

解説



計算物理学と超並列計算機—CP-PACS 計画—

1. 計算物理学と CP-PACS 計画†

岩崎 洋一†† 宇川 彰††† 梅村 雅之††

1. はじめに

物理学が、実験物理学と理論物理学に大別されることはよく知られている。前者は、実験装置あるいは観測機器を用いて、新たな自然現象やその規則性の発見、あるいは理論的予言の検証を行うものであり、後者は、数学的方法を駆使して自然現象の背後に潜む自然法則の数学的構造を明らかにしようとするものである。しかし、数学的方法、いわゆる「紙と鉛筆」のみによって複雑な物理現象を理解することは容易でない。流体力学における乱流現象、高温超伝導に関係すると考えられている強い相関を持つ電子系の物性物理、宇宙の様々な構造の起源、素粒子の相互作用など、近年の物理学の重要テーマはいずれもこの範疇に属する。このような物理系に対し、高速計算機による数値解析を行ってそのダイナミクスを分析することにより、基礎法則からいかにして複雑な現象が生起するかを理解し、またその上で新たな自然現象の予言を行おうとする分野が計算物理学である。

複雑な物理現象を理解するために計算機を用いることは、電子計算機発達の初期から追求されてきた大きなテーマの1つである。しかしながら、計算物理学が近年1つの分野として確立したのところが大きい。これは、計算物理学の多くのテーマにおいて、大次元連立一次方程式など、ベク

トル演算により高速化可能な計算が重要部分を占めることに由来する。一方、これらのテーマにおいては、物理系の基本変数は空間あるいは時空の各点に定義された場であり、その空間的・時間的変化は局所的に定まる場合が多い。したがって、これらの物理系に対する計算は、ベクトル演算に替わって（あるいはそれとともに）、並列演算を行うことにより高速化が可能である。この事実とマイクロプロセッサ技術の発展に注目して、マイクロプロセッサを用いた科学計算用並列計算機を製作する試みが1970年代後半から始まった。1977年に筑波大学の星野力らによって開始されたPAXシリーズはその世界的先駆けである。この動きは、1980年代に入って素粒子物理学において特に顕著となり、米国のコロンビア大学、IBMワトソン研究所、イタリアのローマ大学などにおいて、この分野専用の並列計算機の製作が行われた。我が国においても、PAXシリーズ5代目QCDPAXが、素粒子物理学専用機として製作された。これらの並列計算機は1980年代後半から1990年初めにかけて次々に完成し、実用に供されて多くの物理学上の成果を生み出している。

CP-PACS計画は、QCDPAX計画に続き、演算ノード数1000台以上・理論ピーク演算性能300 GFLOPS以上の科学計算用超並列計算機を開発・製作し、これを用いて、素粒子物理学のみならず、宇宙物理学・物性物理学など、計算物理学全般にわたる研究の推進を図ることを目的とする計画である。超並列計算機CP-PACSの詳細は本稿に続く各稿に述べられる。本稿では、その導入として、CP-PACS計画の主要目標である素粒子物理学と宇宙物理学を中心に、計算物理学のあらましを紹介する(2.)。ついで素粒子物理学分野での専用並列計算機の開発計画の歴史と現時

† Computational Physics and CP-PACS Project by Yoichi IWASAKI (Center for Computational Physics and Institute of Physics, University of Tsukuba), Akira UKAWA (Institute of Physics, University of Tsukuba) and Masayuki UMEMURA (Center for Computational Physics and Institute of Physics, University of Tsukuba).

†† 筑波大学物理各系および計算物理学研究センター
††† 筑波大学物理学系

点での世界的状況を概観した(3.)後、CP-PACS計画の概要を示す(4.).

2. 計算物理学

計算物理学の方法の適用されている問題はきわめて幅広く、基礎から応用まで物理学のほとんどすべての分野にわたる。多少古いが、文献1)は分野全体の様子を知るのに適当であろう。以下、いくつかの例をあげる。

計算物理学の代表としてただちに思い浮かべるのは数値流体力学であろう。乱流の生成機構といった原理的問題から、気象予測、航空機設計などの応用に跨る幅広い分野であり、歴史も古い。三次元空間の各点に定義された速度場などの空間的時変動をナビエ・ストークス方程式を解いて求めることが基本的課題である。

物性物理学も、計算物理学の方法が古くから用いられてきた分野の1つに数えられる。金属の常磁性・強磁性相転移を例にとれば、この問題では、金属結晶格子の各点にのったスピンを基本変数として、近接格子点上のスピン間の相互作用エネルギーが与えられる。自発磁化などの物理量は、このエネルギーによって決まるある重みに従って、すべてのスピン変数に関する多重積分平均値を計算することにより求まる。このための計算法としてはモンテ・カルロ法が基本である。

この分野はきわめて多様であり、ランダム系の代表であるスピングラス、量子効果が重要となるような低次元スピン系、高温超伝導の発現機構に関係すると考えられる強い相関を持った低次元電子系、ひいては蛋白質の空間構造の決定などの研究が行われている。いずれにおいても、モンテ・カルロ法とその変形が多用される。

材料科学における第一原理計算も最近急速に発展を遂げた分野である。これは、原子核イオンと伝導電子からなる多自由度系のシュレディンガー方程式を近似を最小限に抑えて現実の物質に則して解く方法で、半導体などの物理特性の解明に大きな成果をあげている。多変数エネルギー関数のミニマイゼーションとそれに付随する大次元連立一次方程式の解などが重要演算となる。

以上の例の多くには、基本変数が空間の各点に定義されていること、その自由度はきわめて大きいこと、相互作用は局所的であること、計算法と

してモンテ・カルロ法や多次元連立一次方程式の解法が重要部分を占めるなどの共通の特徴がある。素粒子物理学における問題もこれらの特徴を共有するが、いくつかの理由により必要計算力は大幅に増加する。以下これを少しく述べる。

素粒子とは自然界の基本的構成要素を指し示す言葉である。現在のところ、実験的に確認されている素粒子は、陽子・中性子・パイ中間子などのハドロンを構成する6種類のクォーク、電子・ニュートリノなどの6種類のレプトン、電磁相互作用を媒介する光子などのゲージ粒子である。素粒子の相互作用は、強い相互作用・電磁相互作用・弱い相互作用・重力相互作用が知られている。このうち、前三者は標準理論という場の理論で記述されると考えられている。特に、強い相互作用の場の理論を量子色力学(Quantum Chromodynamics 略してQCD)という。

量子色力学は、電磁相互作用を記述する量子電気力学と形式的によく似た理論であるが、その力学的特性はまったく異なる。荷電粒子間に働く力は光子の交換により生じ、距離の自乗に反比例するクーロン力である。量子色力学では「色電荷」を持つ粒子間にグルオンとよばれるゲージ粒子が交換されるが、その引き起こす力は遠距離では距離に依らない一定な強い力であり、ポテンシャルエネルギーは距離に比例して増大する。このため色電荷を持つクォークは単独では存在できず(クォークの閉じ込め)、必ず2個あるいは3個が組になって色を持たない状態を作ると考えられている。これがハドロンである。

このような現象は、量子色力学が多自由度かつきわめて相互作用の強い系であることに起因すると考えられるが、その機構を解析的方法により理解することは現在まで成功していない。計算物理学の一分野としての量子色力学研究の目標は、量子色力学の基本原則に基づいてクォーク・グルオンの複合系であるハドロンの質量スペクトルや崩壊定数などの諸性質、さらにはビッグバン直後の宇宙初期に存在したと考えられる高温・高密度下でのハドロン物質の状態などを、数値的方法を主たる手段として理解することである。

量子色力学の基本変数はクォークとグルオンを表す場であり、空間と時間の各点に定義される。素粒子の世界では相対論的效果が無視できないた

表-1 計算物理学における計算規模の現状と目標(後者については実効演算性能 400 GFLOPS を仮定した場合)

	計算例	現状 格子数	目標			
			格子数	計算時間	主記憶容量	補助記憶容量
素粒子物理学	ハドロン質量計算	24 ⁴	64 ⁴	68 日	18 GB	216 GB
	動的クォークを含む計算	16 ⁴	32 ⁴	244 日	3 GB	9 GB
宇宙物理学	輻射流体力学	—	100 ³	95 時間	176 GB	250 GB

め、空間と時間は同等に扱わなければならない。またその力学は基本的に量子力学である。この両者を統合する最も強力な定式化は、時空の各点のクォーク場とグルオン場を積分変数とする積分形式で与えられ、統計力学における分配関数と数学的にきわめて類似の構造を持っている。したがって、量子色力学の計算にはモンテ・カルロ法が基本となる。

実際の計算を行うためには、連続な時空を離散な4次元超立方格子に置き換えて、クォーク・グルオン場の自由度をこの格子に制限した格子量子色力学を用いる。一辺の格子点数が L の格子を考えれば、格子点総数は空間方向 L^3 に加えて時間方向の分 L 倍だけ大きい。また、各格子点あたりの自由度も 96 と多数にのぼる。したがって、一辺 $L=100$ 程度の計算を考えた場合、三次元流体計算や三次元スピン系シミュレーションに較べて、変数だけで約 1000 倍の量になる。さらに、量子色力学の積分形式では、クォーク場はグラスマン積分という特殊な積分により表現される。これを数値処理する上で、 $12L^4$ 次元の連立一次方程式を解くことをモンテ・カルロ計算の各ステップに組み込む必要がある。この方程式の係数行列は疎行列であるが条件数が高く、共役傾斜法などの必要反復回数は数百から数千回にのぼる。以上2点により、量子色力学の数値シミュレーションには、記憶容量・演算速度ともにきわめて強力な計算力が必要とされる。

計算物理学の重要分野として宇宙物理学も忘れることができない。ここでは、宇宙における様々な非線形現象、たとえば銀河の形成や星・惑星系の誕生、ブラックホールの生成といった複雑な過程を数値シミュレーションによって解析する。これらの宇宙物理現象は実験室で再現することが不可能であり、数値的予測を観測結果と比較することにより、その物理機構を解明することが課題で

ある。

ブラックホールの形成に対しては、一般相対性理論のアインシュタイン方程式の初期値問題を解く必要がある。従来の計算能力では、球対称解析解などを重力場に仮定して、これを外場として扱う計算しかできなかった。しかし、連星をなす中性子星系の合体によるブラックホール形成問題などは、このような仮定をおくことができない。そこで、物質の作る重力場をアインシュタイン方程式を数値的に解くことによって直接求める方法が試みられている。これは、高度なテンソル数値解析を必要とするが、特殊な仮定なしに一般的にアインシュタイン方程式を解く方法論の確立につながるものである。

また、計算宇宙物理学のより広い重要テーマに、輻射場の問題がある。銀河の形成や星・惑星系の誕生など、宇宙の現象のほとんどは物質系のダイナミクスと電磁輻射が介在したプロセスが結合したものである。これまでは輻射場に関し近似的仮定を置き、物質場のみを宇宙流体力学で解く方法が主に用いられてきた。最近の解析の結果、このような近似は天体形成過程の本質的な部分を見失わせる可能性のあることが分かってきた。そこで、輻射場と物質場の相互作用を考慮に入れて両者を同時に解く輻射流体力学が要求される。これは、空間3次元、輻射場3次元の6次元問題である。6次元輻射流体力学の試みは、まだ世界でも行われていない。輻射流体力学の実現はまた、今後予想される観測技術の高度化に対応するためにも必要不可欠といえる。このような高次元問題の計算には、演算速度と並んで主記憶容量の強化、補助記憶装置の活用などが重要となる。また、輻射流体力学は境界条件のとり方などが結果に及ぼす影響の検討が重要であり、まとまった成果をあげるためには、1つの現象に対し数十から百にのぼる場合の計算が必要である。

計算物理学の手法による素粒子物理学と宇宙物理学の研究は、CP-PACS計画の主要テーマである。表-1にこれらの分野での代表的計算例について、現状と目標としたい計算の規模を掲げる。

3. 計算物理学における並列計算機の開発動向

図-1に、ベクトル型計算機および並列計算機の理論ピーク演算速度をその製品の出荷年（専用機の場合は完成年）の関数として示す。1991年頃に、最高性能の機種がベクトル型計算機から並列計算機に代わったことが見てとれる。これは素粒子物理学分野で開発された専用並列計算機および米国のThinking Machine社などによる商用並列計算機の出現による。

すでに述べたように、専用並列計算機の開発は素粒子物理学分野において著しい。表-2に現在までに開発・製作が行われた主なものの一覧表を掲げる²⁾。

この分野で先鞭を着けたのは、米国コロンビア大学のNorman Christらのグループであり、第1号機の開発は1982年に始まった。この機械は量子色力学計算に頻出する3×3複素行列と3次元複素ベクトルの乗算専用ハードウェアを持っていたが、22ビット精度を用いるなど、試作機の色が濃いものであった。2号機、3号機は、2次元トーラスネットワークの各ノードにベクトル演算チップを配置したものである。これらの開発

は順調に進み、特に3号機は1989年以来稼働して、量子色力学の大規模シミュレーションに使用されている。

2番目の専用機はDonald WeingartenらによりIBMのワトソン研究所で製作されたGF11である。開発開始は1983年と早かったが、192ビット幅LIWにより各種命令を並列実行するアーキテクチャの採用、総数566台の演算ノードを任意の置換が可能なメンフィススイッチで結合するという野心的構想などが技術的困難に遭遇して稼働開始は1991年となった。ハドロンの質量計算などに成果をあげている。

並列計算機APEはローマ大学のNicola CabibboとGeorgio Parisiが中心となって1984年から開発が進められてきた計算機である。第一世代

表-2 素粒子物理学における専用並列計算機 (括弧内は最大構成での予定値)

	ノード数	理論ピーク性能 (GFLOPS)	主記憶容量 (GB)	開発開始	完成
Columbia I	16	0.25	0.018	1982	1985
Columbia II	64	1.0	0.133	1985	1987
Columbia III	256	16	2.5	1987	1989
GF11	566	11	1.14	1983	1991
APE	16	1	0.25	1984	1988
APE 100	512 (2048)	25.6 (100)	2 (8)	1988	1994
QCDPAX	480	14	3.0	1987	1990
ACPMAPS I	256	5	2	1986	1991
ACPMAPS II	612	50	19.1	1992	1994

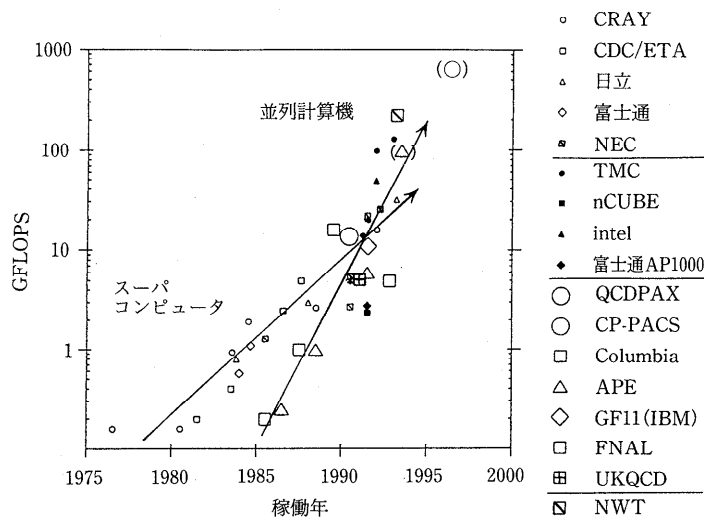


図-1 スーパーコンピュータと並列計算機の最高速度の発展: 1 GFLOPSは1秒間に10⁹回の浮動小数点演算速度。大きな白抜き記号は専用並列計算機。

機は $a \times b + c$ の演算パイプを持つカスタムデザインの演算ユニットを最大 16 台直列に連結した構成で、高水準言語とコンパイラも整備されており、量子色力学の高精度計算の先駆けを行った。第二世代機 APE 100 はネットワークを二次元トラスに変え、演算ユニットを強化して (名称 MAD), 最大構成 2096 台・理論ピーク演算性能 100 GFLOPS である。128 台構成の試作機まではローマ大学で開発された後、Alenia Spazio 社により Quadrics の名称で製品化された。現在までにローマ大学、ドイツのビーレフェルト大学などに設置され、欧州における量子色力学計算の主力並列計算機となっているが、最大構成機はまだ実現していない模様である。APE 100 は数値流体力学計算などにも利用され、応用範囲を広げている。

並列計算機 QCDPAX は、1977 年に筑波大学の星野力らによって開発が開始された並列計算機 PAX シリーズ³⁾の 5 代目にあたる。岩崎洋一らの素粒子物理学研究者との共同で、1987 年から 1989 年までの 3 年間科学研究費補助金 (特別推進研究) を受けて開発製作された。QCDPAX は、PAX シリーズの MIMD アーキテクチャ、局所分散メモリ型近接通信、2 次元メッシュトラス構造ネットワークを受けついでいる。演算能力強化のためにベクトル演算が可能な浮動小数点演算チップを各ノードに付加し、480 台構成で理論ピーク演算性能 14 GFLOPS を実現した。1992 年の完成後、約 3 年間フル稼働しており、稼働時間の合計は 2 万時間を越えている。宇宙初期におけるクォーク・グルオン状態からハドロン状態への相転移、ハドロンの質量の精密計算、クォークの種類数と閉じ込めの関係など、量子色力学に関する成果を導き出している。

ACPMAPS は米国 Fermi 国立加速器研究所で製作された。クラスタ構造のネットワーク、I/O 装置の充実、CANOPY と呼ばれるソフトウェア環境などに特徴がある。2 号機は、1 号機の CPU を 2 台の Intel i860 で置き換えて演算能力を強化したものである。

以上に述べた専用並列計算機は量子色力学の研究の進展に大きな役割を果たしたが、最高実効演算性能は 5-10 GFLOPS 程度であり、十分に満足いく物理結果を得るには至らなかった。そこ

表-3 素粒子物理学における超並列計算機計画

	ノード数	理論ピーク性能 (GFLOPS)	主記憶容量 (GB)	結合網	完成予定
CP-PACS	1024	300	64	3 d crossbar	1996
QCDSF	16384	800	32	4 d torus	1996
APE 1000	4096	800	128/256	3 d ?	?

で、この間の計算機技術の進歩を土台に、数百 GFLOPS から 1 TFLOPS に至る性能の超並列計算機の開発計画が 1990 年頃から構想され始めた。表-3 に現在進行中の 3 つの計画の概要を掲げる²⁾。このうち、最も早く開始されたのは、CP-PACS 計画であるが、これについては次章に詳しく述べる。

QCDSF はコロンビア大学の第 4 世代機で、1993 年春に開発が開始された。25 MHz (50 MFLOPS) の TI 社製 DSP を $16 \times 16 \times 16 \times 4$ の 1 ビットシリアル通信 4 次元トラスネットワークで結合し理論ピーク演算性能 800 GFLOPS を目標とする。ノード間通信および DSP とメモリ間のデータ I/O を受け持つチップはゲートアレイを用いて開発する。このゲートアレイと DSP および 2 MB の DRAM を名刺大のデータボードに搭載し、64 枚のデータボードをマザーボードに載せる。16 マザーボードが 1 クレート、全体で 16 クレートとなる。この計画は 13 人の素粒子理論研究者と 2 人の素粒子実験研究者で推進されている。市販の各種ソフトウェアを用いて詳細設計・論理検証などすべてを研究者側で行った後、製作を外部発注している。1 クレートの試作機の予算はすでに承認されており、その製作が 1995 年秋の完成を目指してその製作が進行中である。全体機の予算は申請中であるが、承認されれば 1996 年 7 月完成を予定している。

APE 1000 は APE 100 の後継機である。APE 100 は計画がかなり進行した後に Alenia Spezia 社との共同開発が開始されたが、今回は最初から共同で作業が行われている。基本的には、APE 100 の演算ユニット MAD を演算パイプ数・レジスタ数・クロック周波数いずれも 2 倍にして 200 MFLOPS の性能とし、4096 台構成で 800 GFLOPS を実現しようとするものである。ネットワークは 3 次元構成のようであるが詳細に関してはまだ情報がない。準備は 1993 年から開

始されていたが、最近 13 M\$ の予算が承認され 1995 年から 5 年計画が発足した。

4. CP-PACS 計画⁴⁾

CP-PACS (Computational Physics-Parallel Array Computer System) 計画は QCDPAX がほぼ完成した 1990 年夏から準備が開始された。1991 年春には文部省において審査が行われ、その結果、「学術の新しい展開のためのプログラム」(「新プログラム」と略称されている)の一環として 1992 年度-1997 年度の 5 年計画で採択された。この計画の推進母体として筑波大学に「計算物理学研究センター」が全国共同利用施設として 1992 年 4 月に設置された。研究部門は、計算素粒子物理学、計算物性物理学、計算宇宙物理学、並列計算機工学の 4 部門で構成されている。超並列計算機 CP-PACS の開発・製作は、「新プログラム」の財源措置の柱の 1 つである科学研究費補助金(創成的基礎研究費)を受けて、同センターで進められている。

CP-PACS 計画は QCDPAX 計画を継ぐものである。後者に比べて、計算機工学・物理学いずれの面でも陣容が大幅に拡大強化され、現在それぞれ 13 名と 15 名、計 28 名が携わっている。計画は 2 段階からなり、第 1 段階は科学計算に適合した超並列計算機 CP-PACS の開発製作である。対象範囲は素粒子物理学を越えて、物性物理学・宇宙物理学に拡大し、場とその近接相互作用を基本原理とする幅広い科学計算を効率的に実行しうる並列計算機の開発製作を目標としている。第 2 段階では、製作された CP-PACS を用いて計算物理学研究を実行する。素粒子物理学・宇宙物理学で実際に目標としている計算の規模についてはすでに表-1 に掲げたとおりである。

超並列計算機 CP-PACS の設計目標諸元は次稿に示されている。アーキテクチャ上特筆すべき特徴としては、浮動小数点演算能力強化のためのスライドウィンドウレジスタを用いた疑似ベクトル処理方式(PVP-SW)の開発・実装、ハイパクロスバネットワークの採用と通信高速化のための高速リモート DMA 転送方式の開発・実装、大容量分散ディスクの実装などがあげられる。

これらの点の多くは、計算機工学分野と物理学分野、さらには製作担当社の間で、CP-PACS が

主目標とする計算の効率化を目指す徹底的な検討を行った中から生まれたものである。このような共同作業は、先の QCDPAX 計画から引き継がれたものであり、CP-PACS 計画の大きな特色である。

この共同作業の一環として、CP-PACS 完成後の応用計算における実効性能の評価にも努力が払われた。量子色力学のプログラムなどについて、物理学側からも参加して、仮想ベンチマークが繰り返され、その評価結果を取り入れて、応用プログラムに対して最高速度の 50% 以上の実効速度を目標にした設計が行われている。これらの詳細については本特集の各稿を参照していただきたい。

CP-PACS の製作は日立製作所が担当し、1996 年春までに、システムを計算物理学研究センターに設置稼働させる予定である。高性能な計算機システムの効率的運用のためには、データの前後処理・解析・保管なども重要な要素となる。CP-PACS に対してはこれらの目的のためにフロント計算機システムが設けられており、すでに計算物理学研究センターに設置されている。CP-

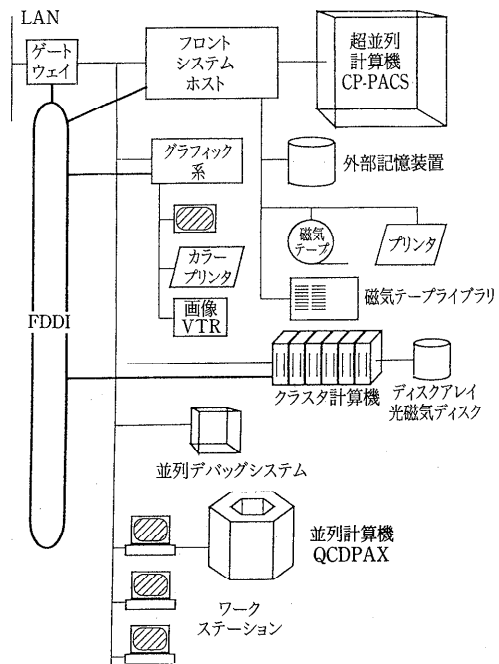


図-2 筑波大学計算物理学研究センター計算機システム全体構成概略図

PACS を含む計算機システムの全体構成予定概略を図-2 に示す。

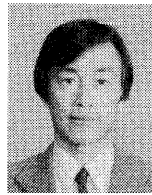
5. おわりに

計算物理学はここ 10 年来急速な成長を遂げたが、その大きな理由がベクトル型計算機ついで並列計算機の発達による驚くべき計算力の増大によることは疑いない。しかしながら、物理学にはより高い計算力を要する重要な未解決の問題が数多く残されている。これらのうちの多くは、場を変数とする物理系を対象とし、超並列計算機がその威力を発揮しうる問題である。CP-PACS 計画は、これらの問題解決の要求に応えるべく構想・実施された計画である。1990 年夏の計画準備開始から数えて 5 年、1992 年 4 月の正式開始からでも 4 年近くが経過し、現在は、ハードウェアの製作とソフトウェアの開発が最終段階に入っている。この特集の各稿を通じて、CP-PACS 計画の目指すところと、超並列計算機 CP-PACS の詳細を知っていただければ幸いである。

謝辞 CP-PACS プロジェクトを推進するにあたって、文部省、筑波大学を始め広範囲の関係者の強い支持をいただいた。ここに感謝の意を表したい。超並列計算機 CP-PACS の開発・製作に協力いただいている(株)日立製作所にも謝意を表したい。CP-PACS プロジェクトは科学研究費補助金(創成的基礎研究)07 NP 0401 による。

参考文献

- 1) 計算物理学, 日本物理学会編, 培風館 (1991).
- 2) これら素粒子物理学分野の専用並列計算機についての総合報告としては, Iwasaki, Y., Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 34, 78 (1994) を参照されたい。
- 3) 星野 力編著: PAX コンピュータ, オーム社 (1985).
- 4) CP-PACS 計画の詳細については, 「専用並列計算機による「場の物理」の研究」, (新プログラムによる研究進捗状況報告書, 筑波大学計算物理学研究センター (Aug. 1994)) を参照されたい。
(平成 7 年 9 月 5 日受付)



岩崎 洋一

1941 年生。1964 年東京大学理学部物理学科卒業。1969 年同大学院理学系研究科物理学専攻課程修了。理学博士。同年京都大学基礎物理学研究所助手。1975 年筑波大学物理学系講師, 1976 年同助教授を経て, 1984 年同教授, 1992 年筑波大学計算物理学研究センター長, その間, 1972-74 年米国ニューヨーク市立大学研究員, 1977-78 年米国プリンストン高等研究所研究員。貴粒子物理学の研究, 特に格子量子色力学の教值的研究, 専用並列計算機の開発に従事。平成 6 年度仁科記念賞受賞。日本物理学会, 米国物理学会各会員。



宇川 彰

1949 年生。1972 年東京大学理学部物理学科卒業。1976 年同大学院理学系研究科物理学専門課程単位取得退学。理学博士。1975 年コーネル子版原子核研究所, 1977 年 CERN, 1978 年プリンストン大学物理学科の研究員を経て, 1981 年東京大学原子核研究所助教授, 1984 年筑波大学物理学系助教授, 1990 年同教授, 素粒子相互作用を記述する場の理論の数値的方法による研究に従事。特に, 強い相互作用に対する格子量子色力学に研究の焦点を置く。平成 6 年度仁科記念賞受賞。日本物理学会会員。



梅村 雅之

昭和 32 年生。昭和 57 年北海道大学物理学科卒業。昭和 62 年同大学院理学研究科物理学専攻博士課程修了。理学博士。昭和 61, 62 年学振特別研究員。昭和 63 年京都大学基礎物理学研究所研究員。同年, 国立天文台助手。平成 4 年米国プリンストン大学客員研究員。平成 5 年筑波大学物理学系(計算物理学研究センター)助教授。同年, 国立天文台客員助教授。宇宙流体力学による宇宙構造形成の研究に従事。平成 1~2 年日本天文学会理事。平成 6 年日本理論天文学懇談会運営委員長。日本天文学会, 米国天文学会各会員。日本理論天文学懇談会運営委員。国立天文台理論計算機共通専門委員会海外委員。

訂 正

本誌第 36 卷 12 号 pp.1155-1165 に掲載されました解説「World-Wide Web (WWW)」の著者紹介文 (p.1165) に以下のような誤りがありました。

誤→“大庭袋圭祐”

正→“木庭袋圭祐”

本誌第 37 卷 1 号 pp.11-17 に掲載されました特集「計算物理学と超並列計算機－ CP-PACS 計画－ 1. 計算物理学と CP-PACS 計画」の岩崎洋一氏および梅村雅之氏のご所属 (p.11) に以下のような誤りがありました。

誤→“〒 筑波大学物理各系および計算物理学研究センター”

正→“〒 筑波大学物理学系および計算物理学研究センター”

また、本誌第 37 卷 1 号 pp.29-37 に掲載されました特集「計算物理学と超並列計算機－ CP-PACS 計画－ 3. 超並列計算機 CP-PACS のソフトウェア」の中田育男氏の著者紹介文 (p.37) に以下のような誤りがありました。

誤→“1958 年東京大学理学部数学教授。”

正→“1958 年東京大学理学部数学科卒業。”

執筆者の方々および関係者の皆様にご迷惑をおかけしたことをお詫びして訂正いたします。