

2002.3
vol. 18

Hyogo Science

ひょうごサイエンス

CONTENTS

- | | |
|---|--|
| 1 対談
21世紀を照らす光の科学と技術について
吉良 爽氏 財団法人高輝度光科学研究センター 放射光研究所長
熊谷 信昭氏 財団法人ひょうご科学技術協会 理事長 | 13 兵庫新時代の創造に向けた科学技術政策の重点推進方を提言
県科学技術会議が答申 |
| 7 Hyogo EYE
大型放射光施設「SPring-8」を運営する
財団法人高輝度光科学研究センター | 14 Information Board |
| 9 海外調査レポート
米国の放射光施設を訪問して | 15 科学技術を探る
クボタ 開発センター
高速超塑性加工 カノマテリアル部品成形技術 |

財団法人高輝度光科学研究センター
放射光研究所長

吉良 爽 氏

財団法人ひょうご科学技術協会
理事長

VS 熊谷 信昭 氏

21世紀を照らす 光の科学と技術について

熊谷 私は理化学研究所の相談役をつとめさせていただいていますが、理化学研究所(以下、「理研」とする)の相談役会ではいつも吉良先生から研究所の説明をさせていただいていましたね。

吉良 そうですね。

熊谷 吉良先生は東北大学のご出身と伺っておりますが。

吉良 東北大学の理学部で化学を専攻しました。

熊谷 それですぐに理研へ入られたのですか。

吉良 理研にたまたま私のやっていた研究に関係する仕事がありまして。

熊谷 戦前からそうでしたが、理研というのは我が国最高の研究所の一つですから、良いところへ行かれましたね。

吉良 私は昭和41年に理研に入ったのですが、その頃は、まだ新たに特殊法人になって立ち上がりかけた頃ですが、かなり疲弊しているなあと感想でした。

熊谷 あそこにはサイクロトロンがありましたね。

吉良 私が行ったときにはまだ駒込にあり、ちょうど引っ越しをしていました。

熊谷 放射線科学をされていたのですか。

吉良 私は化学ですので、加速器などを使う末端部分にありまして、研究室と

しては使っておりましたが、私自身はちょっとお手伝いをしたぐらいです。ここではもっぱら電子線の照射をしておりましたが、電子線バンデグラフの小さいものを一所懸命直しながら使っていましたね。

具体的には、電子線の短いパルスを当てて、化学反応の中間体を見るという仕事をしていました。学生時代は光でそれを行う研究をしており、当時はまだレーザーが無かった時代ですのでフラッシュアンプ(写真のフラッシュと同じ)をたいて中間体を作り、そのスペクトルを調べておりました。

熊谷 やはり昔から光にご縁があったのですね。

光科学技術の世界

熊谷 私は大学の卒業研究の頃から電磁波に興味があって、電磁波の基礎理論とその工学的応用というのが私の生涯の研究テーマとなりましたが、応用分野としてはマイクロ波から始めて、ミリ波、そして光(光波)へと広がっていきました。

吉良先生は大学の頃から概ね光の世界で研究してこられたわけですが、ご自身の研究でのご経験やその分野の変遷、おもしろいと思われた成果とい

ったもので何かございますか。

吉良 私は電磁波そのものではなくて、化学反応に対する電磁波の影響を調べておりましたが、私が光化学を研究するために理研に入った時には、日本全国でまだ30人が40人しかその分野の研究者がいなかった。そういう草分けの時代でしたので海のものか山のものかわからないという状況で始めました。

熊谷 具体的には光化学というのはどんなことを研究するのでしょうか。

吉良 最後の段階では、光合成というものがありますが、それは非常に複雑な系です。光が入ってきて、化学反応を行い、最後に糖が出来て、場合によっては酸素を出すところまでを研究する。それを人工的に行えば、次には水を分解して、水素と酸素を出すような系が出来るのではないかと。それが新しい燃料になるのではないかと。例えばそういう筋書きで動いております。光が入って、どうやって化学反応のエネルギーに変わるかというようなところのメカニズムというのは、私が学生時代であった40年ぐらい前にはほとんど判明していなかった。先程の中間体を調べようという技術が出てきたのは、1950年代の終わり頃だったでしょうか。その技術を発明した人はジョージ・ポーターという方ですが



ノーベル賞を取っています。そういうことで当時は光に対する期待がものすごく高まっておりまして、そういう分野が一斉に動き出しました。

熊谷 それはレーザーを使ってでしょうか。

吉良 レーザーが普及する前ですね。ですからフラッシュランプで励起してそれをオシログラフで追跡する、あるいは時間のずれたフラッシュをたいて、乾板写真をとったりしていました。それが後になって、レーザーでリファインされ非常に良いものが出来るようになるとともに、分解能も上がりました。今や光化学というのは物理化学の中では非常にメジャーなものとなりました。

熊谷 レーザーが出現してからは光通信をはじめ化学反応の研究への応用とかウランの同位体分離など光の応用分野は一挙に広がりましたね。

旧約聖書の一番最初に天地創造というのがあって、「神は最初に光を創られた」と書いてあります。聖書に書かれていることが科学的に本当かどうかは別として、最も多くの人類に読まれた教典といわれている聖書の一番最初に光の話が出てくるということからも、光と

というのは人間とか地球にとって一番基本的なものだと思うのですが、実は光の本質が解ったのはそれほど昔のことではない。140年ぐらい前にマクスウェルが自然界には電磁波というものがあるということを理論的に予言し、それから24年後にヘルツが実験的に実証した。そういうわけですから、せいぜい100年ちょっと前にやっと本質が解った。一方、光の応用ということになると、最初はせいぜい照明ぐらいで、光の産業応用というのは、そんなに昔からあったわけではないのですよね。

吉良 やはり難しかったのではないのでしょうか。

熊谷 我々は、神戸の大震災で真っ暗闇になった家や街に光がついたときに、やっと落ち着きを取り戻せた。光というものが人間にとっていかに大事なものであるかということを心から実感しました。

しかし応用ということになると、先程のような光化学反応とか光合成の研究などはあったのですが、やはり1960年のレーザーの出現から光のいろいろな分野への応用ということが急激に進み出したと思います。

吉良 明らかにそうですね。

熊谷 それまでは、学校の教科書に出てくる光の応用としては、せいぜい望遠鏡か顕微鏡のような光学機械ぐらいでしたからね。それがいまや光科学技術の世紀のようになってきましたね。

吉良 光化学というのは、先程大雑把な話をしましたが、結局目的とするものの一つが光エネルギーの変換なわけですが、今うまくいっているのは情報的な側面です。もちろん情報とエネルギーというのは不可分ですが、エネルギーを取り出すというのは非常に大変なことなのです。私がやった仕事で多少挫折感が残るのは、エネルギーショックの関係もあり、盛んに研究していたにもかかわらずその解が出ていないということです。日本でも本多・藤島セルという湿式光電池が出来て、ノーベル賞をとるかどうかといった議論もあったぐらいだったのですが、結局は化学系や生物系で実用になるようなものはまだ我々の力では作れないという状況です。しかしサイエンスとしてやるべきことはまだまだたくさんあって、そういう問題はおもしろいと思います。

ただし、工業化につながるかという不安い石油があるうちは、皆なかなか本気になってやらないのではないかと思う。熊谷 私は情報通信工学の分野が専門ですが、電力・エネルギー分野の重要性というのを最近特に感じており、やはり電力・エネルギーがないと話が始まらないと思う。

吉良 単純ですが、一番の基本ですね。熊谷 光ファイバーをいくら張りめぐしても、光を送っただけでは電話のベルひとつならずことはできない。携帯情報端末だってこれからの技術革新は低消費電力のデバイスや、長く持つ電池をいかに作るかというのが決め手です。エネルギーというのは特に日本の場合



財団法人高輝度光科学研究センター
放射光研究所長

吉良 爽(きら あきら)

1938年7月12日生まれ。東北大学大学院理学研究科博士課程修了。1966年7月理化学研究所放射線化学研究室研究員。1981年9月同放射線化学研究室副主任研究員。1984年同放射線化学研究室主任研究員。1988年6月同反応物理学研究室主任研究員(組織規程改正による)。1995年6月同理事。1998年8月同副理事長。2001年6月(財)高輝度光科学研究センター理事。同年8月同副理事長兼放射光研究所長。

は大事な問題ですが、光 エネルギー変換の効率とかコストの問題は将来的にどうなのでしょう。今後の発展にとって素人考えですがその2つがネックになっていると思うのですが。

吉良 そのとおりだと思います。私もエネルギー問題全体には素人ですが、今のエネルギーというのは石油でも原子力でも集中型のものがあるわけですが、光というのは地球上あまねく照っていて集中していない。生の光をそのまま使うというのは、今のテクノロジーの感覚からすると非常に効率の悪い方法なんですよね。だからほかの代替手段がぜんぜん無くなれば、その道を考えざるを得なくなりますが、他にイージーな方法があるうちはそこに行かないのではありませんかと個人的には考えております。大きな太陽電池一つとってもせいぜい何キロワットといったもので、発電所1箇所ぐらゐの面積を使ってもたいしたこと出来ない。

熊谷 分散している密度の薄い光工

ネルギーを面積で何とかしようというのではなくて、何か画期的なメカニズムのものは出来ないものでしょうかね。

理研の文化

熊谷 話は変わりますが、吉良先生は理研の副理事長という要職も経験されていますが、理研というのは非常に大きい組織で研究分野もきわめて多岐にわたる優秀な研究者がたくさんいる中で、研究管理というのは大変だったのではないかとと思うのですが。

吉良 理研のおもしろいところは、大学のような学部の壁がないところですね。ですから加速器のように物理の非常にハードな分野を研究している人から、農業の研究をしているような人まで皆が同じテーブルの上で同じ議論をする。わかりやすい話が予算のとりあいもそこでやるわけです。バックグラウンドの文化が全然違う人がアランダムに集まって、何か一つのことを決めなくてはならない。基本的にそういう構造をしているわけです。大学の場合は学部とか学科の領域で行うので、ある程度共通の認識が持てますが、理研というのは純粋物理を目指す人から応用を目指す人までいろいろな人がいて、スタート地点が違うわけですよ。それがぶつかり合ってどういう風に物事を決めるかというのが理研の文化だと思います。

熊谷 それは大変でしょうね。

吉良 傍からみると大変なのでしょうが、ある程度いいかげんさというか妥協の必要性がある。

いくら議論を続けても解決にならない状況下で、とにかく期限までには予算書を書かなくてはならず、それに間に合うようにちゃんと結論を出す。このあたり理研というところは大了た所だと思います。

熊谷 伝統的にそういう風土なんでしょうが。

吉良 主任研究員になると、予算委員会の場に行かされる。そこで「こんな多岐にわたる分野の価値判断は出来ません」などと答えると、「そんなことでは理研の主任は務まらない」と言われる。

熊谷 それはいいにとかもありませんね。

吉良 それは日本の中ではすごくいいことだと、私自身ある時から強く意識するようになって、会う人ごとにそれが理研の特徴だと言うようになってきました。

熊谷 様々な異分野との融合というのがこれからの最も重要なキーワードですからね。

吉良 理研が最近大学の改革等いろいろ言われている中であって非常に伸びたというのは、そういう異分野にわたって、しかもそれを総合する能力があったというのが一つあると思いますね。

SPring-8の運営

熊谷 その理研から(財)高輝度光科学研究センター(以下「JASRI」とする)にいられてまだあまり日がたっていませんが、カルチャーの違いや問題点のようなものをお感じになりましたか。

吉良 第三者的立場でみますと、SPring-8は、これを建設しようとした人たちの文化が中心になっていると思います。普通の加速器の場合、例えば粒子加速器ですと、最初からユーザーが限定されておりそれに合わせた装置となっている。ところがSPring-8の場合は、その他のユーザーからの要望が強い装置なんです。しかし作ろうとしたのは加速器のプロと、その周りにいた物理の測定をする人がコアになっていました。もちろん実際には関西の産業界の人も一所懸命計画に参画して応援をいただいているのですが、結局作る人たちの文化が勝ってしまい、出来た体制というのはどちらかというとコアメンバーたちのものとなっている。今の産業界からの意見や要望は、そういうことに対

する不満が背景にあるのではないかと思います。

熊谷 それはそうかもしれませんがね。

例えば事故を起こしたために問題になっている高速増殖炉「もんじゅ」というのがありますが、プルトニウムを燃料にして、使ったプルトニウムよりもさらにたくさんのプルトニウムが作れるという機能があり、もともと高速増殖炉を作ろうとした原子力の専門家達はその考えから抜けられずにいる。しかし、高速増殖炉というのはプルトニウムを燃やして減らす為だけに使うことも出来るのです。今はプルトニウムが余ってしまい、今までの原子力発電所から出たものでも、MOX燃料にしてプルサーマルでなるべく使ってしまうと言っているわけです。核兵器を解体して出てくるプルトニウムが余っているからなんとかしなければならぬというご時世に、使えば使うほどもっとプルトニウムが増えるなどと言ったら、そんなものは止めてしまえと皆が言うのはあたりまえです。原子力委員会の長期計画委員会などで、減らすことも出来るし増やすことも出来るものなのだと説明しろと言っても、もともとは燃料を自分の国の中で全部自給できるようにしようというのが目的で始まったものなのだから、それが基本だと言って聞かない。

吉良 SPring-8の場合、作ったこと自体はすごい成果だったと思う。予算が非常に潤沢な時代でしたから追加予算もあり、1年以上も早くに出来ている。しかも当初予定の仕様を超えた世界一のものとなっている。作るということにエネルギーを集中してそれが成果として表れているのですが、今になってみると作ることに集中した文化が残っていて、利用期に移るときになって問題点が顕在化しているのではないかと、というのが私の感じているところですね。これでは作った人の意向を無にしたような言い方となり、関係分野の人に叱られるのですが、生物系はともかく、産業界から

はいろいろ意見がおありのようですので。



受電システム監視盤

熊谷 関西に光量子科学技術推進会議というのがあり、私は設立当初から会長をつとめておりますが、その光量子科学技術推進会議の名前でSPring-8の建設を前倒しにすべきだという建議を科学技術庁に持っていきました。お渡しした相手が当時の平野次官で、今は、兵庫県参与などもされており、頻繁に関西に来ていただいているいろいろお世話になっているのですが、前倒しをして早く作ってくれと言いながら、出来たときに本当に使い切れるだろうかというのがなんとなく心配でした。

吉良 その点については大丈夫ではないでしょうか。しかし供用が始まって4年経過しましたが、その間にいろいろな問題が顕在化し、ご批判をいただいている部分もあります。

熊谷 どのような批判ですか。

吉良 要するに敷居が高く非常に使いにくいと。それはそれで私の方でも言い分はあるのですが、敷居が高くて使いにくい、ユーザーサービスが悪いというのが主な批判です。

熊谷 それは学界からというよりは中小企業とか産業界からですか。

吉良 はいそうです。ただ学界でも一部あります。先程もありましたが装置を用意した第一世代はタンパク質等の研究をしっかりとやってきたのですが、ユーザーというのは製薬業界とか生物・医学全般に広く拡がっていて、そういう人たちが入ってこようとしても受け入れ体制が出来ていない。例えばタンパク



財団法人ひょうご科学技術協会 理事長

熊谷 信昭 (くまがい のぶあき)

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。学生部長、工学部長などを経て85年同大学総長。91年同大学名誉教授。93年から2000年12月まで科学技術会議議員。

電磁波工学の権威で、電子情報通信学会会長などを歴任。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の称号を受けるとともに、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、NHK放送文化賞など多数受賞。97年には日本学士院賞を受賞、平成11年には文化功労者として顕彰。

現在、国土審議会委員など各省庁の審議会会長や委員、委員長をはじめ総務省独立行政法人評価委員会委員長、理化学研究所相談役、大阪府教育委員会委員長、大阪府および大阪市総合計画審議会会長、(財)地球環境センター理事長、(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、(財)大阪21世紀協会会長、兵庫県科学技術会議会長、など。

質についていえば、理研のビームラインがあり又阪大の蛋白研もビームラインを持っており、大変いい仕事をしている。ところがそういう専門的なビームラインは一般的には全部開放しているものではない。そこでの研究はものすごいレベルになっているのですが、それは各自らが努力したからであり、そういうことを他の人はすぐにやりたいと思っても出来ない。だからそういう風に使いたいの、使えるようになっていないといって批判される。

熊谷 貝原前知事はかねてから医学分野への応用に随分期待していらっしゃいましたが。

吉良 医学分野への応用も一応やっているのですが、これがまた医学と物理学の研究者間で話をするのが下手でして、理研の場合のようにうまく話せるようになっていないわけです。私がJASRIに来て間もないときに皆さんに言ったことは、「お互いに違う文化を尊重しましょう」ということでした。医者とX線物理をしている人のそれぞれに言い分はあるのですが、まだ距離があるようなので、そこをなんとか融合させようと思っています。

熊谷 お医者さんの方は、利用についてあまり熱意が無いというようなことはないですか。

吉良 熱意はあると思います。ただ医者の方で医療はやるから、技術の方は任せたいというようなことをいわれてもそこまで対応できるサービス体制になっていない。完全に完成された機械で、それこそコマースユースのように利用体系が出来ておれば良いのですが。まだそういう段階には来ていない。

熊谷 最近の大きい病院、例えば大病院などに行きますと、検査などは全部それぞれの係の人達、それも普通は若い研修医のような人達が検査して、診察して下さる主治医の先生はその検査データの結果だけを見ている。そういう医療システムの機械的な側面が出てきているのではないのでしょうか。

吉良 ある実験のために装置を用意した人達の文化でいうと、実験というのは自分で現場に行って、苦労してデータ取って、その過程を全部知って初めて本当の成果になるんだという感覚があるわけです。それは多分昔の人はみんながそういう感じを持っていたため、ただ単にデータだけ下さいということを認める風潮ではないわけです。もちろんそれはそれで正しいのですが…。

熊谷 実験というのは、そのプロセスでいろんな発見や知見などが得られるものなのですがね。

吉良 研究という立場からは正にそのとおりなのですが、産業界はサンプルを出すから、それについて十分に信頼できるデータの報告だけもらえたらいいんだという主張です。

熊谷 SPring-8の使い方をそういう結果だけをもらうための測定依頼機関にしたら、下手をすると宝の持ち腐れになる恐れがありますよ。

吉良 私もやはりSPring-8の値打ちというものを考えないといけないと思うのです。熊谷先生がおっしゃったように宝の持ち腐れにならないように。世界一の機械ですから、物理学であれ何であれ、それを使って世界に冠たる成果を出せるような体制を組む必要がある。第一義的には、とにかく向上指向で良いものを作るといことだと考えますが、同時に産業界や地元の要望とも絡み、それだけでは済まない世の中であるというのが大変なところですよ。



実験ハッチ

熊谷 結果的にサービスが悪いとかね。

吉良 評価委員会なんかがあると、そういう意見がどんどん出てきますね。そして役所がそういう意見を聴きますと、それはなんだということになってしまう。

熊谷 第三者が客観的な意見を言わないといけないかもしれませんね。

吉良 実は、諮問委員会がJASRIの中にありまして、いろいろな意見が出るのですが、創設準備に努力した第一世代の方が多く、そこで決めた審査基準

があるため基礎科学重視で産業界のテーマが落ちた、といった批判が出たりしました。

熊谷 そういう問題点があるというのは全然気がつかなかったですね。

吉良 私の力で何ができるか分かりませんが、なんとかしなければいけない話なんです。

SPring-8 の今後の展開

熊谷 私どもの協会に対するご意見等ございましたらよろしく願います。

吉良 先程の話の続きとしてですが、JASRIのミッションとして、一般のニーズを満たすという部分は、今はまだなかなか難しいのですが、これに関連して兵庫県が専用ビームラインを持っていてくれたことが大変良かったと思っています。というのは地元企業あるいは兵庫県だけではなく日本の中小企業の希望を満たすというのは問題が多いのですが、兵庫県のビームラインが、一般ユーザーの要望に応える形で運転してくだされれば、それは随分機能するのではないかと思います。兵庫県のビームラインというのは独立しているもので、学界の意見を必ずしも反映しなくても構わないし、ある意味そこは何をやっても構わないのです。

熊谷 先程のご指摘の問題点というのは、ある意味では難しいところですね。大企業のようにもともとレベルの高い技術者を抱えている企業であれば、使うときにはプロセスの全てを自分の目で見ながら利用しろというのはこれは一つの正論かと思いますが。

吉良 それを広く産業界に要求するのは無理だと思うので、それはそれで何とかしなければならない。

熊谷 それにはまず人が必要ですね。

吉良 実は平成12年4月にJASRIでも新たにコーディネーターという制度を作り、その結果どんどん良くなってきて

いる。ただ、それでも完全に手ぶらで来て、いいデータを持って帰れるかというところまでは達成できないし、やはり人が足りない。今更ながらですが、ここを設計したときの予定人員として、たとえばチームラインの数が増えていった時に、それに併せて人を増やしていくといった長期計画も無かったようです。ですから今の状況というのはチームラインを作れば作るほど、それだけ一本当たりの人的サービスが低下する。外国の同等クラスの機関では一本のチームラインあたりにもっと人数がついている。作ってそれを高度にメンテナンスして、さらにもっと良くする。確かに世界と比べてもチームの質は格段によく、それはそれで否定するわけにはいかない。

熊谷 いろんなレベルの企業があるわけですから、結果は欲しいが直接自分で携わる事は出来ないという企業はたくさんあると思います。それには何らかのかたちでお応えしなければならぬ。吉良 それが私がしなければならないことの大事な目標の一つだと思っております。

熊谷 しかし、そうした中でただ結果だけを提供するというのではなくて、プロセス段階でいろいろ工夫の余地も出てくるでしょうから、人が足りないということなら、県立大学の理学部とか工学部のポスドク等大学の人材をもっと活用出来ないものでしょうか。

吉良 そうですね。例えば、チームラインの質をよりよいものとするということでは手伝っていただけと思う。しかし今の話のように依頼された分析だけをきちんと行うといったことを、研究者が一所懸命やってくれるかという難しいでしょうね。多分共同研究のような格好でしか出来ないと思います。さらに会社の場合は秘密保持といった問題が出てくる。私の偏見かもしれませんが、学界的議論で共同利用＝オープンという図式がどこかに残っているのではない

かと思う。会社側ではそれは非常に不便であるという批判が強い。

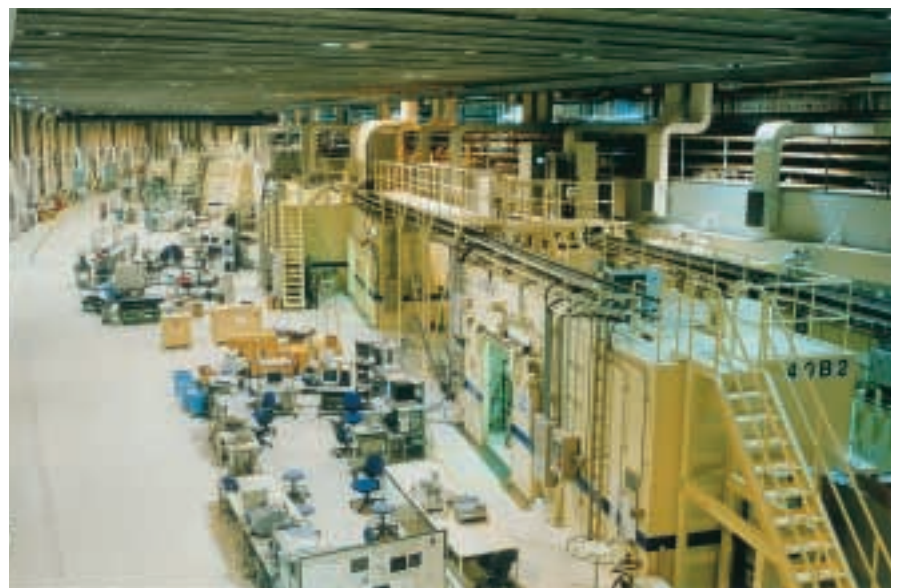
熊谷 先端的な研究であればあるほど企業秘密というのは当然大事な問題になりますからね。

産と学、産と官の共同研究において、契約として最も重要なポイントの一つですからね。



中央制御室

吉良 JASRIは自らが特許をとることが余りない。成果はむしろユーザーのものという考え方があるため逆に秘密保持の観点が少し弱い。理研の場合は特許の話がそのまま研究評価の話と関係し、社会にどれだけ貢献するかということが問われるので随分気を遣った。しかし秘密保持の考え方も含め、JASRIにおいても今の日本の特許制度に合わせた体制というものを作らないといけないと思う。



実験ホール

熊谷 いろんな問題点がありますね。ご苦労も多いと思います。

吉良 まだ見えないところも多く、つづいてみるとまた違う壁に突き当たるのではないかといった心境です。

熊谷 当協会としても何かお役に立てることがあれば努力いたしたいと思っておりますので、今後ともご示唆なりご要望を遠慮無くおっしゃっていただきたいと思います。我々もチームラインの機器研修会や産業利用に向けた講習会等を一般の方々向けに開催しておりますので。

吉良 ありがとうございます。よりよくSPring-8を皆さんに利用していただこうとすると、役所感覚では単にユーザーの数を増やせばよいといった考えになりがちです。しかしそれだけではなく、同時にSPring-8のクオリティーやそれに見合う成果といったものを視野に入れた運営をすることで、SPring-8を作った意味がより一層生きてくるのではないかと思います。今後とも産学官がそれぞれの立場をお互いに理解し連携を強化していくことで素晴らしい成果が得られるよう努力していきたいと思いません。



大型放射光施設「SPring-8」を運営する 財団法人高輝度光科学研究センター

大型放射光施設「SPring-8」は文部科学省（旧科学技術庁）が、建設費約1,100億円を投入し、日本原子力研究所（原研）と理化学研究所（理研）が共同で兵庫県播磨科学公園都市に建設した世界最高規模かつ最高性能の大型放射光施設で、平成9年10月に供用を開始しました。

財団法人高輝度光科学研究センター（JASRI）は平成2年各界からの期待と産業界等からの出捐金を得て公益法人として発足し、平成6年には、「特定放射光施設の共用の促進に関する法律」に基づき、内閣総理大臣から放射光利用研究促進機構として指定を受けました。

これにより国が指定する機構として、JASRIは、国内外に広く開かれた共同利用の研究機関として、文部科学省の所管のもと、SPring-8の利用研究者に対し放射光の提供及び共用施設の供用を行いながら、放射光等の高輝度光科学に関する研究開発を行うとともに、利用研究、利用啓発のための支援を行っています。

また、原研及び理研から委託を受けて、SPring-8の運転、維持管理、高度化及び安全管理を行うほか、国内外研究機関との研究協力、共同研究による技術開発等を実施し、放射光利用研究の促進に関してさまざまな業務を行っています。

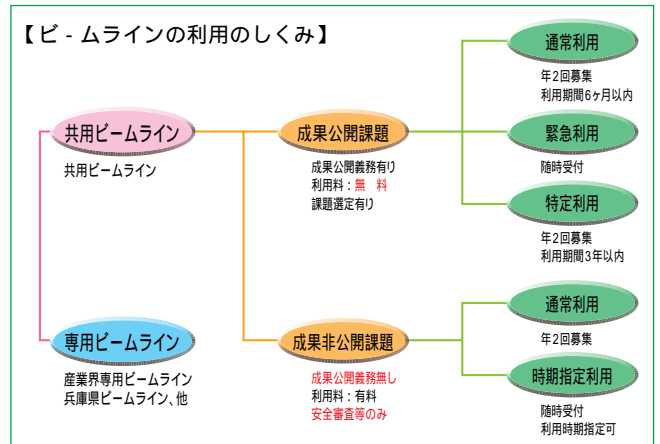
JASRIの役割



1) 供用業務

SPring-8の利用研究者に対し、研究に必要な放射光及び共用ビームライン等の共用施設を提供するとともに、学識経験者で構成する諮問委員会において、供用業務に関する重要事項等を審議し、共用施設の利用研究課題の募集、選定及び専用施設の設置に関する募集、選定を行っています。

【ビームラインの利用のしくみ】



2) 利用促進支援業務

利用研究者に対する情報提供、技術支援を実施し、円滑な施設利用を図ります。

平成12年度からはコ・ディネーター制度を導入し、産業界の様々な利用相談に応じ、技術支援、啓蒙活動を行っています。

3) SPRing-8の運転・維持管理・高度化

線型加速器、シンクロトロン、蓄積リング、ビームラインの運転・維持管理・高度化を行うとともに、電気設備、給排水施設、営繕業務等を実施し利用者に最良の状態では放射光を提供し、性能と利用環境の一層の向上を目指しています。

4) 研究開発

SPring-8の性能向上を目指し、材料・ライフサイエンス等の最先端の科学技術分野の利用研究・技術開発を行っています。また、中核的研究拠点（COE：センター・オブ・エクセレンス）の一つとなるために、原研、理研と協力し、SPring-8の高度利用技術研究開発を行っています。

平成10年から5カ年計画の先端的共同利用施設利用促進型共同研究制度（JST：科学技術振興事業団）のもとで、材料・生命・放射光利用技術の3分野で最先端の利用研究・技術開発を行っています。

5) 安全管理

施設の安全設計、作業管理及び安全指導により放射光利用研究者の安全確保に努め、環境監視等により、環境の安全管理に努めています。

6) 国内外の研究機関との交流・研究協力

A P S、E S R F 等海外放射光施設及び国内の放射光関連研究機関、大学、学会、団体等との研究協力により、効率的な研究開発・効率的な施設の運営を行っています。

7) 国内外の動向調査及び分析

国内外を問わず、世界各国の放射光を利用した先進的な科学技術及び研究に関する調査・分析を行い、放射光利用研究の促進に努めています。

8) 普及啓蒙

放射光利用技術に関する講演会・セミナー等を開催し、放射光利用研究の裾野の拡大を図るとともに、各種情報誌・パンフレットの発行等の広報、啓蒙活動を進めています。

また、より多くの人に理解していただくための見学会を企画するほか、放射光普及棟その他において一般見学者の受入を行っています。



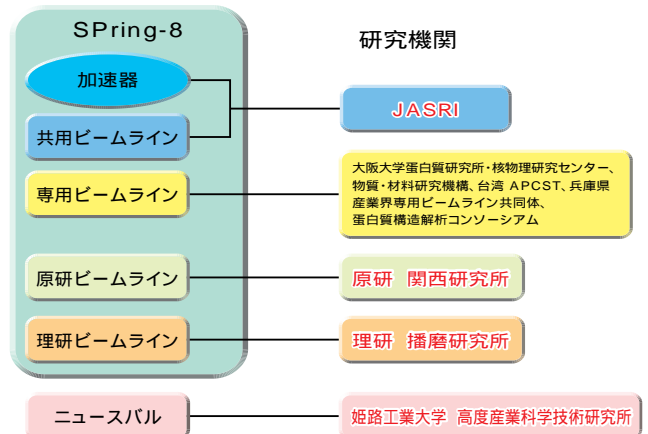
9) その他の業務

国・自治体等の連携・協力により研究の整備を図るとともに、産業界とも連携、協力して、産業基盤の向上に努めています。兵庫県立姫路工業大学の中型放射光施設ニュー・スバルにおいて安全かつ効率的に利用研究が実施できるように、協定に基づいた適切かつ円滑な運用等を行っています。

SPring-8サイトにおける研究体制

原研、理研及びJASRIは、SPring-8での活動を包括的に調整する責任をJASRIが担い、三者密接な協力関係を促進するようにしています。原研、理研の両研究所は、独自の研究活動を展開するため、SPring-8サイトに原研・関西研究所放射光科学研究センター並びに理研・播磨研究所を設立し、JASRIと協力して、材料科学や生命科学の先端研究及び斬新な実験技術、実験方法の開発を行っています。

SPring-8サイトには、原研、理研、JASRIの他、専用施設(ビームライン)を設置している大阪大学蛋白質研究所、大阪大学核物理研究センター、物質・材料研究機構、台湾APCST、兵庫県、産業界専用ビームライン建設共同体が常駐しています。平成14年度からは蛋白質構造解析コンソーシアムも常駐する予定です。また、兵庫県立姫路工業大学高度産業科学技術研究所の中型放射光施設ニュー・スバルも稼働しています。



大型放射光施設SPring-8全景
(撮影/2001年8月)

SPring-8は、施設整備も順調に進み、平成13年10月には共用ビームライン24本を含め合計37本のビームラインが稼働するまでになり、本格的な利用フェーズに入っています。

こうした利用フェーズを踏まえSPring-8の一層の有効利用を目指して、昨年、利用促進を中心としたJASRI放射光研究所の組織の再編を行いました。また、産業界を中心とした施設利用拡大のため、その橋渡しとなるコーディネーターを増員し、ソフト面の充実を図るとともに、ハード面においては共用の「産業利用ビームライン」の設備につとめ、現在本格利用に向けて、産業界等のユザの意見を反映しながら調整運転を行っています。

昨年発表された国の第二期科学技術基本計画では、我が国の将来像を安全で安心感のある国としたうえで、平成13年度から17年度までの5年間に総額24兆円の研究開発投資が必要と述べており、また、科学技術会議が重点研究課題としてライフサイエンス(生命科学)情報通信環境材料(ナノ・テクノロジー)の4分野を挙げています。こういう状況下でSPring-8の果たす役割はきわめて大きく、SPring-8とともに、施設を管理・運営するJASRIへの期待は高いと考えられます。

米国の放射光施設を訪問して



兵庫県立先端科学技術支援センター
所長 千川 純一

お姫様の御殿に急遽、男性用トイレを付けて、産業界の荒男も住まわせる、ちょっと譬えが良くないが、そんな計画が放射光施設で進んでいた。

放射光の利用は、高エネルギー物理学実験用の電子加速器を借用して始まった第一世代から、1980年代には放射光専用の光源電子加速器が建設された第二世代を経て、1990年代には硬X線と真空紫外・軟X線とに波長領域を二分して、それぞれの専用光源を建設し、輝度は第二世代の約1000倍という第三世代に入った。米国のそれは、シカゴ近郊のアルゴン国立研究所内の直径約400mで電子エネルギー7GeVの硬X線用光源APS (Advanced Photon Source) と、カリフォルニア大学パークレー校に隣接するローレンス国立研究所に直径約60mで2GeVの真空紫外・軟X線用光源ALS (Advanced Light Source) です。これらの最新の施設を見学するため、昨年9月9日、関西空港を出発、9月11日のテロ事件のためAPS訪問をあきらめたので、これはALSの訪

問記ですが、そこでの調査から、米国の放射光利用の姿勢が感じられた。

X線蛋白構造解析ビームライン 作っても作っても足りない

このALSには2000年11月にカナダサスカトゥーン市で開催された「2020 Health Vision」の会議に出席の帰途立ち寄って、ホストのAttwood教授のX線顕微鏡を見学したことがある (Hyogo Science 16号にて報告)。

その後、ALSに新しい動きがあった。そもそもALSは真空紫外・軟X線専用の高輝度光源で、言わばお姫様の御殿です。その2GeVの電子蓄積リングに5テスラの超伝導ウイグラーを挿入して強い磁場で電子ビームを曲げて硬X線まで出るようにし、蛋白のX線構造解析を始めたのです。米国には硬X線が

利用できる放射光施設は、APSのほかに、NSLS (ブルックヘブン)、CHESS (コーフル大学)、SPEAR (スタンフォード大学) があるのに、なぜなのでしょう。

挿入した超伝導ウイグラーから蛋白分子の構造解析用の3本のビームを取り出し、その中の一本には64個の蛋白試料をフリーザーに入れて、リボルバー式に試料を入れかえてX線回折実験をしている。これにより、試料ごとに行う調整時間が大幅に削減された。今後の計画としては、超伝導電磁石を3台挿入し、各磁石から4本のビームを取り



ALSの外観 (この報告の写真や図はすべてALSの好意によるものです)

出し、12本の硬X線ビームラインを作り、少なくともその中の6本は蛋白構造解析に使用されるという。ここから50kmほど南にあるスタンフォード大学には、3GeV級の放射光施設があり、蛋白分子のX線構造解析が行われているにもかかわらず、なぜこのような増設が必要なのでしょう。

この質問をぶつけてみても、「蛋白構造解析用のビームラインをいくら増設しても満足してもらえないのです」という答で、むしろ「そんな質問をする理由が分らん」という雰囲気なのです。そこで帰国後、長年この分野を開拓してこられた三菱化学の松崎先生に電話でお尋ねしたら、次のようなお答えでした。



放射光源ALS電子蓄積リングの平面図。電子ビームを強く曲げる超伝導ウィグラーが3つの緑色の四角形で示されている。



電子蓄積リングに挿入される超伝導ウィグラー

バイオに神風を

蛋白分子の研究者数を比較すると、日本は全国の産学官あわせて200人ぐらいなのに対して、米国は8000人、その中の20%（約1600人）が10億ドルで5年間に5000種の蛋白の構造解析をする米国プロジェクトに参加しているとのことでした。

それではこの日米差がどうして生じたのでしょうか。

これは私の考えですが、米国では一般に研究者は終身雇用ではなく、しかも給料は研究費の中に含まれている。日本では研究費と給料は別枠になっていて、研究者が科学研究費を申請して採択されなくても給料は出るのに対して、米国では研究費が獲得できなければ失業するという厳しさがある。それゆえ国の重点研究施策に敏感に便乗し、スポンサーの方針に従って研究テーマを考える。米国政府が重点課題として研究費をつけた分野には多くの研究者が参入する。これに対して、日本や欧州では研究者は自分の研究テーマにじっくりと取り組むことができる利点があるが、重点課題の研究者を急増させることができない。米国は1990年頃からバイオ分野に重点的に研究費を配分してきた。

さらに言えば、米国の製薬の大手企業一社の研究開発費は5000億円/年（ちなみに日本の半導体企業は3000億円/年）、それに対して日本の製薬会社は年間数百億円です。

このように日米の差が大きく開いてしまった今日では、米国バイオベンチャー企業といち早く提携するしかないのでしょうか。「バイオに神風を」と祈りたくなる。

私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作戦のように、突破口だけに挑戦するしかないと思う。たとえば脳に関連した蛋白とか、何に的をしばるかが重要です。また、蛋白構造解析を1000種/年で取り組む三菱化学は、標的蛋白の生産に大腸菌を用いるのではなく、1000倍の効率で生産できる無生物系を利用する方法を開発し、これをテコに目的を達成できるとしている。

X線構造解析は、コンピュータ技術の発展と放射光源の登場で飛躍的な進歩を遂げ、今日では、生体物質の良質の結晶が得られれば構造が解明できる。すなわち、問題は良質の結晶を育成するのが難しいという点にしばられてきた。とりわけ、重要な生体機能を担う物質ほど、結晶育成が難しく、また、できた結晶の寿命も短いという厳しい問題がある。

放射光X線を利用すれば0.1mmの大きさの結晶でよいが、結晶作成には、試行錯誤を繰り返して平均6年かかると言われている。なかには、17年間もかかり、その



RNAポリメラーゼの構造モデル。これは2重螺旋のDNAの情報からアミノ酸配列の蛋白分子が形成される過程に必要なRNAを作る酵素で、10個のサブユニットから出来ている。この構造から2重螺旋DNAは深い穴の部分に入って、短い距離で螺旋がほどけ、そしてDNA-RNA複合体ができることが分かる。（詳細は文末の解説をご覧ください。）

間に幼稚園に入った子が大学を卒業してしまった例もある。

SPring-8では従来の放射光の1000倍の強度ですので、0.01mm（体積で1/1000）の大きさの結晶まで構造解析が可能と言われ、この大きさの蛋白結晶は容易に成長できると期待されます。それを実現するためには、X線光学と構造解析の研究者との共同研究が必要で、兵庫県ではその提案をしています。SPring-8で1998年から利用が始まった兵庫県ビームラインには、構造解析専用のハッチ（小実験室）があり、参加している製薬12社の発展を祈らずにはおれません。



ALSの蓄積リング内部

半導体リソグラフィ 米国の挑戦

以上、硬X線の利用について述べてきたが、勿論、ALSでも高輝度の真空紫外・軟X線光源の特長を活かして、さまざまな研究が展開されている。X線顕微鏡による細胞内の蛋白の分布を示すビデオには感心したし、高分子材料、シリコン太陽電池、高温超伝導材料、土壌の汚染、チェルノブイリ被爆者の肺の分析など、見せていただいた。その中で特筆したいのは半導体企業と米国立研究所との共同研究プロジェクトです。

サンディア、リバモア、ローレンスの3国立研究所は共同で3M\$/年（約3億円/年）をかけて放射光の多層膜ミラー集光系を開発し、レーザープラズマによる核融合に挑戦している。この光学系（極端紫外線EUV、 $\lambda = 13.4\text{nm}$ で口径0.1NA）を用いてインテル、AMD、モトローラ、マイクロン、インフォネオン、IBMの6社が5年間で250M\$（約250億円）を出して、将来のリソグラフィを目指し、極端真空紫外線用のStepperを開発し、マスクのパターンを1/4に縮小して、線幅70nmL/Sの転写を達成していた。

この研究プロジェクトは異分野の研究を一体として推進する見事な戦略です。

半導体集積回路の製作工程で用いられる光転写技術「リソグラフィ」は、集積度が高くなると、原理的に短波長

のX線を使う必要があることから、1970年代から放射光X線リソグラフィーの研究が進められてきた。1982年にオープンした筑波の放射光実験施設は全国大学の共同利用の旗印で作られたが、実は、他のいろいろな計画に優先して建設に踏み切ったのは超高集積回路の半導体リソグラフィへの期待があったからでした。1970年に1キロビットのDRAMからスタートした情報化時代は、1985年の1メガビットの出現でコンピューターの小型化（パソコン時代の到来）が起こり、そしていまや、1ギガビットの「マルチメディア時代」を迎えた。ところがそれにもかかわらず、期待されていた放射光リソグラフィの出番は遠のいている感じがします。

なぜでしょうか。その理由の一つは、短波長のレーザー光源を使うリソグラフィーで当面の微細加工が達成できることが挙げられますが、もう一つはX線リソグラフィにも問題があったのです。波長が短いX線を使えば、可視光では達成できない分解能が得られる筈でしたが、感光剤フォトレジストにX線が入ると光電子が発生し、それが感光作用をする。X線は光子エネルギーが大きいため発生した光電子の飛程が大きく、それがにじみとまって分解能を低下させる。そこで最適波長のX線（ ~ 10 ）が使用されたが、加工線幅が55nmを越えることができず、姫路工業大学高度産業科学技術研究所の木下博雄教授らが世界に先駆けて、新たに放射光に含まれる極端紫外線を使うEUVリソグラフィーを縮小光学系（口径0.1NA）と一体として開発してこられた経緯があり、線幅60nmL/Sを達成している。

一方、放射光X線リソグラフィーに固執してきた三菱電機は、最近、これまで最適とされてきた波長よりも短いX線と、それを吸収する臭素の入った感光剤フォトレジストを使い、入射X線の光子エネルギーを臭素からの

蛍光X線で放出させ、発生する光電子のエネルギーを下げるという新しい発想によって分解能の壁を破ることに成功した。そして、米国では、この技術をさらに進展させるため、防衛先進研究計画局DARPA（Defense Advanced Research Projects Agency）のプロジェクト（20M\$）がスタートし、ウスコシン大学の放射光施設で開発研究が進められている。

もっと挑発を!!

このような新技術の出現があっても、日本では集積回路の生産工程に入れるという動きが出ていない。加工の微細化よりも三次元集積回路へと進む兆候もある。しかしながら、ナノテク分野において、カーボンナノチューブのような自然の材料もさることながら、加工によって人工的にナノ物性を創出する未来技術の展望がなくてはならないのではないか。

米国における放射光リソグラフィーに関するプロジェクト研究の走らせ方から、ひるがえって、われわれは戦略性に欠けるのではないかと反省させられる。わが国では大学の成果を新産業に発展させるためTLOが形成され、また、京都市の「ベンチャー企業目利き委員会」のように、研究成果や研究者からの提案を評価するシステムが構築されてきた。しかし、評価だけでは受け身の産業振興しかできず、夢を描く総合企画力に欠けることになる。お姫様の御殿を模様替えしたり、放射光の集光技術を核に、目的を異にする国立研究所と企業を一体としたプロジェクトに発展させたり、将来展望をもって新分野の創造を挑発し、演出する仕組みが必要と思われる。

[解説]

RNAポリメラーゼの構造モデルについて

11ページの蛋白分子の図について、イースト菌(*Saccharomyces cerevisiae*)のRNAポリメラーゼの主鎖の構造をリボンモデルで示したものです。この*Saccharomyces cerevisiae*の遺伝子配列はヒトのものにかなり類似していてヒトRNAポリメラーゼの良いモデルです。RNAポリメラーゼIIは2重螺旋DNAからRNA-DNA複合体（これも2重螺旋構造である）を合成する。RNAポリメラーゼIIは図に示す様に（図内の右に色分けして図式してある）10個のサブユニットからなっている。図にはこの10個のサブユニット間の相互作用の様子と、左側から2重螺旋DNAが入って行くモデルが示してある（解析に使った結晶にはこの2重螺旋DNAは含まれていない）。この構造解析の結果は、各々のサブユニットの役割が示唆されると共に、研究者にDNA転写の複雑さと遺伝子発現における役割を解き明かす機会を与えるものです。

このX線構造解析のための結晶化では、2次元結晶が種結晶として使われ、何回か出てきた結晶を大きくして、最終的には3の分解能が得られる結晶を作成した。

この構造から2重螺旋DNAは深い穴部に入って、短い距離で螺旋がほどけ、そしてDNA-RNA複合体ができなければならないことが分かる。

他の転写因子群がこの蛋白質の活性を制御することが分かっているが、まだこの因子群がポリメラーゼIIとどのように作用しているか、まだ明らかになっていない。

兵庫新時代の創造に向けた科学技術政策の重点推進方策を提言 県科学技術会議が答申

兵庫県では、平成12年5月、「兵庫新時代の創造に向けた科学技術政策の重点推進方策」について知事から兵庫県科学技術会議に諮問を行いました。これまで、5回の会議を開催し、地域の科学技術政策の重点推進方策等について審議検討を重ね、平成13年12月27日、熊谷信昭会長から知事に答申されました。

重点的な取組方向として、世界的な研究機関等が立地し、高度なポテンシャルを有する地域(播磨科学公園都市地域、神戸・阪神地域)での「知的創造拠点」の形成と、既存の産業や研究機関の集積、地域の特性を活かした拠点形成及びこのネットワーク化による全県的な集積の高度化と成果の波及が示されました。

また、重点推進方策として、「中核研究機関の機能の高度化と地域独自の研究ネットワークの形成」、「戦略

的分野への重点的取り組み」、「研究成果を産業の活性化につなぐ仕組みづくり」、「サイエンスコミュニティの熟成」の各項目について、今後、重点的に取り組むべき施策の方向が示されました。



科学技術政策の重点推進方策(答申概要)

【取り組み方向 - 「知的創造拠点形成」への全県的取り組み - 】

目的 産業の高度化と地域の持続的発展 安全・安心で豊かな地域社会の構築
 考え方 世界的な研究機関等が立地し、高度なポテンシャルを有する地域での先導的・重点的な取り組み
 (播磨科学公園都市地域、神戸・阪神地域)
 既存の産業や研究機関の集積、地域の特性を活かした拠点形成への取り組み

【重点推進方策の提案】

1. 中核研究機関の機能の高度化と地域独自の研究ネットワークの形成
 本県を先導する知的創造拠点等の形成促進 卓越した研究者の確保と研究環境の整備
 研究ネットワークの形成
2. 戦略的分野への重点的取り組み
 ライフサイエンス分野 ナノテクノロジー・新製造技術・新素材分野
 環境・エネルギー分野 情報通信分野 防災分野
3. 研究成果を産業の活性化につなぐ仕組みづくり
 研究成果の円滑な移転のための仕組みづくり
 技術移転のための目利きとコーディネート機能の充実
 ベンチャー・第2創業支援機能の充実
4. サイエンスコミュニティの熟成
 地域を担う研究者の育成・確保 海外からの人材の受け入れ・定着
 青少年の科学技術教育の充実 科学技術に対する県民理解の促進

今後は、県としても、答申の趣旨を十分に尊重し、産学官の役割分担と連携の下、実施可能なものから早期に取り組むとともに、具体化に向けて深耕を図るべき課題については、さらに検討を深めていくこととしています。

(問合先：県産業労働部 科学・情報局 科学技術政策課 TEL078(362)9464 URL <http://web.pref.hyogo.jp/kagaku/index.htm>)

播磨産業リレーフェアの開催のお知らせ



21世紀の幕開けを迎え、地域の誇りや産業資源を再認識しつつ、新産業育成の手がかりをつかみ、新しい地域イメージの形成とビジネスチャンスの機会を開拓するため、西播磨テクノポリス圏域（4市10町）の産学官の総力を挙げて産業振興イベントを開催します。

会 期：平成14年4月1日～11月30日
 会 場：西播磨テクノポリス圏域の4市10町
 主催事業：
 総合開会式...5月9日
 姫路市文化センターで総合開会式及び基調講演を開催
 産業総合展示フェア...5月9日～12日
 姫路みなとドームで新商品・新技術等の展示会を開催
 バーチャル博覧会...4月～11月
 インターネット上で播磨地域の産業資源をアピール
<http://www.harima2002.com>
 *期間中、セミナー、フォーラム、商談会、企業見学会などを開催
 主 催：播磨産業リレーフェア実行委員会
 テクノ圏域内の経済団体、大学、研究機関、市町等35団体で構成
 (事務局:兵庫県中播磨県民局地域振興部商工課内 TEL0792-81-9260)

播磨科学公園都市の施設一般公開(スプリングフェア2002)のお知らせ

科学技術週間に協賛し、播磨科学公園都市では都市内に立地する各施設の一般公開を実施します。この機会に、大型放射光施設SPring-8をはじめ、県立先端科学技術支援センターなど、「人と自然と科学が調和する高次元機能都市」として整備されたこの都市内の各施設をご見学ください。

なお、(財)ひょうご科学技術協会では参加型イベントとしてロボット工作教室を予定しております。

詳しくは、協会事業課（TEL0791-58-1400）までお問い合わせください。

スプリングフェア2002

日 時：平成14年4月27日(土)
 場 所：播磨科学公園都市
 問い合わせ先：
 事務局 SPring-8(TEL.0791-58-2785)
 西播磨県民局 (TEL.0791-58-2116)

トピックス

協会では、兵庫県ビームラインの産業利用にかかるホームページを開設しました。

<http://www.cast.jp/hyogo-bl/>

県立先端科学技術支援センターをご利用の際には、平成14年1月よりすべてのお支払いについてクレジットカードのご利用が可能となりました。ご利用可能なカードは下記のとおりです。

ご利用可能カード VISA・Master・JCB・AMERICAN EXPRESS

平成4年7月の創設以来、協会は今年で創設10周年を迎えます。

そこで、これを記念した式典や講演会、また、科学実験教室やセミナー等の青少年を対象としたイベント等、各種事業を予定しております。なお、詳細につきましては当協会ホームページ及び播磨産業情報等により随時お知らせしていきます。

協会の国際交流支援について

当協会では、播磨科学公園都市での国際化の推進を図るため、産学共同研究や放射光利用研究を目的にアジア諸国から来日する若手研究者を対象に、受け入れ・定着のための支援制度を平成14年度中の実施に向け準備中です。

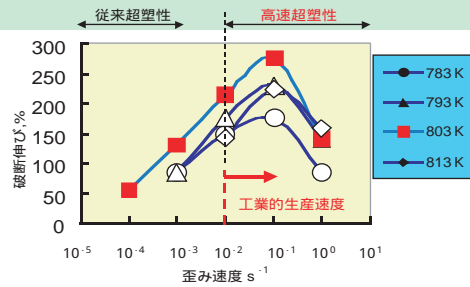
高速超塑性加工 ナノマテリアル部品成形技術

最近の材料技術の大きな流れとして、材料機能の多様化と高機能化のニーズに対応するため、従来の数ミクロン～数100ミクロンのマクロ的な結晶、組織構造の制御からサブミクロンあるいはナノスケールレベルの結晶、組織構造技術をベースとする材料技術の進展があります。

ところがこれらの新しい材料は、今までにない優れた機能特性を有する反面、材料加工の観点からみると難加工性であり、従来の部品加工技術では対応が困難な場合が多くありました。

高速超塑性加工はこれらの問題を解決する新しい加工技術です

微細結晶・構造制御等の技術に基づく多くの機能材料、先端材料は、ある一定の条件下で高速超塑性（ $10^2/\text{sec}$ 以上の高歪み速度で発現する超塑性）を示し、これらの利用により難加工性の機能材料のネットシェイプ部品成形が可能となります。例えばSiを12～25%、遷移金属元素を2～8%含有する粉末アルミニウム合金は一般の塑性加工は困難ですが、高速超塑性加工法によりワンショットで精密部品の成形が可能であり、またこれらの部品が高温で優れた疲労強度と耐磨摺動特性、耐切り欠き感受性を有することから高負荷の軽量エンジンピストン等に適用が進んでいます。



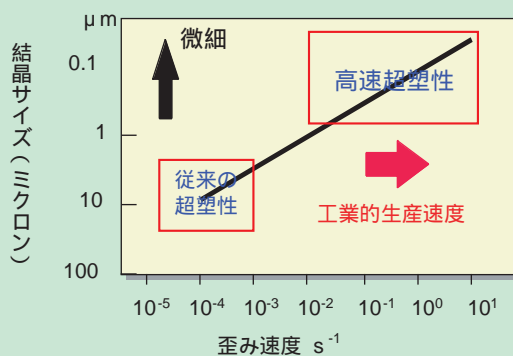
微細組織構造材料のTEM組織

微細組織構造材料の超塑性特性

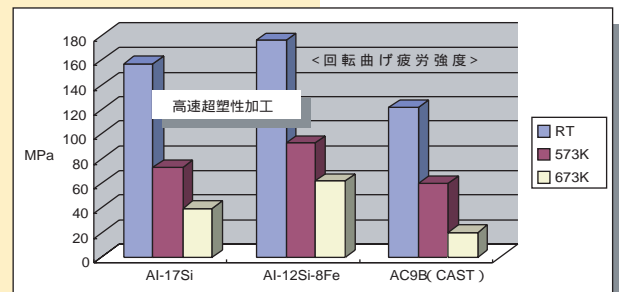
微細結晶アルミニウム合金の超塑性挙動



高速超塑性加工によるアルミニウム部品



結晶サイズと超塑性発現歪み速度の関係



超塑性加工Al-Si合金の機械的性質(鋳造法との比較)