

# Hyogo Science

ひょうごサイエンス

2009.1

Vol.26

## CONTENTS

### ① 対談

#### 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 独立行政法人海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター  
特任上席研究員

### ⑮ Hyogo EYE

独立行政法人 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター

### ⑰ 平成20年度 研究助成対象者一覧

### ⑳ 2008 科学の祭典・トピックスセミナー報告

### ㉑ 2008 科学学習体験ツアー報告

### ㉒ 2008 サマーサイエンスフェア報告

### ㉔ 『国際フロンティア産業メッセ2008』報告

### ㉕ 兵庫県地域連結集型共同研究事業 最終成果報告会

### ㉖ 第6回 ひょうごSPring-8賞

科学技術を探る  
大阪ガス株式会社 燃料電池システム部

## 対談

# 21世紀に躍動するシミュレーション

～次世代スーパーコンピュータが拓くもの～

独立行政法人海洋研究開発機構  
地球シミュレータセンター  
特任上席研究員

財団法人ひょうご科学技術協会  
理事長

佐藤 哲也 氏

熊谷 信昭 氏

熊谷 平成24年の完成を目指して、現在兵庫県神戸市のポートアイランドにおいて建設準備が進められている次世代スーパーコンピュータは、国の第3期科学技術基本計画の中で長期的な国家戦略をもって取り組むべき重要技術、すなわち国家基幹技術として位置づけられています。スーパーコンピュータとしてはこれまで神奈川県横浜市にある地球シミュレータが、平成14年3月に世界最高速のコンピュータとして運用を開始して以来、地球科学ならびに関連科学技術に大きく貢献してきました。この地球シミュレータの経験が次世代スーパーコンピュータの開発・利用に活かすことは極めて有効なことです。今回はこの地球シミュレータセンターのセンター長をこの3月まで務められ、現在、同センターの特任上席研究員として活躍されているこの分野の第一人者である佐藤哲也先生に同センターでの研究活動や次世代スーパーコンピュータへの期待などについてお話しいただきます。

### シミュレーションサイエンスへのきっかけ

熊谷 先生は京都大学工学部電子工学科をご卒業後、京都大学、東京大学、広島大学、核融合科学研究所等においてプラズマ物理学、宇宙空間科学、核融合プラズマの研究に従事されて来られましたが、先生がシミュレーションサイエンスに取り組まれることになったきっかけと、そのご研究の内容等

についてお話しいただけますでしょうか。

佐藤 最初にコンピュータというものに出会ったのは1962年、大学4年生の時ですが、私の所属していた前田憲一研究室の大学院博士課程に矢島脩三先生がおられまして、その矢島先生が日立製作所に博士論文のためのコンピュータを作るということで半年くらいずっと日立製作所に出向かれています。そこで日立と一緒に開発されていたコンピュータが1962年に出来上がって、京都大学の電気電子工学科で稼働を始めたんです。その頃、卒業論文のテーマとして音声認識というテーマを選んだのです。当時はまだそんなに音声認識研究が発達していたわけではなく、「あ・い・う・え・お」という母音認識が中心でした。アナウンサーの発音した「あ・い・う・え・お」の周波数分析をして、その中に母音を特徴付けるフォーマットという4つくらいの特徴的な周波数とピッチというものがあります。それらをアナウンサーの声のデータから抽出して、どれが『あ』であるか『い』であるかという識別をする研究です。その解析のために完成したばかりの矢島コンピュータを使いなさいということになった。これがコンピュータというものに初めて触れた、そしてそれが私自身の研究の将来を決定付けた出会いです。当時は熊谷先生もご存知のように、黒いテープにパンチで穴を開けて、そしてそこにプログラムを機械語で書いていくというそういう時代でしたが、コン

ピュータというものは非常に面白いものだなという最初の印象を持ちました。

当時は大学院に行かず、4年生を出て就職する人が多かったのですが、当時学部での成績によっては推薦で大学院にいけるという制度があったので、それなら修士を出てから就職しようということで大学院の前田憲一研究室に入りました。前田研究室の研究領域は非常に広く、現在の情報工学から宇宙空間科学までを包含していました。前田憲一先生は電波伝播の世界的な権威者だったので、先生は私に電波伝播をテーマにと勧めていただきました。地球の大気の上の方100kmあたりに電離層という太陽からの光で大気が部分的に電離した層がありますが、物理の用語で言えば弱電離プラズマというものです。その弱電離プラズマのところで短波が反射して返って来る。だから短波放送というのはブラジルから電波を発射しても反対側の日本でもちゃんと聞こえるという…

熊谷 前田憲一先生が一番のご専門分野ですね。

佐藤 はい。電離層、その弱電離プラズマのそういう電波を反射する反射体というものが、どういう実態であるかということを探るというのが私の修士論文のテーマでした。今から考えると、その後の私の研究の中心テーマとなったプラズマというものに初めて出会ったということです。当時はプラズマと言えば電離した気体、熊谷先生もよくご存知なところですが、そこ

# ユレーション科学

にプラズマの不安定性と言いますか、プラズマの乱れが発生します。その乱れの発生条件を理論的に求めて解析をするというテーマです。

前田先生のご専門の電離層における電波伝搬の障害（スボラディックE）に関する郵政省電波研究所におられた頃のいろいろな研究がありまして、世界の上空のどのあたりにスボラディックE層という反射・散乱体ができるのかという観測領域と、私のテーマであったプラズマの不安定の領域とが世界地図の中で非常によく合っているということで、そういうようなプラズマの不安定性が電離層の乱れの原因ではないかというのが修士論文のテーマです。

**熊谷** 地球シミュレータと何か繋がっていますね。

**佐藤** そうですね。今から考えると地球環境に関連する研究ということで、正に運命的なものがあったのかも知れませんね。修士の間はそういう理論解析をしていました。ものすごく大きな、1m四方の白い紙に一つの式で最後まで不安定が起るような条件式を作りましたが、こんなややこしい式のどこに不安定が起るか起らないかなんてとても見つけることはできませんと先生に言って泣き出しそうになったこともあります。前田憲一先生や、当時赴任されたばかりの大林辰蔵先生がそんなところで投げ出すやつがあるかというようなことで叱咤激励されて、結果的には色々な分野の勉強をしまして、たとえば、テンソル表現という複雑な三次元の式を簡潔に表現することにも出会いました。この時のものがきとそのものがきから抜け出した時の充実感は今でも忘れられないですね。修士を終えればどこかの電気会社に就職して、いずれ人を動かしたいという最初



の野望はこの感激で霧散し、研究者として自然と向き合う静なる選択することになりました。

**熊谷** その頃は、今度京都大学総長になれる松本紘先生とは関係なかったですか。

**佐藤** 彼は同じ研究室で私の2年後輩です。

**熊谷** だいたい似たような分野でしたね。

**佐藤** そうです。私が博士課程に進んだ時に彼が修士に入ってきました。同じ部屋で二年間過ごしました。修士時代は理論解析的研究で、ほとんどコンピュータは使いませんでした。

**熊谷** 時代が時代でしたからね。

**佐藤** ええ、ただ世界のどのあたりにプラズマの乱れというか不規則性ができるのかという理論的に求めたマップを書くには例の矢島コンピュータ、京都大学デジタルコンピュータ1というふうにその後呼ばれた、コンピュータを使ってデータ解析をしましたけれどもね。

そして博士課程に進んだ時、当時工学部ではあまり博士課程に行かなかつたものですから、宇宙に関する関係で

ドクターコースの学生は私だけでした。修士の学生や学部の学生は工学部ですからたくさんいましたが。そこで大林先生が『これからどうしていくのか』ということに関して、世の中、特にアメリカにおいて、コンピュータがどんどん出来てきて、それを使った学問が生まれそうだ。お前コンピュータやっていたのだから、コンピュータを主体的に用いる研究をやらないかというふうに勧められたものですから、ドクターコースに行って、当時はシミュレーションとはまだ呼んでなかったですが、私が中心となって計算機実験（数値実験）のグループを結成したんです。先ほど先生からお話のあった松本紘君とかその下の修士や学部の学生10人ぐらいで、当時おそらく日本では初めてだと思いますが、今で言うシミュレーショングループというものを結成しました。

そのころ、それこそ先生のよくご存じの長谷川晃先生がアメリカのカリフォルニア大学バークレー校から日本に帰って来られて大阪大学基礎工学部の助教授となられた。長谷川先生はアメリカ仕込みのプラズマの電子やイオ

ンという粒子の運動を追跡する粒子シミュレーションをやっておられて、日本に帰って来られて阪大で西原功修さんなどの学生さんを育てておられた。

ですから日本には、前田・大林グループの我々のシミュレーショングループと長谷川先生のシミュレーショングループという2つのグループがありました。

熊谷 長谷川さんは、そういうシミュレーションもしていましたが、プラズマの非線形効果とか、非常に理論的な基礎をやっていましたよね。

佐藤 はい、もともとはカリフォルニア大学バークレー校でドクターを取るために、バーザル先生という、アメリカのプラズマのシミュレーションの草分けの一人に師事しておられました。余談になりますが、シミュレーションの開拓に寄与した人に与えるドーン賞というのがありますが、そのドーン先生（故）とビュネマン先生（故）がシミュレーションの先駆者ですが、バーザル先生は第一回のドーン賞の受賞者で、私が2回目の受賞者に選ばれています。

熊谷 長谷川さんは一度帰ってきたあとは、アメリカに戻ってずっとベル研究所の研究部長やコロンビア大学の教授などをして、日本人としては初めて

アメリカ物理学会のプラズマ部会長などもつとめ、その後、ソリトンの研究をしていました。

佐藤 ベル研究所を辞められて阪大に戻られソリトン通信の研究をされた。

熊谷 彼は、私の講座を継いだ後任教員ですが、そういう研究の前にシミュレーションに関係する仕事をしていたことはよく知りませんでした。

佐藤 先生の後任教員として、ソリトンや光通信とかをやっておられたけれども、最初のアメリカでのドクターの頃や日本に阪大の助教授として帰って来られた時はプラズマのシミュレーションをやっておられたんです。

熊谷 そうですか。

佐藤 長谷川先生には弟分のように常にずいぶん親しくしていただきました。

私の大学院生の頃プラズマ研究所ができて、

熊谷 それは名古屋大学にでしたね。

佐藤 名古屋大学プラズマ研究所では全国の大学の共同研究所としてプラズマの研究学会が盛んに開催され、大林辰蔵先生と長谷川晃先生が中心となってプラズマシミュレーションの研究学会も何回ももった。長谷川グループはその粒子的な電子だとかイオンだとかそういうものを中心にして、我々はどちら

かというと流体的にプラズマを扱うというシミュレーションをやって、かなり競い合っていたものです。

現在の日本のシミュレーション研究のおそらくこれが源流ですね。そういう意味で日本のシミュレーション研究の中では、プラズマがシミュレーションにおいて一番先端を切り開いていったわけです。ドクターコースに入って、シミュレーションというものを中心にした日本の最初のグループを、大学院の学生だった私たちがいち早くシミュレーショングループを設立したことは十分自負してもいいのではないかと思います。

そしてちょうどその頃1965、6年というのは東大に大型計算機センターというのが出来て、東大は日立と、そして京都はそのちょっと後に富士通を引き入れるということで、大学関係にも、1965、6、7年ごろにはコンピュータというものを使った研究、まだシミュレーションと呼べるものではないんだけど、数値解析というものがあるんだ世の中に流行りだしてきた頃ですね。その草分け的な形で、我々は取り組みました。

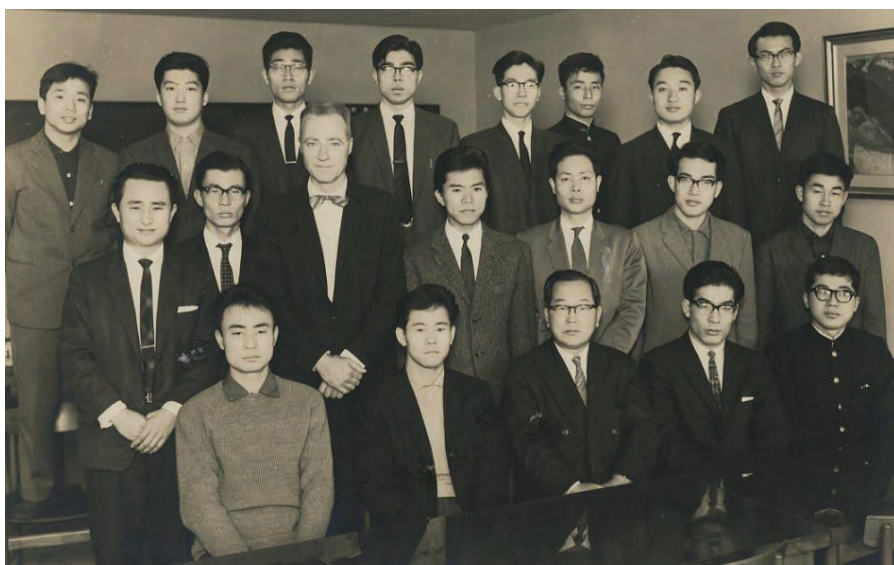
熊谷 あの頃はコンピュータの能力や速度も今とは比べものにならないものでしたし、シミュレーションサイエンスなんていう言葉すらなかったわけですからね。

佐藤 ええ、おこがましくてシミュレーションサイエンスなんて言えなかったです。

熊谷 今から振り返ればそうですね。けどもね。

佐藤 だから非常に楽しかったですね、誰もやっていないところをやるという事で。しかも先輩方はほとんどコンピュータを使っておられなかったですから。我々は学生が中心になっていましたから、新しいものに何の抵抗も無く入って行けたという良き環境ですね。

熊谷 前田先生や大林先生の時代はコ



前田憲一先生（前列中央） 矢島脩三先生（2列目左端） 佐藤氏（後列左から2番目）〈修士時代〉



大林辰蔵先生（前列中央） 松本紘氏（後列右から2番目） 佐藤氏（前列右端）（博士時代）

ンピュータとはほとんど関係ない時代でしたよね。

**佐藤** ええ。コンピュータと出会い、シミュレーションというものを始めたきっかけは以上のような次第です。

**熊谷** わかりました。ちょっと話が戻りますが、学部学生の頃研究しておられた音声認識は、あとで総長になられた長尾真先生にむしろ近かったんですか。

**佐藤** 大学に入った頃、坂井利之先生が前田研究室から独立されて教授になっておられました。ですから音声認識の学部の卒業研究は坂井研究室においてです。

**熊谷** 坂井利之先生は、マイクロ波の研究から情報工学の方に移られた方ですね。

**佐藤** 当時、長尾先生は坂井先生の所で修士を出て、ちょうど助手になられた頃です。

**熊谷** なるほど。

**佐藤** 大学院では坂井研究室から前田研究室に移ったのです。当時は京都の電気系と阪大の電気系が、野球などの対抗試合をやっていた。それで、熊谷先生のお名前とお顔もその時から、よく存じ上げております。先生の方には私の存在は映ってなかったでしょうけど、私の方にはちゃんと映っておりま

した。（笑）

**熊谷** 先生が、シミュレーションサイエンスに取り組みたいきさつがよくわかりました。

**佐藤** 当時、学術に対する認識力が足りず、私には坂井研の現在という情報工学の将来性が分からず、自然の妙味、特に現在でいう非線形現象に強い興味を惹かれ前田研に移りました。本音を言いますと、情報よりも自然のほうが直感で理解しやすかったから移っただけですが……。先ほどの電離層にできるプラズマの不安定性の線形理論、修士の間は線形理論だったので、それでは現象の一面を見ただけで、本質は理解できない。それでは面白くないということで、一体電離層がどのように乱れているのか、その成長過程を追いたいということで、シミュレーションを使って研究を始めました。その結果、ドクター論文では、非線形クロスフィールド・プラズマ不安定性という名前を付けて、プラズマの非線形の発展を、非常に複雑なる発展をちゃんとコンピュータで解明したということでした。

### シミュレーション草創期

**熊谷** なるほど。そういう経緯を経て、先生は平成14年に運用が開始され、気候変動に関する政府間パネル IPCC の評価報告書への貢献、気象や気候変動、地球環境の予測の発展への寄与など色んな研究分野に非常に大きなインパクトを与えてきた地球シミュレータセンターのセンター長をこの3月まで務められたわけですが、先生が最初に電離層や電離層プラズマを取り扱うのにシミュレーションという手法を用いたときのコンピュータの能力は今とは全然違うわけですから、その頃と、出来た当初は世界最高速であった地球シミュレータの能力とをくらべてみて、その急速な進歩に伴うご感想なりエピソードをお伺いできますでしょうか。

**佐藤** 当初はとにかく今から考えると、今のコンピュータに比べると本当に今の電卓より遅いですからね。

**熊谷** そうです。そろばんに毛が生えた程度です。（笑）

**佐藤** それでよくあの電離層の複雑な問題がうまく解けたなと思います。自分でもあれだけの悪い能力、今から考えると低い能力でもかなりのものが出来たのだなと、今から振り返るとそういう感想はあります。でもコンピュータが出来て、先ほど言った東大、京大、阪大は勿論、いろんな研究機関にコンピュータが出回るようになってみんなが使い出して、我々よりも10年ぐらい若い人たちがコンピュータというものを使うのにそれほど抵抗無く入っていくようになった。だから、コンピュータを使った研究というのはさぞかし広がっただろうと思われるわけですが、実際にはコンピュータを皆さん十分に使いこなしていないというのか。

**熊谷** そうですか。

**佐藤** 1970年代に入ってシミュレーションというものがかなり研究にとって重要な道具というか方法論となった段階においても、使う人はものすごく



独立行政法人海洋研究開発機構  
地球シミュレーションセンター 特任上席研究員

**佐藤 哲也** (さとう てつや)

生年月日: 1939年12月14日 神戸市生まれ  
専門分野: プラズマ物理学、シミュレーション・サイエンス

所属学会: 日本物理学会、応用数学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、プラズマ・核融合学会、情報処理学会

学歴: 1963年3月 京都大学工学部電子工学科卒業  
1965年3月 京都大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了  
1967年5月 京都大学大学院工学研究科電子工学専攻博士課程中退

学位職歴: 1970年1月 工学博士(京都大学)  
1967年6月 京都大学理学部助手  
1974年7月 東京大学理学部講師  
1976年4月 東京大学理学部助教授  
1980年8月 広島大学核融合理論研究センター教授

1984年4月 名古屋大学空電研究所教授(兼任、1986年3月まで)

1989年5月 核融合科学研究所教授 理論・シミュレーション研究センター長  
1991年4月 総合研究大学院大学核融合科学専攻数物科学専攻教授(兼任)

1995年4月 核融合科学研究所企画調整官(1999年3月まで)

1995年10月 名古屋大学大学院理学研究科教授(兼任)

2001年12月 海洋科学技術センター(現海洋研究開発機構)地球シミュレーションセンター長

2006年8月 日本学術会議連携会員  
2008年4月 海洋研究開発機構 特任上席研究員

役員: 1978年1月 名古屋大学プラズマ研究所助教授(1979年3月まで)

1983年6月 宇宙科学研究所教授(1986年3月まで)

1971年8月 NRC-NAS Resident Research Associate, NOAA, Boulder, Colorado, USA (1年)

1972年8月 Alexander von Humboldt Stipendiat, Max-Planck-Institute, Germany(1年)

受賞歴: 田中館賞「超高層大気プラズマ不安定性の非線形に関する研究」(1975年)

仁科記念賞「散逸性磁気流体プラズマの非線形ダイナミクス」(1986年)

COMPUTERWORLD HONORS 21st CENTURY ACHIEVEMENT AWARD (2003年)

東京クリエーション大賞 技術賞(2004年)

情報処理学会 業績賞(2004年)

Dawson 国際賞(2005年)

著書: 「未来を予測する技術」(2007年、ソフトバンククリエイティブ)

「Space Plasma Physics」(A.Hasegawaと共著、1989年、Springer-Verlag)

「自己組織化するプラズマ」(物理学最新線シリーズ31巻、1993年、共立全書)

「Auroral Physics」 in Magnetospheric Plasma Physics ed. By A. Nishida(1982年、Reidel Pub.)

多いんですが、その割にはコンピュータの能力を十分活かしきっていない。それは何故かというコンピュータというのはある式があるとすればその式をプログラムしてコンピュータに入れて、初期条件を入れて境界条件を入れますと答えが出てきますからね。そうするとグラフが書けるんですね。どんな式を解いても論文には出来たんですよ。逆にそれが非常にシミュレーションというものの研究を遅らせたと思うんですね。遅らせたというのは安易に答が出てくる、そして大した仕事じゃないにしても論文がどんどん出て来る。

熊谷 それなりの結果ではありますからね。

佐藤 だから、たとえば我々よりも1世代、2世代上の先生、あるいはもう少し上の先生方はかなりコンピュータを用いた研究に批判的でしたね。要するに学問を冒涇しているというのかむしろ、学問の足を引っ張っている。

熊谷 冒涇とまでは暴論でしょうけれども、適当な初期条件と境界条件を入れてやれば一応数値計算の結果は出るわけですから、実際の気候変動や予測にどれぐらい合うかどうかという点から言うと、今から見れば精度というか確度は非常に悪かったのでしょうか。

佐藤 だからそれ自身は、あんまり実際には役に立っていない。

熊谷 そういう面が、止むを得ないことだったかもしれませんが、あったのでしょうか。

佐藤 コンピュータの性能がそれほど思ったほど大きくなかったということもあるんですが、割合安易に結果が出て来るという事で、理論の大家の先生方には、「佐藤さん、あなたはシミュレーション、シミュレーションと言うけれども、学問の進歩というものにはほとんど貢献していない、むしろマイナスじゃないか」とずいぶんお叱りを受けました。

熊谷 基本的な理論でないでと学問では

ないと考える人もいますからね。

佐藤 確かにおっしゃる通りだったんですよね。

熊谷 だけど、私はそういうシミュレーションの結果が積み重なっていくと非常に貴重な情報になったと思いますよ。

佐藤 だから多分、工学的なセンスから言うとそういう積み重ねというものがだんだん現実起きてくる現象に近づいて、全体として役に立ってくるというふうな見方をさせていただくんですけども、一方には、理学系の先生方にはなにか新しい概念が出て来ないといけないという見方もありますね。

熊谷 統一的な説明が出来なかったら学問とは違うという考えですね。

佐藤 はい。でもそのような批判が私にはかなり刺激になったわけです。やっぱり無批判にやっていると確かにそういう面も出てくるなど。そうこうするうちにコンピュータにも一つの革命が起こったわけです。

熊谷 その辺を伺えますか。

## コンピュータの革命

佐藤 1976年、それまでは今のパソコンと同じような、今から言うとスカラプロセッサという一つの演算機だけでもって計算をするというものです。そしてメモリーです。メモリー(記憶装置)から一回ずつデータを持ってきて、演算機、計算機であるそろばんの玉を動かして、そして答が出るとそれを一度メモリーにしまっておく。それからまた新しいデータをメモリーから出してきて次の計算をするという形での、スカラー的な手仕事の形でのプロセッサだからあまり大きな仕事が出来なかった。

熊谷 先ほどの批判的な考え方から言うと、結局、色んなケースケースについての具体例の羅列だというふうに見えますからね、学問としては評価しな

いという人がいるわけですね。

**佐藤** そうですね。おっしゃるとおり、そういう形での批判ですね。

**熊谷** 数値的な具体例ばかりを言うだけだということなんですね。

**佐藤** コンピュータというのはそういう道具です。具体的にデータを与えないと答が出てきませんから、だからそういう意味で具体例に対する答を出していくのがシミュレーションですから、いわゆる昔流の演繹性を重んじる理論から言えば普遍性がないと。本当はそういう具体例がいっぱい出てきてそこから帰納的に普遍性を引き出していく、そこまで行って初めてシミュレーションというものが学問の進展に役立つものとなる。

**熊谷** 結局はコンピュータの能力に大きく依存しますね。

**佐藤** おっしゃるとおりです。

**熊谷** 能力が無限大になれば問題はないですけどね。

**佐藤** 全然問題ないですね。ですからその辺のジレンマのところ、アメリカのシーモアクレイという方がおられたんですが、クレイ社というコンピュータの会社を創立した方です。彼が「このままではコンピュータを人間の生活に役立てるということから程遠い」と、「いかに素子が速くなって集積度が多くなって速くても現実に役立てるにはまだはるかに遅い」ということで考え出したのがベクトル方式というものです。一つずつデータを持ってきて、演算機のところを持ってきて、一人の職人がパーツを持ってきて自分の仕事台で組み立てておいて、そしてまた別のパーツを持ってきてそれと組み合わせていくという、そんなまどろっこしいことをやっているととても効率が悪く駄目だということ、いわゆるオートメーション化を考えだした。ベルトコンベアを作ってコンピュータの演算をするところにデータをベルトコンベアで送ってやる。演算の終わったデータは再びベルトコン

ベアに乗せて格納庫にしまっていく。そういうベルトコンベア方式、オートメーション化という考え方をコンピュータのアーキテクチャーに入れたんです。それによってこれまでの演算実行効率が格段に上がりました。

クレイ社が考えたC r a y 1というのが出来たんですけども、そのC r a y 1が出来たのが1976年、この頃からまたシミュレーションというのが役に立つと思われ出した。もの凄く効率が上がった。100倍くらい上がったのではないかと、値段も上がりましたがね(笑)。そのクレイ1というベクトルコンピュータがアメリカに出来たちょうどそのすぐ後の1979年に私は客員としてプリンストン大学に行き、長谷川さんはその頃ベル研究所におられて、ベル研に来ないかということで実は一年後にプリンストン大からベル研に移ったんです。

**熊谷** そうですか。

**佐藤** ベル研もクレイマシンを買っていました。それを私はふんだんに使ってシミュレーションをしてみたい面白い発見をすることができました。ただあとで、これは裏話ですが、長谷川さんは豪傑だからそういう事は気にしないんだけど、「佐藤さん、あなたが帰った後、ディビジョンのヘッドから呼び出されて怒られたよと。あなたの使ったコンピュータ代は恐ろしいコンピュータ代だった」と。私はベル研のコンピュータだからただで使えるコンピュータだと思っていたんです。アメリカというのは各グループが自分の研究費でコンピュータを使う利用料を払っていたんですね。そんな事は知りませんから、日本の大学の大型計算機センターみたいにならなくていいと思っていましたから、湯水のごとく使って・・・(笑)

**熊谷** 1970年代から80年代にかけてはコンピュータが画期的に進んでいった時期ですからね。

**佐藤** ええ、そのクレイによるベクト



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)

1953年大阪大学工学部(旧制)通信工学科卒業。同大学大学院(旧制)特別研究生、カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究員、大阪大学工学部通信工学科助教授などを経て71年同教授。学生部長、工学部長などを歴任し、85年大阪大学総長。91年同大学名誉教授。科学技術会議(現総合科学技術会議)議員などを歴任し、2004年4月から兵庫県立大学長。

専攻は電磁波工学で、電子情報通信学会元会長。国土審議会委員、郵政省電気通信技術審議会委員、文部省大学設置・学校法人審議会委員、総務省独立行政法人評価委員会委員長、独立行政法人科学技術振興機構運営会議会長、関西文化学術研究都市推進機構評議員会議長、大阪府教育委員会委員長、大阪府総合計画審議会会長、大阪市総合計画審議会会長、兵庫県科学技術会議会長などを歴任。

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、米国電気電子学会 Third Millennium Medal、米国電気電子学会終身フェロー(Life Fellow)、電子情報通信学会名誉員、文部大臣表彰、郵政大臣表彰、大阪市民表彰、日本放送協会放送文化賞、大阪文化賞、高柳記念賞、大川賞、中華人民共和国白玉蘭賞、などを受賞。平成9年日本学士院賞受賞、平成11年文化功労者顕彰、平成19年瑞宝大綬章受章。

ルのコンピュータが出来てね。

**熊谷** シミュレーション研究者の研究費の大半はコンピュータ使用料ですね。

**佐藤** はい。だから私なんかは、まだそんな計算機を使うために利用料を払う文化圏では育っていませんでしたから、アメリカでもただで使えるものだと思ってまして。

**熊谷** ベル研にはどれくらいおられたんですか。

**佐藤** プリンストンには一年で、ベル研には半年くらい滞在しただけです。でも面白かったですね、その長谷川さんとね、ベル研のあるニュージャージーのサミットからニューヨークのク

ロンビア大学なんかにもよく一緒に連れて行ってもらいました。

熊谷 長谷川さんはコロンビア大学の教授もされてたでしょ。

佐藤 ええ、一緒に車に乗せてもらって、西田佐知子のアカシアの雨などの歌を車の中で聴かされながらね。(笑)

## 地球シミュレータの誕生

熊谷 そういう事があって地球シミュレータセンターのセンター長などをなさったわけですが、地球シミュレータのあげた色んな成果を一般の人にわかるようにおっしゃって頂けませんか。

佐藤 そうですね、地球シミュレータの話をする前に核融合科学研究所時代の話をしさせてください。

私は1980年から約10年間広島にいたんです。1988年に核融合科学研究所の創設準備室が名古屋大学の中にでき、その理論・シミュレーション関係を代表する形で兼任教授としてかかわったのです。

これは余談になりますが、先ほどのベル研にいた時に西川恭治さんに、お兄さんの哲治さんじゃなくて恭治さんの方なんです、広島大学に核融合理論研究センターを作ったから教授として来てくれないかと誘いがあり、はいはいということで、当時東大の助教授でしたが、ベル研から直接広島に行ったんです。

熊谷 そうですか。

佐藤 はい。広島大ではかなり本格的なシミュレーショングループを組織しました。10年ほど経過したとき、いくつもあった大学の核融合閉じ込め方式を京都のヘリオトロン方式に一本化する国立の核融合研究所を作るということになった。これは名古屋大学のプラズマ研究所と京都大学のヘリオトロン核融合研究センターの2つを一緒にして一つの国立の研究所を作るといいうわゆる行革ですね。ところがこれ

また変な話なんです、名古屋大学は名古屋大学固有の部門を拠出してプラズマ研究所を創ったのだから、核融合科学研究所を作るならその分は名古屋大学に残すと言い出した。そうすると、京都大学も同じように固有の部門を入れてヘリオトロンセンターを創ったのだからその部門は京大に残すと言い出したので、2個(プラ研とヘリオトロン)の衝突合体で一体にする(核融合研)という話が、2体衝突したら三体に分かれて、名古屋と京都と岐阜県に出来る新研究所となる。そんなものは行革じゃないということで当時の文部省から文句が出て、しかし両方も絶対に譲らないということで考えたのが、広島に身軽な核融合理論研究センターがあるじゃないか。それを引剥がして合流させれば、3対3衝突になるじゃないかということで、強引に我々の研究センターをつぶしてこっちに入れるという話が出てきた。

そこで私が嫌だと随分反対しました。大きな装置で実験をする所に我々の小さなシミュレーショングループが行っても、刺身のつまみたいなもので相手にされないから嫌だと主張した。けれども、結局そうせざるを得なくなったので、私から条件を出したんです。核融合研の中に「シミュレーション」と名の付く研究センターをちゃんと独立でこしらえる。その大型の核融合実験装置が当時800億円ぐらいの予算だったのですね、そんな概算要求をすれば、シミュレーションセンターという組織ができて、コンピュータの予算は貰えないじゃないかと、だからコンピュータをちゃんと文部省に別枠で我々が交渉して、スーパーコンピュータをレンタルする交渉を応援するという条件を付けたのです。結果的には世界最大級の大きなスパコンを入れることができたんです。日本でシミュレーションという名のついた最初の研究組織の創設です。このようなつばぜり合いの末1989年5月に核融合

研は無事産声をあげるはこびとなりました。

それが核融合科学研究所の時代ですけれども、地球シミュレータの生みの親である三好甫さん(故)という元科学技術庁の航空宇宙技術研究所、今はもうJAXAに吸収されていますが、その三好さんが科学技術庁出身の平野拓也さんの力をかりて地球シミュレータを作るという計画を練られて、1997年ですね、京都議定書の地球環境保護という追い風をうまく利用して、温暖化を研究するためのコンピュータを作る計画が予算化されたのです。三好さんは別に気象学者でもなくシミュレータ開発者なので、どの分野でもよかったですよ。核融合であろうが、環境分野であろうが。結果的には温暖化の風に乗って、予算化されたということで地球シミュレータが誕生した。

そして開発が終わる2002年の3月の半年前くらいに、その三好さんが突然私を呼ばれて、もうじき開発が終わるんだが、地球シミュレータを用いた日本全国のシミュレーション研究をリードしていく、動かしていく、運営していく者がいない。シミュレーションについてちゃんと造詣が深く、アメリカとも対等にやっていける人間が自分の周りにはいないから、貴方にやってもらいたいと言って来られたんです。実は私はそれまで三好さんとは何度かお会いしたという程度の知り合いだったんです。ただ核融合時代のクレイ社との争いやシミュレーションに関するいろんなノウハウを私が知っていることを知っておられ、私がアメリカに屈しないというのを見ておられたんでしょうね。それで「来てくれ」と言われたので、ついそんな大きいものが出るのなら面白いなということでお受けしたのが、私がセンター長になったいきさつです。

熊谷 その地球シミュレータが出来た当初に準備の段階から行かれたのですか。



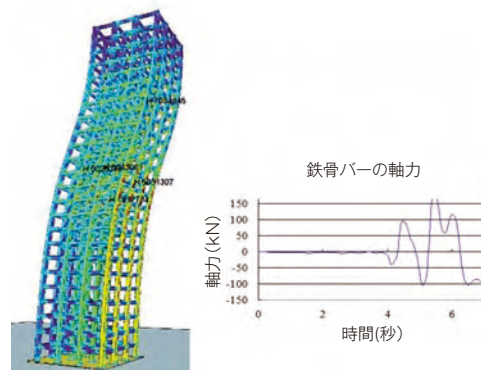
佐藤 完成のちょっと前に、準備の段階と言っても、立ち上げるまで数ヶ月しかなかったです。地球シミュレーションセンターが設置される海洋科学技術センターの当時の理事長さんは平野さんでしたが、その平野理事長さんが、三好さんとの関係もあって、私を信頼して下さったんです。あいつに任せておいたらいから、何でも好きなようにやらせろと。だから相当そういう意味では助かりました。

その活動を世界に呼びかけて、日本に地球シミュレーションありと、かなり宣伝しました。アメリカにも共同研究やりたかったらどうぞ来て下さいと言って回りました。アメリカ側としてはこのまま放っておいては日本に牛耳られると真剣に考えたんです。地球シミュレーションの威力を一番よく知っていたのは実はアメリカなんです。日本の人はほとんど分かってなかったです。多分三好さんが私をオファーしたのはそういう所を見抜いておられて、佐藤ならやってくれるだろうと判断されたと思います。

それでアメリカ側はこのまま行っただけでは、アメリカの学術のみならず産業界においても日本の後塵を拝することになるというので、今までの市場主義を捨てて、大統領命令で省庁を超えてプロジェクトを作って、地球シミュレーションを超えるようなコンピュータをこしらえるということで相当のお金をかけました。現在ではコンピュータの要素技術においてアメリカに完全に負けてしまったと思いますよ。

地球シミュレーションの元々の予算としては、地球温暖化に貢献するということが出たんですが、私が地球シミュレーションの性能を見たところ物凄く性能はいいんです。この性能を一つの気象分野に限ったのではもったいないということで、気象には勿論使うけれども、せいぜい5割くらいに留めて、後の5割はもっと有効に使おうということで色々な分野に開放しました。

### 3次元RC構想ビルの地震シミュレーション



図には示していないが地上建造物は地下支柱構造で支えられている。地震波動を入力として建物全体の揺れを提シミュレーションで求める。  
(提供：大阪大学 橘 英三郎先生・水島 靖典氏)

熊谷 大事なことです。

佐藤 それについて当時の理事長の平野さんには後押しをもらった。国際的にもやはり日本だけに閉じてしまっただけでは、日本がせつかく地球シミュレーションを使っていい成果を出しても、彼らは自分たちが常に科学技術においてトップでないといけないから、日本の成果は無視されると考え、アメリカとも共同をする、ヨーロッパとも共同する、そのために少々の資源を提供する。それぐらいのことをやろうということで、国際的にも門戸を開放したんです。勿論資源は限ってですけどもね。そういう形でかなり全世界的に、全分野的に広げた。そのような方針で6年間センター長としてやってきました。成果は勿論第一の目的であるIPCC4報告に寄与する。これは色々なテレビ等で報告をされているので、皆さんもよくご存知でしょうから省くことにしても、それ以外としても地震とか地球内部の問題、そこにもかなり力を入れようということで地震の被害なんかのシミュレーションにおいてもかなりいい成果を出して、かなり精密な形で地形なんかを入れて地震波がどういう被害をもたらすか、建物をどれだけ揺らすかとかそういう事にも役立つし、それだけでは無く、天体の問題、

宇宙の問題、そういうものでも今いくつか、例えばネイチャーに出るような仕事も出ていますし、さらにバイオ関係あるいはナノ関係ですね。

熊谷 新素材なども大事なテーマです。

佐藤 そういう問題でもかなり新しい成果も出しています。

熊谷 地球シミュレーションですか。

佐藤 ええ。あまりご存知ないですよ。

熊谷 一般の人は地球環境とか気象とか、そんな問題を専門にやっておられると思ってますから。今度神戸に出来る次世代スパコンも今おっしゃったような分野にも是非使ってもらいたいと思うんです。材料の研究とか、ナノテクの関係とか、バイオなど、色々な幅広い分野の活用を是非やってもらいたい。

佐藤 はい。気象とかそういう問題というのは、ある意味ではそれを支配する法則、方程式がわかってるんです。ですから支配する方程式がわかっているものをシミュレーションするという時には、いかに正確にいかに速くその答えを出してくるかということが最大の課題です。予測にしても物事が過ぎてからの予測、ことが起こった後で、こうですよというのでは駄目ですから。

熊谷 明日の天気予報を一週間後に聞いてもしょうがないですからね。

佐藤 そうすると、例えば台風であれば予測するには、5日ぐらい前でも予測のシミュレーションが数時間で終わらないといけません。

熊谷 例えば気象を調べて正確な天候を予測しようと思えば日本列島の上だけを見ていてもしょうがない。やはり地球全体のデータが要るわけで、それにはやはりプログラミングやシミュレーションの手法があって且つ武器となる超高速のコンピュータが必要となる。

佐藤 おっしゃる通りですね。

## 地球まるごとシミュレーション

佐藤 地球シミュレータのひとつの一番大きな効能というのは地球を全部丸ごとシミュレーションできることを実証したことです。

熊谷 日本の近辺だけをいくら詳しく調べてもそれだけではいけない。

佐藤 情報を運ぶ波や流れが境界まで到着すると、もう人工的な非現実的な境界の影響でそれ以降は使えなくなりますからね。ジェット気流なんかは世界をぐるっと繋ぎ目なく回ってますからね。という意味では地球全体を一緒に扱うという、それを可能にしたというのが地球シミュレータの一番大きなインパクトです。

熊谷 私などが外から素人として見てもそう思います。

佐藤 それによって初めてシステムの将来、未来の発展がわかるのです。どうしても部分的だけだとすると、境界に情報がぶつかって、波がぶつかるとそれでシミュレーションの有効性は終わりです。それに対して人工的な境界がないシステムの丸ごとをシミュレーションすることができるとなると原理的にはいつまでもシミュレーションを続けることが出来るわけですね。そ

うなっていくと、勿論精度の問題が出て誤差が溜まるかどうか、それからいかに速く答えを出すかという、先ほど言われたように明日の天気予報をするのに一週間後に答えが出てきたのでは意味がない。従って、課題となるのはシミュレーションの技術の問題なんです。いかに速く、持っているコンピュータをいかに最大限使って速くいい答えを出してくるかという、そこが一つのシミュレーションのキーポイントになってくる。そういう事をやはり教えるところが必要だろうと思います。今までは各研究のグループリーダー達がこういう問題を解きたいということで、学生さんなんかを使うという形で教育してきたということです。

熊谷 その辺の理解をなるべく広くしてもらわないと、これまでの地球シミュレータの更にもうちょっとスピードの速いだけのコンピュータが出来るというだけでは一般の広い分野の研究者とか企業とか、そういうところがありうちとは関係ないものだという印象を持ってしまうのではないかと思います。ナノテクノロジーなどは表現を変えれば現代の錬金術のようなもので、こういう特性を持ったこういう材料を作れないかと分子原子レベルから組み上げていくわけですから、理論だけでいけばいいんですが、そしてその方向は必要でしょうけれども、シミュレーション技術とスーパーコンピュータによるある意味では宝探しのような方法もあっていいのではないのでしょうか。薬にしてもそうです。これまでやってこられたシミュレーションの技術が活用されるといいんですがね。

佐藤 ええ、正にそこだと思うんですね。もちろん計算機というものの性能がいいことが必要ですけども、それをいかに使うかということ、使いこなせるかということ。そこにはやはり人間の知恵を入れないといけないわけです。その人間の知恵を入れる為

には、シミュレーションというものが、コンピュータを使う仕事はどういう役割を持っているか、それがいかに意義を持っているものか、そのところをシミュレーションをやる人間、特にこれからは若い人たちがやって行く上で、そういうことをちゃんと教育して教えていく、そういうところが必要だと思います。今まではとにかく最先端、フロントのところまで一生懸命やっていて、その仕事を手伝うという形で若い人たちが育ってきた。だからそのリーダーを越えることができないですよ。

シミュレーションというものが地球シミュレータでもって初めて物のシステムの未来を予測するという、そういう事を可能にしてきたということで、今まではどちらかと言うと理論や実験の補助的役割としてシミュレーションがあったのが、理論や実験と同等、あるいは、それらを超越する科学の方法論に脱皮した。こういう場合にはこうなります、確かにおっしゃる理論は正しいです、得られた観測された新発見はこういう形で説明できますよ、だけに留まっていたはどうしても理論、実験屋さんのサポーターという域をでることができない。

対談の最初のところでお話したように、ただ具体的なその例に対してしか答えを出してこないという、そこに留まっている限りでは、理論の大家から批判されたように科学技術の新展開には寄与しない。しかしながら、システムの未来の予測となってくると、未来に対して科学的に何が起こるかという事は、実験でも理論でも解からないんですね。理論は大局的な流れは示すけれども具体的には何が起こるかとなると、無力です。そうなってくるとこれはシミュレーションの出番です。地球シミュレータというものがそういう事を可能にしたという意味で、今開発が進んでいる次世代スパコンというのは正に地球シミュレータのポストシ

ミュレータですから、それはもう当然の事として、未来に対して色々な環境の変化を予測する、或いは未来に対してどういう物質が出来るか、どういう材料が出来るか、どういう製品が出来るかということをシミュレーションで具体的に示すことができるんです。実験で新物質・材料・製品を開発しようとすると、あらゆる条件を入れながら手探りでやる。非常に効率が悪く、且つコストがかかる。従来のシミュレーションは手を変え品を変えながら観測や理論の具体的な説明を試みていたんですが、これからはシミュレーションがむしろこういう事をやればこういう性能のものが出来ますよということを予め絞ってくれる、あらゆる場合を試行錯誤しなくていいですよと、実験屋さんにはシミュレーションが指示した条件の近くで本当に役に立つものを、現実に関係していき、そういうサジェッションを行えるようなそういう時代になった。研究領域は全くの未開発地ですから、正にこれからの若い人たちの好むように開墾することができる独壇場といえます。

## これからのシミュレーション

**熊谷** 理工系の分野だけではなくて、例えば社会現象や経済現象、これらも関係するファクターがいっぱいあって、バウンダリーコンディション（境界条件）もいっぱいあって、なかなか理論や実験では取り扱えない。

**佐藤** 時々刻々変化しますからね。

**熊谷** 時々刻々変化して、ダイナミカルで、複雑で、実に大変です。理論で扱いようがないですよ。経験でやっているというようなものなのでしょうけれども、スパコンとシミュレーション技術によって行政とか社会問題・経済問題なんかにもある程度情報として提供できるような結果が出ると、役に立つのではないかと思うんですけどね。今

度のスパコンもそういう分野へのアプリケーションが考えられないかなと思うんです。

**佐藤** まさにおっしゃる通りです。むしろ私はそのほうがこれからのシミュレーションの主役になっていくと思います。

**熊谷** これからの非常に大きな分野だと思いますね。

**佐藤** 今までは基礎方程式・法則がわかっていてその中でシステムがどう動くかということをはかにかに数値技術的にいいアルゴリズムを作って、そしてどれだけ速く答えを出していくかということが主題だった。これはこれとして不可欠であり、進んでいくと思います。進めなくてはならないです。一方、社会現象、特に人間が関係したもの、人間の行動には決まったユニバーサルな法則はないですよ、一人ずつ全部違う判断、しかもその判断が時々刻々変化する。例えば、電子に働く力はクーロンの法則です。この法則はすべての電子に普遍的に当てはまる。人間が絡む諸問題はこれと対極にある問題です。

**熊谷** 一人ずつの場合と集団の場合とはまた違ってきますし。

**佐藤** 全然違いますね、だから、その辺のところをしかもその集団の振る舞いにしても、変わってくる。そういうものを扱うのが私はこれからのシミュレーションの新しい役割だと思うんです。

**熊谷** なるほど。

**佐藤** 開いた系、正にシミュレーションというのは開いた系で、閉じた系の中に限定してやるという発想ではなく、開いた系に適用できる科学的な方法論。これがシミュレーションの極意、妙味だと思います。

**熊谷** 行政も使えるし、企業なら例えばマーケティングですね。非常に有効なマーケティングにも使えるということになれば対象も利用範囲もうんと広がります。

**佐藤** 私はシミュレーションには2つあって、1つは物理シミュレーション或いは科学的予測のシミュレーション、これはその対象物が人間以外の人間の見る周りの環境、すなわち、物ですが、物に対しては普遍科学法則が解かっているから、そういうものを出来るだけ科学法則に沿ってより正しくより速く求めていくシミュレーション、これを物理シミュレーションと私は呼んでいます。

それに対して仮想シミュレーション、あるいは、ゲームシミュレーションというジャンルがあると思います。これは基本的には法則は解かってない、一つずつのエLEMENTの法則は解かっていない、しかし集団として集めたときに何か新しい機能が出てくる。例えば、生物もそうなんですよ。生物そのものもタンパク質までは確かに物理法則、量子力学や分子動力学という形で記述できますけれども、細胞になってくると、もうそれらが無数集まって何か集団としての機能を創出していったらいいですね。

そういう機能というものがどうして出てくるのか、そういうものを調べるのにコンピュータシミュレーションというもの、あるいは、計算科学的手法はものすごく役に立つ。それは、普遍法則は解かってないけれども、観測にあるいは実験によってだいたい様子はわかりますよね、それを一応仮説として仮の法則としてバーチャルに作っておくんですよ。それをプログラムして、そして初期条件、境界条件を与えてシミュレーションしてみる、そしてその結果と現実とを照らし合わせて、合わなければバーチャルに与えた仮説を修正していく、そういう常に常に修正しながら現実と合わせて、そしてあるところまで行ったら、こういう原理でこの集団は動いているんだなと、そういうものが解かってくると。

**熊谷** そういうアプローチは工学分野の者には非常に理解しやすいけど、そ

んなものは学問ではないと考える人も  
いるでしょうからね。

**佐藤** はい。そんな決まってもいない  
ような、ユニバーサルでないものは手  
がつけられないと思われるかもしれな  
い。

しかし、人間が関与する問題にはユニ  
バーサルな法則はないんじゃないで  
すか。しかし集団的にはその時代その  
時代の目に見える流れが現れる。それ  
を理解、あるいは、解明するのに、こ  
れからの仮想シミュレーションという  
のは、特に次世代スパコンの役割は非  
常に有用です。これに対し、物理シミュ  
レーションは手法もわかっているから、  
後は技術的なアルゴリズム開発に  
集中していくことになると思います。

社会問題あるいは経済問題、こうい  
う、その一つずつのエレメントには決  
まった法則がない、しかし、集団とし  
ては何か決まった機能を発揮する。そ  
ういふものの機能を発現していくよ  
うな基礎モデルと言いますかね、そ  
ういふものをこしらえて、ある意味で  
起こり得る現象を予測していく。もち  
ろん正確にはあたらなければいけ  
ない、そういう形で社会をガイドしていけるよ  
うな、そういうものとしてこれからの  
スーパーコンピュータを發揮させな  
ければいけないし、そういう分野の人  
たちを育てていかなければいけない。

**熊谷** 全く同感です。そういう幅広い  
分野での色々な活用があるというこ  
とを、みんなに理解してもらわな  
ければいけない。

**佐藤** そういう意味では正にそ  
ういふ時代が到来したと思います。こ  
れまでは物理法則をいかに正しく速  
く解くかという物理のシミュレーシ  
ョン、現実のシミュレーションであ  
った、これからは仮想シミュレーシ  
ョンと呼んでもいいですね、集団が  
どういふ体系、大きな原理に従って  
動くのかということを知明していく。

**熊谷** 膨大な数値的試行の合理的な積

み重ねで基本的な法則や原理が見  
えてくるといふプロセスがあり得る  
わけですからね。

**佐藤** 正にそういうものが新しい  
科学の領域になると思います。そ  
ういふものの中に何かその規則的な  
原理みたいなものを発見していけば、  
それがその学術的な新しい発見とい  
うものに繋がっていくのではない  
かと思います。

**熊谷** 今までの考え方だと、適  
当な仮定を前提として基本的な法  
則といふものを考え、それで理論を  
組み立てる。それが正しいかどうか  
といふことは理工系の分野だと実  
験で確かめていた。最近では実験  
で確かめるのではなく、コンピュー  
タを使った数値計算でその理論結  
果を確かめている。実験が正しい  
かどうかを逆にコンピュータの計  
算で確かめるような、そんなこと  
までやっていますからね。ですから、  
シミュレーションによる色々な数  
値的結果から基本の法則にたどり  
着くといふような方法もある筈だ  
と思います。

**佐藤** ええ、おっしゃる通り  
です。それが今後のシミュレーシ  
ョン科学の目指すべき方向です。

**熊谷** 大きい意義だと思わな  
ければいけませんね。

**佐藤** そういうことの出来る  
ような学生さん、若い人を育てて  
いく場が必要ですよ。

**熊谷** そうですね。幅広いア  
プリケーションが出来るような人  
材の育成を、今度できる次世代ス  
ーパーコンピュータにすぐ隣接して  
設置する新しい兵庫県立大学の  
大学院「先端計算科学研究科」  
でも目指していきたいと思ってい  
ます。

**佐藤** 兵庫県立大学院にシミュ  
レーション研究科といふものを計  
画しておられる。そういうものが、  
もちろん今までの物理的・予測的  
シミュレーション、そういうもの  
で社会に貢献していく。それと  
同時に新しい分野と言いま  
すか、領域といふのか、そういう  
ものを生み出して行くような方法  
論といふ

か、2つの重要な使命を遂行できる  
人間を育てていく、そういう教育機  
関ですよ。そういうものに是非、  
兵庫県立大学の新しい研究科が  
世界に先駆けてなってもらいたい。

21世紀に躍動するこれからの若  
者たちが今着々と進められている  
新しい斬新なコンセプトに基づく  
兵庫県立大学の大学院で学び、  
企業に、社会に入り込み、シミュ  
レーションといふ新しい風を吹か  
せ、一人一人の日常生活の中に浸  
透していくことがこれからの持  
続可能な世界を創り上げていく  
ためには大変重要だと思いま  
すね。このような社会をシミュ  
レーション文化と私は呼んでいま  
す。したがって、次世代スパコン  
の目指す新しいコンセプトはシ  
ミュレーション文化の花を咲か  
せることではないでしょうか。

**熊谷** 全く同感ですね。ところで、  
次世代スーパーコンピュータとい  
う言葉をよく聞くんですが、「次  
世代」といふのはどういう意味  
ですかといふ質問がある講演会  
の時にあってですね、講演者  
の方が「一番新しいスーパー  
コンピュータのことを次世代ス  
ーパーコンピュータと言うんだ」  
という説明をされたんですが、  
それでよろしいんですか。

**佐藤** そうですか(笑)

**熊谷** それもひとつの考え方  
なんでしょうか。そういう解釈  
なら今までの地球シミュレータ  
も出来た時には次世代ス  
ーパーコンピュータだったとい  
うことになりますね。

### 次世代スーパーコンピュータに 求められるもの

**佐藤** 次世代といふのは、ど  
ういふ組織に関連したもの  
なのか、例えば国として  
次世代と言った時はもち  
ろん世の中にはまだ存在  
しない新しいものである、  
これはあくまでも当然  
そういう性格も含む  
ただけれども、地球シ  
ミュレータの場合、従  
来のシミュレーシ  
ョ

ンが実験あるいは理論のサポーター的シミュレーションの役割であったのに対し、その枠を破って実験と対等あるいは観測と対等、あるいは場合によっては先んじるようなそういう役割をしたというのが地球シミュレータのひとつの貢献だったと思います。

そうすると次世代というそういう中にはやはり何か新しい概念、新しいコンセプトを出して来ないといけないですよ。今最後のお話しのところの社会現象・経済現象、そういう個々のエレメントの法則は非常に不安定・不確定であっても全体として現れてくる集団的な新しい原理みたいなものを見出していくシミュレーションを生み出していったならば、現在進んでいる次世代スパコンはまさに次世代と呼べるにふさわしいのではないのでしょうか。その原理を用いて未来社会の発展の予測を行うこともできるだろうし、さらに進んで、そこに何か集団の新しい法則性、そういうものを体系化していくことが可能になってくる。そういうところに、次の世代と呼んでいるものは、役割を発揮しないといけない。地球シミュレータのちょっと定量的に優れたものを作るという、そこだけに終わったのなら地球シミュレータと同じレベルだから、次世代と言うよりは次期と言った方がいいのかも知れませんね。今回の次世代のキャッチフレーズは人間社会と密接に結び付けるという意味でシミュレーション文化の醸成がいいのではないですか。

熊谷 私の専門は通信工学の分野で、環境問題とか気象現象とは関係のない世界ですけれども、通信ネットワークでもシミュレーションの技術を使わなければならなくなっています。通信ネットワークシミュレーションという言葉も出てきています。携帯があり、固定電話があり、宇宙通信があり、パソコンやインターネットにもつながったネットワークがあって、いつでもどこでどういうコール（呼）がどういう頻度

で起こるか、それに対してネットワークをどう設計すればシステムとして対応していけるかというような問題は、やはりシミュレーションをすることになる。こういう、気象とも天候とも関係のない分野でも次世代スーパーコンピュータが使えればいいなと思います。

計算機の歴史を振り返ってみますと、日本で一番古い計算機といえばソロバンですね。西洋だと計算尺。我々の時代には中学校、高等学校まではソロバンと計算尺でした。大学の終わりごろからはタイガーの機械式計算機が使えるようになりました。一方、アメリカで世界初の電子式の計算機エニアック（ENIAC）が出来ました。

佐藤 そうです。戦争中の末期に出来たんですね。要するに武器、砲弾の弾頭がどう飛んで行くかとかね。

熊谷 ええ、大砲の弾の弾道の計算をする目的で作られた計算機です。

佐藤 標的に着弾するにはどういうふうにするか、正確に的中するには、筒の向きをこういう傾きにすればいいかとかね。

熊谷 エニアックはペンシルベニア大学で作られた世界最初の電子計算機ですけれども、まだトランジスタが発明される前でしたから真空管式の計算機で、今から見ればさきわめて初期的なものでしたが、それまでの機械式の計算機にくらべれば桁違いの性能に人々は驚嘆しました。この世界最初の電子計算機エニアックに使われた真空管の数は18,800本、占有した面積は1,500㎡で重さは130トン、値段は当時のお金で50万ドル、今の値段に換算すれば数百億円とか数千億円ぐらいいましょ。うか。

佐藤 そんなに高かったですか。

熊谷 その後、トランジスタが出てきて集積回路（IC）へと進み、コンピュータは一挙に進みました。

佐藤 それこそムーアの法則ですね。1年半で性能が倍になるという。

熊谷 コンピュータの値段は、性能が同じだとすると、1970年代から80年代にかけて毎年平均して半分ずつに下がっていった。1年で値段が半分になると10年で1000分の1に下がることになるんですね。経済の専門家によると、物の値段が7～8割に下がると非常に安くなったというんだそうです。そして、半額になったらものすごく安くなったということになる。それが10分の1とか100分の1とか、ましてや1000分の1になるというのは、もはや物の値段が安くなったという概念を超えている。イノベーション、革新というよりほかはないということです。

実際、値段が1000分の1になるというのはどういうことかということ、例えば自動車で言いますと2～300万円の新車の値段が2～3000円になるということです。お正月に子どもにお年玉だと言って5,000円あげたら、街へ出て行って、漫画の本やお菓子を買った残りのつり銭で「いい新車があったから買って来た」というようなことになったら世の中大混乱です。それぐらいのインパクトがあったわけです。コンピュータの劇的な進歩が科学技術の分野や経済界、産業界、さらには社会全般に与えたインパクトというのは実に大変なものであったと言えます。

佐藤 今ではもう何を見てもコンピュータが入ってますからね。

熊谷 これも結局は集積回路の進歩のおかげです。

もう一つ先生にお伺いしたいと思うのは、そういうふうにコンピュータの進歩が急速に進んで、どんどん高速・大型になり、しかも非常に高価なものとなったために、当初はそれをみんなが共同で使う集中処理型になった。それがだんだん個別分散型になって、パーソナルになり、更に小さくなってモバイルとなっているわけですけれども、一方やはりスーパーコンピュータや次世代スーパーコンピュータのような集中処理型の超大型コンピュータも

依然として作られている。これはどう  
いうふうを考えればよいのでしょうか  
ね。

**佐藤** 結局は人間が使う、スパコン  
ならスパコンを使う時、あるところ  
までの性能のよいものを持っている  
と、それが常識になるから必ずそれを  
超えた能力のものが欲しくなるわけ  
ですよ。そういう意味では今までのも  
のには備わっていない斬新な機能を備  
えているものが欲しいと。これは人間  
の進歩する為の必要条件ですね。で  
すから現時点で最高のスパコンみた  
いなのが一人ずつに渡るまで進歩し  
た時には、それを多数集中的に一つに  
まとめた格段に最先端のものとして  
スパコンがあるわけで、常に段階的  
にブートストラップ的に進歩してい  
くのでしょうか。最初に作ってその  
能力を持ったものがその内に一般化  
されると、常に最先端でリードして  
いくものが開発されて初めて飛躍的  
な目標が出てきて、そこまで行ける  
んだと、それが一般の人も使えるよ  
うに一般化してくるわけで、スパ  
コンはやはり集中並列型から始まら  
ざるを得ないですね。

**熊谷** そうかも知れませんね。地球シ  
ミュレータにしても今度の次世代ス  
ーパーコンピュータにしても並列型だ  
とか何だとか言っても、要するに、  
分かり易く言えば今のコンピュータを  
腕力で集めてきて能力を上げるとい  
うような感じがしないでもない。要  
するに、簡単に言えば腕力ですね。  
今から次世代スパコン作ると言っ  
ている時に何ですが、もし量子コン  
ピュータのような全く新しいものが  
本当にできれば、次世代スパコンで  
100年、1000年かかるような計  
算が数秒で処理できてしまうとい  
うような事もありますからね。

**佐藤** ええ。ただコンピュータの場合  
はもう一つ問題はソフトですね。そ  
れを動かすもの。それだけの能力を  
持っているとそれだけ複雑なものを  
解いて

いく訳ですよ。そうするとそれを解  
いていくためのプログラム、アルゴ  
リズムとかね。それを、それまで作  
ってくれるような形には今のところ  
はなっていませんから。

**熊谷** 量子コンピュータの研究者だ  
って、そこまではまだ考えていな  
いでしょう。

## 今後の課題

**佐藤** 考えていないでしょうね。ま  
ず素子としてそういうもの作り上げ  
るということに一生懸命ですから。そ  
れが出来ないと次のソフトが組めな  
いわけです。そうするとソフトはぐ  
んと遅れてくる。だから機械的に非  
常に優れたものが出来ても利用者  
が使えないかとなると必ずしもそ  
うはいえない。実を言うと次世代  
スパコンにもその恐れがあるん  
です。次世代と言われても、まだ  
その詳細の設計すらも発表されて  
いないんですよ。

**熊谷** 使いこなせるプログラムやソ  
フトが問題ですね。

**佐藤** 基本ソフトがあり得るかど  
うか、おそらく今詳細設計が発表  
されていないのはその辺のところ  
で苦悶しているのではないかと。例  
えばOSとかは実を言うと日本は  
そういうものを作る技術を持って  
いないんですよ。スパコンとい  
うのはアメリカで発明されて、  
今の地球シミュレータにしても、  
地球シミュレータより前のコン  
ピュータにしても全部シングルコ  
アプロセッサでした。それを動か  
す基本ソフト、OSとかコンパイ  
ラ、それは全部アメリカから買  
ってきてそれを改良して使ってい  
るんです。

現在は、アメリカが地球シミュ  
レータに追いつき追い越せとい  
うことで開発したマルチコア  
プロセッサが主流になった。一つ  
のチップの中に一つのコアがあ  
るといってそういうシングル  
プロセッサ方式では熱がものす  
ごく出てく

る。集積度がもう、まあ、先ほど  
の量子コンピュータじゃないです  
が、半導体では熱の問題と集積  
度の問題でもう限界に来たとい  
う状態です。それでどうする  
かということでチップの中に2  
つとか4つとかのコアを一  
緒に入れることによって能力  
を増やす。しかし、一つの  
共通の電源で動かせる。

マルチコア・プロセッサを動か  
す為のOSが、いわゆるソフト  
が出来ていない。それが無い  
んです。アメリカもそういう  
プロセッサを作ったけれど  
も、マルチコアというのを  
作ったけれども、それで開  
発したスパコンを動かす  
ためのOSとか、コンパイ  
ラを作るのに今苦悶してい  
るんです。アメリカは  
まだOSを作る技術、ソ  
フトウェアの技術はず  
っと残って温存してい  
たんですよ。日本は初  
めからソフトの技術  
を持っていない。日本  
がソフトが弱いとい  
うのはそういう基本  
ソフトです。そうす  
ると新しいスパコン  
が出来ても、物とし  
ての機械的には10  
ベタだと言っても、  
それを使いこなせる  
為の基本的なソフト、  
機械の中に入れてお  
くソフトをどうする  
のかということが今  
の一番大きな問題  
だと思っ

**熊谷** そうですか。

**佐藤** だから今度10ベタが出来  
ても、はい出来ました  
とここに来たとき  
は、動かせる人が  
どれだけいるで  
しょうか。

**熊谷** 本当に今後の重要な課題  
ですね。

**佐藤** 我々も知らされていない  
から、どうして使  
いこなせばいい  
か分からない。  
物を見ないとわ  
からない。それ  
を早く発表しろ  
と言っ

てももう開発に  
入って3年も経  
っているんです。  
開発し出して3  
年も経っている  
けれども、多分  
素子を一生懸命  
開発して組み  
立てて、総合  
的なものにする  
ところまでは  
行ってないから、  
それを動かす  
ソフト自身も  
今担当

メーカーが必死になって開発に取り組んでいる状況ではないかと想像しています。

**熊谷** 驚異的な科学技術の進歩があっても、問題になるところというのは意外に原始的なものなんですよ。例えば熱をどうやって逃がすかとか、使いこなすための、OSと言えは難しそうですが、要するにどうやって使ったらいいのか、というような一番基礎的なことが一番問題ですよ。

**佐藤** ええ、どうやって使ったらいいのかです。その処方箋がないものだからね。だから最初、苦勞する。

**熊谷** どんなに科学技術が進歩しても非常に基本的な問題がやっぱり常に残っている。

**佐藤** 常に残っているんです。ですからあれぐらい大きいものになってくると、バランスよく全部が同じペースで開発が進んでないといけなわけです。

**熊谷** そうなんですね。みんなが先端的な技術を追いかけているけど、例えば熱をどうやって逃がしたらいいとか、出来るだけ熱が出ないようにするにはどうしたらいいかというような事は、若い人は研究のテーマにも考えていないですからね。メーカーの現場にいる人しか考えていませんね。

**佐藤** ええ、そうです。ですからアメリカはマルチコアという形で今までは一つのコアの中で集積度を上げて能力の増大をしていたけれども、それは熱的に限界があるし、物理的にも集積度に限界があるしという事で、一つのチップの中に、一つのダイの中に4つ入れれば4倍に、8つ入れれば8倍になるじゃないかと、その内64個入れればいいじゃないかと言っているけれども、その都度そのOSね、基本的なソフトを、それを動かすような使い方をちゃんと用意してやらないとけない。

**熊谷** 地球シミュレータもそうじゃないですか、出てくる熱と、それに対す

る空調の問題ですね、空調に使う電力というのは大変なものでしょう。

**佐藤** パソコンなどと比べるとものすごいです。

**熊谷** 熱が原因で故障が起こるといようなこともあるのじゃないですか。

**佐藤** それはそうですね。熱的に素子が劣化してきますからね。

**熊谷** 熱が上がっておかしくなるとい非常に原始的な原因でダウンするよな故障が多分多いのではないかと思います。

**佐藤** ですから進めば進むほどそういう原始的なものに対する対策というのが必要です。

**熊谷** 実際の技術に携わっている当事者は解かるけれども、学生たちはなかなかそういうことが理解できないから、集積度を上げてどんどん小さくしていけばよいと考えていても、実際に使ってみたら熱が逃げないから駄目だということになります。

**佐藤** 今、パソコンでも、ここ置いていたら熱くなってね、ちょっとしたら熱くなって置いておけなくなるでしょ。(笑)

**熊谷** 熱がどんどん上がってくるのをどうするかという事が最後のネックになっているんですね。

**佐藤** ええ、非常に原始的なことです。  
**熊谷** 原始的ですね。技術の進歩の歴史は結局のところ原始的なものとの葛藤、克服の繰り返しですね。

最後になりますが、我々ひょうご科学技術協会では、兵庫県の科学技術振興の中核的機構として、学術研究支援や普及啓発事業等を展開しています。当協会に対して何かご注文なりご助言等がございましたらお伺いできますでしょうか。

**佐藤** 兵庫県に関係するいろいろな科学技術分野の研究者との対談を冊子として一般に知らせていく事業は非常に有意義だと思います。折角理事長さんをはじめ協会の方が真剣に取り組まれた読み物ですから、一人でも多くの

県民の皆さんに読んでいただけるように目にとまる工夫を常にしていられることが大切ではないでしょうか。一般県民に向けた講演会（ひょうご科学技術トピックスセミナー等）や市民セミナーなども企画されていますね。この事業も大切だと思います。兵庫県の大学・研究所・企業への支援や啓蒙事業も県内の学術の活性化には欠かせないものです。これらは県民に向けた取り組みですね。

これらの事業は当然継続すべき事業です。しかし、時間の経過とともにマンネリ化しないよう、つまり、既存の事業を維持することのみに汲々としないう、常に世界の変化の情勢、日本全体の動向を読み、事業の改変を行う余裕を持つことが大切だと思います。

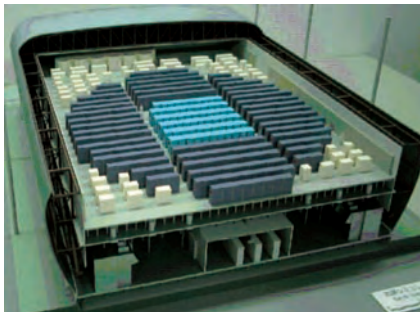
予算というものに大きく左右されることは事実ですが、既存の県民への還元と同時に、これからは世界に向けたアピール作戦が重要になるのでしょうか。SPring-8はそれ自体その役割を果たしてきています。しかし、SPring-8に新しく加わる自由電子レーザー加速装置や次世代スパコンの誘致は兵庫県の科学技術の活性化の大きな新しいシンボリック存在となります。兵庫県全体の科学技術を向上させていく大きな条件の一つは、兵庫県という地域の存在に世界の目を惹き付けることです。世界の視野の中に兵庫県が入ることによって、兵庫県全体のステータスが日本の中のローカルな県からグローバルな世界の兵庫県になっていくことが重要な取り組みになります。このアピールが大切だと思います。協会と県立大が協調して、生み出そうとしている、あるいは、生み出した科学的成果を世界に発信する体制を確立していくことを提案したいですね。

**熊谷** 本日は、大変お忙しい中をお時間をお割き下さり、非常に貴重なお話をいただきまして本当にありがとうございます。

(この対談は平成20年9月4日に行いました。)

## 独立行政法人 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター

地球シミュレータは、国家プロジェクトとして1997年から5年の歳月をかけて開発され、神奈川県横浜市金沢区にある海洋科学技術センター（現海洋研究開発機構）に設置され、2002年3月から稼動を開始しました。それまでの常識を大きく上回る演算性能も有し、世界の注目を集めた超高性能スーパーコンピュータです。その運用は地球シミュレータセンターが担い、この6年半、その巨大マシンを駆使し、地球環境変動を中心として様々な分野のシミュレーション科学の新しい時代を切り開くべく社会に貢献してきました。残念ながらこの国家プロジェクトは2008年9月末を持って打ち切りとなりました。



### 地球シミュレータがニューヨークタイムズに取り上げられた記事：……

2002年4月20日

“日本のコンピュータが世界最速となる。アメリカは驚愕！”



「日本に現れたスーパーコンピュータは我々アメリカ人に1957年ソ連のスパウトニクスの成功によってもたらされた衝撃を再びもたらした」とスーパーコンピュータの世界ランキングを決めるTOP500の組織委員の一人、テネシー大学のジャック・ドンガラ氏は語った。

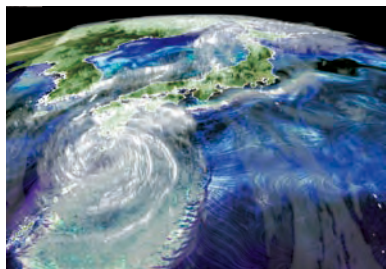


地球シミュレータはその取り扱うデータ量の大きさ（10 テラバイト）とその実行演算効率の高さから（30 テラフロップスに達する）、システムを「丸ごとシミュレーション」というシミュレーション科学にとって革命的と思える新しい概念を生み出しました。従来のシミュレータはその能力の不足から、システムの一部を取り出す“部分”シミュレーション、あるいは、システムを理想化したモデルを用いた“理想化”シミュレーションであり、現実のシステムの発展をシミュレーションすることはできませんでした。これに対し、“丸ごと”シミュレーションは、複雑に絡みあう諸々の要素からなる現実のシステムの未来の発展を予測することを可能にしました。例えば、従来用いられてきた地球環境変動予測のシミュレーションの考え方を革新し、シミュレーションをより現実に近づけるアルゴリズムの開発を行い、さらには、産業界における新しい物質・材料・製品の設計・開発等その実用化シミュレーションを発展させることを行ってきました。つまり、従来の科学の方法論では不可能であった‘未来’という大きな未開拓の領域を科学の対象にするという偉業をやったのけたこととなります。



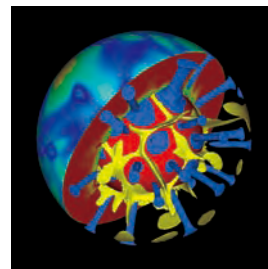
地球シミュレータ研究プロジェクトがもたらした具体的成果として、地球温暖化に関するIPCC4に向けての成果、台風や熱波や都市のヒートアイランドなどの異常気象現象の事前予測、さらには、地震波による地震災害に対する重要な知見を得ています。自然現象に限らず、ナノ物質・材料・装置の開発、原子炉の安全性、核融合、風力発電、燃料電池のエネルギー開発、医療への応用など将来の実社会への展開の足掛かりも開いています。

### 台風の進路と集中豪雨を事前予測できる技術開発



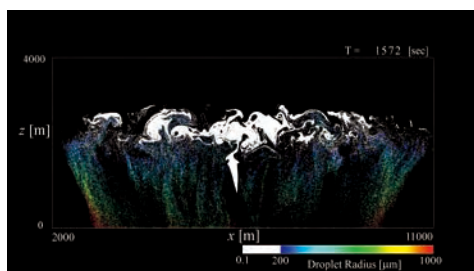
超高解像度の非静力学・大気・海洋結合モデルによる台風シミュレーション結果：日本領域を特に高解像度で結合したシミュレーション

### 地球内部を探る技術開発



マンテル対流の計算例：高温の上昇域を黄色、低温の下降域を青で示している。

### ホリスティックシミュレーションの例 (雲と雨の形成)



「超水滴微物理モデル」と「非静力学大気力学モデル」の連結による、雲形成の連結階層シミュレーション

### ホリスティックシミュレーションの例 (太陽から吹く風と地球の大気の総合作用)



磁気流体・粒子連結階層シミュレーションを取り入れたオーロラのシミュレーション画像

米国はこの地球シミュレータの威力にいち早く気づき、日本に学術・産業両面において遅れをとるという危機感を募らせました。その結果、地球シミュレータに「追いつき、追い越せ」と従来の日本がやっていた護送船団方式を取り、政官学が一体となって新しいアーキテクチャの開発に取り組みました。現在では既に「マルチコア」という新方式を開発し、世界のコンピュータの新しい潮流を作り出すまでに至っています。

まとめますと、地球シミュレータのもたらしたインパクトは、シミュレーションが科学者の単なる定量的体系化手段としての役割から国民生活の安全性、産業界の生産性の向上という社会への具体的貢献の手段にまで高めたことであります。2012年に神戸のポートアイランドに設置されることが決まっている次世代スーパーコンピュータの国家的基盤設備開発計画もこの地球シミュレータのもたらした我が国における具体的インパクトであります。

地球シミュレータセンターはポスト地球シミュレータを目指し、早くから次世代シミュレーション計画を実行に移し、丸ごとシミュレーションの次に開発すべき革新的シミュレーションアルゴリズムとしてホリスティックシミュレーション(連結階層シミュレーション)に取り組んでいます。そして既に、気象現象、プラズマ現象、材料開発などの分野でそのPOP(原理実験)に成功しています。この革新的なアルゴリズムの成功はシミュレーションがさらに現実の社会の変革に大きく寄与しうることを保証しているといえます。

これらの地球シミュレータのもたらした成果は、日本発の数少ない世界の科学技術の先導例であるにとどまらず、近代科学のパラダイムからの脱却をもたらすものであり、世界にシミュレーション文化を花咲かせる希望をもたらすものであるといえます。

## 平成20年度 研究助成対象者一覧

協会では、自然科学分野の研究活動を支援するため、県下の研究者から研究計画を募集し、研究資金を助成しています。

平成20年度に研究者に対し助成する研究計画を平成19年9月1日から10月31日にかけて公募し、応募のあった研究計画について当協会に設置する専門委員会にて審査し、助成対象者を決定いたしました。



(記念写真 研究助成金贈呈式)

### 助成対象者と研究テーマ

①一般学術研究助成：生活と産業の高度化に貢献する優れた研究に対する助成(上限助成額200万円/件 採択件数12件 応募件数114件) (敬称略、50音順)

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ 研究の背景と意義
飯室 勇二	兵庫医科大学 外科学 准教授 [消化器外科・ 肝胆膵外科・肝再生]	<b>メカニカルストレス応答を軸とした肝再生・肝線維化の病態解析と再生への応用</b>  肝臓は切除や傷害に対する高い再生能力を有するが、その詳細な機序は明らかにされていない。本研究では、肝臓における機械的ストレス応答を中心に再生の機序を検討し、再生医療に役立てることを目的とする。
菓子野 康浩	兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 准教授 [植物生理学]	<b>光合成光捕集系の多様性から捉える生育光環境への適応戦略</b>  酸素発生型光合成生物は、分類群ごとにそれぞれ特有の光捕集性補助色素を持ち、それぞれ大きく異なる光環境下で光合成的に生育している。本研究では、そのような分類群ごとの光環境応答戦略及び光エネルギー伝達機構の総合的な解明を目指す。
河口 信義	神戸大学大学院 海事科学研究科 教授 [海洋計測学]	<b>GPS衛星信号による新たな波浪情報リモートセンシング技法の展開</b>  衛星から発射されたGPS信号は海面で反射する際に、波浪(海面)の情報を含む。そこで、このGPS海面反射信号を用いて、洋上における波向き、周期、波高などを精度良く得るための新しいリモートセンシング技法を展開する。
白川 利朗	神戸大学 医学部 医学医療国際交流 センター 准教授 [感染防御学]	<b>腸管感染症に対する新世代経口ワクチンの開発</b>  世界中の4人に1人は感染症で命を落としている。感染症流行地域でのワクチン投与は理想的な治療戦略であると考えられている。我々は善玉菌としての有用性が確認されているビフィズス菌を応用した経口ワクチンの開発を目指す。
杉本 直己	甲南大学 理工学部 教授 [生命分子化学]	<b>分子環境に応答する機能性核酸分子材料の創製</b>  核酸がもつ様々な性質は工学や医療分野だけでなく、ナノテクノロジーへの利用が期待されている。この研究は、人為的に核酸の形や機能をコントロールする方法を開発し、新しい機能をもつ核酸分子の創製を目指す。
竹内 俊文	神戸大学大学院 工学研究科 教授 [生体機能関連化学・ バイオ/ナノテクノロジー]	<b>無機材料をベースにしたバイオインスパイアードタンパク質センサの構築</b>  従来のバイオセンサに用いられている生体材料を固定化した分子認識素子に代わる無機材料をベースにした新しいタンパク質認識素子を分子の鋳型を取る方法で合成し、新しいタンパク質センシングシステムを構築する。

①一般学術研究助成（続き）

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
中山 昭彦	神戸大学大学院 工学研究科 教授 [環境流体力学]	激滅する河川生態系の保全 ～流れ場の解析による礫原植生の成立条件の解明～
		カワラハハコは、礫床河川の礫原に生息する植物で、良好な礫原環境・生態系を指標する種であるが、近年になって絶滅に瀕している。本研究は、兵庫県の河川を対象にカワラハハコ群落が長期的に持続していく条件を植生学と水理・流体力学の両面から明らかにすることである。
新部 正人	兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 准教授 [放射光科学・ 無機材料科学]	高輝度軟 X 線光源を用いた発光分光装置の開発とその応用
		軟 X 線発光分光法は、各種化合物材料の化学結合に関する重要な知見が得られるが、産業利用に使える設備はほとんど無い。本研究では、ニュースバル施設の高輝度光源を用いた発光分光装置を開発し、産業利用に供する。
八田 公平	兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 教授 [神経生物学・ 発生生物学]	特定波長の光によって蛍光色や機能が変化する蛋白を用いた神経回路網形成過程の解析
		光を照射することによって、神経細胞の蛍光色や興奮性を制御する技術を用い、脊椎動物の脳の発生における神経細胞の移動や回路形成のメカニズム及び脳の機能の解明を目指す。
藤原 伸介	関西学院大学 理工学部 教授 [微生物生化学]	超好熱菌膜脂質の動態解析及び特異的成分を利用した新技術の開発
		細胞膜は細胞の生理機能と密接な関係がある。本研究では高温環境に棲息する微生物の細胞膜に注目し、その物性解明を目指すとともに、膜に含まれる特殊な成分を利用した新技術を開発したいと考えている。
水戸 毅	兵庫県立大学大学院 物質理学研究科 准教授 [固体物理]	核磁気共鳴法による隠れた相転移機構の解明
		「相転移」とは、物質が示す最も基本的な現象で、低温で物質に内在する自由度が開放されるものである。本研究は、近年注目されている「隠れた秩序」の機構を、物質中のミクロな電荷分布の変化に敏感な核磁気共鳴法を用いて明らかにすることを目的としている。
山本 伸一	神戸市立 工業高等専門学校 教授 [電子デバイス]	プラズマディスプレイ (PDP) 用 2 次電子薄膜の作製と高真空チャンバー放電評価装置に関する研究
		PDP は、液晶に比べて輝度が暗く、消費電力も高い。また駆動回路も LCD に比べてコスト高である。これらの研究を行うために、大型 PDP パネルを作製せずに放電現象を追うことが可能な真空チャンバー放電評価手法を開発する。

②奨励研究助成：40 歳以下の若手研究者が行う創造的な基礎研究に対する助成（上限助成額 100 万円/件 採択件数 20 件 応募件数 103 件）

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
井上 一哉	神戸大学大学院 農学研究科 助教 [農業土壌学・地盤工学]	地下水汚染物質粒子の挙動解明に向けた蛍光色素・画像解析・人工知能の融合
		土壌間隙を移行する地下水汚染物質の挙動に関する高精度可視化に向けた蛍光色素の適用性を探るとともに、画像解析により物質移動現象の物理特性を明らかにする。また、人工知能技術を融合することで上記のメカニズムを実証し、数値モデルとして構築する。
加藤 健一	独立行政法人 理化学研究所 播磨研究所 研究員 [回折物理学]	放射光を利用した極微量有害性化学物質の超高速・超高感度検出技術の開発
		国民が安心して生活できる安全な社会環境を構築することを目的として、アスベストのような極微量でも将来人体に甚大な被害を及ぼす有害性化学物質を検出するための超高速かつ超高感度全自動分析システムを開発する。
亀井 直輔	先端医療振興財団 先端医療センター 客員研究員 [脊椎脊髄病学]	体外増幅血管内皮前駆細胞移植による神経再生
		ヒトの血液中には血管の元になる血管内皮前駆細胞が存在し、神経再生に有用な細胞である。この細胞はごくわずかしか存在しないため、本研究では、独自の培養法により臨床応用可能な質・量を兼ね備えた血管内皮前駆細胞を獲得する。

②奨励研究助成（続き）

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
北村 達也	甲南大学 知能情報学部 准教授 [音声情報処理]	<b>MRIにより造影可能なマウススペースを用いた菌列造影技術の確立</b>
		磁気共鳴画像法（MRI）は発話の様子を観測するのに適した方法であるが、発話に重要な歯が写らないという問題がある。本研究では、MRI用のマウススペースを用いて歯の3次元形状を測定する方法を開発し、発話の研究に役立てる。
鎌田 泰子	神戸大学大学院 工学研究科 准教授 [地震工学]	<b>異形管を含んだ地中管路の耐震性評価法に関する研究</b>
		ライフラインは、形状など異なる耐震性能の地中管路が連結しており、地震時にはそれらの地震応答特性によって管路被害につながる。本研究では、異形管部の継手の伸縮・曲げ特性について実験・解析から明らかにする。
小島 磨	神戸大学大学院 工学研究科 助教 [半導体光物性・ 超高速分光]	<b>半導体薄膜における励起子状態の超高速制御</b>
		半導体の光学特性に大きな影響を与える励起子を、超短光パルスレーザーを使って $10^{-12}$ 秒以下の時間内で制御し、次世代の超高速大容量光通信に必要な超高速光デバイスへの展開を目指す。
小森 博文	兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 助教 [構造生物学・ タンパク質結晶学]	<b>新規ユビキチン結合ドメインを持つ Doal タンパク質のX線結晶構造解析</b>
		翻訳後に行われるタンパク質の化学的な修飾は、様々なシグナルとして細胞機能を調節している。本研究では、X線結晶解析法によって、翻訳後修飾に関わる Doal タンパク質の分子機構を原子レベルで明らかにする。
庄村 康人	兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 助教 [構造生物学・生化学]	<b>水素代謝に関与するヒドロゲナーゼ複合体の構造生物学的研究</b>
		石油などの化石燃料に比べて環境への負担が少ないとされ、近年注目されている水素エネルギーを、バクテリアは太古より利用してきた。その水素代謝において中心的な役割を担っているヒドロゲナーゼという酵素の詳細な反応機構の解明を目指す。
多田 和也	兵庫県立大学大学院 工学研究科 准教授 [電気電子材料工学]	<b>電気泳動堆積法による高分子膜の表面モルフォロジーと発光パターンの相関</b>
		液体中の微粒子を電界によって引き寄せて製膜する電気泳動堆積法を使うと、表面に特徴的な凹凸を持った発光性高分子の膜を得ることができる。この凹凸が発光の様子に与える効果を調べて、独特の質感を持った光源の開発を目指す。
田中 智之	武庫川女子大学 薬学部 准教授 [生化学]	<b>アディポサイトカインによるマスト細胞の機能制御</b>
		肥満は喘息の危険因子の一つであることが知られている。本研究では、肥満により産生量が増加するアディポサイトカインが、アレルギー反応の主役であるマスト細胞の機能をどのように調節するかを明らかにする。
中川 究也	兵庫県立大学大学院 工学研究科 助教 [化学工学]	<b>凍結操作を利用したナノ複合材料からの三次元組織化構造体の創製</b>
		本研究では、ナノ材料（10億分の1メートル程度の大きさ）を実際に手に取れるような構造体に組み立てる技術を提案する。ナノ材料そのものが持つ特殊な性質や機能が、構造体にも現れる様に工夫し、新しい材料としての可能性を探る。
西田 満	神戸大学大学院 医学研究科 准教授 [細胞生物学]	<b>骨肉腫細胞の浸潤・転移における受容体型チロシンキナーゼ Ror2 の役割</b>
		がんの悪性化に伴い、がん細胞は接着能や運動能を変化させ、浸潤・転移能を獲得する。本研究では、骨肉腫の悪性化との関連が示唆されている増殖因子 Wnt5a とその受容体である Ror2 に着目し、骨肉腫細胞の浸潤・転移のメカニズムの解明を目指す。
松岡 大介	神戸大学 遺伝子実験センター 非常勤講師 [植物分子生物学]	<b>シロイヌナズナ青色光受容体フォトトロピンのターゲット分子の同定</b>
		光屈性、葉緑体定位、気孔の開口や葉の進展など光合成の最適化に関わる生理機能の光制御を担う青色光受容体であるフォトトロピンの光受容メカニズムやシグナル伝達をそのターゲット分子を同定することで明らかにしていく。
丸山 達生	神戸大学大学院 工学研究科 准教授 [生物化学工学]	<b>生体分子の還元能と特異的表面認識能による金属マイクロプレートの作製</b>
		ナノとマイクロの境界領域を埋める合成技術の開発はいまだ手付かすの状態である。本研究は、タンパク質などの生体分子と金属の興味深い相互作用を利用して、100 nm を超えるマイクロスケールの精密合成手法の開発を目指す。

②奨励研究助成（続き）

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
宮部 豪人	兵庫医療大学 薬学部 教授 [有機化学・合成化学・ 薬品化学]	連続ラジカル反応を基盤とした環境調和型反応の開発研究
		医薬品供給の基盤技術となる有機合成は、近年の環境問題から指摘されるように、地球環境に調和適合した合成法に進化する必要がある。本研究では、環境調和型合成法として、二つ以上の結合を連続的に形成する新反応や方法論の開発を目指す。
森 浩亮	大阪大学大学院 工学研究科 助教 [触媒化学]	磁性ナノ粒子 / 金属含有 SiO <sub>2</sub> コア-シェル型多機能光触媒の開発
		真に実用的な光触媒の開発を目指し、太陽エネルギーを有効利用するための「可視光応答性」、高い触媒効率を発揮させるための「高表面積」、触媒の磁石分離を可能とするための「磁性」を同時に兼ね備えた高機能光触媒を開発する。
森田 真也	神戸薬科大学 製剤学研究室 助教 [医療薬学]	脂質トランスポーター ABCB4 異常による肝障害と動脈硬化発症機構の解明
		肝臓から胆汁中へ脂質を排出するトランスポータータンパク質である ABCB4 の異常は、肝障害や動脈硬化の原因となる。本研究では、ABCB4 による胆汁中への脂質排出と、肝障害及び動脈硬化との関係を探る。
山崎 将紀	神戸大学大学院 農学研究科附属食資源 教育研究センター 助教 [植物育種学]	日本におけるイネ品種の遺伝的多様性と集団構造解析
		イネは日本で最も重要な穀物であり、「コシヒカリ」や「山田錦」などの様々な品種が育成されてきた。DNA マーカーを指標にした日本のイネ品種群の遺伝的多様性と集団構造を明らかにし、将来の日本のイネ育種に貢献したい。
山田 俊樹	独立行政法人 情報通信研究機構 未来 ICT 研究センター 主任研究員 [有機材料物性]	スプレー・ジェット法の多面的応用へ向けた薄膜作製技術開発
		機能性有機分子の溶液のミストを始点として、高真空中において分子ビームを生成し、分子ビーム堆積を行う新規な技術（スプレー・ジェット法）の分子系の光・電子デバイスの作製における薄膜作製技術としての応用を目指す。
力武 良行	神戸大学大学院 医学研究科 助教 [循環器内科学・ 血管細胞生物学]	血管新生の新たな分子制御機構の解明とその治療的としての意義に関する検討
		血管新生は、がん、動脈硬化、慢性関節リウマチなど多くの病気に深く関与している。血管新生を制御できればこれらの病気の発症を抑え、症状をよくすることができる。本研究では、血管新生の制御機構を分子レベルで明らかにする。

③研究者海外派遣助成：県内研究者の海外における研究活動に対する助成（上限助成額 30 万円/件 採択件数 5 件 応募件数 12 件）

氏名	所属・役職 [専門分野]	派遣業務・研究テーマ（派遣先）
伊井 正明	先端医療振興財団 先端医療センター 研究員 [循環器内科学・再生医療科学]	胎生幹細胞由来因子を用いた新しい体細胞分化誘導調節法の開発 (H21.1.18 ~ H21.1.26 アメリカ)
古林 万木夫	ヒガシマル醤油株式会社 研究所 上席研究員 [応用微生物学・食品機能学]	「フードマイクログ 2008」21 世紀国際食品微生物衛生シンポジウムにおける研究講演 (H20.8.31 ~ H20.9.6 イギリス)
武田 紀彦	神戸薬科大学 薬品化学研究室 博士研究員 [有機合成化学]	高反応性ラジカルを利用したエナンチオ選択的な炭素-炭素結合形成反応の開発 (H20.4.1 ~ H21.3.31 アメリカ)
楯谷 三四郎	神戸大学大学院 医学研究科 医学研究員 [糖尿病・代謝・内分泌学]	インスリン抵抗性におけるシグナル伝達解明 (H20.5.30 ~ H21.3.31 アメリカ)
廣田 正行	産業技術短期大学 情報処理工学科 准教授 [原子炉燃・材料 / 材料工学]	「第 12 回原子力材料の熱化学と熱物性に関するシンポジウム」における研究発表 (H20.8.29 ~ H20.9.5 オーストリア)

## 青少年のための科学の祭典西はりま会場大会2008 報告

楽しい科学実験や工作などを通じ、子どもたちが自ら体験し、科学に対する興味や関心を持たせることを目的として「青少年のための科学の祭典西はりま会場大会2008」を開催しました。多数の来場者を迎えて大盛況でした。



日時 平成20年8月2日(土)  
場所 兵庫県立先端科学技術支援センター  
参加者 1,327名  
内容

### ◆ 科学実験コーナー 23出展

「風船ホバークラフトをつくろう」  
「電子ホテルを作ろう」など

### ◆ 工作教室コーナー 7出展

「空へのチャレンジ」  
「ソーラーカーを作ろう」など

### ◆ ステージコーナー 1出展

「Mitakaによる3D宇宙旅行を楽しもう」



## ひょうご科学技術トピックスセミナー 報告

科学技術の各分野における第一人者を講師に招き、最先端の話題をわかりやすく紹介する「ひょうご科学技術トピックスセミナー」を実施しました。

日時 平成20年10月17日(金)  
場所 兵庫県民会館 9階 けんみんホール  
講演 **「シミュレーションは社会を変革することができる」**  
～次世代スーパーコンピュータから観える世界～  
要旨 次世代スーパーコンピュータを駆使し、地球の未来をより信頼のおける、より実用に供する形で予測できるシミュレーション技術を世界に先駆けて開発し、安心・安全な社会と人間の持続的な豊かさ貢献する。  
講師 独立行政法人海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター  
特任上席研究員 佐藤 哲也 氏  
参加者 213名



## ひょうご科学技術ミュージアム事業「科学学習体験ツアー」報告

地元の企業・研究機関を生きた科学技術を学べる1つの「科学技術ミュージアム」に見立てて訪問し、工場見学や実験・工作などを体験することを通じ、科学技術に対する興味や関心を高めることを目的として、一般公募型2コース、共催型4コースの「科学学習体験ツアー」を実施しました。

種別	実施日	内 容（訪問企業等）	参加者
一般公募型	8月7日	<b>■ものづくり・環境コース</b> ハマックス(株)：ネジについて学習、特殊ネジの製造工程の見学 ひょうご環境体験館：環境を感じる遊びや、ペットボトル浮沈子の工作を体験 (株)帝国電機製作所：ポンプの構造と原理を学習、ミニチュアモータポンプの組立体験	41名 小学4～6年生 及び保護者
	8月21日	<b>■エネルギー・生活関連分野コース</b> アース製薬(株)：殺虫剤について学習、飼育室・実験室の見学 関西電力(株)相生発電所：電気について学習、フルーツ電池実験、タービンを見学 (株)IH I 相生事業所：修理ドックの見学	40名 小学4～6年生 及び保護者
共催型	8月5日	<b>■小学生のためのものづくり体験ツアー</b> <兵庫県但馬県民局主催> 兵庫県杞柳製品協同組合（玄武洞ミュージアム） 杞柳製品製作を体験、石の博物館や玄武洞を見学	63名 小学3～6年生 及び保護者
	8月22日	<b>■子どもものづくり製造現場体験学習事業</b> <兵庫県阪神南県民局主催> ～小学生のためのものづくり体験ツアー～ (株)特発三協製作所 精密薄板ばねの学習、製造工場見学、簡単な板ばね製作を体験	39名 小学4～6年生 及び保護者
	8月21日	<b>■東播磨ものづくりバスツアー【Aコース】</b> <東播磨ツーリズム振興協議会主催> 三菱重工業(株)高砂製作所：発電用大型タービンの生産製造工程を見学 (株)神戸製鋼所加古川製鉄所：製鉄現場の見学	35名 小学5～ 中学3年生 及び保護者
	8月29日	<b>■東播磨ものづくりバスツアー【Bコース】</b> 阪神内燃機工業(株)明石工場：自社開発の船舶用エンジンの製造現場を見学 (株)きしろ播磨工場：大型船舶用エンジンのクランク軸加工の見学 太陽酒造(株)：酒造りについて学習、酒蔵の見学 キャタピラー・ジャパン(株)明石事業所：油圧ショベルの一貫製造工程の見学	20名 小学5～ 中学3年生 及び保護者



# 2008 サマーサイエンスフェア 報告

## 「高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ」

理科系志望の高校生を対象に、夏休みを利用して、世界最大規模、最高性能の大型放射光施設「SPring-8」内で3日間のキャンプを行い、体験実習や研究者との交流を通して、放射光を中心とする科学技術分野への理解を深めることを目的に、「高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ」を開催しました。

**日時** 平成20年8月6日（水）～8日（金）

**場所** 大型放射光施設「SPring-8」  
兵庫県立西はりま天文台公園

**参加者** 兵庫県下の高校生 19名

**内容**

1日目	午後 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 開校式、オリエンテーション</li> <li>● 講演会「生命を支える精巧なナノマシン・タンパク質」</li> <li>● SPring-8施設見学</li> <li>● 西はりま天文台公園（見学）</li> </ul>
2日目	午前 ● 研究者との体験実習 午後 ● 研究者との体験実習（続き） ● まとめ 【体験実習メニュー】 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 光や音の不思議な振る舞い</li> <li>■ 酵素のはたらきを調べよう</li> <li>■ 光通信の仕組みを調べる</li> <li>■ 安全・安心をまもる技術</li> </ul>
3日目	午前 ● 体験実習まとめ発表 ● 閉校式



## 「高校生のためのサマーサイエンスセミナー」

科学に興味を持つ高校生を対象に、科学技術に対する興味を喚起し、一層の理解を深めることを目的に、最新の科学技術に関する講演を行い、併せて大型放射光施設「SPring-8」及び兵庫県立大学の研究室を見学する「高校生のためのサマーサイエンスセミナー」を開催しました。

**日時** 平成20年8月11日（月）

**場所** 兵庫県立先端科学技術支援センター  
兵庫県立大学大学院物質理学研究科・生命理学研究科  
大型放射光施設「SPring-8」

**参加者** 兵庫県下の高校生 241名（9校）

**内容**

### 【講演会】

①科学力を育み、地球環境を守ろう！！

ひょうご環境体験館 博物館学芸員 田先 崇志 氏

②脳や神経はどのようにしてつくられるか？

兵庫県立大学大学院生命理学研究科 教授 八田 公平 氏

### 【見学会】

兵庫県立大学大学院物質理学研究科・生命理学研究科研究室  
大型放射光施設「SPring-8」





## 「国際フロンティア産業メッセ 2008」報告

兵庫経済を牽引する新産業の創出と国際的な技術・ビジネス交流の基盤強化を目的として県内及び国内外の企業・研究機関が一堂に会する「国際フロンティア産業メッセ2008」が開催されました。

今回のテーマは、「技術で創る、次世代のものづくり」で、大きな成長が期待されるナノ、情報通信・エレクトロニクス、健康・医療、環境・エネルギー、ロボット(人工知能)の先端技術分野に重点を置くとともに、新産業創造の基礎となる「ものづくり」技術や地場産業にも焦点を当て、それぞれのゾーンでの特色ある展示がありました。

当協会は、主催である「国際フロンティア産業メッセ2008実行委員会」の構成団体として開催に当たるとともに、下記の4つのゾーンにそれぞれブース出展し、各種事業の紹介及びその普及啓発を行いました。

基調講演・各種セミナー、ビジネスマッチング等、多彩なプログラムも好評で盛況裏に終了しました。

**日 時** 平成20年10月8日(水)・9日(木) 10:00~17:00  
**場 所** 神戸国際展示場2号館(ポートアイランド)  
**全体出展規模** 232企業・団体 265小間 (同時開催含む)  
**来場者数** 19,353名(10月8日 9,548名 : 10月9日 9,805名)

### 出展ゾーン及びブース展示とその内容

#### ●産学連携・支援機関ゾーン：(財)ひょうご科学技術協会

科学技術の振興を通じて県民生活の向上と地域社会の活性化に貢献することを目的とする当協会の各種事業概要を紹介するとともに、先端科学技術の中核的拠点を目指す播磨科学公園都市の魅力をアピールするパネル展示とパンフレットを配布しました。

#### ●ナノ・光量子ゾーン：兵庫県地域結集型共同研究事業

世界最高性能の大型放射光施設(SPring-8)を舞台に推進してきた(独)科学技術振興機構(JST)委託の「兵庫県地域結集型共同研究事業/ナノ粒子コンポジット材料の基盤開発」は、5年間の事業の最終年度となりました。本ブースでは、この事業及び参加企業の研究成果の概要並びにSPring-8・兵庫県ビームラインや兵庫県放射光ナノテク研究所に設置された装置等を紹介しました。

#### ●グループ出展ゾーン：CASTクラブ

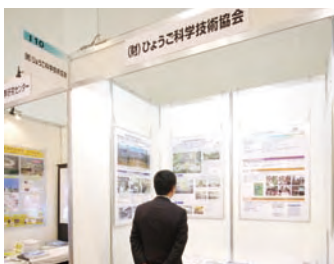
CASTクラブは、播磨地域の研究開発型企業(17社)で構成された組織(事務局：(財)ひょうご科学技術協会)で、大学等研究機関シーズと各企業ニーズのマッチングや会員企業の交流の場を提供し、産学官連携共同研究や企業の技術高度化と新事業展開を推進しています。

本ブースでは、CASTクラブの活動状況及び各会員企業の主な製品や得意とする技術等を紹介しました。

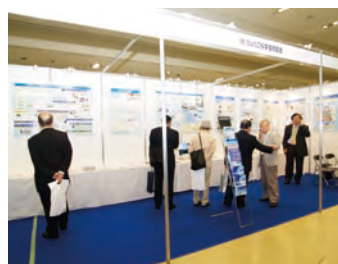
#### ●産学連携・支援機関ゾーン：兵庫ものづくり支援センター播磨

「兵庫ものづくり支援センター播磨」は、産学官共同研究のコーディネートやものづくり技術に係る技術指導・助言とともに、ものづくり関連機器や試験分析機器の普及啓発・技術支援を行っています。

本ブースでは、支援センター播磨に設置のレーザー積層RPシステムを使用した試作品等の展示とともに、これら設置機器の利用促進に向けての広報活動を行いました。



ひょうご科学技術協会



兵庫県地域結集型共同研究事業



CASTクラブ



兵庫ものづくり支援センター播磨

# 兵庫県地域結集型共同研究事業 最終成果報告会

「ナノ粒子コンポジット材料の基盤開発」をテーマとして推進してきた兵庫県地域結集型共同研究事業は、新技術・新産業の創出、地域COEの構築を目指し、世界最高性能の大型放射光施設SPring-8を舞台に多くの成果を挙げてきました。5年間にわたるプロジェクトの終了にあたり、事業全体を総括する「最終成果報告会」を下記のとおり開催しました。

日時 平成20年12月17日(水)

場所 兵庫県立先端科学技術支援センター

【見学会】SPring-8兵庫県ビームライン 兵庫県放射光ナノテク研究所

内容

## 見学会

兵庫県放射光ナノテク研究所、兵庫県ビームラインBL08B2 (10:30~11:30)

## 報告会

### 1. 開会あいさつ (13:30~13:45)

兵庫県産業労働部産業政策局長 楠見 清  
独立行政法人科学技術振興機構地域事業推進部長 齊藤 仁志  
財団法人高輝度光科学研究センター常務理事 永田 正之

### 2. 事業概要説明 (13:45~14:05)

全体報告 事業総括 松井 繁朋  
研究概要報告 研究統括 中前 勝彦

### 3. 研究成果発表Ⅰ (14:05~15:35) 座長：新技術エージェンツ 古宮 聡

- 住友ゴム工業(株) 「放射光を用いたフィラー充填ゴムの構造物性相関に関する研究」  
岸本 浩通 研究開発本部 材料プロセス研究部 構造機構解析G 課長代理
- バンドー化学(株) 「金属ナノ粒子の生成・成長~焼成プロセスの解析と事業化への取り組み」  
畑 克彦 R&Dセンター 新事業推進部長
- 住友ベークライト(株) 「放射光を利用したナノ粒子分散系の構造解析」  
妹尾 政宣 神戸基礎研究所 主任研究員
- (株)松村石油研究所 「HD用高性能表面潤滑剤の開発」  
藤井 祥伸 合成潤滑油開発部長
- 日産化学工業(株) 「放射光による液晶配向膜評価技術の開発」  
廣沢 一郎 (財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室 産業利用支援グループリーダー
- (株)大関化学研究所 「環境対応型高機能内装材の開発」  
宮下 景子 所長

### 4. ポスターセッション (15:35~16:05)

展示機関／(株)アシックス、(株)ソーラー、(株)白石中央研究所、(株)豊田中央研究所、住友ゴム工業(株)、富士シリシア化学(株)、富士色素(株)、住友精化(株)、(株)大関化学研究所、バンドー化学(株)、(株)松村石油研究所、日産化学工業(株)、旭化成ケミカルズ(株)、住友ベークライト(株)、三ツ星ペルト(株)、アンビック(株)、タキロン(株)、中西金属工業(株)、広野化学工業(株)、昭和高分子(株)、三菱電線工業(株)、積水化学工業(株)、カナエ化学工業(株)／ナノ耐火物研究会、東京大学、京都工芸繊維大学、名古屋大学、(財)高輝度光科学研究センター、コア研究室

### 5. 研究成果発表Ⅱ (16:05~17:15) 座長：研究統括 中前 勝彦

- 兵庫県放射光ナノテク研究所 「コア研究室における成果の概要と放射光ナノテク研究所の活動」  
松井 純爾 所長
- (財)高輝度光科学研究センター 「集光光学系を用いた硬X線光電子分光法の開発と性能評価」  
渡辺 義夫 産業利用推進室長
- コア研究室研究員 桑本 滋生 「小角X線散乱装置の開発とナノ粒子コンポジット材料への応用」  
李 雷 「溶液中のナノ粒子の微細構造解析及びSPMによる評価方法の開発」  
漆原 良昌 「各種プローブを用いたナノ構造材料の評価技術の開発」  
横山 和司 「X線マイクロビームによる局所領域ナノ構造評価技術の開発」

### 6. 研究成果の発展・活用事例 (17:05~17:30)

新技術エージェンツ 古宮 聡

### 7. 地域COEの構築へ向けて (17:30~17:45)

兵庫県産業労働部科学振興課長 柳井 政則

### 8. 閉会あいさつ (17:45)

(財)ひょうご科学技術協会専務理事 川口 悟



報告会会場



ポスターセッション




ビームライン見学会


# 第6回 ひょうごSPring-8賞

## 受賞テーマ：新しいヘアケア製品の開発に貢献した毛髪マイクロ構造の解析

SPring-8における様々な成果の中から、社会経済全般の発展に寄与することが期待される研究成果を上げた方々を顕彰し、SPring-8についての社会全体における認識と知名度を高めることを目的に、兵庫県が設置した賞です。  
平成20年度は次のお二方が受賞されました。

### ツヤがある髪の毛の秘密 ～「セグレタ」の開発～





**伊藤 隆司 副主席研究員**  
【花王株式会社メイクアップビューティ研究所】

本研究は、BL40XUのマイクロビームX線小角散乱法によって、年齢に伴う毛髪の艶の低下が、毛髪内部構造の変化と密接に関連することを明らかにしたものです。

日本人女性の毛髪の形状は年齢とともに変化し、うねりの強い毛髪が増えることが分かりました。うねり毛が増えると毛髪の揃いが悪くなり艶が低下します。うねり毛では内部構造（コルテックス細胞）の不均一性が散乱パターンの違いとして現れます【図1】。様々な形の多くの毛髪を調べ、内部細胞分布の偏りの程度がくせ形状と関係していることが分かりました【図2】。

髪とうねりに着目して研究を重ね、ある種の有機酸がうねりの緩和に有効であることを見出しました。この研究成果をもとに開発・製品化された「セグレタ」は、うねりを緩和することで加齢した髪にも艶を与えるシャンプー、コンディショナー、トリートメントです。


【図1】


毛髪断面の不均一性の関係。日本人毛は平均的には強いくせではないが、40代以上で毛髪が太くなり、揃った形状が得られる。

【図2】

毛髪断面からの小角散乱。うねり毛では内側と外側からの散乱強度が大きく異なっており、内部構造の違いが示唆される。

### うねり・くせのメカニズム解明 ～「パンテークリニケア」の開発～





**佐野 則道 シニアサイエンティスト**  
【P&Gジャパン株式会社研究開発本部】

本研究は、BL19B2の屈折コントラストイメージング法【図1】及びBL24XUのX線回折法により、どのような毛髪処理がくせ毛の緩和に有効なのかを明らかにしたものです。

根元からの髪のうねりの原因は、毛穴の形の違いによるもののほかに、内部構造（ケラチン蛋白質でつくられる二種類のコルテックス細胞）の偏りや、その柔軟性が原因であると言われていきます。コルテックスの分布に偏りがあると、うねり・くせが出やすく、また、ばね状のαケラチンに柔軟性がないと、硬く扱いにくい状態になります。

「パンテークリニケア」に処方されている「うるおいアミノプロビタミン」は、髪内部に浸透し、αケラチンを軟化して、硬く扱いにくいくせ毛もやわらかく扱いやすい状態にします。SPring-8におけるαケラチンの結晶弾性率（ばね定数）の測定により、この処方の効果が分子レベルで検証できました【図2】。

【図1】

毛髪一本の断面がコントラスト画像。試料は、ヘアケア未使用、健康な髪、産業界利用が用いられるような19B2のX線イメージング装置を使用。毛髪の内部構造を、試料を破壊することなく、同一の毛髪に対して分子レベルの前後で比較できる。

【図2】

毛髪内αケラチン分子のばね定数（αケラチンの結晶弾性率）によるパンテークリニケアの評価。αケラチン分子のばね定数を製造品の使用前後で測定。兵庫県専用ビームラインBL24XUのX線結晶構造解析装置を使用。

表彰主体：ひょうごSPring-8賞実行委員会	
兵庫県知事	井戸 敏三
兵庫県立大学学長、(財)ひょうご科学技術協会理事長	熊谷 信昭
(株)きんでん相談役、放射光活用委員会委員長	宮本 一

## エネルギーを有効利用し、地球温暖化防止に貢献 家庭用燃料電池コージェネレーション システム「エネファーム」の開発

家庭用燃料電池コージェネレーションシステム「エネファーム」は、都市ガスから取り出した水素と酸素を電気化学的に反応させて電力を発生させるとともに、同時に発生する熱も利用するエネルギー効率の高いシステムです。

また、従来のシステムと比べ、一次エネルギー使用量やCO<sub>2</sub>排出量が削減できることから、環境に優しいエネルギーシステムとして期待されています。

大阪ガスは、「エネファーム」の平成21年度の商品化を目指し開発を進めており、平成17年度からは、財団法人新エネルギー財団が行う「定置用燃料電池大規模実証事業」に参加しています。これまでに、累計246台（平成20年9月末時点）を設置・運転し、実際の利用状況における運転データを取得しています。

平成20年3月には、商品化の最大の課題であった耐久性について、初期商品化の目標である4万時間にめどをつけました。今後、システムのコストダウンと信頼性の向上に注力し、開発を加速して行きます。



大阪ガス(株)

燃料電池システム部