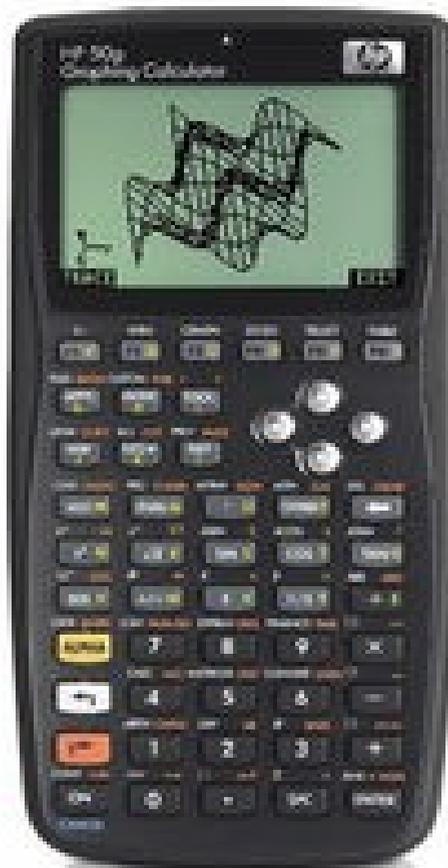


HP50gでラマヌジャンに挑戦



数学の大天才

VS.



世界最強の電卓

発表者について

大野典宏

専攻：計算物理学

元職業：某コンピュータサイエンス雑誌編集

現在：ライター、翻訳家（英語、ロシア語、ポーランド語）

SFマガジンにて「サイバーカルチャートレンド」連載中

近刊 スタニスワフ・レム「泰平ヨンの航星日記」

（早川文庫、9月10発売）

しかし、正体は単なる計算マニア。

詳細は名前で検索するとこいつしか出ないので参照されたし。補足事項もBlogにて発表する予定。

ラマヌジャンとは？

インドの天才数学者。整数だけで構成された円周率 π の公式（下の式）で有名（1985年に1752万6200桁まで計算された）

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{99^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)!(1103 + 26390n)}{(4^n 99^n n!)^4}$$

$$\frac{4}{\pi} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (4n)!(1123 + 21460n)}{882^{2n+1} (4^n n!)^4}$$

まずMaximaで検証してる

無理数があったほうが**計算が困難になっておもしろい**ので、上の式で試してみる。

●Maximaでのテストプログラム

```
Y:0$
```

```
for i: 0 thru 50 do Y:Y+(4*i)!
```

```
  *(1103+26390*i)/(4^i*99^i*i!)^4$
```

```
Y:Y*2*sqrt(2)/99^2$
```

```
Y:1/Y;
```

計算の困難性を確認

```
(%i1) 50!;
```

```
(%o1) 3041409320171337804361260816606476884437764156896051200000000000
```

```
(%i2) 99^50;
```

```
(%o2) 6050060671375366504479199680125555354571111154849793880846497346573918278439742113929535410412245001
```

式を計算すると、この途方もない数字が必ず出てくるのだが結果は！

```
(%i3) Y:0$
```

```
for i: 0 thru 50 do Y:Y+(4*i)!*(1103+26390*i)/(4^i*99^i*i!)^4$
```

```
Y:Y*2*sqrt(2)/99^2$
```

```
Y:1/Y;
```

```
(%o6) 421324791934701838173885795840[453 digits]872268946673020944706432925696
```

```
948313961450774883925410303079[452 digits]592096599378966892239127404645 $\sqrt{2}$ 
```

数値化してみると驚き

```
(%i7) fpprec:420;
```

```
(%o7) 420
```

```
(%i8) bfloat(%o6);
```

```
(%o8) 3.1415926535897932384626433832[363 digits]4151160943305728069584333257b0
```

```
(%i9) bfloat(%pi);
```

```
(%o9) 3.1415926535897932384626433832[363 digits]4151160943305727036575959195b0
```

n を50にすると、400桁超まで計算ができてしまう。この式が恐ろしいくらいの収束性を持つことがこの計算でわかる。また、Maximaの定数%piがここまで正確なのは、別の意味でも驚き。

HP50gとは？

Hewlett-Packardが誇るハンディ数値計算コンピュータの最上位機種

CPU ARM9 75MHz

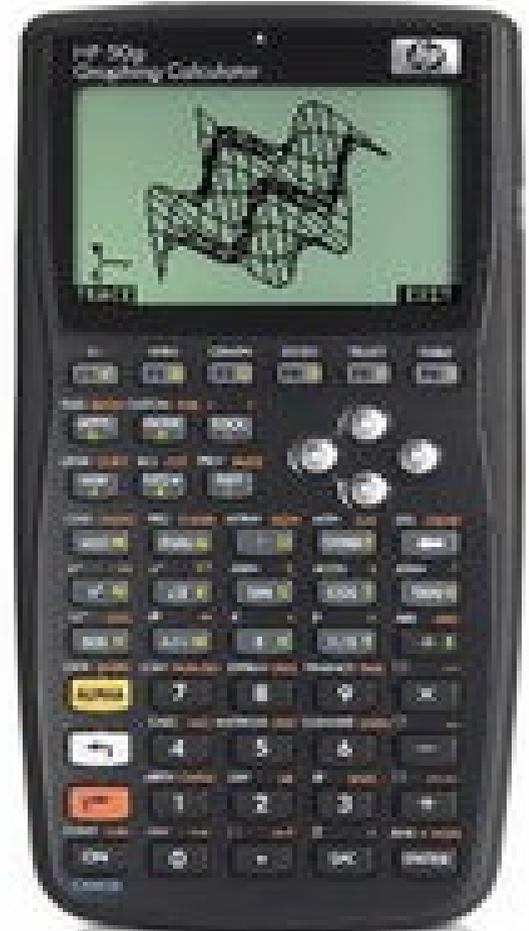
512KバイトRAM

数式エディタ

代数/逆ポーランド記法

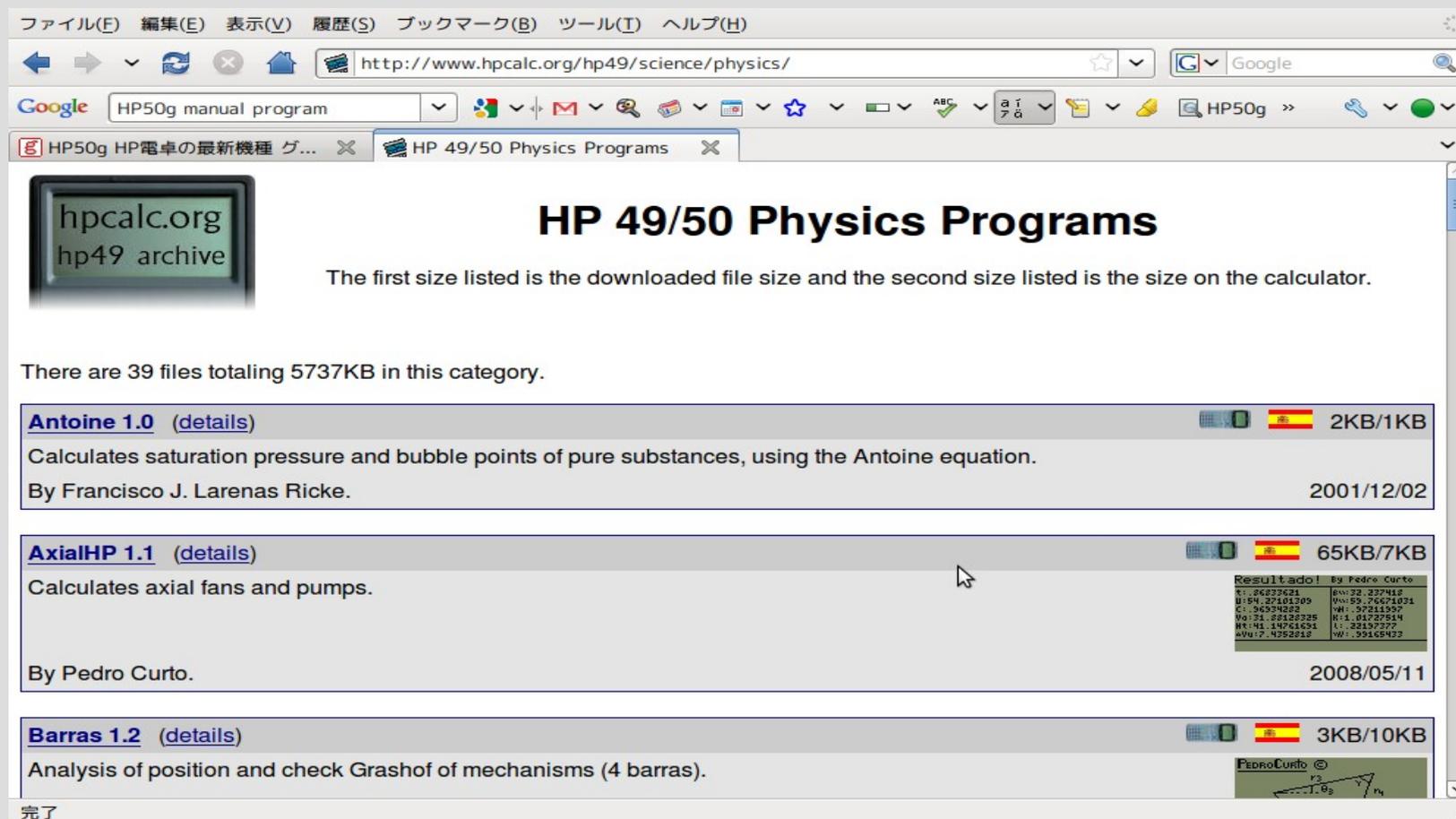
行列/複素計算

2D/3Dのグラフ表示



ハイグレード電卓の世界

世界中のユーザーがプログラムを作成し、公開している。 <http://www.hpcalc.org/>



The screenshot shows a web browser window with the address bar containing <http://www.hpcalc.org/hp49/science/physics/>. The page title is "HP 49/50 Physics Programs". A sub-header reads "The first size listed is the downloaded file size and the second size listed is the size on the calculator." Below this, it states "There are 39 files totaling 5737KB in this category." Three program listings are visible:

- Antoine 1.0** (details) 2KB/1KB
Calculates saturation pressure and bubble points of pure substances, using the Antoine equation.
By Francisco J. Larenas Ricke. 2001/12/02
- AxialHP 1.1** (details) 65KB/7KB
Calculates axial fans and pumps.
By Pedro Curto. 2008/05/11
- Barras 1.2** (details) 3KB/10KB
Analysis of position and check Grashof of mechanisms (4 barras).

At the bottom left of the browser window, the text "完了" (Completed) is visible.

テストにあたっての条件

- ・ HP50gの表示は12桁だが、妥協はせずにきちりと計算する。
- ・ Maximaで試したのと同じく正直に大きな n の値で計算する事に意義がある！
- ・ 拡張ライブラリは封印し、デフォルトのままに計算の性能を試してみる。
- ・ そうすれば「たかが電卓」の凄さがわかる！

確認して心配になった点

ARM9を搭載した世界でも有数の電卓メーカーが出している現状では最高の機種なので、内部のソルバーが優秀なことは間違いないだろうが、問題は計算時間がどのくらいになるのか、まったくわからない点。

では、試すしかない！！

数式の入力をする

$$\sum_{N=0}^{50} \frac{(4 \cdot N)! \cdot (1103 + 26390 \cdot N)}{(4^N \cdot 99^N \cdot N!)^4}$$

式のとおりに入力して行く。

実際に計算を実行してみた

最終的なインライン入力式

$$\text{INV}(\sum (N=0;50; (4*N)!*(1103+26390*N) / (4^N*99^N*N!)^4)*(2*\sqrt{2/9801}))$$

↓ ひたすら待つ…… (約20分)

結果

3.14159265359 ←

四捨五入が正常になされていて、精度と有効桁は考慮されているのがわかる。

上限値： $n=61$ 。これ以上だと正確な数値は出ない。

ちなみに……

国内メーカーの最上位機種である「CASIO fx-5800P」で同じ事をしてみたら……

[Math ERROR!]と表示された。

だが、 n の数を徐々に減らしてみたら、 $n=7$ の時点で「 π 」と表示した！（正確には、 $n=\infty$ で無い限り π と表示したら数学的には間違いなのだが、それは置いといて）

悔りがたし！

結論

- 表示の桁数に関係なく、電卓内部では正直に計算している。
- メモリ容量の関係で限度こそあるが、その範囲では限界まで計算できる！
- 実用的な範囲では問題無し！

終了

ありがとうございました。

電卓万歳！