

日本学士院賞 受賞者

矢川元基



専攻学科目 計算力学・計算科学

生年 昭和四〇年三月

略歴 昭和四〇年三月

同 四五年三月

同 四五年三月

同 四六年三月

同 五九年三月

同 六一年六月

平成 四年七月

同 一六年四月

同 一六年六月

同 一七年六月

同 二〇年一月

東京大学工学部船舶工学科卒業

東京大学大学院工学系研究科博士課程修了

工学博士

東京大学工学部助教授

東京大学工学部教授

米国ジョージア工科大学客員教授

独国カールスルーエ大学客員教授

東洋大学大学院工学研究科教授（現在に至る）

東京大学名誉教授

東洋大学計算力学研究センター長（現在に至る）

韓国成均館大学客員教授（現在に至る）

日本学士院賞 受賞者

渡邊

貞



専攻学科目 電子工学

生年 昭和十九年 三月
略歴 昭和四一年 三月
同 四三年 三月
同 四三年 四月
同 四三年 四月
同 六一年 七月
平成一一年 四月
同 一二年 四月
同 一七年 九月
同 一八年 八月

東京大学工学部電子工学科卒業

東京大学大学院工学系研究科修士課程修了

日本電気(株)入社

日本電気(株)コンピュータ技術本部第五技術部長

(財)高度情報科学技術研究機構理事(平成一七年一二月まで)

日本電気(株)NECソリューションズ支配人(平成一七年一二月まで)

博士(情報科学)

独立行政法人理化学研究所次世代スーパーコンピュータ開発実施本部プロジェクトリーダー

！(現在に至る)

工学博士矢川元基氏及び博士(情報科学)

渡邊 貞氏の「大規模・高精度計算科学

に関する研究」に対する授賞審査要旨

科学、技術の様々な分野における諸問題を解決するために、従来から理論的及び実験的方法が用いられてきた。ところで二〇世紀半頃からコンピュータの登場を契機として、計算力学と呼ばれる分野をはじめ、コンピュータを駆使する問題解決の方法が新たに出現した。

矢川元基氏は、構造解析、流体解析などに代表される計算力学を根底から見直し、大規模・複雑構造体の力学量の高精度解析を可能とする画期的な方法を先駆的に創出した。また、渡邊 貞氏は、スーパーコンピュータの超高性能の基本となるアーキテクチャを確立した。

矢川氏は、階層型領域分割法と命名した独創的方法と動的負荷分散法を融合した超並列計算法を創出した。この方法は、大規模・複雑な構造体や流体を仮想的にいくつかのコンピュータに分解して、それぞれを複数の計算機で同時に解析するというもので、変分

法と計算機同士の通信によってコンピュータ間の接続条件を満足させる方法である。この独創的業績に対して、計算科学技術において世界で最高性能を挙げた研究に与えられるCray Gigaflops Award 1990を受賞した。例えば、原子炉压力容器のような機械・構造物に対しては、その安全性や破壊寿命の高精度評価法となると共に、他方、学術的にも高精度数値破壊力学なる新しい分野の確立にも寄与したものと言える。

また、要素作成を必要としないフリーメッシュ法と呼ばれる、まったく新しい発想の解析方法を創出した。本方法は、物体中に配置された多くの節点から、解くべき連立方程式を直接導き出すというものであり、これまでの計算力学のあり方そのものを抜本的に変える画期的な手法である。

また、構造体の解析は、従来マクロな連続体力学によって進められてきたが、き裂成長現象などに関しては分子動力学的な力学の導入が必要である。しかし、分子動力学は計算量が膨大となることが最大の課題である。矢川氏は同氏の並列計算法を拡張して領域重畳空間分割法を開発し、原子数と計算時間の関係がほぼ比例する、高効率大規模なき裂の解析を可能にした。すなわち二〇億個という多数の原子を取扱うことに成功し、本精度は世界で最高度である。

その他、数多くの関連研究業績のうち、逆問題における高精度計

算力学的研究や世界最大規模の問題の解析可能な大規模固体地球解
析用並列計算ソフトウェア Geofem の開発などが挙げられる。

以上の研究成果は、国内外の著名なソフトウェアの中に組み込ま
れ世界中の研究機関・企業に広く採用され、その応用は、固体地球
解析、地震・地盤解析などに及んでいる。また、第一回計算力学国
際会議議長、計算力学国際連合常任理事・日本代表、計算力学アジ
ア太平洋連合常任理事・事務総長、International Journal for Computa-
tional Mechanics (Springer) 初代編集長、日本応用数理学会会長、日
本シミュレーション学会会長をつとめるなど学会において計算力学
や計算科学の発展に大きく貢献している。

渡邊 貞氏は、計算科学や計算工学の研究開発の基盤となる超高
速計算機（スーパーコンピュータ）の超高速性能を達成する基本ア
ーキテクチャを研究開発した。その成果は、世界で初めて IGFLOPS
を超える性能を記録したスーパーコンピュータや、二〇〇二年の六
月から世界最速の性能を二年半維持した地球シミュレータに実現さ
れた。その主な特長は、

- (1) 現在、多くのマイクロプロセッサの基本仕様となっている RISC
(Reduced Instruction Set Computer) アーキテクチャであること、
- (2) 大量のデータを高速に演算処理するための多重・並列ベクトルパ

イプライン演算機構を導入したこと、
(3) ベクトルデータを高速にアクセスするために、ベクトル演算レジ
スタとプログラム可能な可変構造を持つベクトルデータキャッシュ
ユを導入したこと、

などである。渡邊氏の研究開発したアーキテクチャは、天文学や分
子動力学計算などの多体問題専用のコンピュータとは異なり、広く
計算科学の研究開発基盤となる汎用の超高速コンピュータ用のもの
である。

渡邊氏が研究開発したアーキテクチャによるスーパーコンピュー
タや地球シミュレータは、気候・環境、航空宇宙、原子力、材料開
発、生命科学や、自動車に代表される産業の新製品開発などの数値
シミュレーションの研究開発基盤として、我が国の大学や独立行政
法人の計算センター、ならびに企業のみならず、欧州、アジア、北
米、南米など世界各国の主要な計算センターにおいて、広い領域に
亘って活用されている。特に地球シミュレータは、完成当時世界最
速であったスーパーコンピュータの性能を五倍も上回る性能を達成
し、地球温暖化予測に代表される気候予測、台風の進路予測などの
気象分野、地殻構造解析、地震や津波のシミュレーション、カーボ
ンナノチューブなどの材料開発などに広く利用される等、顕著な業
績を挙げている。

渡邊氏は、現在、理化学研究所において、文部科学省の研究開発プロジェクト「次世代汎用スーパーコンピュータの研究開発」のプロジェクトリーダーとして、研究を統括している。学会においては、コンピュータ関連学会や気象や物理などの応用分野の学会、欧米の大学・研究機関などで多くの招待講演を行っている。また、日本計算工学会の副会長、助高度情報科学技術研究機構理事などを歴任し、計算科学技術の発展に顕著な貢献をした。

以上のように両氏はそれぞれの観点から複雑構造体・大規模系に対する高精度解析・研究・開発を遂行し、格段に複雑な構造体・大規模系の高精度解析を可能とすることに成功した。本成果は、大規模かつ複雑な構造物、構造体、流体、原子・ナノ・分子などの高精度解析に広く適用可能であり、科学、技術の様々な分野においてきわめて有力な方法であることが実証され、高く評価されている。これらの業績に対して、矢川氏は IACM Computational Mechanics 賞、Cray Gigaflops 賞、内閣総理大臣表彰など二二件の賞、ASME Fellow など六機関から Fellow や名誉顧問の称号を授与された。また、渡邊氏は ACM/IEEE Eckert-Mauchly 賞、IEEE Seymour Cray 賞、日本計算工学会功績賞、IEEE Fellow の称号を授与されている。

矢川元基氏 主要な著書及び論文

1. G. Yagawa, T. Aizawa, Y. Ando, Linear and Nonlinear Elastic Analysis of Cracked Plate: Application of a Penalty Function and Superposition Method, International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol.17, 719-733, 1981.
2. G. Yagawa, Y. Takahashi, H. Ueda, Three-Dimensional Fully Plastic Solutions for Plates and Cylinders with Through-Wall Cracks, Trans. of ASME, Journal of Applied Mechanics, Vol.52, 319-325, 1985.
3. G. Yagawa, H. Homma, D. A. Shockey (Eds.), Dynamic Fracture Mechanics for the 1990's, ASME PVP Series, Vol.160, 1989.
4. G. Yagawa, N. Soneda, S. Yoshimura, A Large Scale Finite Element Analysis Using Domain Decomposition Method on a Parallel Computer, Computers and Structures, Vol.38, 615-625, 1991.
5. G. Yagawa, S. Yoshimura, Y. Mochizuki, T. Oishi, Identification of Crack Shape Hidden in Solid by Means of Neural Network and Computational Mechanics, Inverse Problems in Engineering Mechanics, Proc. of International Union of Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM) Symposium, 213-222, 1993.
6. G. Yagawa, A. Yoshioka, S. Yoshimura, N. Soneda, A Parallel Finite Element Method with a Supercomputer Network, Computers and Structures, Vol.47, 407-418, 1993.
7. G. Yagawa, T. Yamada, Free Mesh Method: A New Finite Element Method, Computational Mechanics, Vol.18, 383-386, 1996.
8. G. Yagawa, Y. Nakabayashi, H. Okuda, Large-Scale Finite Element Fluid Analysis by Massively Parallel Processors, Parallel Computing, Vol.23, 1365-1377, 1997.
9. G. Yagawa, Parallel Computing of Local Mesh Finite Element Method, Computational Mechanics- New Frontiers for New Millennium, Vol.1, Elsevier, 17-

- 26, 2001.
 10. G. Yagawa, Node-by-Node Parallel Finite Elements: A Virtually Meshless Method, International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 60, 69-102, 2004.
 11. G. Yagawa, T. Miyamura, Three-node Triangular Shell Element Using Mixed Formulation and Its Implementation by Free Mesh Method, Computers & Structures, Vol.83, 2066-2076, 2005.
 12. 矢川元基, 吉村 忍: 計算固体力学, 岩波書店, 二〇〇五。
- 渡邊 真氏 主要な著書及び論文**
1. 渡邊 真: パラメトリック方式の機構, スーパーコンピュータ, 日本物理学会編 培風館, pp.19-28, 1984.
 2. T. Watanabe, H. Katayama and A. Iwaya, "Introduction of NEC Supercomputer SX System," Supercomputers, Class VI systems, Hardware and Software, pp.153-167, S. Fernbach (Editor), Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 1986.
 3. T. Watanabe, T. Furukatsu, R. Kondo, T. Kawamura and Y. Izutani, "The Supercomputer SX System: An Overview," Proc. of the 2nd International Conference on Supercomputing, pp.51-56, 1987.
 4. T. Watanabe, "Architecture and Performance of NEC Supercomputer SX System," Parallel Computing 5, pp.247-255, North-Holland, 1987.
 5. 渡邊 真: スーパーコンピュータ NEC SX システム, 情報処理 Vol.29, No.12, pp.1530-1534, 1988.
 6. T. Watanabe, H. Matsumoto and P. D. Tannenbaum, "Hardware Technology and Architecture of the NEC SX-3/SX-X Supercomputer System," Supercomputing '89, Reno, Nevada, 1989.
 7. T. Watanabe, "Advanced Architecture and Technology of the NEC SX-3 Supercomputer," NATO ASI Series, Vol.F62, Supercomputing, Edited by J. S. Kowalik, Springer Verlag, pp.119-128, 1990.
 8. A. Iwaya and T. Watanabe, "The Parallel Processing Feature of the NEC SX-3 Supercomputer System," International Journal of High Speed Computing, Vol.3, Nos. 3 & 4, pp.187-197, World Scientific Publishing Company, 1991.
 9. T. Watanabe and A. Iwaya, "The NEC SX-3 Supercomputer Series," High Performance Computing, Research and Practice in Japan, pp.21-33, R. Menzies (Editor), John Wiley & Sons, 1992.
 10. 渡邊 真: NEC スーパーコンピュータ SX-3R シリーズ システム, 情報処理 Vol.36, No.8, pp.44-46, 1992.
 11. T. Watanabe, "NEC SX-3 Supercomputer System," Supercomputers and Their Performance in Computational Fluid Dynamics, Vol.37, pp.63-75, Vieweg, 1993.
 12. T. Watanabe, "NEC SX-3 Supercomputer System," Notes on Numeric Fluid Mechanics, Vol.37, pp.63-75, Vieweg, 1993.