

けい 「京」実装構造 Rack & Packaging



■システムボード部

CPUが4つ搭載されたシステムボードが、上下各12枚、計24枚搭載されます。正面には冷却水を循環させるための水冷ホースが接続されています。水冷ホースとシステムボード両方に水漏れ防止の安全弁を備えており、稼働中にボードの抜き差しが可能です。

System board section

A total of 24 system boards, 12 each for the top and bottom, are mounted. Each board has four CPUs. There is a cooling-water hose mounted at the front, and safety valves are also provided at the water hose side and board side not to leak the water while taking in/out the board during operation.

■電源部

システムに電力を供給する電源部は、信頼性を高めるため冗長化されています。一台の電源ユニットが故障した場合でも、そのまま稼働を続けることが可能です。

Power-supply section

The power-supply section is a fully redundant design for the highest reliability. It is able to continue to run the system in a failure in one power supply unit.

■冷却性と高密度を両立した 「斜め実装」

システムボードを筐体(ラック)に向かって斜めに設置することで、水冷と空冷によるハイブリッド冷却を実現すると共に高密度実装を可能にしています。

"Slanted implementation" to support cooling and high density

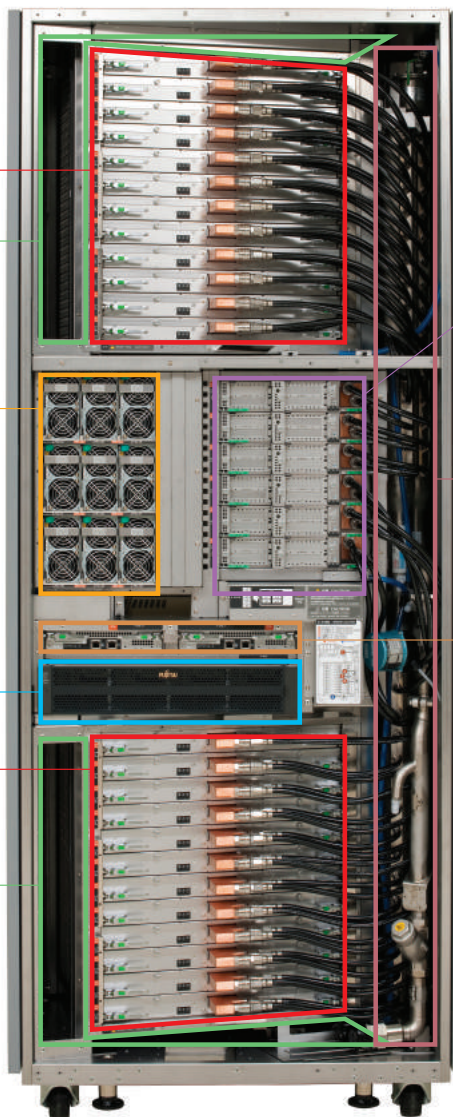
By installing the system board slantingly with respect to the rack, we have realized a hybrid water/air cooling method and made it possible to attain high-density implementation.

■システム用磁気ディスク

システムボードとIOシステムボードで動作するOS(オペレーティング・システム)を格納しています。

System disk

This disk stores the OS (operating system) that is used on the system board and IO system board.



■IOシステムボード部

計算に必要なデータや計算した結果を、筐体(ラック)外部にあるローカルファイルシステムやグローバルファイルシステムとやり取りするためのボードが6枚搭載されています。

IO system board section

This section consists of six boards that exchange the data needed for computation (or the computational results) to and from the local or the global file system, outside the rack.

■水冷配管

冷却水を供給する配管です。配管部には各種センサが取り付けられ、水温、水圧が適正であること、結露等が発生しているかどうか監視しています。

Cooling tubes

These cooling-water supply tubes are equipped with sensors that constantly monitor the water pressure, temperature and condensation, etc.

■サービスプロセッサボード

サービスプロセッサボードは、筐体(ラック)の制御を行うボードです。システムボード等の初期化や、エラー・故障等の異常監視をしています。信頼性を高めるため、二重化されており、筐体(ラック)に2枚搭載されています。

Service processor board

The service processor board controls the rack to perform the initialization of system boards as well as the monitoring of errors, failures, and anomalies. The service processor boards are configured redundantly for higher reliability, and two boards are installed for each rack.

■システム全体イメージ

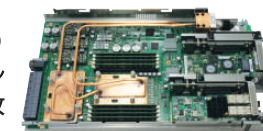
「京」は864台の筐体(ラック)から構成されています。

System overall image

The K computer is configured with 864 racks.



横幅 80cm × 奥行き 95cm × 高さ 206cm 重さ 最大1.5t
Width 80cm × Depth 95cm × Height 206cm Weight: 1.5t max.



「京」のラックをみてみよう！

■システムボード

1台のラックにつき、システムボードは24枚入っているんだ。システムボード1枚につき、CPUが4つ入っているよ。「京」に電源が入っていても、入れたり抜いたりできるよ。くわしくは「システムボードってなんだろう」をみてね☆

■電源ユニット

1つのラックに9個入っているよ。1個の電源ユニットがこわれても大丈夫。そのまま動けるようになっているんだ。

■ななめ実装

システムボードはラックに向かってななめ13°の角度で入っているよ。空気の通りがよくなってラック全体を冷やしやすくする工夫なんだ。

■システム用磁気ディスク

システムを起動するためのソフトウェアや、ラックの基礎となる部分を管理するためのソフトウェアが入っているよ。

■I/Oシステムボード

計算に必要なデータを受け取ったり、計算の結果をハードディスクの外へ送ったりする、データ通信のためのシステムボードだよ。

■水冷配管

システムボードの中のCPUを冷やすための水を送るチューブだよ。水の温度や流れる力がいつも同じになっているか調べていて、水がもれたりしないかをチェックしているよ。

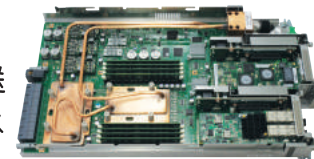
■サービスプロセッサボード

ラック全体を管理しているシステムボードだよ。ラックの中のシステムボードに問題はないか、こわれていないか、いつもチェックしているよ。ひとつのラックに2枚ついているよ。

■「京」全体はこんなかんじ！

「京」は、このラックが864台あわさって出来ているんだ。

横80cm×たて95cm×高さ206cm
おもさ1000kg(ケーブルを除く)



システムボード

The system board

水冷方式の採用で、低消費電力と低故障率を実現

Achieving low power consumption and a low failure rate with a water cooling system

●システムボードとは

システムボードとは、コンピュータにおける電子装置を構成するための主要な電子回路基板です。「京」の1枚のシステムボード上には、CPU 1チップとCPU当たり8枚のメモリモジュール、ネットワーク用LSI (ICC: インターコネクトコントローラ) 1チップで構成される計算ノードが、4ユニット収容されています。

The system board

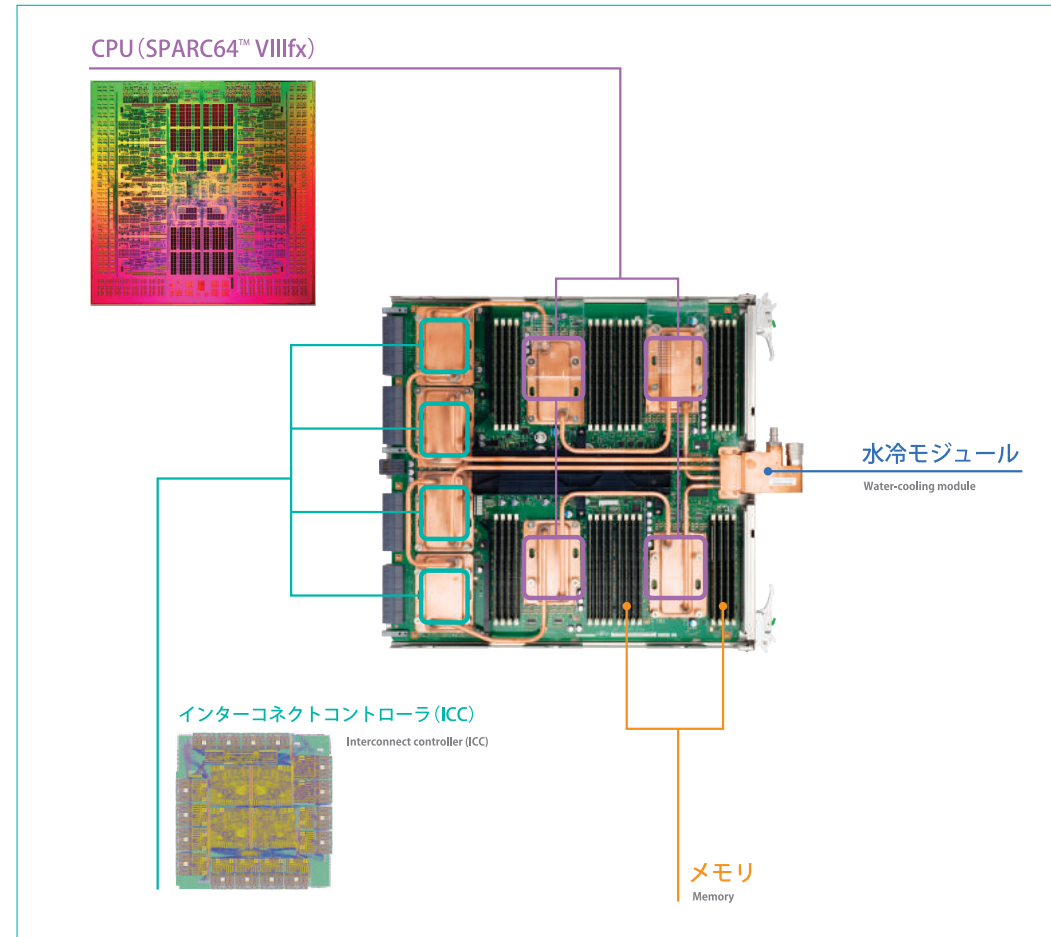
The system board is a principal electronic circuit board in electronic apparatus within the computer. A single system board of the K computer contains four compute nodes. One compute node is configured with a CPU chip, eight memory modules, and a LSI for the network (ICC: Interconnect controller).

●水冷と空冷によるハイブリッド冷却

発熱源となるプロセッサなどの主要部品を冷却する技術として高効率の水冷方式を採用しています。これにより、膨大な数の部品で構成される大規模システムにとって不可欠な低故障率と部品寿命の向上を実現しています。一方、メモリ等の部品は空冷しており、水冷と空冷の2つの方式を効果的に活用することで、高密度実装を可能にしています。

An innovative hybrid water/air cooling system

We have adopted a high-efficiency water cooling system to cool the major components such as CPU and ICC, which generate heat in the operation of the K computer. As a result, we've attained a low failure rate and improved component life, which are essential for a large-scale system comprising a massive array of components. On the other hand, certain components—like memory—are cooled by air. Through the effective use of both water cooling and air cooling, we have achieved a high-density implementation.



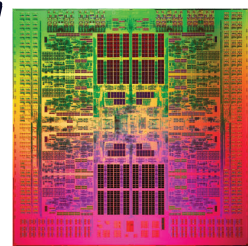
システムボードってなんだろう？

システムボードはコンピュータの重要な部品なんだ。
CPUやメモリなどをのせてコンピュータに接続するためのボードだよ。くわしく見てみよう！

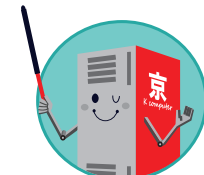
じっさいに計算をする、コンピュータの頭脳になるところ。1枚のボードの上にはCPUが4個のっているよ。くわしくは「CPUってなんだろう」をみてね☆



CPU (SPARC64™ VIIIifx)

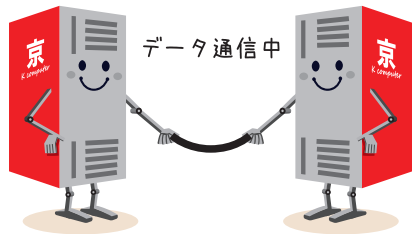


メモリ



データをためておくところ。2GBのメモリが6か所に、32枚のっているよ。メモリにデータやプログラムをいったん置いて、それを使ってCPUが計算するよ。CPUが考える人ならば、メモリは机、ハードディスクは本棚に例えられるよ。遠くの本棚に置いたまま計算すると時間がかかるから、一旦机に出して計算するというイメージだよ。

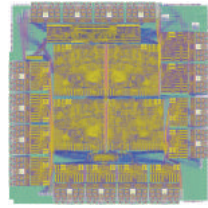
「京」は、ほかのシステムボードやラックとケーブルを使ってデータ通信しているんだ。全部のケーブルを合わせると約1000km！東京と博多の間くらいの長さだよ！



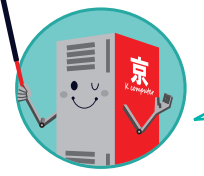
ほかのCPUとデータ通信するためのチップだよ。「京」はCPUがたくさんあるから、データ通信専用のチップもあるんだよ。1枚のボードに4個のっているよ。



インターコネクトコントローラ (ICC)



水冷モジュール



この管の中を水が入っていき、CPUを冷やしているんだ。管は10円玉とおなじ、熱を伝えやすい銅でできているよ。

●水と空気のハイブリッド冷却

「京」はいっぱい計算できるけど、いっぱい計算をするとCPUはいっぱい熱が出てしまうんだ。この熱を冷やすために、ふつうのコンピュータは冷たい空気だけの力で冷やすんだけど、「京」は特別に水でも冷やすことができるしくみにしたんだ！コンピュータの部品は熱くなるとこわれやすくなってしまふ。熱は大敵なんだ。ちなみに、メモリ等の部品は空気だけの力で冷やしているよ。空気と水、ふたつの力で冷やすことによって、こわれにくくしているんだ。

CPU

The newly developed, world-class CPU [SPARC64™ VIIIfx processor]

プロセッサ SPARC64™ VIIIfx

●8個のプロセッサコアと並列処理による超高速化

「京」のシステムに採用されているCPU (SPARC64™ VIIIfx) には、CPU内に演算処理を行うプロセッサコアが8個搭載されています。各プロセッサコアは同期しながら複数のデータを並列処理し、従来のCPUよりも遙かに高速な実行性能を提供します。

Extreme high speed through the parallel processing of 8 processor cores

The CPU (SPARC64™ VIIIfx) employed in the K computer system contains eight processor cores for the arithmetic operations. The processor cores synchronously perform parallel processing on multiple data. This CPU provides much faster execution performance than a traditional CPU.

●高性能と低消費電力の両立を実現

スーパーコンピュータでは、性能あたりの電力を可能な限り低減することも極めて重要です。「京」では、LSI製造に45ナノメートル半導体プロセスを採用し、多数のトランジスタの搭載を可能にしました。また、命令実行に必要な無い回路は実行を止めるなどの設計上の工夫を行って動作時の電力を抑えています。さらに、高効率の水冷却方式の採用で、チップ内のトランジスタのジャンクション(接合部)温度を30℃で動作させることで、消費電力と故障率を低減させました。その結果、汎用CPUとしては、1ワットあたり2.2ギガフロップスという世界最高クラスの電力当たり性能を達成しています。

Implementing high performance along with low power consumption

To develop an efficient supercomputer, it is essential to reduce the power consumption per performance as much as possible. For the K computer system we've used the 45 nanometer semiconductor technology for LSI manufacture, which makes it possible to incorporate numerous transistors. We've also incorporated design schemes such as turning off the circuit that is not needed in instruction execution, in order to reduce power consumption during operation.

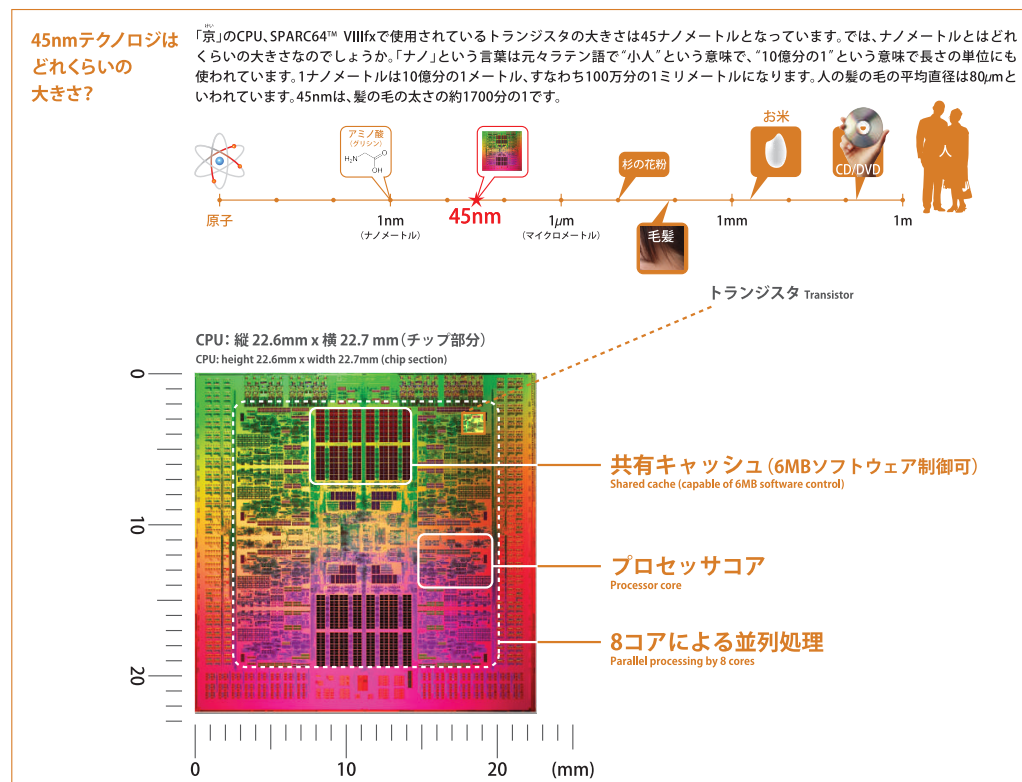
Additionally, the junction temperature of the transistor in the chip is maintained at 30℃ during operation through the use of a high-efficiency water cooling system. This reduces power consumption as well as the failure rate. Consequently, we have achieved 2.2 gigaflops per watt, which is the world's top class performance per power consumption in general-purpose CPUs.

●信頼性の向上

信頼性確保でもっとも重要なのは、CPU自身の信頼性を高めることです。「京」のCPU内の回路には「リカバリ機能」が搭載され、万が一、エラーが発生した場合には、自動的に命令を再実行し、システム動作に影響無く自動的に回復することができます。これにより、システム全体の信頼性を格段に向上させています。

Reliability improvement

Overall system reliability depends on the improvement of reliability of the CPU. The K computer's CPU incorporates a recovery function that will automatically re-execute the command in the event a failure occurs. It can recover automatically without stopping the system operation, and accordingly the overall system reliability is much improved.



しー ぴー ゆー CPUってなんだろう？

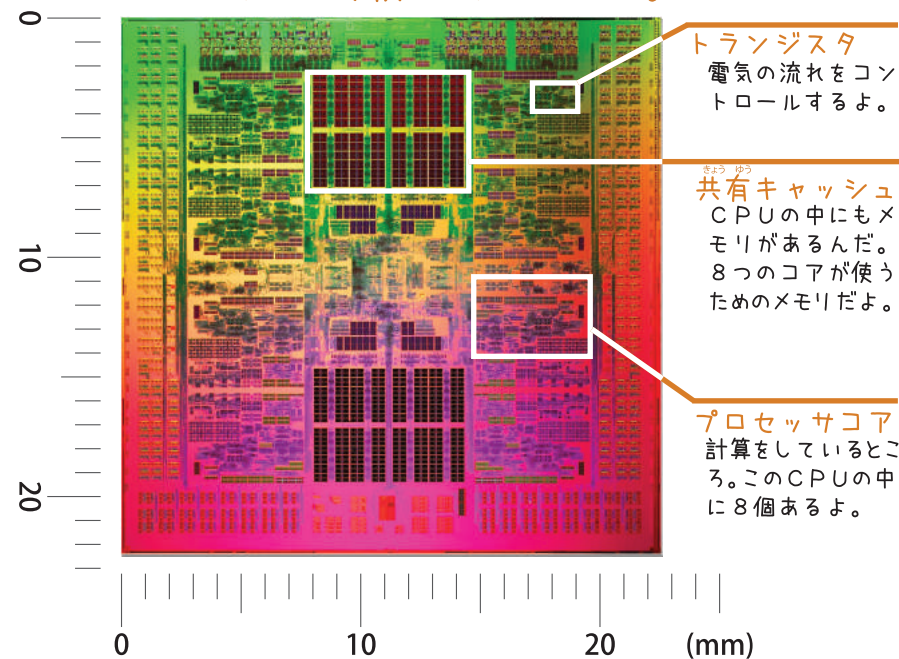
● CPUって何？

CPUとは、日本語でいうと「中央演算処理装置」。つまり、コンピュータの中で実際に計算している部分だよ。メモリなどから命令とデータを受け取って計算をするんだ。CPUのプロセッサコアには演算装置が組み込まれていて電気信号に従って計算をしているんだ。

● 「京」で使われるCPUはどんなもの？

「京」で使われているCPUは、富士通が開発したプロセッサ「SPARC64™ VIIIfx(スパークロクヨン エイトエフエックス)」というよ。当時の最先端の技術をつめこんだんだ！8つのコアを並べて同時に計算できるから、普通のCPUよりも早く計算できるよ。(普通のパソコンのCPUは、1つか2つ、多くても4つ。)回路は45nm(ナノメートル)の細さ。回路が細かいほど計算が速くて電気を使う量も少なくなるよ。計算に使っていないCPUには電気を流さないようになっていて、電気のムダ使いを防いでいるよ。そして、このCPUには「リカバリー機能」が付いていて、もしもエラーが発生しても、自動的にもう一度やり直して、自動的に回復できるんだ。自分でおかしいなって気づいて、自分でやり直すことができるから、計算をまちがえる確率がぐっと下がるんだ！

▼ CPU拡大図。実物はとても小さくて、たて22.6mm、横22.7mmだよ。



45ナノメートルってこれくらいの大きさ！

「京」のCPUで使用されている回路の細さは「45nm(ナノメートル)」だよ。ナノメートルってどれくらいの大きさなのか、しってる？「ナノ」は、ミリ、マイクロの次に小さい単位なんだ。1nmは0.000001mmになるよ！人間の髪の毛の太さはだいたい80μmくらい。45nmは、髪の毛の太さの約1700分の1の細さだよ！



原子



1nm
(ナノメートル)



45nm

1μm
(マイクロメートル)

杉の花粉



髪の毛

1mm



お米



CD/DVD



1m

ネットワーク

The network

6次元メッシュ/トーラス構造のインターコネクト

Interconnect with 6-dimensional mesh/torus topology

●革新的なインターコネクト:Tofu

「京」には、8万個以上の計算ノードが搭載されています。これら大量のノード間を接続して演算に必要なデータをやり取りするネットワーク(インターコネクト)として、Tofuが開発されました。Tofuは、ノード間を6次元メッシュ/トーラス結合する革新的なネットワークです。3次元の直方体に配置した12個のノードを1単位としますが、各ノードはそれぞれ上下左右前後の6方向に隣り合う直方体内のノードと結合し、各次元がそれぞれリング状に結合されています。Tofuは、ノードとノードを直接接続する直接結合網で、データは目的ノードに到着するまで、ネットワーク内をバケツリレーの要領で転送されます。

Innovative interconnect: Tofu

The K computer is equipped with more than 80,000 compute nodes. To meet the data-exchange requirements among such a huge number of compute nodes, Tofu has been developed as a network (interconnect) connecting the nodes and exchanging data needed for computation. Tofu is an innovative network connecting nodes with 6-dimensional mesh/torus topology. One unit of Tofu comprises 12 nodes arranged in a three-dimensional cube. Each node is linked to six neighboring nodes located up-and-down, left-and-right, front-and-back within the neighboring unit, and each dimension is configured to form a ring. Tofu is a direct-link network in which nodes are interlinked. Data is transferred in a bucket-relay fashion within the network until it reaches the destination node.

●高い信頼性・可用性を確保

従来型の3次元トーラスというトポロジーでは、ネットワークの構成要素の1つのノード部分が故障すると、データのやり取りができなくなるという問題があり、場合によってはシステム全体が停止することもありました。Tofuでは、ネットワークの構成を複数の領域に分け、各々の領域に処理を柔軟に割り当ててシステムを有効利用できる仕組み、ネットワークに代替経路を設けて故障があっても故障箇所を回避してデータのやり取りを行う仕組みの両方を備えることで、ノード部分の故障があっても、システムを継続して使用することができます。これにより、大量のノードから構成される「京」の高い信頼性・可用性を実現しています。

Ensuring high reliability and availability

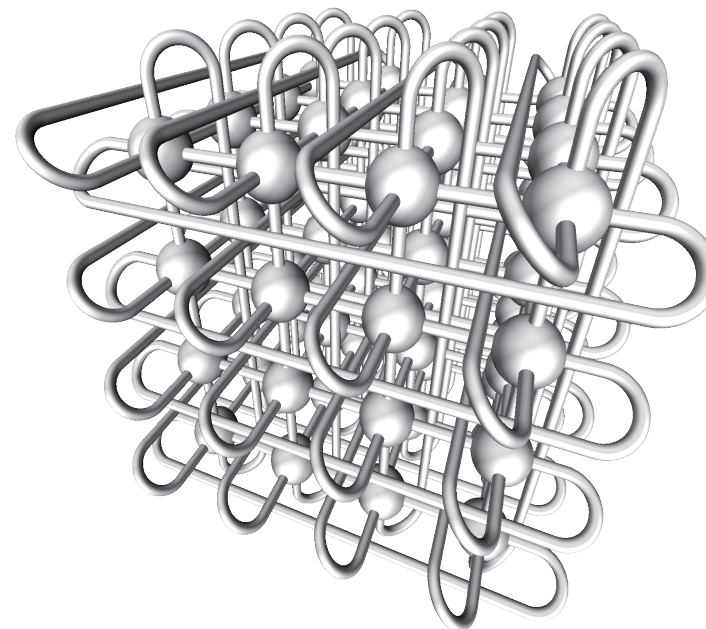
The traditional three-dimensional torus topology has a shortcoming in that, if one node within the network configuration fails, data cannot be exchanged. In some cases the entire system may be halted. However, in Tofu the network configuration is subdivided into multiple regions. Consequently, the processing jobs are flexibly assigned to effectively use the system, and the alternate path is provided to bypass any faulty location. In the event of a failure in any node, the data can be exchanged to bypass the failed node. This ensures that the system is up-and-running at all times. Through this system, the K computer, with a vast amount of nodes, offers high reliability and availability.

●高い通信性能を実現

Tofuは、一度に転送できるデータ量(バンド幅)を高めたり、ノード間を相互につないでデータのやり取りの応答時間(レイテンシ)を短縮したりするなど、通信性能を高める工夫を凝らしたことにより、「京」の演算性能をフルに発揮できるようにしています。

Achieving high communication performance

By various designs on the Tofu to improve the communication performance, such as increased bandwidth (the amount of data that can be transferred at an instant) and reduced latency (the response time for exchanging data between nodes), the K computer can exhibit its full computational performance capability.



システム概要

System Overview

10ペタフロップスの実現に向けて

10ペタフロップス級の大規模システムでは、通常の規模では考えられない様々な問題が起ってきます。それらを最先端の技術で克服することにより、初めて10ペタフロップスの性能を実現することができました。

Towards 10 petaflops

In an ultra large-scale system of the 10-petaflops class, there are numerous issues unimaginable in a system of conventional scale. Only when these problems are overcome by leading-edge technologies performance at 10 petaflops has been achieved.

●高性能

汎用のハイパフォーマンスコンピューティング向けCPUを採用することで、様々な分野のアプリケーションにおいて高い実効性能を提供します。「京」はラック4台で、平成14年6月～平成16年11月の間、TOP500ランキング世界1位であった初代地球シミュレータ以上の性能を持っています。「京」では、徹底した高密度化により、性能当たりの面積を初代地球シミュレータの約1/500に縮小することができました。

Ultra high speed

Highly effective performance is secured for applications in various fields, thanks to the use of a CPU designed for general high-performance computing. Just four racks of the K computer provide performance exceeding that of the first-generation Earth Simulator, which was rated number one in the world by TOP500 during the period from June 2002 to November 2004. By implementing a thorough high density packaging architecture for the K computer, we could reduce the area per performance by a factor of approximately 1/500 as compared to the first-generation Earth Simulator.

●高信頼

大規模システムでは「壊れにくい」ことは勿論大切ですが、一部が壊れた際の事も考慮し、「壊れてもすべてが止まらない」「壊れてもすぐ直せる」ことが同様に重要となります。「京」では、主要なコンポーネントであるCPU自身の信頼性を高めると共に、システムとして、ネットワークの自動代替/再構成機能や、主要部分に常時バックアップを待機させておく二重化などにより、故障の際の運用への影響を最小限に留めています。

Superb reliability

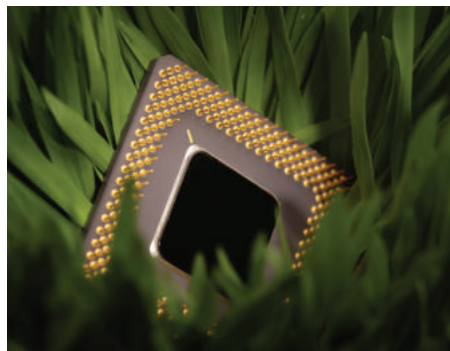
The important things in an ultra large-scale system like the K computer, are: "not to fail", not to stop even in a failure", readily repairable". In the K computer, we have not only improved the reliability of the CPU, which is a critical component, but we have also incorporated automatic switchover and reconfiguration functions for the network, along with a redundant configuration for the major sections in which backups are always ready in standby mode. Consequently, we're able to minimize the impact on operation in the event of a failure.

●省電力

巨大施設になるほど、エネルギーコストの低減のために省電力化が極めて重要です。また、消費電力の増加は電子部品の寿命を著しく縮めるため、省電力への取り組みが高信頼性のあるシステム実現に非常に役立ちます。心臓部となるCPUにおいては、単に性能を高めるだけでなく、消費電力と性能のバランスを重視し、世界最高レベルの電力当たり性能を実現しています。また、高効率の水冷方式の採用によりシステム全体の省電力化を図っています。

Low electric power

It is extremely important to lower the consumption of electric power — particularly with such a huge facility to reduce the energy cost. And because excessive power consumption can significantly shorten the useful life of the electronic components, lowering electric consumption also contributes to the implementation of a highly reliable system. For the CPU — which is the core of the supercomputer — we not only achieved extremely high performance but low power consumption as well, by achieving the world's highest level of performance per electric power of the CPU. Moreover, we employed a highly efficient water cooling system that effectively reduces the system's total power consumption.



あらゆる分野の研究者・技術者に広く使われるシステムとして

幅広い利用者の多彩な用途に応えるため、「京」では高性能を実現しながらも、利用者が使いやすいシステムを実現しています。

A system trusted by researchers and engineers in all fields

In order to accommodate a variety of applications from a broad range of users, we are implementing user-friendly systems as part of the K computer's offering of world-class performance.

●汎用性と高いスケーラビリティ

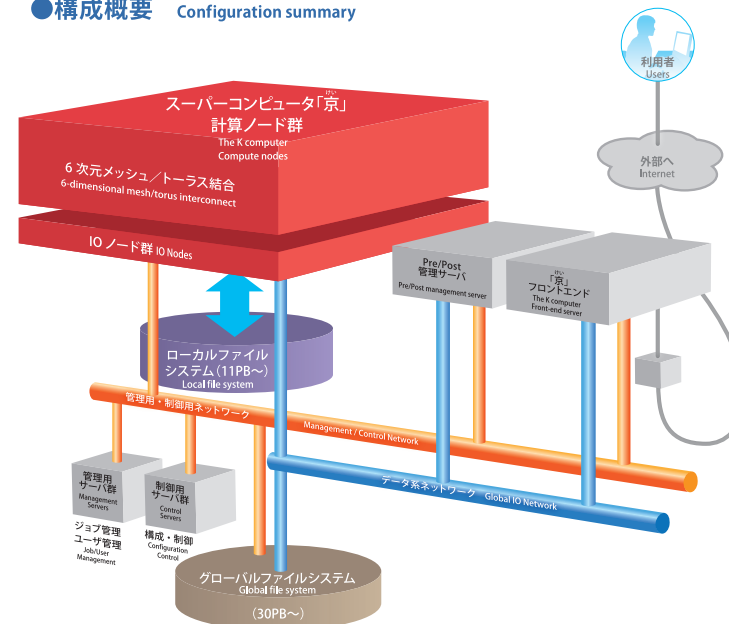
「京」は、様々な研究者・技術者の方に10ペタフロップスの高い性能を、幅広くかつ使いやすい環境でご利用いただけるように、LinuxをベースとしたOS、科学技術分野で広く使われているFortran、C/C++などの言語環境、さらに並列化用の標準ライブラリであるMPIなどをサポートし、汎用性と高いスケーラビリティを提供しています。

General-purpose and high scalability

The K computer provides Linux-based OS in addition to Fortran and C/C++ language environments, which are broadly used in the sciences and technical fields so that various researchers and engineers can enjoy the high performance of 10 petaflops in a user-friendly environment. Moreover, it supports MPI, a standard library for parallelization. Thus the K computer facilitates general-purpose applicability and a very degree of scalability.



●構成概要 Configuration summary



システム System	性能 10ペタフロップス CPU数 8万CPU以上 総メモリ量 1ペタバイト以上 ラック数 864台 Performance : 10 petaflops Number of CPUs: Over 80,000 Total memory capacity: Over 1 petabytes Number of racks: 864 units
CPU	SPARC64™ VIIIfx (128ギガフロップス) (128 gigaflops)
ネットワーク Network	6次元メッシュ/トーラス結合 (ユーザービューは3次元トーラス) Tofu (6-dimensional mesh/torus topology)

「京」は、極微細な量子の世界から膨大な数の銀河を内包する宇宙まで、
広大なスケールの中に存在する様々な自然現象を解明し社会に貢献するための汎用スーパーコンピュータです。

The K computer is a general-purpose supercomputer whose power and flexibility is adaptable to everything from the ultra-microscopic quantum world to the universe, which surrounds us with a seemingly infinite number of galaxies. The greater understanding of phenomena, present on such an unimaginable scale, will certainly contribute to the current and future generations of society and the world.

科学技術のブレイクスルーに挑む

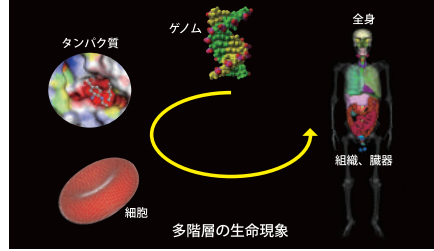
「京」の性能を最大限活用することにより、様々な分野で画期的な成果を創出し、計算科学技術の飛躍的な発展を図ることが期待されています。そのため、産業利用を含めた一般利用の他に、文部科学省において、社会的・国家的見地から取り組むべき5つの分野について戦略的・重点的に研究を推進するための「戦略プログラム」を構築・運用しています。

Challenges and breakthroughs in science and technology

We, in our efforts to maximize the capabilities of the K computer, look forward to groundbreaking achievements in various fields and accordingly the rapid development of computational science and technology. To satisfy such high expectations, in addition to the system's designation as a supercomputer for common use (including industrial applications), the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) has created and is operating strategic programs designed to promote strategic, prioritized research in five fields to be addressed from the social and national perspectives.

「京」の活用が期待される5つの分野 Five fields to which the K computer will be applied

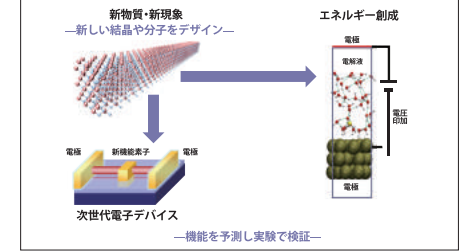
分野 1 予測する生命科学・医療および創薬基盤



計算生命科学による新たな生命現象の理解と予測、それに応じた新薬の開発支援や予測医療の現実に向けたシミュレーションを行います。ゲノムを基軸とした大規模生命データ解析から細胞内での生命高分子の挙動の解析、さらには細胞・組織・臓器などの階層における動的解析へと研究を進展させることで、健康社会の基盤づくりに貢献します。

Field 1
Life science / Drug manufacture
Simulations will be performed to understand and predict new life phenomena in life-science computation, to support new drug developments that facilitate greater medical and pharmacological understanding, and to achieve predictable medical treatment. We can contribute to building a foundation for a healthy society by expanding the analysis of large-scale life data based on genome research, analyzing the behavior of biological macromolecules within cells, and conducting dynamic analysis of the layers comprising cells, organs and organisms.

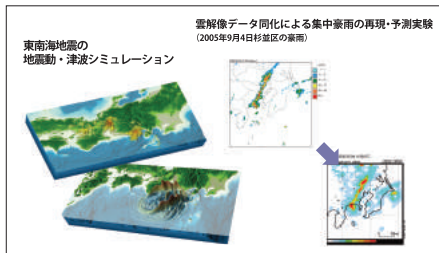
分野 2 新物質・エネルギーの創成



半導体材料や高分子材料など、基礎研究の中から生まれた物質は、現代社会の産業基盤を形成してきました。新量子相・新物質探索のアイデアや物質機能の深い理解、この基礎科学の源流を、高機能・高性能な次世代電子デバイスの開発や環境にやさしいエネルギーの効率的な生成の仕組みなど、未来の産業革新につながる奔流へと導きます。

Field 2
New Materials and Energy Creation
Industry as we know it today is based on materials such as semiconductors and polymers that emerged from basic research. Thus the following activities will produce a torrent of industrial innovations in the future: ideas by which to search for new quantum phase and new materials, achieve a deep understanding of material functions, apply discoveries to the mainstream of basic science and next-generation electronic devices offering high functionality and performance, and the efficient generation of earth-friendly, renewable energy.

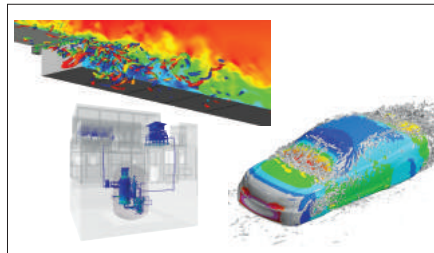
分野 3 防災・減災に資する地球変動予測



地球全体の規模で雲の動きなどを計算することにより、台風の進路や集中豪雨について精度の高い予測ができるようになります。また、地震発生予測、津波予測、構造物被害など、それらが複数に絡み合う複合災害をより正確に予測し、次世代型地震・津波ハザードマップの礎を確立します。

Field 3
Global change prediction for disaster prevention / reduction
By computing the movement of clouds on a global atmospheric scale, it becomes possible to accurately predict the path of a typhoon or a localized torrential downpour. Consequently, this will help us reduce the damage resulting from a disaster. Moreover, it will be possible to more accurately predict earthquakes and tsunamis, as well as to predict structural damage and the ramifications of complex disaster situations in which these elements are intertwined. This will establish the foundation for the next-generation mapping of earthquake and tsunami activity.

分野 4 次世代ものづくり



複雑現象の大規模・精緻な解析を通して新しい技術を生み出したり、資源循環型製品など今後の重要な課題に対応した新製品の開発に寄与できる最適な技術の組み合わせを見出したり、製品を丸ごと診断することにより多面的な機能（性能、効率、快適性、信頼性など）が総合的に評価できるようになり、ものづくりの変革に貢献します。

Field 4
MONOZUKURI (Industrial Innovation)
The new technologies may be created from large-scale but highly detailed analysis of complex phenomena. The combination of optimal technologies may be discovered that contributes to the development of new products that deal with critical future topics, such as resource recycling products. It may become possible to evaluate multifaceted characteristic - such as performance, efficiency, comfort, and reliability - by diagnosing the product as whole, and thereby contribute to a new, more efficient manufacturing sector.

分野 5 物質と宇宙の起源と構造



多様な物質の起源と複雑な宇宙の構造を解き明かすため、数値シミュレーションによってビッグバンから現在までを再現し、未来を予測します。物理学の基礎方程式を用いて、素粒子・原子核・原子・分子、さらには星や星間物質・ダークマターなどを記述し、その正体と誕生の謎に迫ります。

Field 5
The origin of matter and the universe
The mission of understanding is, for mankind, inextricably linked to the universe and our existence within it. Therefore, to unlock the origins of various materials or the complex structure of the universe, events from the big bang up to the current day will be recreated through numerical simulations, and the future will be predicted. Using the fundamental equations of physics, elementary particles, atomic nuclei, atoms and molecules, as well as stars, interstellar matter and dark matter, are described. This will reveal the true character and mystery of birth, both in the outer sphere and our own life.