

# 都市政策

季刊 '12.7

第148号

特集

## 産業振興における スーパーコンピュータの活用

### 巻頭言

スーパーコンピュータ「京」の産業利用について…… 平尾 公彦

### 論文

ものづくり分野におけるスパコン「京」の活用

…………… 加藤 千幸

創薬における分子シミュレーションとスパコンへの期待

…………… 小沢 知永

スパコン「京」の活用に向けた取り組み …………… 塩原 紀行

平山 俊雄

計算科学振興財団（FOCUS）の

スーパーコンピュータ産業利用の取り組み …………… 安井 宏

スパコンを活用した産業政策 …………… 松崎 太亮

### 行政資料

平成23年度 神戸市チャレンジ研究員研究報告書（概要）

…………… （財）神戸都市問題研究所

## 特集 産業振興におけるスーパーコンピュータの活用

### 巻頭言

スーパーコンピュータ「京」の産業利用について …………… 平尾 公彦

### 論文

ものづくり分野におけるスパコン「京」の活用 …………… 加藤 千幸 4

創薬における分子シミュレーションとスパコンへの期待 …… 小沢 知永 11

スパコン「京」の活用に向けた取り組み …………… 塩原 紀行 18

平山 俊雄

計算科学振興財団（FOCUS）のスーパーコンピュータ産業利用の取り組み

…………… 安井 宏 26

スパコンを活用した産業政策 …………… 松崎 太亮 34

### 関連図書紹介

スーパーコンピュータ（岩波講座 計算科学 別巻） 44 / 絵でわかるスーパーコンピュータ 44 / 第3の科学—コンピュータ・シミュレーションが拓く産業の明日— 45 / 産業界におけるコンピュータ・シミュレーション 45 /

### 歴史コラム

ドイツマルク債と為替差益 …………… 大森 光則 46

### 潮流

関西広域連合 48 / 神戸市外郭団体派遣職員への人件費違法支出損害賠償等請求訴訟最高裁判決 48 / 改正特定非営利活動促進法（NPO法）施行 49 / 改正郵政民営化法成立 49 / 格安航空会社（LCC） 50 / 企業年金消失事件 50 / ガチャ商法 51 / 熊本市が政令指定都市に 51 / 2012年 世紀の天体ショー 金環日食と金星の太陽面通過 52 / G8 キャンプデービッドサミット 52 / デザイン・クリエイティブセンター神戸 53 / 神戸市夜間景観形成実施計画（都心・ウォーターフロントエリア）の策定 53

### 行政資料

平成23年度 神戸市チャレンジ研究員研究報告書（概要）

…………… （財）神戸都市問題研究所 54

# 巻頭言

## スーパーコンピュータ「京」の 産業利用について

独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構 機構長

平尾 公彦



2006年より理化学研究所と富士通が共同開発してきたスーパーコンピュータ「京」は本年6月に完成し、9月末より一般の方々に向けて広く共用が開始される。

現代の科学技術の発展や産業の国際競争力強化にとってスパコンは不可欠な基盤技術である。自然科学の知識獲得、発見にスパコンは必須であり、シミュレーションには世界最先端のスパコンが必要である。「京」はシミュレーションの“質”を飛躍的に高め、さまざまな分野でブレークスルーを達成し、これまでの研究開発の在り方を一変するであろう。近年、スパコンによるシミュレーションはアカデミックの分野だけではなく、企業をはじめとする実社会での利用が広がっている。「医療・創薬」分野では遺伝子治療の基礎となるヒトゲノムの解析やタンパク質の解析による新薬候補物質の発見、心臓などの臓器シミュレータを活用した医療への応用、「新物質・エネルギー創出」分野では原子レベルでのシミュレーションによる新しいデバイスや材料の開発などである。「ものづくり」分野でも「京」の活用でものづくりの「プロセス」そのものが変わることになるであろう。世界では産業界でのスパコン利用が急速に広がっている。それにつれ民間企業が保有するスパコン台数も着実に増えている。2011年11月の時点で世界のスパコンTOP500にリストアップされている500台のスパコンの約60%は民間の企業が保有している。エネルギー、自動車、金融、半導体、計算センター、エンジニアリング、バイオ、航空宇宙、化学・・・と多岐の分野にわたる。フランスの Airbus 社や EDF, アメリカの Amazon, デンマークの風力発電の Vesta Wind Systems などが最先端のスパコンを導入し、それぞれの事業に活用している。TOP500には日本のスパコンが30台リストアップされているが、このうち民間企業が保有しているスパコンは13台である（導入先のほとんどは IT の Service Provider）。我

が国では民間のスパコン利用は一部の業種や大企業に限られている。日本はスパコンの産業利用という面では世界に若干の遅れをとっている。しかし「京」の出現が状況を変えつつある。

スパコンの産業利用を進めるうえでの課題は、①産業界の課題解決に大規模 HPC 技術がどう役立つのかわからないので本格利用に踏み切れない、②試用する場がなく、必要な支援が得られない、③高並列対応のソフトウェアが少ない、④利用に関する情報が少ない、⑤成果公開制度は企業の特許戦略になじまない、⑥スパコンを活用してシミュレーション技術を駆使できる人材が不足している等々であろう。われわれは産業利用を促進するために、①大規模 HPC 技術の効果を実証する場を提供し、②学術目的とは異なる産業界向けの選定基準を設け、③産業界から要望の高い商用ソフトウェアの高並列化作業を共同研究によって推進し、④随時受付のトライアルユースを設定し、⑤登録機関等による情報の一元的提供を行い、⑥コンシェルジュ的な利用者支援体制を整備し、⑦知財権確保のため成果公開延期制度を導入し、⑧成果非公開有償利用も可能とする等の方策を実施する。また産業利用を促進するために、関係するさまざまな機関との連携協力を積極的に進めたいと考えている。幅広い産業分野の企業・大学・研究機関で組織する「スーパーコンピューティング技術産業応用協議会」や地元の兵庫県、神戸市等や「京」の産業利用促進を目的に設立された「財団法人計算科学振興財団」とも密接な連携をとり、民間企業が利用しやすい環境を整備する。

スパコンによるシミュレーション技術は我が国産業の国際競争力を高める上できわめて重要である。あらゆる分野でスパコンを利用したシミュレーションの果たす役割が増大するであろう。われわれ計算科学研究機構は「京」の産業利用の促進のためには労を惜しまないつもりである。近い将来に、産業界からスパコンを利用したシミュレーション技術で世界をリードする素晴らしい成果や製品、技術革新が生まれることを期待している。ぜひ一緒にこの分野を盛り上げようではないか。

## 特集「産業振興におけるスーパーコンピュータの活用」にあたって

経済のグローバル化及びIT化の進展により、国際的な相互依存関係がますます深まる中、アジア諸国における大規模なインフラ投資や都市開発、重点産業への戦略的な取り組みが急速に進展している。一体化が進む国際市場では、地域間の競争もかつてないほど激しいものとなっており、これまで日本が世界をリードしてきた先端産業においても、新興国が大きな存在感を示すようになってきている。一方、人口減少に伴い、人口や経済機能、産業基盤の東京への更なる一極集中等を背景に神戸を含む関西産業の空洞化も進んでおり、関西が魅力を持ち求心力を高めるためには、自らが持つポテンシャルを最大限に活かしていく必要がある。

平成24年9月、京速コンピュータ「京」の共用が開始されるにあたり、今後、「京」を利用したシミュレーション解析を行い、ものづくり分野における革新的な製品の開発や生産技術の向上や新材料の開発、地震や津波などの災害予測の精度向上など、民間企業による幅広い分野でのスーパーコンピュータの「産業利用」が期待されている。

また、神戸市が推進しているプロジェクトである「医療産業都市」においても、ライフサイエンス分野で新薬の開発や高度な医療機器の開発にスーパーコンピュータの利用が期待されている。

今号では、民間企業における「京」を利活用したイノベーションによる研究・開発の取り組みについて取り上げながら、産業の振興におけるスーパーコンピュータの活用について特集する。

論文「ものづくり分野におけるスパコン「京」の活用」では、スパコン「京」を活用する将来の革新的なものづくりについての展望を論じていただいた。

次に、「創薬における分子シミュレーションとスパコンへの期待」では、新薬の開発に実験とシミュレーション双方から取り組む民間企業が、スパコンを使った創薬開発に取り組んでいる現状と、計算創薬への期待について論じていただいた。

さらに、「スパコン「京」の活用に向けた取り組み」では、高度科学技術研究機構の行う「京」の利用者選定業務、利用支援業務などについてご紹介いただいた。

また、「計算科学振興財団（FOCUS）のスーパーコンピュータ産業利用の取り組み」では、「京」に先行して導入されている産業利用専用のスパコン「FOCUS」について、その活用による企業支援の取り組みをご紹介いただいた。

最後に、「スパコンを活用した産業政策」では、スパコンによる産業政策をめぐる現在の状況、残された課題などについて論じていただいた。

# ものづくり分野における スパコン「京」の活用

東京大学生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター長・教授 加藤 千幸

## 1. はじめに

本年9月末から、ピーク性能10ペタ・フロップス<sup>1</sup>を超えるスパコン「京」(以下、単に京と称する)の本格運用が開始される予定であり、先日、計算課題の公募が行われました。この4月には東大の情報基盤センターに、ピーク性能が1ペタ・フロップスのスパコンFX10が新たに設置されました。京を頂点として、全国の情報基盤センターや独立行政法人の主要なスパコンなどをより使い易い形でユーザーに提供するために、HPCI (High Performance Computing Infrastructure) の整備も整いつつあります。この4月に設立された一般社団法人HPCIコンソーシアムの第1回総会が、40を超える参加機関(調整中を含む)からの出席者を得て、先日当所で盛大に開催されました。6月14日、15日には、京コンピュータシンポジウム・戦略5分野合同ワークショップが神戸で開催され、多くの参加者を集めて、会場は熱気に満ちていました。正に、ペタ・フロップス時代が到来し、世の中の機運も非常に盛り上がっているとともに、大きな期待が寄せられています。

スパコンに対する期待は自然科学や基礎研究に留まらず、ものづくり分野、すなわち、産業界でも期待が高まっています。(財)計算科学振興財団に設置された、いわゆる、FOCUS スパコンはその使い易さから多くの産業界ユーザーが使用しており、計算機リソースの拡充が望まれていると聞いています。文部科学省は京を活用して画期的な成果を早期に創出するとともに、分野毎に計算科学技術を戦略的に推進することを目的として、HPCI戦略プログラムを昨年度から本格的に開始しました。戦略プログラムは5つの分野とその中核となる機関(代表機関)が選定され、中核機関が策定する推進計画に従って進められています。5つの分野の中の一つとして、「分野4:次世代ものづくり」が設定されており、当所が代表機関を務めています。

本稿では京の産業利用に期待が集まっている理由を説明した後、具体例にどのようなことが期待されているかということ、上記の戦略分野4の推進計画と併せて説明します。また、京を始めとした、スパコンの産業利用を普及させるための取り組みについても概説します。

1 ペタ・フロップスはスパコンの性能を表す単位であり、10ペタ・フロップスとは1秒間に1京(1兆の1万倍)回の計算ができる性能を意味します。

## 2. なぜ、京の産業利用が注目されているのでしょうか？

世界最初のスパコンが世の中に登場したのは1966年のことであり<sup>2</sup>、これまでもスパコンは産業界で構造解析や流体解析に利用されてきました。また、日本のスパコン開発のプロジェクトとしては、最近では（といっても、今から10年以上も前のことですが）2002年6月にスパコンの性能ランキングで世界一となり、その後、2年半にわたって首位の座を守り続けた（初代）地球シミュレータがあります。地球シミュレータに関しても、最近ではその産業応用に期待が集まっていますが、地球シミュレータが稼働し始めた2002年頃は産業応用はそれほど注目されていませんでした。なぜ、ここに来て京の産業応用が注目されているのでしょうか。その理由は二つあると筆者は考えています。

一つはスパコンの性能が毎年飛躍的に向上していることが挙げられます。世界トップレベルのスパコンの性能は3年で約10倍に、10年で約1000倍に向上しています<sup>3</sup>。実際、京の性能も初代地球シミュレータの性能の250倍となっています。「スパコンって、普通のパソコンや計算機と何が違うのですか？ただ、速いだけですか？」という質問を受けることがよくあります。答えは、「ただ速いだけです。ただ、圧倒的に速いのです。」ということになります<sup>4</sup>。この「圧倒的」というところがポイントでして、ちょっとやそっと速くてもできることはそんなに変わりませんが、圧倒的に速ければ新たな可能性が広がります。

京の産業利用に期待が集まっているもう一つの理由にはアプリケーション・ソフトウェ

アのパラダイムシフトがあります。ものづくり分野で利用されるアプリケーション・ソフトウェアの開発に関しては、これまで我が国は欧米に対して後塵を拝しており、現在産業界で標準的に用いられているCAE（Computer Aided Engineering）分野のアプリケーション・ソフトウェアの大半は欧米製のもので、残念ながら我が国で開発されたソフトウェアはほとんど用いられていません。たとえば、構造解析分野ではアメリカ航空宇宙局（NASA）で開発されたNASTRAN（ナストラン）とよばれるソフトウェアが業界標準的なソフトウェアと位置付けられていますし、流体解析分野では、英国インペリアル・カレッジ・ロンドンで開発されたSTAR-CD（スターシーディー）や米国のCreate Inc. という企業で開発されたFluent（フルーエント）が標準ソフトウェアとして広く使われています。化学工業分野で普及している量子化学計算ソフトウェアGaussian（ガウシアン）は米国カーネギーメロン大学で開発されたものですし、燃焼計算の代表的ソフトウェアであるCHEMKIN（ケムキン）は米国サンディア国立研究所で開発されたものです。

しかし、現在業界標準となっているこれらのアプリケーション・ソフトウェアの多くは超並列計算には対応していません。また、高並列の計算をしようとするライセンス料が極めて高額になってしまいます。そのため、現在産業界で行われているシミュレーションは高々64並列規模のものに留まっています。これに対して、京は64万個の演算コアを搭載しており、京の全リソースを駆使できるようなソフトウェアがあれば、現在産業界で行われている計算規模の実に1万倍もの大規模計

2 コントロール・データ・コーポレーションのCDC6600という計算機が世界最初の商用スパコンと言われています。

3 世界トップレベルだけではなく、全てのスパコンはほぼこの割合で性能が向上しています。

4 もちろん、速くするために色々な工夫がされていますがここではその説明は割愛します。

算が可能になることとなります。

我が国では「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発（2008年度から2012年度）」、「次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発（2006年度から2011年度）」、「次世代生命体統合シミュレーションソフトウェアの研究開発（2006年度から2012年度）」などのプロジェクトにより、京の開発と同期してアプリケーション・ソフトウェアの研究開発が進められてきています。これらのプロジェクトで開発されたソフトウェアの多くは京の数10万コアを用いた超並列計算に対応しており、産業上の利用も可能になっています。このような理由から、ものづくり分野のシミュレーションは新たな転機を迎えようとしていて、その中で、京の産業応用にも大きな期待が集まっているのです。

### 3. 京を使えば何ができるの？

一般に、工業製品を開発する場合には、製品を出荷する前に試作を行い、所定の性能が出るか、安全性の問題はないか、大きな振動や騒音が発生したりしないかといったことを確認します。これらの評価結果が芳しくないとして設計をやり直し、再度、試作をして評価するということを繰り返します。この試作をシミュレーションで代替えしてしまうことが京に期待されています。

実際にものを作らないでシミュレーションで性能や信頼性を評価できれば、ものを作ったり、評価したりするための費用を削減できます。製品によっては試作・評価に1回数億円のコストがかかるものもありますから、シミュレーションで試作・評価を代替えすることが

できれば大きなコスト削減を図ることができ、また、実際にものを作って、性能や信頼性などを評価するためには長い時間が掛かりますが、計算機シミュレーションであれば、設計が完了したら、直ちに、評価をすることができます。このため、製品の開発に掛かる時間を従来に比べて大幅に短縮することが期待されています。

戦略分野4では、さまざまな工業製品に対して、試作・評価をシミュレーションで代替えすることに取り組んでいます。たとえば、図1は自動車のまわりの空気の流れを流体シミュレーションにより解析し、空気抵抗を予測した結果です。自動車のまわりの空気は車体表面に沿ってスムーズに流れているように思われていますが、実は車体の直ぐ近くには大きさが1ミリ・メートル以下の非常に小さな渦が無数に存在しています。従来の計算機ではこれらの渦まで計算することはできなかったため、このような小さな渦はモデル化して扱っていませんでした。そのために、シミュレーションの精度や信頼性に問題があり、実験を完全に置き換えることはできませんでした。しかし、京を用いれば数100億の計算格子<sup>5</sup>を用いた流体シミュレーションも可能であり、これ

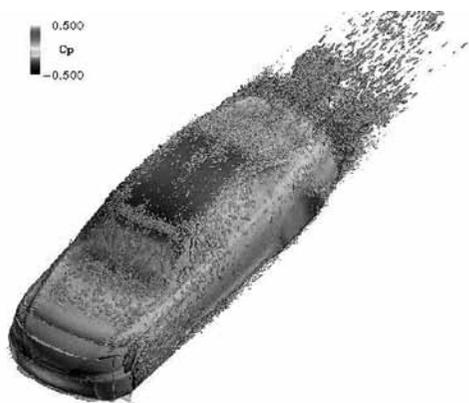


図1 自動車のまわりの詳細な気流解析 [参考文献1)]

5 流体解析や構造解析では解析したい領域を計算格子とよばれる小さな領域に分割し、各計算格子で基礎方程式の近似解を求めます。計算格子の大きさを小さくすれば計算精度は高くなりますが、計算格子の数が多くなり、計算時間が掛かるようになります。

らの小さな渦まで計算することができます。このようなシミュレーションでは風洞試験と同じぐらいの精度で空気抵抗などを予測することができます。現在、自動車メーカーとの共同研究によりこのことを実証しようとしています。

ところで、車の空気抵抗は走行速度の2乗に比例して増大します。そのため、低速で走行している時には空気抵抗が燃料消費に与える影響は小さいのですが、時速100kmを超えるような高速走行になると、燃料消費の半分近くは空気抵抗に対して費やされるようになります。たとえば、空気抵抗を10%低減することができれば高速走行時における車の燃費を約4%改善できます。

シミュレーションは単に風洞試験を代替するだけではなく、空気抵抗を低減することも期待されています。流体シミュレーションで空気抵抗と渦の運動との関係を詳細に解明できれば、空気抵抗低減の限界を打破できる可能性があります。

工業製品を設計する場合、多くの設計パラメータの値を最適な値に決める必要があり、このプロセスは最適設計とよばれています。京を用いたシミュレーションは最適設計にも威力を発揮することが期待されています。多数の設計パラメータがある場合、その組み合わせの数は膨大な数になりますから、従来の

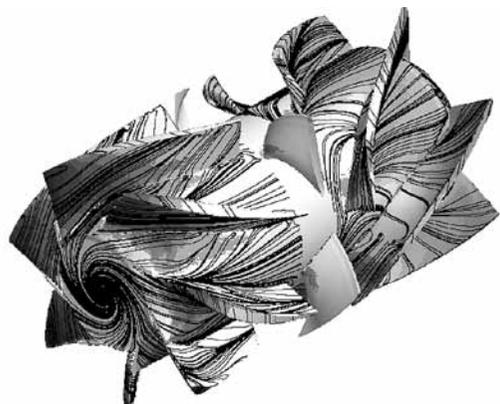


図2 ファン騒音低減例 [参考文献2]

計算機ではシミュレーションだけにより最適設計をすることは困難でした。しかし、京は64万個の演算コアを持っていますから、京を用いれば非常に多くのケースのシミュレーションを同時に実施することができます。

たとえば、図2はシミュレーションを利用することにより、従来よりも大幅に騒音の小さなファンを設計した例を示しています。ファンの翼形状は数十個のパラメータの組み合わせにより決定されますが、京を用いれば、このようなファンの性能や騒音を数時間内に1万ケース以上も計算することが可能になります。このケースは京を用いたわけではありませんが、6デシベル以上の低騒音化が実現されています。

流体設計や構造設計だけではなく、ナノ材料やナノデバイスの設計にも京を用いたシミュレーションに期待が集まっています。ナノ材料やナノデバイスは今後のものづくりにさまざまな技術革新をもたらす可能性を秘めていて盛んに研究が行われています。このような材料やデバイスの特性は電子の状態によって決定されますから、その設計に関しては、電子の状態を予測することが必要になります。一般に電子状態を正確に計算するためには、軌道の数 $2$ 乗から $3$ 乗に比例する計算量が必要となるため、従来の計算機では高々、数100原子の電子状態しか計算することができず、ナノ材料やナノデバイスの設計に適用することはできませんでした。しかし、京を用いることにより、従来の数百倍の原子数である最大10万原子の電子状態を計算することが可能になるため、このようなシミュレーションに大きな期待が集まっているのです。

たとえば、図3は将来の半導体の材料として期待されているグラフェンの成長過程を第一原理分子動力学法というシミュレーションを用いて予測したものです。このようなシミュ

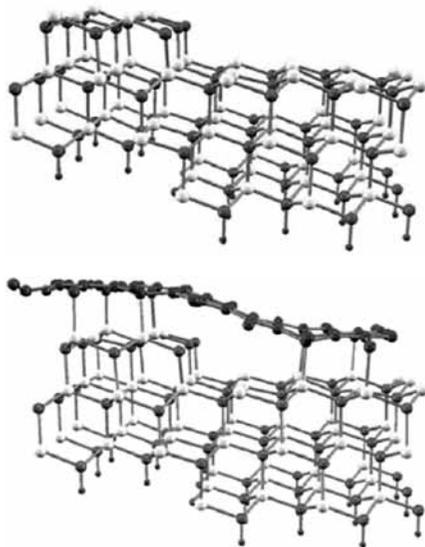


図3 炭化ケイ素 (SiC) 上のグラフェンの成長過程のシミュレーション (濃い色の原子が成長していくグラフェンの炭素原子) [参考文献3]

レーションにより、グラフェンの成長過程やそれに大きな影響を与える要素、たとえば、基板の方位面、ガス濃度や温度の関係が詳細に解明できれば、このような材料やデバイスの開発が飛躍的に進展することが期待されています。

意外に思われるかも知れませんが、このような電子状態計算は実は材料やデバイスの設計だけではなく、医薬品の開発にも利用され始めています。

医薬品の開発では、薬の標的となるたんぱく質の機能を発現したり、あるいは、抑制したりするために、標的たんぱく質と結合する、リガンドとよばれる候補化合物をデータベースから探してきたり、あるいは、化合物の原子構造を変化させて結合性を上げたりすることが必要になります。リガンドとタンパク質との結合した状態において、その電子状態を計算することができれば、たとえば、リガンドがどの部分 (官能基) がタンパク質のどの部分 (アミノ酸残基) とどういった結合性、あるいは、反発性があるかということがわかりますから、そのような情報を使って、より結



図4 インフルエンザ・ウイルスとタミフルの相互作用解析 (中央下部の丸い球で表された黄色の部分がタミフル) [参考文献4]

合性の強い化合物を作ることが可能になります。

図4はインフルエンザ・ウイルスのノイラミニダーゼ (NA) とタミフルの相互作用を電子状態計算により予測した例です。ノイラミニダーゼはインフルエンザ・ウイルス膜の表面にスパイク状に存在するタンパク質で、増殖したウイルスが元のウイルスから離脱するのを助ける働きをします。抗インフルエンザ薬であるタミフルは、このノイラミニダーゼの働きを阻害し、ウイルスの増殖を抑える効果があります。従来はタミフル全体をひとまとめでした解析しか行えず、それでは薬の開発のためには十分な情報は得られませんでした。しかし、最近開発された手法<sup>[参考文献4]</sup>を用いれば、タミフルの官能基毎に、標的たんぱく質との相互作用に関する情報が得られます。そのような情報を用いれば、より効果がある薬の開発が可能になります。

## 4. 実用化までの道のり

ここまで、「京を使えばこんなことができそうです。」ということを説明してきましたが、こんなことができるということと、それが実

際にものづくりの現場で使えるということは同じではありません。そこで、本節では京を使ったシミュレーションの効果が実証されたら、どのようなプロセスを経てそのようなシミュレーションがものづくりの現場で実用化されるかという見通しについてお話することにします。

まず、多くの方が疑問に思われることとして、「京を使ってシミュレーションできることが分かったとしても、実際の設計でいつも京を使うことはできないので、結局、ものづくりの現場では使えないのではないか？」ということがあります。確かに、京で実施したシミュレーションを設計業務の中に直ちに取り込むことは難しいと思います。しかし、この原稿の最初の方にお書きしたように、計算機の性能は日進月歩で向上していますから、現時点では京でしかできないシミュレーションであっても、数年後には企業でも実施できるようになりますから、その点については問題ありません。

「そんな大規模な解析や高度な解析は煩雑過ぎて設計現場では実施できるわけがない。」とお考えになる方も多いと思います。この点に関して、戦略分野4ではさまざま工夫や努力をしています。

たとえば、大規模な流体シミュレーションを実施するには数百億点規模の計算格子を作らなければなりません。従来の格子生成方法ではこのような計算格子を作ることはまず不可能です。そこで、計算格子を自動的に細分化する機能をシミュレーション・ソフトウェアに組み込んでいます。図5は船舶の推進抵抗を流体シミュレーションにより予測した結果ですが、計算格子を細分化していくにしたがって、流れの中の小さな渦までシミュレーションで再現され、予測精度も向上することが確認されています。

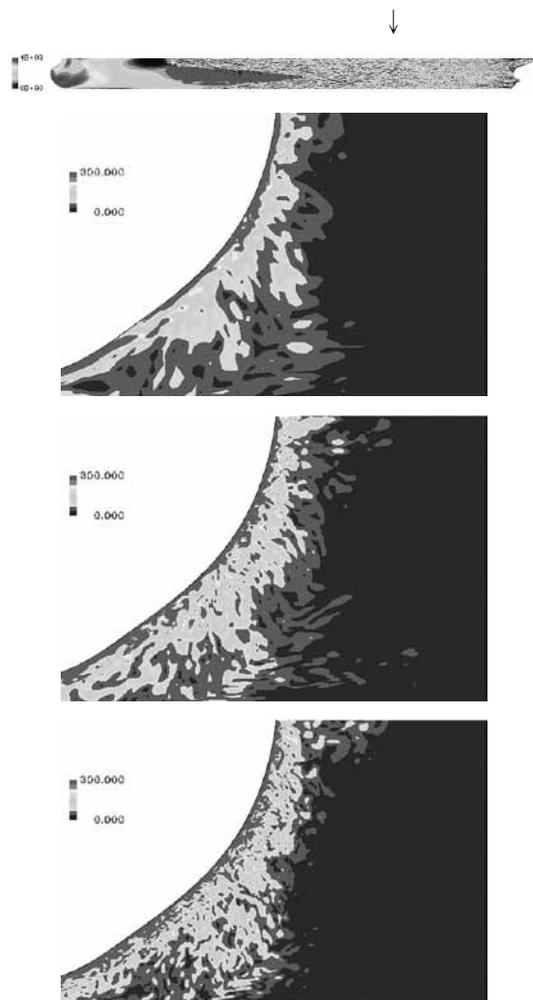


図5 計算格子の自動細分化機能を利用した船舶まわりの流れのシミュレーション（上から2番目から4番目の図は1番上の図で↓で示した位置における断面内の流れの様子を示し、下に行くほど、計算格子が細かくなっています。）[参考文献5]

これ以外にも色々な工夫をしており、たとえば、自動車のエンジンルーム内や床下みたいに非常に複雑な形状の流れ場であっても完全に全自動で計算格子が作成できるようなツールも用意しています。

さらに、戦略分野4では、図6に示すように、解析事例のデータベースや材料定数などのデータベースを完備したり、解析ナビゲーション機能を充実させたりすることにより、スパコンを利用したシミュレーションを設計

者でも気軽に実行できるようなシステムの開発を進めています。

## 5. おわりに

京を始めとした、スパコンを利用したものづくりの変革に大きな期待が集まっています。しかし、多くの企業では高々数十コアを用いたシミュレーションしか活用されていないのが現状です。その理由の一つとして、各企業が自前で計算機設備やアプリケーション・ソフトウェアを導入し、それを研究開発や設計の現場で活用できるようにするためには相当な投資が必要になることも挙げられます。

このような状況の中、最近クラウド・コンピューティングの利用に大きな期待が集まっています。日本でも幾つかのデータセンターがクラウド・コンピューティング・サービスを提供し始めています。クラウド・コンピューティングを利用すれば、大型の計算機設備を整備したり、維持したりすることなく、ユーザーはネットワークに接続するだけで、必要な時に必要な分だけ計算機リソースを利用することができます。さらに、計算機リソースだけではなく、アプリケーション・ソフトウェアの利用サービス（SaaS, Software as a Service）や、さらには解析サービスが充実してくれば、現在、スパコンは言うまでも無く、

CAE も使っていなかった企業がシミュレーションを活用するようになり、ものづくり分野でスパコンの利用がますます進展します。京はそのための強力な牽引力となることが期待されています。

## 謝辞

本稿に記載しました自動車まわりの気流解析、船体まわりの流れ解析はそれぞれ、東京大学とトヨタ自動車（株）、東京大学と（財）造船技術センターとの共同研究の成果として得られたものです。また、インフルエンザ・ウイルスとタミフルとの相互作用解析は立教大学の望月祐志教授のグループによる研究成果です。それぞれここに記して謝辞を表します。

## 参考文献

- 1) 平成20年度地球シミュレータ産業戦略利用プログラム成果報告書, 2009年.
- 2) 特願2010-278343【二重反転式軸流送風機】, 2010年.
- 3) 京コンピュータシンポジウム2012・戦略5分野合同ワークショップ 予稿集 (2012年6月, 神戸市).
- 4) “Development of the four-body corrected fragment molecular orbital (FMO4) method,” T. Nakano, Y. Mochizuki, 他7名, Phys. Lett. 523 (2012) 128.
- 5) 日本船舶海洋工学会論文集, 掲載決定.

## システム概要

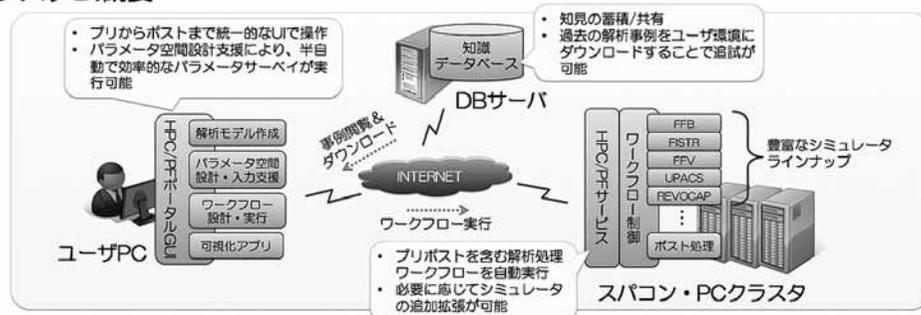


図6 解析事例集やナビゲーション機能があるシミュレーションシステムの例 [参考文献3])

# 創薬における分子シミュレーションとスパコンへの期待

キッセイ薬品工業株式会社創薬研究部創薬基盤研究所 主任研究員 小沢知永

## はじめに

創薬研究は新しい医薬品を創る研究である。ここでは、低分子化合物医薬品の探索に関して紹介する。その研究とスパコンとはなかなかイメージが結びつかないと思うが、研究過程の一部でスパコンの利用が模索されている。有望視されている事の1つは、薬が標的タンパク質にどのように結合しているかということに関するシミュレーションである。

このシミュレーションに関してイメージしてもらうために、天気予報を例にとって説明する。現在、雨の予報的中率は約80%（2008年全国平均）であるという、つまり10回雨が降るといふ予報が出た場合、8回は実際に雨が降るといふことである<sup>1)</sup>。予報には気象衛星やアメダス等による情報収集が行われる。この情報収集は常時行われており、膨大な観測データが蓄積される。集められた観測データはスパコンによる数値予測で解析され天気図が作られ、過去の経験なども踏まえて予報が作成される。ちなみに創薬でのシミュレーションの場合と比べると80%というのは夢のような中率である。

薬とタンパク質のシミュレーションにおい

て気象衛星による写真がSPring8のような放射光施設から得られるX線結晶解析のデータに相当する。そしてこのデータを基に、薬がなぜタンパク質に結合するのか、結合に最も重要な部分はどこか、あるいはどの程度の強さで結合しているのかといった事がシミュレーションにより解析される。現時点ではX線から得られる姿は一瞬を捉えたスナップショット写真であり、シミュレーションによっても薬がタンパク質に結合して離れるシミュレーションは簡単な事ではない。天気予報の例えで言うと、今から24時間後の予測をするために、今現在の空の様子から、30分後の様子のシミュレーションしか出来ないといったイメージである。

本稿では薬が働く仕組みを概説し、薬の標的であるタンパク質、そして薬とタンパク質の結合に関するシミュレーション、最後にスパコンへの期待といった事を述べていく。

## 薬の働き方

花粉症で鼻水が止まらない時、風邪になって発熱した時、あるいは健康診断で病気と診断された時等、1 cmにも満たない小さな錠

剤を飲むことによってそれらの症状が改善された経験は多くの人が持っているであろう。薬が作用を出すためには口から飲む薬（経口剤）の場合は、まずは食道を通った後、胃を通過する。続いて薬は小腸から体内に吸収され、肝臓に到達し、血管を通り（血液と共に）標的の臓器に達して、そこで標的のタンパク質に結合し作用を発揮する。上記に挙げた箇所にそれぞれ関門があると考えてもらえばよい。まず薬は水に溶けかつ、その中で安定でなければならない。食物の消化を行う臓器である胃では酸性という化学的に極めて過酷な環境にさらされる。食物の吸収を行う小腸は、バリア機能を持つため、全ての物質が吸収されるわけではない。ようやく体内に入ると、最大の難関である肝臓に遭遇する。肝臓は小腸から吸収された成分を選り分け、生体にとって都合の良い物質に変換したり、解毒化する役割を持つ。ここで薬は数多くの代謝酵素（薬にとっては壊し屋）の洗礼を受ける。代謝酵素による分解を免れた薬は血管から毛細血管を通じて標的臓器に達する。標的臓器に達すると薬はいよいよ、目的地であるタンパク質に結合し、その作用を発揮する（本稿はこの部分のシミュレーションの利用を主に述べる）。標的タンパク質とよく似た形をしたタンパク質も存在するので、薬はその違いを良く見極めてタンパク質に結合しなければならない。標的のタンパク質に結合した薬は、ある程度の時間が経った後、タンパク質から離れて血管に戻り再び肝臓を通過し（この間再び代謝酵素に曝される）、血管をめぐって標的臓器に至る。この循環サイクルを何回か繰り返す中で、薬は主に肝臓の代謝酵素による代謝を受けながら尿や糞を通じて体外に排泄される。このサイクルは多くの薬の場合6時間から1日である（したがって多くの飲み薬は1日1-3回投与である）。上記の中で肝臓での

代謝を考えてみると、薬が全く代謝を受けなければ良いように思えるが全く代謝を受けなければ薬が長い時間留まることになり不都合な場合もある。逆に代謝を受けすぎると薬は直ぐに効き目を失い、1日に何回も飲まなくてはいけなくなる。飲みやすい1日1回の薬にするには絶妙なバランスが必要となる。このように薬が体内に入り、作用を発揮しその役割を終えて、対外に排泄される過程には多くの障害が存在しそれをバランス良く克服する必要がある。薬物が体に入り、体内に分布し、代謝され排出される過程は薬物動態と呼ばれ、創薬研究の大きな部分を占めている。

このように薬の開発においては多くの障害を克服しなければならない、薬を創るには多くの試行錯誤が必要であり、1つの薬を創るためには約30,000個の化合物を合成しなければならない、またその数は年々増加している<sup>2)</sup>。研究テーマを開始してから承認が得られるまでに10-15年の期間がかかる。開発費の中央値は88億円、失敗したプロジェクトの費用を含めると約500億円の費用がかかるとの報告がある<sup>3)</sup>。

この数十年間の医薬品は医療に大きな影響を与えてきた<sup>4,5)</sup>。以前は手術が必要であった胃潰瘍はH<sub>2</sub>ブロッカーやプロトンポンプ阻害剤という薬の利用により、ほぼ飲み薬だけで治療できるようになった。心臓病による死亡率は過去50年の間で50%以上減少しそこにも薬の寄与が大きいと考えられている。エイズは1980年代には、確実に死を意味する疾患であったが基礎研究の進展と薬のおかげで、今ではアメリカにおいてはその死亡率は80%も減少した。またある種の骨髄性の白血病（血液の癌）に関してはイマチニブという薬は54ヵ月後の生存率が90%という結果を出し、この病気の歴史を変えたと、言われている。

## タンパク質とは

薬が標的とするタンパク質に関して簡単に述べる。タンパク質をいくつかの辞書で調べると「生物の体を作る大切な化合物」といった意味で記載されている。タンパク質の英語である protein を英和辞書で引くとギリシア語の prōteios「第一の物質」から由来すると記述されている。タンパク質は体の中に数万種類存在し、綿密に機能を分担し正常な体の機能を保っている。タンパク質はその機能によりいくつかの種類に分類される。代表的な3種類のタンパク質の働きを述べる。1つ目は酵素であり多くの皆さんにとって馴染みのある言葉だと思う。酵素はタンパク質の分解や化合物の変換を行う。この酵素のおかげで我々は食物から栄養を摂ることが出来る。酒、味噌、醤油、漬物等も酵素の働きによって作られる（一般的にはこの働きは発酵と言われる）。2つ目はコラーゲンと呼ばれるタンパク質のグループであり、人体のタンパク質の25%を占めている。これらのタンパク質は細胞同士を結びつけている、また骨や軟骨では硬さに影響を与えている。3つ目は膜タンパク質といわれるグループで、細胞膜に存在し外界との窓口の役割を果たしている。我々が物を見られるのは、網膜上にあるロドプシンという膜タンパク質の働きであり、匂いを感じるのも鼻に存在する膜タンパク質のおかげである。体の中にある物資としてDNAという言葉もよくお聞きになると思う、DNAはタンパク質の設計図である。DNAは記録媒体、タンパク質が現場で働く実働部隊である。

タンパク質は性質の異なった20種類のアミノ酸が一行に配列したものである。タンパク質の種類により、アミノ酸の並ぶ順番や、結合する数が異なり、その結果およそ数万種類のタンパク質が存在し、協同して生体の機能

を維持している。例えばグルコースからエネルギーを獲得する経路には10種類のタンパク質（酵素）が関与している。タンパク質はそれぞれ固有の形を持っており、多様な機能に関連する。タンパク質が固有の形をとっているために薬は狙ったタンパク質に結合し、作用を発揮することが可能となる。

## 薬とタンパク質

薬がタンパク質に結合することにより、なぜ効き目（薬効）がでるのか、代表的な生活習慣病である高血圧の薬（降圧剤）を例にして説明する。血圧を上げる原因物質の1つにアンジオテンシンII（ATII）と言われるペプチドがある。ペプチドとはアミノ酸が複数結合したものである（タンパク質とペプチドの厳密な区別は難しいが、50個以上アミノ酸がつながった物がタンパク質、それ以下がペプチドと呼ばれることが多い）。ATII ペプチドが膜タンパク質であるアンジオテンシンII受容体I型（AT1受容体）に結合すると細胞内に血圧を上げるというシグナルを伝える。このシグナルが過度に伝わると高血圧の状態となる。そこでAT1受容体を標的にした、薬は先回りしてAT1受容体に結合して、ATIIペプチドが結合しないようにする。その結果、薬は血圧を上げるというシグナルを伝えることを抑える（図1）。一方、血圧を上げる原因物質であるATIIはアンジオテンシン変換酵素（ACE）によって産生されるので、この酵素の働きを止める（阻害する）ACE阻害剤と呼ばれる高血圧の薬もある。高脂血症の薬もコレステロールを合成する酵素に作用する薬が大半である。多くのメカニズムの薬がある糖尿病の分野で最近発売された薬は、血糖値を下げるインスリンを分泌するペプチドを分解する酵素の働きを抑え、その働きを延長

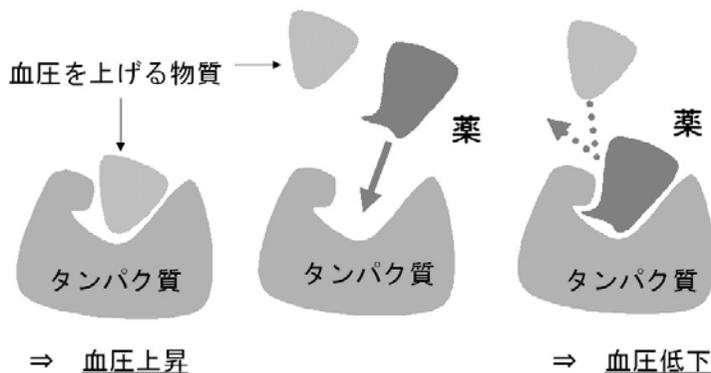


図1. 薬がタンパク質に結合し効き目を出す

させるものである。つまり良い薬を創るためには標的タンパク質に上手く結合させる事が必須である。

## 分子シミュレーション

薬は主に炭素、水素、窒素、酸素、硫黄等の原子から構成される有機化合物である。タンパク質も同様の原子から構成されており広い意味では有機化合物である。原子は正の電気を持った原子核と負の電気を持った電子から構成されている。有機化合物は原子が電子によって結合したものであり、その性質は電子の配置に大きく依存する。有機化合物をコンピュータシミュレーションで扱う場合は主に3つの方法で扱われる<sup>6,7)</sup>。

1つ目は分子力学 (MM) 法である。この方法では、原子は電気を持った球、結合をバネとして扱い、分子を原子間に働く力によって近似する。2つ目の方法は分子軌道 (MO) 法である。この方法は Schrödinger 方程式を近似的に解き分子の電子状態を求める。大まかに言うと MM 法は計算が高速で分子の形を再現するのに向いた方法である。一方 MO 法は、電子の状態を計算するので計算時間はかかるが分子のより詳細な個性の表現が得意である。

3つ目の方法は、分子間の運動方程式を数

値的に解く分子動力学 (MD) 法がある。分子間の力は通常は MM 法で求める。MD 法は分子の構造変化を時間的に追跡できるので、より実際の系に近いシミュレーションが行える (図2)。時間変化を追跡するので多くの繰り返し計算が必要となり長時間の計算が必要となる。

この3つの方法を天気予報にあえて例えると (少々こじつけに近い部分のご容赦願いたい)、MM 法は雲がどこにいるか、MO 法は積乱雲・入道雲・いわし雲といった雲の性質、MD 法は雲が時間と共にどこに動いていくかを表現するイメージになる。

## 創薬研究の流れ

病気を治すための標的タンパク質が決まると、そのタンパク質に結合する候補化合物 (以降化合物と呼ぶ) を探すことが始まる。この段階はリード探索と言われ、通常は数千~数万化合物を実験によって標的タンパク質に結合するか調べる。この中からある程度の強さで結合するリード化合物を選択し、さらに結合を強くすると同時に、安全で飲みやすい化合物に変換していく過程をリード最適化という。

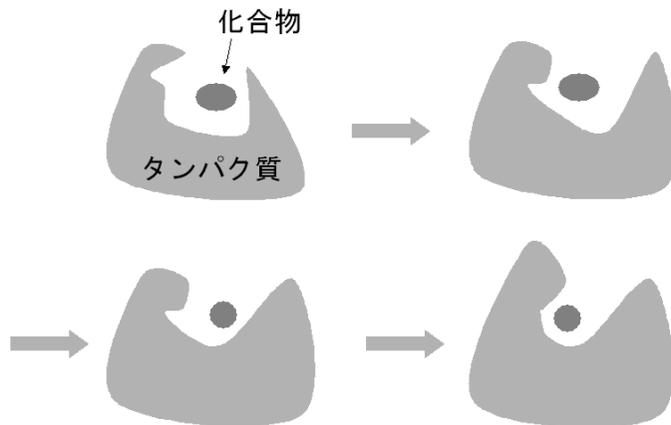


図2. 分子動力学 (MD) 計算  
タンパク質と化合物の動きをシミュレーションする

## 創薬研究における分子シミュレーションの利用

創薬の分子シミュレーションの特徴は関与する原子の数が膨大な事である。水を含んだタンパク質の計算を行おうとすると、100,000原子を超えるような系を扱う事になり、大きなコンピューターパワーが必要となる。創薬研究においては、MM・MO・MDの3つのシミュレーションを必要に応じて使い分ける必要がある。MM計算は有機低分子が標的タンパク質に、どのように結合するかを予測するのに使われる。この予測に際しては想定しうる結合パターンを複数評価して、その中から最も確からしい結合パターンが選択される、この方法をドッキングという。数百~数十万の化合物に対してドッキングを行い、その中から標的タンパク質に結合する可能性の高い化合物を選抜する方法はバーチャルスクリーニングあるいは、in-silicoスクリーニングと言われる(図3)。先に述べた創薬研究の流れの中ではリード探索のステージに対応する。リード探索は創薬研究の方向性を決める重要な段階である。網羅的に数多くの化合物を評価するだけでは成功確率が低く、シミュレーションによる成功確率の向上が期待され

ている。ちなみに、スクリーニングとは創薬研究において、実験により数多くの化合物の中から薬になりそうな化合物を選抜していく事である。バーチャル(仮想)は実験に対比した意味で使われている。In-silicoはコンピュータのCPUがシリコン基板上で動いている事に由来する。

リード化合物が見つかったら、次はそれを医薬品に仕上げていくための最適化の段階に入る、先に述べたドッキングは、どんな化合物を合成するかをデザインする時に活用される。更にMO法も新しい方法論の開発とコンピューターパワーの増大により、適用範囲をタンパク質にも広げつつある<sup>8)</sup>。X線結晶解析の結果を基に決められたタンパク質と化合物の結合状態を詳細に解析することや、タンパク質の周囲にある水の効果を調べるためにMO法が利用されている例もある。MO法では相互作用の詳細な様子が分かるため、他の2つの方法に比べ新たな発想のドラッグデザインが生まれる可能性が高いと筆者は考える。

MD法は分子の動きを追跡できるために化合物とタンパク質の結合状態の変化をシミュレーションすることが出来る。その結果を基に化合物のタンパク質への結合の強さの精度

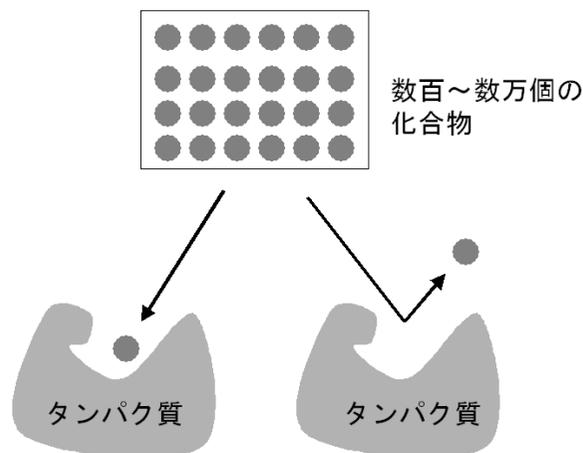


図3. バーチャルスクリーニング（コンピュータ上での選別）  
タンパク質に結合する可能性が高い化合物を選択する

の良い予測が期待されている。実際10程度の化合物に対してであるが、高い精度で予測がされた結果も報告されており、化合物最適化の研究への応用が期待される。MD法をバーチャルスクリーニングの中に組み込むことが出来れば、その信頼性は高まり創薬研究への大きな貢献が望める。

ここまで述べてきたシミュレーションは、標的タンパク質に強く結合する化合物を探索する研究に利用することを目的としている。最初に述べたように薬になる化合物は体内に吸収され、ある程度安定でかつ、安全なものでなければならない。この薬物動態・安全性に関して分子シミュレーションの活用は進んでいない。化合物の代謝を担う代表的なタンパク質のグループはCYPというタンパク質のグループであり、ヒトでは50種類程度のCYPが存在する。このCYP類は薬効発現や安全性に関して重要な役割を果たしており、一連の創薬研究の中で常に注意が必要である。CYPは中心にヘム鉄が存在しその周囲をタンパク質が囲んでいる。化合物を結合する時には構造変化を起こし、さらに化合物を代謝する時には中心の鉄と化合物の間に電子の受け渡しが行われ反応が進む。このようにCYPの

反応をシミュレーションする場合、分子の動きと同時に電子の動きを考慮しなければならず、MD法とMO法の組み合わせが必要となる。このシミュレーションには長時間のMDとタンパク質全体に及ぶ大規模なMO計算が必須である。もしこのようなシミュレーションが実現できれば創薬研究に大きなインパクトを与えることであろう。

## スパコンへの期待

筆者なりに考えるスパコンへの期待をコンピュータ資源（ハード）と計算方法（ソフト）の視点で考えてみる。ハードの面からまず述べると、企業の中でコンピュータを使う場合必要となるCPUパワーは常に変動しており、最大必要な時のレベルのCPUに合わせてしまうと、そうでない時には多くのCPUが休んでいる状態になってしまう。例えば1年のうち1ヶ月はフルに使うが残りの11ヶ月は1/3程度のCPUしか使わないという状態である。さらにコンピュータの速度はムーアの法則によると10年でおおよそ100倍速くなる。ということは最新のコンピュータを購入しても3年ほどすれば、その性能はかなり劣化したものと

なってしまう、常に最新のコンピュータの購入が難しい我々にとって、自社保有コンピュータの陳腐化の間隙を埋めるのが外部コンピュータの活用であると筆者は考える。筆者たちは兵庫県と神戸市が出資する財団法人計算科学財団の「FOCUS」スパコンを利用させていただき、自社のコンピュータでは量的に足りない部分の計算を行っている。「FOCUS」スパコンを使うことにより、これまでに比べ5-10倍計算が高速となった。つまり1週間かかった計算が1日で出来るようになった。この違いにより迅速にシミュレーション結果が出せるようになり、実験部門とのタイムリーな連携が可能になった。さらに筆者が実感するのは1日でシミュレーションが終わるようになると、一見したら無駄に思えるような事や、思いつきレベルの事であってもシミュレーションして検証を出来るようになったことである。その中から新しいアイデアのヒントが生まれたこともある。「FOCUS」スパコンの利点はさらに期間限定で使用するコンピュータを増やせることである、このことは急に計算機パワーが必要になる事に備えるという意味で非常に心強い。さらに計算パワーが必要であれば京速スパコン「京(けい)」まで使えるような体制の構築が期待される。

ソフト面で言うと、スパコンでの既存シミュレーションの高速化は当然必要だが、スパコン特に「京(けい)」でしかできないようなシミュレーションの実現を期待したい。例えば先に挙げたMDとMO法を縦横無尽に使う必要のあるCYPのシミュレーションからどのような結果が得られるか、想像しただけでもワクワクする。また理化学研究所の杉田博士の研究チームが取り組もうとしている、細胞環境内での分子シミュレーションは真の細胞の挙動を解き明かそうとする野心的な試みであり、その進展には大いに期待している。

筆者はスパコンには、今直ぐに解決しなければならない問題を解くための利便性と、次のイノベーションの基盤となるような進歩性という2面性を期待したい。

## まとめ

創薬におけるシミュレーションは新しい計算方法の開発やコンピュータパワーの向上によりタンパク質と化合物の結合に関しては必須の手法になりつつある。また薬物動態や安全性、創薬標的の探索といった事に関するシミュレーションも期待されている。ただしコンピュータによるシミュレーションは、広範な科学技術の基盤に成り立つ創薬研究の中では1つの要素技術である。従って実験研究者と緊密な連携を取りながらシミュレーションを進めないと意味が無い。この10年位の期間に日本人研究者により複数の優れたシミュレーションソフトが開発された<sup>9)</sup>。これらのソフトを多様なコンピュータで上手に使いこなし日本発の世界に通用するグローバル新薬を創出することに貢献したい。

## 参考文献

- 1) 知識ゼロからの天気予報学入門 幻冬舎(2010) 天達 武史
- 2) 製薬協ホームページ <http://www.jpma.or.jp/>
- 3) 医薬産業政策研究所 政策研ニュース No.29, 2011年1月, P16.
- 4) 医薬品クライシス 78兆円市場の激震 新潮新書(2010) 佐藤健太郎
- 5) 新薬誕生 100万分の1に挑む科学者たち ダイアモンド社(2008) ロバート・L・シュック
- 6) 計算化学入門 講談社(1994) 大澤映二
- 7) すぐできる分子シミュレーションビギナーズマニュアル 講談社(2008) 長岡正陸
- 8) プログラムで実践する生体量子化学計算 森北出版(2008) 佐藤・中野・望月
- 9) 最新創薬インフォマティクス活用マニュアル メデカルドゥ(2011) 奥野恭史

# スパコン「京」の活用に向けた 取り組み

一般財団法人 高度情報科学技術研究機構 産業利用推進コーディネーター 塩原紀行  
一般財団法人 高度情報科学技術研究機構 常務理事 神戸センター長 平山俊雄

## はじめに

京コンピュータ（以下：「京」）は、スーパーコンピュータの計算速度を競う世界ランキングTOP500において、2011年に世界一を2期連続達成した。「京」は、試験調整運転を経て、いよいよ本年9月末より、一般利用が開始される。「京」は、大学、研究機関、産業界などに広く利用されることにより、画期的な成果が創出され、科学技術の発展や国際競争力の強化につながる事が期待されている。それには、「京」を真に必要とし、成果を挙げられる研究者が、中立・公正な手続きや審査を経て、「京」を利用できる仕組みが必要である。また、これまでのスーパーコンピュータとは比べ物にならない巨大なパワーを有する「京」を使いこなすには、大規模並列計算処理技術など高度な専門知識が必要であり、利用者の相談窓口や技術支援が不可欠である。

一般財団法人 高度情報科学技術研究機構（以下、当財団）は、昨年10月に文部科学省より、「京」の登録施設利用促進機関（以下、登録機関）に認定された。登録機関とは、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」

に基づき、世界最高レベルの性能を有する先端大型研究施設の利用促進業務を担う機関である。

「京」の登録機関の業務は、①利用者選定業務 ②利用支援業務 ③共用促進業務の3つである。本年4月5日より各業務を開始しており、以下で詳しく述べる。

一方、「京」と主要な大学の情報基盤センターを高速ネットワークで結合し、一体的な利用を可能とするHPCI（High Performance Computing Infrastructure）が構築されている。当財団は、HPCI運用事務局として、「京」に対する業務と同一の仕組みを用いて、HPCIを構成する機関が提供するコンピュータ資源の利用課題選定や一元的な情報提供・相談窓口業務を担っており、これについても述べる。

## 1. 利用者選定業務について

### (1) 利用枠と資源配分

「京」の利用においては、一般利用枠とそれ以外の枠があり、一般利用枠では、産業界を含む幅広い分野の研究者に対して、利用機会を提供する。したがって、登録機関は一般

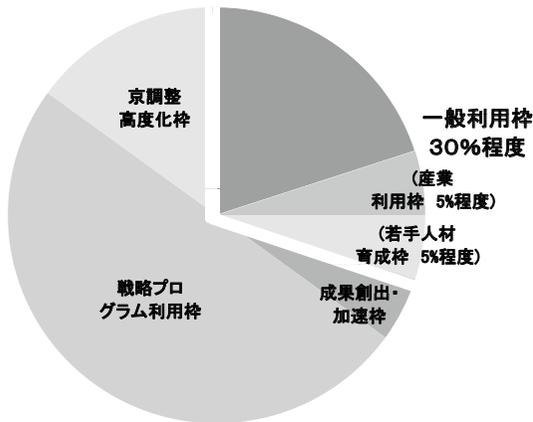


図1 「京」の資源配分

利用枠の利用課題を公募により選定する。「京」全体のリソースの30%程度が一般利用枠に配分される。「京」の利用枠ごとの資源配分比率を図1に示す。

一般利用枠の内数として、産業利用枠が5%程度、若手人材育成枠が5%程度ある。成果創出・加速枠、戦略プログラム利用枠については、国が重点的に推進する課題を選定する。京調整高度化枠は、理化学研究所の試験調整、高度化研究に割り当てられる。当初0%の重点化促進枠（上限10%）は、図1では割愛し

た。

表1に、利用区分ごとの成果公開の有無や利用料を示す。

「京」の利用は、成果公開が原則であり、その場合は無償で利用することができる。しかし、機密性の高い課題を実施する企業のために成果非公開での利用も認めている。但し、成果を公開する利用と公平を期すため、利用は有償である。

(2) 利用課題選定の流れ

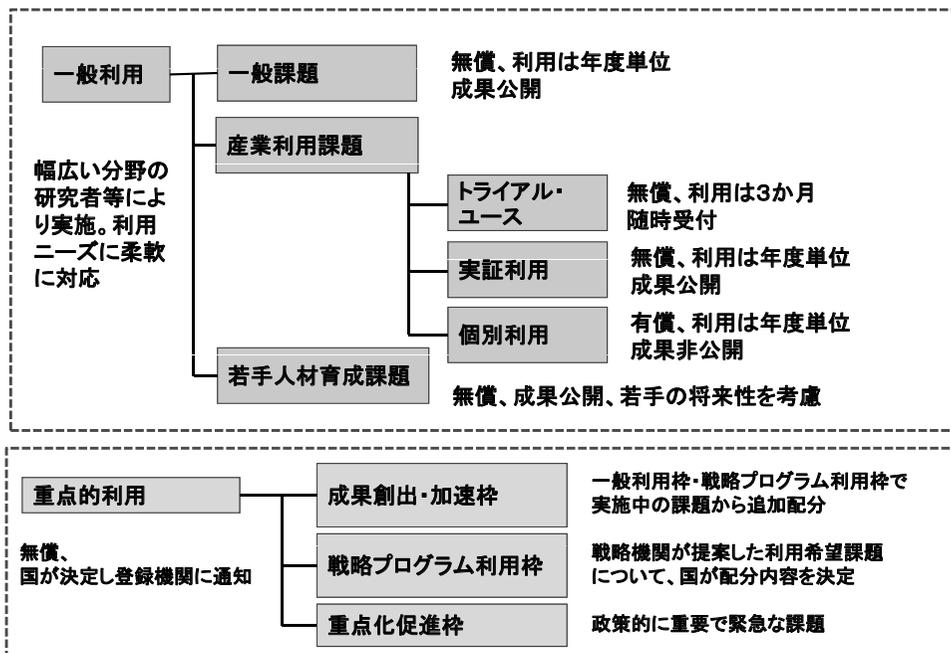
利用課題の選定は、中立・公正かつ透明性高く行われることが基本原則である。

そのため、登録機関は、図2に示す審査プロセスに基づき、利用課題の選定を行う。

一般利用課題は、分野・領域ごとのレビュアーがピアレビューの形態で審査する。

産業利用課題のうち、成果公開の課題は、産業利用WGが、成果非公開の課題は、課題審査委員長が審査する。

表1 利用区分一覧



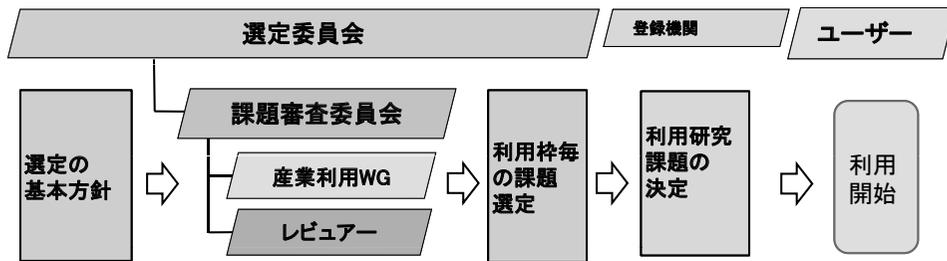


図2 審査プロセス

### (3) 選定基準について

利用研究課題の選定基準は、募集要領に記載しており、ホームページ（HPCI ポータル）<http://www.hpci-office.jp/> にも「京」の利用研究課題に関する基本的考え方を掲載している。表2に、「京」の利用課題の選定基準を示す。

大きく6項目の選定基準があり、4種類の利用区分ごとに満たすべき条件を示している。一般利用課題であれば、(1)から(4)の条件を全て満たすこと（AND条件）が利用の条件となる。利用研究課題が該当利用区分の選定基準を全て満たしているかが審査される。したがって、申請者は、利用課題申請書に各条件をどのように満たしているかを詳細かつ具体

的に記述することが重要である。

### (4) 産業利用の活発化

大規模計算は、大学や研究機関が先行しており、一部の先駆的企業を除き、小規模・試行的な利用にとどまっている企業が大半である。計算機によるシミュレーションの有効性が徐々に認知されつつあり、企業による本格利用が今後拡大することは確実である。「京」では、産業利用が重視されており、企業が大規模計算のパワーを認識し、活発に利用することが期待されている。登録機関では、企業が「京」を利用しやすいよう、さまざまな点に配慮した。トライアル・ユースは、その代表的なものであり、産業利用のみに認められ

表2 選定基準の適用範囲

選定基準	一般利用課題	産業利用課題	トライアルユース	若手人材育成
(1)科学的に卓越し、又は社会的に意義が高く、ブレークスルーが期待できる課題であること。	○			
(2)京が有する計算資源を必要としていること。	○	○	○	○
(3)ソフトウェアの効率性(並列性)、計算処理、データ収集、結果の解析手法等が十分に検証済みであるとともに、各種資源の利用計画や研究体制が妥当であること。	○	○	○	○
(4)提案課題の実施及び成果の利用が平和目的に限定される等、科学技術基本法や社会通念等に照らして、当該利用研究課題の実施が妥当であること。	○	○	○	○
(5)産業利用課題 (イ)自社内では実施できない解析規模や難易度の課題であること。		○		
(ロ)産業応用の出口戦略が明確な課題であること。		○	○	
(ハ)産業利用の開拓に向けた波及効果(社会への貢献)が十分期待できる課題であること。		○	○	
(ニ)実利用に向けた計画や展望があること。			○	
(6)若手人材育成課題 利用研究課題応募年度の4月1日現在で39歳以下の利用者が一人で行う研究計画であること。将来の発展が期待できる優れた着想を持つ研究計画であること。				○

ている。実際に「京」を使用して、自社の研究課題に「京」が適用できそうか、有効な結果が得られそうかを評価・検討した後、個別利用や実証利用を開始できる。トライアル・ユースの利点を挙げる。

- ・公募時期に関わらず、随時応募を受付。
- ・審査は産業利用WG主査が迅速に行い、速やかに結果を通知。
- ・3か月間、無償で利用可能。
- ・企業名や課題名、課題の内容は非公開。
- ・5万ノード・時間積まで利用可能。(ノード:「京」の資源の最小単位で、CPU 1個)
- ・十分な成果が得られなかった場合は、再度応募可能。

多くの企業がトライアル・ユースに応募し、「京」の超大規模並列の威力を実感していただきたい。5万・ノード時間積は、トライアル・ユースに配分するリソースとしては、大きすぎるとの声もあったが、大規模並列の意義を認識していただくためあえて上限を大きく設定した。また、24ノード以上で申し込むよう、要求リソース量の下限を設定したのも同じ理由からで、小規模な試行では、「京」の良さや価値がほとんど分からないからである。

産業利用枠として設定された約5%を企業が大いに利用することを期待したい。5%というと少ないようだが、500テラ・フロップスという計算能力であり、「京」が出現する以前の国内最大級のスパコン施設を凌駕する能力に相当する。

## (5) 情報管理への取り組み

登録機関は、課題応募者や利用者の研究情報、企業の機密情報、個人情報などを知ることになるため、ホームページに掲載している「情報管理に関する基本的考え方」に基づき、厳格な情報の管理と秘密保持を行っている。

考え方では、すべての利用者に対して60日以内に利用報告書を提出することを義務づけている。企業および企業との共同研究や事業化を視野に入れている大学・研究機関では、知的財産権の取得を目指す課題が多いと認識している。登録機関に申し出て、承認されれば、利用報告書の2年間の公開延期が可能となる。登録機関は、公開を延期した課題の特許出願の有無や出願の準備状況を必要な場合に確認する。成果公開型の利用課題は、利用報告書に加え、課題番号が明記された査読付き論文、「京」利用研究成果集、企業の公開技術報告書のいずれかを3年以内に提出する義務がある。

## 2. 利用支援業務について

「京」が活発に利用され、期待する成果が得られるには、利用者に対する十分な利用相談・利用支援が極めて重要である。登録機関は、一元的相談窓口（ヘルプデスク）を運営し、利用者の多岐にわたる相談を受け付ける。以下、「京」に関する利用支援業務の主な内容を述べる。

### (1) 申請前の相談

応募の手続きや課題申請書の記入方法、「京」のハードウェアやソフトウェアに関する質問等に対応する。自社の課題が「京」で実施できそうか、成果が得られそうかといった企業からの質問にも対応する。企業の要請があれば、秘密保持契約書を締結する。

### (2) 利用相談

①コンパイルエラー、実行時エラーの対処法、②他システムからの移行、プログラム移植の相談、③各種ライブラリ、ツール等の相談、④性能情報採取方法の相談、⑤実行結果不正の相談などについて、登録機関の相談員

が対応する。

### (3) 技術支援

利用者からの高速化支援の依頼で行う場合と計算実行状況から重点的に支援すべきプログラムを登録機関がピックアップする場合とがある。いずれも、①プログラム情報の採取②ボトルネック調査（通信特性の分析、インバランス評価、単体性能評価など）③高速化の支援 というプロセスで支援を行う。

「京」は、プログラムを高並列で実行することで高速化を図るので、プログラム中の並列で実行される部分（並列化率）を高める必要がある。並列化率99.9%のプログラムは、逐次処理の部分が0.1%だけなので優秀なように見えるが、128ノードで実行した時の並列化効率（効率的な利用率の目安）は49.432%であり、半分の資源が有効に使われていないことになる。「京」の利用ノード数が数千や数万の規模になると効率が数%、時には1%以下になる。並列化率は、限りなく100%に近づけることが要求されるが、容易ではない。「京」の特性を踏まえ高並列化の技術を熟知した登録機関の専門員が助言や技術支援を行うので、気軽に相談してほしい。

### (4) 情報提供

「京」の利用者に有用な情報をホームページ等で一元的に提供する。

- ・ 計算機資源の情報、利用料金や利用規定の情報
- ・ 募集に係る情報、採択結果
- ・ 高速化のノウハウなど技術情報
- ・ 成果公開型課題の利用成果一覧、論文や成果集のタイトルなど

### (5) 利用講習会

「京」の利用者向けに利用技術講習会を開

催する。講習会では、利用環境やシステムの説明、プログラム開発環境、性能分析手法、高速化ノウハウなどを紹介し、効率的に「京」を使うために有用な情報やノウハウを提供する。

## 3. 共用促進業務について

### (1) 情報発信と普及啓発活動

「京」が最先端の計算機施設であり、利用課題を一般募集していることや登録機関としての取り組みなどについて、研究者はもとより一般市民にも広く知られるようホームページの充実、新聞・雑誌等のメディアの活用、セミナーやシンポジウムの開催、展示会への出展などにより認知度を高め、利用を活発化し、市民の理解につなげる。

### (2) 利用成果集の作成

利用者が提出した利用報告書や成果実績を分類・整理し、「京」利用成果集としてまとめた印刷物を作成し、広く配布する。

### (3) 利用者間の交流

「京」の効率的な利用方法や課題への適用事例など、利用者同士で情報を交換できるよう、成果報告会等を開催する。また、国際シンポジウムの開催など国際交流を視野に入れた取り組みも行う。

### (4) 人材育成

若手の利用相談員・利用支援員のスキルを向上させるとともに、「京」を効率的に利用するノウハウや事例集をまとめ、これから「京」の利用を開始する若手研究者が利用に必要なスキルを早期に獲得できるようにする。

## (5) 関係機関との連携

登録機関業務の遂行において、「京」の資源を提供し、システム運用と利用の高度化研究を担う理化学研究所計算科学研究機構との密接な連携協力は不可欠である。利用者の多様なニーズの把握による利便性の向上、技術情報の共有による利用支援技術の向上、普及啓発活動の推進など、さまざまな領域で密接に協力する。

また、「京」が設置され、登録機関の本部がある兵庫県や神戸市など地元自治体との連携を図り、地域における産学官連携を深化させることで、科学技術活動を活性化し、新産業・新事業の創出に貢献する。

## 4. HPCI (High Performance Computing Infrastructure) について

### (1) HPCI システム構成機関と運用事務局

ここまで「京」に関する登録機関の取り組みを述べてきたが、以降は、HPCI について述べる。「京」を中核とし、それに加えて、全

国 9 大学の情報基盤センターが共用計算資源として提供するシステム資源を SINET4 と呼ばれる高速ネットワークで結合し、一体的なアクセスを可能とした革新的なシステム基盤 (ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ) が HPCI である。HPCI システムを構成する機関を日本地図上に示す (図 3)。

当財団は、文部科学省からの委託を受け、HPCI 運用事務局として HPCI システムの利用促進業務を推進する。HPCI システム資源の利用課題の募集、申請受付、利用課題選定のための委員会の設置と審査、ワンストップの利用相談窓口 (ヘルプデスク)、利用に関わる各種情報提供などを行う。このように HPCI についての取り組みを述べると、登録機関としての業務と HPCI に関する業務が重なることに気づかれると思う。実際、利用研究課題は、「京」と「京」以外の資源の利用課題を独立に募集するのではなく、HPCI システム資源全体についての利用課題として一括した募集を行い、審査も「京」と同じ仕組みを用いて行われる。なお、一元窓口で受けた利用相

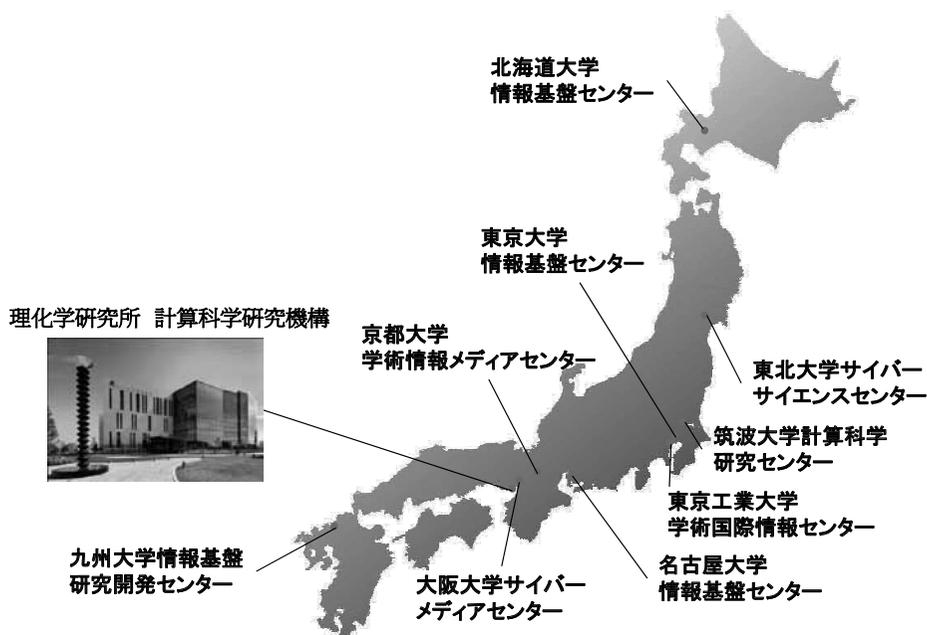


図 3 HPCI システム構成機関

談のうち、各基盤センターのシステム環境に関わる相談および利用支援は全て各基盤センターで対応する。

## (2) HPCI 共用計算資源の利用区分

HPCI 共用計算資源の利用において「京」と異なる点は、①若手人材育成課題が無いこと ② HPCI 共用ストレージ（東拠点と西拠点の2か所あり、膨大な計算結果の格納庫）の利用課題があること ③ HPCI 機関独自のルールで運用される資源の利用課題があることの3点である。

## (3) 選定条件

HPCI システム資源の利用研究課題に関する選定基準を表3に示す。

1 番目の条件のみ「京」の場合と異なる。(イ)、(ロ)、(ハ)のいずれかに該当すれば良い。

## (4) HPCI システムの産業利用

産業利用を設定していない基盤センターがあるので、各センター別の利用の有無や有償利用時の課金情報はホームページを参照して

いただきたい。

## (5) アクセスポイント

HPCI システム資源を利用する拠点として、アクセスポイントが東西2か所に設置される。社内から SINET4 ネットワークへの接続が許可されない企業の方は、アクセスポイントに来ていただくことで HPCI システムの利用が可能となる。

東のアクセスポイントは、当財団の東京・品川事務所に、西のアクセスポイントは、神戸に設置される。西については、本誌の計算科学振興財団の投稿をお読みいただき、以下、東のアクセスポイントについて述べる。

当財団の品川事務所内に、企業の機密が保持されるよう、防音処理と IC カードキーによる入室管理を施し、専用回線によって SINET4 へのアクセスを可能とした個室を2部屋設ける。HPCI システムの利用相談やソフトウェア移植、高並列化等についての助言も行うので、積極的に利用していただきたい。

## (6) ホームページ

HPCI ポータルのホームページ (<http://www.hpci-office.jp/>) では、HPCI システム

表3 HPCI システムにおける選定基準

選定基準	一般利用課題	産業利用課題	トライアルユース
(1) 利用研究課題は、以下の(イ)から(ハ)のうち、いずれかに該当すること。 (イ)大規模、大容量計算に挑戦する研究 (ロ)将来的に「京」やそれに続く大規模の利用につながり得る研究 (ハ)複数サイトを利用することが期待される研究	○		
(2) HPCI 共用計算施設が有する計算資源を必要としていること。	○	○	○
(3) ソフトウェアの実効性、計算処理、データ収集、結果の解析手法等が十分に検証済みであるとともに、各種資源の利用計画や研究体制が妥当なこと。	○	○	○
(4) 提案課題の実施及び成果の利用が平和目的に限定される等、科学技術基本法や社会通念等に照らして、当該利用研究課題の実施が妥当であること。	○	○	○
(5) 産業利用課題 (イ) 自社内では実施できない解析規模や難易度の課題であること。		○	
(ロ) 産業応用の出口戦略が明確な課題であること。		○	○
(ハ) 産業利用の開拓に向けた波及効果(社会への貢献)が十分期待できる課題であること。		○	○
(二) 実利用に向けた計画や展望があること。			○



図4 HPCIポータルホームページ

資源の利用に必要な情報を一元的に提供しており、図4はそのトップページである。各システム資源の情報や利用案内、課題募集の詳細情報などを掲載し、利用課題の電子申請もここから行える。今後、採択された課題の利用者向けの情報を充実させ、将来は、利用報告書や学術論文リストなども掲載し、参照可能とする。

## おわりに

平成24年度の課題募集は、5月9日に開始した。北海道から九州まで全国6か所で募集説明会を開催し、15日に募集を締め切った。募集要領と課題申請書のダウンロード件数は、それぞれ2,200件と2,046件にのぼり、応募総数は「京」の利用が225件、「京」以外のHPCI

資源の利用が34件に達した。8月下旬まで課題審査を実施し、採択通知を経て、9月末より利用開始となる。産業利用におけるトライアル・ユースは、随時募集しているので、「都市政策」の読者や関係者からの応募を期待している。「京」やHPCIシステム資源を用いた計算により、従来よりも格段に大規模かつ詳細なシミュレーションに基づく信頼性の高い予測データを得て、都市政策の立案などに反映していただきたい。

国内には、特定放射光施設 (SPRING-8) お

よびX線自由電子レーザー施設 (SACLA) の登録機関である公益財団法人高輝度光科学研究センター (JASRI) および特定中性子線施設 (J-PARC 中性子線施設) の登録機関である一般財団法人総合科学研究機構 (CROSS) の2つの先輩登録機関がある。そこでの事例や経験は大いに参考になるが、放射光や中性子線の実験施設とコンピュータは異なる点も多い。日々手探りで業務を推進しているが、業務を進めるにあたっては、「京」や大学基盤センター資源を利用する利用者の視点に立ち、利用者のニーズを的確に把握し、それを業務に反映していくことが重要であると考えている。

「京」を中核とする HPCI が、積極的に活用され、優れた研究成果を世界に向けて発信する拠点となることに貢献できるよう、努めていく所存である。

# 計算科学振興財団 (FOCUS) のスーパーコンピュータ産業利用の取り組み

財団法人計算科学振興財団 専務理事 安井 宏

## 1. はじめに

計算科学振興財団は、以前は「次世代スーパーコンピュータ」と呼ばれていた世界一のスーパーコンピュータ「京」が神戸に立地することが決まった際に、その研究支援・産業利用支援のための組織として、平成20年1月に兵庫県、神戸市、神戸商工会議所の出資により設立された財団法人である。

計算科学振興財団は、その英語名 Foundation for Computational Science から文字を取って、FOCUS の愛称で呼ばれており、FOCUS スパコン、レストラン FOCUS などと使われ、文部科学省の主導で検討が行われた、国内主要スーパーコンピュータのネットワークを形成する HPCI の検討においては、ソフトウェアの提供方式を「FOCUS 方式」として表現されるなど、最近では正式名称より FOCUS の方が有名になりつつある。よって本稿では FOCUS の愛称を使用させて頂く。

## 2. FOCUS 設立の背景

### (1) 科学技術と産業界のギャップ

産業技術の発展に、科学技術の発達が必須

であることは論を待たないが、兵庫県、神戸市には他に類を見ないほどの科学技術基盤が集積している。

県内には、世界最高性能の大型放射光施設 SPring-8 や神戸大学、兵庫県立大学、甲南大学などの大学、国公立・独立行政法人の研究機関や研究支援機関、さらには研究部門を持つ多数の民間企業が立地しており、質・量ともに世界に誇るべき研究機関の集積が形成されている。

国家基幹技術である X線自由電子レーザー「SACLA」が平成24年3月から共用開始されており、京速コンピュータ「京」も同じく国家基幹技術として推進されてきたプロジェクトとして、まもなく平成24年秋から共用が開始されようとしている。

一方、兵庫県の生産・就業構造は、第二次産業、特に製造業のウェイトが高いのが特徴であり、スーパーコンピュータの主な用途であるシミュレーションを活用して、産業競争力を強化することは、自治体の産業政策上もきわめて重要である。

世界的にみると、TOP500といわれる高性能のスーパーコンピュータの6割は、産業界で使われており、「京」が神戸に立地したこと

を、地元の産業界の競争力強化にいかに関げるかは自治体にとって重要な課題である。

## (2) 産業界の現状

企業がどの程度シミュレーション、あるいはスーパーコンピュータを利用しているかについては、統計はないものの、アンケートなど各種調査<sup>1)</sup>によれば、産業界では、シミュレーションは日本の製造業の競争力に欠かせないとの認識があり、製品開発中でのコンピュータ利用は進んでいる。

しかしながら、シミュレーションをパソコンなどではなく、さらに高速のスーパーコンピュータで利用するなどの高度利用の状況はというと、極めて心もとないのが実情である。

FOCUS では、設立以来、技術スタッフが企業を訪問しコンサルティングを繰り返してきており、平成23年度の企業訪問実績は、185社486回に及ぶ。この訪問から把握した、企業のシミュレーション利用環境はかなり貧弱で、名だたる大企業も含め、ほとんどの企業が単体 PC や小規模 PC クラスタ（数十並列までの計算）に留まっている。

外国製ソフトウェアの高価格や企業の人材不足など、さまざまな要因はあるものの、このままでは「京」が稼働し、産業界がこれを生かす環境が整ったにしても、せっかくの好機が活かされないままに終わる可能性が高い。

## (3) 支援組織の必要性

先端的な科学技術基盤が産業界の役に立たないのではないかと、同様の懸念は、兵庫県西部に立地する大型放射光施設 SPring8 が 1997 年に稼働した際にも示された。

しかし、この施設では当初こそ産業界の利用が少なかったものの、近年では約 2 割は産業界において利用され、単独でビームライン（放射光の取り出し口）を設置する企業が現れ

るなど、先端企業の研究開発に欠かせない施設となっているとともに、それに対する産業界の評価も高い。

その要因として、この間の SPring-8 の運営者の努力もさることながら、支援組織として、兵庫県が設置した公益財団法人ひょうご科学技術協会や、その内部組織の「兵庫県放射光ナノテク研究所」が、放射光の産業利用を普及する事業をきめ細かく実施し、放射光利用のすそ野の拡大を図ってきたことがあげられる。

大学や理化学研究所などの研究機関は、研究が本務であり、そこに所属する研究者も産業利用の大切さを理解しつつも、本気で企業をサポートしようというインセンティブは働かない。やはり産業利用を主たるミッションとする支援機関が必要であり、支援組織としての FOCUS は、こうした先例を参考に構想された組織である。

## 3. FOCUS の組織と高度計算科学研究支援センター

### (1) FOCUS 設立経緯

現在は「京」と呼ばれる、「次世代スーパーコンピュータ」の立地が神戸に決まったのが平成19年3月であるが、その立地選定理由の発表文には、開発を担う理化学研究所と兵庫県・神戸市のこれまでの密接な協力関係、信頼関係が記載されていた。

兵庫県、神戸市が、これまで SPring-8、発生・再生科学総合研究センター及び分子イメージング研究拠点の整備・運営等にあって協力を積み重ねてきた実績が評価された瞬間である。

この流れに乗って、「京」の技術面での開発検討とは別に、計算科学技術の研究教育拠点形成など、このプロジェクトを成功に導くた

めの、地元を含めた関係者の合意形成の場として「次世代スーパーコンピュータ活用懇談会」が開催され、文部科学省、理化学研究所、兵庫県、神戸市、関西経済連合会、神戸商工会議所などが参加して検討した結果、支援財団の設立（のちの FOCUS）、その拠点としてのシミュレーション科学研究センター（のちの高度計算科学研究支援センター）、スーパーコンピュータの習得機会としてのミニ・スーパーコンピュータ（のちの FOCUS スパコン）などの大枠が決定された。

これを受け、平成20年1月に財団法人計算科学振興財団（FOCUS）が、兵庫県5,000万円、神戸市5,000万円、神戸商工会議所100万円の出資で設立されるとともに、同年4月、企業による FOCUS の支援組織として「次世代スーパーコンピュータ利用推進協議会」が関西の主要企業を中心に組織され、「京」の産業利用の促進や FOCUS の活動支援を開始した。

FOCUS の活動開始後は、独自の取り組みのみならず、企業の技術支援やセミナー協力では兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科と、国費で開発したソフトの普及で東大生産技術研究所革新的シミュレーション研究センターと、「京」の産業利用推進では、その登録施設利用促進機関である高度情報科学技術研究機構と、企業の人材育成で神戸大学と、それぞれ密接な連携体制を構築し、活動を活発化させてきている。

## (2) 高度計算科学研究支援センター概要

「次世代スーパーコンピュータ活用懇談会」で基本コンセプトの決定された、シミュレーション科学研究センター（のちの高度計算科学研究支援センター）については、FOCUS を事業主体として具体化が図られ、その後の建設工事等を経て、平成23年3月に完成し、

4月から業務を開始した。

そこには、ミニ・スーパーコンピュータとして構想された FOCUS スパコンを設置したほか、FOCUS スパコン利用者だけが入退室可能な端末利用室や、FOCUS スパコンの端末PCを20台そろえた実習室や3つのセミナー室、さらに東京大学生産技術研究所などの研究機関、スーパーコンピュータ関連ビジネスを展開する企業が入居する貸研究室（当初6室、のちに9室に拡張）を設置している。

FOCUS では、これらの多彩なセンター機能を活用し、スーパーコンピュータ用アプリケーションソフトウェアの利用講習会や企業の個別課題の解決につながる実践セミナーなどを、大学・研究機関、アプリケーションベンダーと連携しながら推進している。

また、支援センターの入居する計算科学センタービルは、FOCUS と連携協力協定を締結した兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科（平成23年4月開学）が入居するほか、渡廊下で京速コンピュータ「京」の施設と接続している。

支援センターには、食堂兼売店（レストラン FOCUS）があるが、周囲に食事のできる施設がほとんどないこともあり、「京」を開発・運用する理化学研究所計算科学研究機構の職員、県立大学の学生・職員など毎日250人程度の利用があり、食事をするだけでなく、所属を超えた計算科学の交流の場となっている。特に若手研究者や企業の研究者にとっては、普段接する機会のない高名な研究者と気軽に話のできる絶好の機会を提供している。

周辺には、神戸大学統合研究拠点や甲南大学生命工学研究所が立地するなど、「京」や FOCUS が、このエリアにおいて形成されつつある、研究教育拠点の中核となりつつある。

## 4. FOCUS スパコン

### (1) 導入目的

「京」は、世界最高性能の10.510ペタフロップス（毎秒1京510兆回の計算ができる）を達成した最高性能のコンピュータであるが、産業界のスーパーコンピュータ利用の実情からして、あまりにもかけ離れた存在である。

さらに高性能実現のため、SPARC64という、産業界になじみの薄いプロセッサの基本設計を採用していることもあり、これまで大学のスーパーコンピュータを使ってきたような少数の最先端企業はともかく、大多数の企業にとって、利用へのハードルはとてつもなく高い。

そこで、産業利用に最適なくみと、豊富なアプリケーションソフトをもち、簡素でスピーディーな利用手続きを備えた、FOCUS スパコンを公的機関ではわが国で初めて産業界専用に整備し、いわば産業界のスーパーコ

ンピュータ高度利用のための教習所として、さらには産業界のスーパーコンピュータ利用者拡大のための装置として、「京」へのステップアップを支援することとした。

### (2) FOCUS スパコンのシステム概要と運営方針

FOCUS スパコンは、スーパーコンピュータを活用した企業のシミュレーション技術の高度化を支援するため、専用に構築されたシステムであり、中核は、富士通株式会社製・ブレードサーバ208ノード（2,496コア）で構成されるPCクラスタ型スーパーコンピュータで、理論ピーク性能は当初で22テラフロップス<sup>2)</sup>で、現在は224ノード、24テラフロップスに向け拡張中となっている。

また、ノード間は高速インターコネクトである「InfiniBand（インフィニバンド）QDR」<sup>3)</sup>でノード当たり40Gbpsの速度を持ち、全体としてフルバイセクションバンド幅<sup>4)</sup>

## FOCUSスパコン(ステップアップ支援のイメージ)

～PCクラスタから京へのステップアップを支援～

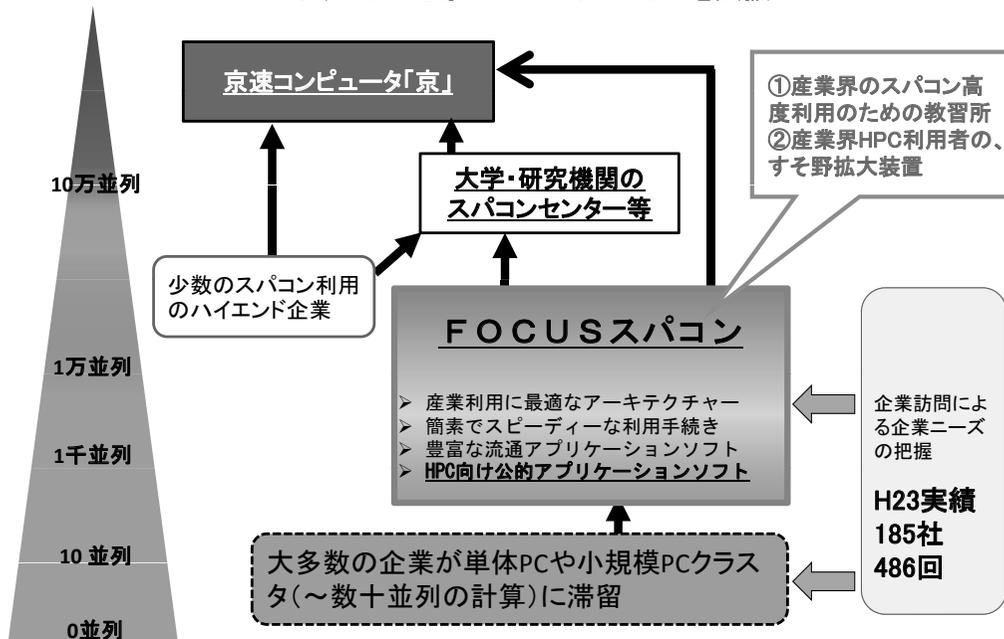


図1 FOCUS スパコンによるステップアップのしくみ

を持つよう接続され高性能な並列計算環境を実現している。

また、FOCUS スパコンには、産業界で普及している、流体解析や構造解析、機構解析、計算化学などの解析アプリケーションソフトウェアや、可視化などのツールを導入しており、豊富な流通アプリケーションソフトのラインナップにより、企業が慣れ親しんだ環境から、より大規模な計算への円滑な移行が可能なシステムとなっている。

FOCUS 方式とも呼ばれる、ソフト提供方式に賛同して、FOCUS スパコンにソフトウェアを提供するベンダーは、19社（平成24年5月現在）に及んでいる。

さらに、システムの共用方針については、本システムを活用し、高並列計算・高並行計算のトライアルや、自社開発アプリケーションの拡張性の検証など、企業が本格的なスーパーコンピュータ利用を行うためのトレーニングの場を提供するほか、スーパーコンピュータ用アプリケーションソフトウェアの開発や利用サービス提供にかかるインキュベータ的役割も果たしていくこととしている。

また、FOCUS スパコンでは「京」の産業利用の推進を視野に、大学・研究機関等と連携しつつ、国の集中投資の成果である最先端・高性能な公的アプリケーションソフトウェアの産業界への普及にも取り組んでいる。

運用手続き面でも、これまで企業のスーパーコンピュータ利用を可能としてきた大学等と異なり、企業のニーズのあるときには常時利用申請を受け付け、演算サーバに空きがあれば、必要な時に必要な分だけ計算資源を利用できるようにするとともに、申請から目標2

営業日以内に利用が開始できるよう事務手続きを簡素化している。

導入済みのアプリケーションソフトウェアのほか、ユーザーが利用したい商用アプリケーションソフトウェアや自社開発アプリケーションソフトウェアの導入も可能にするなど、利用者視点による柔軟な運用を行っているところである。

### (3) 利用状況

平成23年4月から産業界専用スーパーコンピュータとして利用を始めた FOCUS スパコンの利用状況は、好調そのものである。

平成23年度は、4月から共用をはじめ、年平均で約8割、1-3月に限れば約9割と、フル稼働と言ってもいい状況となっている。

FOCUS スパコンでは、企業のニーズを勘案して成果を非公開としているため、FOCUS スパコン利用企業による研究開発の成果を記述することはできないが、地元関西のみならず全国の56社（平成24年5月現在）が FOCUS スパコンを利用していることが、導入目的を達成していることを証明している。

### (4) 成功要因

当初、FOCUS 関係者も含め多くの関係者が、はたして FOCUS スパコンに利用者がいるのか、供用開始直前まで疑心暗鬼であったが、共用開始後の利用率の高さは驚きをもって見られている。その要因については、以下のように分析できる。

#### ① 活発な企業訪問活動

理化学研究所のような研究機関のみならず、

表 平成23年度 FOCUS スパコン (208ノード) 利用率

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
FOCUS スパコン208ノード	10%	49%	60%	56%	82%	71%	79%	94%	88%	86%	95%	88%

新産業創造研究機構や高輝度光科学研究センターのような支援機関でさえも、利用者の来訪、問合せを待って活動をするのが通常である。

しかし FOCUS では、スーパーコンピュータの専門家に加え、民間企業での営業経験者をコーディネーターとしてそろえ、企業の現場に出かけて行っのコンサルティング活動を行ってきた。

その実績は、支援センター完成までの準備期間である平成20-22年度合計で、249社450回。施設完成後の平成23年度は1年で185社486回と極めて活発である。

この訪問活動は、FOCUS の拠点のある関西地区のみならず、首都圏でも実施しており、FOCUS スパコンの利用者が全国的なものとなっている要因となっている。

製品開発を巡る企業の状況は、各社ごとに大きく異なり、他に前例のない FOCUS スパコンが、自社にとって役に立つかどうかを企業の研究者が事前に予測することは困難であり、個別対応を徹底したことで、企業が利用するハードルを大きく下げた効果があったものと思われる。

## ② 利用条件の事前提示と柔軟運用

Web 上に利用条件を事前提示することで、企業の研究者（利用者）のみならずそれをチェックする法務部門などが、FOCUS スパコンを自社で使えるかどうかを事前予測可能としている。

手続きについても、申請書類到着から2業務日以内の利用開始を目標とし、産業界の時間軸と違和感のない運用を心掛けてきた。

## ③ 迅速な意思決定

職員全員が、「何が出来るか?」「どうやったら出来るか?」を考え、実行に移す体制を

実現している。

コーディネーターが利用者の所まで出かけて事前ヒアリング（1次訪問）、技術的詳細になればチーフコーディネータや共用専門員が利用者の所まで出かける（2次訪問）体制を実現した。

平成23年4月に利用を開始したが、利用好調でユーザーからの増設要望があると見るや、早くも6月の FOCUS 理事会で FOCUS スパコン増設を決定しており、「役所らしからぬ」素早い柔軟な動きであると、ユーザー企業に好意的に受け止められたことも、その後の利用の増大、ユーザーの口コミ・紹介による新規ユーザーの増大に大きい役割を果たした。

## 5. 「京」を中核とする HPCI の活用に向けて

### (1) HPCI 検討段階での貢献

「京」だけではなく、全国のスーパーコンピュータセンターをネットワークで結ぶ HPCI の制度設計については、文部科学省主導の「準備段階 HPCI コンソーシアム」で検討が行われてきた。

産業界については、主たる利用者である大学等の研究者とは利用環境が大きく異なることから、その利用については特別の配慮が必要であるとの関係者の認識の下、産業利用の WG を設けて議論が進められたが、FOCUS としても、これに積極的に参加をしてきた。

前述のとおり、FOCUS を支援する企業組織として「次世代スーパーコンピュータ利用推進協議会」があるが、その参加企業の中でも技術者を中心に組織したのが同協議会の技術部会（参加企業33社）である。

技術部会で集約した企業の意見を、制度設計に反映すべく FOCUS としても努力を重ねてきた。

具体的には、「次世代スーパーコンピュータ利用推進協議会」同様、企業中心に組織されている「スーパーコンピューティング技術産業応用協議会」や「バイオグリッドセンター関西」などと連携して、HPCI コンソーシアムの産業利用促進検討WG等において、産業界意見の反映を図ってきた。

HPCI 構築・運営の制度設計に反映された主な産業界意見<sup>5)</sup>としては、コンシェルジュの設置、東西2か所のローカルアクセスポイントの設置、トライアル利用制度の整備、産業界が「京」を利用する基準の緩和（100並列～）、「京」の産業利用枠の確保（5%）などである。

FOCUS だけの成果ではないとはいえ、最終報告書には企業に配慮した事項が多く盛り込まれたことは、「京」の産業利用を推進する上で、大きな推進力となっていると考えられる。

## (2) 「京」の産業利用に向けて

本校の執筆時点（平成24年5月）において、「京」を中核とするHPCIの課題募集が始まっている。企業におけるスーパーコンピュータ利用は製品開発のための地道な一手段ではあるが、事業仕分けの際の「世界一じゃないとダメなんですか」の言葉で有名になった「京」に、企業がどのように反応するのか、注目が集まっているところである。

FOCUSとしては、平成24年秋から「京」の共用が開始された後は、これまで取り組んできたFOCUSスパコンを活用した企業支援等に加え、「ローカルアクセスポイント西」を設けて、企業の利用支援に当たる予定である。

企業が「京」を利用する場合の方法として、自社からインターネット等を経由した利用や、大学の情報基盤センター等からの利用のほか、利用者支援と一体運営がなされる産業利用向けのセキュリティーを確保した作業用個室「ローカルアクセスポイント」からの利用な

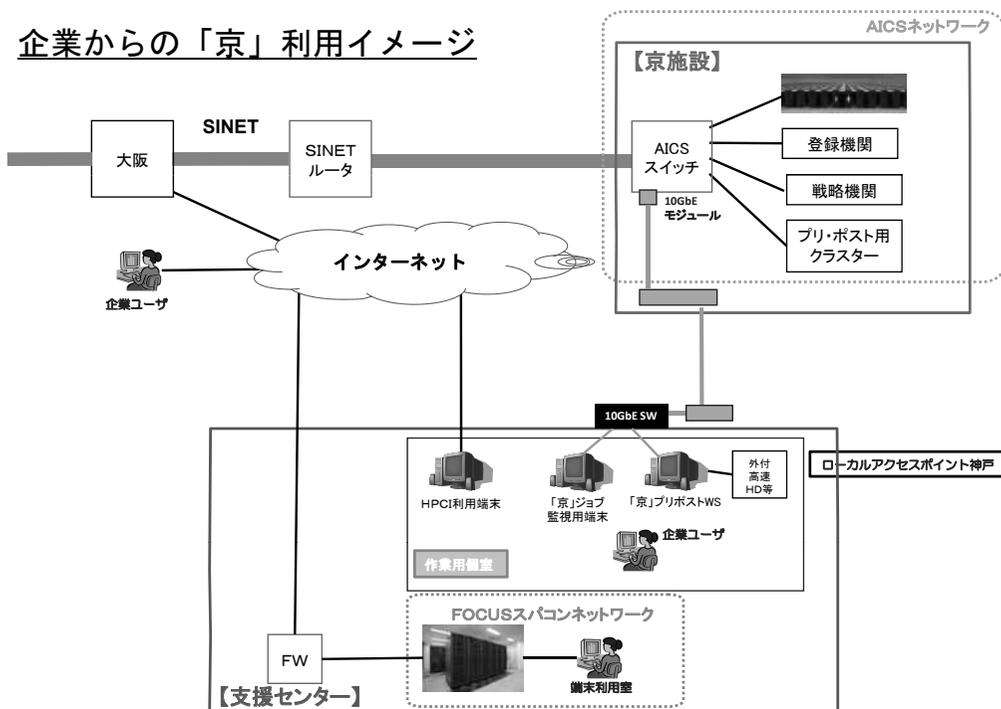


図2 企業からの「京」利用イメージ

ど、各社の事情に応じた多様な利用方法が提供されることとなっている。

このうち、ローカルアクセスポイントというのは、産業界特有の事情に配慮した利用支援の装置で東京と神戸の二カ所に設置される。

FOCUS スパコンの運用経験から、TB 単位の大きなデータ転送のニーズが企業に多いことが明らかとなっており、低速のインターネットを経由した利用は実際的には困難と見られる。

また、高速なデータ転送が可能な SINET が利用できる情報基盤センター等からの利用は、企業が最重要視する企業秘密の漏洩（情報セキュリティー）等に関して、十分な体制を構築しているとは言い難い状況である。

このため、「ローカルアクセスポイント」には、HPCI が利用可能な端末やセキュリティーを確保した作業用個室の設置が必須であり、さらに FOCUS が設置する「ローカルアクセスポイント西」には「京」に直結された利用端末を設置し、高速に「京」に接続できる環境を提供する予定である。

最後に、企業の人材育成面では、産業界の研究者・技術者の実践的な人材育成として、「京」の利用を見据えた大規模計算の利用技術習得を図るため、神戸大学と共同でスクール等を開催しているが、特に今年は「京」へのステップアップを目指す企業技術者を対象に、「京」の利用に向けたプログラミングのチューニングや高度化・並列化等の実践的な講習会を開催するほか、大学・研究機関等で開発されたアプリケーションソフトウェアの利用講習会を開発者等と連携して開催する予定である。

## 6. 終わりに

FOCUS はスーパーコンピュータの産業利

用という、ニッチな分野に特化して活動することで、計算科学のコミュニティの中で一定の存在感を示すことができつつある。

しかし、企業がグローバル競争で日進月歩の開発競争を繰り広げる中で、FOCUS も現状に満足して立ち止まることは許されない。

FOCUS を設立し、支援してきた地元自治体、産業界の期待に応えるため、常に課題を探りながら「京」コンピュータの後継計画など、周辺状況も加味して自らのミッションを見つめ直し、企業の競争力向上を支援していくこととしたい。

なお、本稿の論点ではないが、支援センターに設置した貸研究室に、これまで神戸には無かった高度な技術レベルを持つ企業が進出して神戸を拠点にビジネスを展開し始めたことは、新しい産業クラスター形成の兆しとして、自治体の産業政策上、大きな注目点であることも付言しておきたい。

### 注

- 1) たとえば、産業競争力懇談会、「HPC (High Performance Computing) の応用 ものづくり強化のための計算科学モデリング&シミュレーションに関する研究会」<http://www.cocn.jp/common/pdf/thema48-L.pdf> など
- 2) テラフロップス：1テラフロップスは毎秒1兆回の浮動小数点演算速度。
- 3) InfiniBand QDR：低遅延高バンド幅ネットワーク技術のひとつ。
- 4) フルバイセクションバンド幅：システム内の任意の半分のノードが同時に残り半分のノードにデータを送信してもネットワーク内での競合が発生せずに実現可能なデータ転送速度。大きい程計算時間を短縮できる可能性がある。
- 5) HPCI コンソーシアム最終報告案 (H24.1.30) <http://hpcic.riken.jp/>

# スパコンを活用した産業政策

神戸エンタープライズプロモーションビューロー スーパーコンピュータ関連誘致担当課長 松崎太亮

## 1.1. 京速コンピュータ「京」

平成23年11月、神戸市の姉妹都市であるシアトル市で開催された「SC11 (Super Computing 11)」において、スーパーコンピュータ（以下、スパコンという）の性能ランキング「トップ500」が発表され、神戸ポートアイランドにある理化学研究所「計算科学研究機構」の京速コンピュータ「京」（以下、「京」という）は、2期連続して世界最高の演算性能を持つスパコンの認定を受けた。この年は、東日本大震災で日本全体が沈滞模様にあっただけに、「日本の技術力の信頼回復の一助になった」と、各方面から「京」に期待が寄せられている。

「京」は、播磨の放射光施設「SPring-8」と共に、国家基幹技術の一つであり、理論と実験に続く第3の科学として、シミュレーションによる計算科学手法が注目されている。

スパコンの神戸への誘致は、「神戸医療産業都市構想」における「知の集積」の一環として取り組んでいる。国内15都市による誘致活動が展開され、平成19年3月に神戸の立地、研究環境、交通アクセス、医療産業都市との連携可能性などを考慮して、最終的に立地が決

まった。

神戸医療産業都市は、平成23年度末には就労者4,900人（平成24年3月末、うち博士号所持者は600人）と215社を超える医療関連企業が進出・操業し、今日日本最大のバイオメディカルクラスターが形成されている。その経済効果は、平成17年度末に409億円であったが、平成22年度末には1,041億円と2.5倍に増加している（「神戸医療産業都市による平成22年度経済効果の推計について」、平成24年6月）。

平成22年、理化学研究所第3番目の神戸進出となる「計算科学研究機構」が開所し、医療産業都市で操業する企業や市内企業から、「京」による革新的な研究開発や生産過程の効率化、高度な製品の開発・設計・試作への活用が期待されている。

「京」の10ペタフロップス（1秒間に1京回の演算能力）のうち、5%が産業利用枠として企業に開放される。この5%は単純計算で500テラフロップスにもなり、後述する計算科学振興財団のミニスパコンの20倍以上の規模になる。

平成24年9月の「京」の本格稼動開始に先立ち、産業利用に係る公募が5月に開始され、神戸市内の企業も材料設計やアプリケーション

ン開発のために応募している。

本稿では、世界最高クラスの計算機資源「京」が神戸に設置されたことにより、何が変わり、わが国経済に何をもちたらずかを概観し、このスパコンを神戸の産業振興にどう活かすかについて考察する。

## 1.2. 企業活動の高度化

今日の企業活動は、革新的な製品やサービスが求められる知識集約型経済社会での熾烈な競争下にある。また、クラウドコンピューティングのように、ICTはあらゆる活動を支える不可欠なインフラとなった。加えて、マーケティングや製品開発に高度な解析力や計算精度が求められる、ハイ・パフォーマンス・コンピューティング（HPC）時代に移行している。

産業競争力は、市場での製品サイクルの短命化が進む中で、革新的なアイデアをいかに早く製品化できるかのリードタイムの確保にかかっている。産業競争力を保持するツールとしてスパコンは有用なのか。ものづくりを例に、スパコンを使って大規模並列計算する過程を以下に記す。

①製作しようとするモデルをCADで描き、②網を被せるように格子（メッシュ）切りで数式を当てはめる事前（プリ）処理を行い、③計算条件変数（パラメータ）を設定して、④スパコンに入力（ジョブ投入）、演算結果の生データが排出され、⑤演算結果を数式から画像で表す事後（ポスト）処理を経て、⑥データを蓄積（ストレージ）、⑦検索（データマイニング）、の流れとなる（図1）。かつては③④の工程を実験により試行錯誤していたが、現在はシミュレーションにより、最適化に要する期間とコストは軽減された。

これらの過程において、プログラムの書き換えや、計算結果を可視化（視覚化）、データ保存やデータベース化などの「スパコン関連ビジネス・バリューチェーン」が発生する。

## 1.3. スパコン利用の障壁

スパコンの産業利用の例として、米国の著名な投資コンサルタントのDEショウリサーチは、ニューヨーク中心部の高層ビルにスパコンセンターを設置し、タンパク質の化合物をシミュレーションで合成し、頻繁に特許申請する知的財産ビジネスを展開している。

しかし、海外先進国に比べて、大規模なシ

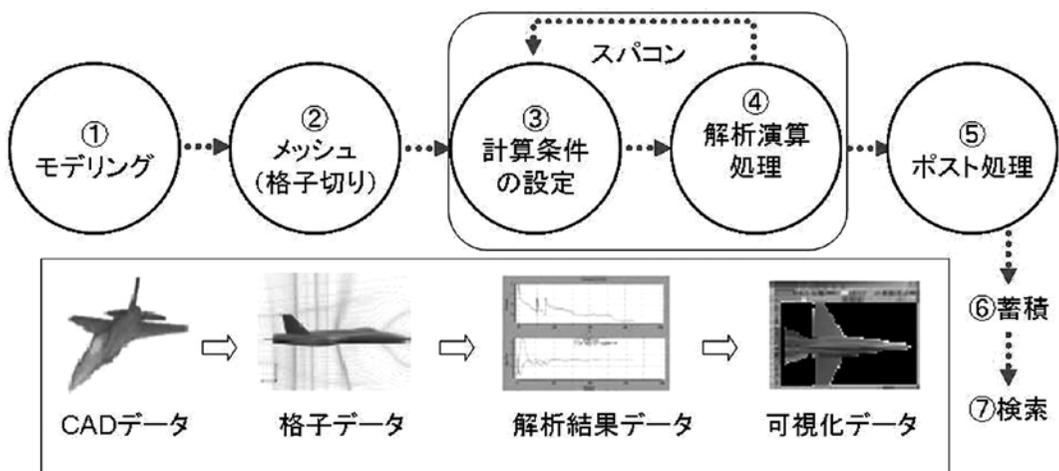


図1 設計分野での大規模並列計算を用いた試作の流れ

シミュレーションを駆使している日本の企業は、一部に止まっているのが現状である。この原因は何か。

産業競争力懇談会（COCN）が実施したもののづくり企業に対する調査（平成23年）によると、シミュレーションが製品開発に貢献していると認識する企業は5～20%程度に止まる。

その理由として、スパコンを使える人材の不足、ノウハウ不足、ハード（計算資源や付帯設備）やソフトにかかるコスト、等が導入障壁であるとしている。一方、計算値の精度向上など、スパコン技術への信頼性の課題もあげている。

シミュレーションに興味ある製造業向けアンケート「次世代スーパーコンピュータ利用にかかる進出意向調査（神戸市、平成22年）」でも、高度なシミュレーションを使わない企業は、「計算資源の不足」、「人材不足」が主な理由であった。

以上より、企業はシミュレーションの必要性は認識しているにも関わらず、自社へのスパコンの貢献度が定量化できないために利用しないのである。企業規模が小さいほど経営者に理解はなく、導入障壁は大きい。

この「意識ギャップ」は、平成7年頃にE-マニュファクチュアリング（製造工程のIT化）が導入され始めた時の企業経営者の反応に類似している（厚生労働省「企業規模別ME機器導入事業所割合」、平成10年）。

当時、NC（数値制御）旋盤などの工作機械は、大企業から導入が始まり、後に機器の価

格低下に伴い中小企業が一齐に導入し始めるバンドワゴン効果が生じた。

現在の企業は、「資産を持たない経営」により、当時の設備投資におけるバンドワゴン効果は期待できないが、スパコンのサービスの調達は、中小企業にも急速に拡大すると推測される。

## 1.4. 企業のスパコン需要要因

世界のスパコン「トップ500」の使用用途をみると、産業界の利用は6割あり、金融、ロジスティックス、サービスなど商業利用が製造業を上回っている（科学技術動向センター調査、平成23年）。しかし、日本では金融工学でのスパコン利用は進んでいるとは言い難い。

調査で特筆すべきは、使用用途が「特定なし」と回答した企業が多く、スパコンは不可欠と考える企業ほど使用実態を匿秘する傾向にある。

大企業も、オープンイノベーションの流れで、製品開発や技術を外部から提案公募する際に、求める仕様書にシミュレーションによる性能評価書の添付を義務付ける傾向がある。

一方、スパコンを活用している企業の外部計算需要と導入理由は、表1のとおりである。

企業は、計算資源を導入・拡張するコスト、スパコンの専門家の確保や育成にかかる負担を勘案して利用を決定するため、スパコン利用の分水嶺は、料金と使いやすさにあるといえる。

表1 スパコン利用企業における外部計算需要と導入理由

計算需要	導入理由
<ul style="list-style-type: none"> <li>・計算処理時間を短縮させたい</li> <li>・解析規模を拡大したい</li> <li>・社内の計算機需要がピークで外部計算資源を使いたい</li> <li>・公的機関による超並列計算のソフトウェアを使いたい</li> <li>・社内計算資源のトラブルのため代替計算機を使いたい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計算機資源が（CPU能力やメモリ、ディスク等）が不足している</li> <li>・有効なスパコンのアプリケーションソフトが見つからない</li> <li>・活用できる人材がいない</li> </ul>

## 2.1. 産業振興策

世界最高クラスの計算資源が神戸に集積している優位性を活かし、地元企業が産業競争力をつけるためには、企業のスパコン活用を支援する環境づくりが必要である。神戸市では、①スパコン関連企業誘致策と②産業利用推進策を展開している。

### ① スパコン関連企業誘致策（環境整備）

スパコン関連企業の誘致には、「京」周辺のスパコン利用を支援する環境の整備が必要である。まず、(1)スパコン利用を技術的に支援する企業（以下、技術支援企業という）を誘致し、併せて(2)スパコンを利用する企業（以下、ユーザ企業という）を対象に、展示会や学会などを通じて誘致活動をしている。

技術支援企業は、スパコン基盤ソフトの高度化や移植、独自ソフトの開発に長じているだけでなく、ユーザ企業からの計算・解析業務の受託を通じてニーズも把握しているため、技術支援企業を重点的に誘致することが、ユーザ企業の誘致促進とスパコン利用につながる。

「ネットワークを通じてスパコンにアクセスするクラウド型では、わざわざ神戸に進出する必要も無いのでは」と疑問視する声もあるが、FOCUS スパコンを利用中の関東の大手光学企業は、「ビッグデータは、ネットワーク間のデータ移送に時間とコストがかかると共に、プログラムの書き換えやチューニングを繰り返す必要が生じる。そのため、計算資源のある神戸に拠点は必要」と述べている。ここに、技術支援企業のビジネスチャンスが在る。

### ② スパコン産業利用推進策

神戸市は、計算科学振興財団と協力し、シミュレーションやスパコンを利用していない

企業に対して、企業向けのシミュレーションスクールや個々の企業の状況に応じた教育カリキュラム「テラーメード相談室」を実施している（詳細については、本号の安井論文（26頁～33頁）参照）。この結果、58社がFOCUS スパコンを利用している（平成24年5月現在）。

これまでの誘致活動の結果、技術支援企業6社、ユーザ企業7社の合計13社、4大学3研究機関が進出し、約400名が就業中である。今後も企業誘致に加えて、産業利用を促進する公的な団体や、大学の研究機関のサテライトキャンパス誘致に努めていく。

## 2.2. スパコン産業利用推進に向けた環境づくり

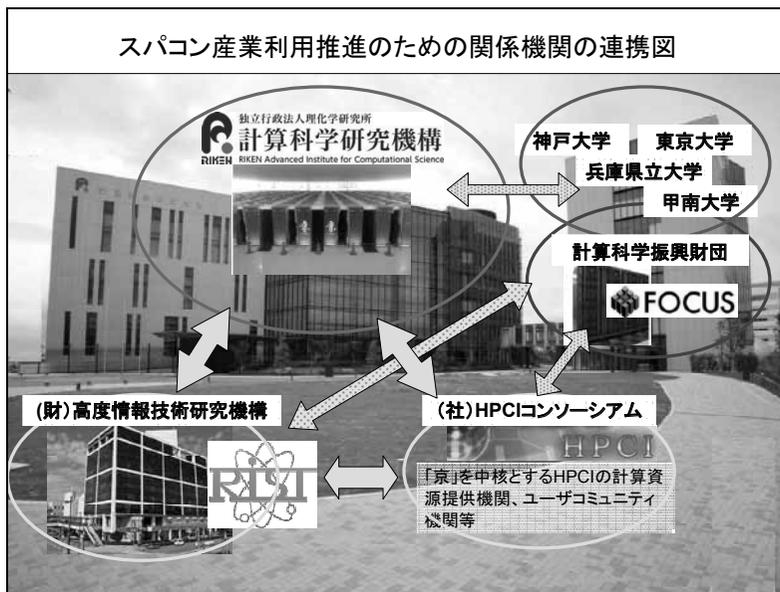
スパコンの産業利用を支援するための関係機関の推進体制は、「京」を設置する計算科学研究機構、「京」の活用を推進する登録機関である高度情報技術研究機構、スパコンユーザコミュニティのHPCI コンソーシアム、計算科学振興財団や地元の大学が連携する次頁の図になる。

### ① 独立行政法人 理化学研究所計算科学研究機構（AICS）

「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（略称「共用促進法」）」に基づき、「京」を設置し管理運営する組織である。戦略5分野のプログラムにおける研究やアプリケーション開発など、日本の計算科学の中核をなす（詳細については、本号の巻頭言参照）。

### ② 一般財団法人 高度情報技術研究機構（RIST）

「共用促進法」に基づく「京」の利用促進業務を行う、登録施設利用促進機関（略称「登



録機関))。平成24年4月より RIST 神戸センターで「京」の利用者の選定や利用支援などの利用促進業務を実施する。企業は、「京」を利用するにあたり、課題の公募申請と審査を経て利用できる(詳細については、本号の塩原・平山論文(18頁～25頁)参照)。

### ③ 一般社団法人 HPCI コンソーシアム

「京」をはじめ、全国の大学・研究機関のスパコンをネットワーク利用するにあたり(HPCI システム)、「HPCI システム構成機関」としての計算資源の提供や、スパコンユーザが利用者の視点で制度面・技術面からの提言を理研と文部科学省に対して行う一般社団法人(平成24年4月設立)。

### ④ 計算科学振興財団 (FOCUS)

産業界のスパコン利用を拡大するために、「京」の約500分の1の性能(22テラフロップス、1秒間に22兆回の演算性能)を持つ産業利用専門のスパコン「FOCUS」を活用して、技術高度化支援、実践的な技術者育成を目的とする財団(詳細については、本号の安井論文(26頁～33頁)参照)。

FOCUS スパコンは平成23年4月の稼動以降、高い利用率を保持している。その理由は、企業が大学のスパコンを利用する際に比べて、申請から実際の利用までが短時間、成果内容の公開は不問(企業名のみ)、利用料金が低廉、技術支援や指導が受けられるなど、高い自由度を持つためである。

### ④ 神戸大学統合研究拠点

平成22年4月に大学院システム情報学研究科を設置し、京速コンピュータ「京」を活用する計算科学に係る人材養成を実施している。隣接する計算科学研究機構との連携協力協定を締結し(平成24年5月)、「3次元可視化装置を活用した研究」「超並列固有値ライブラリ研究」の共同研究を開始した。

### ⑤ 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科

日本で唯一のシミュレーション学教育の大学院を設置し(平成23年4月)、社会科学と自然科学の体系的・統一的なシミュレーション教育により、シミュレーション実践能力の高い自立した研究者・技術者の育成を行って

る。同大学は、計算科学振興財団と連携協力協定を締結している（平成23年11月）。

### 3.1. HPC 展開にかかる世界の動き

スパコンの産業利用推進策は、海外で盛んである。世界の HPC をリードしてきた米国をはじめ、アジアや西欧諸国でも、次世代スパコン（エクサフロップス：京の百倍の演算性能）の開発プロジェクトのための政策投資が国家レベルで展開されている。

米国では、「京」を超えるスパコンが2012年6月に登場したほか、次世代スパコン開発が進行中である。中国は、第12次5ヵ年計画で、国産の50～100ペタフロップススパコンを複数設置する。韓国では、2011年「国家スーパーコンピューティング促進法」が成立し、省エネルギーのスパコンへの投資を促進するなど、各国のスパコン開発が加速している（表2）。

地域におけるスパコンを活用した地域産業振興策の例に、英国ウェールズ地方政府がある。

かつて神戸と同様に鉄鋼と造船の街であったウェールズ地方は、産業構造の転換に苦しみ、経済停滞が続いている。これを打開すべく、ウェールズ政府は2006年に「HPC ウェールズ」を設立し、ヨーロッパ最大のスパコン（日本製）を導入して「技術主導の市場をリードする」ために、産学協同でスパコンを活用した産業競争力の強化を図っている。

ウェールズ政府や EU 全体から5年間で24百万ユーロ（約24億円）、英国労働省から100万ユーロ（約10億円）の予算により、英国内またはヨーロッパ各国がどこからでもスパコン利用ができる予定である。

HPC ウェールズが推進する、地域の大学とローカル企業との共同研究開発例として、溶鉱炉の燃焼シミュレーション、インプラントデザインなどものづくりや医療分野での産業利用の他、スワンジ大学では、医療用レーザー企業とライセンス契約を締結し、シミュレーションを活用した生体組織へのレーザー照射治療法を開発するなど、着実な成果をあげている。

2015年までにスパコン設備、運用・保守費、産学向けスパコンの利用技術向上のためのトレーニング、各研究分野の連携や産業開発費として総額4,000万ポンド（約50億円）が予定されており、これにより約400件の新規雇用、10件以上の新規ビジネスを創出するなど、10年間で2,280万ポンド（27億円）の経済効果を生み出すことが期待されている（出典：富士通プレスリリース資料）。

### 3.2. スパコンによる成果

「京」や「FOCUS」による成果は、各方面から出始めている。以下に、神戸の産業界と大学からの成果を紹介する（但し、企業の利用内容については、特定できないよう脚色し

表2 各国の次世代スパコン開発状況  
(European Exascale Software Initiative レポート2012を元に作成)

	米国	中国	ヨーロッパ	韓国	インド	ロシア
政策・予算	大統領が100億円の次世代スパコン予算計上	中国製の50～100ペタスパコンを2015年に複数設置	EUで45億円の予算と15の次世代スパコンプロジェクトが進行中	国家スーパーコンピューティング促進法でHPC分野の投資促進	2017年に次世代スパコン開発に280億円予算計上	HPC技術開発に28億円予算支出(2010年)

ている)。

#### ① 企業におけるスパコン利用の成果

- ・磨耗しにくく、制動性能の高い、環境負荷の少ないゴム製品の開発
- ・スポーツ用具の空力特性向上
- ・計測・検査受託業務における実験装置とシミュレーションを組み合わせた解析精度の向上
- ・土壌改良に最適な農薬の開発と散布時期の最適化
- ・工業用ベルトの接合部分の解析
- ・津波被害評価シミュレーションサービス

#### ② 地元大学における成果

- ・スパコンを用いたフラグメント分子軌道法による超高速計算により、医薬品候補化合物とタンパク質の相互作用解析の高分解能化に成功

神戸大学大学院システム情報学研究科の田中教授は、「たんぱく質とその阻害剤の結合に対する高精度計算の結果は、タミフルやリレンザなどに代表される医薬品設計のための有用な情報や指針を与えてくれる。今後、スーパーコンピュータを活用して、理論解析が短時間で網羅的に可能になれば、その結果を実験データと比較することで、近い将来の発生が懸念されている、インフルエンザ・パンデミック（大流行）の事前対策などにシミュレーションが貢献できる。」と述べ、創薬デザイン効率化のためのプラットフォームづくりに期待している。

#### ③ コンベンション効果（計算科学関連学会開催の増加）

神戸での医療関連の学会開催数は、国内ではトップクラスを誇っている。これに加えて、計算科学関連の学会の開催が増加している。

平成23年の主な計算科学関連の学会として、計算科学研究機構国際シンポジウム（約350名）、計算化学生物情報学会（約600名）、CAE懇話会（約150名）などが開催され、コンベンション効果を生じている。平成24年も、日本機械学会、日本シミュレーション学会など様々な分野におけるスパコン関連の学会・シンポジウムが予定されている。

### 3.3. HPC ビジネス展開への各界からの期待

#### ① 製薬企業の声

製薬企業に浸透しつつある計算創薬（インシリコ）の可能性について、製薬企業のある幹部研究者は、「計算機創薬は、有用なリード化合物をいかに速く絞り込むかが重要であり、コストと時間を省くことを目標とする。また、臨床に動物を使わない動物愛護の点からも判断して有用であれば、経営者は導入を検討する。そのためには、計算機創薬による具体的な成果事例を出すことが不可欠だ。」

一方、製薬企業が計算創薬を利活用するにあたっての課題として、「創薬では、企業と大学・研究機関との連携は十分でない。計算機創薬でも研究成果について産業界への情報開示、橋渡し機能の充実が必要」と述べる。

#### ② スパコン関連のソフトウェア開発販売企業の声

進出ソフト企業が神戸でビジネスを展開する動機は、「京」や「FOCUS」の存在、医療産業都市企業や市内企業のシミュレーションユーザ拡大にある。

一方、地元 ICT 企業は、「京」から派生するネットワーク管理や、研究者のヘルプデスクサービス、可視化サービスなどの副次的なサービス需要に対する発注機会の拡大を期待

表3 神戸に進出したスパコン関連企業と地元 ICT 企業のトップの声

スパコン 関連進出 企業	A社	神戸には「京」や、「FOCUS」があり、今後は大規模なコンピュータシミュレーションを活用した最先端の研究開発の中心地となることを期待する。神戸の地から、自動車・航空宇宙・重工業・生命科学などの様々な分野における産業利用を支援していきたい。
	B社	ポートアイランドは、島全体で電力や回線が2重化されるなど防災・リスク回避が十分に考慮されており、IT企業にとっては最適な立地といえる。また、陸海空のアクセスのよさは、様々な分野の企業のビジネスにとって大きなメリットだ。
	C社	計算科学ベンチャーである弊社にとって、研究支援および自社ソフト研究開発のディスカッションを行うには最適な地である。また、医薬品メーカーも集積しており、医療分野の自社開発ソフトウェア販売、計算力提供サービスの営業拠点としても期待している。
地元ICT 企業	D社	弊社の提供できるサービスを基に、新たにスパコン関連産業の一翼を担うことができることができた。引き続きビジネス拡大を探っていきたい。スパコン関連ビジネスバリューチェーンの形成に期待を寄せている。
	E社	東日本大震災以降、企業のリスク回避に対する備えが高まり、安全性能評価のためのより高度なリスクシミュレーション需要が高まっている。ポートアイランドにある弊社も新入社員に計算科学を学ばせて、この需要に応えたい。

している。

神戸に進出したスパコン関連企業と、地元の ICT 企業のトップの声を表3に紹介する。

#### 4.1. 残された課題1－人材育成策－

本稿では、企業内の意識ギャップ、導入効果の定量化、解析・シミュレーションコストなど、スパコン利活用の障壁について概観してきたが、企業がスパコンを活用するには、「理解のための解析知識」から「活用するための解析知識（解析品質の理解）」が必要である（HPC 応用研究会，平成24年3月）。

そこで求められる人材とは、以下の3類型である。

- ① スパコンを開発できる人＝計算機科学分野の人材
- ② スパコンを使える人＝計算科学分野の人材
- ③ スパコンを活用できる人＝専門領域を超えて考えられる人材

特に③は、専門分野にこだわらず、企業内

で横断的な視野から提案できる人材をさす。

前述の製薬企業の幹部研究者は、「化学・物理・数学・計算機科学の専門分野を持つ研究者や企業人が、創薬にスパコンが活用できると考える学際的な『目利き』のできる創造的な人材の育成が不可欠であり、科学技術全体の教育においても、学際的な連携が必要」と警鐘を鳴らす。

米国で流体解析ソフトを開発・販売している企業のトップは、「スパコンをもっと若い世代に開放してはどうか。オークリッジやロスアラモスのスパコンセンターにはトレーニング機関が隣接しており、学生や若い企業人は一定のルールに従ってスパコンを利用できる。これが、新たなソフト開発に繋がっている。」と述べている。

大学も危機感を持っており、神戸大学は、「京」の1筐体を学内に設置して高度プログラム開発や並列化チューニングを行う、「ペタスケール・シミュレーション教育」プロジェクトを実施している。

神戸におけるスパコン関連の人材育成は、育成と活用の方が密接につながり、若い研究者が自由にスパコンに触れて研究できる「計

算科学トレーニング機能」や、新たなアプリケーションを発表する「スパコン活用コンテンツ」など、企業・大学や高等専門学校を含めた教育カリキュラムモデルとなりうる。

このなかから将来、アプリケーション開発のスペシャリストや「計算科学ベンチャー」が輩出することが望まれる。

## 4.2. 残された課題 2

### －神戸 HPC クラスタを目指して－

「京」においても、次世代スパコンの開発が進められており、数年先には「京」の百倍のエクサフロップスのスパコンが登場予定である。

しかし、神戸は演算性能競争に便乗していくのではない。地元企業を含め、日本企業が産業競争力を強化するための「神戸の強み」を創るのである。即ち、演算性能世界一から、競争力のある製品・サービス創出のためのスパコン利活用世界一をめざすべきである。従って、スパコン環境整備の次の段階として、以下のビジネスを確立する必要がある。

#### ① 可視化ビジネス

計算結果の可視化は、企業や研究所での共通理解に必須のツールであり、スパコンと付帯施設の整備を進める地域もある。例えば、米国ルイジアナ州では、スパコンに隣接して可視化センター（LITE）があり、可視化ビジネスが展開されている。今後、神戸でもこのようなビジュアルアナリティクス（画像分析）分野のビジネスが拡充していき、HPC クラスタの構成要素となることが期待される。

#### ② データ蓄積・保存・検索ビジネス

並外れた大規模並列計算ができる「京」では、膨大な計算結果が出される。計算科学研

究機構では、データを一時的に保存する大容量ストレージを設置しているが、保存場所の不足が予測されている。公的機関によるストレージは不足傾向にあるため、民間企業の先行投資によるストレージセンターの進出が望まれる。

①②のビジネスは、「スパコンビジネス・バリューチェーン」の一環であり、計算解析、可視化、ストレージビジネスのインフラが整備されれば、神戸でHPCのワンストップサービスが可能となり、競争力が向上する。今後、誘致対象企業にビジネス提案して、進出を促していく。

以上みてきたように、神戸のスパコンを活用した産業振興は、一地方の企業誘致策ではなく、既存産業と融合して新たな付加価値ビジネスを企業と共に創り出す、国家間の競争である。

# 新修 神戸市史

最新刊 第10巻

「歴史編Ⅱ 古代・中世」好評発売中

A 5判 全1100ページ 上製本箱入り 定価6,000円（税込み・送料別）

- 構成**
- 第1章 原始社会から倭王権へ
  - 第2章 律令国家の形成と確立
  - 第3章 神仏と交通
  - 第4章 神戸と災害
  - 第5章 貴族政治と平氏の台頭
  - 第6章 福原遷都と源平の争乱
  - 第7章 鎌倉時代の社会と文化
  - 第8章 南北朝の動乱と室町幕府
  - 第9章 兵庫津と荘園
  - 第10章 戦国の争乱と中世後期の文化・社会
  - 第11章 古代・中世の文化財

## 内 容

古代における政治過程や交通の歴史、また大輪田の泊の姿、中世の日宋貿易や日明貿易の舞台となり、国内交通の要衝として繁栄した兵庫津の有様などを、最新の成果を盛り込んで紹介します。

また、神戸が戦場となった一ノ谷合戦や湊川合戦をはじめ、悪党の襲撃、室町・戦国の争乱などの惨禍と、そこから立ち上がる人々の姿を描きます。

そして先年阪神・淡路大震災を経験しましたが、古代・中世の自然災害を分析していることも本書の特色です。

**既 刊** 好評発売中（定価は税込み）

「歴史編Ⅰ 自然・考古」、「産業経済編Ⅰ 第1次産業」、「歴史編Ⅲ 近世」、「歴史編Ⅳ 近代・現代」（以上定価各5,000円）、「産業経済編Ⅱ 第2次産業」、「行政編Ⅰ 市政のしくみ」、「行政編Ⅱ 暮らしと行政」、「産業経済編Ⅱ 第2次産業」、「行政編Ⅲ 都市の整備」「歴史編Ⅱ 古代・中世」（最新刊）（以上定価各6,000円）

◎市史の詳細・目次は 神戸市文書館ホームページをご参照ください

<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/06/014/Kankoubutuhtml/kankoubutu.html>

**発 行** 神戸市 新修神戸市史編集室（神戸市文書館）

☎651-0056 神戸市中央区熊内町1-8-21 ☎078(232)3437 Fax078(232)3840

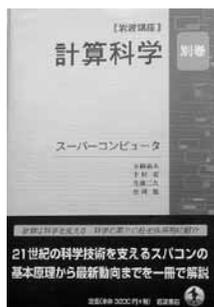
**お申込先** 田中印刷出版(株)内 みるめ書房

☎657-0845 神戸市灘区岩屋中町3-1-4 ☎078(871)0551 Fax078(871)0554

主要書店にても好評発売中



スーパーコンピュータ (岩波講座 計算科学 別巻) 小柳義夫, 中村 宏, 佐藤三久, 松岡 聡著



岩波書店  
本体3,200円+税

本書は、岩波講座「計算科学」全6巻の別巻として出版されたものである。科学界では、「計算」は「実験」「理論」に並ぶ第三の柱として「計算は科学を変える」とされており、計算科学は、コンピュータ・シミュレーションや大規模なデータ解析を主要な手法とする研究分野であり、科学全体にかかわる横断的かつ総合的な科学とされている。このような研究には大規模な計算が不可欠であり、計算科学はコンピュータの発展とともに成長を遂げてきた。本書では、計算科学の主要な道具であるコンピュータシステムについて、その基本原理を解説するとともに、最新の技術動向についてわかりやすく解説したものである。

具体的には、第1章「コンピュータの基本原理」では、効率のよいプログラムを作成するうえで、演算処理などの基本原理を説明している。第2章「スーパーコンピュータの高速化手法」では、60余年で10兆倍の高速化を実現したコンピュータのシステム技術の進歩を概説している。第3章「スーパーコンピュータをどう活用するか」では、高度化するハードウェアを使いこなすコンパイラ（コード変換プログラム）やミドルウェア（OSと各アプリケーションの中間で機能するソフトウェア）の発展を概説している。第4章「スパコンの進化とエクサフロップスに向けた課題」では、次代に開発が期待されるコンピュータ処理能力であるエクサフロップス（1秒間に100京回）に向けての技術的障壁と、それを乗り越えるための技術的可能性を概説している。

神戸市に整備される京をはじめとしたスーパーコンピュータを活用して、新物質開発、医療、防災分野などや、それらを通じた産業誘致、地域発展を目指す方々にとって、計算科学やスーパーコンピュータについて理解を深めることは不可欠であり、本書を参考としていただきたい。



絵でわかるスーパーコンピュータ

姫野 龍太郎著



講談社  
本体2,000円+税

本書は、世界一の計算速度を持つスーパーコンピュータとして今年9月に稼働する「京」の開発当事者が、専門家以外にはわかりにくいスーパーコンピュータの技術と可能性について、絵コンテも活用しながらわかりやすく解説したものである。

具体的に第1章「スーパーコンピュータとは何か」では、一般的なコンピュータやパソコンとの違いについて説明されている。第2章「スーパーコンピュータはなぜ重要なのか」では、行政刷新会議で話題になった「世界一になる理由は何があるのでしょうか？2位ではだめなんでしょうか？」という問いを念頭に置いて、利用する技術と自国内で開発するという2つの側面からスーパーコンピュータの重要性について説明されている。また第3章「世界最速スーパーコンピュータ『京』」では、京の開発プロジェクトの経緯や基本的性能、さらには他のスーパーコンピュータと比較して、速度、効率性、安定性などの面でどのように優れているのか等について説明がされている。第4章「『京』で何ができるようになるか」では、生命科学、医療、ナノ・サイエンス、津波シミュレーション、長期気候変動と気象、ロケット、天文など具体的な利用方法が例示されている。第5章「『京』の先へ」では、今後のスーパーコンピュータの開発や利用の方向性が説明されている。

本書を読むと、京のようなスーパーコンピュータの登場が、単に計算速度が速くなるというだけでなく、これまで分析できなかった事実や新たな物質、製品開発にもつながるということができ、新産業誘致や防災担当者など幅広い分野の方々にお勧めしたい。



### 第3の科学-コンピュータ・シミュレーションが拓く産業の明日- スーパーコンピューティング技術産業応用協議会編



アドバンスソフト  
本体3,000円+税

本書は、ソフトウェアの産業応用をはじめとするスーパーコンピューティング技術の産業への普及を推進することを目的とする団体が、国に対して政策提言を行うことを目的にワーキンググループを設置し検討を進めてきた成果をとりまとめたものである。

具体的には、まず第1章「海外におけるコンピュータ・シミュレーション技術の研究開発・活用の現状」では、海外におけるコンピュータ・シミュレーション技術の開発体制や航空宇宙産業、化学産業、自動車産業などにおける活用事例などが紹介されている。第2章「わが国のソフトウェアの現状」では、ナノ・バイオ分野や流体分野等でのアプリケーションソフトウェアの現状やソフトウェア開発に関する国家プロジェクトが紹介されている。第3章「わが国のソフトウェア開発のあり方」では、わが国が欧米と比較してソフトウェアの開発が遅れているという現状認識から、遅れている原因や知的所有権に関する問題などを指摘し、今後のわが国のソフトウェア開発をどのように進めていくべきかについて検討を行っている。第4章「わが国のソフトウェア開発ロードマップ」では、わが国にとって重要性の高いソフトウェア開発について、開発の進め方等について政策提言を行っている。

21世紀型産業とされ成長が期待されるナノバイオ産業などは、コンピュータ・シミュレーションによる研究開発が不可欠であり、新たな産業を育成・誘致・支援する関係者にとっては、その鍵を握るスーパーコンピューティング技術の現状や今後の方向性を理解しておく必要があり、本書を参考にさせていただきたい。



### 産業界におけるコンピュータ・シミュレーション スーパーコンピューティング技術産業応用協議会編



アドバンスソフト  
本体4,762円+税

コンピュータの驚異的な発展に伴い、科学技術や産業技術の世界においてコンピュータ・シミュレーションの重要性が急激に増大している。コンピュータ・シミュレーションが理論、実験に次ぐ「第3の科学」として位置づけられている。多くの科学技術、産業技術は、コンピュータ・シミュレーションによって支えられており、しかもその役割は加速度的に増大している。

本書は、スーパーコンピューティング技術産業応用協議会が継続的に実施している「スーパーコンピューティング・セミナー」で発表された内容をとりまとめたものであり、会員各社のコンピュータ・シミュレーションの活用事例を中心に、幅広い産業分野におけるシミュレーションの実態が紹介されている。アカデミック分野における活用事例などは、多くの学術誌や専門書などで紹介されているが、産業界におけるコンピュータ・シミュレーションの活用事例については、これまで十分に紹介されてこなかったこともあり、本書は他の文献の内容とは異なるユニークな内容となっている。

具体的には、コンピュータ・シミュレーションの活用について、デジタルエンジニアリング（トータルの製品計画・設計・製造・出荷・メンテナンスの流れをコンピュータ管理すること）や半導体の研究開発、物質・材料設計シミュレーション、生体・医療シミュレーション、大規模建物内の空調・火災シミュレーションと最適解探索、自動車開発等における活用事例が、研究者、企業における技術開発担当者などから報告されている。

産業界における研究開発において、コンピュータ・シミュレーションは広く浸透しており、企業関係者や自治体における産業振興担当者等に本書をご覧いただき、様々なシミュレーションを可能とするスーパーコンピュータを活用した新たな産業が生まれることにつながっていくことを期待したい。

# ドイツマルク債と為替差益

公益財団法人神戸都市問題研究所研究員 大森光則

## 大きく報道された為替差益

震災前の神戸市は、株式会社神戸市役所と羨望とも揶揄ともとれる評価を得ていた。その理由は、ポートピア81（地方博覧会）で100億円の収益を上げたことや、さらにマルク債の償還で100億円の差益を得たというものであった。

神戸市は、1989年の1月～2月のドイツマルクの円に対する相場が下がり始めたときに為替先物予約を入れ、ドイツマルク債（以下、マルク債という）で約8,700万円の為替差益を得た。同年6月10日の神戸新聞は、この間、神戸市が「手にした差益総額は143億5千万円」と報道した。この神戸新聞の報道は、「都市経営は今」という連載ものであり、神戸市都市経営が商売上手や儲け主義との誤解や批判をされる契機になった。しかし、この当時のマルク債収支の実際は、固定相場制から馴れない変動相場制のなかで、当初約40億円の為替差損に見舞われている。

戦後、神戸市が発行した外貨地方債（以下、外貨債という）は、マルク債の11回やスイス

フラン債の7回など計24回になる。その内、第1回～第5回までのマルク債で先に述べたように為替差損となった。第1回～第3回マルク債は、3年据置で12年賦払、第4回マルク債は5年据置の10年賦払であった。また第5回マルク債は、5年後の一括償還であった。当時の相場は、1968年に90円、1969年～1972年に98.36円～95.58円であったものが1973年には103.57円に、1974年には124.80円に。そして、1976年には124.12円と高騰していった。その結果、90円で借りたものを125円で返さなければならず、これに懲りた神戸市は、為替変動のリスクを回避する手段として、為替先物予約の活用やスワップを取り入れることになった。

## 実際の為替収支は319億円の黒字

為替先物取引は、1987年に発行した第5回マルク債から導入された。別表にある入金レートとは、外貨債を発行したときのものであり、為替予約レートは返済時と理解すればよい。

第5回マルク債の欄を見れば、レートの入金が124.39円で為替予約が129.76円であり、

別表 ドイツマルク債と為替差益

(2001年10月末現在)

区分	第5回 マルク債	第6回 マルク債	第7回 マルク債	第8回 マルク債	第9回 マルク債	第10回 マルク債	第11回 マルク債
発行額	5千万DM	1億DM	1億DM	1億DM	1億5千万DM	1億DM	1億2千万DM
償還日	1980.6.1	1983.6.1	1987.6.1	1986.7.1	1989.10.1	1990.7.1	1993.6.1
為替予約レート	129.76円	93.24円	84.52円	88.06円	81.84円	85.95円	76.67円
入金レート	124.39円	115.48円	115.64円	98.49円	123.12円	122.84円	94.03円
為替差益	△268百万円	2,224百万円	3,112百万円	1,043百万円	6,192百万円	3,689百万円	2,083百万円

区分	第1回 スイスフラン債	第2回 スイスフラン債	第3回 スイスフラン債	第4回 スイスフラン債	第5回 スイスフラン債	第6回 スイスフラン債	第7回 スイスフラン債
発行額	1億SF	1億SF	1億SF	1億SF	1億SF	1億5千万SF	2億4千万SF
償還日	1991.7.22	1992.5.25	1994.11.5	1997.2.16	1997.9.17	1998.7.6	2001.7.29
為替予約レート	97.10円	89.34円	84.76円	83.52円	79.73円	79.94円	76.00円
入金レート	111.00円	121.16円	97.23円	99.61円	95.15円	88.86円	90.34円
為替差益	1,390百万円	3,181百万円	1,297百万円	1,609百万円	1,541百万円	1,337百万円	3,442百万円

(出典) 神戸市行財政局資料より

なぜ差損を承知で予約を入れたのかということだろうが、実際は為替変動のなかで相当の差損を出しており、この時点の有利なレートで予約し、これまでの損失を確定させたものである。言いかえればこれ以上の損をさせないことを確定させたということであろう。

その後は、為替変動のリスクを回避し、第6回マルク債以後、第7回スイスフラン債までの神戸市の為替収支は、2001年10月末現在で実に318億8,700万円の差益を得ている。

### ■ 為替変動とリスクヘッジ

外貨債発行の最大のリスクは為替変動にある。外貨債を発行して償還の際に円が外貨に対して安くなれば差損が生じ、逆に高くなれば差益が生じる。しかし、自治体における外貨債発行の目的は、リスクを持ちながら為替差益を狙うという投機ではなく、大量の資金を調達することにある。だからといって、逆に差損を生じさせてもよいというものでもない。そのためにリスクヘッジを行わなければならないし、ここが苦心のしどころである。

リスクヘッジの方法としては、先物為替予約やスワップがある。いずれの方法も神戸市では採用している。先物為替予約は、利子や元金の一部について、支払い時点での円と外貨の交換レートを予約することである。例えば2年先に支払う外貨の内の一部について2年後の為替相場に関係なく現時点でのレートを決めて予約を行うことであり、2年後、円安になってもその予約したものについて差損が生じないということである。ただ、当然のことながら今以上に有利なレートになっても適用されず差益は生じない。外貨債は償還によって損をしないということであり、リスクヘッジが優先される。もう少し具体的に言えば、外貨債の担当部署は、常として為替レートに注意を払い、有利なレートと判断した際に国内金融機関（主に指定銀行）を通じて予約を発注する。そして、その判断によって、別表に見られるように為替差益が生じる場合がある。

また、スワップは、外貨債発行の時点で、

元金・利子の支払いについて先物為替予約をするようなもので、神戸市では、1989年のユーロ・ドル債で初めてスワップによる契約を行った。この方法は発行時点で、元金・利子の将来の支払いのすべてが円建てで確定するので、一切の為替リスクはない。

### ■ 神戸市の財政運営にとって貴重な経験

外貨債はどこの自治体でも発行できるわけではない。戦後の外貨債の発行は政府保証が付されているが、「外資受け入れ法に基づく政令」がその根拠となっている。さらに、自治体や地方公営企業法に基づき国内と同様の手続きが必要であり、加えて総務大臣の許可を受けなければならない。また、外為法により財務大臣へも届け出なければならない。そのうえで外貨債を発行できる自治体（東京都、横浜市、大阪府・市、神戸市）や対象事業が限定されており、そのほとんどが臨海部の埋立などによる開発事業、地下鉄建設、下水道敷設などの都市基盤の整備事業となっている。

その外貨債も1995年の第5回ユーロ・ドル債以降にその発行はない。他の自治体もそうである。しかし、東京都は2001年3月に発行以降中断していたが、2004年11月にユーロ・ユーロ債（€1億6千万）を政府無保証債として発行し、その後も本年1月のユーロ・ドル債（\$6億5千万）まで5回発行している。主に副都心開発や地下鉄建設での資金調達である。今後、神戸市においてこのような事態が来るのかどうかかわからないが、この外貨債発行は、神戸市の財政運営にとって貴重な経験であったことはまちがいない。

#### 参考文献

- ・高寄昇三『宮崎神戸市政の研究・第2巻』勁草書房、1993年
- ・地方債に関する調査研究委員会『地方公共団体の外債発行の現状と課題』財団法人地方債協会、1989年
- ・大森光則、伊多波良雄「外貨地方債の政府保証とメリット・デメリットに関する研究」同志社大学政策科学研究第11巻（第1号）2009年に所収

## ■ 関西広域連合

関西広域連合は、地方自治法に定められる広域連合（地方自治法（以下「法」という。）第284条第1項）として設立されたものである。広域連合は、特別地方公共団体の一種であり、普通地方公共団体及び特別区は、その事務の中で、広域にわたり処理することが適当である事務に関して、広域計画を作成し、その実施のため広域連合を設けることができる（法第284条第3項）。

関西広域連合は、平成22年12月1日に設立され、当初は、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、和歌山県、鳥取県、徳島県の2府5県で構成（以下、関西広域連合を構成する自治体を「構成団体」という。）されていたが、平成24年4月23日に大阪市と堺市が加入した。

広域連合の組織は、地方自治法の都道府県に関する規定等が準用（法第292条）されるため、普通地方公共団体と同様、議事機関である議会（関西広域連合議会）と、執行機関である長（連合長）が設置されるが、関西広域連合では、構成団体の多様な意見を的確に反映するとともに、各分野の事務事業を迅速に推進するため、構成団体の長が各分野の担当委員となる「広域連合委員会」を

設置している。

関西広域連合では、広域的な行政課題のうち、基礎自治体や府県よりも広域の行政体が担うべき事務を実施しており、関西広域連合規約第4条に定められている。具体的には、①広域防災、②広域観光・文化振興、③広域産業振興、④広域医療、⑤広域環境保全、⑥資格試験・免許等、⑦広域研修の7分野の事務と、広域にわたる行政の推進にかかる基本的な施策の企画及び調整に関する事務である。

また、平成22年12月4日に、関西広域連合に「国出先機関対策委員会」を設置し、早期に移管を求めるべき国出先機関として、近畿経済産業局、近畿地方整備局、近畿地方環境事務所の3機関を挙げ、権限・財源・組織を一括して広域連合に関する「丸ごと」移管を提案している。国においても、現在、国出先機関の移管に向けた法令の検討が行われている（平成24年5月時点）。

現在、神戸市及び京都市の関西広域連合への加入に向けた手続きが進められている。

## ■ 神戸市外郭団体派遣職員への人件費違法支出損害賠償等請求訴訟 最高裁判決

地方公共団体が職員を公益的法人等の業務に専ら従事させるための制度を整備するため制定された公益法人等への一般職の地方公務員の派遣等に関する法律（派遣法）は、派遣職員の給与は原則として派遣先団体が支給し、要件を満たす場合には地方公共団体が支給できると定めていたが、派遣先団体が派遣職員に支給する給与の原資となる補助金等を派遣先団体に支出する地方公共団体も多かった。

神戸市のこのような補助金等の支出が派遣法に反するとして派遣先団体への不当利得返還請求と市長への損害賠償請求を求める住民訴訟が提起され、神戸地方裁判所は請求を認める判決を言い渡した。しかし、数十億円もの請求をした場合、派遣先団体の財政運営に支障が生じ、市民生活にも影響が生ずるため、神戸市会は、従来の裁判例等を参考として、本件住民訴訟の対象の請求権を放棄する条例を議決したところ、大阪高等裁判所判決は、この議決は議決権の濫用で無効だとした。

平成24年4月20日の最高裁判所判決は、このような補助金等の違法性について判断した裁判例がなかったことなどから過失がないとして市長の損害賠償義務を否定し

た。また、住民訴訟の対象の請求権を放棄する議会の議決は、財務会計行為等の性質、内容、原因、経緯及び影響、議決の趣旨及び経緯、請求権の放棄又は行使の影響、住民訴訟の係属の有無及び経緯、事後の状況その他の諸般の事情を総合考慮して放棄が不合理で裁量権の逸脱又は濫用に当たるときに放棄は無効となるとの基準を示して本件放棄は有効であると判断し、住民の請求を棄却した。

本件最高裁判所判決の補足意見は、複雑多様な財務会計行為を規制する会計法規も多岐にわたり、その適法性の判断が容易でない場合も多い中、地方公共団体の長が自己又は職員のミスや法令解釈の誤りにより結果的に膨大な個人責任を追及されることは柔軟な職務遂行を萎縮させ、通常の個人の責任論の考えからは説明困難であるから、損害賠償を負う場合や範囲を限定する方法もあり得ると指摘している。住民訴訟の対象の請求権の議会の議決による放棄を法改正で制限すべきだという一部の学説があるが、この判決からすれば、そもそも住民訴訟による責任追及の制度の見直しが迫られているものといえ、今後の法改正の動向が注目される。

## ■ 改正特定非営利活動促進法（NPO 法）施行

昨年6月に成立した、財政基盤の強化を支援するための「認定NPO法人」の要件緩和・認証制度の使いやすさと信頼性の向上・監督既定の整備などを柱とした改正特定非営利活動促進法（NPO法）が、本年4月1日から施行された。

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災の救援活動に、延べ150万人ものボランティアが全国各地から駆け付けた。災害ボランティアは社会現象となり、この年は、「ボランティア元年」とも呼ばれた。その後、1997年の重油流出事故を初めとして、全国各地で災害ボランティア活動が波及していった。

この市民による自発的な支援活動が注目を集め、1998年に、ボランティア活動を支援する新たな制度として、市民団体やボランティア団体の法人格取得を容易にするための「特定非営利活動促進法」（いわゆるNPO法）が施行された。この法律に基づいて、認証を受けたNPO法人の数は、2011年12月末時点で44,291法人に上っている。東日本大震災後の復興支援においても、多数のNPO法人が活躍している。

しかし、NPO法人は資金的に財政難で、寄付収入を増やすことが大きな課題となっていた。また、税制優遇で寄付が受けやすくなる「認定NPO法人」制度の利用は少なく、2012年1月1日時点で242法人（NPO法人全

体の約0.55%）しかなかった。その理由として、事業収入のうち寄付が5分の1以上という厳しい認定要件がある上、申請手続きも煩雑で、認定のハードルは高かったことが指摘されていた。

そこで、今回の改正では、将来に向けて認定NPO法人を大幅に増やし活発な活動を促す目的で、「3千円以上の寄付者が100人以上」などを要件に加え、認定の要件を緩和した。また、認定機関を国税庁から、より身近な都道府県と政令指定市に移管し、手続きの迅速化も図った。さらに、設立5年以内のNPO法人を対象に、「3年間の仮認定制度」も導入された。

同時に、税制改正法が成立し、認定NPO法人に寄付した場合、寄付金の最大50%を納税額から差し引ける措置も導入された。このように、NPO活動を支えていくための寄付を促す法改正が実現したことによって、日本に寄付文化が根付く仕組みが整ってきたといえ、昨年は「寄付元年」とも呼ばれた。

今後、認定NPO法人への寄付の増加によって、財政基盤が安定すれば、自立を促すことにもつながる。一方、NPO法人側にも、活動や会計内容について信頼性、透明性を高めるとともに、独自性のある主体的活動が求められる。

## ■ 改正郵政民営化法成立

小泉政権下の2005年度に、国営郵政3事業の民営化を目指す、郵政民営化法及びその関連法が成立した。郵政民営化法では、郵政3事業とは郵便、簡易生命保険、郵便貯金の3事業で、民営化により郵便は郵便事業株式会社、郵便貯金は株式会社ゆうちょ銀行、簡易生命保険は株式かんぽ生命保険に引き継がれた。また、郵便局の窓口事業を郵便局株式会社が引き継ぎ、これら4社の親会社として持ち株会社の日本郵政株式会社が置かれた。これを受けた2007年10月の分社化に伴って、縦割りで配達員が貯金や保険を取り次げないなど、サービスの低下が課題となった。

この郵政民営化法を見直す改正案が、本年4月27日の参院本会議で、議員立法で共同提出した民主、自民、公明3党などの賛成多数で可決、成立した。改正法の主なポイントは、次の3点である。一つ目は、窓口業務の郵便局会社と集配業務の郵便事業会社が合併して新たに「日本郵便株式会社」となり、現在5社の日本郵便グループが4社体制に変更されることである。二つ目は、日本郵政が100%保有するゆうちょ銀行、かんぽ生命保険の株式については、郵政民営化法では17年9月末までの全株

処分を義務付けていたが、「全部を処分することを目指す」との努力規定に改められたことである。期限は、「できる限り早期に処分する」として明示されず、処分は日本郵政が経営判断として行うこととなった。これにより、小泉政権の完全民営化路線は修正されることになった。三つ目は、日本郵政株式会社と「日本郵便株式会社」に、郵便業務及び貯金・保険の基本的サービスを、郵便局で一体的に提供する責務を課したことである。

また、改正案の成立により、政権交代後に凍結された郵政グループ株式の売却が可能となる。政府は、100%保有する日本郵政株を3分の1超を残して売却することが可能となり、売却益は東日本大震災の復興財源に充てられる。

改正案の成立後、日本郵政社長は、郵便会社と郵便局会社を早ければ、本年10月にも統合し、分社化の弊害を取り除き、郵便事業を黒字化して再生を図りたいとした。その際には、ゆうちょ銀行とかんぽ生命保険の金融2社の新規業務への進出がカギとなると考えられる。しかし、政府出資が残ったまま新規業務を認めることに、「官業による民業圧迫」との批判が根強く、道筋が見えない。

## ■ 格安航空会社（LCC）

平成24年3月1日、全日本空輸が出資する格安航空会社（LCC: Low Cost Carrier）のピーチ・アビエーションが関西国際空港を拠点として運航を開始した。次いで、同年7月3日には、日本航空が出資するジェットスター・ジャパンが、同年8月1日には、全日空系のエアアジア・ジャパンがそれぞれ成田空港を拠点に運航を開始する。日系LCC 3社が相次ぎ就航する平成24年は「LCC元年」といわれる。

LCCは、効率的な運営により低価格の運賃で運航サービスを提供する航空会社を指す。欧米における、内外航空会社が路線や便数を自由に決められる航空自由化（オープンスカイ）を契機に登場し、世界的に航空規制緩和が進む中で各地に数多く誕生してきた。

一般に、LCCは、低コストを実現するために、既存の大手航空会社とは異なるビジネスモデルを採用している。具体的には、特定区間に絞り込んだ路線の設定、使用機種の一貫、大都市周辺の2次（セカンダリー）空港や使用料の安いLCC専用ターミナルの利用、機内サービスの簡略化（機内食の廃止や有料化等）、インターネットなどを利用した航空券の直接販売、人件費の節減、な

どが挙げられる。また、機体の空き時間を極力少なくする多頻度・高効率運航を行うことも、格安運賃を可能にした。

就航が相次ぐLCCを支援するため、国土交通省は、海外に比べ厳しいとされる空港での規制を緩和する。到着直後の乗客乗降中の給油など、日本では安全面から、航空会社内の安全マニュアルなどで「原則禁止」としていたが、LCCは、空港での駐機時間を短縮し稼働率を高めるため、機内に乗客がいる状態で給油を行っている。このため、同省は、乗降中の給油の明文化など、平成24年度中に通達や規則を改正することとした。

同省が参入を支援する理由として、訪日客増加への期待に加え、発着枠が平成26年度に年30万回まで拡大する成田空港を主舞台に、航空自由化が本格実施されるためだとの意見もある。

LCCは、既存の大手航空会社が事業に参入するケースや、シェアを伸ばし急成長する企業がある一方で、事業停止や経営破綻に追い込まれた企業も多い。

日本で定着するのかどうか、国の支援体制、各社の経営努力、消費者の反応が注目される。

## ■ 企業年金消失事件

今年2月、投資顧問会社のAIJ投資顧問が、企業年金から運用受託していた約2,000億円の大部分を消失させていることが証券取引等監視委員会の検査でわかった。同投資顧問は02年ごろに本格運用を始めたが、相場変動に左右されずに安定して高い収益を上げる絶対収益の獲得を目指す運用戦略を掲げ、受託資産を急速に増やしてきた。昨年9月末時点で、124の企業年金から1,984億円の資産を受託していた。ところが運用実態は、リスクの高い金融派生商品等への投資に失敗し、数年にわたって運用失敗について虚偽報告をしていた。

企業年金には、確定拠出年金、確定給付年金、厚生年金基金、適格退職年金があり、企業従業員が出した年金資産を、運用を受託した投資顧問会社、信託銀行、生命保険会社で運用を行っている。1990年に投資顧問会社が運用を行うことができるようになった。当時は多くの資産を安全性資産で運用する規制があったが、バブル経済崩壊後、低金利時代が続いたこともあり規制緩和が行われ、株式など高リスク資産での運用の割合が大きくなったが、株式市場の低迷もあり、運用成績は低迷した。また、運用面でのスケールメリットを狙って公的年金の一部の運用を代行する企業年金もあるが、厳しい運用環境により、予定利率を下回る運用しかできず、逆に負担が増える結果となった。そのため、大手企業などの比較的財務状況の良い年金基金は、00年代に入って公的年金の

代行を返上する動きが増えた。一方、財政状況が悪い「総合型」と呼ばれる複数の同一地域内の中小企業もしくは同業種の企業が集まって設立した基金では、代行を返上する原資もなく、ますます財政状況を悪化させていった。そんな中で、表面上は高い成果を出していた同投資顧問が運用に苦む総合型年金基金に対して営業活動を行い、一気に運用成績の挽回を図ろうとした年金基金も同投資顧問に運用を頼って、大きな損失を負うことになった。

企業年金の現状は厳しい。厚生労働省の資料によると、約600ある基金のうち、純資産が解散するうえで最低限保有していなければならない「最低責任準備金」を下回る基金が31基金、積み立て水準が著しく低いと厚生労働省に指定された基金が12基金あった。また、各年金基金担当者には金融専門家が少なく、委託先や運用への評価を行うための体制が不十分との指摘がある。

厚生労働省では、「厚生年金基金等の資産運用・財政運営に関する有識者会議」を発足させ、運用規制、財政運営、厚生年金基金制度のあり方について検討を進めている。一方で、運用難の時代にいまだに予定利率を5.5%としている基金が全体の9割を占めるなど運用実態に合わない基金運営をしているところも多く、掛け金増額や支給額の減額など加入者の痛みを伴う改革も同時に必要だとする指摘もある。

## ■ ガチャ商法

ガチャ商法とは、一部の携帯電話等を媒体としたネットワークゲームなどで導入されている、一定の料金の対価としてネット上の仮想アイテム（例：戦闘ゲームの武器など）を賞品・景品として提供する有料サービスを批判的に指したものである。「ガチャ」とは、駄菓子屋等の店先に置かれている子ども向けのカプセルトイを販売する自動販売機の俗称だが、ネットワークゲーム等で使う特定のアイテムを一定の確率によりランダムで出現させて利用者に仮想の賞品・景品として提供するシステムが、上記自動販売機の仕組み（どんな商品が出てくるか未確定）と外見上似ていることから名付けられた。アイテムを一回引く操作をするたびに、数十円から数百円の別料金が発生するようになっており、別料金を払わなければ手に入らない魅力的なアイテムが手に入るかも知れないといった射幸心を強く煽るものが多く、経済観念や金銭感覚が身についていない子どもが利用することで、料金を負担する保護者に高額な請求が行われる場合もあるなど、社会問題化している。

当該ゲームには、通常ガチャ（1回ごとにアイテムを引く）と、コンプリートガチャ（指定されたカードを揃えて希少なアイテムを入手）という種類のものがある。コンプリートガチャの場合、入手したいアイテムを得るために、短時間に連続操作を行うことで、10万円や20万

円の料金がかかる場合もあり、ギャンブル等における「総合わせによる景品提供」にきわめて似ており、以前から違法性の存在を指摘されてきた。

社会問題化するにつれ国も規制に向けて動き、本年5月に、消費者庁が「コンプリートガチャシステムは懸賞にあたる」との見解を発表し、業界に対してこの仕組みを使ったビジネスに対して中止の要請を行う方針を表明した。その動きを受けて、業界も自主的に廃止を行うことを決め、今後、新規のゲームにコンプリートガチャシステムを搭載しないようにするとともに、既存のゲームにおいても、同システムを使用しないよう対応せざるを得なくなると思われる。

ただ、店頭自動販売機や、ゲームセンターなどに設置されている賞品・景品が獲得できるゲームは、景品表示法を始めとした各種法令により、利用者が支払う費用と景品の価格、出現する確率などがある程度定まっており、それを超えるものについては賭博禁止法で制限されているが、仮想上の賞品・景品を獲得できるゲームを包括的に規制する法制は未整備であり、コンプリートガチャシステムが禁止されたとしても、規制の抜け穴を狙った新たな商法が開発される恐れは残っている。高額料金請求など社会問題が起こらないよう、行政、業界等による一体的な取り組みが必要である。

## ■ 熊本市が政令指定都市に

平成24年4月1日、熊本市は全国20番目の政令指定都市となった。平成22年の相模原市以来の政令指定都市の誕生で、九州では北九州市（昭和38年）、福岡市（昭和47年）に続き3番目の政令指定都市となる。

平成の大合併に際して市町村合併を行った自治体には、運用基準の緩和がなされており、政府は、平成13年に政令指定都市の人口要件を70万人程度に緩和している。熊本市は平成22年3月に2町を編入合併し約73万人となった。

政令指定都市制度は、昭和31年に地方自治法が改正されて、「特別市」制度に代わって規定されたものである。その後、政令指定都市は一般の市とは異なり、住民に最も身近な基礎自治体としての行政だけでなく、都市圏における中枢都市として広域的な効果をもつ行政や、全国の都市をリードする先端行政を担ってきた。しかし、当初5市の指定から始まったものが、現在は20市に拡大し

ており、制度発足当初と比較すると、指定都市間においても、都市基盤、財政状況、県域における役割などにおいて、多様性が生じるに至っている。また、政令指定都市制度は、道府県から特例として事務権限の一部が移譲されるに留まっていること、地方税制は事務・権限等に関わりなく画一的であるため、必要な財源について税制上の措置が不十分であること、などの問題を抱えている。

このような問題を解決するため、「特別自治市」制度など、大都市制度に関する様々な議論が行われているところである。神戸市を例にとっても、神戸を中心とした圏域、あるいは、関西、国全体において、大都市として果たすべき役割は大きなものとなっている。基礎自治体として市民の安全・安心を守りながら、大都市として圏域の発展をどのようにリードしていくのか、そのために必要な制度とはどのようなものか、などについて早急に検討することが求められている。

## ■ 2012年 世紀の天体ショー 金環日食と金星の太陽面通過

2012年は、金環日食、金星の太陽面通過といった、珍しい天文現象が多く見られ、「天文の当たり年」ともいわれている。

2012年5月21日に、九州地方南部、四国地方南部、近畿地方南部、中部地方南部、関東地方など広範囲で金環日食が観測された。国内での金環日食は、1987年9月23日に沖縄で見られて以来、25年ぶりである。

「日食」とは、月が太陽の前を横切るために、月によって太陽の一部、または全部が、隠される現象である。月は地球の周りを約1か月で回っているが、その軌道が少し傾いているため、太陽―月―地球と一直線上に並ぶことは少なく、新月のときにいつも日食になるというわけではない。また、月が地球から遠ざかったり、近づいたりするため、日食のときの月の見かけの大きさが変化する。月が地球に近い場合、太陽が月によって全部隠されるときには「皆既日食」と呼ばれる。「金環日食」とは、月が地球から遠く、太陽が月より大きく見えるために、月のまわりから太陽がリング状にはみ出して見える現象のことである。

太陽の光が強く、肉眼で見ると日食網膜症という目の病気になる恐れがあり、観察には日食めがねの使用が必

要である。財団法人日本眼科学会が2012年5月30日に公表した「2012年5月21日金環日食による眼障害症例調査の中間報告」によると、日食を見たことによる眼障害の症例が全国で546件、報告されている。

日本における次の金環日食は、18年後の2030年6月1日に、北海道で観測することができる。

また、2012年6月6日には、金星が太陽の前を横切り、黒い点のように見える天体現象「金星の太陽面通過」が、8年ぶりに全国各地で観察された。次に見られるのは105年後の2117年12月11日で、今回が今世紀最大の機会であった。

金星の太陽面通過は、地球の内側の軌道を回る金星が太陽と地球の間に入り、三つが一直線に並んだ時に起こる現象で、3089年までは、「105.5年、8年、121.5年、8年」の周期で発生する。前回の2004年6月8日は、国内では当時130年ぶりの観測機会であったが、曇りや雨のところが多く、ほとんど見るができなかった。

神戸では、「金星の太陽面通過」が138年前、国内で初めて観測され、「ビーナスブリッジ」「金星台」（神戸市中央区諏訪山公園内）など、その名残をとどめる場所も多い。

## ■ G8キャンプデービッドサミット

アメリカのメリーランド州キャンプデービッドで、主要国首脳会議（G8サミット）が2012年5月19日、20日に開催された。議長国のアメリカは、G8サミットの原点に立ち返ることを重視し、大統領の別荘地であるキャンプデービッドでサミットを開催した。地域・政治情勢、世界経済、エネルギー・気候変動、アフリカ、アフガニスタン、中東・北アフリカ問題を含む「G8首脳宣言」、石油市場に関する声明などを採択した。

地域・政治情勢については、イランの核開発問題に対する深刻な懸念を共有し、「対話と圧力」を通じた外交的解決が重要であることで一致した。その他、シリア情勢、北朝鮮によるミサイル発射問題、ミャンマーの民主化問題についても、必要な内容が盛り込まれた。

世界経済については、ユーロ圏の回復が世界の安定の上で重要としたうえで、「ギリシャがユーロ圏に残ることが我々の利益になる」と明言し、再燃する欧州債務危機への対処や、財政健全化と経済成長の両立の重要性について言及した。サミット初参加となったフランスのオランド大統領が、アメリカの支持を得て、財政緊縮策を第一とするドイツに対抗し、経済成長路線への移行を訴えたことが認められた。

日本の野田総理大臣は、欧州債務危機に日本としても傍観者でいる訳にはいかず、IMF 資金基盤強化等を通じて解決に貢献していること、アジアへの経済危機の波及防止に努力していることを説明するとともに、日本も含めた財政再建と経済成長を両立させることが重要であることや、社会保障と税の一体改革の取り組みと消費税増税法案の早期成立について説明した。また、アフリカにおける食料安全保障問題では、来年日本で開催されるTICAD IV（アフリカ開発会議）について、来年のG8議長国のイギリスと連携して成功させる決意を表明するとともに、アフガニスタンの経済的移行問題では、今年7月に日本で開催が予定されている東京会合について、G8として政治的に一致して支援するとの内容を声明に盛り込ませた。

石油市場については、今後の石油市場の状況を注視し、来る数か月間の需要増大などを見据え、国際エネルギー機関（IEA）に対して、戦略備蓄の放出も念頭に、適切な行動をとるよう要請する用意があるとの「世界の石油市場に関するG8首脳声明」を採択した。

2013年のG8サミットはイギリスで開催される。

## ■ デザイン・クリエイティブセンター神戸

神戸市では、神戸のすばらしい資源や魅力をデザインの視点で見つめなおし、磨きをかけることにより、新たな魅力と活力を創り出し、くらしの豊かさを創造する都市戦略「デザイン都市・神戸」を推進している。

この取り組みの一環として、神戸市中央区の新港地区にある旧神戸生糸検査所を改修し、「デザイン都市・神戸」のシンボルとなる創造と交流の拠点「デザイン・クリエイティブセンター神戸」を平成24年8月8日に開設する。

旧神戸生糸検査所は、当時の日本の最重要産物であった生糸の品質を保証する機関として、旧館が昭和2年(1927年)、新館が昭和7年(1932年)に完成した。威厳のある特徴的なデザインが内観及び外観の至るところに取り入れられており、新港突堤西地区を代表する景観上の重要な建築物である。

この旧神戸生糸検査所を、平成21年7月に神戸市が取得し、活用方針や必要な機能などについて検討委員会で議論を重ねた。その結果、施設のコンセプトを「デザインを通じて、市民・事業者とクリエイターがつながり、新たな価値を生み出すための創造の場: KOBE

DESIGN HUB」とし、ハード・ソフト整備を行ってきた。

デザイン・クリエイティブセンターは、地上4階建、延床面積13,779㎡の広大な施設である。施設内には、フォーラム、展示、演劇など様々な用途での利用が可能な約1,000㎡の多目的ホール、多目的ホールとの一体利用も可能な約700㎡のギャラリー、小規模な打ち合わせから70名程度のセミナーまで利用可能なセミナー・ワークショップスペース、クリエイターがオフィス・アトリエ・スタジオなどとして長期利用が可能なクリエイティブラボスペースのほか、カフェ、コミュニケーションスペース、常設ギャラリーなどを設置している。

開設後は、市民に対して豊かな感性や創造力を育む機会を提供するため、クリエイターや市民などによる展覧会や創作活動の場とするとともに、創造的活動に係る人材の育成・集積や連携・交流を図るため、講習会や研修会、ゼミやワークショップなどを開催する。そして、「デザイン都市・神戸」の目的である、創造的活動を通して市民生活の質の向上及び経済活動の活性化を図っていく。

## ■ 神戸市夜間景観形成実施計画（都心・ウォーターフロントエリア）の策定

「一千万ドルの夜景」として親しまれている神戸の夜間景観は、日本を代表する夜景の一つである。その神戸らしい夜間景観に、さらにみがきをかけ、「デザイン都市・神戸」の都市ブランド力を高めるため、平成23年に、実施計画推進委員会（学識経験者や照明専門家、地域団体、事業者、行政等）を立ち上げ、「神戸市夜間景観形成実施計画（都心・ウォーターフロントエリア）」を平成24年3月に策定した。今後は、この実施計画を推進していくことで商業の活性化や夜の時間を楽しむ文化の醸成など、「滞在型観光の促進」や「産業・文化の振興」をはかりながら、市民・事業者・大学等・行政が連携した取り組みを進めていく。

本計画は、平成16年3月に策定した「神戸市夜間景観形成基本計画」の地区別実施計画として、都心・ウォーターフロントエリアで今後概ね5ヵ年で重点的に実施するハード・ソフト・しくみづくりでの具体的施策をまとめている。計画の重点テーマとしては、「光の質の向上」「引き算のデザイン」「環境への配慮」を空間づくりのテーマとして、「市民・事業者・大学等・行政の協創」を進め方のテーマとしている。また、対象エリアの中で特に優先的に取り組みを進めていく地区を重点的に位置づけ、それぞれ地域特性に応じた「光のコンセプト」に沿って、

具体的な取り組みを実施していく。

7か所の重点地区の「光のコンセプト」については、①税関線沿道地区：都心を貫く「シンボリックな光」、②旧居留地地区：落ち着いた風格のある「大人の光」の演出、③南京町地区：活気ある「賑やかな光」の演出、④乙仲・海岸通地区：個々の店舗が織り成す「ほのかな光」の演出、⑤中突堤周辺地区：海岸に映りこむ「きらびやかな光」の演出、⑥新港突堤西地区：みなと神戸らしい「新しい光」の演出、⑦ポートアイランド西地区：神戸港を一望する新名所のしかげづくり、として定めている。

実現に向けては、学識経験者や照明専門家、地域団体、事業者、行政等で構成される夜間景観形成実施計画推進委員会を継続開催することにより、実施計画を連携して進めていく。また、計画に掲げる目的を達成するには、地域資源を活かした光の演出や道路照明の改善などの「ハード施策」だけでなく、それらを活かす賑わいのしかげづくりなどの「ソフト施策」、さらにはそれら施策を推進していく「しくみづくり」が重要であり、地域での照明のルールづくりや支援制度などのしくみづくりも行い、景観まちづくりの一環として地域全体での良好な夜間景観の形成に取り組んでいく。

# 平成23年度 神戸市チャレンジ研究員研究報告書

## (概要)

平成24年 3月

(財) 神戸都市問題研究所

[問い合わせ先：TEL 078-252-0984]

### 1. 趣旨

市民ニーズの複雑化・多様化，地方分権の進展や深刻な財政状況など自治体を取り巻く状況が変化の中で，施策の企画・立案にあたっては従来の方法だけでなく，職員の経験に根ざした実践的かつ柔軟な発想を活かしていく必要性が高まっている。

そのため神戸市では，平成16年度に「チャレンジ研究員」制度を新たに創設し，研究員を広く職員から公募して，現在の職務内容に限定されずに新たな市施策を実施していくうえで，具体化に向けた取り組み等を調査・研究してもらい，その成果を今後の市施策へ反映することを目指している。

神戸都市問題研究所では，神戸市より委託を受け，チャレンジ研究員の調査研究活動の支援を行った。

### 2. 研究員・研究テーマ

氏名	所属	テーマ
秦 誠	建設局 公園砂防部 森林整備事務所 主査	六甲山の緑の保全・育成、低炭素都市づくりの推進（森林バイオマス資源の活用）
宮川 一郎	都市計画総局 計画部 計画課 主査	都心のにぎわい創出のための新たな交通環境をめざして～観光交通に焦点をあてた回遊性向上策～
辺見 徹	産業振興局 商業課 主査	
森山 尊弘	交通局 営業推進課	
佐藤 大輔	都市計画総局 計画部 計画課 主査	田園のゾーンのまちづくり
草部 知彦	都市計画総局 計画部 計画課	
松崎 吉希	産業振興局 農政計画課 主査	
重 真理子	教育委員会事務局 総務部 学校計画課 主査	ニュータウンの小学校のあり方について
酒井 慎治	財団法人先端医療振興財団 先端医療センター 放射線技術科 主査	神戸市地域の医療ネットワーク構築をめざして～市民病院群と各区基幹病院等との連携へ～
中井 高宏	財団法人先端医療振興財団 先端医療センター 放射線技術科 主査	
田 潤 寛	産業振興局 中央卸売市場本場 主査	活力ある市役所・質の高い仕事を目指す職員モチベーションアップ策について～職員仕事満足度（ES）調査を活用したPDCAサイクルの構築～
吉武 邦彦	市民参画推進局 地域力強化推進課 主査	
山田 真司	水道局 総務部 庶務課 主査	

※所属は平成23年6月1日現在

### 3. 研究報告

六甲山の緑の保全・育成，低炭素都市づくりの推進（森林バイオマス資源の活用）

建設局公園砂防部森林整備事務所 秦 誠

【関係局室区】建設局，環境局，教育委員会事務局

【目 的】緑の保全・育成，低炭素都市づくりの推進

#### 1. はじめに

バイオマスとは、家畜の排せつ物や生ゴミ、木くずなどの動植物から生まれた再生可能な有機性資源のことである。京都議定書の枠組みによると、バイオマス燃料の使用に関してはCO<sub>2</sub>排出係数がゼロカウントとなる。植物を燃焼させるとCO<sub>2</sub>は発生するが、植物が光合成によりCO<sub>2</sub>を吸収し、炭素が循環することにより、ゼロカウントとなる。

神戸には、六甲山をはじめ、身近に豊かな緑がある。六甲山は、明治35年からの緑化などにより、現在の緑豊かな山となっている。神戸市では、平成24年4月に六甲山森林整備戦略を策定した。これからの100年を見据え、緑豊かな安全で美しい六甲山をめざすものである。森林の手入れを進める中で、木質バイオマスが発生し、一部の搬出が可能となる。また、国の補助事業体系、森林・林業再生プランでは、搬出・利用を前提とした林業・森林管理へのシフトが明確になり、森林資源の活用を、意識する必要がある。更に、平成23年3月11日の東日本大震災以降、再生可能エネルギーへの期待は高まっている。

今後の神戸において、木質バイオマスのエネルギー利用を行う場合の課題を検討するとともに、はじめの展開としての六甲山における導入方法を、六甲山モデルとして検討するものである。

#### 2. 神戸における木質バイオマスエネルギー導入について

森林バイオマスの活用方法は、資材としての利用、エネルギーとしての利用など様々である。木を燃やせば暖房になり、湯を沸かせば給湯ができる。熱交換器等を介して空調が出来る。今回は熱利用に絞って調査した。発電は、規模が大きく、熱利用の方が効率的であることから、研究の対象外とした。

##### (1) 導入先の分類

導入規模により、使用燃料、機器など異なり、「木質バイオマスの普及に関する政策提言」岩手・木質バイオマス研究会 平成23年6月を参考に分類した。

	個別規模での利用	中小規模施設等での利用	大規模施設
規模	家庭利用 別荘等 (六甲山)	集会施設 保養所・ 集客施設等	発電 施設
導入 機器	薪ストーブ 木質ボイラー	木質ボイラー 空調設備	発電 設備
本研究	先行事例として六甲山モデル		対象外

##### (2) 燃料の種類

燃料の形状により、流通・使用設備は異なる。

##### ① ペレット

ペレットは粒径が小さく、整っていることから、自動投入が可能であり、灯油のように扱いやすい。このストーブのうち、強制排気が可能なものは、給排気筒を屋外に出すだけで良い。煙突配管は不要となり、設置が容易である。

	①ペレット	②チップ	③薪
取り扱い 易さ	◎自動投入が可能。 煙草のフィルター大	○自動投入が可能	○運搬が容易
コスト・ 加工手間	△粉碎し粉状にし て、加圧し固化	○製紙パルプ用のサ イズ等に粉碎	◎切断・小割のみ
神戸での 展開	生産システムの検証 が必要	中規模施設への導入	◎個人・小規模施設 への導入

木質ペレットは、取り扱いやすい反面、製造に手数がかかる。木を細かく粉碎してから再造粒する。商品とする場合、品質確保が必要となる。含水率を調整するために、材料となる樹種を揃えている事例が多い。神戸の場合は、雑木を想定する必要がある。廃材利用の場合、有害な防腐剤、接着剤等含まれていると燃料に適さない。よって、由来のわかる林地残材、製材廃材の事例が多い。

## ② チップ

チップは、原木もしくは製材屑を破砕することにより製造できる。自動投入ができ、チップの製造が比較的容易であることから、全国で、ボイラーによる給湯と暖房利用がなされている。製材工場など、近隣で燃料となる製材屑を入手しているものが多い。海外でも同様、利用が多い。

## ③ 薪

生産における設備投資が少ないことが長所である。薪はピザ窯やパン窯への需要がある。個人宅・小規模施設における薪ストーブ、薪ボイラーも、身近な枯れ木、枯れ枝などを燃料に使用できる。

ローテクであり、薪の投入などペレット・チップと比較して、人手、人の目が必要である。重油から薪へ燃料変更によるコストダウンと人件費のバランスで、導入を見送った事例、成果が上がった事例ともにある。

### (3) 神戸における導入への留意点・・・利用にあたっての課題

燃料の選択	薪、チップ、ペレットを需要、供給の距離、量等のバランスより決定
燃料貯蔵庫 (サイロ)	数日分の燃料の貯蔵庫が必要
	大型車両の寄り付き。建築・道路の条件確認。投入手間は、コストに影響
立地条件	燃料の供給拠点からの距離は費用とCO <sub>2</sub> 発生量に影響。煙・におい・騒音を留意
導入先	国庫補助事業・ESCO事業導入実績の有無。多くの施設で更新を終えている。 近年の空調機器改修の傾向は、全体空調から個別空調、ボイラー等給湯設備の湯沸器等の小容量化など省エネ化である。未改修施設の改修、未導入施設においては、木質バイオマス利用も有効
燃料の切替	化石燃料から木質燃料に完全に切り替えず、バックアップ用に、化石燃料の燃焼機器を残す。木質燃料は、短期間での温度調節が難しい。会議室等、使用頻度が低く、温度調節の必要な箇所には、化石燃料の燃焼機器もしくは併用を行う。対象床面積を減らし、最大出力を下げ、導入・維持コストを下げる。

### (4) 神戸における燃料の調達

#### ① 燃料調達について

六甲山の森林バイオマス利用の1つの方法としてエネルギー利用は有効である。神戸では、近年は木材の加工が少なくなっており、廃材部分の供給が少ない。

森林資源を、効率よく収集するために、森林作業道を設け、大型機械を投入し、作業を効率化するのが一般的であるが、神戸においては、地形が厳しいことから、機械の大型化、高性能化、作業道の高密度化は難しい。また、広葉樹が中心の森林であることから、針葉樹のための材木生産用の大型機械の導入が難しい。神戸独特の方法をとっていく必要がある。

#### ② 土佐の事例

高知県のNPO法人土佐の森・救援隊の掲げる「小規模・分散・低投資型林業」が神戸にヒントをもたらすように思われる。軽架線といった設備投資が比較的少なく、木質バイオマスを収集する仕組み、林地残材を持ち込めば、換金できる仕組みがある。地域通貨も絡めて、地域経済にも貢献している。副業的に収入を含め、業として成り立ち、地域での林家の増加につながっている。土佐の副業的自伐林家の事例など、神戸への導入が望ましい森林・林業が、全国各地にあり、継続して、情報収集を行う必要がある。

## 3. 各地の事例

以下にて事前勉強・ヒアリング・視察を行った。

ヒアリング先	ヒアリング目的
※岡山県真庭市	バイオマスツアー参加 ペレット生産・利用施設等4施設見学
京都府南丹市	美山町森林組合ヒアリング、薪ストーブ講習会、民間事例調査
京都市(京北町含む)	ペレットツアー参加 ペレット生産・利用施設等4施設見学
※岩手県遠野市、大槌町吉里吉里	エネルギー利用に関するヒアリング、震災の給湯支援に関するヒアリング、実地見学
※兵庫県豊岡市、京都府京丹後市	豊岡市役所ヒアリング ペレット生産施設見学、京丹後木質燃料展示施設見学
※京都市	ペレットボイラー導入セミナー参加
※高知県吾川郡いの町	土佐の森救援隊の活動(小規模・分散・低投資型林業)の見学・ヒアリング

※は自主的な視察

全国の事例は、主に針葉樹の人工林の手入れの中での活用事例が中心であり、神戸では広葉樹の二次林の手入れを含むことも考慮する必要がある。

### (1) 木質ペレットの事例

#### ① 岡山県真庭市の事例（ペレット①）

全国の「バイオマスタウン」構想における先進事例である。主に銘建工業の集成材の生産過程で発生するプレーナダスト（かんなくず）を発電やペレットの材料として、地域で活用している事例である。ペレット生産施設・導入施設（市役所・温水プール等）の視察バスツアー「バイオマスタワー」を社団法人観光協会連盟が運営し、宿泊の斡旋も行っている。ただし、地域産木材の利用は、少ない。

#### ② 京都市における事例（ペレット②）

地域の7割が森林であり、特に京北など京都市の北部において、林業は盛んである。間伐の促進を目的として、木質ペレットの生産、普及を試みている。アンテナショップ「京都ペレット町家ヒノコ」では、設置されたストーブを実際に利用・体感・市の購入助成の情報提供がなされている。運営は「イマドキの木質バイオマス生活」、現在の生活にいかにか木質バイオマスを取り入れるか…をテーマとして活動・経営されている株式会社 Hibana に委託している。導入セミナー、製造施設・導入施設の見学ツアーなど、洗練された啓発活動、展示、販売、施設運営がなされている。

森の力京都株式会社（ペレット生産）
平成21年に間伐を促進し、林業を維持拡大していくために設立。京内の森林から発生する間伐材を原料
京北病院（ペレットボイラーによる温水・暖房）
ペレットボイラーによる温水供給・暖房。重油の置換
鷹峯小学校（ペレットによる冷暖房）
ペレット焚吸収式冷温水機による冷暖房。小学校への導入。冷房へ導入は、夏場の消費につながる。
京都ペレット町家ヒノコ（普及啓発施設）
市の委託により設置されたアンテナショップ。ペレット、ストーブの展示、助成金メニューを紹介。導入セミナー・製造施設・導入施設を巡るツアーを実施

京都の事例では、ペレットの製造能力に対し、現状では、消費先が不足している。京都大学にペレット焚き吸収式冷温水器使用の冷暖房システムが導入され、1年を通した消費に貢献することが期待されている。

#### ③ 豊岡市の事例（ペレット③）

木質ペレット製造施設が平成23年9月に竣工した。前年度までに、小学校などに120基以上のペレットストーブ、温泉などにペレットボイラーを導入している。エネルギーの地産地消に向けた市の施策である。既存の廃棄木材処理施設に、ペレット製造部分を増築する形で建設された。森林から発生するバイオマスと、街のバイオマスを組み合わせることで、経費の一部を生み出すことも可能となる。また、将来の搬出・利用型の林業への対応として、木材利用率の向上に活用できるものと考えている模様である。

### (2) チップの事例…ボイラーの更新における重油ボイラーから主にチップボイラーへの置換

木質バイオマスのエネルギー利用として、ボイラーにおける導入事例が多い。既存の化石燃料のボイラーを、木質系のボイラーに変え、蒸気配管、温水配管は、生かしている例も、全国に多くある。

暖房・給湯の事例が多い。神戸での導入にあたっては、暖房が不要な期間が長いいため、給湯・蒸気利用先を想定するとともに、冷房利用も視野に入れておく必要がある。

### (3) 薪の事例

#### ① 京都府南丹市における民間利用事例

京都府南丹市において、NPO法人美山里山舎により、木を燃料とする暮らしの道具を体験できる。竈（カマド）での炊飯、石窯でピザ、クックストーブで料理、ウッドボイラーで給湯、五右衛門風呂、



薪ストーブなど薪利用の体験施設である。体験宿泊も、里山暮らし体験として可能となっている。この里山舎を一つの軸として、伝統建築、薪の流通、エネルギーの取り組みの拠点となっている。

② 薪の宅配ビジネス…長野県高遠市ほか

長野県伊那市高遠町に本社を置く薪ストーブの輸入販売を行う(株)ディーエルディーは、薪ストーブの販売とともに、薪の宅配サービスを長野県・山梨県全域で行っている。広葉樹・針葉樹ともに販売を行っている。薪の生産と、薪ストーブの販売により、数百人の雇用を生んでいる模様である。

③ 災害における木質バイオマスの事例…岩手県大槌町

吉里吉里で行われた瓦礫木材による給湯支援

大槌町においては、薪を燃料とした給湯支援が行われた。

水は自衛隊、神戸市水道局により給水された。燃料は、瓦礫の木材であった。2種のボイラーが企業により提供され、浴槽・シャワーへの給湯がなされた。薪割りをはじめとする支援は、被災者、ボランティア、遠野農林振興センターらにより実施され、瓦礫から産まれた薪は「復活の薪」として販売された。



④ 兵庫県北摂地域の取り組み事例 兵庫県阪神県民局

兵庫県阪神県民局により、三田市・川西市など北摂地域における薪の利用を見直すきっかけとして、「薪らいふセミナー」、「薪ストーブ講座」、「薪らいふ推進員」による「薪らいふマップ」など、里山からのスローライフを推進する事業がなされた。神戸市においても、別荘での利用、ピザ・パン製造業における薪の利用などの事例が多くあり、今後の参考になるものである。

4. 先行モデルとしての六甲山モデル

本研究においては、木質バイオマスのエネルギー利用の先行モデルとして六甲山モデルを提案する。

(1) 利用実態調査

六甲山上の保養所等には、すでに薪ストーブなどの木質バイオマスのエネルギー消費がある。六甲山外からの多くの薪の調達が行われている模様である。また、森林整備事務所には、薪を分けてもらえないかとの要望もあり、薪の需要はある。個々の利用実態を把握するため、アンケートにより現状及び将来の需要の見込みを調査する。

(2) 供給体制の育成

消費量を把握することによる使用燃料の六甲山産化(地産地消エネルギー循環モデルの構築)を図るとともに、調達団体の育成する

(3) 事業の展開

① 利用先の拡大

六甲山小学校の交流室等・山上の民間施設を活用し、暖房体験・料理体験を行い、木質バイオマスエネルギー利用者の増加を目指す。同時に、薪ライフセミナーの実施、薪割クラブなど展開する。モデルルームによる暖房体験・料理体験、体験宿泊施設への誘導。

② 本格導入に向けた課題整理

薪ストーブ・薪ボイラーなどを、森林整備事務所所管施設などに先行して導入する。安全上の課題、必要な設備、薪の使用量など、ここで実験・検証を行うことが可能となる。

六甲山の緑の保全・育成、低炭素都市づくりの推進 (森林バイオマス資源の活用)

地産地消の観点から、まずは六甲山での展開を検討

(STAGE1) 森林バイオマス 利用実態把握	六甲山上における薪等、木質バイオマスの実態調査。(アンケート等) ①使用熱源、年間使用量の把握、調達先など調査 ②あわせてイベント・企画への参加意思をヒアリング MAPづくり
-------------------------------	--

(STAGE2)六甲薪供給体制の育成 →六甲山の燃料を供給を目指す

(STAGE3)

(学校等公共施設) 小学校起点の情報発信	(民間施設・公共施設) 山上施設を利用した 普及啓発活動	調達団体の育成
六甲山小学校 クラブハウス等利用 ・体験、セミナー・環境学習	(カンツリーハウス 駅等) ・体験施設 (料理・暖房・風呂など) ・体験イベント	(山上の民有林・市有林) 森林の手入れを行った際に 発生する木材を活用

六甲山森林整備戦略 管理プラン・利用可能木質バイオマスの把握 木質バイオマスの実証実験 ・薪ストーブの先行運用による課題抽出 再度公園
--

(STAGE4)

六甲山における木質バイオマスの 利用の拡大、事業化を図る	→ 六甲山モデルの確立 → 周辺地域への普及をはかる
持続可能な木質系エネルギーの地域循環・地産地消システム	

### ③ 六甲山における木質バイオマスの利用の拡大、事業化

→六甲山モデルの確立と周辺地域への普及を図る。美山里山舎のようなモデル施設を設け、普及を図る。

## 5. 課題

六甲山における特殊性を考慮すると、どのように、何を目標に山の手入れを行うか考えなければならない。平成24年4月に策定された「六甲山森林整備戦略」、今後の「六甲山森林整備戦略実施計画」などの中で、今後、六甲山の手入れとともに、活用の実証実験を行いながら事業を進めていくこととなる。

今回、ヒアリングを行う中で、多くの方より、薪は、面白い、業になるといわれたことが印象的であり、さらに深めていきたい。

## 6. さいごに

本研究にあたっては、岩手県遠野農林振興センター深澤様、京都のHibanaの松田様・ヒノコの豊本様・櫻井様、美山の小関様・山口様、南丹市の用澤様・堀江様・西村様、京都学園大学の中川教授、(株)トモエテクノの岡本様、豊岡市、京丹後木質燃料(株)の山副様・藤井様、福岡県環境資源(株)の鶴池様、土佐の森救援隊の皆様、(株)里山経済研究所の大塚様ほか 多くの方から情報をいただきました。

## 都心のにぎわい創出のための新たな交通環境をめざして

～観光交通に焦点をあてた回遊性向上策～

都市計画総局計画部計画課 宮川 一郎  
産業振興局商業課 辺見 徹  
交通局営業推進課 森山 尊弘

【関係局室区】産業振興局、都市計画総局、交通局

【目 的】主に観光交通に焦点をあてた回遊性向上策による都心のにぎわい創出

### 1. はじめに

神戸と商圏の重なる大阪駅周辺では、平成23年5月に駅施設やターミナルビルの整備などが行われ、大きな集客効果を上げている。また、北側に位置する梅田北ヤードでは、24haの再開発が予定されており、先行開発区域7haではナレッジ・キャピタルとして複合的な施設が計画されている。

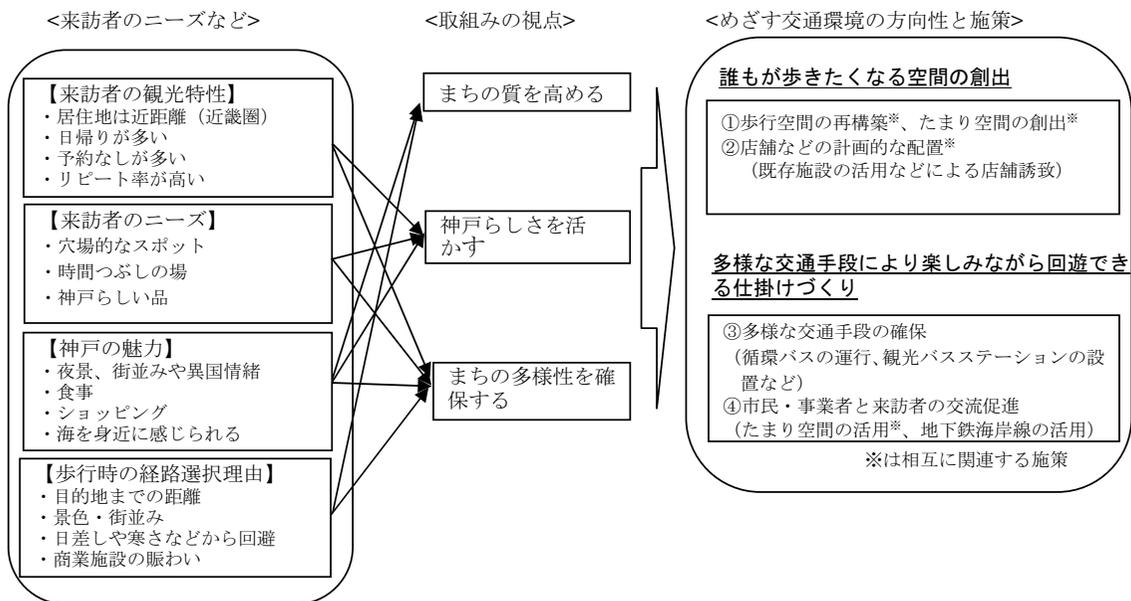
一方、神戸の都心・ウォーターフロント（以下、WFと略す）においては、三宮駅周辺の大改造、ハーバーランドの活性化、WFの集客施設の誘致など、各所において一層の取組みを推進していく必要が生じている。

今回の研究においては、都市間競争の厳しい現実を前に、早急に取り組むべき施策として、神戸市基本計画に掲げる、主たる3つの取組み「港の歴史を継承し、海・まち・山をつなぐ」、「ウォーターフロントを都心化し、都心全体の機能向上を図る」、「都心とウォーターフロントの回遊ネットワークを形成する」のうち、特に3つ目の回遊性ネットワークの形成に資する取組みを中心に、いくつかの具体策を提案したい。

### 2. 取組みの方向性

統計データや過去に実施されたアンケート調査などから来訪者のニーズなどについては、次頁図の左側のように整理でき、これより取組みの視点として、①まちの質を高める、②神戸らしさを活かす、③まちの多様性を確保するという3つが導き出される。一方、都心の交通環境として、これらの視点を踏まえ、

「誰もが歩きたくなる空間の創出」、「多様な交通手段により楽しみながら回遊できる仕掛けづくり」を柱に戦略的に取組みを進め、全体のポテンシャルの向上を図っていくこととした。



### 3. 取組み内容

#### (1) 誰もが歩きたくなる空間の創出

コンパクトに都市機能が凝縮された神戸の都心の中心となる移動手段は、「歩く」ことである。また、歩くことは直接的にまちのにぎわいを演出することにもつながる。

都市の顔としての魅力的な質の高い都市空間をつくるのが神戸の強みを活かすことであり、回遊性を高めていくためには、通りの個性化を図るとともに、歩きたくなる安全で快適な歩行空間の再構築、沿道の街並みの魅力化、要所にたまり空間を設けるなどの取組みを総合的に進めていく。

##### 【施策1】歩行空間の再構築

###### ◇歩行者中心の道路空間の再構築

道路の車線数減、歩道を拡幅し、歩きやすい空間をつくる。

###### ◇通りの個性化の演出

WFへの主な歩行者動線では海へいざなうイメージを演出するなど。

###### ◇歩きたくなる仕掛け

沿道建物等における魅力の演出（街並み形成、ウィンドウショッピング）

〔整備候補路線の提案〕：鯉川線、トアロード（中央幹線以南）など

##### 【施策2】たまり空間の創出

###### ◇まちかど広場の整備



歩道空間の再構築のイメージ



事例：広場空間とにぎわいづくり（松山市）

歩行者ネットワークの接点などにおいて、適切なバランスでまちかど広場（公開空地，商業施設内での空間確保）を整備する。

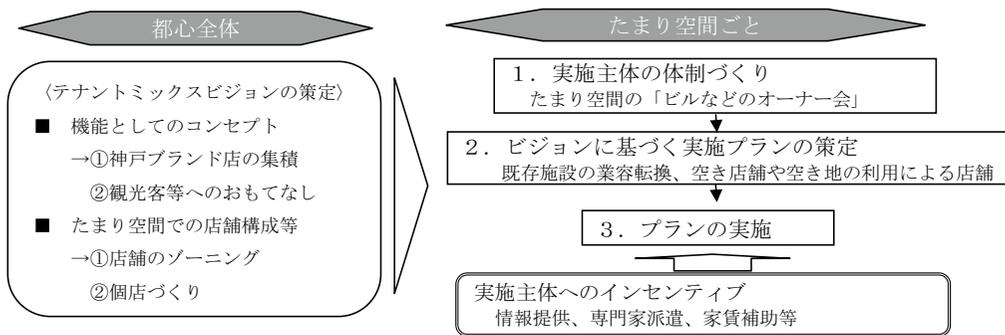
【施策3】店舗などの計画的な配置

都市型観光の重要な観光資源となる個々の店舗についても、まち全体の回遊性を考えたテナントミックスにより魅力的な店舗を誘致していく。これらの配置にあたっては、歩行空間との関係性を意識した演出に配慮するなど、都市計画と商業政策を連動させた取組みとして進めていく。



【施策実施のスキーム】

事例：広場空間とにぎわいづくり（金沢市）



(2) 多様な交通により楽しみながら回遊できる仕掛けづくり

都心は多様な目的を持った多くの人が集まる場所であることから、短トリップの大量輸送を担う鉄軌道系の公共交通がベースとなる交通機関であり、これを中心として、循環バスなど多様な交通手段により誰もが手軽に利用できる環境を整えておくことが重要である。これと並行して、楽しみながら回遊するような行動を誘発するソフト面での取組みとして、市民・事業者と来訪者の交流を図る仕掛けづくりも着実に進めていく。

【施策1】多様な交通手段の確保

◇循環バスの運行

循環バスとして集客施設や地区が主体となって、目的に応じたバスを運行する。また、循環バスの運行状況に応じて、シティー・ループバスの運行ルート、頻度などを柔軟に変更する。

〔運行主体の例〕商店街（TMO）、ホテル、大規模店舗、集客施設など

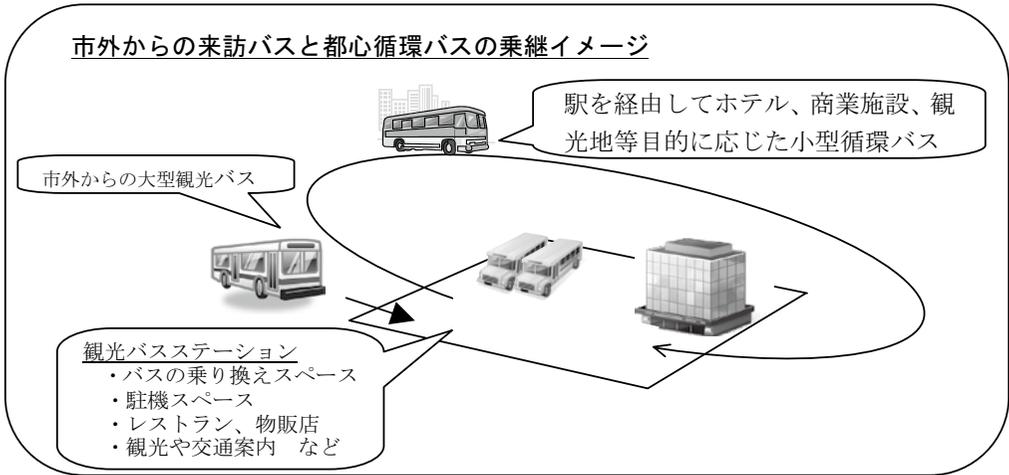
◇観光バスステーションの設置

現在、都心の観光地周辺で観光バスが乗降のために回遊しているが、これらを集約化するために、観光バス用の駐車場を設け、そこを乗り継ぎ拠点として循環バスを運行させる。同時に待ち合わせ空間、レストラン、ショッピング店舗、案内所などの入った商業ビルを併設する。

〔設置場所の提案〕メリケンパーク駐車場、JR貨物跡地



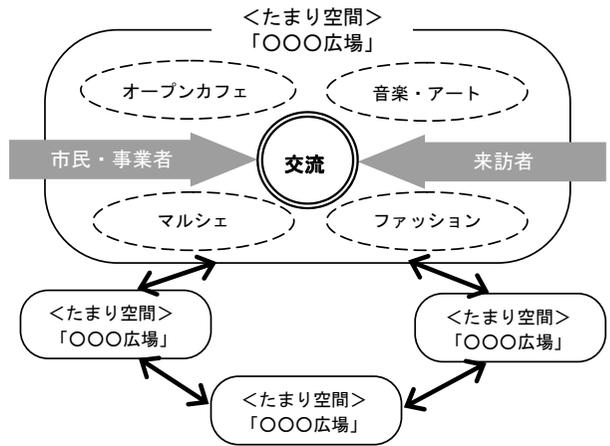
事例：商店街を走るバス（金沢ふらっとバス）



**【施策 2】 市民・事業者と来訪者の交流促進**

① たまり空間の活用

人の滞留空間（休憩、待ち合わせなど）としての活用のほか、オープンカフェ、マルシェによってにぎわいを演出したり、点在する広場を使ってまち全体のイベントを行い、市民と来訪者との交流の場として活用する。また、その土地の歴史や文化を生かした空間づくりを行い、市民から公募したオブジェも何点か広場に点在させる。



〔活用策の提案〕

たまり空間の話題づくりとネーミング

- ・たまり空間ごとにテーマや話題性をもたせ、ネーミングする。

テーマに応じた演出

- ・周辺事業者、一般市民などによるテーマに応じたイベント等を定期的実施。
- 例) 活動の場として音楽、ダンス、漫才、落語、大道芸など

たまり空間ごとの連携

- ・都心に点在するたまり空間（広場）を使った連携事業を実施し、回遊性を高める。
- 例) 広場ツアー、イベントと連携したスタンプラリー、共通クーポン券の発行など

② 地下鉄海岸線の活用

地下鉄海岸線の駅舎を活用し、駅周辺の地域と来訪者・市民をつなぐ交流拠点として、交通局がCSRの一環として「こうべぶらっとステーション」を設置する。

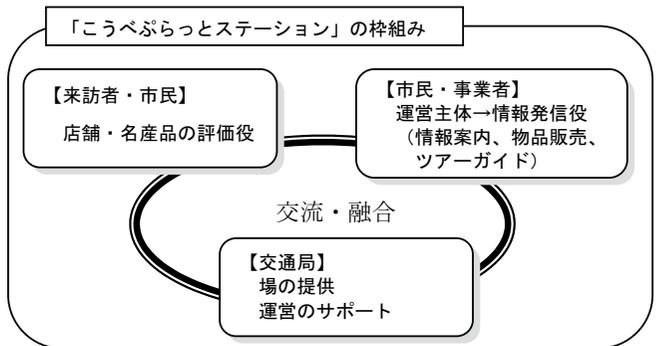
〔概要〕

場所

都心の3駅（構内や地上広場など）

機能

- ・駅周辺店舗、観光資源の情報案内



(マップ発行など), 名産品の販売

- ・都心交通のアクセス案内
- ・神戸スイーツの試食コーナー(地元の料理専門学校生の試作品)
- ・ガイドツアー(駅を起点にお勧め店めぐり, 風景を楽しむなど)

スタッフ

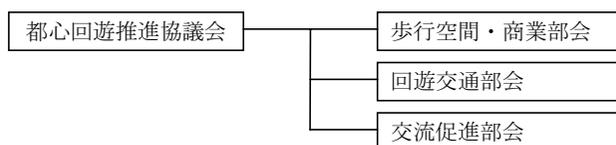
周辺店舗から派遣(常駐), 駅員(補助)

メリット

交通局による地域貢献, 駅舎の認知度のアップ, 来訪者や市民に対するきめ細やかな観光案内, 来訪者, 市民, 事業者の交流・融合など

#### 4. 推進体制

都心の回遊性向上を推進する「協議会組織」を立ち上げ, テーマごとに部会を設けて, 市民, 事業者, 行政の役割分担のもと各事業を着実に進める。



#### 5. 今後の課題

行政はハード面を中心ににぎわいづくりのサポートはできるが, 演者はいくまで来訪者とそれを受け入れる市民・事業者であり, 市民・事業者が一体的, 継続的に取組みを進めていける土壌をいかにつくっていけるか, また, その土壌を発展させていけるかが, 今後の取組みを進めていく上での重要な課題といえる。

また, 以上の取組みは, 神戸市民から海外からの観光客まで万人がにぎわうためのベースとなる空間づくりを主体とする取組みであるが, これに加えて, ターゲットをしぼったソフト施策として, 例えば神戸の都心を拠点として, 六甲山, 東播などの観光地をめぐる滞在型の観光を促進するようなことも考え, 重層的, 戦略的に進めていく必要がある。



都市計画総局計画部計画課 佐藤 大輔  
 草部 知彦  
 産業振興局農政計画課 松崎 吉希

【関係局室区】市民参画推進局，産業振興局，建設局，都市計画総局，北区，西区

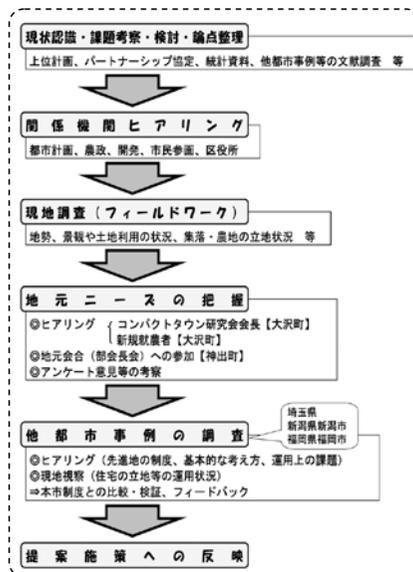
【目的】地域特性を活かしたまちづくり

### 1. はじめに

神戸市の市街化調整区域のうち北区，西区の農村地域は，「神戸づくりの指針」において「田園のゾーン」と位置づけられている。

この「田園のゾーン」は，近年，人口減少や高齢化に伴う地域活力の低下や，土地利用の混在による農村景観の悪化などの課題を抱えている。これら地域課題の解決へ向けて，北区大沢町及び西区神出町では，平成23年3月に神戸市との間でパートナーシップ協定を締結し，協働と参画のまちづくりの取り組みを進めている。

本研究では，地域の意向を踏まえながら，個々の地域が抱える課題を解決し，地域特性を活かしたまちづくりを進めていくため，これら2つの地区をモデル地区として，新田園コミュニティ計画制度の拡充や広域景観保全形成地域制度の創設，及び地区計画等の関係制度との連携などの政策について提案する。



田園のゾーンのまちづくりの研究手法

## 2. 田園のゾーンにおける現状と課題

### (1) 市街化調整区域の土地利用制度の現状と課題

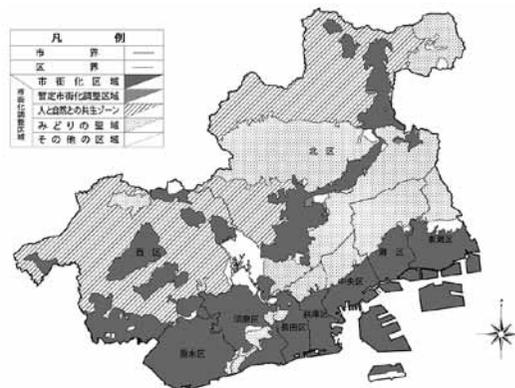
神戸市域の約2/3を占める市街化調整区域では，都市計画法により原則として開発行為が禁止されている。住宅については，農家や分家を除き原則建築できず，店舗や事務所等も種類や規模，立地条件等の要件に合致するもののみ開発可能である。

一方，市街化調整区域は用途地域等による土地利用の規制等が決められておらず，開発許可基準に適合すれば開発可能であるため，土地利用の混在が課題となっている。

また，市街化調整区域における地区計画に適合する開発行為（都市計画法第34条第10号）や，条例で指定する区域内における一定の開発行為（同 第34条第11号・12号）が許容されている。これらは，既存の地域資源を活かして，田園集落の環境と調和する良質で魅力的な居住地域の整備・形成を図り，地域の活性化を目指すものである。

神戸市では，市街化調整区域の地区計画制度については，共生ゾーン条例に基づく里づくり事業の中で，農村集落の活性化の一手法（新田園コミュニティ計画制度：後述）として運用している。また，スプロール化等の問題もあり，第34条第11号・第12号の条例については未制定で，制度運用はしていない。

「田園のゾーン」は，「人と自然との共生ゾーンの



神戸の土地利用の概要と田園のゾーン（共生ゾーン）

指定等に関する条例」（以下「共生ゾーン条例」という）に基づく「人と自然との共生ゾーン」である。ここでは、地域の集落それぞれが社会的・経済的条件や集落の個性にあわせて、その集落の将来像を描きながら、農業振興や環境整備、農村景観の保全・形成などの里づくりを進めている。さらに、農村の豊かな自然環境を活かしながら、既存住民と新しい人々との融合を図る新たなコミュニティの実現を目指して、「新田園コミュニティ計画制度」を運用している。これは、集落が定める里づくり計画の中に、新たな住宅整備を進めるための区域や建築物等に関する制限（用途、建ぺい率・容積率の最高限度等）を「新田園コミュニティ計画」として盛り込み、計画の内容を具体的に実現するための手法として地区計画制度を活用するものである。

しかし、地区計画の区域には、農振法に基づく農用地区域や農地転用が許可されないと見込まれる農用地は含まれるべきではないとされており（都市計画運用指針）、住宅と農地とが混在して立地している山間部等の農村集落では、地区計画の区域設定が困難なケースが多いのが実情である。新規住民を呼び込むための適当な位置・規模の土地の確保や権利関係の調整の難しさ等から、「新田園コミュニティ計画制度」の適用は市内で1地区にとどまっている。農村集落の成り立ちや、集居や散居などの形成状況等、個々の集落の実情に応じたより柔軟できめ細かい制度設計が必要である。

## (2) モデル地区の現状と課題

### ① 北区大沢町

大沢町は少子高齢化・人口減少の進行で、住民には集落の存続が危ういとの危機感がある。一方で、新規就農者の入植が盛んな地域でもあるが、様々な規制で新規就農者の定住はほとんどない。

このような課題を持つ大沢町では、農村環境の良好な環境・景観を維持しながら、新規就農者等の新たな住民の誘致が必要であると考えられる。これに対し、市街化調整区域における住宅開発を可能とする「新田園コミュニティ計画」制度の拡充・要件緩和が必要と考えられる。



新規就農者の営農地（大沢町）

### ② 西区神出町

神出町においては、やはり少子高齢化・人口減少が進んでいるものの、そのペースは比較的穏やかであり、また絶対人口が多く、住宅開発にかかる規制緩和は、直ちに必要ではないと考える。

パートナーシップ協定推進にかかる議論の中では、幹線道路開通にあたり、沿道の開発による景観悪化が懸念されている。これに対し、「農村景観保全形成地域」制度※を拡充し、集落をまたがる区域において建物の用途、高さ等を規制し、その担保として地区計画を適用する制度が必要と考える。

※ 共生ゾーン区域内で良好な景観の保全・形成を図る必要がある地域を農村景観保全形成地域として指定し、建築物及び工作物の新增改築、色彩の変更等について届出を義務づける制度。



雌岡山ふもとに広がる田園風景（神出町）

### 3. 具体的な施策提案

#### (1) 新田園コミュニティ計画制度の拡充

新田園コミュニティ計画制度は、集落の高齢化や人口減少に対応し、地域の活性化を図るため住宅建設を可能とする制度である。しかし、小開発の乱立やコミュニティの分裂等を防止するため、制度を厳格に運用しており、その結果、これまで1件の適用事例（西区上津橋地区）があるのみである。

今回、その制度を拡充し、北区の谷あいの集落など、現行の要件では運用が難しい地域のみを対象として、より小規模の住宅開発を可能とする新たな類型として「過疎地域活性化型」を創設する。

##### ① 緩和する要件

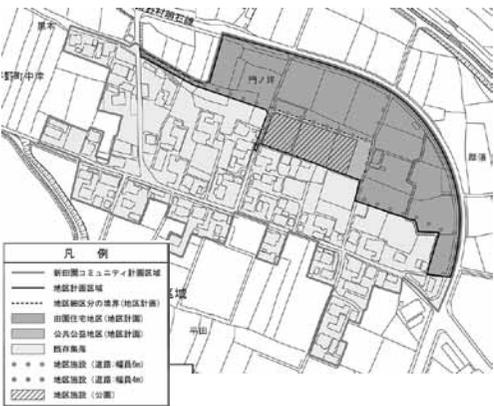
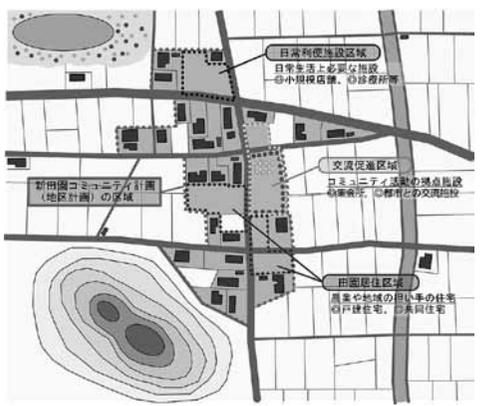
- 新規住宅の位置：既存集落との隣接要件があるが、散居型の集落では既存集落の区域そのものが曖昧であるため、これを集落内の既存住宅から50m以内とする。
- 一団の土地の規模：新規の住宅開発の規模について10戸以上の戸数とされているが、平地が少ない谷あいの集落では、一定の規模の土地の確保が困難と考えられるため、一団の土地の規模、戸数規模の要件については、適用しないものとする。
- 対象建築物：現在は住宅に限定されているが、コンパクトタウンの形成に資する小規模店舗や診療所等の立地も可能とする。

##### ② 関連制度の運用

- 農振法の運用（対象区域の農振農用地からの除外）

当制度を適用しようとする区域内に、農振農用地である集落介在農地が存在する場合、当該地域の里づくり協議会からの申出により、市は農用地区域から当該農地を除外するものとする。

新田園コミュニティ計画制度の拡充内容

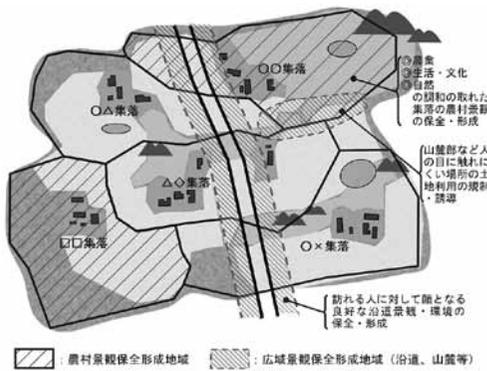
	現行制度	施策提案（拡充）
規模	10戸以上、1～2ha	開発型：10戸以上、1～2ha 過疎地域活性化型：1戸から、面積要件なし
位置	既存住宅と隣接する位置	開発型：既存集落と隣接する位置 過疎地域活性化型：既存住宅から概ね50m以内
対象	専用住宅	開発型：専用住宅、日常便利施設 過疎地域活性化型：住宅、日常便利施設
	<p>上津橋地区（西区平野町中津）</p>  <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>—— 新田園コミュニティ計画区域</li> <li>—— 地域計画区域</li> <li>—— 地域計画区分の境界（地域計画）</li> <li>—— 田園住宅地区（地域計画）</li> <li>—— 公共公益地区（地域計画）</li> <li>—— 農林集落</li> <li>●●● 地域施設（道路・福祉施設）</li> <li>●●● 地域施設（道路・福祉施設）</li> <li>●●● 地域施設（公園）</li> </ul>	<p>提案イメージ</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>日常利便施設区域 日常生活に必要な施設 母小規模店舗、診療所等</li> <li>交流促進区域 コミュニティ活動の機会施設 喫茶店、子育て交流施設</li> <li>新田園コミュニティ計画 （地区計画）の区域</li> <li>田園居住区域 周里や地域の慣い率の住宅 の戸建て宅、共同住宅</li> </ul>

#### (2) 広域景観保全形成地域制度の創設

共生ゾーン区域内で良好な景観の保全・形成を図る必要がある地域を農村景観保全形成地域として指定し、建築物等の新增改築等を行う場合は届出を要するとしている。しかし現制度では、罰則等はなく、強力な抑制力を持っているわけではない。また、地域指定については、個々の里づくり計画に定める景観保全形成計画を踏まえて行っており、複数の集落にまたがる地域指定も制度上は可能だが、その前提となるべき複数集落の意向調整を経て計画を策定する事は制度上規定されておらず、現状では複数集落にまたがった地域指定の事例はない。

本来は沿道のような開発圧力の高い区域こそ、地域の意向を踏まえた計画等を根拠とし、地域が主体的な役割を果たすべきであるとの観点から、今回、農村景観保全形成地域制度をベースに、複数の集落にまたがる里づくり協議会共同の計画策定と、その計画に基づき建物の用途、高さ等を規制・誘導する広域景観保全形成地域制度を創設する。また、それを担保するため地区計画制度を併用する。

景観保全形成地域制度の内容

	現行制度	施策提案（新規）
区域	里づくり協議会の範囲（集落）	里づくり協議会の範囲（集落） 広域景観保全形成地域（複数集落に係る区域）
主体	里づくり協議会	里づくり協議会 関係する複数里づくり協議会
担保	共生ゾーン条例に基づく行為の届出	共生ゾーン条例に基づく行為の届出 都市計画法に基づく地区計画
	<p>栃木西地区（西区樋谷町栃木）</p> 	<p>提案イメージ</p> 

#### 4. 施策の効果及び課題

##### (1) 効果

- 新田園コミュニティ計画制度の拡充
  - ・高齢化・人口減少地域における若年世代の定住を促進し、地域の活力を取り戻す。
  - ・農業の担い手の確保により、耕作放棄地の発生を食い止める。
- 広域景観保全形成地域制度の創設
  - ・不適切な建築物の規制や、建築物の高さの制限により、地域の環境や景観を保全できる。

##### (2) 課題

- 新田園コミュニティ計画制度の拡充
  - ・市街化調整区域の中でも開発圧力が高い区域において、制度乱用等に対する何らかのセーフティーネットとしての対策が必要である。
  - ・新規転入希望者と地権者とのマッチングの場を設ける必要がある。
- 広域景観保全形成地域制度の創設
  - ・地元集落の総意と地権者の利害における合意形成の難しさ
  - ・集落間の意見調整と組織化

【関係局室区】市民参画推進局，区役所，教育委員会 他

【目 的】ニュータウンの小学校統合再編を，まちの活力を低下させることなくすすめる

### 1. はじめに

全国的な流れと同様，神戸市でも昭和48年（1973年）の第2次ベビーブーム以降，出生数の減少傾向が続き，急激な少子化が進んでいる。

神戸市では昭和50年代にはすでに小規模校問題が課題となっており，また市街地の学校施設は老朽化が目立ってきたことから，教育環境を改善するために，昭和63年以降，旧市街地を中心に学校再開発の取組み（学校統合とあわせ敷地拡張及び新校舎建設）が進められてきた。

しかしながら，昭和40年代を中心に建設されたニュータウンにおいても，街の成熟化・高齢化に伴い学校も小規模化傾向にあるため，良好な教育環境のためにも小・中学校の再編による適正規模の整備に着手する必要がある。

### 2. 神戸市内小学校の現状

神戸市立小学校の児童数はピーク時である昭和56年度の133,077人から平成23年度には79,156人にまで減少し，ピーク時の約6割の水準となっている。減少傾向は近年，横ばい状況が続けているが，長期的には神戸市の年少人口の減少が進むと見込まれることから，小学校の児童数はさらに減少すると見込まれる。

その一方で，小学校の数は一番多かった時代の170数校が現在は166校と，数があまり減少しておらず，学校の小規模化が進んでいる。神戸市内の小学校は12～24学級が適正規模と考えられており，いずれかの学年で単学級が生じる11学級以下の学校を検討すべき小規模学校としている。国（学校教育施行規則41条「小学校の学級数は12学級以上18学級以下を標準とする」），他都市（ex. 札幌市，横浜市，福岡市等）とも適正基準に若干の違いはあるが，11学級以下を小規模校と位置づけている点は一致している。

平成23年度神戸市内小規模小学校数（11学級以下）		計43校
旧市街地	ニュータウン	農村地帯等
15校（中央2，兵庫5，長田8）	12校（北4，須磨3，垂水3，西2）	16校（灘1，北9，西6）

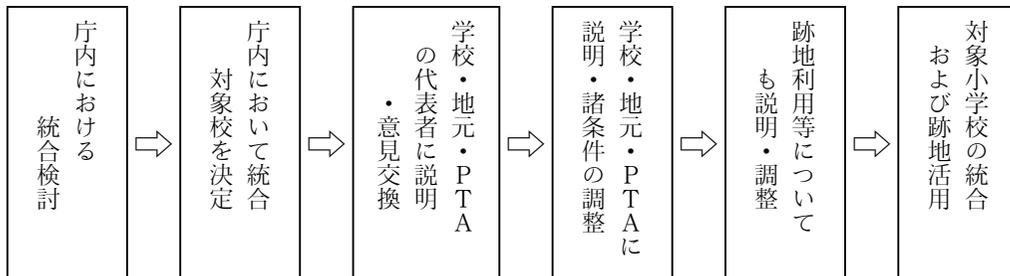
### 3. 小規模校の課題

小規模校では，「友だち同士よく知り合え，上・下級生の縦のつながりが深くなる」「個々にきめ細やかな指導ができる」などのメリットがある一方で，下記のような課題がある。

- (1) 人間関係の固定（いじめられっ子はそのまゝの関係ひきずりがち）
- (2) 競争心・向上心の涵養の欠如（子ども同士で切磋琢磨する機会が少なくなる）
- (3) 担当教員数の制限に伴う課題（かかわる教員数が少ない，授業の工夫の限界）

#### 4. これまでの小学校統廃合の手順

市街地を中心に、狹隘で老朽化した小学校を統合し、新しい小学校を新設



#### 5. ニュータウン地域の小学校統廃合の現状と課題

Before（これまで）：市街地を中心に小学校の統廃合を実施

市街地の特徴

- (1) 明治・大正期に設置された歴史と伝統のある学校が多い。
- (2) 学校は比較的、学校間の距離が近接しており、敷地が狭く、老朽化が進んでいる。
- (3) 昔ながらの自治組織が強く、それに基づいて地域が形成されている場合が多い。

After（これから）：ニュータウン地域の小学校の統廃合の検討

ニュータウン地域の特徴

- (1) 校舎の建築年数が比較的新しく面積規模も確保されており、建替対象となりにくい。
- (2) 小学校間の距離が比較的遠い。
- (3) 1団地につき、1小学校が計画的に配置されている。
- (4) ニュータウン団地のまち形成基本方針として小学校を団地の中心として位置づけている。
- (5) 神戸市ではコミュニティ強化のために「ふれあいのまちづくり協議会」「防災福祉コミュニティ」「青少年育成協議会」などの地域コミュニティを、小学校区を基本単位として創設。  
ニュータウンは、市街地や農村部に比べて「小学校区＝コミュニティ単位」という考えが強い。

近年の核家族化や地域コミュニティの希薄化に伴い、子どもの健全な育成のために家庭、学校、地域が連携して支えていくことが強く求められており、地域力強化の必要性も高まっている。しかし一方、子どもの教育環境向上のためには適正規模にするための小学校統廃合が必要であるが、そのことが地域コミュニティ力低下を招く誘発要因になりかねないと捉えられることも多く、現に地域の反対運動が展開されるという事例が全国的にも多く見られる。

学校は教育施設であり、統廃合は子どものために行われる教育事業であるが、一方で統廃合は学校と地域の関係性についても転換を迫る要素を帯びるため、各自治体の設ける統廃合のための検討会においてもその過程で地域住民代表の参加が多く見られ、意思決定に際して統廃合対象地域の意思は、統廃合の可否を決める重要な要因の1つとなっている。上記のように「小学校区＝コミュニティ」単位という考えが強いニュータウンの小学校統廃合を実施する際にも、小学校がなくなる地域の抵抗感は非常に強いと考えられる。

そのため、地域住民に理解してもらい円滑な統廃合に移行するための方策として「小学校の統廃合をまちの活力を低下させることなく進める手法」について提案をさせていただく。

## 6. 提案

小学校統合再編をまちの活力を低下させることなく進める手法について

### 〈第1案〉モデル地域で「まちづくり活性化委員会」の創設

ニュータウン団地のひとつをモデル団地に指定し、庁内でモデル団地再生のためのプロジェクトチームを創設。また行政とモデル団地住民等、地域と密接に関わる方々を構成員とする「〇〇団地まちづくり活性化委員会」を創設し、学校再編を含む将来のまちの展望を見据えた再生のための方策を検討。

委員会では課題ごとのWGを設置し、ニュータウンの課題である「学校再編」「人口減少」「空き家対策」「近隣センター活性化」等について討議していく。メンバーは行政、地域住民、近隣センターの商店主、学校関係者など、各WGでの課題の利害関係者で構成。

そして、これらWGで出された意見を総括して全体委員会の中で、このまちを将来どのようにしていきたいのかを念頭に置きながら討議を進めていく。まちが必要としている公共インフラや、世代間交流が活性化するための機会創出などのソフト面でのニーズを把握し、その中で小学校の統合再編の進め方や、さらに統合後の廃校舎や、跡地の活用方法なども検討し、将来地域住民が望むまち全体の未来像を作り上げていく。

#### 〈効果〉

- 様々な切り口で議論することにより、まち全体の再生指針が決まっていくことが期待できる。
- 地域住民等、利害関係者が検討当初から結論にいたるプロセスに参加するので、自分も議論に参加し結論を出すことができる。
- ニュータウンが抱えている問題は、人口減少、少子化、空き家増、近隣センターの機能低下等ほとんどが連動しているため、各課題を並行して検討していくことにより、問題点の整理がしやすくなり、できること、できないことを全体で取捨選択できる。

#### 〈課題〉

- まちの将来に対して能動的に動くことができる自治組織の存在が必要である。
- 現在の厳しい財政状況で、地域住民のニーズにどこまで応えることができるか不透明なため、話し合いが長期に渡ることを予想される。

### 〈第2案〉統合再編対象小学校区における「小学校再編検討委員会」の設置

〈第1案〉の手法はまち全体の再生の話となり、非常に長い時間を要することが十分に考えられるので、小学校統合再編問題が急務である場合は、計画当初から地域住民、学校関係者、小学校保護者、行政などをメンバーとする「〇〇小学校統合再編検討委員会」を設置し、統合再編のあり方、および廃校舎の転活用、跡地の活用方法について議論を実施。

学校の校地は広大であり、複数の目的で活用することも可能であるため、土地を有効利用するためにも、土地を分割してそれぞれの活用方法を考えていく等、柔軟に検討していくことが必要と考える。また、より効果的な活用方法を見つける手段として学校跡地活用だけでなく、団地内にある複数の公共遊休地を並行して検討していくことも有効と思われる。

他都市においても少子化に伴い小中学校の統合が進んでいる地域が多いが、廃校後の跡地の活用方法は大きな問題となっており、行政や学識経験者および、地域住民等もメンバーにした検討委員会を設置している都市が増えている。また、東京都心部をはじめとして学校跡地活用のマスタープランを策定しているケースや、学校跡地も含む行政の遊休地全体を検討する土地活用方針検討会を設置しているケースも見られる。

#### 〈効果〉

- 地域のニーズを把握することができ、また住民の理解のもと学校跡地の有効活用を図ることができる。
- 地域住民等、利害関係者が検討当初から結論にいたるプロセスに参加するので、自分も議論に参加し結論を出すことができる。

#### 〈課題〉

- 学校の統合再編の議論に特化しやすくなり、「地域コミュニティ」対「学校統廃合」という図式が生まれやすい。

- ・学校跡地の活用方法のみの議論で終わってしまい、まち全体の再生の議論にまで至りにくい。この手法を取るにしても、まちの未来像を考えながら跡地活用などの方法を考えていく必要がある。
- ・現在の厳しい財政状況で、地域住民のニーズにどこまで応えることができるか不透明なため、話し合いが長期に渡ることが予想される。

## 7. まとめ

学校統廃合は、「教育の論理」と「地域の論理」の二重の枠組みが同居しており、利害関係者も多様であり、将来に長く影響があるため、複雑な問題と言われている。(国立教育政策研究所紀要【研究ノート】西村吉弘 「小規模小学校の統廃合に直面した地域住民の意識変容過程に関する一考察」より)

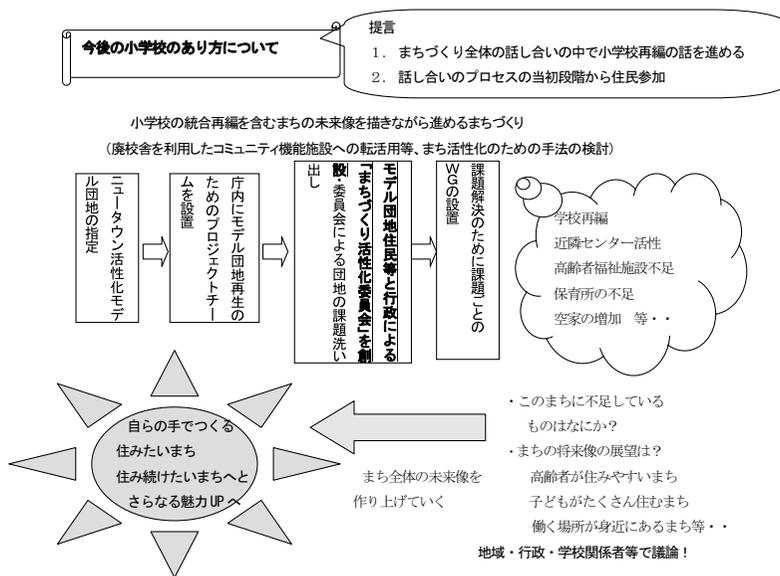
統廃合の決定過程では、保護者による集団登校拒否や、統廃合の撤回を求める訴訟となるなど、感情的なねじれによって地域の政治問題となる例が少なくない。なぜならば学校は地域の教育だけではなく防災拠点やコミュニティ施設など複合的な役割を担ってきたからである。そして多くの学校は地域のまとまりを基盤としており、統廃合の決定過程は、統廃合の成否だけでなく統廃合後の学校運営、ひいては地域の再構築の観点も重要である。

今後の統廃合を進めるにあたっては、統廃合を「するまで」の議論だけではなく、統廃合後のまちのあり方を考えながら進めていくことがこれまで以上に必要となる。そのためには、地域全体で完全且つ円滑に合意し難い課題であったとしても、統廃合後の新たな学校と地域の協働性の構築等に踏み込んで地域住民と話し合っていかなければならないと考える。

その中でも学校統廃合によって生じた廃校舎および跡地の活用はまち再生の観点からも重要なテーマである。国の動きでも有効活用を望む地方公共団体の声を広く届けようと、平成22年度より文部科学省において廃校活用のポータルサイト『みんなの廃校』プロジェクトに取り組み、利用者等を募集している廃校施設等の情報を各地方公共団体が希望するものに限り文部科学省で集約し、HP上で公表している。

学校統廃合再編を円滑に進めるために、神戸市としても統廃合後の学校跡地活用方法等、長期的・複合的な展望に立った新たなまちづくりを進めていく姿勢が求められる。

### 〔概念図〕



※ 小学校統廃合が喫緊の課題となっており、話し合いに長い時間を要する上記手法が取りにくい場合、統合予定小学校の小学校区住民、学校関係者、保護者、行政による「〇〇小学校統廃合検討委員会」を設置し、統合のあり方、および廃校舎や跡地活用の方法について議論を実施。特に跡地の活用方法はまち再生の重要な鍵であるため、十分議論を重ねていく。

神戸市地域の医療ネットワーク構築をめざして  
～市民病院群と各区基幹病院等との連携へ～

財団法人先端医療振興財団先端医療センター放射線技術科

酒井 慎治

中井 高宏

【関係局室区】保健福祉局，中央市民病院

【目 的】あしん安全な医療の提供，まちの魅力を高める

## 1. はじめに

現在，神戸市では ICT を用いた医療ネットワークは存在しない。現状では病院等を結ぶ手段として，でんわ・FAX/紙・CD-R・フィルム等で人が運搬している状況である。医療政策は住民が非常に重要視している政策であり，少ない医療資源を効率よく生かしていく**経営視点**が地方自治体にも求められている。具体的には国の進める**4疾患・5事業（がん・脳卒中・急性心筋梗塞・糖尿病，救急医療・災害時における医療，へき地の医療・周産期・小児医療：小児救急を含む）**についてネットワーク構築を重点的に行う。地域医療連携を促進する政策がなされているが，神戸市としては十分な対応が出来ていないようである。

地域ネットワークの将来展望としては現在，電子カルテからヒューマンセントリックな ICT 社会へ広がりを見せている。言葉で言うと，PHR：Personal Healthcare Record からさらに Life Record へと進化しつつあり，医療情報のみならず個人に関する生涯データを一元的に集中管理し，ライフサイクル全般にわたる情報を身近に活用できる世界の実現を目指すことにある。

## 2. 現状・問題点

- (1) 媒体：紙，でんわ，FAX，CD-R，フィルム（正確にリアルタイムに情報共有不可）
- (2) 紹介先での再検査を行う不満（医療費がかかる，被ばくしたくない，肉体的苦痛）
- (3) 本人が救急受診した場合，薬の処方・病歴を正確に伝えられない
- (4) 初診の場合，当日に初めて情報が入るため，診察時の待ち時間が延びる原因
- (5) 紹介状（診療情報提供書）の作成に時間を要する
- (6) 患者が**医療安全対策**に不安を感じている（リスクの軽減）
- (7) **病院と地域のかかりつけ医との連携不足を感じている**  
6, 7のみで約6割を占める【先端医療センター患者満足度調査から】

## 3. 実施・政策

- (1) 神戸市地域の医療ネットワーク
  - ・現在行われている中央市民と医師会の連携をネットワークで構築
  - ・5病院をネットで結ぶ
  - ・可能な地域からネットワーク構築を行う
- (2) 提案内容
  - ・4疾患・5事業（がん・脳卒中・急性心筋梗塞・糖尿病，救急医療・災害時における医療，へき地の医療・周産期・小児医療：小児救急を含む）
  - ・地域連携クリニカルパス（脳卒中・大腿骨頸部骨折）
- (3) 実施主体は神戸市である理由
  - 1) 電子カルテは個人情報である。情報の保護は重要であり法令による監視等が必要である。
  - 2) 災害時の対応を可能にする。
  - 3) システムは公益性があるが収益性が低いため，公費の投入が必要である。

4) 疾患等における地域問題点を分析し政策に反映し市民健康増進に寄与する。

#### 4. ネットワーク導入のメリット

- (1) 患者の立場から
  - ・安心感 信頼感 重複検査・重複投与の防止（安全・経済的） アクセスの利便性 良質の医療の享受
- (2) 病院の立場から
  - ・紹介患者の増加 高度医療機器の利用促進 役割分担の進展・業務量の軽減 透明化による質の向上 診療所・薬局からの情報提供
- (3) 診療所の立場から
  - ・安心感 信頼感（对患者・対病院）緊急時・急性変化への対応 患者確保 経過のフォロー 最新の知識の習得
- (4) 災害時の対応
  - ・データを複数個所のサーバに外部保管することが容易。災害時は、数か所のサーバが失われても他のサーバが残っていれば、容易に復元可能。特にクラウド型のシステムは、バックアップサーバを持ったシステムとして容易に構築が可能。

大型医療機器の相互利用の促進を行う為には、機器の空き情報を即座に入手し、かつ安全に検査を施行しなければならない。そのためには従来では、検査空き情報の確認、多くの書類（依頼書・同意書・造影剤の注意事項・検査の受け方注意事項・予約票）を必要とし記載・説明等に時間が必要であった。また、これらの書類を正確に実施施設に運搬するという作業も伴う。検査後の画像・所見・データ等を照会元に返信しなければならない。そして、これらを正確に行う必要がある。

以上のように煩雑な作業を簡素化し、かつ正確・安全に行なえリアルタイムに情報交換できることは使用者、利用者ともに大きなメリットがある。

#### 5. 先行事例

先行事例として長崎あじさいネットがある。診療所の87%が診療時間中に中核医療施設の情報を活用している。高度医療機器の共同利用では、CT・MRI・PETなどをクリニックから予約可能でありかつ日帰り検査を行い専門の放射線科医による読影レポートを即座に参照できる。また、調剤薬局では診療情報が閲覧可能になることで、きめの細かい服薬指導にも活用されている。医療機関同士による地域連携メールによる情報交換も有用であり、これらは地域完結型医療を実現している。

システム導入することは、利用者である市民・医療従事者・保険者等の視点から見た効果を最大化し、かつ利用者がその効果を実感できるものでなければならないと考える。

病院医師をはじめとする現場で医療従事者への負担軽減という観点からも、その業務改善のためITの活用をぜひ考慮すべきである。

#### 6. 神戸市関連病院の連携の現状 中央市民と先端医療センター

##### (1) 先端医療センター病院

中央市民病院と電子カルテの参照、放射線治療マネジメントシステムの一体化（ROI S）  
地域電子カルテ参照システムについて

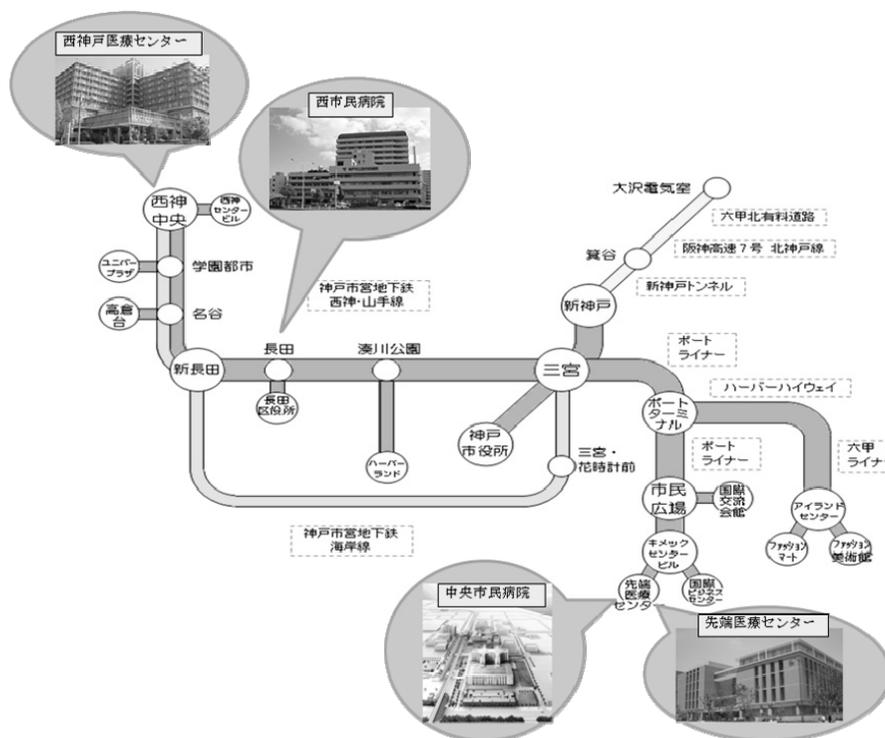
中央市民と先端医療センターともに10台の端末から電子カルテを参照することが出来るシステム。カルテ・フィルム等運搬の必要性がなくなりリアルタイムに患者の必要な情報を取得できる。利用者にとり、安心感・信頼感・重複検査・薬剤重複投与の防止（安全・経済的）・アクセスの利便性・良質の医療の享受が期待でき、紹介患者の増加、高度医療機器の利用促進、役割分担の進展・業務量の軽減・透明化による質の向上・診療所・薬局からの情報提供、緊急時・急性変化への対応・患者確保・経過のフォロー、最新の知識の習得等。カルテ等の運搬・保管の作業がなくなり人件費、保管スペース費等の費用が発生

しなくなった。

## (2) 神戸市関連病院の連携の動きの現状

我々は神戸市関連病院に対し、地域ネットワークづくりの重要性を訴え、その第一歩としての市民病院群の連携についても提案をおこなってきた。ここ数カ月の間に、その考えは各病院にも浸透しつつあるように見える。平成23年度には西市民病院において長崎のあじさいネットを進めてきたグループの大村市民病院、柴田先生を迎えての勉強会が開かれ、各病院の医療情報部の責任者を含め多くの参加があった。このように、徐々に連携の意義が認められてきている。

また神戸市放射線技師会の勉強会においても、我々は連携の必要性を訴えるとともに、連携のためにデータの標準化が必要不可欠であること、また HIS, RIS, PACS における会計コードである JJ コード (JJ1017) を用いた標準コード及び会計システムの作成に、診療放射線技師としてかかわるべきであることを訴えてきた。



神戸市が所有する光ファイバー網を利用した設置概念図

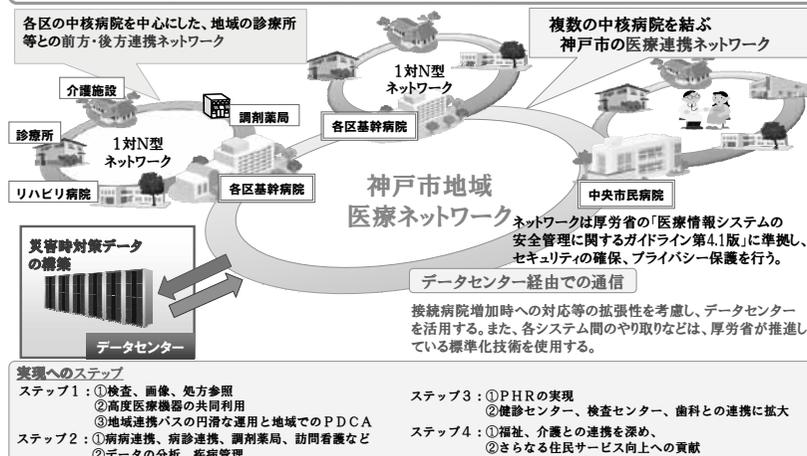
(仮) 神戸市さざんかネットの運用コスト

情報閲覧側	入会金	医師会入会の際、無料	50,000円
	初期費用		30,000円
	ウイルス対策費用		年3,000円
	月会費	さざんかネットのみ	月4,000円
	(機器・保守費込)	レセプトオンライン請求込み	月5,000円
市民病院側	入会費		無料
	月会費		無料
	光ファイバー使用料		無料
	ネットワーク機器・保守費用		各施設管理

## 神戸市地域の医療ネットワーク構築を目指して

～ 市民病院群と各区基幹病院との連携 ～

市内に点在する中核病院をネットワークで結び、病院、診療所や介護施設からの診療情報を参照。シームレスな地域連携は市民にとって、安心安全な暮らしやすい町を実現する。



## 7. 目標例中央市民の場合

外来患者数 900人 / 日 平均在院日数 10日 (一般病棟)  
 病棟利用率 (一般病棟) 紹介率 90% 逆紹介 95%  
 外来単価 6万円 / 1人当り 入院単価 6万円 / 1人当り

## 8. 地域の医師会との連携

(1) 神戸市医師会が地域連携に求めるネットワークについて

- 1) 逆紹介率を高めるシステム
- 2) フリーアクセスを確保可能なシステム
- 3) 急性期から慢性期に移行した患者さんの在宅医療の充実
- 4) クリニカルパスなどをシステムに載せる

\* 神戸市医師会は会独自保有する G-P ネットを運用している。

## 9. まとめ

医療ネットワークは、診療と医療資源の適正化、医療の質の向上、患者や家族に安心をもたらすものでなくてはならない。地域連携は誰のためにするのか、それは**地域の資源、労力を有効活用しなるべく多くの市民に良質の医療を提供することである**。医療の高度化、大病院に患者が集中、そして医師不足による疲弊など悪循環のサイクルをシステムで改善し、専門医とかかりつけ医の役割分担をスムーズに行うことで地域全体の診療の質の底上げを行うこと。**地域全体で診療の質の向上は、患者中心の医療（インフォームド・コンセント）であり、診療の効率化（検査の重複防止・医療資源有効活用）、医療の質の向上（最新医療の習得・医療行為の相互監視）、スムーズな連携（紹介患者数の増加・逆紹介の推進）、医療安全の向上（禁忌・アレルギー情報の共有・薬剤重複投与の防止）である。**

保険制度では、大腿骨頸部骨折及び脳卒中について**地域連携クリニカルパス**が診療報酬の対象とされている。

実現するためには段階的な構築が必要である。ステップ1. 検査データの参照・画像の参照・処方の参照、ステップ2. ではデータ分析し疾病管理をすることにより、**地域の目的を明確に示し、地域全体の共通目的を作ることも重要である**。これにより戦略的地域医療の実現が可能となる。地域住民の健康情報を管理するだけでなく、予防医療、慢性期における介護、在宅医療への展開をスムーズに行なうこと。複数の中核病院をハブとした診療情報の共有は、地域住民の健康を把握する大切なツールを手にしたことになる。

また、災害時の対応として、データのバックアップを遠隔地（データセンター）に保管し、災害発生時はデータの復旧を行えるようにシステム（クラウド型）を構築する。最後に、地域連携システムは神戸市民にとって受診する病院・クリニックが初めてであっても「どこでも My 病院」を実感でき、そして、神戸市が自治体としてはじめて「メガホスピタル」へと進化する。

## 10. 終わりに

神戸市の健康政策を効率よく推進していくために、デジタル化を推進していくべきである。限りある資源を効率良く使用するために電子的ネットワークを利用する手法を今回提案した。神戸市がめざすだれもが安心して暮らせるまちづくりの一翼を担うことは確かである。今後、地域医療ネットワークが市民の健康に貢献できるシステムの実現を目指していきたい。

---

## 活力ある市役所・質の高い仕事をめざす職員モチベーションアップ策について

～職員仕事満足度（ES）調査を活用したPDCAサイクルの構築～

産業振興局中央卸売市場本場	田 淵 寛
市民参画推進局地域力強化推進課	吉 武 邦 彦
水道局総務部庶務課	山 田 真 司

### 【関係局室区】行財政局

#### 【目 的】活力のある市役所の構築と市民サービスの向上

### 1. はじめに

地方分権の推進や社会経済情勢の変化、市民ニーズの多様化など行政を取り巻く環境が激しく変化する中、時代の要請にあった市民サービスを提供し、市民満足度を向上させるためには職員のモチベーション（やる気）の維持・向上が欠かせない。それは、職員のモチベーションが高まれば一人ひとりの能力が発揮され、市民サービスの質の向上につながるからだ。

そこで、本研究では、職員仕事満足度（ES: Employee（従業員）Satisfaction（満足））という指標を用いて組織風土を数値化するとともに、分析を通じて組織や制度の問題点を抽出し、それを具体的な改善につなげていくための仕組みづくりを検討した。他都市や民間事例を参考にして創り上げた「活力ある市役所・質の高い仕事をめざす職員モチベーションアップ策～職員仕事満足度（ES）調査を活用したPDCAサイクルの構築～」を提案したい。

### 2. モチベーションの構成要因

モチベーションはどうしたら高まるのか。モチベーションの構成要因についての研究で有名なフレデリック・ハーズバーグの「動機づけ衛生理論（二要因理論）」と神戸市職員へのヒアリング結果を示す。

#### (1) 動機づけ衛生理論

モチベーションに関する要因には「不満足要因（衛生要因）」と「満足要因（動機づけ要因）」があるとされている。「不満足要因」とは、会社方針や職場環境、給与、対人関係などを指す。これらの要因が不十分なときに、人は不満足と感じる。ただし、十分であってもモチベーションの向上をもたらすものとは言えないが、やる気を引き出すための前提条件となる。

一方、「満足要因」とは、仕事内容、達成感、承認、責任、昇進、成長の可能性などを指す。これらの要因が十分であるときに、人は意欲が高まる。ただし、不十分であってもモチベーション低下の原因にはならない。満足要因が満たされることで、積極的な動機付けが行われ、やる気が増幅することになる。

## (2) 神戸市職員ワークショップ

20代～50代の係長級・担当者の男女15名に集ってもらい、モチベーションが「上がる時」・「下がる時」を自由に意見交換した。217にも上る意見が出され、グループ化すると、①組織風土、②人間関係、③上司、④仕事の意義・やりがい、⑤仕事のやり方、⑥人事制度・評価、⑦人材育成、⑧給与、⑨労働条件・福利厚生、⑩市民の反応（感謝・クレーム）といった分け方ができた。

## 3. 職員仕事満足度（ES）調査を活用したモチベーション向上施策

まず職員のモチベーションの現状把握が必要であるため、職員仕事満足度（ES）という指標を用い調査することとする。

### (1) 職員仕事満足度（ES）とモチベーションの関係

職員仕事満足度とは、顧客満足度（CS:Customer（顧客）Satisfaction（満足））に対比される概念で、職員の業務内容や職場環境、人間関係、給料や待遇面、ビジョンや方針、上司のマネジメントや風土などに対する満足度をいう。ESとモチベーションの構成要因とは同一であると考えられている。

### (2) ES調査とは

職員のESの状況及びESを構成する要因は何かをマクロ的に把握するために行う調査である。ESを構成する要因を想定した質問を調査に落とし込み、どの要因が影響しているか、年代（年齢）・部署・職位別などにはどのような傾向があるのか等を分析し、効果的な施策を行うことを目的としている。

## 4. ES調査を活用したモチベーション向上PDCAサイクル構築事例

ES調査を実施し、結果をモチベーション向上施策に活用している企業・自治体の事例を見てみる。

### (1) コベルコシステム株式会社

「社員満足（ES）なしにお客様満足（CS）の向上はありえない」という基本認識のもと、ES調査を平成13年度より実施している。調査結果で認識した課題は、中長期経営計画や単年度の実行計画、人事労務施策に反映しており、調査結果と改善施策は社長自ら様々な場を通じて社内アナウンスしている。

PDCAサイクルをまわすことでESポイントが上昇し、CSや経常利益も伸びており、ES向上がCS向上につながっていると証明されるとともにメンタル不調者や転職者の減少にもつながっている。

### (2) 横浜市

中田市政の「職員満足度（ES）の向上なくして組織の発展、市民満足度（CS）の向上はない」との考えのもと、ES調査を平成17年度より実施している。調査で明らかになった職場や制度の問題に各部局・所管課で取り組んでおり市民満足度は5年連続で上昇している。

## 5. 神戸市のES調査を活用したPDCAサイクルの構築

### (1) PDCAサイクルの構築

今回提案するPDCAサイクルの各段階における内容は次のとおりである。

#### 1) C 評価（ES調査）

- ・ES調査を実施。集計は単純集計のほか、部署、年代、職位別等のクロス集計も行い、自由意見を参考にしながらモチベーションへの影響度を分析する。
- ・分析結果から施策の効果を検証する。また、職場固有の問題がないかをチェックする。
- ・調査結果を職員に報告（フィードバック）する。

#### 2) A 改善

- ・ES調査の集計・分析結果から、①既存施策の課題と改善、②未対策項目、③職場固有問題の改善、④ES調査項目の改善について検討する。
- ・全庁的な施策・制度に係るものは担当所管と協議し、改善策を協議する。
- ・職場固有問題は該当職場に結果を伝え、課題と改善策を協議する。

#### 3) P 計画

- ・改善検討の結果から実施可能なものから実行計画を立てる。予算措置が必要なものは予算要求する。

- ・実行計画を職員に報告する。

#### 4) D 実行

- ・実行計画に基づき施策を実行する。

#### (2) 実施体制

このPDCAサイクルを確実に実行していくには全所属及び幹部職員から担当職員まで全庁的に一体となり、かつ、長期的に取り組む必要があるため、要綱を制定し、市長をトップとする推進本部を設置するなど組織体制を整備する。

また、年齢別・職位別などのカテゴリー毎の傾向が顕著な場合は、そのカテゴリーの職員を集めるワーキンググループの実施も考えられる。

#### (3) PDCAサイクル構築にあたってのポイント

- ① ES調査と施策改善の意義目的は組織風土や仕組みを良くしていくものであり、職員や所管を批判するものではないことを全員で理解し、組織全体で取り組むこと。
- ② 分析はブレインストーミング等を駆使してしっかりと行うこと。
- ③ 市が本気で取り組むという姿勢を示し、職員から信頼してもらうことが重要であるため、取り組んだ改善施策を職員へ繰り返し発信してよく知ってもらうこと。
- ④ 効果はゆっくりと表れるため、粘り強く継続していくこと。  
などである。

#### (4) 期待できる効果

- ① 既存の施策を毎年検証でき、改善していくことでマンネリ化が解消できる。
- ② 職場の風通しが良くなり、人間関係が良好になる。また、意見や議論ができる組織風土になれば職場が活性化し、職員が仕事を通じて成長できる。
- ③ 職場や仕事へのストレスが軽減し、メンタル不調者が減少する。
- ④ 職場の問題点を明らかにできるため、コンプライアンス遵守、自律性が確保される。
- ⑤ 本市の様々な施策、業務システムの最適化を図るツールとなる。  
などである。

### 6. ES調査のテスト実施

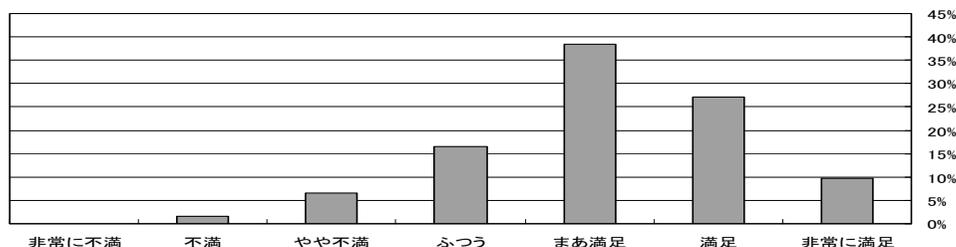
ES調査の実施と分析をシミュレーションするためテスト実施した。

#### (1) 調査の実施方法

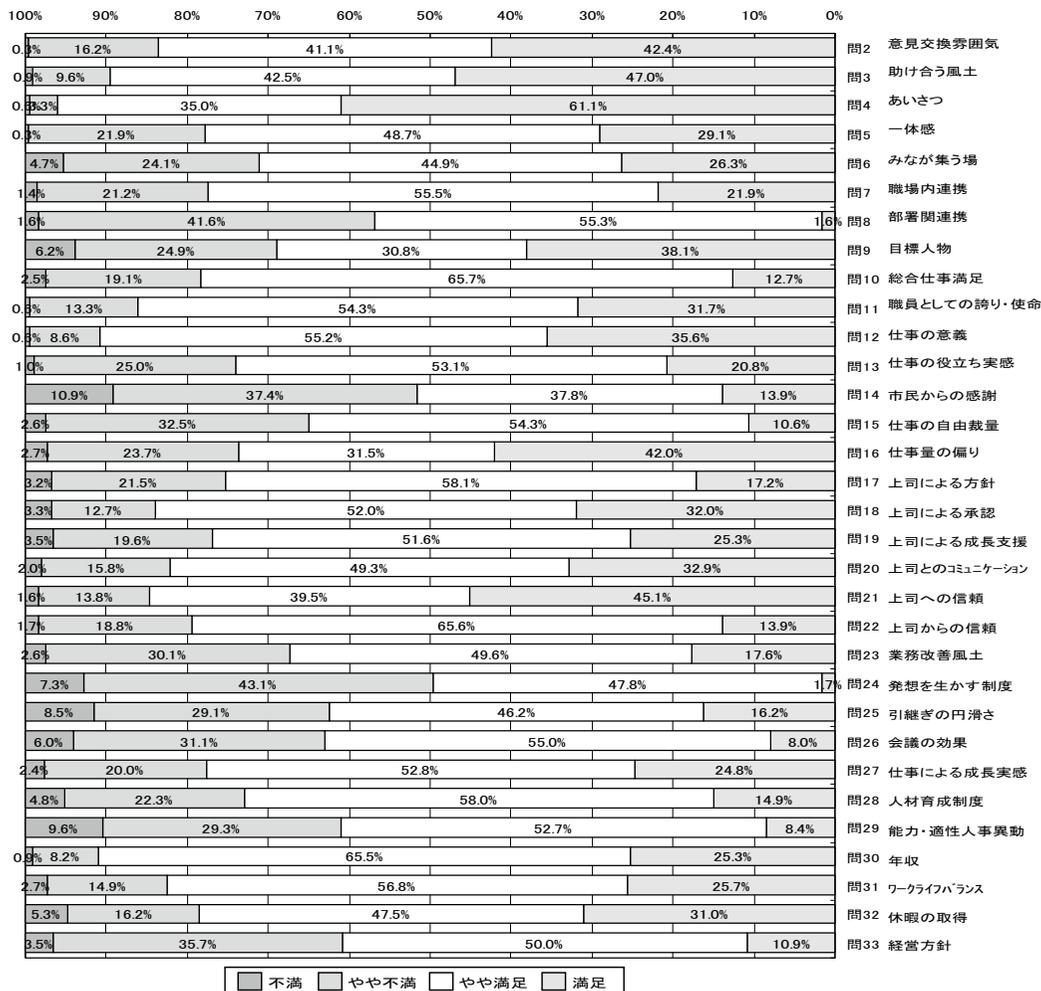
ES調査は全職員に対してアンケートするものであるが、設問の内容や分量が適切かどうかを確認するため、研究員の知人168人へ案内した。調査をテスト実施し、105人（担当52人、係長級36人、課長級以上17人）から回答があった（回答率63%）。

#### (2) 調査結果

##### 1) 総合満足度



## 2) 個別満足度



## 3) 結果講評

今回のサンプル調査における総合満足度は4.83であった（非常に満足：7点，非常に不満：1点として加重平均）。

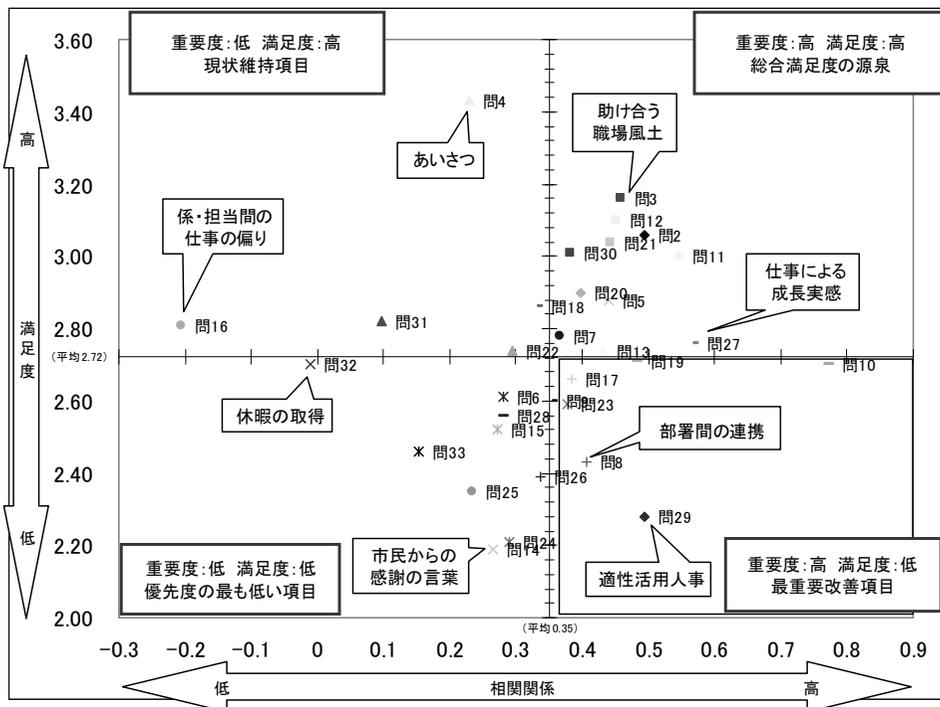
個別満足度が高い（満足・やや満足の割合が高い）設問は、「あいさつ（問4）」、「仕事の意義（問12）」、「年収（問30）」であり、逆に満足度が低い設問は、「発想を生かす制度（問24）」、「市民からの感謝（問14）」、「部署間の連携（問8）」となっている。

また、このES調査について実現して欲しいと思う人が87%（そう思う39%、まあそう思う48%）いた。その理由を記載してくれた方は40件あり、「モチベーション向上・組織風土改革にぜひつなげて欲しい」、「何か変わりそう」、「職員の意識改革のきっかけになる」との意見をいただき、現状を変えたいと思っている職員が相当数いることがわかった。

## (3) 調査結果の分析

次に総合満足度への影響と個別満足度を関数を利用して関係性を見ると次の図となる。

## 総合満足度の構造分析（全体）



総合満足度を高くつけた人が高くつけた個別満足度の調査項目（以下、「個別項目」という。）、または、総合満足度を低くつけた人が低くつけた個別項目は、総合満足度と個別項目の影響が大きい。これを「相関係数が高い」という。

全体的にどの個別項目が総合満足度に与える影響が大きいかを示したものが上図である。

図右下の象限の中の個別項目が、総合満足度への影響が大きいにもかかわらず、満足度の低いものであり、今後改善を要する項目である。その個別項目を列挙すると次のとおりである。

問8：部署間の連携、問9：目標人物の存在、問10：総合仕事満足度、問17：上司による指針、問19：上司による成長支援、問23：業務改善風土、問29：能力・適性活用人事

マトリクスの右下部分にある問が、個別満足度が低く、総合満足度への影響が大きかったものであり、最重要改善項目となる。このサンプルは、「能力・適性を生かした人事異動（問29）」、「部署間の連携（問8）」などについて改善すると、総合満足度が大きく改善する可能性があるということになる。

## 4. おわりに

本研究で提案した「ES調査を活用したPDCAサイクルの構築」は、活力のある市役所・質の高い仕事のベースとなる職員モチベーションを向上させるために必要なことは何であるか、仮説を設定し、検証していくものであり、限られた人員・予算・時間の中で、優先順位を付けて施策を実施する効果的な仕組みである。

しかし、全庁的にES調査を実施するに当たっては、関係部局や他の制度との調整も必要と考えられるため、拙速に進めるのではなく、部局や階層を絞り込んだテスト調査を行うなど検証・進化させた上で全市展開していくことを望む。



職員・議員・市民必携の政策情報誌

## 月刊『地方自治職員研修』

毎月15日発行、B5判130頁、定価800円（最寄りの書店より取り寄せできます）  
直接送付・年間定期購読：8,880円（税・送料込み、前払い）

7月号《特集》都市制度再編と自治＋自治体財政の改革課題

6月号《特集》生きにくい時代の自治体政策

5月号《特集》市民の声を政策に活かす

臨時増刊  
最新・100号

### 『自治の潮流と自治体職員』

ショックの臨増が伝えた自治の息吹き  
新発売！ 定価1,680円（税込み）

好評  
発売中

### 『市民自治のこれまで・

これから』今井照・編著  
定価2,625円（税込み）

公職研 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 2-20

<http://www.koshokuken.co.jp>

tel.03-3230-3701 / fax.03-3230-1170 / e-mail:hello@koshokuken.co.jp



# 近現代都市史・行政史のシリーズ、4冊目刊行！ 京都市政史 第2巻 市政の展開

発行 京都市  
編集 京都市市政史編さん委員会

〔本巻編集委員〕 秋月謙吾（展開編部会長）・大西裕

〔本巻執筆〕 秋月謙吾・芦立秀朗・石見豊・大西裕

風間規男・北村巨・佐藤満・曾我謙悟・田尾雅夫・

徳久恭子・中森孝文・南京兌・広本政幸・松並潤・

森裕城・森川正則

◆一九五〇年から二〇〇〇年までを対象に、戦後京都市政の再生と発展の歩みをわかりやすく解説。

◆都市整備・文教観光など各分野における市の基本政策の大きな流れを描くとともに、組織や人事など行政のしくみの変遷にも目を配る。

◆読みやすい文章と豊富な図版で幅広い読者層に対応。  
◆戦後日本の都市行政研究に新たな視角をもたらす大著。

【次回配本】（二〇一五年三月刊行予定）

第3巻 財政のあゆみ付・総合年表

【既刊】（各巻、税込六〇〇〇円）

第1巻 市政の形成／第4巻 資料市政の形成／  
第5巻 資料市政の展開

定価 六〇〇〇円（税込）  
A5判約八〇〇頁 口絵付

〒602-0867 京都市上京区寺町通丸太町上る

Tel 075 (241) 4312 Fax 075 (241) 4012

[http://www.city.kyoto.lg.jp/somu/soshiki/3-1-6-0-0\\_1.html](http://www.city.kyoto.lg.jp/somu/soshiki/3-1-6-0-0_1.html)

◆ご注文はこちらまで

京都市歴史資料館

## 編 集 後 記

- ◎スーパーコンピュータ「京」が、まもなく供用開始されます。「医療・創薬」、「新物質・エネルギー創出」、「ものづくり」など様々な分野での活用が期待されています。
- ◎多くの方々にとって、スーパーコンピュータがこれからの産業・経済の発展に重要な役割を果たしていくことは分かっていますが、その具体的な活用方策については、なじみの薄いものではないでしょうか。
- ◎今号では、産業振興におけるスーパーコンピュータの活用について、様々な事例や活用方策について論じていただきました。自治体職員や企業・大学等の関係者に、スーパーコンピュータの産業面を中心とした活用やその重要性について広く知っていただくための一助となることを期待します。
- ◎次号は、「協働と参画による六甲山を生かした神戸づくり」(仮題)を特集します。ご期待ください。

【問い合わせ先】

〒651-0083 神戸市中央区浜辺通5丁目1-14 神戸商工貿易センタービル18F FAX 078-252-0877

神戸都市問題研究所内 季刊「都市政策」編集部宛

次号149号予告 (2012年10月1日発行予定)

### ― 特集 協働と参画による六甲山を生かした神戸づくり ―

都市資源としての六甲山の意義と今後の六甲山保全・管理に向けて総括的考察	新野幸次郎
六甲山におけるブランド化の意義	栗木 契
「山上に居る者」の視点から見た六甲山の現状	上田 均
六甲山に係わる市民活動の展開	堂馬 英二
こうべ森の学校はいま	東郷 賢治
六甲山における森林整備とレクリエーション利用の取り組み	重藤 洋一
「協働と参画による六甲山を生かした神戸づくり」概要	神戸都市問題研究所

<タイトルについては変更になる場合があります>

#### ■購読者のみなさまへお知らせ

次号149号(10月発行)より発売元が変わります。

講読・バックナンバー等のお問い合わせについては、下記までお願いいたします。

書店等でのお求めについては従来どおりで変更はございませんので、引き続きのご購読をお願い申し上げます。

発売元：みるめ書房(田中印刷出版株式会社内)

取り扱い・販売業務は、株式会社かんぼう

〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-2-14

電話 (06) 6443-2179 FAX (06) 6443-4646

季 刊 都 市 政 策

第148号

印 刷 平成24年6月20日 発 行 平成24年7月1日

発行所 公益財団法人神戸都市問題研究所 発行人 新野 幸次郎

〒651-0083 神戸市中央区浜辺通5丁目1番14号(神戸商工貿易センタービル18F)

電話 (078) 252-0984

発売元 勁 草 書 房

〒112-0005 東京都文京区水道2の1の1

振替口座 00150-2-175253 電話 (03) 3814-6861

印 刷 田中印刷出版株式会社

## 都市政策バックナンバー

- 第121号 特集 集客観光都市の創造 2005年10月1日発行
- 第122号 特集 空港が開く都市の未来 2006年1月1日発行
- 第123号 特集 パブリックガバナンス―外部監査と外部評価― 2006年4月1日発行
- 第124号 特集 地域の力を活かした防災・防犯力の強化 2006年7月1日発行
- 第125号 特集 大学と地域・産業との連携によるまちづくり 2006年10月1日発行
- 第126号 特集 デザインを生かしたまちづくり 2007年1月1日発行
- 第127号 特集 ソーシャルキャピタルと地域づくり 2007年4月1日発行
- 第128号 特集 神戸医療産業都市構想 2007年7月1日発行
- 第129号 特集 神戸開港140年 2007年10月1日発行
- 第130号 特集 少子高齢社会における受益と負担の関係 2008年1月1日発行
- 第131号 特集 景観行政の変遷と意義 2008年4月1日発行
- 第132号 特集 ソーシャル・インクルージョン手法による地域の再生 2008年7月1日発行
- 第133号 特集 文化創生都市づくりとビエンナーレ 2008年10月1日発行
- 第134号 特集 これからの神戸づくりの論点 2009年1月1日発行
- 第135号 特集 大都市制度 2009年4月1日発行
- 第136号 特集 都市の就業戦略 2009年7月1日発行
- 第137号 特集 環境共生都市づくり 2009年10月1日発行
- 第138号 特集 阪神・淡路大震災の教訓は危機管理にどのように生かされているか 2010年1月1日発行
- 第139号 特集 分譲マンション再建・管理をめぐる諸問題 2010年4月1日発行
- 第140号 特集 神戸市(新長田地区)中心市街地の活性化について 2010年7月1日発行
- 第141号 特集 大都市に期待される役割について 2010年10月1日発行
- 第142号 特集 都市資源としての六甲山 2011年1月1日発行
- 第143号 特集 第5次神戸市基本計画 新たな神戸づくり 2011年4月1日発行
- 第144号 特集 自治体における科学・技術の活用 2011年7月1日発行
- 第145号 特集 東日本大震災への神戸市の緊急・復旧対応支援 2011年10月1日発行
- 第146号 特集 東日本大震災からの復興の推進に向けて 2012年1月1日発行
- 第147号 特集 神戸市まちづくり条例30年 2012年4月1日発行

ISBN978-4-326-96188-7  
C3331 ¥619E

定価650円(本体619円)

勁草書房



9784326961887



1923331006192



発売元

勁草書房

東京都文京区水道2の1の1  
振替口座00150-2-175253

☎03-3814-6861