



Title	最近の円周率計算
Author(s)	金田, 康正
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1987, 65, p. 73-83
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65737
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

最近の円周率計算

東京大学大型計算機センター 金田康正

はじめに

この1年の中に、人類が知り得た円周率の値は2936万桁から、一挙に1億3355万4千桁になっています。これは以前東大大型計算機センターが保持していた1001万3395桁から1億の大台にのるまでの報告です。第1章で東大センターが保持していた記録が米国によって破られ再びセンターに戻るまでの経過を簡単に、第2章でCRAY-2を用いた2936万桁計算のあらまし、第3章でHITAC S-810/20による3355万4千桁計算の概要、第4章で日本電気SX-2を用いて樹立した1億3355万4千桁の記録について、それぞれ述べています。

1. 1983年11月1日から1986年9月2日までに何が起こったか？

1983年11月1日において、円周率は検証ずみの値として10,013,395桁まで求まっていました。この1000万桁の大台にのった結果は、当然ながら当時の世界記録でした。この種の記録は、「大飯ぐらい」、「早飯ぐらい」といった類の記録とは異なり、いずれは破られる運命にあります。それは意外にもはやく訪れたのです。—1985年11月にその第一報〔1〕、1986年1月に別人による第二報〔2〕によって、完全に記録は破られた事が分かったのです。

第一報によって分かった事は、LISPの仕事で名を知られたMr. R. Wm. Gosper, Jr.がSymbolics 3670を用いて17,526,100桁を計算したこと（計算方法、計算時間等不明。）また第二報によって分かった事は、CRAY-2スーパーコンピュータ-を用いて2936万桁が28時間（検証には40時間、主記憶を両計算とも1Gb以上使用）で計算された事です。

Symbolics 3670 リストマシンを用いて得られた1752万桁については、アルゴリズムが不明な為にはっきりした事が分かりません。しかし、我々が1600万桁を計算した方法と同じ方法を使つたとしても約1か月、古典的なArctangentの公式を使っていたとすると3~6か月は実時間でかかったはずですから、「良くやった」と謙虚に喜べたものです。しかし、2か月もたたずにとどいた第二報によると、CRAY-2を用いて2936万桁（29,360,128桁まで主計算、検証計算を行い、それぞれの計算結果を比較することで計算成功を確認したとの事です：主計算、検証計算のアルゴリズムについては後述）を計算した、と追い討ちをかけられてしまいました。この記録は言わば出るべくして出たものです。これをきっかけに今迄の1000万

*これは1987年1月箱根で開催された、情報処理学会第28回「ワーニング・システム'87」で発表した「円周率－高速計算法と統計性－(2)」(金田康正、田村良明)をもとに、加筆訂正、削除を行ったものです。

桁の記録を更新しよう、という気が起きた事の理解はたやすい事でしょう。（何か目標がないと、なかなかやる気は起こらないものです。）

ところで、HITAC M-280Hで10日もの経過時間がかかった1600万桁を計算するプログラムが、HITAC S-810/20を用いると1時間36分と大幅に経過時間が短縮できることが判明し、CRAY-2の記録を破れる見込みが出てきたのは1986年3月末でした。（I/O時間を大幅に短縮できるES(Extended Storage:拡張記憶装置)と呼ばれる装置の装備とS-810/20向けのFFTルーチンがメーカーから提供された事が、経過時間の短縮に大きく関係しています。）しかし、1600万桁の2倍である3300万桁を計算するためには問題が二つありました。

◎主計算と検証用のプログラムは、我々の場合、同一の計算プログラムを用い、計算桁を2倍して計算した結果を検証用に使用しています。従って検証まで3300万桁の計算をするには6600万桁まで計算を行う必要があるという事になります。一しかしそのおかげで、6600万桁の結果に「つば」をつけておくことができます?!。—

◎3300（6600）万桁の計算を行う為にESを384Mb(768Mb)程度、計算時間を8(24)時間程度必要とするために、東京大学大型計算機センターで実行するチャンスは年に2~3回しかない事。（6600万桁計算はセンターのESの容量の関係で全く不可能です。）

といった事柄がその問題です。

しかし、CRAY-2での主計算で使用した方法にならい、新しく我々の検証用のプログラムを作ることができました。このプログラムを1986年9月2日に日立神奈川工場で流すことで、33,554,000桁までの円周率の値が求まりました。（計算機の入れ替えの為にサービスを中止していた1986年7月3日に東大センターで主計算を行ってあり、その時の結果と検証計算結果と比較して最後の18桁を除き全てあっていました。それで、記憶の容易さ、もしもの場合を考慮して記録を33,554,000桁としています。実際には33,554,432桁まで計算してあるので400桁余りが保険となっていた訳です。）この結果はそれまでに知られていた2936万桁の結果とも合っている事はもちろんのです。また同年10月10日にそれまでの倍の67,108,864桁までの値が日立神奈川工場でもとまり、検証はされていませんが、記録は更新されています。

2. CRAY-2を用いた2936万桁計算の方法

Dr. David H. Baileyによって書かれた文献〔2〕を読むと、CRAY-2を用いて2936万桁を計算した方法が分かります。ここではその資料に従って彼が採用した方法を簡単に示します。

2. 1 主計算・検証計算に用いられた方法

1985年Dalhousie大学のJ. M. BorweinとP. B. Borweinによって発見された次に示す4次の収束を示す級数が主計算に用いられています。

$a_0 = 6 - 4\sqrt{2}$ 及び $y_0 = \sqrt{2} - 1$ として
 $y_{h+1} = \frac{1 - (1 - y_h^4)^{\frac{1}{4}}}{1 + (1 - y_h^4)^{\frac{1}{4}}}$
 $a_{h+1} = a_h (1 + y_{h+1})^4 - 2^{2h+3} y_{h+1} (1 + y_{h+1} + y_{h+1}^2)$
 の級数を求める精度まで繰り返し計算すると
 a_h は π に近づいていく

検証の為の計算は、これまた前述の二人が1984年に発見した2次より少し良い収束を示す次の公式（文献〔3〕）が用いられています。

$a_0 = \sqrt{2}$, $b_0 = 0$ 及び $p_0 = 2 + \sqrt{2}$ として
 $a_{h+1} = \frac{(\sqrt{a_h} + \frac{1}{\sqrt{a_h}})}{2}$
 $b_{h+1} = \frac{\sqrt{a_h} (1 + b_h)}{a_h + b_h}$
 $p_{h+1} = \frac{p_h b_{h+1} (1 + a_{h+1})}{1 + b_{h+1}}$
 の級数を求める精度まで繰り返し計算すると
 p_h は π に近づいていく

計算時間、使用記憶容量の面から彼の計算をまとめると、使用計算機はCRAY-2、主計算の計算時間は12回の繰り返して28時間、138M語 (=138*8=1104Mb) の主記憶を使用、検証計算は24回の繰り返して40時間、147M語 (=147*8=1176Mb) の主記憶を使用したということです。

主計算を実施した日付は1986年1月7日から1月9日にかけてです。主計算の結果と検証計算の結果は最後の17桁を除いて全てあっており、安全性を考慮しDr. Baileyは2936万桁まで計算したと主張しています。尚、使用された計算機は米国NASA AMES研究所にある2Gbの主記憶をもつCRAY-2です。FORTRAN、UNIXをベースにしたOSそしてルートウェアの試験をかねて円周率計算が計画され、その副産物として世界記録が出たとの事です。（CRAY-2は4台のCPUから成る計算機ですが、円周率の計算にはその中の1台のCPUだけを使用しています。またプログラムはFORTRANで書かれ、アセンブリは使用していないとの事です。現在彼は計算時間の短縮をめざしてプログラムの改良を行っていると聞いています〔4〕。）

2. 2 多倍長計算

以前の我々の方法もそうでしたが、Dr. Baileyの方法においても、前述の a_k , b_k あるいは a_k , b_k , c_k は、正確に計算をしようとする桁数 + α の精度でもって繰り返し計算を行わなければなりません。従って、いかに速い多倍長演算ルーチンがプログラムできるかに計算時間の大半がかかることになる訳です。

CRAY-2の浮動小数点表示における仮数部は48ビットであるために、我々が開発した実数FFT演算にもとづくプログラムは、誤差の面からそのままでは百万桁同士の掛け算を主記憶だけを用いて行う事はできません。(HITAC S-810, FACOM VP-, NEC SX-の各スーパーコンピューターの浮動小数点表示の仮数部は56ビットですから、我々のプログラムはそのまま使えます。) それに代わる方法として、彼はmodularなFFT法を採用したのです。(p を $p=k^{2^m}+1$ の形とした素数とした時に、その p でのmodularな計算をFFT, たたき込み演算, 逆FFTに対して行います。この計算を幾つかのかについて実行し、最後にChinese Remainder Theoremを用いて正確な結果を得る方法な訳です。この方法の利点は、すべての計算がmodularに行われる所以、計算に誤差が入り込まない点にあります。しかし幾つかのかについて同じ演算を行わなければならぬ事、Chinese Remainder Theoremという余分な計算が入り込む事、等の欠点があります。) 彼が採用した方法は主記憶容量の制限から素数を2つ使う方法です。一素数を3つ用いた場合、2Gbの主記憶での実行は困難だったようです! 一尚、modularなFFT法について詳しい事は文献[5]などを参考にしてください。

3. S-810/20による3355万4千桁の計算方法、CRAY-2との比較

今回3300万桁計算に使用したプログラムは、基本的にはこれまで使用してきた方法と同じです。(スーパーコンピューター向けの改良、記憶容量が少なくても良いようにする工夫、等が行われていますが、それは大勢には影響ありません。) しかし計算結果の検証用に、新しく2.1節で示した4次の収束を示す級数方法を採用したプログラムを作り、それを用いて検証を行った事は新しい試みです。

計算時間について、CRAY-2の記録を含めた最近の計算機による円周率計算の記録を表1に示しておきます。(ただし1億桁の最新記録はそれには含まれていません。) ここで注意しておきたい事は、新しい4次の収束を示す公式と言っても、2次の収束を示す1976年に発表されたものよりも実際の計算では遅いということです。これは当然の事です。なぜならば、表2に示す多倍長演算回数の比較から明らかのように、全体の計算時間に強く関係する多倍長逆数の計算回数が多い為です。又、表2から、1976年に発見された、我々のプログラムが採用したGauss-Legendreの関係式にもとづく方法は計算桁数が多い場合、一番効率的である事も分かります。

4. NEC SX-2による1億3355万4千桁の計算

ス-パ-コンピューターによってCRAY-2の記録が破れる見込みが出てから、実際に記録が破れるまでに約半年かかっています。一応6700万桁まで計算してあるにしろ、CRAY-2を用いればそれまでの記録の倍、6000万桁程度までは計算ができそうでした。この際、記録を破られないようにする為にここで最大限の努力をしておこうと思い、日本電気にその旨の話をし
てみたところ協力が得られることになったのです。

1億桁の大台に乗せるためのネックは拡張メモリーのサイズです。日本電気府中工場で2Gbの拡張メモリーのついたSX-2が用意できたのは協力依頼を行ってから約半年たった12月にはいってからです。まず12月中に1億桁の計算を検証するための計算を48時間2分かけて行い、年が明けた87年1月11日から13日にかけ、本計算を行ったわけです。（CPU時間は35時間15分でした。）両方の計算結果は最後の28桁を除き全てあっていました。（結局1億3421万7700桁まで合っていたことになります。）ところで記録のほうは東大センターの記録にちょうど1億桁プラスした値としています。あと70万桁ほど残っていますが、これも保険です。表3に1億桁前後5千桁の円周率の値を示しておきます。

今迄の記録樹立の時と同様、五つの検定（Frequency test, Serial test, Pocker hand test, Gap test, Five-digit sum test）を行っていました。さらに連続する同じ数の出現頻度、昇べき順、降べき順、314159.., 1515213..そして271828..の数列がどこに出現するかを調べてみました。表4に示す検定はFrequency testの検定結果です。なおすべての結果は文献〔6〕に載せる予定です。

5. おわりに

計算機で円周率を10万桁から100万桁にするのに12年、100万桁から1000万桁にするのに10年、1000万桁から1億桁にするのに4年かかっています。ここ最近の1000万桁、1億桁の記録は、新しい級数の発見、新しい多倍長計算方式の発明、それとス-パ-コンピューターの出現の三つがあつて初めて樹立できたものです。それでは1億桁から10億桁になるのにあと何年ほどかかるのでしょうか？現在利用できるス-パ-コンピューターを用いても10億桁まで計算することは記憶容量の大きさ、計算時間の両方の点から非現実的です。従って次の世代のス-パ-コンピューターの出現待ちという事になります。次の大台にのる記録をたてるス-パ-コンピューターはいつできるのか、5年後？それとも10年後？それとももっと先？—こればかりは「神のみぞ知る」といったところです。

最後に、3355万4千桁の検証を行うにあたって、日立神奈川工場のS-810/20を使わせていただいた事に感謝致します。また1億桁の記録更新に協力いただいた日本電気（株）にも感謝致します。

文献

- [1] : Gosper, W., private communication.
- [2] : Bailey, D. H., "The Computation of π to 29,360,000 Decimal Digits Using Borweins' Quartically Convergent Algorithm", submitted to Math. Comp., 1986.
- [3] : Borwein, J. M., & Borwein, P. B., "The Arithmetic-Geometric Mean and Fast Computation of Elementary Functions", SIAM Review, 26(1984), pp. 351-366.
- [4] : Mendez, R., private communication.
- [5] : Hardy, G. H. & Wright, E. M., "An Introduction to the Theory of Numbers," 5th edition, Oxford University Press, London, 1984.
- [6] : Y. Kanada, et. al. "Randomness of pi up to 100,000,000 Decimal digits," (Tentative) CCUT-TR-87-01, Computer Centre, Univ. of Tokyo.

記録保持者	使用計算機	実行年	(計算桁数)	正確な計算桁数	計算時間	(検証時間)
田村	MELCOM 900II	1982	(2097152)	2097144	7h 14m	(2h 21m)
田村及び金田	HITAC M-280H	1982	(4194304)	4194288	2h 21m	(6h 52m)
田村及び金田	HITAC M-280H	1982	(8388608)	8388576	6h 52m	(30h以上)
金田、吉野及び田村	HITAC M-280H	1983	(16777216)	16777206	30h以上	(6h 36m)
後及び金田	HITAC S-810/20	1983	(10013400)	10013395	24h以下	(30h以上)
Gosper	Symbolics 3670	1985	(17526200以上)	17526200	10週以上	---
Bailey	CRAY-2	1986	(29360128)	29360111	28h	(40h)
金田及び田村	HITAC S-810/20	1986	(33554432)	33554414	6h 36m	(8h 12m)

表1 最近の計算機による円周率計算の記録

(1976年以降に発見された公式を使用して計算を行ったもの。表2も合わせて参照)

方法	S-810/20の場合	CRAY-2の4次の場合	CRAY-2の2次の場合
平方の数	n	2 * n	n
積の数	3 * n + 2	6 * n	6 * n
逆数の数	1	n + 1	2 * n
加減の数	3 * n + 1	7 * n	5 * n

表2 高速円周率計算級数の演算回数(ここでnは繰り返し回数)

(CRAY-2の4次の場合, 1/4乗根をニュートン法で1/2乗根の時と同様に求めることができる。その場合平方の数は2*nをnと読み替える。)

計算結果		9999999999 行目から 1000004899 行目まで									
*	桁数	* . + . . . 1	* . + . . . 2	* . + . . . 3	* . + . . . 4	* . + . . . 5	* . + . . . 6	* . + . . . 7	* . + . . . 8	* . + . . . 9	* . + . . . 0
9999999999	3994868255	63792569966	7777163031	8447186852	5207489811	111668313937	14197058111	2018775159			
1000000000	22150088209	57832199634	873091125	8449103341	7975722031	8835012136	9054229583	8789087014	248597221	008815660	
1000001000	586652207	882451617	956891818	6113686451	246950286	618382458	4857010130	7191983369	981698176	6439933993	
1000002000	477853413	1067018219	5140616186	24061927	905266002	8106645717	12820207964	1491593074	439801450	3683010927	
1000003000	477853413	544930372	768330187	5343618728	54410093	516732290	2075481646	707422225	7316136806	8525681274	
1000004000	554340445	3471810825	727978689	846820734	694220689	1313950632	964159800	0398181993	57404033	874057731	
1000005000	909827404	33071263	95349133	878234882	2202190382	378565197	28550740	791053540	083340956	462159283	
1000006000	478445036	11611472	65120	878234882	2202190382	378565197	28550740	791053540	083340956	462159283	
1000007000	6893440618	3591659121	074937108	1848045661	765200307	9593555368	6441307946	2226136501	2977859176	333086381	
1000008000	6893450707	5599913820	7511785217	0635265546	916107859	587555626	3049108254	7301241839	4801514250	184228954	
1000009000	8040101665	7738170371	2526436524	0635265546	916107859	587555626	3049108254	7301241839	4801514250	184228954	
1000010000	104566799	6717593414	323395391	72622082	94155109	386608207	802628662	211429286	306180924	112392298	
1000011000	752217182	04270371	525277564	373730186	0752070371	8938310654	465504043	4001951515	503263873	9361655929	
1000012000	6545012416	3055464645	855911383	2607020154	9207008169	2028125071	1038553662	1856238537	9639151674	5591954209	
1000013000	688309729	3818416474	092410920	83551373925	3639006644	5767458935	5477789655	316773787	903770093	1050085952	
1000014000	7895152579	0202660389	732041421	222515739	1190112072	281816572	742233451	972540300	8611366517	52079773	
1000015000	92959726	2505988359	4088703854	5980092528	2636188603	845947744	5852359535	10559655	9235594907	2880140288	
1000016000	0659392363	623796704	0154526111	1545261111	4784081586	608182982	26301662	3566684885	7663341354	666441076	
1000017000	691118350	5820007670	801496805	257684708	732884256	055860744	5016321319	4569914262	2367601049	7666341354	
1000018000	1000019000	1727846409	1957615194	1975615194	99890531	971128434	0284354601	18629843601	136420750		
1000020000	5817951735	3052615194	07666168132	5963658488	906284875	5311128434	1315128434	1315128434	1315128434	1315128434	
1000021000	874559956	1400016274	503494429	503494429	807384442	503494429	1229162303	1229162303	1229162303	1229162303	
1000022000	950002255	9676154233	407526113	7330124113	6556715003	6556715003	57781357582	38226545485	0849487976	8611366362	
1000023000	070425100	0338294603	6714322971	5145710131	457810131	5145710131	5122484885	5122484885	5122484885	5122484885	
1000024000	87895913442	1781150666	0833664010	962442048	7638369664	7793448895	6280848902	355935252591	5988258764	078480217	
1000025000	3885411241	1971568693	563055910	9514274984	5353046653	856934104	17468190513	17468190513	17468190513	17468190513	
1000026000	2035701803	346818847	56303015196	4634325268	5621194104	0251937255	2226494958	1762603938	7266118700	401974265	
1000027000	912294850	5168524648	9061916880	4906248871	14266524648	14303858407	9749407962	1095190972	2982107823		
1000028000	6083118940	5168506222	67744940744	595000779	5655179338	3229946249	3452009993	58133619497	4794930549	991910580	
1000029000	4746013279	5168506222	67744940744	595000779	5655179338	3229946249	3452009993	58133619497	4794930549	991910580	
1000030000	053652035	651522474	5034519023	738841773	691475952	687442850	530937432	7551469	7551469	7551469	
1000031000	6018812956	1049251636	6201918519	738841773	691475952	687442850	530937432	774824883	849490197	849490197	
1000032000	1008500931	18113913807	616043137	2440361594	567298900	567298900	567298900	567298900	567298900	567298900	
1000033000	6187916568	81113913807	616043137	2440361594	567298900	567298900	567298900	567298900	567298900	567298900	
1000034000	8575410557	49329398186	5532199580	21593997677	9049902574	2465007523	1858322204	8500565593	235278723	897162328	
1000035000	2756325582	296505137	6246561233	6246561233	9049902574	9049902574	9049902574	9049902574	9049902574	9049902574	
1000036000	7125103658	873025353	8295651265	8295651265	9049902574	9049902574	9049902574	9049902574	9049902574	9049902574	
1000037000	088964100	1447461131	6633939317	5039306634	8537387753	5005055591	2833204410	5673498350	5299883105	5300866458	
1000038000	1583704693	6063912899	1925013924	0293677449	596232563	3025105338	8863005389	5522445557	429321265	867334915	
1000039000	653653646	1059339408	39712780	6248466073	25364315484	539753609	503535539	39712780	6051832423	0525622807	
1000040000	550162220	7513435904	7890152535	9449651371	234458287	2807161844	888240387	5719713228	5719713228	5719713228	
1000041000	1723039444	2247141525	4835729859	2526442579	4505838926	772853390	578793270	506713441	707625822	7633321038	
1000042000	3300231208	0546271727	87875040485	4879393223	2329883803	11891451	61993357794	5191436373	5077603294	6163071603	
1000043000	4144318956	2320214422	117311715	4240361594	234316181	6131372456	553100261	5159194244	670610276	193623458	
1000044000	9656032500	12417217	95601793	6720250603	6700089034	520742037	3893243094	405055627	8722607048	576681333	
1000045000	10004500	2140904296	6964484642	7023468352	2942249405	105987383	1884373892	1372247239	93929242484	1801234702	902913163
1000046000	9699682604	3495454312	2206118980	7148532584	0498650898	194959220	9114501407	6205964859	9136699291	401732160	
1000048000	100004800	9999999999	1000004899	1000004899	1000004899	1000004899	1000004899	1000004899	1000004899	1000004899	

表 3 1 億桁前後ににおける円周率の値

DIGIT	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ICHI-SQ.
TO	100D	8	12	11	10	8	9	8	12	14	4.20
TO	200D	19	20	24	19	22	20	16	12	25	2.3
TO	500D	45	59	54	50	53	50	48	36	53	6.88
TO	1000D	93	116	103	102	93	97	94	95	101	10.61
TO	2000D	182	212	207	188	195	205	200	197	202	212
TO	5000D	466	532	496	459	508	525	513	488	492	521
TO	10000D	968	1026	1021	974	1012	1046	1021	970	948	1014
TO	20000D	1954	1997	1986	1986	2043	2082	2017	1953	1962	2020
TO	50000D	5033	5055	4867	4947	5011	5052	4977	5030	5010	5.86
TO	100000D	9999	10137	9908	10025	9971	10026	10025	9978	9902	4.09
TO	200000D	20104	20063	19892	20010	19874	20199	19898	20163	19956	19841
TO	500000D	49915	49984	49753	50000	50357	50235	49824	50230	49911	49791
TO	1000000D	99959	99758	100026	100229	100230	100359	99548	99800	99985	100106
TO	2000000D	199792	199535	200077	200141	200083	200521	199403	200510	199447	200691
TO	4000000D	399419	399463	399822	399913	400792	40032	399032	400650	400183	400694
TO	5000000D	499620	499898	499503	499933	500544	500025	498758	500880	499880	500954
TO	8000000D	799111	800110	799783	800234	800202	800154	798885	800560	800638	800318
TO	10000000D	999440	999333	1000306	999964	1001093	1000466	999337	1000207	99814	1000040
TO	15000000D	1499675	1501044	1499917	1501166	1500417	1498447	149584	1500435	1499234	4.07
TO	20000000D	2001162	1999832	2001409	1999343	2001106	2000125	1999269	1998404	1999720	1999630
TO	25000000D	2500496	2499915	2500707	2499313	2502826	2500139	2499603	2498290	2499189	2499522
TO	30000000D	2999157	3000554	3000969	2999222	3002593	2999997	2999548	2998175	2999592	3000193
TO	50000000D	4999632	5002220	5000573	4998630	5004009	4999797	4998017	4998895	4998494	4999733
TO	80000000D	7998807	8002788	8001828	7997656	8003525	7996500	7998165	7999389	8000308	8001034
TO	100000000D	999922	10002475	10001092	9998442	10003863	9993478	999417	999610	10002180	9999521
TO	130000000D	12997956	13001430	13002130	13000032	1300391	12992901	12999023	12999772	13002357	13000408

表4 土周期1億3千万行のFrequency testの結果

付言

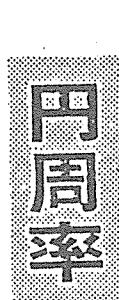
大阪大学 大型計算機センター 馬野 元秀

今年の1月7日・9日に、情報処理学会のプログラミング・シンポジウムがあり、金田先生が「円周率 - 高速計算法と統計性 - (2)」という発表を行なわれました。この段階での世界一は、東京大学 大型計算機センターの S-810/20 で計算された 3355 万 4 千桁でした(本稿の 3 節)。

そして、直接、話を伺っていますと、近々、SX-2 で 1 億桁を越える計算をするということでした。それを聞きまして、すぐに阪大のセンター・ニュースへの執筆をお願いした次第です。そして、予定通り、1 億桁を越える 1 億 3355 万 4 千桁の計算が行なわれ、世界記録が更新されました。このことは、多くの新聞で報道され、テレビのニュースでも紹介されました。

以上が、本稿が本センター・ニュースに掲載されるようになった経緯です。

最後になりましたが、お忙しいなか、本センター・ニュースの記事を御執筆下さいました金田先生に感謝致します。



「この記録は最低半年間
は破られない。破るとそれ
が、たぶん僕になるだろ
う」と自信たっぷりに語る
のは円周率(π)を小数点
以下一億三千三百五十五万
四千ヶタまで割り出し、世
界記録を大幅に更新した東
大型計算機センター助教
授の金田慶正さん(37)です。

小数点以下の世界記録更新



日本人が次々と記録を塗
り替え、千六百七十万ヶタ
まで行ったが、八五、八六
年には、まだ三十七時間かけて、こ
れをちょうど一億ヶタ上回
る記録を樹立した。「あと六十六万ヶタは計
算できたが区切りのいいと
ころでやめた」

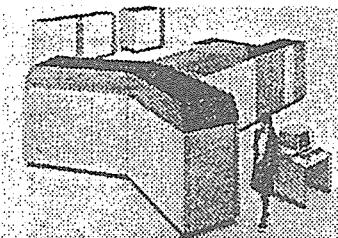
興味津々、37時間かけて

トになるとか、出てきた數
字が乱数として使えると
か、理屈はいろいろいける
けど、ほんとの動機は興味
があったから。山があるか
ら登るというのと同じ」と
いう。

「次の世代のコンピュータ
が出れば、記録更新は可
能だが、それもおそらく僕
がやることになる」と、金
田さんは豪快に笑った。

毎日新聞、1987年1月20日(火)夕刊

3

円周率
14159...

1億3千万ケタまで算出

円周率(π)の小数点は何ヶタまで解明できるか—

ト日本電気と東京大学の金田助康正助教授が日電のス

界記録に挑戦した。その結果これまで

一ペーパーコンピューター「S-X2」(写真)を使って世

界記録を達成した。計算に

スーザン電算機

の公式記録を

一億ケタ上回

る一億三千三

百五十五万四

千ヶタまで計算することに成功、近くギネスブックに掲載される見通しなつた。日米競争の焦点となつてゐるスーパー・コンピュー

タードが、ひどく日本メ

五万四千ケタ。

「カ」の高速性が実証され

た。

円周率は三・一四のあと

も延々と小数点の数字が並

要した時間はCPU(中央

演算処理装置)の稼働時間

だけで三十五時間十四分五

十二秒一覧、

存する汎用超

大型コンピュ

社は世界最高速を誇り、主

に計算には六ヵ月かかる

能の実証に懸命。円周率の

計算も単なる

お遊び、で

はなく、高速機の開発競争

のすさまじさを反映したも

のところである。

日本電と金田助教授の共同による。超高速マシンがあつての快記録樹立となつた。

スーザン

コンピュータ

は、もともとミサイルの彈

道計算など米国の軍事目的

で利用された超高速マシ

ンで、日米企業が激しい開

発、販売競争を展開してい

日電、性能に自信

ようだが、「現

る。

特に日電と老舗のクレイ

社は世界最高速を誇り、主

に計算には六ヵ月かかる

能の実証に懸命。円周率の

計算も単なる

お遊び、で

はなく、高速機の開発競争

のすさまじさを反映したも

のところである。

日本経済新聞、昭和 62 年 2 月 3 日(火)