいろいろなビッグプロジェクトに参画されたわけですね。

塩見:ですから、私自身のバックグラウンドは、ある専門に深く分け入って研究するというより、ビッグプロジェクトといいますか、総合的な実験計画などに結構長く関わってきたということですね。

#### 21世紀を支える情報通信技術

熊谷:ところで、これまで塩見さんが 携わってこられた情報通信分野という のは大変重要な分野ですね。



関西では基礎研究をと熱っぽく語る塩見正氏(左)と能谷信昭理事長(右)



塩見 正氏

1948年生まれ。72年京都大学大学院修士課程 (電子工学)修了。同年郵政省電波研究所(現通信 総合研究所)に入所。82年米国ジェット推進研究 所に留学、87年宇宙技術研究室長、89年企画課長 を経て、91年関西先端研究センター長(関西支所 長)に就任。94年7月から総合通信部長。

入所以来、人工衛星の管制、超長基線電波干渉計による高精度軌道測定、人工衛星による精密測位、衛星間通信システムの研究など一貫して衛星利用技術の基盤的研究に携わる。

この間、静止衛星の高精度軌道測定などに関する数多くの国際共同実験や技術試験衛星(きく6号)による衛星間通信システムの開発などに大きく貢献。

特に、米国の応用技術衛星や実験用通信衛星 (さくら)による我が国初の静止衛星管制実験を 通じて、日本の静止衛星利用の基盤技術を確立し、 郵政大臣表彰などを受賞。

かつて、フランスのディスカールデスタン大統領が、情報通信システムの基盤整備を国家計画の最重要施策と位置づけて、国を挙げてその推進に取り組むべく大号令をかけました。これはミッテラン政権にも引き継がれた有名なテレマティーク計画と呼ばれているものですね。

また近くは、アメリカのクリントン 政権が情報スーパーハイウエイ構想を、 これも国家的プロジェクトとして提唱 しています。

いずれも高度な情報通信ネットワークの基盤整備が、自分の国の発展や活性化を図る上でも、国際社会における競争力や主導権を確保する上でも、基本的に最も重要な決め手となるものであるという認識に立っているわけです。塩見:確かに、情報通信システムがこれからの社会のキーとなる非常に重要なインフラであるということは、だれしも認めているところですね。

熊谷:日本でも、郵政省の電気通信審議会が、さる5月31日に「21世紀の知的社会への改革に向けて」と題する答申書を郵政大臣に提出して、マルチメディア社会の到来に向けて、2010年までに光ファイバー網を中心とする画期

的な情報通信基盤を全国的に整備すべ きであるという具申をしております。

内閣総理大臣を議長とする科学技術 会議でも、6月20日に、その下部組織 である政策委員会から、「研究領域や 所属の枠を超えた研究機関の間を結ぶ 研究情報ネットワークを早急に整備し て、これを海外の同種のネットワーク とも接続し、学術研究の情報流通面で 国際的な役割を果たすとともに、研究 情報の流通面におけるアジアのハブと なることを目指すべきある」という趣 旨の提言を受けています。

このような構想を実現していくためには、これからも数多くの課題を解決しなければならないわけですが、その決め手となるポイントは資金調達と技術開発ですね。

塩見さんがいらっしゃる郵政省の通信総合研究所というのは、日本で唯一の通信技術に関する国立の研究所ですから、担われる役割は本当に重要なものだと思います。この通信総合研究所の特徴は、どういうところにあるのでしょうか。

塩見:そうですね。通信総合研究所というのは、100年程前の通信省電気試験所が母体なんです。その後、いろいろな変遷があって、昭和27年に電波研究所になりました。現在の通信総合研究所になったのは昭和63年です。

熊谷:電波研究所からの名称変更ですね。塩見:名称変更ですが、いわゆる所掌も変えています。それまでは電波研究所はいわば無線の通信関係の研究が主体で、NTTが有線のネットワークに関する技術開発をしてきたわけです。ところが、昭和60年にNTTが民営化されましたので、国の研究所としては、有線のネットワーク関係の研究もやらなければいけないということで、それを新たに加えたわけです。

## 常に新しい研究分野に挑戦

塩見:電波研究所時代には、ベーシッ

クなサイエンスもかなり研究しています。例えば、短波の国際通信をするためには電離層の状態を調べなければいけないということで、地球の上層大気のサイエンスに直結した研究も進めていたわけです。

それから、さらに広く太陽地球間を 対象とした宇宙科学とか、すぐには通 信に使えないと思われていたミリ波や 光などの新しい電波領域の研究もやっ てきています。

さらには、先ほどの宇宙通信ですね。 東京オリンピックの頃に、実際に衛星 を使った日米間のテレビの衛星中継の 実験をアメリカと始めて、宇宙技術に よる通信システムの研究にも踏み出し たわけです。

熊谷:なるほど。

塩見:それとパラレルにVLBI。これを、日米間だけでなく、中国やヨーロッパを含めた国際プロジェクトとして大きく発展させてきました。

さらには、ミリ波や光を使ったリモートセンシング。地上のみならず宇宙技術も使って地球環境を計測する研究です。日本の地球観測衛星もNASDA(宇宙開発事業団)から打ち上げられていますが、アメリカやヨーロッパとの協力もかなりやっています。最近では、熱帯地域の雨量を計る衛星(熱帯降雨観測衛星)で、私どもの研究所とNASDAで開発した降雨レーダーを、アメリカの衛星に載せて日本のロケットで打ち上げるという計画があります。

それから、国の機関ということで、 ルーチン的な行政に直結する研究。例 えば、時刻や周波数の標準のキープ、 無線機器の型式検定に関する試験法な ども研究しているわけです。さらに、 ITU(国際電気通信連合)のいろんな 専門会合などでの国際貢献も果たして います。

熊谷:非常に幅広い分野をカバーされ てますね。

**塩見:**本当に幅広いと思います。ただ、 非常に幅は広いですが、なかなか安住 できるような研究分野はありません。 電気・通信関係は、NTTやKDD、 NHKがあり、また民間の力も非常に 強い。そういう中で、国の研究機関と して何を研究すべきかという問題に常 に直面してきたわけです。それで、い つも新しい分野を開拓して挑戦してい かなければいけない。常にそういう運 命にあったわけです。

ですから、電離層がどうという電波 物理関係には非常に大きく寄与してい るわけですが、それでいつまでもやっ ていけるわけはないということで、宇 宙通信の分野などへ幅広く展開してき たのだと思います。

熊谷:確かに、まさに日本が期待され てる基礎研究、サイエンスの分野での 世界的貢献という意味でも、その重要 な一翼を担っておられると思います。

アメリカのAT&Tのベル研究所は 世界的な電気通信の研究のメッカです が、そこでアンテナの研究をしていて、 結果として、宇宙背景放射の観測とい う天文学の分野での貢献でノーベル物 理学賞の受賞につながったという例も あります。

塩見:A.A.ペンジアスさんですね。 熊谷:そうです。私も通信総合研究所 の顧問を拝命している立場から、通信 総合研究所が実際の電気通信の先端的 な研究と同時に、結果としてそういう サイエンスの分野にまでつながるよう な研究でも世界的貢献をされることを 期待しています。

### 関西では基礎研究を

熊谷:特に、今取り組んでおられる先端的な「電気通信フロンティア研究」ですが、これは昭和61年ごろに郵政省の中で検討が始まって、62年ごろからその研究プロジェクトを具体的に検討する委員会が発足しました。私は今でもその委員長を拝命しておりますが、その委員会で抽出された研究プロジェクトの先端研究を、関西に新しく研究所をつくってそこでやろうということ

になったわけですね。

塩見:そうですね。我々が関西に先端 研究センターをつくったのは、やはの やの をこで独自 ということですね。基礎研究は、学術・最近 とですね。基礎研究は、同時に最いを とく深い基盤があり、同時に最いでは新しい文化学術研究都市の野などで エクトが進み、またバイオ分野などで エクトが進み、またバイオ分野などで おいいということもあり、またを東難 がいいということもありなかなかない。そういったことで、関西というが しい地に、関西先端研究センターができたわけです。

**熊谷**:塩見さんはその研究センターの 第2代の所長として、新しいセンター の建物を作られるなど内容の拡充に非 常に力を尽くされましたね。この関西 先端研究センターの将来として、どう いうことを目指しておられますか。

塩見:今は第1段階の60人ぐらいの規模になりましたが、やはりまだ少し組織が小さいものですから、次は100人にしたいと思っています。そして、いずれは基礎研究所として独立させたいなというのが、我々の一つの願いなんです。この関西先端研究センターを、基礎研究所としてもう少し立派なものにしたい、まずは今の倍ぐらいの規模にしたいですね。

能谷:いいことですね。この研究所ができたことを、我々関西にいる名達は非常に喜んでいます。関西は、西にこの関西先端研究センターがあり、東には京阪奈にATR(国際電気通信基礎技術研究所)があります。そのATRに隣接してNTTのコミュニケーション科学研究所という、やはり非常に基礎的な研究部門を担当する新しい研究所が作られました。

## 関西の長所と短所

熊谷:基礎研究をするには、関西というのは良いところでしょうね。



熊谷信昭理事長

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)修了。58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究員。71年 大阪大学工学部教授となり、学生部長、工学部長 を経て85年大阪大学総長に就任。91年同大学名誉 教授。93年から科学技術会議議員。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会名誉員 (フェロー)、レーザー学会特別功績賞、電子通信学会業績賞、電子情報通信学会功績賞、郵政大臣表彰、日本放送協会放送文化賞など多数受賞。また、電子情報通信学会会長、国立大学協会副会長などを歴任。

現在、科学技術会議議員のほか、各省庁の審議 会委員、郵政省通信総合研究所顧問、理化学研究 所相談役、光量子科学技術推進会議会長、大阪府 教育委員会委員長、財地球環境センター理事長、 ㈱原子力安全システム研究所社長など。

著書に「電磁気学基礎論」(電子情報通信学会 著述賞受賞)など多数。

例えば、東京周辺にいますと、大学や研究所の働き盛りの研究者がいろんな省庁の審議会などのメンバーにさせられて、その仕事で非常に時間をとられています。あれでは落ち着いて基礎研究をする時間がないのではないかと思うほどです。基礎研究をするには、政治や行政の中心から離れているというのは、案外良い面もあるんですよね。塩見:そう思いますね。基礎研究は、1年や2年とかの短い時間で勝負がつくようなもんではないと思います。非常に長い、相当の決意がないといけないのではないでしょうか。

熊谷:おっしゃるとおりですね。

塩見:今、日本では科学技術を重視する風潮ができてきましたが、まだ産業政策や経済政策にとらわれていると思います。ところが、技術貿易は入超ですから、日本の技術は貿易ほど強くはない。だから、自前の技術、自前の科学をちゃんと持つということに相当腰を据えることが必要です。そのためには、政治的な都合や産業政策の都合に合わせてということだけでは大変です。

関西というのは、もうちょっと長い目で物が見れるところだと思いますので、本当に長い目でグローバルな視点

から何が大事かということを考えることがやっぱり必要だと思っています。 関西というのは、そういう意味で非常 に良いところですね。

熊谷:そうですね。

塩見:しかし、「井の中の蛙」になっ てはいけない。関西は、やはり人や情 報が少ないですね。学会の活動などを 見ますと1~2割です。例えば、我々 に関係ある電子情報通信学会、応用物 理学会、あるいは情報処理学会などの いろんな活動は、6割ぐらいは関東で 行われています。関西では1~2割。 会員も大体6割対2割。ですから、う かうかしていると取り残されてしまう。 何も東京だけを見ていなくてもよいけ れども、グローバルに、表面に見えな いところで進んでいるような世界のい ろんな動きもしっかり見てやるという 心構え、それが関西ではどうしても必 要ではないかと思います。

めざすはセンター・オブ・エクセレンス

20

熊谷:おっしゃるとおりですね。確か

に学会関係の活動は東京が多いですからね。だから、情報の収集というのは絶対に必要で、これがなければいけません。そして、だんだん関西が情報のソース、つまり発信源になっていくと自動的に国の内外から関西に人が集まってくるでしょうし、そうなると結果として世界中の新しい情報をキャッチしたり、新しい動きをよく見ることができるようになるという良い循環になるのですね。

塩見:それから、我々の基礎研究の面からいうと、結局人材なんですね。いろんな問題がありますが、優秀な人材がどれだけ来てくれるかが、大変大事なポイントだと思います。良い人材がいて良い仕事をしていれば、やっぱり自然にまた良い人材が寄って来るという関係があります。研究所というのは、そういうふうに持っていかなければいけない。そして、東京だけでなく、アジアからでもヨーロッパからでも、本当にいろんなところから、「あそこはよい研究所だ、行って少し仕事をしてみたい」というようになることが大事だと思います。最近よく言われてるC

OE(センター・オブ・エクセレンス) というものでしょうが、そういうのが 一つの目指すところだと思います。

熊谷:そうですね。

#### 研究予算の使途に弾力性を

塩見:しかし、そうなるには、まだまだ問題がいろいろあります。もともと 国の研究機関ですから、やはり官僚組織を運営するしくみで運営されています。その結果、研究所としてはやりにくいことがいっぱいあります。

特に、研究資金や人材の問題ですね。 日本では知識というものに対する価値 観ができていない。だから、大蔵省で も文部省でも、ハードに対しては予算 をつけてくれますが、いわゆるソフト についての予算は認めてくれない。

研究資金の問題では、例えば海外旅費ですね。優秀な研究だと、国際的な場でどんどん発表するのが絶対必要なことですが、その旅費が非常に少なく、数年に一度外国に行けるかどうかの程度です。これは全くおかしなことで、もう少し柔軟に使えるお金の枠があればと思います。例えば、当初予算で認められた装置の購入をやめてでもそれで1~2回ヨーロッパなりアメリカに研究発表に行くことに使いたいと思っても、そのように予算の使途を変えることができない。そういうことから、ひょうご科学技術創造協会の助成は大変役に立っているわけです。

熊谷:国立大学でも、まさにその悩み をずっと経験してきました。外国の国 際学会へ行く旅費などは事実上国から は出ませんしね。確かに、実験装置を 買ったりするのは文部省の科学研究費 などでもできます。だから、国際学会 へ参加するための旅費とか、外国から 極めて優秀な人を招くときに、なるべ く使途の規制を外した、できるだけ自 由に使える資金を助成するようなこと が必要ですね。私どものような支援財 団でも、お金が活きて使われて、研究 が本当に実質的に有効に進むような、 そういう弾力的支援ができるようにし ないと存在意義が薄くなりますね。

塩見:しかし、受け取る側の国立研究 所にも問題があります。研究助成金な どは、国庫会計の中へきちんと受け入 れなさいということになっています。 そして、その分は大蔵省の予算のシー リング枠の中に勘定に入れて、他から もらった分は大蔵省から出さないよと いうように基本的になっています。

熊谷:おかしなことですね。



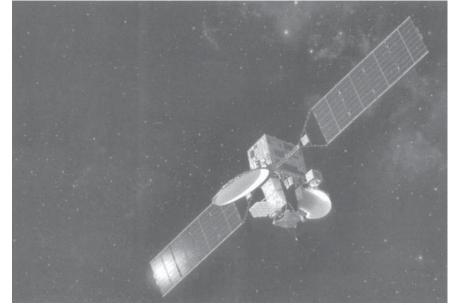
塩見:それから、人材を確保するのは研究所にとっては一番大事なことで、我々は優秀な研究者の中途採用をどんどん進めていますが、国の研究所に余所から移ると損をするという実態があります。同じ国の機関からでも、途中で移ると給料が下がることが多い。人事院の規則に則って運用すると、結局損になってしまうことが多いんですよ。また、もともと給料が高い大手企業からですと、当然下がる。

熊谷:相当下がるでしょうね。

塩見:程度は別にしても必ず下がる。 そうすると、優秀な研究者でも、30代 ぐらいになるといろいろ生活の問題が でてきますのでかなり考えてしまうと いうことがありますね。本当に優秀な 人材なら給料を倍にしてでも雇うとい うようなことが本当は必要ですが、そ ういうことはまだまだできない。

熊谷:まだできませんね。

塩見:終身雇用ですから、お金をかけてでも人を移動させるという考え方がないのだと思います。でも、我々の研究所のカルチャーというのは、一度雇用した研究者をそのまま定年まで働かせるということではなくて、一番脂ののった研究者にどんどん働いてもらったの人が一定の仕事してどこか余所に移りたいならどんどん移ってもらったら良いではないかということなん



通信総合研究所が衛星開発に携わった「きく6号」

です。

熊谷:雇う方も、一度雇った人はもう 定年まで辞めさせられないし、本人も 辞めないという前提ですからね。定員 自体の増減も、なかなか増やせないと いうこともありますから、非常に窮屈 ですよね。

塩見:フェローシップというのは、そういう厳密な定員管理に対しては良いですね。例えば、科学技術庁などに、大学院の博士課程を修了した人を定員外で受け入れるという制度があります。科学技術庁がそういう人を30万円ぐらいの月給で雇い、それで、どこかの国立研究機関で3年以下の任期で働いてもらいましょうというわけです。

そういうシステムがもっといろいろできると、それを使って若手の研究者を十分な手当で雇うことができます。定員は厳しく管理されていますが、定員外ですので関係ない。それで、例に当分ぐらいが定員の職にいるけれをも、それと同数ぐらいの定員外で雇い入れたアメリカにはそういうのが多いんですが、そういうふうにできると思います。定員に関する法律をすぐり方で実際上研究所がより活動しやすいようにすることはできます。

熊谷:日本学術振興会にもそういう制度がありますね。大学で若手の人材を確保するために、今は席がないけれども大学の博士課程を修了したような人

を1年とか2年程度大学に残して研究 を続けさせる。期間も短いし、金額も 正式に就職した人に比べれば少ないか もしれませんが。

塩見:ちょっと少ないと思いますけど、 日本学術振興会の制度も、昔に比べて かなりよくなってますね。

熊谷:よくなってます。金額も増えて ますし、人数も増えてますしね。そう いう努力は国側もしていますが、まだ まだ質、量ともに十分には充実してい ないですね。

塩見:確かに国の制度もいろいろ良くはなってきていますが、研究資金にしても、現在はまだ研究所の運営には向いてないような枠組みで運営されています。先ほどのCOEとなっていくためには、先端的な研究の実績をどんどんあげていくめにも、そういうシステムを少し変えないといけない時期にあると思います。

塩見:科学技術会議の議員をされている熊谷先生に、この際聞いていただき たいことがいろいろ出てきました。

熊各:今日は、我々が科学技術の振興 を進める上で重要な問題点をいろいろ ご指摘いただき、大変参考になりまし た。塩見さんのお話しになったことは まさに現在の日本の研究機関が抱えて いる問題だと思います。どうもありが とうございました。



VLBIの国際共同実験などに使用されている34m電波望遠鏡(鹿島宇宙通信センター)

※塩見正氏は(独)情報通信研究機構理事などを歴任。



# 円高を克服する

一進取の地、

# 研究開発マインド

## 神戸からの新たな挑戦一

#### ●対談者

㈱神戸製鋼所 常務取締役 技術開発本部長

山口 喜弘氏

関ひょうご科学技術創造協会 理事長

熊谷 信昭氏

熊谷:山口さんは、大阪大学工学部の 精密工学科のご卒業ですね。卒業研究 はどんなテーマでしたか。

山口:ピアノ線の疲労強度の研究です。 **熊谷**: 実用面でのご研究ですか。

山口:そうです。私は学部の卒業です ので、それほど深い研究をしたわけで はありませんが、精密工学科では、材 料物性とか電気回路とか物理系のとこ ろにも及ぶような幅広い勉強をさせて もらったという感じです。そういえば、 卒業研究と神戸製鋼とは関係がありま すね。

**能谷**: それで神戸製鋼を就職先に選ば れたわけですか。

山口:神戸製鋼に親近感がありました し、ずっと兵庫県で暮らしておりまし たから。会社に入りましたら、機械系 は設計部門に行くのが普通ですが、私 の場合は、当時できたばかりの中央研 究所に配属になりました。

熊谷:なるほど。

山口: それ以来、材料工学と機械工学 との境界領域の研究をしてきました。

### 開拓者の苦難が今は研究者冥利に

熊谷: 今までいろんな研究開発部門で ご苦労を重ねられ、大変だったという 思い出をお持ちでしょうが、一方、う まくいった、嬉しかったというような ご記憶もおありでしょう。特に強く印 象に残っている思い出が幾つかおあり だと思いますが。

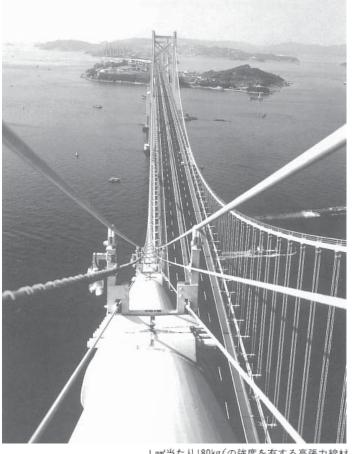
山口:そうですね。私は、会社に入っ た当座、二つの大きい分野に関係いた しました。

一つは、超高 圧下で材料がど う挙動するかと いうかなりベー シックな研究で す。ノーベル賞 受賞者のアメリ カのブリッジマン 博士が、"THE PHYSICS OF HIGH PRES-SURE"という 立派な本を書か れ、高圧下で色 々の材料の物理 的性質や機械的 性質がこう変わ る、状態はこう だとかいう先駆 的な研究を紹介 されました。そ ういうものが日 本に知らされた ばかりで、非常 に夢がありそう に見えたんです。

例えば、彼の

本には、高圧下では大理石が壊れなく て伸びると書いてある。そうすると、 非常に脆い金属材料も高圧下では非常 に延性を持つだろう。そして実際の工 業的な用途に使えるのではと考え、高 温高圧下で材料がどう挙動するかとい う研究をしておりました。また、その 延長として、1万気圧とか1万5千気 圧とかの超高圧を用いて材料を加工す るという研究をやりました。

熊谷:なるほど。おもしろそうですね。



Imm\*当たり180kgfの強度を有する高張力線材

山口: それで、世の中にないプロセス の実用化ということで、共同研究者と 一緒に随分苦労しまして、日本で初め て商業的な設備、プロセスにすること ができたと思っております。それに大 変時間がかかりましたし、その装置を 使って確かに各種の難しい材料が作れ ましたが、そのアプリケーションに苦 労した思いがありますね。

**熊谷**:開拓者の苦労というものですね。 山口:超電導の多芯線というのがあり

ますね。アルミニウムや銅マトリック スの中に、ニオブ 3 スズ (Nb<sub>3</sub>Sn) や ニオブチタン (NbTi) などの超電導 の非常に細かい 3 ミクロンぐらいのフ ィラメントをたくさん埋め込んで、磁 場の安定化を図る。そういう加工に、 開発したそのプロセスが今でも使われ ております。随分時間がかかったけれ ども役に立っている。そういうのが一 つの思い出ですね。

熊谷:研究者冥利につきるお話ですね。 山口:もう一つは、1960~70年代の高 度成長期に、その牽引力となった重化 学工業、製鉄業などが非常に伸長して、 その10年間ぐらいで粗鋼生産が1千万 トンから1億トン、今に近い量まで伸 びましたが、そのまっただ中に、若い 頃にいささかでも参画できたことです

熊谷:なるほど。

山口::圧延とかといった大量生産型 の加工プロセスに関係しました。プロ セスそのものは、古典的なプロセスで すが、どんどん生産性が上がる。しか も、大量生産でありながらどんどん品 質が高度化する。最初は長手方向の板 厚を制御する。その次は、例えば平坦 度。まだらに圧延するとでこぼこの板 ができますので、幅方向に一様に変形 するように制御する必要がある。さら に、そういう形態だけではなくて、表 面が良くなくてはいけない。その次は、 加工と熱履歴を制御して材質を制御す る。それも大量に生産する中で正確に やっていくとなると、非常に巨大な技 術パッケージが必要になります。私ど もがやったのはほんの一部ですが、例 えばその圧延の種々の力学的な解析と

か最適化、あるいは計算機制御のため のモデリング、そんなところに参画し たというのが思い出です。

#### 神戸には昔から進取の気性が

熊谷:私も工学系の出身で、色々な技 術の発展を見てきました。私の専門は エレクトロニクスとか通信工学ですけ れども、その経験から、あらゆる技術 の進歩の最後の決め手は材料だという 信念を持っています。ですから、材料 に関わる仕事をしておられるのは、本 当に工学の根幹に関わる仕事をしてお られることだと思いますね。

神戸製鋼はそういう材料関係のお仕 事が中心で、しかも、特に研究開発マ インドの高い企業だと認識しておりま すが、その神戸製鋼の研究開発という ものに、何か特徴的なものがあると考 えておられますか。

山口: そうですね。一つは、会社の成 り立ちではないでしょうか。神戸製鋼 は1905年創立ですが、生まれが鋳鍛鋼 なんです。圧延鋼材ではなく鋳鍛鋼で すので、それを削ればすぐ部品になり ますし、組み合わせれば機械になる。 それで、創立後まもなくにはもう機械 を製造販売しておりました。その後、 種々の機械設備、線材・棒鋼などの圧 延鋼材や伸銅品、アルミ製品にいたる まで終戦までには、そういうものを広 く事業展開しておりました。ある程度 生まれからそういう多角化、ダイバー シフィケーションとでもいいますか、 そういうことについての抵抗がない。 そういうマインドが強かったのかなと。 熊谷:なるほど。

た研究所ですね。

山口:それと、摩耶山の麓に浅田基礎 研究所が1969年に開設されました。 熊谷: 有名な浅田常三郎先生のおられ

山口:はい、初代所長ですね。中央研 究所もそうですが、その浅田研究所の 当時のテーマの一つが「極限状態への 挑戦」でした。先ほど申しました超高 圧関係、極低温、それから金属材料系 では超高純度化。また、その極低温の 関係で間もなく超電導がテーマになっ ています。

これは神戸という土地柄なんでしょ うか。新しいもの好きというか、新し いものに突き進んでいこうという気性 は、昔からあったのかなと思います。 熊谷: 浅田常三郎先生は阪大理学部の 物理の先生で、レーダーとか電波機器 などの研究もしておられたと思います。 浅田研究所ではエレクトロニクス分野 も研究しておられたんですか。

山口:はい。最初はやはり検知計測で、 センサーとか計測器から入ってまいり ました。それと、機能薄膜。特に電子 用途の機能薄膜に対する基礎研究を始 めていました。

熊谷: それでは前からいろいろ多角的 に、物性に関連するいろんな研究をし ておられたわけですね。

山口: そうです。それと新しい金属へ の展開としては、1954年頃からだと思 いますが、日本で最初にチタンの工業 化を始めました。おそらく鉄を経験し、 アルミや銅を経験して、次は非常に強 度と耐食性の優れた軽い金属が役に立 つだろうと考えて、研究を始めたと思 います。材料系では主に構造系の材料



#### 山口喜弘氏

1940年生まれ。62年大阪大学工学部精密工学科 卒業。同年株式会社神戸製鋼所に入社し、中央研 究所に勤務。74年技術開発本部中央研究所主任研 究員。85年技術開発本部技術情報企画部長。88年 同機械技術センター長。89年同開発実験センター 長。91年4月に技術開発本部副本部長となり、同 年6月には取締役に就任。93年4月には取締役技 術開発本部長となり、同年6月から常務取締役に 就任。

この間、技術開発本部一筋に務め、高温高圧下 での材料研究や金属加工のプロセス技術の研究を はじめ、一貫して材料工学と機械工学の境界領域 の研究開発に携わったほか、豊富な研究開発マネ ージメントの実績を誇る。

また、兵庫県科学賞の選考委員、財団法人ひょうご科学技術創造協会総合企画委員会委員などを 務め、地域の科学技術振興にも大きく貢献。

ですけれども、先取の気はあったと思います。

熊谷:すばらしいことですね。

#### 研究開発の国際化

熊谷:ところで、西神地区の神戸総合 技術研究所は本当に大規模で立派な研 究所ですね。

山口:神戸総合技術研究所は、本社部門の材料、機械、化学、電子、プロセス制御に関する研究所を集約したもので、先ほどお話ししました中央研究所や浅田基礎研究所も一連の経緯を経て発展的にこの研究所に再編成されています。

熊谷:それに、アメリカとイギリスに も研究所がありましたね。

山口:はい。アメリカはノースカロラ イナ、イギリスはサリーといったとこ ろです。

**熊谷**:アメリカ、ヨーロッパに研究所 をつくって、世界三極研究開発体制を 構えられた狙いやその効果はどのよう なものですか。

山口:80年代から当社が目指しており ますのは、まず先ほどの多角化ですが、 鉄鋼、アルミ・銅、機械エンジニアリング、電子情報といった色々な事業分野をいかにうまくシナジーを生かしながらやっていくかということで「複合化」が狙いです。その次はグローバル化。しかも生産拠点の海外立地だけではなく、企業連携、事業連携や研究開発の面でも進めてきております。

例えば、世界でトップのアルミメー カーのアルコア社と連携していこうと いうことで種々の合弁会社、例えば KAAL (神鋼アルコアアルミ株式会 社) やKATP (神鋼アルコア輸送機 材株式会社)を設立しております。 USX社とも合弁会社をアメリカに設 立して、線材・棒鋼とか表面処理鋼板 などを作っております。それから、テ キサス・インスツルメンツ社と合弁の KTI社 (神戸テキサス・インスツルメ ンツ) の工場を西脇市に建てて、16 MDRAMやロジックIC等のLSIの製 造をしております。そういう企業連携 に伴って、アルコア社やTI社と共同 研究をしております。どちらかという と、事業の連携があって、それをさら に補完する形での研究です。

一方で、事業化にはまだ至っていな いけれども、新しい技術なり、市場と のアクセスをする機会がつかめないか という観点で、先行的に研究開発を行 うために、先ほど述べました海外研究 所があります。海外研究所については、 当社としてはまだ十分足場がはっきり していない事業領域の技術開発を、欧 米の研究者と一緒にぶつかり合うこと によって新しい刺激を得て、新しい独 創的なものができないかという思いと、 新規の製品を実用化するときには、ア メリカなどには非常にラディカルな人 たちがたくさんおりますので、そうい うリーディング・カスタマーたちと接 触する機会を摑みたいという思いとで つくりました。それぞれ規模はまだ非 常に小さくて、全部合せても70人ぐら

熊谷: その研究スタッフは大半がアメ リカ人やイギリス人ですか。日本から も何人か派遣されているのですか。 山口:イギリスの場合ですと、テクニ カルダイレクターはイギリス人ですし、 研究スタッフ全員がイギリス人です。 それで、管理担当の日本人が一人です ね。初めは研究員を含めて3人いまし たが、今は一人になっています。アメ リカのノースカロライナでも、テクニ カルダイレクターも研究員も基本的に アメリカ人で、やはり管理者として一 人日本人がいます。日本からの研究員 は、出張や留学の形で行き来しており まして、基本的には向こうの人たちを 活用しております。

熊谷:海外の研究も、山口さんのところが統括されているわけですか。

山口:海外の研究所は、一応現地会社 の研究所になっております。ただ、そ の予算や運営に関しての統括は私のと ころがやっています。

### 円高にも対応できる技術力を

熊谷:ところで、いわゆる円高の影響 や人件費の高騰で、特に素材関係では 韓国や中国、東南アジアなどとの競争 が大変だと聞いております。将来にい ろんな夢をお持ちでしょうけれども、 当面の難しい課題もありますね。

当面の難しい課題ものりますね。 山口:特に最近は実力以上の異常な円 高になっておりまして、素材メーカー はおしなべて大変苦しい思いをしております。素材メーカーは、原材料を輸 入してそれに随分付加価値を付けて製 品にしております。その代わりに非常 に大きな設備投資と人を抱えておりま です。ですから、為替レートのあるバ ランスしたところで成り立っていたも のが、今回のように過度の円高になり ますと、それの調整にやはり時間がかります。

熊谷:そうですね。大変でしょうね。 山口:ただ鉄鋼では、技術競争力はあ ると思っております。とにかく大量生 産で安くするだけであれば、後続の 国々でもできますが、日本の高炉メー カーの鉄鋼は、品質制御が非常に厳格、 あるいはきめ細かくされております。 例えば、その品質制御のためのコンピ ューターの装備率は、日本の製鉄所で は、従業員千人当たり1.100メガバイ トだと聞いています。それだけの判断 能力のあるコンピューターを使い、ま たそのためのソフト、経験を技術化し てコントロールするソフトの充実があ ります。欧米のミルと比べても5~15 倍と聞いております。そういうことで、 非常に品質の高いものを多様につくり 込んで、かつエネルギーや環境の問題 も解決してきたわけです。もちろん、 日本でそういう高品質のものがリーズ ナブルなコストで作れなくなれば本当 にこれは大変なことになります。そう いう意味でコストダウンは焦眉の課題 です。

熊谷:そうですね。鉄鋼業は本当に国 家の、日本の産業の基盤ですからね。 新聞には、日本の自動車メーカーが試 験的に材料を一部韓国から輸入すると いう記事が載っていましたが。

山口:まだ一部です。自動車の外板にしても、非常に芸術的とまで言えるようなデザインになっています。それを、 ぴたりと狙いの形状に成形してしかも 強度はきちんと出す。また色々な腐食 環境の中でも腐食しないような表面処 理。そういう板をつくるのは、非常に 高度の技術ですので、一朝一夕にはい かないと思います。

熊谷:なるほど。

山口:それから、神戸製鋼が得意なのは、鋼の中でも高張力線材です。例えば、明石海峡大橋には、神戸製鋼と新日本製鉄のピアノ線が使われております。1 mm当たり180kg fの強度のピアノ線が使われています。あれは100年と

かの単位でちゃんと安全に存在しなければいけないわけですから、非常に強度が高く、信頼性も高くて、錆びにくいものでないといけない。そういうからなかなか簡単にはいかない。しっかりと作っていくようにと思っていまればのと作っていくようにと思ってがありたなが大変でしょうなレベンラはなかなか競争が大変でしょうなレベンラと思えば、やっぱり結局は研究のはなかなかまかはでいます。と思えば、やっぱりにもとり続けていまない。そういう中で、日本が産業のけれどなった。と思えば、やっぱり結局は研究をあるでしまうね。

山口:非常に苦しい状況ですけれど、 そう信じております。

今のピアノ線にしても、明石海峡の 長大橋は1mm当たり180kgfですが、次 の長大橋を想定しますと、材料の強度 が低ければロープだけの重さで構造が もたなくなるわけですから、例えば 1 mm当たり200kg f以上の強度の材料が 要求されます。そうしますと、今から それをつくれるようにしないといけな い。もちろんそういう研究をしており ますが、今までのトライアンドエラー ではもう限界のところにきております ので、非常に基礎的な検討が必要です。 最近、私どもの研究所の人たちが見つ けたことですが、カーボン含有率が 0.8%ぐらいの非常に微細なパーライ ト組織100%の線材の場合、1 mm当た り200kgfという高い強度になると、そ の中のカーバイドの微細組織、例えば 10ナノメーター、100オングストロー ム・オーダーでの組織が、非常にその 線材の特性に影響することが判りまし teo

熊谷:なるほど。

山口:硬い材料はいくらでも作れますが、脆くなりますので、強度と靭性をいかに保つかというのが高強度化の狙いです。そういう時には、非常に微細な構造を制御する必要があるというの



熊谷信昭理事長

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)修了。58年カリ フォルニア大学電子工学研究所上級研究員。71年 大阪大学工学部教授となり、学生部長、工学部長 を経て85年大阪大学総長に就任。91年同大学名誉 教授。93年から科学技術会議議員。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会終身名誉員(Life Fellow)、レーザー学会特別功績賞、電子通信学会業績賞、電子情報通信学会功績賞、郵政大臣表彰、日本放送 払送文化賞など多数受賞。また、電子情報通信学会会長、国立大学協会副会長などを歴任。

現在、科学技術会議議員のほか、各省庁の審議 会委員、郵政省通信総合研究所顧問、防衛庁技術 研究本部顧問、理化学研究所相談役、光量子科学 技術推進会議会長、大阪府教育委員会委員長、 (財)地球環境センター理事長、(株)原子力安全シ ステム研究所社長など。

著書に「電磁気学基礎論」(電子情報通信学会著 述賞受賞) など多数。

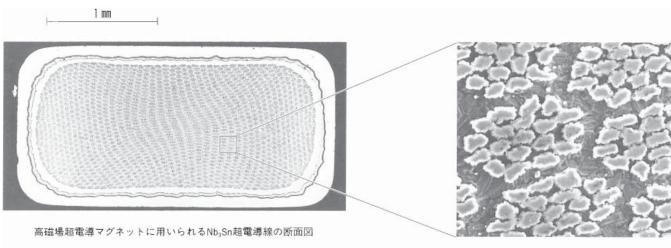
が判ってまいりました。古いけれども 新しい課題がまだまだあるんじゃない かなと思っております。

### 地域の課題解決で国際貢献を

熊谷:そりゃそうですね。科学技術会 議でも議論になりますが、日本の将来 は科学技術立国よりほかに道はないと いうことを、会議に出席してしておられた村山首相も各大臣も、皆よく認識 しておられます。それが、政治や行政、 さらに具体的にいえば国の予算の使い 方にも反映されてこないといけないん です。平成7年度予算をみると、比較 的そういう認識が実際の予算配分にも 徐々にではありますけれども現れてき ているようですね。

山口:そうですね。

熊谷:大変結構なことだと思っています。科学技術会議の中に政策委員会というのがありまして、その政策委員会の下に地域科学技術振興部会ができました。私はその部会長も拝命しておりますが、これは、国全体の科学技術の振興が国の将来の発展を決めるキーになると同時に、地域の科学技術振興も



線材中のNb<sub>3</sub>Sn超電導フィラメントの拡大図

それぞれの地域の活性化、発展の基本 になるという考え方なんです。

ですから、兵庫県は先端的科学技術 立県というのを県政の基本としておら れますが、私は、これは本当に先見性 のある立派な理念だと思っております。 我々の協会も、そういう地域、兵庫県 の科学技術振興にいろんな形でできる だけの力になりたいと思っております。 山口:兵庫県のご助成でうまくいって いる例がありましてね。もうお亡くな りになられた瀬口先生(神戸大学、後 に大阪大学教授) と兵庫県立総合リハ ビリテーションセンター義肢装具開発 課(現、兵庫県立福祉のまちづくり工 学研究所)、神戸製鋼で、インテリジ エント義足の研究開発をやりました。 これも長い時間のかかった研究ですが、 良いのができました。それで今、関連 会社の㈱ナブコが実用化を進めており、 兵庫県の新産業創造プログラムのご援 助も受けております。普通の義足です と機械的にぎこちなくしか動けないん ですが、歩く速さに応じてシリンダー の抵抗を変えましたので、非常に滑ら かに、ゆっくりだったらゆっくり歩け る、速ければ速く歩けるというような インテリジェント義足ができました。

これは、私どもに技術蓄積のあるメカトロ制御を使い、かつ軽くて高強度のCFRP(炭素繊維強化プラスチック)の構造体で作っております。西神の研究所と英国の研究所のポリマーの専門家とも協力して進めていたんですが、今度兵庫県の助成をいただいて、

その構造体の試作をやっております。 うまくいきますと、もう世界的に適用 できる。これなどは、地域の研究機関 とうまく一体化してやれて、かつ福祉 問題に貢献できる良い例です。

**熊谷**:やっぱり派手でなくても身近な もので基本的な問題を、長く一生懸命、 苦労してやっておられる方々への支援 も大事ですよね。

#### 若者の科学技術離れに有効な研究助成

**熊谷**:そういう意味でも、この協会に 対するご希望やご意見がございました らお伺いしたいと思っています。

山口:色々なプロジェクトに参加させ ていただいております。

山口:そういうお話をうかがいますと 非常に勇気づけられます。 同時に、協会は科学技術振興に精力 的に取り組んでいただいておりますられ く生産者と消費者を対立的に見合はは を者でありますが、多くますをと生産活るとますがもますがも生きと生産活でもますを を者であり消費者でもませをとして、 できると、消費する生活者ととを できると、消費する生活者ととしても できると活できます。科学技術をといてきます。 はまた生活者も生きときもいてまいす。 にはまた生活者もと思って活動にしておりまた。 という意味で協会のご活動にております。

また、協会の名に冠する「創造」で すが、日本はいささか創造性に問題が あると言われております。実際、一概 に創造力が低いとは思わないですが、 やはりコンセプト的なところでいささ か今までの日本は情報発信が少ないと 思います。そして、官・学・産で協力 して、できれば大学とかパブリックの 研究機関が先導的なジェネリックなと ころで道を切り開いていただいて、民 間企業はそれをちゃんと世の中の役に 立つようにするというところで責任を 持っていくというような役割分担が非 常に重要だなと思います。そういう観 点で今、協会での色々な助成をより良 く活用していくことが非常に重要であ ると思っております。

熊谷:なるほど。

山口:そういう研究助成で、イギリス に良い例があります。サーク (SERC) という政府系の機関がありまして、 Ph.Dの学生を対象にした奨学金制度を持っています。それは、学生が研究テーマを提案して、それを公募したり、あるいは特定の民間企業とディスカッションしたりするわけです。民間企業がそのテーマを評価して研究資金を出す。5千ポンド(約80万円)とか1万ポンド(約160万円)とかいう程度ですが。

熊谷:年間ですか。

山口:年間です。民間企業が出しますと、サークからも同じ額を出す。つまりマッチファンドです。そうしますと、そこで市場原理みたいなものが働いて、若い人たちはいいテーマを出そうとす。

**熊谷**:大学院学生の研究を、そうやって支援すると同時に活用もしていこうというわけですね。

山口:それで得られたものは非常に初 期的なものだろうと思いますが、その 知的財産を民間企業もうまく使える。

熊谷:それは非常にいい制度ですね。 山口:それで、私どものイギリスの研究所も30人ばかりの研究所ですので、 コアの研究はやれますが、周辺のとこ ろの研究というのはなかなか自前では しにくいものですから、そういう制度 を使ったりしますね。

**熊谷**: それは一度勉強させていただき ましょう。ご存知のように、今、日本 の工学系の大学院の博士課程に進む学 生は、事実上ほとんどいないんです。 その理由は幾つかありますが、博士課 程までいっても事実上何のメリットも ないからです。また、例えば奨学金を もらいますと、修士課程と博士課程で 大体700万~800万円借りることになり ますが、民間企業に行きますとこれを 返さなければいけない。しかも、博士 課程を出て学位をとっていても、就職 してから俸給や処遇のうえで特段の扱 いを受けるわけではないので、実質的 なメリットがない。また、日本には論 文博士の制度がありますから、博士課

程に行かなくても学位がとれますしね。 山口:私も論文博士の制度で学位をい ただいたのですが…。

熊谷:大学院の博士課程の学生がどん どん減ると、大学の研究活動の面から も、後継者の育成という面からも非常 に具合が悪い。ですから、今のお話の ような制度は、大学院の博士課程の学 生の進学を促して、いわゆる若者の理 工系離れを少しでも改善するような方 向にもっていける良い方策の一つだと 思います。

山口:いい提案、魅力がある提案をするとお金がもらえるとなると、やはり 一生懸命考えるでしょうしね。

熊谷:そうですね。そういうのは日本 ではあまり聞いたことがないですね。 山口:それから、当座は社会問題とし て顕在化しないと思いますが、若い人 たちの理工系離れがよく言われており ます。若い人たちに理工系の面白さを 知ってもらうことが、創造的な科学技 術を発展させる根本だと思いますので、 地域に根づいた機関がそういう啓蒙活 動をしていただけたらと思います。 色々な機関で色々な検討をなさってい ると思いますが、特にこういう地域の 問題に一番強い立場ですから。もしそ ういうことを協会がハブになって音頭 をとられたら、おそらく民間企業でも ボランティアでなにかやろうかという ことになるのではないでしょうか。

熊谷:若い、小学生、中学生、高校生 対象にね。おっしゃるように、基本的 に大事なことだと思います。

継続は力なり

熊谷:最後に、長年研究開発に携わってこられた豊富なご経験から、技術開発や研究に対する信条とか座右の銘のようなものをおもちでしたらお聞かせください。

山口:そうですね。これは時がたてば



産学官の共同研究により開発 されたインテリジェント義足

山口:墨守することではないですが。 熊谷:やはり、生涯打ち込んで、それ をライフワークにするという、そうい う研究者とか技術者も必要です。そし て、そういう企業も。

山口:先生に、科学技術、なかんずく 材料研究が大事だとおっしゃっていた だいて、非常に勇気づけられました。 **熊谷**:今日はいろいろ貴重なお話をあ りがとうございました。

今回の対談は、平成7年1月13日 に行われたものです。なお、対談 時の写真は阪神・淡路大震災によ り現像所が被災したため、掲載で きなくなりましたので御了承くだ さい。



# 21世紀に向けた

# 人間と科学技術のあり方

#### ●対談者

兵庫県立人と自然の博物館

(財)ひょうご科学技術創造協会 理事長

河合 雅雄氏

熊谷 信昭氏

一命あるものとの

对話—

## ヒトという存在を知るために

熊谷:私は、間もなくやって来る21世 紀は、あらゆる意味で「人間」が中心 的な課題になる世紀になるだろうと思 っているのですけれども、先生はその 「人間」の起源について霊長類をとお していろいろと研究をされてこられま した。そもそもそのような研究をお始 めになったきっかけは何だったのです

河合:一番の基本は、子供のときから 自然と動物が好きだったということで すね。ですからまずは動物学者になろ うと思っていたのですが、旧制高校で は、まだ生態学というのは、本当に認 知されておらず、教科書にものってい ませんでした。その頃の生物学という のは発生学とか遺伝学とか、いわば切 り刻んだ生物体をテーマにして解析し ていく学問ですね。だから悪口を言え ば、生物学ではなくて「死物学」だと 私は思っていたのです。私は命を持っ た、生身の動物が好きですし、その研 究をしたかったのです。それは、まさ に生態学が扱うわけですけれども、ど うも京都大学でそういうことをやって いるらしいというので、理学部に入っ たら生態学の講座がちゃんとありました。 熊谷:最初から霊長類の研究をしよう とお考えだったのでしょうか。

河合:最初は、アナウサギを研究して おりました。私の生まれは兵庫県の篠 山ですが、裏庭に囲いをつくりそこで ウサギを放してウサギの社会を作った のです。一方で、我々戦中派はみんな

が戦争体験を持っていますが、私は幸 か不幸か身体が悪かったものですから、 戦争中ずっと寝ていたので、客観的に 戦争を見ることができました。戦争は 残酷そのものだと思うのですが、ほん の少しの正義を理論づけてやるわけで す。しかし、戦争はものすごく大量の 人を殺していくということには間違い ない。大陸で戦った人が日本に帰って 来ると、みんなすごく人の好い百姓の おじさんになるわけですね。そのよう な人が得得として大陸での虐殺の話を するわけです。善と悪の世界を自在に 往還する不思議さがあって、人間とは 一体何だろうと、真剣に考えざるを得 なかったのです。私は動物学を専攻し ていますから、当然、生物学的な基盤 のなかでこの問題を考えていきますと、 一番大きな考え方が進化のレールに乗 って人間を考えることです。人間がど こで生まれて、どうしてこういう生物 的存在になっていったのかが問題とな ります。そうなると、サルから人間は 進化してきたのですから、サル学をや らざるをえなくななったわけです。

### フィールドワークで恐いのは人間と熱帯病

熊谷: 先生は日本モンキーセンターで 長年研究を続けておられるわけですが、 その過程で生態調査のためにアフリカ に10数回行ってらっしゃいますね。こ れは研究活動でフィールドワークを非 常に重視されているからだと思うので すけれども、研究の進め方についてど のようなご持論をお持ちですか。

河合:私が研究を始めたときに、一つ

は当時の動物の行動学は飼育されてい る動物が対象だったので、野外の本当 の自然のなかで動物は何をしているの か、ということが非常に大きな目標と なりました。

もう一つは戦後すぐですから実験を やる人はものすごく困ったわけですが、 この野外研究というのは何もいらない わけです。サルのなかに溶け込んで研 究をしていく、そういうことが戦後す ぐにでも可能だったわけです。ただ、 そうは言うものの非常に食料難でした し、衣料もろくにありませんでしたか ら、乞食みたいな格好で研究をしてい

熊谷:アフリカではどちらの国へ調査 に行かれたのですか。

河合:ニホンザルについては、大体全 貌が判ってきました。そうすると、も っと高等なサル、いわゆる類人猿と言 われるサル、チンパンジーとかゴリラ とかオランウータンとかがいるのです けれども、やはり人間の進化を考える 場合にはどうしてもこの類人猿に取り 組まざるを得ないわけですね。私が最 初にアフリカへ行ったのは1959年です。 ケニアのちょうど西にあるウガンダ、 それからザイール(当時はまだベルギ 一領コンゴですが。) とルアンダの三 国にまたがる大きな火山脈があり、マ ウンテンゴリラがいるのです。それを 調査しようとしたわけですが、当時の ことですからお金もありませんし、全 部募金で賄い、貨物船にただで乗せて もらって行きました。

熊谷:国連環境計画 (UNEP) とい う国連の機関が大阪に国際環境技術セ ンターというのを設置しまして、私は

それを支援する財団の理事長をやって おりますが、国連環境計画 (UNEP) の本部がケニヤのナイロビにあるもの ですから、先頃、初めてケニアに行っ たんです。ナイロビはケニアの首都で アフリカでは大都会ということになっ ていますけれども、それでも何かにつ けて大変なところだと思ったのですが、 さらに山奥に入ってサルのフィールド ワークをするということになると本当 に大変だったでしょうね。

河合: そうですね、場所によっては本 当に物資などが何もないところもあり ますし、それから政治情勢がいつ変わ るか判りません。私はウガンダとエチ オピアの革命に現地であっています。 そういう時には本当に自分の身を守る ことで精一杯です。

熊谷:動物にだって喰われる可能性が あって、大変だと思うのですが。

河合:いいえ、一番怖いのは人間です to.

熊谷:えっ、そうですか。

河合:我々の後輩たちも随分とアフリ カに行っていますけれども、動物にや られた人はいないですね。我々は動物 の性質を知っていますから、対応の仕 方というのをある程度心得ているとま ず大丈夫なわけです。ただ、恐いのは 「人間」と「病気」です。熱帯病のわ けの判らないのがいっぱいあります。 私は、日本人で初めての病気に2つ罹 っていますので、3つ罹ったら自分で 無形文化財に申請しようなどと冗談を 言っているのですが。

### サルの喧嘩とヒトの喧嘩

熊谷:以前、ラジオで人間とサルの比 較という話を聴いたことがありまして、 人間は場合によっては喧嘩から最後に は相手を殺すところまでやることがあ るが、サルは本気で喧嘩をしていても 相手がお尻を見せると、それは相手が 参ったという意思表示だというので、 それ以上は決してやらないのだという ことを聞いたのですが。

河合:動物は一般にそうですね、動物 は攻撃性という性質を持っているので す。これは遺伝子のなかにこの性質が 組込まれてしまっていますから、それ をなくすことはできないわけです。し かし、それがもろに出ると相手を傷つ けてしまうので、攻撃性をうまく抑制 するという行動を動物たちはうまく発

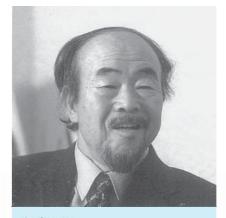
達させています。ニホンザルの場合は お尻をくりっと向けて「参りました」 ということを態度で示すと、それで強 い方が上に乗るのです。降伏の儀式と 言っていますが、すみません、参りま したというのと同じです。そうすると、 優位者は非常にあっさり許してしまい ます。

熊谷: そうですか。

河合:高等なサルになってくるとお尻 を向けるだけではなくて、いろんな降 伏行動や攻撃性を抑制する行動型を作 っています。チンパンジーぐらいにな るとあいさつ行動があります。そのあ いさつもおじぎをする、握手をする、 抱き合う、本当のキスをする、人間の あいさつの原型はみんな持っています。 そういうものを上手に使って、できる だけ喧嘩をしません。動物の社会は血 みどろの格闘の社会という印象が一般 的にありますが、逆にそうではなくて



進化論から科学技術のあり方まで幅広く語る河合雅雄館長(左)と熊谷信昭理事長(右



#### 河合雅雄氏

1924年生まれ。52年京都大学理学部動物学科卒業後、愛知県大山市に在住し(財)日本モンキーセンターの設立に従事。70年京都大学監長類研究所教授となり、78年同研究所長に就任。87年同大学名誉教授。76年からは(財)日本モンキーセンター常務理事となり、87~94年までは所長を兼務。

この間、サルからヒトへの進化の問題を研究し、アフリカでの調査も18回に及び、これまでの研究活動の集大成として「人間の由来(上・下)」(毎日出版文化賞受賞)を著し、独自の進化論を展開。その功績により、勲三等旭日中綬賞、紫綬褒章、NHK放送文化賞、朝日賞など多数受賞。

現在は、(財)日本モンキーセンター常務理事の ほか、兵庫県教育委員会委員、兵庫県立人と自然 の博物館館長、日本福祉大学教授など。

著書に「森林がサルを生んだ」「少年動物誌」 (野間児童文芸賞推奨作品賞)「小さな博物誌」(産 経児童出版文化賞)など多数。

相手をできるだけ傷つけない、殺さな い、ましてや自分の仲間を食べない。 これが動物社会の一般の鉄則です。と ころがこれを破ったやつがいるわけで すね。一番破ったのが人間です。人間 以外にもその鉄則を破った動物が大き く分けて2ついます。一つは集団を作 る肉食動物ですね、ライオンだとかハ イエナだとかそういう連中が自分の仲 間を殺す、食べる。もう一つはサル、 つまり霊長類です。ただ、いつでもや るわけではなくて、なわばりを守った り拡大しようとするときというのは相 手を殺すことがある、あるいは雌を奪 う時に戦う、その時には非常に残酷な 殺し合いをやります。それから、時々 赤ん坊を食べるということも見られます。

### 三次元のサルがヒト化へ

熊谷:ところで、ヒトはサルから進化 したというのですけれども、いろんな 生物、動物がいるなかで、どうしてサ ルが人間になったのでしょうか。

河合: それは、私の一番の大きな課題 だったので、尋いていただいてものす ごくうれしいです。賢い動物は結構い

まして、イルカは非常に優れた脳を持 っています。それから、狼も賢いです し、象も随分と知能が高いです。とこ ろが、ある一定のところでみんな止ま ってしまうのです。しかし、サルだけ はそれを突破してどんどんと特に大脳 を進化させていって、ついに人間を生 み出すわけですけれども、その理由は 何なのかということになりますね。こ の答えは非常に簡単です。それは、ど こに住んでいるかということです。つ まり、ある環境への適応によって進化 が起きるのですが、サルは森の中の木 の上に住んでいるということが重要で す。これは哺乳類では非常に特殊な生 活様式なのです。普通の哺乳類は地面 という二次元の生活がほとんどですね。 サルが木の上に住んでいるということ は、三次元の世界にいるわけです。そ の三次元の世界に適応しながらいろい ろと体を進化させていく、それが人間 になっていく母体を作っていったわけ です。

熊谷:なるほど。サルは200種類程いるようですが、そのなかである一定の種類のサルが人間に進化したのでしょうか。また、今いるサルのいろんな種類のなかで人間に一番近いのは、どういう種類だということは分かっているわけですか。

河合:大脳の進化に注目しなければなりません。この点で一番進化をしているのは類人猿と言われるゴリラ、チンパンジー、オランウータンで、非常に知能が高く、その系統から人間が出てきたということは分かっています。どれ位チンパンジーと人間が似ているかというのは、かつては全く形態学や生理学のレベルで調べたわけです。

ところが、このごろはDNAレベル で比較ができるようになった。そうす ると、チンパンジーと人間のDNAは 99%同じなのです。たった1%の違い です。それぐらい似ているのです。で すから、このごろはチンパンジーはサ ルの仲間ではなく人間の仲間にしたら ということを主張する人があって、そ ういう人たちはチンパンジーを「チン パン人」と呼んでいます。

### 言葉のないサルのコミュニケーション

熊谷:最初に来るべき21世紀はあら ゆる意味で「人間」が中心的な課題に なる世紀になるだろうと申し上げまし たが、私の専門の情報工学とか通信工 学の分野でもコンピュータによるパタ ーン認識というような問題などがあり ます。これらの研究は「究極の知的機 械である人間」を解明して、それに学 んで応用するという、そういう方向の アプローチが新しいブレークスルーを 作る決め手になるだろうという考え方 があります。そういう意味では脳の研 究というのは今後の情報工学やコンピ ユータの発展にとっても大きな決め手 の一つになります。脳の研究に関連し てもサルの研究というのは非常に大事 だということを聞いておりますが。

河合:一つには人間では実験できないが、サルならば実験が可能だという大きな利点があります。ネズミの脳の研究とによりの脳の研究とでは、レベルが違いすぎますから、どうしても同じこ長類であるサルを研究しなければ、ヒトの脳の解明はできません。私たちの場合はサルの行動や社会を研究しているのですが、そうすると結構、思いやりを持っているとか、嘘をつくとか、そういうことが分かってくるわけです。 能谷:嘘をつくのですか。

河合:と言っても、簡単な嘘ですが。 そういうことは脳の研究をただ実験的 にいくら調べても分からない、行動研 究と相まって進まなければならないと 思いますけれども。

熊谷:サル同士のコミュニケーション に言葉の原型のようなものは何もない のですか。 河合:言語活動というのは、大きく分 けて3つあるのです。音声を使った言 語活動、これは言葉と言っていますが、 もう一つはジェスチャー、身振り手振 りがありますね。それから図形言語と 言っているもので、文字とか交通標識 とかを使っての言語活動です。類人猿 は身振り言語と図形言語はかなり能力 がありますが、言葉、つまり声を使っ ての言語活動は全然できません。しか し、声を使ったコミュニケーションは しており、ニホンザルですと呼び交わ しとかラブコールとか怒りとか喜びと かを表す37種類の声を持っています。 しかし、それ以外の音声を出してコミ ユニケートすることはできないわけで す。その37種類の音声とその機能は、 これは遺伝的に決まっているのです。

**熊谷**:学習ではなしに遺伝的に決まっているのですか。

河合:自分では作りだせません。最近、 分かってきたのは、ボノボというチン パンジーの一種は人間の言うことはか なり理解できるのです。これはアメリ カでの実験ですが、冷蔵庫がいくつか 並んでいて、「白い冷蔵庫を開けて牛乳 を取り出して、コップに入れて私にくだ さい。」と言うと、チンパンジーは白い 冷蔵庫を開けて持ってくるのです。人 が言うことはかなり分かっているのです。 ところが、自分の思っていることを 言葉で表現することは全くできない。 それは何故だろうかということが大き な問題です。二つあって、一つは音声 器官の問題で、もう一つは勿論、脳の 問題なのです。音声器官の方は、これ は解剖学的なものですからかなり研究 が進んでいるのですが、脳の機能とい うことになると全く分かっていません。 チンパンジーたちにも言語中枢はある のですが、それがどういう働きをして いるのか、コミュニケーションにどう いう作用をしているのかというのが全

く分かりません。これからの課題だと

思います。

## 家族という集団を持ったサルが人間

熊谷:ヒト化への進化の過程において 社会という側面も重要だと思うのです が、サル社会に特徴的なものとか、あ るいは逆にサル社会にはなくて人間社 会に特徴的なものというようなものは あるのでしょうか。

河合:野生のサルたちの社会については、大体分かってきたわけですが、結論として出てきたのは「家族」という集団がないということです。普通、テレビなどではゴリラの家族とか言っていますが、それは通俗的な言い方です。動物社会学的な観点に立って、家族とは何かという定義がいるのですけれども、サル社会には家族はないのです。たから、「家族という集団を持った高等なサル」、これが人間だという言い方ができるのです。

熊谷:なるほど。

河合:今、多くの方々が家族はとても 大事だと教育問題その他で言っていま すけれども、これは本当にそのとおり で、人間の存在を支えている一番の基 盤が家族です。文明社会の発達によっ て性関係が乱れ、離婚が増えていくと、 将来家族は崩壊するかもしれないとい う人がいますけれども、人間は本当に 何をするか分かりませんから、家族と いう社会集団をつぶすかもしれない。 でも、私たちの立場から言うと、その 時には人間が人間であるということを 自分で放棄をしたのだと思います。

熊谷:赤ん坊が生まれたら、母親が赤 ん坊をかわいがるような動物はたくさ んいますけれども、それが短期間で成 長をしますから、一人前に生きていけ るようになると全部ばらばらに別れて しまうわけですね。

河合:一般の動物はそうですね、すぐ に別れますね。しかし、サル類の特徴



#### 熊谷信昭理事長

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)修了。58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究員。60年大 阪大学工学部助教授、71年同教授と3り、学生部 長、工学部長などを経て85年大阪大学総長に就任。 91年同大学名誉教授。93年から科学技術会議議員。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会終身名誉員(Life Fellow)、電子情報通信学会名誉員、ニューヨーク科学アカデミー会員、日本工学アカデミー会員などに推挙されているほか、レーザー学会特別功績賞、電子情報通信学会業績賞、電子情報通信学会功績賞、郵政大臣表彰、日本放送協会放送文化賞など多数受賞。また、電子情報通信学会会長、国立大学協会副会長などを歴任。

長などを歴任。 現在、科学技術会議議員のほか、各省庁の審議 会委員、郵政省通信総合研究所顧問、防衛庁技術 研究本部顧問、理化学研究所相談役、光量子科学 技術推進会議会長、大阪府教育委員会委員長、 (財) 地球環境センター理事長、(株) 原子力安全シ ステム研究所社長など役職多数、

著書に「電磁気学基礎論」(電子情報通信学会 著述賞受賞)など。

は、子供の成長がゆっくりしていることで、そのために母子関係がとても密接になります。ところで、面白いことは、人間社会には父親はいるけれども、サル社会にはいません。雌がどれかの雄の種をもらって子供を生みます。子供を育てるのは全く母親だけなのです。ところが、人間の家族になると父親、母親という二つの違った性が協同して子供を育てる、これが家族の特徴です。何でもないことですけれども、これはすごく大事なことです。

### ヒトたる3原則を揺るがす文明

熊谷:お話を伺っていますと、人間が サルから連続的に進化してきた面と、 サルの社会には全くない人間だけが持 っている特性というものとがあるので すね。

河合:おっしゃるとおりですね。昔はいろんな人間の定義がありましたが、 私はサルが人間になるための条件は3 つだろうと思っています。一つは身体 のレベルで二足直立歩行と言っていますが、二足で立って歩くということによって脳が大きくなっていったのです。



イモを洗って食べる幸島のサル:この行為はニホンザルの文化的行 動として世界的に有名

二つは社会のレベルでは家族という集 団を作る。三つはコミニュケーション、 文化のレベルで言葉を持つこと。この 「二本足で歩いて家族という集団を持 って言葉を操る、この高等なサルをヒ ト」だと、こう言おうと思っています。 そう考えると人間になるための3つ の原則は、文明が発達するほどに揺る がされていることになりますね。例え ば、歩くことは車が非常に普及し、歩 かなくなってきています。それから家 族も今は揺らいでちょっと危ない、言 葉も映像文化が発達していくと子供た ちは受信能力は発達するけれども、言 葉で表現するという発信能力が低下し ていきます。

**熊谷**:小説を読まずにマンガだけ見る とか。

河合:はい。文明の発達というのはすでくいいことですが、もう一つの側面として人間性の根本を揺るがしていないということをずっと気をつけていないと、まずいだろうという気がします。 熊谷:科学技術の進歩は人類社会に安全や豊かさをもたらしますが、一方では人間が人間であるゆえんのものが段々と揺らいでいく面も心配されるわけですね。

河合:その通りです。だから、科学技術というのは人間の生活、身も心も全部、本当に豊かにしていくためにあらねばならないと思うのですが、そうではない恐い面を持っているので、本当に気をつけなければいけないと思います。

私はこう考えたのですが、人間と動物の大きな違いというのは、その一つは動物たちには環境は一つです。自然環境だけに適応して進化をしてきた。人間は勿論、自然環境は必要ですが、文化環境を作っているというところが

動物と非常に違うところです。 文化環境というのは自分で作 るわけですから、いかように でも作れますが、その自らが

作ったものが人間に対してどのような 影響を与えていくのかという面をいつ も見ていないと、文化環境というのは 何を仕掛けてくるのか分からないとい う怖さがあります。

#### 若者の理科離れと理科教育

熊谷: ところで、最近の若者の理科離 れの問題で理科教育を改善しないとい けないのではないかという議論がある のですけれども、科学技術庁で調査し た結果によりますと、今でも小学校の 5年生ぐらいまでは生徒の約8割以上 が理科は面白くて理科教育は必要だと 言っているのです。それが、高学年に なってくると段々と嫌いになってくる ので、何か理科教育に問題点があるの ではないかと言われています。理科教 育について、こういうところが問題だ というようなご意見がおありですか。 河合:私は、理科離れの原因はかなり 複合的だと思うのですが、一つは教育 の問題で私は日本というのは技術大国 で科学小国ではないかと思うのです。 みなさんは技術面のことはすごく好き ですね。科学という知的な行為、知的 な満足をさせてくれるような分野につ いての興味が薄い。それはそういう教 育があまりなされていないからではな いかと思うのです。基本的には自分で ものを考える楽しさというものが、育 っていない。例えば我々の分野ですと、 娘は遺伝学を習っていました。ものす ごく難しい計算問題やDNAの勉強を するのですが、いとこ同士が結婚する と異常がでるかどうか、これが全然答 えられないのです。遺伝学ですと、そ ういうごく身近で大切なことをきちっ と教えることが重要であるのに、私で

もできないような計算問題をやらされ たりすると嫌になります。そういう知 識量で判定をされるものですから嫌に なってくると思うのです。

もう一つは、大学と社会の問題があ ると思います。今の理系の大学の学生 は非常に忙しいですね。猛烈に勉強を しないとついていけない。ところが文 系はバイトで能力を使ってほとんど勉 強をしなくてもとにかく卒業はできる。 それにもかかわらず、社会へ出てどう いう対応を受けるかと言うと、理系の 方がかえって給料が安かったり、理系 の学位を取っていても何も問題にされ ない。さらに、出世コースを見ても文 系の人が多く、おそらく今の重役の人 を見てもほとんどは文系の人でしょう ね。社会的にもっと評価をされないと 今の若い人は損得勘定がものすごいで すから、やはり得なものを単純に選ん でしまいます。

**熊谷**:それは、非常に根本的な問題点 ですね。

#### 博物館は命あるものとの触れ合いの場

熊谷:若者の理科離れに関連して、先生が館長をされているような博物館の果たすべき役割がいろいろと議論されていますが、先生はモンキーセンターでもサルをできるだけ野放しにして小さい檻に入れないようにするとか、いろいろとやっていらっしゃるようですね。

河合:博物館というのは大学とは違って本当に自然に対する知的な楽しさ、面白さを喚起する、そういう場でありたいと思うのです。ですから、科学は術がどんどんと発展することは勿論いいことなのですが、私は人間の本当となのですが、私は人間の本当をとなっています。みなさんは自然と思っています。みなさんは自然と

いうものがどれだけ多様で驚きと不思 議さを秘めているかという教育を受け ていない。だから、博物館ではそうい う自然の持っている楽しさ、不思議さ を学んだらいいだろうと、セミナーと か自然観察会とか、いろんなことをや っています。

熊谷:科学技術の進歩がいろいろと副 次的に問題を引き起こすことに関連し まして、我々のエレクトロニクスとか 情報工学の面でも、例えばエレクトロ ニクス技術が進み過ぎて、複雑高級な 装置が一つの小さな集積回路で出来上 がってしまっていて、自分で部品を集 めて組み立てるというようなことは出 来なくなってきているわけです。いわ ば科学技術がブラックボックス化して いるんですね。だから、子供同士や自 然を相手に遊ぶのではなくて、出来上 がったものを使って例えばテレビゲー ムのような人工的なものを相手に遊ぶ、 そんなことばかりに子供がいくわけで すね。そういう意味では、エレクトロ ニクスとか情報技術の進歩というのは、 非常に大きな教育上、社会科学上の問 題点をはらんでいるような気がいたし ます。

河合:私もそう思います。ですから、 もう一つは日本ですと子供を勉強させ たいものですから個室を持たせますよ ね。個室に入ってしまったらマンガの 本がいっぱいで、ファミコンはある、 オーディオセットはある、テレビも持 っていると、そういうふうに子供を一 つの文化的な密室に入れて、そこに入 ったら自分一人で楽しめるわけです。 しかし、ほとんどの子供は受信するだ けで発信しているものは全部機械とか マンガです。受信能力は非常にありま すが、発信能力が非常に不足していま す。子供には対話能力がないと言いま すが、実はモノとの対話はすごくして いるのです。だから、「自然に親しめ」と いうのは、草も虫も鳥も花もみんな命を 持っているので、命を持っているもの

との対話をしなさい、ということなのです。博物館ではそういう命と命あるものとの対話の楽しさを教えているのです。



エチオピアのゲラダヒヒ: 重層構造を持つ社会集団を形成するので、 家族の起源を探る上で重要

#### こころ豊かな科学技術への支援を

熊谷:私共の協会は科学技術の振興にいるいろとお手伝いをすることが主たる目的ですが、今日のお話を伺っていますと、科学技術の振興と同時に科学技術の進歩と人間社会、あるいは科学技術の進歩と子供たちの教育、それから家庭生活への影響、さらには先生のおっしゃった、人間らしさが損なわれないようにするためにはどうしたらいかといった研究とか、啓蒙活動とか、そういう面にもちゃんと目を配らないといけないという気がいたしました。

先生、何か我々の協会に対してのご 注文なり、ご意見なり、あるいはこう いうことを期待したいというようなこ とがございましたらお伺いしたいので すが。

河合:私の言いたいことは先生がおっしたいたいたいたいでは先生がおっていただいたわけで、繰り返いするのですが、科学技術というものは本当に人間を幸福にしてとをもいるの一つの基盤なのだということをです。それがついつは、それがついい揺らいでいく危険性をずっと指摘する、そしてその何が危険でどういうふうにしたらいいのかということの研究も本当にやっていかなければいけないと思います。

もう一つは、日本の財団全体の問題ですけれども、やはりちょっと規模が小さいと思うのです。私たちの分野に限りますと、サル学は日本がある意味では先導していって、始めは完全な独走体制だったのですが、それが揺るがされていくようになったというのは一つは財団の力です。我々の仕事というのは5年、10年、30年とずっと連続し

てやらなければいけないわけです。ところがそれを支える研究費の支出とかうのは、科研費などの外部研究費を勿論もらってますけれども、3年もらことになってしまいます。しかし、欧米の人たちは財団のサポートで10年プロジェクトでやっていちは財団のサポートで10年プロジェクトでやっていくわけです。その辺でかなり負継続性というのはとても大事なものなのにも対団が支えになってほしいと思うのです。

**熊谷**:財団が、規制に縛られるお役所 ではできないような、弾力的・実効的 な研究支援をすることは大事なことで しょうね。

河合:それと、もう一つは例えば私達 の分野ですと学校の先生たちが作って いる生物協会とか、アマチュアの人た ちが作っている自然観察会とか、いわ ゆるNGO的なサポートですごく頑張 っている人たちが結構いるのです。と ころがそういう人たちは身銭による会 費だけで運営しているので、ものすご く苦労をしているのです。とても熱心 な人達で、例えば学校の先生たちが作 っているようなサークルですと、研究 成果がそのまま教育の場に活かせるの ですが、そういう人達の支援も国のレ ベルとかでは全然できないので、財団 でサポートをお願いできればと思いま す。

熊谷:NGO的な、あるいは個人的な 研究で一生懸命にやっている人たちを 支援するというようなことも必要かも わかりませんね。

本日はいろいろと大変面白いお話や 貴重なご意見をたくさん聞かせていた だいて時の経つのを忘れました。本当 にありがとうございました。



# 豊かな未来を拓く

## 一共生社会における

# 高度技術基盤

## 企業活動のあり方一

#### ●対談者

川崎重工業㈱ 専務取締役 技術総括本部長

関ひょうご科学技術創造協会 理事長

熊谷 信昭氏

インフラ整備を志して

熊谷: 須清さんは東京大学工学部の船 舶工学科をご卒業になられたんですが、 そもそも船舶工学科を専攻された動機 は何だったのでしょうか。

須清:戦後の荒廃の中で、何か社会イ ンフラの整備と申しましょうか、大型 構造物をつくりたいという希望を持っ ていました。船か建築か土木かと考え ていましたので、船舶工学を専攻しま

熊谷:ご卒業になったのは昭和30年で すね。ご卒業後、すぐに川崎重工業に お入りになったようですが、敗戦後10 年位しかたっていないその頃の日本の 造船業界というのは、まだ十分立ち直っ ていなかったのではないでしょうか。 **須清**:造船業界が、まさにこれから急 速に伸びるという時期で、ようやく輸 出船が立ち上がり始めた頃でした。学 校時代から講座としては、ある程度、 会社へ入ってからもマッチングするよ うな強度、あるいは材料であるとか、 さらには溶接とか、そういうような勉 強を一通りやっておりました。溶接に ついては、船舶以外の土木や建築の先 生の講義も聞いておりました。それか ら材料系では、当時、橋口先生の転位 論の講義も受けました。ですので、大 体会社に入っても溶接の専門家に負け ない位の気持ちでおりました。

熊谷: 昔は、自分が将来やりたい希望 をはっきりと持って、大学でも自から 学び、それ位の気概を持って卒業して いく学生がいたのですが。

須清:大きいものをやりたいというこ とで、最初からそういう意味では設計 よりは現場の方へ出させてもらいまし た。現場へ行きましたら、急速に造船 業が立ち上がる時期でしたから、それ はもう今の開発途上国以上によく絞ら れ、足腰が強くなりました。

お陰様で、例えば戦後の潜水艦の第 1号の溶接施工も担当しました。この 時は、溶接だけではなくて構造用高張 力鋼材の溶接適用という分野で、パイ オニア的役割をさせていただきました。 熊谷: 須清さんは、工学博士の学位を 持っておられますが、その学位論文が 溶接に関するご研究ですし、川崎重工 業に入られてからも溶接関係のお仕事

を随分されたということですね。 須清:溶接というのは、戦後の日本産 業の中で造船を中心に急速に立ち上が りました。先輩に率いられて若輩でし たが、いわゆる圧力容器の球形タンク を高張力鋼でつくりました。さらに、 構造用高張力鋼も強度が60kg/miから 80kg/㎡と高くなっていきました。潜 水艦の方は一歩先を進んで、アメリカ の潜水艦よりも日本の潜水艦の方が材 料的にはいいものを使っておりました ので、80kg/mi、90kg/miと進んだわけ ですね。ですからそういう技術が陸上 の構造物へトランスファーする役割を 担うことができました。例えば、大阪 に港大橋がございます。この橋は、国 内で80kg/㎡鋼を使った2番目の橋で すが、日本としては高張力鋼を大々的 に使った画期的な橋です。その溶接施 工技術は、私どもの潜水艦の技術の延 長線上でやらせていただいたものです。

ですから、当時の防衛産業技術とい

うのは、今アメリカが盛んに言ってお りますデュアルユーズという形ですね。 まさにこれを先行してやれたわけです。 パイオニア的役割を果たしてましたか ら、技術的にも、それからビジネス的 にも、先進的に取り組むことができま

熊谷: なるほど。技術開発の最先端を 行かれていたわけですね。

**須清**:そうですね。LNG船のアルミ の球形タンクも私どもが日本で最初に 作りました。ただ、当時、そのような アルミ厚板の溶接では、材料そのもの も日本にはございませんでしたから、 アメリカから輸入しましたし、溶接の 材料メーカーにも、それに適用するよ うな特別に太い溶接棒をつくってもらっ たり、それから溶接するための機械も なかったものですから、どちらかとい うと実験室でやるような、バラックタ イプの実験機から生産機械まで、ほと んど自己開発みたいにしてやりました。 そのようなことをしながら、組織を挙 げてLNG船に取り組んだ次第です。

システムとしての研究開発活動を

熊谷: そういう長い豊富な技術者ある いは研究開発者としてのご経験の中で、 いろんなご苦労話とか、あるいは嬉し かった思い出とかがおありになると思 いますが、若い技術者、後輩に言いた いようなコメントなどはございません でしょうか。

須清:今の人と私どもの時代と随分違 うと思いますのは私どもの時代は、何 と言っても戦後の成長期ですから、技

術自体も非常に発展形態を得たわけで すね。例えば溶接自体も、相当古く、 戦前からあったのですが、日本が本当 に溶接にまともに取り組んだのは戦後 だったと思います。しかも溶接という のが、構造物の継手としては、それま でのリベットによる機械型継手からの、 当時としては画期的な転換だったと思 います。また、それに乗れたというの は、私どもとしては非常に運が良かっ たと思います。

今の人は情報系、あるいはICとか、 これからですとバイオとかでは画期的 なことをやれるかもしれないけれども、 私どもがやってきたような構造系で夢 をかなえるには、技術の熟成・飽和と 申しますか、古典的に固まり過ぎてい ます。また、新しい技術要素では逆に ハイレベルになっているだけにエント ロピーが拡散して、一つ一つのテーマ が小さくかつ敷居が高くなっていて、 成果を得るには大変だと思います。

今の人は、どうしても局面、局部を やらざるを得ない立場にあるだけに、 もう一度その立場にありながら、広く 見るということをしなければいけない と思います。例えば、自分はものづく りという中間をやるんだけれども、設 計はどうかとか、あるいは開発はどう だとかいう、技術の上流も視野に入れ、 あるいは横も視野に入れるといった、 裾野を広げることにも相当努力しない といけないと思います。

熊谷: なるほど。それは本当に大事な ポイントでしょうね。ただ、特に若い 技術者とか研究者というのは、その人 が有能で、しかも熱心であればあるほ ど、自分が取り組んでいる当面のテー

マにどんどん熱中して深く入り込んで いくという傾向がありますね。ですか ら、今おっしゃったようなシステム全 体として物事を見るというのは、本人 の努力も必要でしょうけれども、周り や上司もそういうガイダンスをしてや らないといけないのではないでしょう

須清:上司、研究開発マネージメント、 それから適切な職場環境は全部必要だ ろうと思いますし、若い人にターゲッ トをうまく与えてやることだと思いま す。

熊谷:特に日本人はそういうシステム 指向というか、全体をシステムとして 見て考えるという、そういう傾向がど ちらかというと少なかったのではない でしょうか。

須清:そのとおりだと思います。

#### 有機的連携が新たな力を生み出す ーインター事業部・インターグループ活動ー

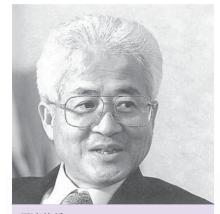
熊谷:川崎重工業は、今年、100周年 をお迎えになるそうですが、創業の地 はどちらだったのでしょうか。

須清: 創業は、東京の築地において川 崎正蔵が川崎造船所を明治11年に始め、 その3年後には神戸に川崎兵庫造船所 を開設しました。明治29年に株式会社 になった時には、あの松方コレクショ ンで有名な松方幸次郎が初代社長にな りました。

熊谷:株式会社組織になり、松方幸次 郎氏が初代社長になったのが明治29年 の1896年、今からちょうど100年前。 そして、今日まで戦前、戦中、戦後を 歩んでこられたわけですが、川崎重工



科学技術の基本である「ものづくり」について語り合う須清修造氏(左)と熊谷信昭理事長



1932年生まれ。55年東京大学工学部船舶工学科 卒業。同年川崎重工業株式会社に入社し、造船事 業部浩船工作部に勤務。76年鉄構事業部工作部長。 77年技術研究所沒接研究室長。84年播磨丁場長。 87年技術開発本部副本部長。89年取締役明石技術 研究所長兼技術開発本部副本部長。92年には常務 取締役となり、95年6月から専務取締役技術総括 本部長に就任。

入社以来、技術の企業を標榜する同社の基盤部 門を成す造船、鉄構両事業部を中心に生産現場及 び研究開発のマネージメントに携わる。この間、 特に溶接技術については、基礎研究から応用、実 用化に至るまで幅広く活躍し、パイオニア的な役 割を果たし、国内外から高い評価を受けている。 その先導的な業績に対し溶接学会田中亀久人賞、 同会佐々木賞、科学技術庁長官賞功労者賞、藍綬 褒章を受賞。

業の技術は何が特徴だとお考えでしょ うか。

須清:初代の松方社長の時代には、今 手掛けておりますようなものを既に始 めておりました。まず船から始まり、 車両、陸上構造物、橋梁、さらには航 空機、一時は自動車まで手掛けたこと があります。ですから陸海空という展 開は既に松方社長の時代に始めており ました。その後、ビジネスになってい るのは、二輪車、ロボットとか、ある いは産業機械、環境・エネルギーの分 野とかですが、社会基盤設備産業領域 というのは明治、大正、昭和を通じて、 一貫して活動してきたのではないかと 思います。

各時代の社会インフラを担ってきた のは、いわゆる重工業だと思います。 一つ一つは単独の事業でありながら、 全体として有機的につながりながらや るという形は日本の重工業の特色だと 思います。

熊谷: なるほど。有機的につながると 言うことは、大きな力へと発展してい くこと、あるいは大きな力を生む源と なるのですね。

須清:特に私どもの会社の場合は、陸 海空の広い範囲の製品を扱っておりま して、一つ一つのビジネスのセグメン

トでは小さいものですから、あらゆる 技術要素を単一の事業で全てを抱える ということは経営としても成り立たな いわけです。その各事業のバラバラで すが特色のある技術をかき集めますと 総合力ができます。

熊谷: そうしますと、川崎重工業の経 営方針あるいは行動指針としては、ネッ トワーキングというようなことが一つ のキーワードになっているのでしょう かっ

須清:私どもの会社の経営行動指針と して、インター事業部・インターグルー プ活動の強化を全社スローガンの一つ に掲げております。昔は、例のパーキ ンソンの法則を読みますと、人に協力 するというのは下の下だと言わんばか りのいわゆる主体性を主張して「自分 のところの仕事をしっかりしなさいよ」 ということに価値観をおいていました。 しかし、今はもうそういう時代、そう いう領域を超えていると思います。国 際的にも共生と言いますけれども、グ ローバリゼーションの枠組では、技術 自体も境界を超えて、違った領域の人 と結びつかなければいけないと。例え ば、材料をやる人が構造強度をやる人 と手を握るとか、あるいは機械の人と 手を握るというインター事業部活動が インターテクノロジーに結びついてい く、あるいは海外との関係でもそうで はないでしょうか。産学官という領域 も、学のやる領域、産のやる領域、官 はさらにサポートする領域でと、それ ぞれの役割がうまくマッチングするよ うな運用ができなければいけないと思 います。

ところが残念なことに日本は縦割り 社会であり規制社会であり、そういう ことを進めるには摩擦が多いですね。 ですから、グローバリゼーションの展 開では、日本の国内で自分たちだけで やるという発想ではなくて、海外とも 早く手を握ってやることが必要だと思っ ています。

熊谷:川崎重工業というのは技術の企 業というイメージが私も含めて一般に 強いわけですけれども、そういう企業 で技術総括本部体制というのをおつく りになったのも、基本的には今お伺い したようなお考えによるわけですか。 須清:本社の技術部隊を1カ所に集中 するという意味で技術総括本部体制を 整備したところです。例えば、私ども には3研究所、3センター体制を所属 させており、3センターの場合ですと、 生産技術開発センター、電子・制御技 術開発センター、それから情報システ ムセンターと3つあるわけです。これ が、トライアングルとなって一緒に仕 事をしますと、最近のメカトロニクス という領域について非常にマッチする わけです。ハード部門は電子制御部隊 がメカトロとしてやりますし、アプリ ケーションは生産技術開発センターが やります。それから純ソフトの領域は 情報システムセンターがやるわけです。 これはバラバラにやっていても効果が 薄いわけでございます。

## 共生社会に向けた企業活動

熊谷:昨年は科学技術基本法というよ うな画期的な法律も成立しましたし、 2回にわたる大型の補正予算でかなり のお金が科学技術振興関連事業に投入 されました。先日も、橋本総理が大阪 にこられて講演をされたのですが、橋 本首相が特に強調されたのが「科学技 術創造立国」ということでした。我が 国の政治のレベルでもやっと科学技術 の振興が国の将来にとって一番重要な 柱だということが認識されるようになっ てきました。

須清:確かに、戦後の日本がまさにそ うだったわけですね。食糧もない、資 源もない。それを加工立国として発展 してきたように思います。今はまさに 生産拠点が海外へ移るというところま でいこうとしている中で、やはり日本 が本当にできるのは高度技術だと思い ます。そういうものをバックグラウン ドにして、日本だけという発想ではな くて、やはりグローバルにビジネスと しても共生できる、それでいてプライ オリティーがとれるようにならないと いけないのではないでしょうか。

熊谷: そういう認識は国を挙げて理解 されるようになってきてるんですけれ ども、一方、今おっしゃったような産 業の空洞化というのは現に起こってい ますね。

須清: それは結局経営というこれはプ ロセスの固まりですけども、今までは あらゆる経営の上流から下流までをワ ンセットでやるというのが日本的な考 え方ですね。しかし、国際ビジネスの 中では、すべてにわたって日本が強い わけではございませんから、強いもの と強いものが手を握ったときに、さら に強くなるということもございますし、 それから、やはり共生というベースで いきますと、開発途上国とも一緒になっ てやらなければならないと考えており ます。

# 環境問題人の取組は社会全体で

熊谷: 今世紀も終わりに近づいて、い よいよ新しい世紀を迎える段階になっ て、世界的に人類の大きな課題として 浮かび上がってきたのが環境問題です ね。どの企業も環境問題には非常に大 きな関心を持っておられますけれども、 これからの環境問題と科学技術の関係 について企業人としてどういうふうに お考えになっておられますか。

須清:私どもは、もともとインフラと いうことでは、環境に一番真正面から 取り組む企業でして、ごみ処理の問題 はもちろんですが、もともとエンジン などの環境に影響を及ぼす発生源を持っ ているわけです。ですから、省エネ、

いわゆるエンジン効率を上げること、 あるいは排気ガスの清浄化自体も環境 のための技術です。

公的な規制値というのは、社会の要 求水準に合わせて、あるいはそれに伴っ て、まだまだエスカレートすると思い ますから、ほとんどの企業でビジネス の一環として真剣に対応しているわけ です。それが、航空機も二輪車も船で も、そういうつくる立場での環境だけ ではなくて、今盛んに言われているよ うなリサイクルベースの話もございま すし、それからユーザーのメンテの問 題もございます。

最近、アメリカへ行ってきたのです

が、日本に比べて向こうがシビアな状 態におかれているのは、インフラにお いて向こうは橋梁をとりましても、道 路をとりましても数十年ぐらい古く、 それがアメリカ全土に蓄積されている わけですから、全てがリプレースの必 要があったり、あるいは修復や補修を しないといけない、そういう課題が山 積しています。日本の場合は、まだ道 路一つとりましても第二東名とか、第 二名神とか、まだまだ新しい展開を見 せておりますけども、これが本当に一 巡して、さらにその耐用年数を超える 時期には、やはり相当問題になるだろ うと思います。こういうことに対応す るためにも、それにかかわる省エネと か、あるいは耐久性を増すとか、ある いは非常にリサイクルがしやすいもの にするための高度な技術が必要です。 熊谷: 今までの工業製品に対する評価 基準というのは、より性能が高く、よ り価格が安い製品がより良い製品とい うことでしたが、これからは、それに 加えて、今おっしゃった人間がつくっ ている人間社会とか自然環境などに対 して与えるマイナスの効果がより少な い製品がより良い製品というような評 価基準が加わってくるのではないかと いう気がいたします。

須清:マーケットインというのがどう



#### 能谷信昭理事長

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)特別研究生修了。 58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究 昌。60年大阪大学工学部助教授、71年同教授とな り、学生部長、工学部長などを経て85年大阪大学 総長に就任。91年同大学名誉教授。93年から科学 技術会議議員。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績によ り米国電気電子学会終身名誉員(Life Fellow)、 電子情報通信学会名誉員、ニューヨーク科学アカ デミー会員、日本工学アカデミー会員などに推挙 されているほか、レーザー学会特別功績賞、電子 通信学会業績賞、電子情報通信学会功績賞、郵政 大臣表彰。日本放送協会放送文化管など多数受管。 また、電子情報通信学会会長、国立大学協会副会 長などを歴任。

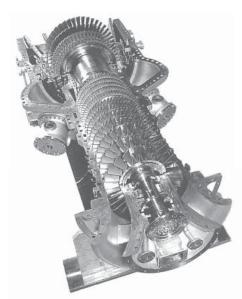
現在、科学技術会議議員のほか、各省庁の審議 会委員や委員長、郵政省通信総合研究所顧問、防 衛庁技術研究本部顧問、理化学研究所相談役、光 量子科学技術推進会議会長、大阪府教育委員会委 昌長、(財)地球環境センター理事長、(財)大阪府 文化振興財団理事長、(株)原子力安全システム研 究所社長など役職多数。

著書に「電磁気学基礎論」(電子情報通信学会 著述賞受賞)など。

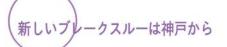
してもものづくりにはついてまわりま すので、そういうマーケット自体が環 境に対してシビアなものになると、ユー ザー思想まで変えてでもそういうよう にしていかないといけないのではない かと思います。ただ、これはメーカー だけでできる話ではないと思います。

地元神戸の場合に、地震災害からの 復興への協力という問題では、私ども 企業人としては、これからも大いに汗 をかかないといけないと思います。例 えば、この震災復興という問題をとり ましても、復旧という当座の問題だけ に捕らわれてはいけないので、技術屋 としては、もう一歩先を見たものまで 手をつけていかないといけないのでは と。この地域で、その震災をもととして、 防災感覚の強い技術をみずからも大い にやるけれども、他に取り組んでいる 諸団体とも協力関係がいると思います ね。産学官の協力関係を一層活性化し てやるとか、一方ではある種の規制の 排除というのが必要だと思いますね。

37



コージェネレーションシステムの心臓部として 高い熱効率と長時間連続運転を主眼に開発した 6 MW級の中型ガスタービン



熊谷: 今、規制の排除と言われました が、具体的にどのようなケースで規制 が障害になっているとお考えですか。 須清: 例えば、人の面におきましても、 日本の大学の先生方というのは、例え ばいいニーズを見つけても、それで商 売するというのが許されていませんね。 海外では相当規制が緩いだろうと思い ますが、こういうことは普通にやれる ようにするのが当然だろうと思うので す。そういうことによって、学と産と の交流とか、そこに今度は人事の交流 も行われるようになります。規制とい うものもいろんな見方がございますが、 社会における基盤活動に対する規制の 仕方というのは、法的規制というもの もあるけれども、案外文化的な要素が 規制として働いており、今までの島国 という日本的な特徴の中での良さの反 面、また悪さがあるのかなという気が します。

熊谷:おっしゃるとおりで、例えば科学技術基本法というような法律ができて、基本的な理念ははっきりうたわれるようになりました。そして今、それを具体的に施策として示す科学技術基本計画というのをつくりつつあるのですが、例えば研究費を紀元2000年までに今の倍にしろというようなことは、どちらかというとむしろ簡単なんです。難しいのは今おっしゃった制度改革の

方なんです。しかし、制度も併せて改 革しませんと、科学技術振興のための 公的な財政支援だけを進めても、せっ かくのお金が生きてこないのです。

**須清**:やはり活性化しないと駄目ですね。

熊谷: そのとおりです。ところが、そ のために制度改革をやろうとしますと、 例えば国立大学の教官については国家 公務員法がありますね。それからお金 はすべて国費ということになりますと、 国の会計法上の規制が自動的にかかり ます。それから必要な研究者や研究支 援者も確保しないといけないというこ とになると、公務員の定員削減の中で 研究分野にだけ聖域を設けられるかと いうようなことにもなります。税務署 だって人は足りない、看護婦さんも足 りない、警察官だって足りない、裁判 所も人が足りない、というふうにいっ せいに言いだしますね。そういうこと になるものですから、お金の問題はま だ簡単で、おっしゃるような制度改革 とか規制の緩和というのが本当に難し いのですね。

産と学との人事の交流にしても、あるいは共同研究にしても、なかなか制度を一部だけ改めるというのは難しい。おっしゃるように、アメリカではできているのに日本ではなぜできないのかというようなこともやはり社会的なカルチャーとそれを背景にする社会の仕組み全体の中でいろんな制度があるからなんですね。その中で一つだけこれを変えようというのは非常に難しいことなんです。

須清:ですから、どこかで突破口をつくらなくてはいけないのではないでしょうか。その点、やはり震災にあった神戸こそが、その適役ではないかと思います。昔から神戸は進取の地ですね。勝海舟が日本で初めて海軍操練所を開いたし、伊藤博文が初代の県政を担ったように、そういうイメージのもう一つの歴史をつくってもいいのではない

かと思うのですけれども。

熊谷:被災された方々にとっては、とりあえずはまず復旧というのが生きていくために目前の一番大事なことなのでしょうけれども、同時にやはり将来のために、この機会に何か新しいものを生みだして行こうとしないといけないのではないでしょうか。

須清: そうでないと、アメリカで既に ゴーストタウンになったような話とい うのは幾らでもありますから。活力が 移転してしまうと、復興は非常に難し くなるかもしれません。

熊谷:ですから、今、力を合わせて、 それこそ、災いを転じて福となすよう な気持ちを持って、志を立ててやる必 要があるんでしょうね。

須清:幸い国際的にも今、東南アジア等、近隣諸国が非常に伸びているわけですから、日本は孤立しないで、かつては戦争して大東亜共栄圏を考えたぐらいですから、もっと経済的にでも、あるいは技術的にでもやることはやって、コーポレートする方がいいのではないかというように思います。

#### ′ 時代を超えて生きる高度技術基盤

熊谷:そういう点、関西の場合は大阪 湾をぐるっと囲むベイエリア一帯とし て発展していけば良いと思っています。 須清:ベイエリアは、東南アジアに対 しては一種のハブ的な性格を持ってい るだろうと思います。

**熊谷**:これをパランスよくシステムとして開発発展させるというのが大事で、 兵庫県はその中核的な位置にあります

須清:特に重工業技術については、例えば私ども、筑波のトリスタン計画の一部を担当させていただいたのですが、これをよく見ますと、私どもの担当した分野もそうですが、他の企業で担当された分野もほとんどがこの地域から

西で造って持って行ってますね。東の 方で造ったものというのはほんのわず かなんです。

ここには大手企業の生産工場も大きい施設がございますし、研究所も結構ございます。だからその技術集団が次の情報化社会の中で生きる技術集団とのマッチングということになると、今のままですと一見、重厚長大であって、そういう情報系統とはマッチングしないように見えるのですが、それはそうではないだろうと思いますね。

熊谷:と申しますと。

須清:アメリカでも、例えば東のマサ チューセッツ近辺の話と西のスタンフォー ドのいわゆるシリコンバレーの話とが よく比較されておりまして、最近、非 常にシリコンバレーが伸びているもの ですから、いかにもマサチューセッツ の衰退を語る人もおられますが、本質 的には私はそうではないだろうと思っ ています。やはり、東は歴史と基盤技 術を持っておりますから、次に伸びる ときには、また発展していくのではな かろうかと。西はどちらかというと、 バブルではありませんが、かなり情報 というのに集中していますから、これ は確かにハイスピードで、また新しい ものに移るチャンスを持ってますので、 山谷厳しいながらの伸びと思います。

それぞれの地域の特性というのは、 持てる基盤をそれなりに伸ばしていく ということの中で出てくると思うので、 瀬戸内海に面したこの重工業地帯とい うのが持てるエンジニアリングという か、そういう総合技術力はあるだろう と思います。



熊谷:須清さんは、明石技術研究所の 所長をしておられた頃に、私どもの協 会の総合企画委員会の委員にご就任い ただいていたので、協会の設立の趣旨



航空機のHMD(ヘッドマウントディスプレイ)技術を応用した教習所向け二輪車運転シュミレータ

などはよくご理解いただいていると思うのですが、当時お感じになっておられたこととか、あるいは我々の協会に対して何かご意見とか、ご注文はございませんでしょうか。

須清:ここ兵庫県では、SPring-8が間もなく花開こうとしておりますし、そういう意味では先端的な領域で、一種の物性領域的なところで、かなり力を入れておられますね。先端技術というものは、材料、メカトロ、バイオと3点セットみたいな話でございますが、この材料という中で、単なる新材料とかいう領域とはまた違った物性的ななが、しかも分子、原子というようなばが、しかも分子、原子というなったところうと。それが本当に花開くのはやはり21世紀かなと思います。

問題は、その非常に高度なレベルのものが、通常、産業社会と結びつく中間帯をどこでどうつくるかにあります。その一部は私ども企業人みずからが研究開発の中で、取り組まないといけない要素もあるのだろうと思いますけれども、やはり企業も単独では弱いわけですね。ですから、先行領域では、国のご支援とかが必要になるでしょう。こういったつなぎのところの開拓に創造協会がもう一歩、声を大きくしていただければと思います。

また、震災復興で最近できました (財) 阪神・淡路産業復興推進機構が、 そういう活性化のアイテムとして、さ らに上位の創造協会の活動の流れと、 現実とのつながりをつくっていただけ ればと思います。

さらに、将来を考えますと、人材が ものをいうと思いますので、人の育成 をやはり地元でもっとお願いできない かなと考えております。

熊谷:たしかに人材育成も重要ですね。 今日は4月1日ということで、官民を問わず、新社会人が新鮮な希望を持って入庁、あるいは入社したことと思います。須清さんも川崎重工業の入社社に出られたそうですが、若者が科学技術の発展に全力投球したいというような気持ちになって呼びかけられるとしたのどのような言葉が良いのでしょうか。

須清:私自身は、どちらかというとものづくりの会社におりますので、私どもの社長が言っておりますが、「ものづくりこそ私どもの生きがいだ」というように考えております。

**熊谷**:実にそれが科学技術の基本だと 私もかねがね思っております。本日は たくさんの貴重なお話をお伺いするこ とができまして、本当にありがとうご ざいました。



# SPring-8から始まる

#### ●対談者

日本原子力研究所・理化学研究所 大型放射光施設計画推進 共同チームリーダー

上坪 宏道 🖽



関ひょうご科学技術創造協会 理事長

熊谷 信昭氏

でしょうか。

### 成果を重視した装置づくりを

熊谷:上坪先生はご専門が原子核物理 学で、特に加速器の研究開発を中心に 活発な研究活動を続けてこられました が、そういう分野の研究に取り組まれ るようになったきっかけは何だったの でしょうか。

上坪:東京大学の理工学研究所に小さなサイクロトロンがありましたので原子核の実験をするようになったのですが、当時、世界的に高エネルギーで精密な実験をする過渡期にありましたので、大変興味をひかれ加速器の研究を始めました。

熊谷:昭和40年に理化学研究所に移られていますが、理研ではどのような研究をされていたのですか。

上坪: 当時、理研ではサイクロトロンを建設している研究室があり、そこ、でまましている研究室があれまして、理研に移りました。その頃、主とししの実験に来ないから日本で初めての地を行っていたのですが、やはり精速を行っていたのですが、やはり精囲をいい、加速できる粒子の種類、一段半駄にいい、外国に比べて一段から、これではよいい、外国に比べて一段から、これではよいい、あちるものですから、これではよいが表ものですから、これではよいが表ものですから、これではよいが表ものですから、これでも必めたわけです。

熊谷:それで、リングサイクロトロン をお作りになったわけですか。

上坪:はい。最初の重イオンサイクロトロンは、古いタイプのもので昭和41年に動き始めたのですが、その後、昭和49年頃から新しい、今稼働しておりますリングサイクロトロンを中心とする複合加速器を作り始めました。この装置は、文字どおり世界最先端のものにしようと思いいろいろ努力しました。おかげさまで、今でも世界中で最もす

ぐれた実験装置として動いてます。 熊谷:20年以上たった今でも世界で最 も優れた装置とは本当にすばらしいこ とですね。先生は、そのような装置を

どのような考え方でお作りになったの

上坪:私は、日本が加速器を作る場合、これまで重要な点が見落とされてきたと思っておりまして、その一番大きまして、動けばそのプロジェクトは成功だという考えが非常に強いのですが、私はそうではなくロジェクトは失敗だと。では、良い成果を出さなければ、そのプロジェという装置を作っためにどういう、やはりその性能としてどこにもないようなポテンシャルを持つ加速器を作らなければいけない、

これが非常に大事だと思います。動け ば成功という考え方はやめて、成果を 上げなければいけないということに絞っ てプロジェクトをつくり、それを実現 するためには、どういうところに新し いポテンシャルを持たせるかという設

計と建設を行うことです。 熊谷:装置を作る場合、動けばまずは 成功という気持ちについなりがちなも のですが、重要なことは、それによっ て、どのような良い成果が得られたか ということですね。

上坪:良い成果を得るために、もうかに成果を得るために、もうい成果を得るために、れはいるない。それはあるを養成するかでするがでするから点でするかられたらながでは必ずしも人間を作るだけでは必ずした。の仕るといったがで養成していかなけれたらな基準のでででででででで、本を関していかなけれたがはないがある。とのできると、優れた人の花を咲かいないとのであるというのは成功しないと思いますね。

## 一真理を照らす

### SPring-8では自由な研究を

熊谷:理研で世界最高のサイクロトロンをお作りになって、今度はSPringー8の建設チームのリーダーをされているのですが、現在の進捗状況はいか

上坪:非常に順調にきております。先生もご存じのように、SPring-8では線形加速器で電子を1GeVまで加速しまして、それを今度はシンクロトロンで1GeVから8GeVまで上げ、それを蓄積リングに入れて光を出すようになっておりますが、8月1日から線形加速器の試運転を開始しました。そして、9月までに調整を終えて、10月からシンクロトロンでの試運転が行われる予定です。

熊谷:その後の計画はどうなっている のでしょうか。

上坪:順調に進みますと、蓄積リングに電子を入れて光を出すのが来年の2月になる予定です。それまでに光の取り出し口を全部で8本ぐらい整備しまして、蓄積リングに電子が溜まりましたら、即、光が取り出せるようにしておきたいと考えております。

熊谷:最終的に整備するビームラインは61本ですね。これは61カ所の取り出し口を作るということですが、61本の整備計画はどうなっているのでしょうか。上坪:ビームラインの建設は年次的に整備する予定となっており、平成9年度で動くのは共同利用ビームラインが10本、原研用が3本、理研用が3本、それから機器開発とか手法の開発に使うR&D用が2本の合わせて18本が動き出す予定で、現在、急ピッチで建設工事が進んでおります。

共同利用ビームラインは全部で約30 本整備する予定ですが、残りの20本に ついては、年次計画的には毎年4、5本 ずつ整備しまして、5年ぐらいで完成する計画です。それ以外に、例えば大学とか、企業とかが独自のお金で自分の実験装置をここに作りたいという要望に対するビーム用として20本ほどあり、現在6本の整備計画があります。これは、専用施設と呼んでいます。

未知への冒険

夢の光で創造的研究を一

能谷:上坪先生をはじめ関係者のご努力で、運転開始時期が当初のかね。ご努力を早まる方向にいっておすな。会会を引きて、地域の発生をも早める事にお出したりとはなどがですが、世界生とがですが、世界生の光でもも、ということにはないましたので、非常に有難いことにありましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、非常に有難いことにはないましたので、またはないましたのでも思いましたのではないましたのではおいませんがある。

先ほど先生は、装置を作って、うまく動けばそれで成功だという考え方ではなくて、それを利用してどういう成果が生まれるかというのが問題だと言われましたが、利用者側からの要望とか希望とか、そういうものはどのような状況ですか。

思っております。

上坪:この装置を使いたいという利用 者の方々が集まって「SPring-8利用 者懇談会」と言うものがつくられてお りますが、現在、約1,000名の方が参 加しておられます。

熊谷:それは、大学や企業の研究者の 方々ですか。

上坪:1,000名のうち企業の技術者が 18%、国公立研究所の研究者が16%、 残りが大学の先生という割合になって います。その方々が中心となって、共同利用ビームラインの利用計画を提案 していただいております。

熊谷:そこではどのような研究をした

いという希望、要望が多いですか。 上坪:日本の先生方の考え方には二通 りございます。非常に先端的な研究を やりたいと言う先生と、とりあえず自 分たちが今、日常かかえているいろん な試料や課題をなるべく早く研究でき れば良いと言う先生に分かれます。筑 波のフォトンファクトリーで研究をし ていますと1年のうち何回かしか実験 ができないけれども、思い立ったとき になるべく早くできるような、使いや すくて、仕事のこなせる装置が良いと 考えている先生も多いようです。そう いう先生方の希望というのは非常に大 事でして、やはり思い立ったときに、 すぐ実験ができないと、新しいアイデ アは育ちません。そこからスタートし て独創的なものになっていくのではな

はないかと思いますね。 能谷: 筑波のフォトンファクトリーは、

いかと思います。何かを考えても半年

待ちなさいとか、1年待ちなさいといっ

たら、やる気がなくなってしまうので

そんなに利用者が多いのですか。

上坪:利用者が非常に多く、混んでいる状況ですね。そういう意味では、やはりなるべく多くの方に自由に使っていただけるというのが大事だと思います。しかし、私どもとしましては、それだけでなく、誰もやらないような仕事を大いにやっていただきたいと。ですから、作り出す装置も少し冒険をしていただきたいと思いますね。

ところが、先生もご経験があると思いますが、日本というのは、他の人がやっていないことをやることに対しては、必ず心配して余りお金を出したがらない。いつも冗談に言うのですが、科研費の申請書を見ましても、この研究は外国や日本ではどういう状況なのかということを書かせます。しかし、本当の研究というのは、外国でやっていないから大事なんですね。

熊谷:私も科研費の審査を何回かやりましたが、先生がおっしゃるように、 評価のときには、外国では全然やって



SPring-8で実現する"夢"について語り合う上坪宏道氏(左)と理事長



#### 上坪宏道氏

1933年生まれ。56年東京大学理学部物理学科卒業。61年同大学大学院物理系研究科物理学専攻博士課程修了。同年同大学物性研究所助手。65年理化学研究所研究員。68~70年フランスサクレー原子力研究所センター外国人研究員。76~81年東大原子核研究所教授、その後再び理化学研究所主任研究員を経て、92年同理事。

現在は、理化学研究所理事、日本原子力研究所・ 理化学研究所大型放射光施設計画推進共同チーム リーダー、(財) 高輝度光科学研究センター理事 兼放射光研究所副所長

主に、原子核物理、加速器物理学の研究に従事 し、理化学研究所では、同研究所の世界最大のリングサイクロトロンの開発チームの総指揮者として6年がかりで完成に導く。当施設は、建設後20年を経過してもなお、世界最高性能を有する装置であり、加速器研究の第一人者として内外から高い評価を受けている。

播磨科学公園都市の世界最大の放射光施設「SPring-8」では計画段階から参画し、共同チームリーダーとして活躍している。

いないとか国内でもまだほとんど誰もやっていないというのは、どちらかというとむしろネガティブな効果を与えているようですね。

上坪:やはり、日本も考え方を変えて、少し冒険をするような、その代わりに設計したり、作る過程では議論を尽くしていただいて、どこにもない装置を作るということにある程度の冒険をしなければいけないと思います。ビームラインの建設でも、なるべくそういうふうな部分を取り入れていただけるとありがたいと思いますね。

### 新しい研究領域を拓く優れた光

熊谷:筑波のフォトンファクトリーとか、アメリカやヨーロッパにも $\mathrm{SPrin}$ gー $\mathrm{8}$ と類似の装置がございますね。例えば筑波のフォトンファクトリーと比べて $\mathrm{SPring}$ - $\mathrm{8}$ のもっている特色や、さらに優れている点を一般の人にもわかりやすいように言うとどういうことになりますか。

上坪:一つは、非常に明るくて、非常 に細い光ですから、極めて小さな試料 や局所的なものを見ることができます。 普通ビームを絞ってしまうと、明るさ が足りなくて、なかなか長時間実験が できないのですが、SPring-8では、細くて強いビームが出ますので、少しぐらい絞っていっても、光が弱くならないものですから、自由に実験ができます。例えば、蛋白質の結晶などは、小さいものでも十分測定できますので、新しい成果がどんどん得られるようになるのではないでしょうか。

もう一つは、空間的にコヒーレンスの高い X線が取り出せます。ヨーロッパのグルノーブルでも大分そういうふうになってきていますが、私たちのS Pring -8は空間的にコヒーレンスの高い X線、しかもかなり波長の短いところまで出せますので、新しい領域が開けるのではと考えています。この面でも、SPring -8が世界でナンバーワンになるのではないかと思っています。熊谷:ヨーロッパやアメリカの大型放射光施設の状況はいかがですか。

射光施設の状況はいかかですか。 上坪:グルノーブルのESRFは既に 2 ~ 3 年ぐらい前から供用開始されております。ESRFはSPring -8と比較しますと、長い波長領域が主ですが、加速器グループが非常に努力されまして、優れた性能のX 線を取り出せるようにしています。それを見ていますと、いわゆる第三世代のX 線では、グルノーブルとアルゴンヌとSPring -8がその代表選手ですが、なかなかおもしろい研究ができるんだなということが、かなり明確になってきました。

### 産業界とディスカッションミーティングを

熊谷:実際に研究が始まらないとわからないかもしれませんが、SPring-8では、純科学的な基礎研究の分野での研究に利用される率とメーカーなどの産業応用の分野の研究に使われる比率とではどのような割合になると予測されますか。

上坪: それは少しお答えしにくいのですが、今の日本の先生方を見ていいますが、今の日本の先生方を見ていいますのが多いですね。先程申し上げましたように、非常に平行された強い光が出る、局所的に見ることができ、それに波りから、同のとば磁気散乱をやらせますと、中性子でしかできなかったようなりますが、皆X線でもできるようになります

ので、非常に期待しております。また、時間分解能も、時間を区切って時系列的に現象を追うような仕事もSPringー8では、可能だろうと思います。うまくいきますと、ナノセカンドより長い領域はほとんどの現象をカバーできるのではないかと予測しています。 熊谷:そうしますと、SPringー8では、基礎研究に重点が置かれることになるのでしょうか。

上坪:私自身はそれについて若干異論 を申し上げています。といいますのは、 放射光というと、すぐリソグラフィが 企業での応用であると言われますが、 これから21世紀に向かって、例えば半 導体産業にしましても、パターンの焼 きつけに軟X線といった波長の短いも のを使うだけでなく、それを小さくす るためには、材料の表面がよりクリー ンでなければいけないとか、材料をよ り均質にしなければいけないとか、い ろいろな問題がございます。ところが、 その材料の表面を今よりもう一桁線幅 を小さくしようとすると、表面のクリー ンさをもう一桁以上きれいにしなけれ ばいけない。そういうのを確かめよう とすると、多分SPring-8のような装 置でチェックしないと無理だろうと思 います。実際に、最近、アメリカのス タンフォードで、放射光をうまく使う と今までの表面のクリーンさよりも、 一桁ぐらいの上のクリーンさを確認で きるような方法を開発しましたが、そ ういうことはSPring-8のような第三 世代の装置を使いますと、もっと簡単 にできます。

さらに局所的な組成の分布とか、局所 的な欠陥の分布というものを、SPring -8のようなX線というのは非常にき れいに見ることができますので、どう いう様な仕方をすれば、より完全な材 料ができて、どういう様にしたら、よ り表面がきれいにできるかといった開 発をするのであれば、SPring-8をぜ ひお使いいただくのが良いと思います ね。そのような分野で、もう一桁質の 良いものにしようとか、もう一桁高い 精度で何かやろうと思ったときに必要 な現象の背後にあるものを研究する場 合には、こういうのは基礎研究と言う のか、応用研究と言うのかわかりませ んが、確実にSPring-8が役に立つと

熊谷: 先生が今おっしゃったような産

業利用については、企業に何か投げか けをされているのでしょうか。

上坪:企業の方々に最近申し上げおりますのは、企業の方で問題を出してくださいと。企業の方が利用する場合何が問題なのか、そういうものを出していただいて、大学の先生方も入っていただいて一緒にSPring-8を使ってチェックするというようなことをやれば良いのではないかと思います。そのための場として企業の研究現場の方に集まっていただくディスカッションミーティングを設けたいと思っています。

### 利用者本意の運営をめざして

熊谷:利用者側の組織として(財)高輝度光科学研究センター、略称JASRIというのがありますが、専門家の方はJASRIと簡単におっしゃいますが、一般の方々にとってはJASRIといわれてもわかりにくいと思います。どういう言葉の略で、どういう団体なのかということを一般の方々にわかっていただこうと思えば、どういうふうに説明すれば良いのでしょうか。

上坪:JASRIの発足のときの経緯から申し上げますと、このSPring-8のプロジェクトは、日本で初めての試みが幾つかございます。その一つに、日本原子力研究所と理化学研究所という二つの独立した研究所が共同して、しかもどちらが主で、どちらが従ということではなく、全くイコール・パートナーシップで協力して、それぞれが予算を取ってきて一つの装置を作る方法で建設を進めております。

熊谷: 今までに例のないやり方ですね。 上坪:ええ。ところが、これでは難し い問題が起こります。と申しますのは、 加速器という立場で見ますと、建設時 の分担は上流側は原子力研究所、下流 側が理化学研究所ですが、運転する段 階になると、一体として運営しなけれ ばならない。日本の慣例ですと、運転 についての許可申請を出すのは1人が 原則です。だれが責任を持つかという ことを明確にしなければならない。さ らに、原研も理研も、それぞれ自分た ちの研究というのが第一義的にあって、 このような大きな装置を利用者の皆さ んに提供するということは、そのミッ ションに入っておりません。もちろん

法律改正をして、そのミッションに入 れても構わないのですが、それを効率 的にさせようとしても、一方で自分の 研究をやり、もう一方でそういう大き な装置の共同利用の運営をいたします と、負担が大きくなりすぎます。そこ で、こういう装置ができたときには、 これを運営して、皆さんに利用しやす いように使っていただくための一つの 組織が必要であろうということになり ました。その組織が原研と理研から全 部委託されて、その仕事を遂行するよ うな仕組みが必要であろうということ で作られたのが、財団法人高輝度光科 学研究センターです。この財団に国が 法律でSPring-8の運営はきちっと責 任を持ってやりなさいというデューティ を与えています。

英語では、Japan Synchrotron Radia -tion Research Institute(日本放射光 研究所)になっていますので、通常そ の頭文字だけをとってJASRIといって るわけです。それでは何故日本語では 高輝度光科学研究センターになってい るかと申しますと、放射光といいます と、筑波や岡崎にもございますし、それ からこの財団は、将来もう少し広いこ ともやるかもしれないということで、 名前が高輝度光科学研究センターになっ たのだろうと思います。これを英語に するのが大変ですから、英語では簡単 に日本放射光研究所になっています。 熊谷: JASRIが管理運営の主体になる ということですが、先程お聞きした要 望等は大学の先生や大企業の研究者か ら寄せられたものがほとんどだと思い ますが、中小企業の方々はどのように アプローチしていけばよいのでしょう か。中小企業の中には、どう使えば良 いのかわからないとか、第一どうコン タクトしたら良いのか、アクセスの仕 方もわからないというような企業がた くさんあるのではないでしょうか。

上坪:それに関しましては、JASRIに利用促進部門というのがありまして、そこに利用支援グループを置くことになっておりますので、そこに行けば割と気楽に相談していただける仕組みになっています。

また、県が専用のビームラインを作ることになっておりますし、姫路工業大学でもニュースバルという小型版放射光施設を高度産業技術研究所に作る予定となっていますので、そこが放射



#### 熊谷信昭理事長

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)特別研究生修了。 58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究 員。60年大阪大学工学部助教授、71年同教授とな り、学生部長、工学部長などを経て85年大阪大学 総長に就任。91年同大学名誉教授。93年から科学 技術会議議員。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会終身名誉員(Life Fellow)、電子情報通信学会名誉員、ニューヨーク科学アカデミー会員、日本工学アカデミー会員などに推挙されているほか、レーザー学会特別功績賞、電子通信学会業績賞、電子情報通信学会の議賞、郵政大臣表彰、日本放送協会放送文化賞など多数受賞。また、電子情報通信学会会長、国立大学協会副会長などを歴任。

現在、科学技術会議議員のほか、各省庁の審議 会委員や委員長、郵政省通信総合研究所顧問、理 化学研究所相談役、光量子科学技術推進会議会長、 大阪府教育委員会委員長、(財)地球環境センター 理事長、(財)大阪府文化振興財団理事長、(株)原 子力安全システム研究所社長など役職多数。

著書に「電磁気学基礎論」(電子情報通信学会 著述賞受賞)など。

光に関して県の産学共同の窓口になると思いますね。そういうところを通していただくと、SPring-8が利用しやすくなるのではないかと思っておりますけども。

熊谷:敷居をできるだけ低くしていただいて、病院で言えば初診外来総合受付というような窓口を設けていただき、そこへ行って、何か研究開発に利用する方法はないだろうかというような相談にのってもらえると、皆さん、喜ばれるのではないかと思いますが。

上坪:特にSPring-8では、使ったことがない人に対するサポートというのをかなり重要視しております。

熊谷:世界最高レベルとか言いますと、 本当に超一流の世界的学者や高度な技 術者でないと使えないもの、とても近 寄りがたい高級な装置なのだろうと一 般の人々には思われてしまうかもしれ ませんが、装置は幾ら高級でも、使う 方はそれを応用して何かの問題解決に 役立てばそれで良いわけですから。

上坪: そのとおりですね。おかげさまで、科学技術庁でもかなり努力していただいて、その成果を公表すれば使用料は原則無料ということになっており

ます。さらに、JASRIでも利用者の支援体制をきちっと作るようになっておりますので、いろんな形で使っていただきやすくしたいと思っています。 熊谷:ぜひ、利用者が行列待ちをするような研究センターになっていただきたいと思いますね。

#### 21世紀社会の発展を支える原子力科学

熊谷:理研がSPring-8のような高輝度の放射光施設を作るというのは、一般の人にもすぐ理解できますが、日本原子力研究所が光の装置を作るというのは、原研のミッションからいうと、どういうつながりがあるのだろうかという疑問が、一般の人にはあるのではないでしょうか。

上坪:日本原子力研究所というのは、原子力の基礎研究と、それをさらに発展させる研究が大きなミッションになっています。日本の原子力の将来を考えるときに、エネルギー源としての原子力と同時に、加速器とか、ラジオアイソトープとかをより広く使うということが非常に重要な項目になっておりまして、その応用の典型が放射光だと思います。

熊谷:一般の人は、原子力研究所というのは原子力発電に関することだけを研究するところだと思っていますが、原子力発電もその一つですけれども、もっと広く、原子科学、正確に言えば、量子科学というのでしょうか、そういう量子科学技術全般を研究する研究所だと考えれば良いのでしょうか。

上坪: そう思いますね。原子力という と、即発電、あるいは爆弾を連想する というのは良いことではなく、本当に

44

原子核・素粒子の世界を解明する研究 やその応用として原子力を開発するた めに20世紀に人類が作ってきた技術と いうのは、実は20世紀から21世紀の社 会の支えとなる科学技術の基盤を作っ て来たという認識をしていただければ と思います。それをミッションとして いるのが原子力研究所であり、理化学 研究所もそういう原子力予算をいただ いて研究を行っているのも同様のこと ですから。私は21世紀になると基礎科 学、基礎技術の開発をする上で、原子 力で開発されている基盤的な技術装置 こそがそれを支えていくだろうと思っ ています。その支える部分を研究する のが原子力研究所の重要な役割だろう という思いを持っております。

#### 世界に開かれたCOEへ

熊谷:そういう意味で、SPring-8は 非常に幅広い基礎科学の分野、そして 産業技術の分野、さらには医学、医療、 生命科学の分野の応用などが考えられ る装置で、日本のみならず、世界のセ ンター・オブ・エクセレンスになる可 能性もあるし、またそれを目指してお られると思います。そのためには国際 協力とか、国際交流という面が非常に 重要になってくるのではないでしょう か。日本だけでなく、世界に開かれた、 世界のセンター・オブ・エクセレンス となるためのいろんなお考えとか、企 画をお持ちかと思いますが、そういう 点はいかがでしょうか。さらに、国際 諮問委員会といったようなものを設け るお考えはおありでしょうか。

るお考えはおありでしょっか。 上坪:私どもは、この施設の建設が始まりましたときに、日本で初めてした。 アドバイザリー委員会を作りました。 年1回の割合で計5回開催しました。 アメリカから3人、さらにロシアから1人、さらにロシアから1人、さらにロシアから1人をお呼びして、そして日本の先生方も入って、5年間にわたり行いました。 裏谷:その委員会の先生方は加速器の専門家だけですか。

上坪:いいえ、利用技術の専門家も入っています。委員会では、随分といろいろな議論をいたしまして、非常によかったと思っています。そのよかった点は二つありまして、一つは私共の若い研究者達が、海外の専門家達と議論する

ことで気づかないことを言われますと、自分が正しいと思ったら一生懸命勉強して正しいことを証明しますし、逆に、向こうの言うのが正しければ、すぐ直すわけです。もう一つは、SPring-8というのを、海外の専門家に非常によく理解していただいたので、とても良い宣伝になったことです。

熊谷:そうですか。世界中の一流の人 たちですから、最高のPRにもなりま したしね。

上坪:日本では何かやるときに、一回 ぐらい外国の先生に来ていただいて助 言をいただくというのは、これまでやっ てきたことですが、このプロジェクト の進んでいる間、毎年来ていただいて 議論を尽くしてもらうというのは初め てだったので、これは、今先生がおっ しゃったように最高のPRになったと 思っています。

熊谷:実質的にもよかったわけですね。 運転が始まってからも、この国際アド バイザリー委員会というのはお続けに なられるのですか。

上坪:完成後は研究成果に関して、続けたいと思っています。今までは、原研、理研の共同チームのリーダーである私に対する諮問委員会として作っていたのですが、今度は高輝度光科学研究センターに対する諮問委員会としてやっていただくのが良いと思っています。 能谷:そういう国際的な諮問委員会はあった方が良いでしょうね。

上坪:さらに、国際化に関しては、先ほ ど申し上げましたグルノーブル、アル ゴンヌそしてSPring-8が協力しまし て、「第三世代は非常に性能の良い装置 だが、それを使いこなす技術がまだ確 立してないので、使いこなす技術の開 発を協力しましょう」ということで、 毎年1回必ずそれぞれが十数人ずつ集 まりまして、議論すると同時に、お互い に開発したものを使ってみたりしてい ます。これが非常にうまくいっています。 熊谷:ヨーロッパにはグルノーブル、ア メリカにはアルゴンヌがある。そうしま すとアジアにおけるSPring-8の位置づけ、 役割というものが重要だと思いますが。 上坪:私もSPring-8がアジアにとっ て非常に重要なものだと考えておりま して、アジアの国の人たちが自由に使っ ていただく仕組みが必要だと思います。 最近、インドが自分たちの専用ビーム ラインを作りたいと言ってきており、

今かなり話が進んでおります。これからアジアの国の人たちが、共同利用ビームラインの利用に参加するだけでなく、自分たちのお金でSPringー8に実験装置を作って、それを日本人も使い、その国の人も使えば国際協力がもっと進むと思います。

### 地域に根ざした研究施設となるために

熊谷:SPring-8が国際的なCOEを目指す一方で、国内、特に地元にとっても非常にインパクトの大きい存在ですので、地域産業に及ぼす影響も大きいと思いますが、その点、地元企業と連携して何かおやりになるお考えはございませんか。

上坪:私は、今後、そういうふうにし たいと思っていますことは、SPring -8のような大きな装置があるところ には、必ず所内工場がなければいけな いと言われますが、私達は少し考え方 を変えまして、設計する人は私たちの ところにいますが、周辺にあるいろい ろな中小企業の方が、私たちの所内工 場であると考えていくような仕組みを 作った方が良いのではないかなと思い ます。そういう点に関しましては、姫 路の周辺には、いろいろと技術力の高 いユニークな企業がそろっていますの で、ゆくゆくはそういうところと協力 していろんなものを作っていきたいと 考えています。

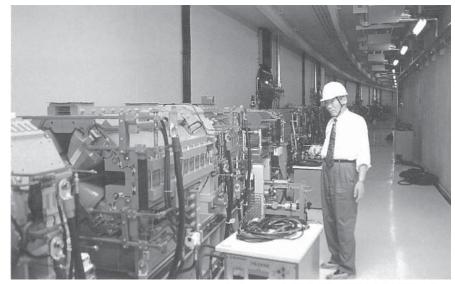
熊谷:それは実験的研究を進めていく 上では、ぜひ必要なものですね。 上坪:そういうような仕組みをうまく 作っていければ、研究者は非常に良い 研究ができるようになるのではないか

### 関西を光量子科学の研究メッカに

と思っています。

熊谷:先生は、これまで主に関東を中心として研究活動をされてきたわけですが、このSPring-8の建設事業に伴って、今は西播磨にお住みになり、お仕事をしてらっしゃいますけれども、関東との研究環境、あるいは生活環境の違いをどのようにお感じになっていらっしゃいますか。

上坪:先週、名古屋市にあります核融 合科学研究所長の飯吉先生とお話をし



急ビッチで工事が進む現場で指揮をする上坪リーダー

ていましたら、先生がどうも関東は文 化がないけれど、関西には文化がある とおっしゃるのです。私もそれを非常 に感じておりまして、この播磨に住ん でみまして、古いお寺が多いというだ けでなく、例えば瀬戸内海の新鮮な魚 をはじめとして地元のおいしい食べ物 がたくさんありますし、いろいろな町 の昔から引き継がれたお祭り、さらに はスキーなど四季折々に楽しめるもの がありますね。関東の大都会の周りと いうのは、ファーストフードやファミ リーレストランはたくさんあるのです が、本当にこれがここの食べ物なんだ と、これが文化なんだというようなも のがないですね。私は関西の学園都市 では、そこに住む研究者たちはそうい う文化をエンジョイできるとともに、 彼らにとってこれは非常に大事なこと だと思いますね。これは、地元の人々 の間にとけ込むと一層強く感じられま す。そうすることによって、文化に根 ざした新しい考え方の研究集団ができ

熊谷:確かにそう言われてみますと、 この京阪神を中心とする関西地域とい うのは奈良や京都と言った古都の伝統 的文化から神戸の近代的なハイカラ文 化までありますし、また、海や山や湖 や島といった豊かで変化に富んだ自然 環境にも恵まれています。大学を見ま しても新幹線ならわずか十数分で行け るような京都、大阪、神戸に国立の大 規模総合大学が三つも隣接してありま す。このような地域は、日本はもちろ ん世界中にも例がないと思いますね。 上坪:ですから、この地の利というの を大事にしていただいて、それぞれが 皆特徴を持っていますから、うまく有 機的に連携をしていけば良いですね。

るという気がします。

私は、今後、国で建設する大型の研究 施設はできるだけ地方につくるのがい いと思っています。

熊谷: そうですね。関西ではSPring -8が世界最高の放射光施設ですが、 そのほかにも、やはり西播磨に住友電 気工業の超伝導を使った新しいSRが あります。滋賀県では立命館大学が新 型のSR装置を作られたし、原研は関 西研究所を設置されて、いろいろな光 関係の研究もしたいというお話もうか がっています。また、既存の大阪大学 や京都大学などにも、光関係の立派な 研究施設があります。さらには、京阪 奈の国際電気通信基礎技術研究所(AT R)やイオン工学センター、自由電子 レーザー研究所をはじめ、大阪工業技 術研究所、工業技術院電子技術総合研 究所大阪ライフエレクトロニクス研究 センター、郵政省通信総合研究所の関 西支所(先端研究所)などでも光関係の 研究が行われています。このように、そ れぞれが独自性を充分に発揮しながら うまく連携していけば、京阪神地区を 中心にした関西が21世紀には光量子科 学関係の世界的な研究メッカになる可 能性ができてきましたね。私共ひょう ご科学技術創造協会もできるだけのお 手伝いをしていきたいと思っています。 本日はお忙しいところを、いろいろ

本日はお忙しいところを、いろいろと貴重なお話を聞かせていただきまして、本当にありがとうございました。

※上坪宏道氏は現在、九州シンクロトロン光研究センター所長。 2



# 人と地球の未来を

## ーグローバルな思考で

# 見据えた新技術の開発

## 夢のある研究を一

#### ●対談者

関西電力㈱支配人 総合技術研究所 所長

財ひょうご科学技術創造協会 理事長

林 幹朗氏

熊谷 信昭氏

### 海を渡る送電線の開発に感動

熊谷:林さんは、神戸大学工学部電気 工学科のご卒業ですが、卒業研究では どんな研究をされたのですか。

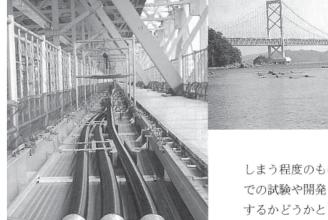
林: 放電現象の最もプリミティブな針 対平板電極における研究に取り組みま した。当時は、実験設備も貧弱でした が、湿度、温度などの雰囲気が変わる とどうなるかというような研究内容で した。

**熊谷**:学生時代の放電の研究は電力と 大いに関係がありますが、入社されて からはどのような研究に取り組まれた のですか。

林:私は、会社に入りましてからは、 送電線、特に地中送電線の建設、補修 といった仕事に長く従事しておりまし たので、研究者と言うよりむしろ建設 技術者と言った方がいいようなキャリ アです。

**熊谷**:これまでのお仕事の中で印象的なご経験はございますか。

林:記憶に残っているのは、新しい技術を導入した送電線の開発です。入社して間もない頃、淡路島に送電するために明石海峡に敷設していた海底ケーブルの老朽化と送電容量の増大に対応



大鳴門橋(下部)に載せた送電ケーブル この技術が瀬戸大橋に活かされ、また明石海峡 大橋にも引き継がれています。

するため、新しい送電ケーブルを海底に敷設する工事の技術開発を担当しました。明石海峡は幅が約5キロ、水深が100メートルほどあり、しかも海底が岩場で潮流が非常に速い極めて特殊な場所ですから、本番までにメーカーの工場で何度も機械力試験を繰り返したり、ケーブル敷設船で敷設実験を繰り返したりと随分苦労しました。敷設工事自体は早朝から数時間で終わって

しまう程度のものなのですが、これまでの試験や開発した工具が本番で機能するかどうかという心配と私にとって初めての大きな工事の経験だったので、敷設し終わったときには非常に感激しつくづく送電技術者でよかったと思いました。

**熊谷**:淡路島の電力は、今でも本州か ら送っているのですか。

林:いいえ、今は四国から鳴門海峡の 大鳴門橋に載せた電力ケーブルで送電 しています。また将来は明石海峡大橋 にもケーブルを載せて送電するよう計 画しています。今ではそれほどめずら しくありませんが、日本で送電ケーブ ルを大きな吊り橋に載せたのは大鳴門 橋が初めてのことでした。橋自体はご 存じのように風や熱で伸縮しますので、 ケーブルも機械力を吸収しながら電気 を送り続ける機能が必要となります。 そのため関西電力の総合技術研究所に 実規模大の部分模型を作りこの技術を 開発しました。この技術が瀬戸大橋に も活かされ本州の電力系統と四国の電 力系統をつないでおり、明石海峡大橋 にも引き継がれています。

**熊谷**:何故、地域と地域をつなぐ送電線が必要なのですか。

林:電力消費の予想を越える増加に対応し、また電力設備の事故時にも安定して電力を送り続けるためには予備の電力が必要であり、各地域が広域的に連携し電力を融通しあうことで信頼性や経済性の向上に寄与することが出来るためです。

熊谷:そういう意味では、世界全域での融通が出来るようになれば、時差や季節の違いなどを有効に生かすことによって電力のピークの平準化が可能になりますね。長距離用の低損失大電力送電ケーブルの開発などは、グローバルな電力の需給の平準化をはかる上で非常に大事じゃないかと思うのですが。林:そうですね。どの程度の距離まで送電が可能かという問題がありますが、ヨーロッパでは国と国との間に直流の電圧の高い海底ケーブルが敷設されていて融通もやっていますし、元々陸続きのところでは、国を越えた電力のやり取りは常識になりつつありますね。

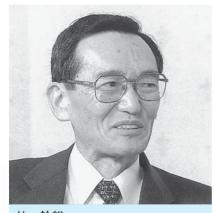
## 技術者も一般の理解を求める努力を

熊谷:将来のエネルギー問題は今後の 我が国の発展、環境問題、それから国 家としてのエネルギー保障の問題など 国民生活にすべて直結する重要課題で あり、特に原子力発電は国家的な大命 題ですね。

林:1970年代前半の第1次オイルショックまでは水力発電中心から火力発電中心、つまり石油中心の時代への移行の時期で、原子力はエネルギーのベストミックスの有力なひとつでしたが、オイルショックでエネルギーセキュリティーの問題が非常にクローズアップされた結果それまで以上に原子力の重要性が認識されはじめました。また、この10

年くらい前から地球温暖化という問題 が出てきてそれを防止するため新エネ ルギーをはじめ様々の手だてが議論さ れ始めました。政府の「地球温暖化防 止行動計画 | に掲げられている目標の とおり2000年以降の二酸化炭素の排出 量を1990年の水準で維持しようとする と、どう考えても原子力を欠くことは 出来ません。もちろん太陽光発電や風 力発電も有力な手段のひとつと考え、 これらを既存の電力系統にどのように 連系させるかという研究を研究所の重 要課題として取り組んでいますが、い くら計算しても将来の全電力量の10% にも満たないので、これらは地球温暖 化を防止するための対策の1つのファ クターにはなるけれども、その中心に なる技術というのは原子力しかないん じゃないかなと思っています。





林 幹朗氏

1940年生まれ。63年神戸大学工学部電気工学科 卒業。同年関西電力株式会社に入社。91年研究開発 部長。95年6月から支配人総合技術研究所長に就任。

入社以来、主に電力流通技術に関する業務に従事。地中送電線の技術開発に関する業績が多く、明石海峡海底ケーブルの建設、大容量送電ケーブル海峡横断橋梁添架の研究、大容量送電システムの開発など主要プロジェクトを推進するなど豊富な研究開発マネージメントの実績を誇る。特に、92年には、大容量地中送電高効率冷却システムの実用化の功績に対して、電気学会学術振興賞(進歩賞)を受賞。また、資源調査会専門委員などを歴任。

現在、総合技術研究所長として、自主技術力の強化、地球環境、コストダウンなどの課題研究の強化など研究所の改革を推進するほか、関西の大学、企業が多数参加する電気材料想談会の会長として開かれた交流の場づくりに積極的に取り組んでいる。

熊谷:原子力の平和利用というのは、 戦後、人類の明るい希望の星として生 まれ、歓迎されてきたんですけれども、 スリーマイル島やチェルノブイリでの 事故でみんなが非常に怖がり始め、さ らに「もんじゅ」など最近の一連のト ラブルでますます原子力発電に対する 国民の拒否反応が強くなってきていま す。これは、非常に重大な問題ですね。 林:我々は原子力について、機械です から故障もある、人間がミスをするこ ともあるという前提で何重もの安全対 策を施しています。皆さんに十分理解 してもらうためには、まず小さな努力 をひとつ一つ積み重ねながら一般の方 にわかりやすく説明し、その結果、皆 さんが電力会社へ安心して任せられる という信頼を確保する必要があると考 えています。

熊谷:私も株式会社原子力安全システム研究所の社長・所長を拝命して、原 子力発電に関する安全性や信頼性の向 上に関する研究に携わっている一人なんですが、今おっしゃったように、一般の方々の理解を得るには、誠実に、そして謙虚に理解をしていただく努力を続けることが必要ですね。それには、林さん達のように地道に研究されている技術者の方々が、専門外の一般の方々にもよく理解されるように説明する努力をなさるのが信頼を得るために大切なことではないかという気がするんです。

林:おっしゃるとおり、一般の方々に よくわかるように技術を訴えていくこ とがこれからの研究者には重要なこと だと思いますね。

# エネルギー問題と環境問題には総力戦で

熊谷:火力発電所から発生する二酸化 炭素を光合成を利用して固定化し、生 分解性のプラスチックを生産する研究 や水素を発生させる研究がありますね。

林:一つは光合成生物の中でも二酸化 炭素固定能力が高いシアノバクテリア を使って二酸化炭素から生分解性プラ スチックを生産する技術で、自然環境 の中で微生物によって分解されるので 環境面から期待されています。もう一 つは微細藻類と二酸化炭素と光によっ て水素を発生させるというもので、こ れは技術的には可能なのですが、量的 には広い面積で少しの水素しか発生し ないなど実現性という面ではまだまだ 多くの課題があります。しかし地球温 暖化防止に役立つ技術は網羅的に手掛 けており、このほか電力に直接関係な いことですが、インドネシアのガジャ マダ大学と共同で熱帯林を再生する研 究にも取り組んでいます。これは毎年 約1,500万haの熱帯林が失われており、 この面積は1年間に日本で排出してい る二酸化炭素総量の半分ぐらいを吸収 する能力があると言われていることか ら非常に意味のあることだと考えてい るためです。このようにやれることは



総合技術研究所にある世界最大級のAPSA(高性能系統解析試験装置) 中部から九州にいたる電力系統を忠実にシミュレートし、事故時の電力系統の動きなどの解析を行っています。

やりながら、併せて地球温暖化防止に 有効な原子力に取り組んでいくことが 電力事業者にとって大切なことだと思っ ています。

熊谷:エネルギー問題も環境問題もグローバルな問題として、世界全体、地球全体のシステムとしてとらえないとうまくいきませんね。

林:現在、日本の電力会社の持つ技術は、世界と比べ大体すべてにおいて1ケタ優れています。例えば原子力発電所が計画外にトラブルで停止する回数は、1基あたり0.2回と欧米先進国の概ね10分の1ですし、一般家庭の停電回数も、年0.1回と欧米先進国の10分の1以下です。そのほか火力発電所の排出する硫黄酸化物や窒素酸化物の量も大体欧米先進国の10分の1以下なんです。このような優れた技術をこれからはグローバルに活用していく時代に入ってきているという気がします。

熊谷:環境問題とエネルギー問題は一体的に考えなければならない問題ですね。そして、「グローバルなシステム思考」と、新エネルギーの技術開発や省エネルギーのためのあらゆる工夫などをすべて総動員した、東京大学名誉教授の茅陽一先生の表現を借りれば、「総力戦での取り組み」が必要だと思いますね。

林:そうですね。日本の電力会社がかかえている問題は、エネルギーセキュリティーの問題や地球温暖化の問題のほかに、電力会社も普通の企業として競争しなければいけない状況になってきているということだと思います。電

カ会社の特徴は、企業間で厳しい競争をしながらもそのインフラを支える使命感を持っていることだと思うんです。 単に競争に勝ち抜くことだけが目的なら、いろんなメニューを全部手掛けていくことはできませんが、エネルギーの将来を考える使命を担っているという意味では可能性のある研究は全部手掛けないといけない訳です。

## 研究成果には厳しい各自点検、自己評価を

**熊谷**:研究所は総勢で何人ぐらいおられるのですか。

林:今、研究所に240名おり、そのうち研究者が190名ほどです。ただ、この190名の研究者は、今まで発電所や送電線の建設や運営に携わってきた人が中心で、研究のみに従事してきた人は少ないんです。以前は研究をメーカーに頼むことが多かったんですが、昨今はあてがいぶちの研究だけではコストダウンも出来ませんし、競争相手に打ち勝つ必要からも研究設備の拡充や研究者の中途採用など自力で研究が出来るよう変えてきています。

熊谷:林さんは、大容量地中送電線の 研究で電気学会から学術振興賞(進歩 賞)を受賞されるなど研究者としての 実績をお持ちですが、今、研究所長と して研究マネージメントをされる立場 になられて、特に心がけておられるこ とはございますか。

林:これからの関西電力の研究所は多 様化していくと思います。多様なポテ



熊谷信昭理事長

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信 工学科卒業。56年同大学院(旧制)特別研究生修了。 58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究 員。60年大阪大学工学部助教授、71年同教授とな り、学生部長、工学部長などを経て85年大阪大学 総長に就任。91年同大学名誉教授。93年から科学 技術会議議員。その間、電子情報通信学会会長、 国立大学協会副会長などを歴任。

電磁波工学の権威であり、その先駆的業績により米国電気電子学会終身名誉員(Life Fellow)、電子情報通信学会名誉員、ニューヨーク科学アカデミー会員などに推挙されているほか、レーザー学会特別功績賞、電子・領通信学会業績質、電子情報通信学会の場談、電子情報通信学会者述賞、郵政大臣表彰、日本放送協会放送文化賞など多数受賞。平成9年には日本学士院賞を受賞。

現在、科学技術会議議員のほか、国土審議会委員や郵政省電気通信フロンティア研究推進委員会委員長をはじめ各省庁の審議会委員や委員長、郵政省通信総合研究所顧問、理化学研究所相談役、光量子科学技術推進会議会長、大阪府教育委員会委員長、(財)地球環境センター理事長、(財)大阪府文化振興財団理事長、(財)災害科学研究所理事長、(株)原子力安全システム研究所社長・所長など役職多数。

ンシャルを持った人間が融合して様々な研究に取り組んでいくことになれば、研究成果の評価が難しい問題になってきます。私は、研究者にそれぞれ自分の研究課題について、自分で評価できる指標を持つように言っており、そういう意味では一人ひとり全部成果の評価の仕方が違うことになります。

熊谷: なるほど、自己点検、自己評価 ですね。

林:はい。研究ですから失敗すること は非難しませんが、何故そういう失敗 をしたかということを自分で堂々と評 価でき、堂々と言えることがこれから の研究者にとって重要になってくるの ではないかと思います。それから研究

所のマネージメントをする立場で考え ますと、やはり企業の研究所ですから 研究投資にあった具体的な成果を経営 サイドに提出することが必要ですが、 それだけではなく、現状では出来るか どうかわからないが電力会社の将来の ために必要で可能性のある技術に一定 の投資を継続することも必要です。そ ういう意味では今後のマネージメント は、何をどれだけ配分していくのかと いう研究資源投資管理が重要になって くると思います。

熊谷:マネージメントが適切でないと 研究者の研究意欲が減退したり、ほん とに大事な新しい芽を見過ごしてしま いかねないということもありますから ね。研究所長というのは、おっしゃっ たようにその判断と、場合によっては 度胸が必要なこともありますね。

林: それはそうかもしれませんね。保 守的にやってしまうと何も新しいこと ができなくなってしまいます。あんま

り新しい物の方に寄ってしまうと、経 営としての存在価値がなくなってしま いますので、その両方を十分考えてい く必要があるんじゃないかと思ってい ます。

# 申経系とⅤての通信技術

熊谷:エネルギーと当面直接の関係は ないように見えますが、林さんのとこ ろの研究所の研究テーマの中に非常に 先端的な光通信の研究がありますね。 林: 関西電力では、200以上の発電機 が1,200万軒のお客様と結びついてい ます。電気は蓄えることが出来ません から、常にジャストインタイムで過不 足なく電気を供給しているわけです。 このシステムがどんどん拡大していっ ても正確に維持されているのは、この 制御技術、情報通信技術が支えている

からなんです。

排煙脱炭パイロットプラント(大阪・南港発電所) 火力発電所の排煙をこの装置に導き、地球温暖化の主な原因とされる二酸化炭素を化学的に分離・回収する 実証試験を行っています。

熊谷:神経系統ですね。

林: そのようなことから情報通信の研 究は、電力会社の本業にとっても重要 だと考えています。関西電力の古い光 通信線路の中には情報伝送量が少ない ものがかなりありますが、サブキャリ ア多重とか光波長多重という技術を用 いると張り替えなくても一挙に30倍ぐ らいの情報を送信できる能力に格上げ できます。これは新しい制御システム を導入するための有力な武器になりま

熊谷: 光ファイバーは、今でこそ通信 ネットワークの基幹みたいになってき て、NTTをはじめ各通信会社が一斉 に取り組んでいますが、歴史的に見ま すと、光ファイバーを一番最初に通信 用に実用されたのは電力会社だったよ うな気がしますね。

林:今後電気の使い方自体も非常に複 雑になってくると思われます。単に電 気を送ることだけでなく、生活とか産 業活動を支える電気の効用を送ってい ると考えれば、電気の制御に合わせて お客さまが欲しがっている情報も送る という複合した機能を電力会社が果し ていく必要が出てくるし、社会経済活 動の効率化をもたらす効果が出てくる と思います。そのことからも電力にとって 情報通信は非常に重要な技術なんです。

# 電力は意外に新しい技術領域

熊谷:一般に、電気の照明や電力・エ ネルギーへの応用というのは昔からあ

る古い技術で、電気を用いた情報通信 というのは非常に新しい技術のように 考えられていますが、実際はその逆で、 電気の通信への応用はモールスの電信 機の頃から始まっていて既に百数十年 の歴史がありますが、電気の照明とか 動力への応用というのは通信への応用 よりはずっと後から始まった新しい技 術なんです。大学でも電気工学科は昔 からありますが通信工学科なんていう のは最近出来たので、通信工学科は新 しい技術を教える学科で、昔からある 電気工学科などは古い技術しか扱わな い学科のように思われており、大学を 受験する高校生達も、情報工学科とか 通信工学科などへ行きたがり、電気工 学科へ進みたいという人は少なくなっ てきているようですね。

林:そうですね。電力の技術は成熟し ており、新たに何もすることがないよ うに思われているところがありますね。 ひとつの形が出来上がっているのは確 かですが、やらなければならないこと はまだ一杯あるんです。

熊谷: 今はやりの携帯電話なんかも、 もっと小型にしてマルチな機能を持つ 端末をつくろうと思うと決め手は結局 電池なんです。一般の方は電池の研究 なんて古い研究のように思われるかも しれませんが、やっぱり電源の問題は 極めて大事なんです。

林: それは電力でも全く同じです。う ちの研究所でも電気自動車用から家庭 用、工場用、電力系統用まで基礎領域 も含めて他種類のバッテリーの研究を やっているんですが、もし経済的でコ

ンパクトで多量に電力を貯蔵できるも

のができれば、電力の使い方の世界が 大きく変わると思うんです。また、こ の世界は電気技術だけでなく化学や窯 業など様々な分野が融合した領域であ り、これからの世界を象徴している新 しい技術領域だと思います。

## 研究者同士の変流やボランティア活動の促進を

熊谷: 林さんには、ひょうご科学技術 創造協会の総合企画委員会委員にご就 任いただいていますが、協会に対する ご意見とかご感想などがありましたら 聞かせてください。

林:協会では、特に若い研究者を活性 化する目的で研究に対する支援をやっ ていただいており非常に有意義だと思 います。また、これは兵庫県が中心と なって昨年度から行われている関西科 学技術セミナーなども研究者の交流に 意義あるものであり、協会をはじめ兵 庫県では非常に効果のあることにたく さん取り組んでおられると思います。

さらに何か申し上げるとすれば、私 は最近、研究者がインフォーマルに交 流する場が少ないということを痛感し ており、いろいろな研究者が集まって 情報交換する場づくりを、工夫するこ とでお金をかけずにできないかと考え ています。もしそのような場が出来れ ば、そこに集まった研究者がボランティ アで子どもや住民に科学技術のおもし ろさを教えることも出来るようになる のではないかと思うんです。実現のた



500kV大容量直流送電線ケーブル断面図 この技術の導入などにより、建設コストの 低減が可能になります。

めには私たち研究者の努力も必要です が、そのきっかけを作っていただけれ ば有り難いと考えています。我々研究 者が社会からいただいてるものの一部 でもボランティアという形でお返しし ながら、研究者同士が刺激をし合って いくのが私の夢なんです。

熊谷: それはおもしろいですね。今日 は大変貴重なお話を沢山うかがうこと ができまして本当にありがとうござい ました。



地球環境問題への対応のため、インドネシ ア・ガジャマダ大学と共同で研究を進める 熱帯林再生技術

きのこの菌を接種したラワン苗木は、通常のも のと比べ極めて成長が早い。



## 5周年記念座談会

# 世界の頭脳が集う

## 一科学技術のスーパースター

#### ●出席者(50音順)

井口 洋夫氏 前 岡崎国立共同研究機構 機構長

江崎 玲於奈氏 筑波大学学長

貝原 俊民 氏 兵庫県 知事

能谷 信昭 氏 関ひょうご科学技術創造協会

四 氏 理

白子 忠男 氏 姫路工業大学 学長 (司会進行)

#### 世界最高のツールで グローバルな発展を!

白子: 江崎先生、井口先生には、ご多 用のところご遠方からお越し頂きまし てありがとうございます。初めに、貝 原知事から両先生へ歓迎の言葉をお願 い致します。

**貝原**: 先生方には、本当にお忙しいと ころ、兵庫県にお越し頂きまして心か らの歓迎とお礼を申しあげます。

世界最高性能の大型放射光施設 SPring-8は、当初、姫路工業大学の 先生方が建設を提唱されました。その 後、熊谷先生をはじめ、関西の学界や経済界のご支援を受けて、ナショナルプロジェクトとなり、その整備が進められてきました。SPring-8が、去る10月8日に待望の供用開始を迎え、それを核とする播磨科学公園都市も"まちびらき"を宣言するまでに成長したということは、まことに感慨深いものがあります。

お蔭様で、江崎先生や井口先生をは じめ、ノーベル賞級の研究者の皆様が、 数多く播磨科学公園都市を訪問される ようになり、大変ありがたく思っております。今後ともよろしくお願い申しあげます。

白子: 江崎先生、井口先生は、昨日、 播磨科学公園都市にお泊まりになり、 現地をご覧くださいましたが、筑波研 究学園都市をはじめ国内外のサイエン スパークと対比してご感想をお聞かせ いただければと思います。

江崎:私は、大阪に生まれ、大学卒業 後は神戸で研究をしていたこともあり、 兵庫県は非常に懐かしいところです。

以前、ある大企業の会長さんが、関 東に比べ関西の人の方が意欲的であり 創造性があるんじゃないかとおっしゃっ ていましたが、本当にその通りで、筑 波研究学園都市の文部省高エネルギー 物理学研究所(現高エネルギー加速器 研究機構)では、20数年前に約800億 円の予算でトリスタンという加速器が 整備されましたが、今、播磨科学公園 都市では、1,000億円以上の予算を投 じ世界最大のエネルギーの光を発生さ せるSPring-8が完成し、また県独自 でもその費用を上回る巨費を投じて都 市整備が進められるなど、関西の方が いろいろ新しいことに取り組んでいらっ しゃるように思います。

世界最大のSPring-8がきっかけとなって、創造的なサイエンスがどんどん発展して、ここからノーベル賞に結びつく研究成果が発表されたり、あるいは新しい産業が生まれるなど、将来に向け非常に大きな夢が広がる基盤が造られたということについて、まずお祝いを申しあげたいと思います。

私のいる筑波研究学園都市は、今から30年余り前に閣議決定をして、国が主体となって建設を進めてきました。 現在、日本の研究公務員は全部で約1万人ですが、その約半数が筑波に集まっています。研究所は、国公立の試験研究機関が約50、それから民間の研究所が大小併せて200くらい立地しており、ようやく当初の計画が終わりに近づいたのではないかと思います。

私どもの筑波大学では、先端学際領域研究センター(TARA: Tsukuba Advanced Research Alliance)を創り、そこでそれぞれ違ったカルチャーを持っている産学官の協力体制の強化に取り組んでいます。例えば、大学は基礎研究、それから国公立研究所は主として応用研究、そして民間企業では開発研究が中心になります。その3つのカルチャーが集まると、お互いに触発されて新しい考え方のもとに優れた研究成果も生まれてきます。

播磨科学公園都市においても、 SPring-8を核として産業界との連携 を深め、大学の基礎研究と企業の応用 開発研究が交流して何か新しいものが 生み出されることでしょう。

日本も、これからは、サイエンス領域を開拓し、その成果を基に新しいテクノロジーを創り、新しい産業分野を

# 播磨科学公園都市を目指して

# "SPring-8" —

築いて世界に貢献することが求められております。欧米に範を取って、それに習っていくというこれまでの日本の風土を変えて行かなくてはなりません。我々日本人が自分たちの創造力と行動力で新しい学問分野を創り、情報の発信基地となり新しい産業分野を開拓しなければなりません。SPring-8という世界最高性能のツールが播磨科学公園都市に出来たということは、これから国際協力の下にグローバルに飛躍していく科学技術の基盤が出来たということであり、将来の発展が非常に楽しみなところだと感じています。

白子:私どもは、播磨科学公園都市を「光都」と呼んで、光科学技術に関するメッカを目指しており、姫路工業大学では、産学官の連携大学院構想を描いています。国公立の研究機関や産業界と共同でTARAよりもっと分野を絞ったセンターを創りたいと考えていますので、ご指導をよろしくお願いします。

井口先生は、国の共同研究のメッカ である岡崎国立共同研究機構で長く研 究されてこられましたが、そのご経験 から、研究拠点の望ましい姿について お聞かせください。

井口:私は、姫路工業大学で新しく理学部を、戦後、国公立として初めて創るという話を、当時、学長であった角戸正夫先生から聞き、何度かお話をしたことはありましたが、今回、初めて完成した理学部に伺わせていただき、夢を見ているようでした。

播磨科学公園都市は、今まさに離陸 したところであり、これからどういう ルートでどの方向へ進んでいくかを決 める状況ではないかと思います。研究 者というのは、場所がどこであろうと 引き込まれるような興味を抱くものが あれば、世界中どこへでも行きますが、 その代わり魅力がないと2、3回は行 くにしても、いつの間にか遠ざかって しまいます。

今、播磨科学公園都市は、SPring -8という非常に大きな求心力を持っており、人材も豊富に揃っておりますが、今後なお一層、その研究者たちが定住ないしある期間定着できるような環境をつくっていただければ、より発展するのではないでしょうか。

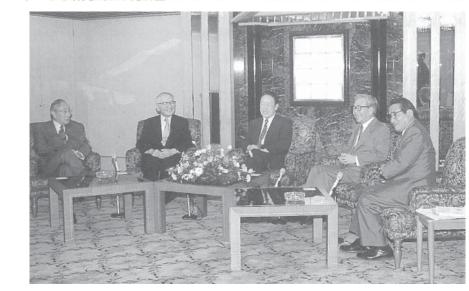
また、以前、岡崎国立共同研究機構 分子科学研究所長として共同研究施設 のお世話をしていた経験から言えば、 共同利用の研究所に来る研究者は、後 のことは考えないでとことん利己主義 になって、1日、1時間を惜しんで研 究をし、その成果を夜中までも解析し ているようなわがままなところが多々 ありますが、そのような行動を大目に 見ていただき、播磨科学公園都市がい ろいろな研究成果の発信基地になるこ とを大いに期待しております。

そのような研究者に播磨科学公園都市に行こうと思わせる求心力をつけるには、いわゆる"スーパースター"の存在が必要です。その場合、ぜひ、姫路工業大学をはじめ地域の大学や研究機関が中心となって、その"スーパースター"となり得る人材を育てていっていただきたいと思います。

このことに関連する私の考えなんですが、私は昔から、人間の能力には限りがあるということを、常に頭に置いて研究に取り組んできました。私は、昭和23年に大学を卒業しましたが、戦後の何も物のない時代でしたので、例えば、真空ポンプが1台しかないからAとBの両方の実験はできないのでどっちの実験をやるかという選択を常に迫られていたため、自然にそのことを学び、身に付いたような気がします。

今、やらなければならないことが非常にたくさんあり、選択とはどれかを捨てることでなかなかできない厳しい作業なんですが、ぜひ、研究の中で「選

53





井口 洋夫 前岡崎国立共同研究機構長

択」ということを実践していただけるならば、SPring-8の存在とともに、よその研究者の期待に応え得る優れた専門家集団が、今後、播磨科学公園都市に大勢育っていくことでしょう。

今日は時間の制約がありほんのわず かな時間でしたが、姫路工業大学の理 学部を見学させていただき、このよう な感想を持つとともに今後の発展に大 きな期待をしているところです。

白子: 当時、角戸学長を中心に、戦後、 国公立で初めての理学部を創ったので すが、その際、井口先生には、大変お 世話になりました。この場をお借りし てお礼申しあげます。

熊谷先生いかがでしょうか。

熊谷:私は、国の将来を考えましても、また一人ひとりの将来の生活を考えましても、結局、日本の将来は、科学技術の振興によって豊かで安全な社会を創ることと、基礎研究を含めた科学技術の研究開発を推進して国際社会において世界から敬愛されるような名誉あて世界から敬愛されるような名誉あているとは地域においても基本的には同じことだと思います。貝原知事は、卓見を持って、非常に早い時期から、県政の重要課題として「創造的科学技術立県」を唱えられ、国も最近、ようやくそういう考え方になってきました。

井口先生は、サイエンスには3つの大きな目標、つまり宇宙の根源、物質の根源、生命の根源を探るという目標があるとおっしゃっていますが、この10月に供用を開始したSPring-8は、物質の根源、生命の根源、さらにひいては間接的に宇宙の根源をも探求する

非常に有用なツールになるものと大い に期待しています。

また、江崎先生は、科学技術と一口に言うけれど、科学と技術は基本的に違う面があるんだということを認識しないと混乱が起こるとおっしゃっていますが、私もかねがねそういう気がしています。

そういう面から見ますと、SPring -8は規模が非常に大きいというだけ ではなく、今までの装置にはない特異 な特色があると思います。それは、ピュ アサイエンスの研究に極めて強力なツー ルであると同時に、テクノロジーの開 発に極めて有効なツールでもあるとい うことです。両方を同じ場所で、同時 並行的にできるという今までの研究装 置にはない非常に大きな特徴を持って いるんじゃないかと思うのです。これ まではピュアサイエンスの実験研究装 置と工業化、産業化のための装置とは 普通は別だったのですが、その意味で もSPring-8は大変にユニークな存在 だと思います。

これらのことからも、播磨科学公園 都市を国内はもちろん世界中から研究 者、技術者が大勢訪ねて来てくださる ような地域にぜひしないといけないと 考えています。私は筑波や京阪奈など 各地の学術研究都市を見て思うのでより研究者も人間ですので、人間が何となく立ち寄ってみたくなるような雰囲気や環境をつくり上げて、魅力ある場所にしていくことが大切だという気がしています。そのために、私どもの協会もできるだけの力を尽くしていきたいと考えています。

### いい光、いい音、いい香りを 生かして交流の舞台を!

**白子**:先生方のお話を聞かれまして、 知事いかがですか。

貝原: 三先生が共通におっしゃったことは、播磨科学公園都市を中心とした 西播磨を世界の研究者が集う魅力ある 地域にすべきだということです。

播磨科学公園都市があるこの地は、 当初、民間のデベロッパーが大規模な 開発プロジェクトを展開しようとした のですが、昭和48年に石油ショックが 起こり、計画は挫折しました。その活 用について地元だけでは対処しきれず、 昭和57年、県に協力要請があり、2,000 ヘクタールに及ぶ広大な土地の活用方 策の検討を始めたのです。

その時、東京大学の木村尚三郎教授が、「21世紀は"人間の世紀"にならざるを得ない。19世紀から20世紀は工業が発達してきた時代であり、欧米でも、日本でも資源とかエネルギーの消費地に近いところが発展したが、今から人間中心の社会になっていくとすれば、人間が非常に住み易い地域が発展をして行くんじゃないか」と語られました。つまり、今後は、"いい光""いい音""いい香り"に満ちているところが発展していくと言われるのです。

確かに、アメリカでも、これまで発展を遂げてきた東海岸に代わり、ヨーロッパなどへのアクセスは劣るが、気候条件に恵まれた南の地域が飛躍的な成長を続けています。また、ヨーロッパ大陸でもその中心は、ドイツやイギ

リスから、フランス、スペインなどへ と移りつつあります。やはり科学者や 芸術家にしても、"いい光""いい音" "いい香り"に満ちたところに集まる のでありましょう。

南フランスのニースの近くにソフィア・アンティポリスというサイエンスシティがあります。播磨科学公園都市は、この地と非常にロケーションが似ています。それは、どちらも海に面した丘陵地帯であり、近隣に魅力あふれる個性的な都市があるというところです。

そのソフィア・アンティポリスを視

察した時に、なるほどと思ったのは、 日本で新しい都市を創る場合、新都市 に必要な施設をすべて持ってくるとい う「全部完結型」の発想をしますが、 この地はそうではなく、非常に開放的 な都市づくりをしていたことです。ソ フィア・アンティポリスの研究施設に 勤めている人の3分の2は都市外から 通い、一方、居住者の3分の2はニー スやカンヌ、マルセーユなどに通勤し ており、まちは活気に満ちていました。 また、環境のことを考えてみても、一 つのまちに全部の施設を建設すること は困難でしょう。そこで、ソフィア・ アンティポリスのような "開かれた都 市"を目指し、播磨科学公園都市の整 備を進めているところです。

ところで、その核となるSPring-8 は汎用性のある素晴らしいツールであ り、あらゆる分野の学者の方々が興味 を持たれています。そこで、政治家や 学者などが集まり様々な課題について 議論する「エグゼクティブセミナー」 を開催しているアメリカのアスペン、 あるいは経済界の方々が一堂に会する

「世界経済フォーラム」の開催地であ るスイスのダボスのように、播磨科学 公園都市を一流の科学者や技術者が集 い、いろいろな研究成果の発表などを 通じて、豊かな交流が繰り広げられる 地域にしていきたいと思っています。 熊谷: 今のお話に関連しますが、例え ば私の専門の電子・通信工学の分野で いいますと、トランジスタにしまして もレーザーにしましても、革新的なテ クノロジーのそもそもの発端は、非常 にベーシックなピュアサイエンスの分 野の研究からスタートしています。そ れらの基礎研究を活用して新しい産業 を創出しようとしますと、サイエンティ ストとエンジニアが集まってくる環境 づくりということがその地域の発展の

ためにも非常に大事なことなんです。

そういう点から、カリフォルニアの シリコンバレーとボストン周辺のルー ト128沿線の地域とを比べてみますと、 どうもシリコンバレーの方が旗色がよ いようですね。その理由を、いろんな 人が考えて書いたり、発言したりして おられるのですが、私は、人間の行動 を決めるのに実質的に非常に大きな影 響を与えているものの一つは、住む環 境に対する魅力という極めてシンプル な要素だと考えています。私はボスト ンでは暮らしたことはありませんが、 青春時代をバークレーで過ごしました。 サンフランシスコベイエリアというの は、世界でも最も住みやすい地域の3 本の指に入るといわれているくらいに 本当に気候のよい暮らしやすいところ なんです。

サンフランシスコベイエリアにある スタンフォード大学とかカリフォルニ



ア大学バークレー校にどうしてあれだけ優秀な研究者が大勢集まるのかといいますと、よそと同じような給料、同じような条件でスタンフォード大学やカリフォルニア大学バークレー校などからオファーがありますと、まず奥さんが賛成する。気候が良くて住みやすいという非常にシンプルな理由なんですけれども、案外、人間の行動というのはそんな非常に単純なことが決定的な影響を持つ面がよくあるんですね。それで、優秀な人たちが集まってきて

兵庫県の場合も、考えてみますと、 まず大阪湾ベイエリア全域が世界的に も非常にユニークな恵まれた状況にあ る地域だと思うんですね。近隣に古い 歴史遺産、文化遺産が多数あり、また 神戸のような非常に新しい雰囲気の街 もあります。そして山あり、海あり、 川あり、湖あり、島ありです。

うまく発展していくようになるんです。

大学にしましても、京都大学、大阪 大学、神戸大学などの大規模総合大学 がすぐ近くに隣接して存在しているよ うな地域は、日本はもちろん世界中を 見ても極めて稀じゃないかと思うんで す。ですから、大阪湾ベイエリアの自 然環境が非常に優れている点と、現在 のいろいろな研究機関の集積などをう まく有機的に生かしていくと、世界の センター・オブ・エクセレンスを目指 す日本でも一番有望な地域じゃないか と思うんです。

江崎:確かに、今、熊谷先生のおっしゃったことはそうだと思うのですが、人間というのは、非常にいい環境のときに素晴らしい仕事をするのか、反対に逆境にいて、それを何とか乗り越えなく



熊谷 信昭 財団法人ひょうご科学技術創造協会理事長

てはと思った時に大いに馬力を発揮していい仕事をするのかという2つの理論があります。我々ぐらいの世代は、その2つの条件の両方を知っていますので、逆境を知っているからこそいい環境が欲しいと思い、いい環境が得られればいい仕事ができると思うのですが、今のような環境しか知らない人たちは、若干問題があるかも知れません。

いい環境という話では、今年の夏、カリブ海のサイエンスアカデミーから 招待を受け、西インド諸島の中のジャマイカ、バルバドスとトリニダード・トバゴへ講演に行ったのですが、常夏の国で比較的自然がスポイルされていませんし、ロンドンの陰鬱な空と比べますと格段に環境の良いところです。新婚旅行でヨーロッパの人々が多く訪れ、また、それだけではなく、北欧の人たちが光を求めて滞在するところらしいのですが、もし環境ということになりますと、こういうところもあるいは将来、研究拠点として発展するかも知れませんね。

私は70年余りのこれまでの生涯、ニューヨークでは同じ所に32年も住んでいましたが、実は7回も住む所を変えています。人間というのは、あちこちいろいろなところを経験することは悪いことじゃないと思いますね。日本から外国のあちこちへ出掛け、また、多くの外国の人たちをこの播磨に受け入れていくという相互の交流が必要でしょうね。だから交流できるような場を、気候温暖で、風光明媚で、歴史の重みもある播磨科学公園都市を中心としたこの地域に創るということが非常に大事なんです。それに、今、熊谷先生がおっ

しゃったように、関西は、京都、大阪、神戸、奈良など伝統文化とサイエンス 文化が交差し世界でも例を見ないほど 集積しているところであり、そこに大 変な財産であるSPring-8が加わった のですから、これは全く素晴らしいこ とです。

熊谷: それプラス競争的雰囲気ですね。 江崎先生のおっしゃるとおり、家が貧 しく、兄弟が大勢いて騒々しい狭い部 屋でミカン箱を机がわりにひっくり返 して勉強している方が、立派な個室の 勉強部屋を作ってもらうよりよく勉強 できるというようなことはままある話 で、立派な環境を整えたら研究者がい い仕事をするとは限らないと思います。 しかしながら、やっぱり世界中から人々 が行きたくなるようなところでないと まずは駄目で、人々が行ってみたくな るような所に播磨科学公園都市がなっ てほしいと考えています。それにプラ ス競争的雰囲気を持ち、科学者、研究 者たちが力試しに他流試合に来るよう な道場的な研究拠点という側面ができ ることも必要ですね。

# 文字通り"キーパーソン"が鍵を握る!

白子:熊谷先生の道場的な研究拠点というお話で思い出したのですが、SPring-8は世界に開かれた施設として利用が始まったわけですが、これまで長く共同研究に携わってこられた井口先生のご経験から、何かアドバイスがあればお聞かせください。

井口: 私自身、岡崎国立共同研究機構 などで共同研究における問題点を幾つ か見ていますので、その経験から申しますと、このたび完成したSPring-8の利用という面には非常に大事なことが2つあると思います。

一つは、私が東京大学物性研究所にいた時の経験なんですが、共同利用の大きな機器を使う場合、その近くにその機器を実際に使う研究者がいないとうまくいかないということです。播磨科学公園都市では非常に素晴らしいことに、SPring-8のあるそばに姫路工業大学理学部が立地しており、絶対にこの特性を生かさなければいけないと思います。

もう一つは利用形態のことです。最 近組織が変わりましたが、筑波にある 文部省高エネルギー物理学研究所(現 高エネルギー加速器研究機構)ではフォ トンファクトリーを作って素晴らしい 成果を挙げています。それを更に有効 に使用するために、専任のスタッフと してその装置の性能を最大限に発揮さ せるとともに、それを充分に利用する 人材を配置すると、より多くの成果が 挙げられると思います。

では、SPring-8ではどうすればよいかといいますと、SPring-8の中のビームラインを使う人が姫路工業大学理学部にいるならば、その人たちがそのラインを自由に5割使い、あと5割を他の研究者が共同利用するということが考えられます。そうすることによって、その装置は素晴らしい性能を絶えず維持していくことができますし、共同利用の5割もその最高の性能で使うことで良い研究ができると思います。

普通の運営でも人並みの維持はでき るんですが、いわゆる我が子の如く可 愛がるような気持ちで装置を管理運営 して最高の性能を出す必要があり、播 磨ではそれができる環境にあるのでは ないかと思います。

共同利用の精神からすると、特定の 人たちが5割も利用すると多く使い過 ぎるという反発が起こることは容易に 予想されますが、そこはちゃんとした ポリシーを決めて優先権を認め、かつ その人たちが性能をよく維持すること で、次の研究がスムーズにできるとい うようにしていただきたいと思います。 特に、キーパーソンが中にいてくれる というのが大切なんです。

# 科学の面白さは"サプライズ"にある!

**貝原**:ところで、ノーベル賞を受賞な さったエサキ・ダイオードの発明は、 どのような環境や雰囲気の中で生まれ たのですか。

江崎:エサキ・ダイオードを発明した 1950年代は、真空管からトランジスター になる、わくわくするような刺激的な 非常に大きなイノベーションの時代だったんです。私の半導体の研究がこの発展の時期だったのは、ある分野、半導体なら半導体に限りますと、いわゆる 良き時代だったわけです。

良き時代というのは、二流の研究者でも一流の論文が書ける時代で、多分、二流の経営者でも一流の会社になって成功する時代です。反対に悪い時代というのは、一流の研究者でも二流の論文しか書けないし、一流経営者でもとんでもない会社しかできないんです。研究でも何でも、その良い時代を選ぶ

ということは、研究だけでなくいい仕事をするためのコツで、タイミングを捉えることが非常に重要ですね。

それから、私のノーベル賞を受賞し た研究は、半導体の中で量子力学的な 「トンネル効果」というものを実証し たわけですけれども、その前には数多 くの失敗の歴史があったんです。サイ エンスの研究には当然リスクが伴い、 思うように成果が挙がらないことがよ くあります。私自身の研究をちょっと 振り返ってみましても、目の着けどこ ろは良かったとしても、多くの失敗が ありました。これをサイエンスの世界 では、クリエイティブ・フェイリャと いい、日本語では「創造的アプローチ の失策」とでもいうのでしょうか、そ ういうクリエイティブ・フェイリャの 中で活路を見い出し、チャンスをつか めばサプライジングないい仕事ができ るわけです。プレークスルーにも結び 付きます。

多分、知事さんがおやりになる道路を造ったりするような仕事は、ちゃんと計算して計画通りにやらなければいけないので、クリエイティブ・フェイリャがあると困るんじゃないかと思うのですが、サイエンスの分野は、計画してそのとおりになってもあまり面白くないんです。それは当たり前なんです。サイエンスというのは、そこにサプライズがあるところに面白さがあるんです。

ですから、私がノーベル賞を受賞した背景には、私のやろうとしている分野にはもろもろのクリエイティブ・フェイリャがあったということ、それからちょうど半導体が発展するタイミング



に乗ったことです。それに幸い世界の 一流雑誌に論文として結果を報告でき たということですね。

先ほどお話をしたカリブ海に行った時、学生から「ノーベル賞を取るのに幾らお金を使ったのか」という質問がありましたが、自分たちはお金が無いからできないんだというような気持ちを持っているからなんですね。これには私も、「100万ドルぐらい使った」と言いたかったんですが、当時の小さなソニーの技術開発費での研究ですからあまりお金は使っておりません。そう考えますと、ひょっとしたら私は世界で一番安いお金でノーベル賞を受賞したのかも知れないと思うようになりました。

このようなカリブ海に住む彼らに希望を与えているのは、最近、インターネットなどの情報通信技術が進歩し、地球上の住人から距離と時間の違いというものをなくしたことです。ですから、科学技術の中心から離れたああいう遠隔の島にいる人たちにとってはむしろいい世界ができたんだと思います。ですからソフト分野の研究ならば、環境の良いカリブ海でできるかも知れませんね。

貝原:大発見や大発明は、研究室の中で一生懸命に研究したからといって必ずしも成果が出るとは限りません。むしろ、明け方目覚めた時や庭木の手入れをしている時などに突然、発想が浮かんだという話をよく聞きます。江崎先生の場合はいかがですか。

**江崎**: それについては、アマダールという人が研究して本を出していますが、良い発想が浮かぶことに定石のような



百子 忘數 姫路工業大学長

ものはないようです。

私の研究は半導体の中で「トンネル 効果 | というものを見るためには、ど うすればいいかと考え、そのためのい ろんな準備、計画をしたんですが、やっ てみますと意外な結果が出てきたわけ です。その意外な結果が出た時に、そ れをどういう風に説明するか、その意 外な結果をより発展させるにはどうす ればいいかということを考えながら研 究していくわけなんですが、先ほど話 をしましたように発明、発見というの は、最初の計画通りには必ずしもいか ない場合が多いんです。ですから、そ ういうクリエイティブ・フェイリャが 起こった時の対処の仕方が重要だと思 いますね。

確かに思い付きというのは、貝原知事がおっしゃったように、研究室でいる時ばかりではなく、旅行にでも行った時にポッと思い付くことは、科学者だけでなこれと思い付くことなんですが、これはある人に聞いてみますと、計算りは左の脳なんだけれど、クリーは大きなが、そうかも知れません。飲みにはながら、いつも他のが、そうかも知れまで何度話がいたのですが、そうかも知れまで何の話がいたので聞きそびれていたのですが、ないので聞きそびれていたのですが、ことがあるんです。

それは、ノーベル物理学賞の受賞対象になったご業績は半導体中の「トンネル効果」という量子力学的な効果についてのご研究なんですが、エレクトロニクスの分野の者が非常に大きなショックを受けたエサキ・ダイオードの発明

は、こうなるだろうと予測を立てて実 験されて負性抵抗効果を見つけられた のか、それとも全く偶然発見されたの かということなんです。

工崎:ちょっと専門的になりますが、 エサキ・ダイオードというのは、半導体そのものというよりPN接合の話なんです。半導体にはP型とN型があり、 どんな不純物を入れるかによってP型になったりN型になったりします。P N接合というのは半導体ディバイスで非常に重要な役割を演じているのですが、PN接合のところを電流がどう流れるかですべてが決まります。

普通、半導体はPN接合部分がいわゆるバリアのような役目をしており、電圧を加えることで電子が接合部分を通り越すことができるようになり、パッと電流が流れます。

「トンネル効果」というのは簡単には見られなくて、半導体に不純物をどんどん混ぜて計画的に幅の薄いPN接合を作ります。トンネル電流は、大体10ナノメータ(ナノメータ=10のマイナス9乗メートル)ぐらいにしないことには見えません。どんどん不純物を多くしますと逆方向のブレイクダウンボルテージが小さくなりゼロまでくるわけです。

まず私が作ったのは逆方向ダイオードといいまして、整流方向が反転した従来にない面白いPN接合です。それから更に幅の薄いPN接合を研究していきますと、いわゆる負性抵抗みたいなものが現れました。最初ちょっとおかしいなと思い、それを低温度で計りますと負性抵抗がはっきりしてきます。どんどん不純物が増えますと負性抵抗

がはっきり現れてきました。ですから 負性抵抗は作ったものではなく発見し たものなんですが、逆方向ダイオード の方はこうなるだろうと思い、計画的 に作ったものです。

私は、逆方向ダイオードを作っただけではノーベル賞はもらえなかったと思います。負性抵抗というサプライズを確認、追跡した面白さに賞が与えられたのです。こういうチャンスは非常に大事ですね。幸運に恵まれたと言えばそれまでなんですが。

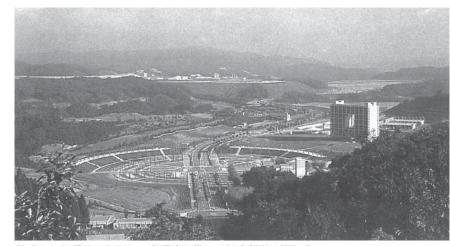
## "自己発見"こそ教育の原点である!

白子: 今年も日本人は誰もノーベル賞 を受賞しなかったということで、先日、 新聞に「科学では従来の説を覆す新説 や画期的な発見が最も評価されるが、 日本では既存のルールを大切にする文 化が幅をきかせ創造性の発揮を阻害し ている | という江崎先生のコメントが 出ていました。江崎先生は最近、教育 の重要性を盛んにおっしゃっておられ ますが、お考えをお聞かせください。 江崎: 我々人間の真価は、英語ではメ リットと言いますが、日本の社会では、 我々の生まれながらの才能プラス努力 イコール人間の真価という方程式になっ ています。ところが持って生まれた素 質にプラス努力では駄目なんです。掛 け算の努力にしなくちゃいけません。 持って生まれたものに努力を重ねるわ けですから、掛けるになるんです。日 本はプラスしているだけでなかなか掛 けるになりません。暗記とかはプラス に過ぎないんです。

日本の社会は、アメリカの社会に比 べますと、どちらかというとグループ というものを重視するわけですよね。 人間というのは、ご存知の通り、自分 一人で勝手に生きられなくて、家とか 企業とか会社とか学校とか、何らかの グループに属さないといけません。そ の中でルールに従って生活するのは普 通なんですが、その場合、どちらにプ ライオリティがあるかということです ね。グループの安寧と繁栄にプライオ リティを置く、つまり個人が集団を支 えるべきなのか、あるいは反対に、グ ループはむしろ個人の発展、幸福を支 えるためのものなのかということで、 議論があるんじゃないかと思うんです。

日本はどちらかというと、やっぱり 集団を重視する社会ですね。ですから、 小学校でも協調することとか、皆さん と一緒に仲良くやるということを重視 します。このことはやはり平等主義み たいなところと関係するんじゃないか と思うんです。できるだけ評価するこ とを避けた平等主義社会で仲良く集団 の力を発揮していこうということは今 までそれなりに成功してきた例がいっぱいあるようには思うんですが、科学 の業績などということになると、個性 とか創造性とか、やはり個人の仕事で ある場合が大きいわけですよね。

そうするとやはり優れた個人を創らないといけないわけで、日本もだんだん個人を尊重した社会になっていくんじゃないかと思うんです。個人主義というのは日本では良く言われていませんが、自制心を持つ人間を創っていく必要があります。例えば、野球でも強い球団はプレーヤーが生きるわけで、



快適な居住環境と優れた研究環境を備えた播磨科学公園都市 世界の研究者が集う国際的な研究交流拠点としての発展が期待される。

もちろんその組織力もものを言いますが、やはりいいプレーヤーがいないことには勝負に勝てないんです。

熊谷:私は大阪府の教育委員長を仰せつかっておりますが、日本の学校教育の現場はなかなかそんな雰囲気にはなっていませんね。このごろは、運動会でも集団のリレー競走はやってもよいが個人の競走はやっちゃいけないようです。競争によって個人に差がつくのは悪という考え方のようなんです。

貝原:科学の発明、発見というのは、 結局、"自然の理"を見い出すことで あり、そのためには、自然を観察する豊 かな感性や直感力が大切でありましょう。 私も、子供たちの教育が今のままで良 いのかと大いに疑問を感じています。

立花隆さんが、最近の雑誌に「今の 大学教育で教養課程というのが無くなっ ている。もともと博士号というのは Doctor of Philosophyのことで、サ イエンスだってやっぱり哲学だったけ ど、哲学の部分が日本の教育から失わ れてしまって、単なるテクノロジーみ たいな教育になっている。そう言うことがオウム真理教事件とか、神戸の中学生による小学生連続殺傷事件とかに繋がっていってるんじゃないのか」と書かれていました。

画一的、単線的な教育制度、学歴重 視の風潮の中で、うまく適応できない 子供たちが増えています。いまこそ、 一人ひとりの個性や適性を尊重しなが ら、生涯を通じて学ぶ意欲を培ってい くことを基本とした全人格的な人間教 育の仕組みをつくることが必要であり ましょう。

江崎: アメリカでは非常にリベラルエデュケーション(人格養成を重視する教育方法)を重視した学校教育を行っていますが、英国は、割合早く専門教育をやってしまいます。

私は、筑波大学の学長になって5年 くらい経ちますが、最近の学生は自分 というものを理解していないと感じて います。もう少し自分というものを見 つけないといけません。アメリカは競 争社会ですから、やはり自分を見つけ

自分の得意とするところで競争しないといけないわけです。100メートル競走に負けても、他にたくさん職業があるわけですからそんなことを残念がる必要は何もありません。自分が走るのが遅いということが判ることがいいわけで、まず自分が判ることが非常に重要なことなんです。走らないことには自分が遅いことが判らないんですよ。いつまでも、俺は将来運動選手になるなんて錯覚していたら、その方が大きな問題ですよね。

日本では、自分を判っていないため、 大学の先生になるべきでない人が大学 の先生になるというようなミスキャス トが大きな問題であり、自分を本当に 知るということは非常に重要なことな んです。

話は飛ぶかも知れませんが、宮本武蔵の武者修行というのは、自分の力を知るためなんですね。全国を歩いて、戦わなくては自分の力が判りませんから。サイエンティストでもあっちこっ

ち行く一つの理由は、やはり自分の力 を試すためなんです。そうすることで 自分の得意、不得意が判るんです。教 養教育の大きな目的の一つは、やはり自 分というものを知ることにあるのです。

アメリカの小学校では授業に、show and tellというのがあります。これは 小学校 2、3年生くらいの子供に、 1週間のうちで自分が一番感動した面 白い出来事について、どんなことでも いいからみんなの前で3分間話しなさいというものなんですが、その目的は、自分が何に興味を持つかを知ることと、それを他人に知らせるコミュニケーションの技術を学ぶことです。

自分の得意な分野で競争するには、 そういうことが大事なんです。自分で 判れば、それに基づいてそれに合った 一番良い教育を自分で受けることがで きるわけですから。このように、教養 教育の一番大きな目的は自己発見なん ですが、そういうプロセスが日本には ないんです。



世界最大・最高性能の大型放射光施設SPring-8 ノーベル賞級の偉大な研究成果が現れるものと国内外から寄せられる期待は大きい。

熊谷:全く江崎先生のおっしゃる通り だと思います。日本に古くからある誤 解を与えやすい教えは、「為せば成る」 ということわざに代表されるように、 人間努力すれば何でもできると錯覚さ せることです。努力は確かに必要です が、それに先立って更に必要なことは、 今、江崎先生がおっしゃったように、 自分の一番優れた素質は何かというこ とを見つけることであり、これは本人 にとっても、親にとっても、教師にとっ ても一番大事なことだと思います。

もし、湯川先生とか江崎先生が、 「俺は相撲の世界に入って横綱になり たい」と思っていくら努力しても、多 分、横綱にはなれなかっただろうと思 いますし、逆に、曙や貴乃花が、「俺 は物理学でノーベル賞を取りたい」と 思ってどんなに努力しても、これも多 分無理だろうと思います。やっぱりそ の人の一番得意というか、優れたとこ ろを見つけるというのがまず基本です ね。それに「掛ける」努力ということ になるんじゃないでしょうか。

江崎:日本は、お手本社会なんですよ。 日本のような平等社会では、お手本、 つまり模範生というものを作って、皆 さんそれに習いなさいというような教 育が一般的なんです。アメリカでは、 自分がみんなとどう違っているか、自 分がどれほど例外的であるかというこ とを追求していくんです。



**熊谷**:ところで、井口先生にお伺いし たいのですが、ノーベル賞は、言うま

でもなく新しい突破口を切り拓いた人に与えられる賞なんですが、昨年のノーベル化学賞は $C_{\infty}$ を発見した人が受賞しています。しかし、あの存在を最初に理論的に予言したのは日本人なんですが、その人は受賞していないんですね。そのことについてどういう印象をお持ちですか。

井口:非常に難しい質問ですね。

**江崎**: その存在はしかるべき論文として発表されているんですか。

井口:日本語の総説誌に掲載されましたが、残念ながら世界的なサーキュレーションとなるところには発表されていませんでした。

熊谷:日本語の論文では認められない というのも若干問題ですね。今までに も割とよくある話なんですが、もしも 本人がこれは面白い、あるいは重要な 成果だと思ったなら、研究成果をちゃ んと世界にアナウンスするような努力 をすべきだと思いますね。

江崎:私も、もし英文で論文を発表しなかったら、絶対にノーベル賞を受賞していませんよ。あの時代、日本語の論文を書いて、日本の雑誌か何かにだけ出しても絶対に駄目です。それはフェアじゃないと熊谷先生はおっしゃるかも知れませんし、私もそういう気がするんですが、残念ながら現実はそうなんです。

井口:総説誌への発表は1970年だったと記憶しております。

江崎: ご本人には大変お気の毒なんですが、将来のために、研究成果はちゃんとした論文にして発表しておくことでしょうね。

貝原:外国には研究成果を発表する場



国公立として、戦後初めて理学部を新設した姫路工業大学(播磨科学公園都市学舎) 立地特性を生かし、SPring-8などと連携して光科学技術研究のメッカを目指す。

が多くあるのですが、日本には余りありません。先程申し上げたアスペンの「エグゼクティブセミナー」のような学会を播磨科学公園都市で継続的に開催していきたいと思っています。そこでの研究成果の発表が世界的に認知されるという権威のあるものに育てていけば、播磨科学公園都市は、世界の一流の研究者が集い、交流する国際的な科学技術の情報発信拠点として大きな飛躍を遂げることができるのではと思っています。

井口: 貝原知事のお話に関連してですが、このたび姫路工業大学において創造的基礎科学国際会議の第1回を開催されましたが、こういうシンポジウムは継続することに意義があると思います。お願いとしましては、今回非常に素晴らしいことをされたわけですが、今回のような内容を100回続けるのは無理な事だと思いますので、余りエネルギーを使わないで少し気楽に、しかし毎年継続して開催していただきたい

と思います。

例えば、岡崎国立共同研究機構分子 科学研究所では、岡崎コンファレンス という国際会議を毎年数回開催してお り、今年で60回ぐらいになりますが、 規模は外国人約10人を含んでせいぜい 50人程度の参加者で、経費的にもごく わずかです。何年かに1度は著名な研 究者を招へいするなど大規模なイベン トとして開催することも考えられます が、このように研究者が気楽に自分たち の庭でできる程度のことを継続するこ とこそ重要ではないかと思っています。 白子:長時間にわたり貴重なお話をお 聞かせいただきどうもありがとうござ いました。先生方のご意見を参考にさ せていただき、播磨科学公園都市が国 内外の研究者が交流し、そして優れた 研究成果を世界に発信する場となるよ う、姫路工業大学としても精いっぱい 努力してまいりたいと考えております ので、今後ともどうぞよろしくお願い 致します。

※井口洋夫氏は日本学士院会員、東京大学教授などを歴任。2014年3月に逝去。 ※江崎玲於奈氏は現在、横浜薬科大学学長、日本学士院会員。 ※白子忠男氏は2010年3月に逝去。