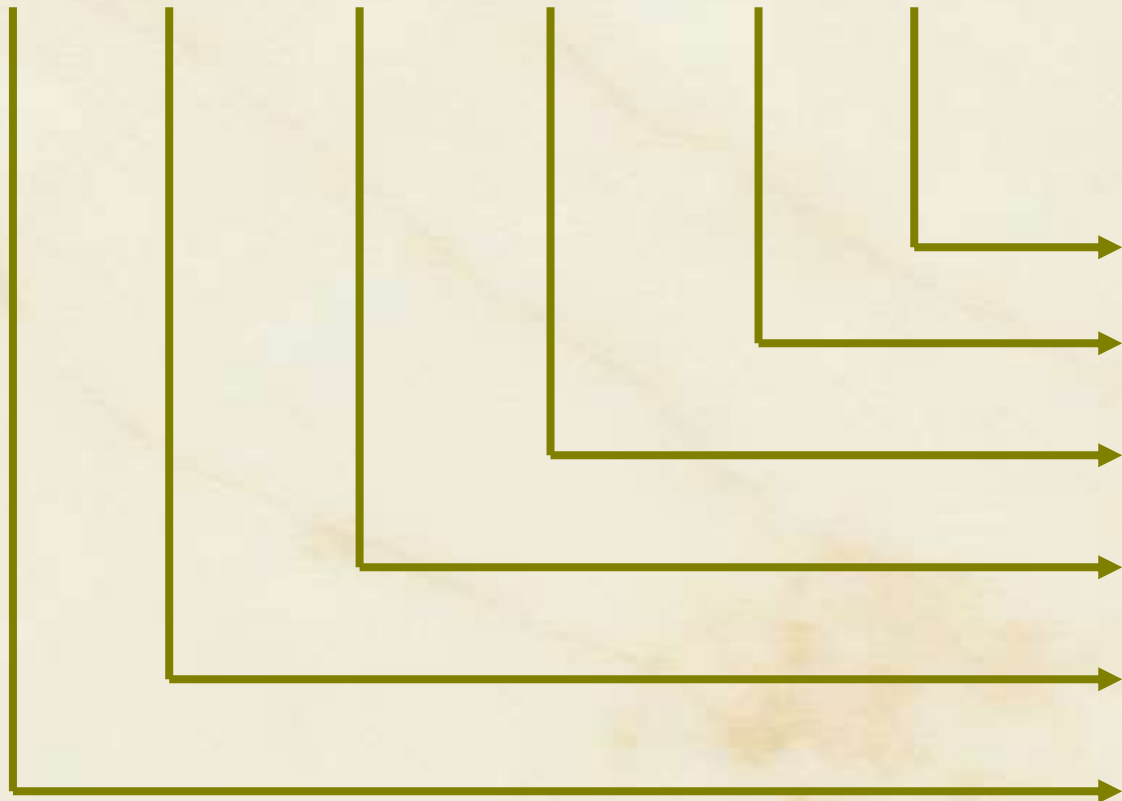


方程式を「算木」で 解いてみよう!

愛媛大学 教育学部
平田 浩一

方程式と算盤

$$x^5 - 6x^4 + 2x^3 - 7x^2 + 3x - 8 = 0$$



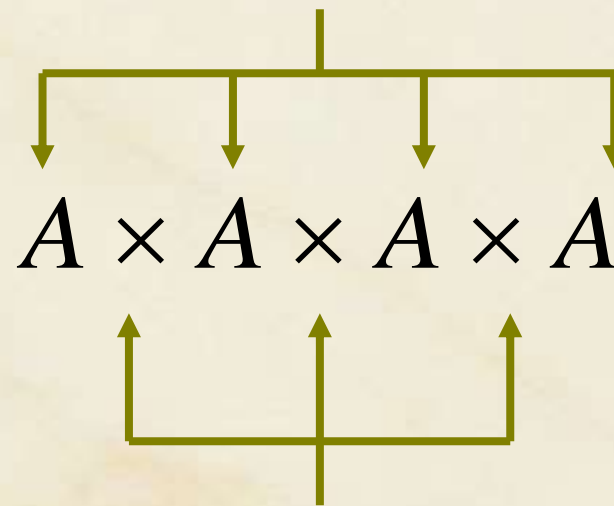
百	十	一	C
2	1	0	◀ ▶
			商
		百	実
		百	方
		十	廉
		十	隅
		一	三乗
		一	四乗

算木電卓は5次方程式まで解くことができます。

三乗、四乗とは？

現在の「4乗」

4つのものをかける



和算の「三乗」

かけ算が3回

方程式を解くには

- 方程式の解き方を説明する前に、次の用語をおぼえて下さい
 - 乗加
 - 連続乗加
 - 連続乗加の繰り返し

乗加

商に立てた数を a とする。

千	百	十	一		C
3	2	1	0		
				商	
	 	 	 	実	
				方	



ある行を a 倍して、
その上の行に加える。

この操作を「乗加」という。

連続乗加(1)

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
	 	 	 	実
				方
				廉
				隅

商に立てた数を a とする。

「段」マーカー
(右ボタンクリックでつける)



②

乗加

①

乗加

一番下の段から、上に向かって、「段」マーカーのところまで、乗加を繰り返す。

連続乗加 (2)

I	II	III	IIII		C
一 0	分 -1	厘 -2	毛 -3		◀ ▶
I	II				商
十					実
	III				方
		III			廉
			I		隅

商に立てた数を a とする。

「段」マーカー
(右ボタンクリックでつける)



- ③ 乗加
- ② 乗加
- ① 乗加

一番下の段から、上に向かって、「段」マーカーのところまで、乗加を繰り返す。

連続乗加の繰り返し

丁	二	三	四	五	C
一 0	分 -1	厘 -2	毛 -3		◀ ▶
丨					商
十					実
					方
					廉
			丨		隅

商に立てた数を a とする。

① 「実」にマーカーをつけて連続乗加

② 「方」にマーカーをつけて連続乗加

③ 「廉」にマーカーをつけて連続乗加

・
・
・

この方法で方程式を解くことができる

平方根を求める

- 方程式の最初の例として、
 - 二次方程式、
 - その中でも一番簡単な、
 - 平方根の計算を試みましょう。

$$\sqrt{729}$$

平方根の計算(1)

$$\sqrt{729}$$

方程式は $x^2 - 729 = 0$

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
	II	II	III	実
				方
			I	廉

「実」に -729

「廉」に 1

平方根の計算 (2)

$$\sqrt{729}$$

千	百	十	一	C
千 <small>3</small>	百 <small>2</small>	十 <small>1</small>	一 <small>0</small>	商
	千	百	十	実
				方
	一			廉

「十」の位にマーカーをつける。

「実」の段にマーカーをつける

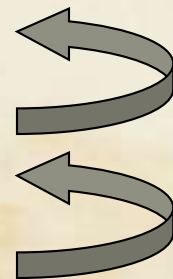
平方根の計算 (3)

$$\sqrt{729}$$

「十」の位の商を予想する。

千	百	十	一	商
千	百	十	一	商
				実
				方
				廉

立てた商を使って、連続乗加されることに注意



②

乗加

①

乗加

平方根の計算 (4)

$$\sqrt{729}$$

商に 2 を立てる。

千	百	十	一	商
千	百	十	一	商
百	十	一	実	方
				廉



千	百	十	一	商
千	百	十	一	商
百	十	一	実	方
		二		廉

乗加



①

平方根の計算 (5)

$$\sqrt{729}$$

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
				実
				方
				廉

乗加

②

実をクリックして計算

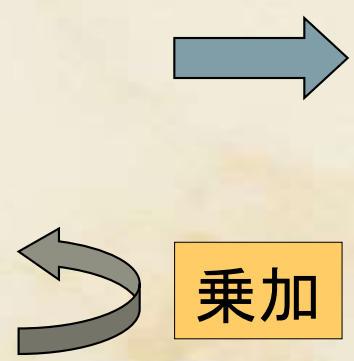
千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
				実
				方
				廉

平方根の計算 (6)

$$\sqrt{729}$$

つづいて、「方」の段に
マーカーをつけて、連続乗
加。

T	II	III	IIII		C
千 <small>3</small>	百 <small>2</small>	十 <small>1</small>	一 <small>0</small>	◀ ▶	
		II			商
	III	II	IIII		実
	II				方
	I				廉



T	II	III	IIII		C
千 <small>3</small>	百 <small>2</small>	十 <small>1</small>	一 <small>0</small>	◀ ▶	
		II			商
	III	II	IIII		実
	IIII				方
	I				廉

平方根の計算 (7)

$$\sqrt{729}$$

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
	 	 	 	実
				方
				廉

「一」の位にマーカーをつける。

「実」の段にマーカーをつける

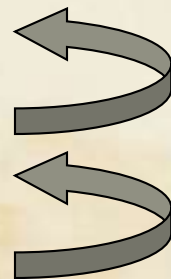
平方根の計算 (8)

$$\sqrt{729}$$

「一」の位の商を予想する。

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
			○	商
	 	 	 	実
				方
				廉

立てた商を使って、連続乗加されることに注意



②

乗加

①

乗加

平方根の計算 (9)

$$\sqrt{729}$$

商に 7 を立てる。

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
	 	 	 	実
				方
				廉

千	百	十	一	C
3	2	1	0	
				商
	 	 	 	実
				方
				廉

乗加



①

平方根の計算(10)

$$\sqrt{729}$$

T	II	III	IIII		C
千	百	十	一	◀ ▶	
3	2	1	0		
		II	II		商
		II III III III	IIII IIIII		実
		IIII	II		方
			I		廉

乗加

②

実をクリックして計算

T	II	III	IIII		C
千	百	十	一	◀ ▶	
3	2	1	0		
		II	II		商
					実
		IIII	II		方
			I		廉

平方根の計算 (11)

$$\sqrt{729}$$

千	百	十	一	c
3	2	1	0	
			—	商
				実
			—	方
				廉

つづいて、「方」の段に
マーカーをつけて、連続乗
加だが、...

「実」の段が 0 に
なったので、平方
根の計算は完了。

$$\sqrt{729} = 27$$

方程式を解く

○次に方程式として

□三次方程式をとりあげます。

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

方程式の計算(1)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

方程式 $x^3 + 124x - 20800 = 0$

		┌	└				C
万	千	百	十	一			
4	3	2	1	0			
							商
 		 					実
							方
							廉
							隅

「実」に -20800

「方」に 124

「隅」に 1

方程式の計算 (2)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┌	┌	┌	┌		C
万	千	百	+	-	◀	▶	
4	3	2	1	0			
							商
							実
							方
							廉
							隅

「+」の位にマーカーをつける。

「実」の段にマーカーをつける。

方程式の計算 (3)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

「十」の位の商を予想する。

		┌	└				C
万	千	百	十	一		◀ ▶	
4	3	2	1	0			
							商
							実
							方
							廉
							隅

立てた商を使って、連続乗加されることに注意



③

乗加

②

乗加

①

乗加

方程式の計算 (4)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

商に 2 を立てる。

		┌	┌					C
万	千	百	十	一	◀	▶		
4	3	2	1	0				
								商
 		 						実
								方
								廉
								隅

		┌	┌					C
万	千	百	十	一	◀	▶		
4	3	2	1	0				
								商
 		 						実
								方
								廉
								隅

乗加



①

方程式の計算 (5)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┌	┐				C
万 4	千 3	百 2	+	-	◀ ▶		
						商	
						実	
						方	
						廉	
						隅	



乗加



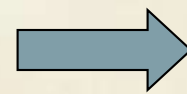
		┌	┐				C
万 4	千 3	百 2	+	-	◀ ▶		
						商	
						実	
						方	
						廉	
						隅	

「方」をクリックして計算

方程式の計算 (6)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

					0	C
万	千	百	+	-	◀ ▶	
4	3	2	1	0		
						商
						実
						方
						廉
						隅



乗加



					0	C
万	千	百	+	-	◀ ▶	
4	3	2	1	0		
						商
						実
						方
						廉
						隅

「実」をクリックして計算

方程式の計算 (7)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

つづいて、「方」の段にマーカをつけて、連続乗加。

		┌	└				1		C
万	千	百	+	-	◀	▶			
4	3	2	1	0					
									商
┌									実
									方
									廉
									隅



②

乗加

①

乗加

方程式の計算 (8)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

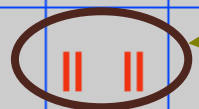
万	千	百	十	一	C
4	3	2	1	0	
			+	-	◀▶
					商
十					実
					方
					廉
					隅



乗加



万	千	百	十	一	C
4	3	2	1	0	
			+	-	◀▶
					商
十					実
					方
					廉
					隅



「廉」をクリックして計算

方程式の計算 (9)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┌	┌	┌	┌				C
万	千	百	+	-					
4	3	2	1	0					
									商
┌		┌	┌						実
									方
									廉
									隅



乗加



「方」をクリックして計算

		┌	┌	┌	┌				C
万	千	百	+	-					
4	3	2	1	0					
									商
┌		┌	┌						実
									方
									廉
									隅

方程式の計算 (10)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

つづいて、「廉」の段にマーカをつけて、連続乗加。

		┌	└					C
万	千	百	十	一			◀ ▶	
4	3	2	1	0				
								商
┌								実
								方
								廉
								隅

① 乗加

方程式の計算 (11)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┐	┑	≡	≡		C
万	千	百	+	-	◀	▶	
4	3	2	1	0			
							商
┌		≡	≡				実
	≡	≡					方
							廉
							隅



乗加



		┐	┑	≡	≡		C
万	千	百	+	-	◀	▶	
4	3	2	1	0			
							商
┌		≡	≡				実
	≡	≡					方
	┐						廉
							隅

「廉」をクリックして計算

方程式の計算 (12)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┐	┑	≡	≡		C
万	千	百	十	一			
4	3	2	1	0			
						商	
┌		≡	≡			実	
		≡				方	
			┐			廉	
						隅	

「一」の位にマーカーをつける。

「実」の段にマーカーをつける。

方程式の計算 (13)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

「一」の位の商を予想する。

		┌	┐				C
万 4	千 3		百 2	十 1	一 0		◀ ▶
					○	商	
十		 	 			実	
						方	
			┌			廉	
						隅	

立てた商を使って、連続乗加されることに注意



③

乗加

②

乗加

①

乗加

方程式の計算 (14)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

商に 6 を立てる。

		┌	┌					C
万	千	百	十	一	◀▶			
4	3	2	1	0				
				┌	商			
┌					実			
					方			
			┌		廉			
					隅			

		┌	┌					C
万	千	百	十	一	◀▶			
4	3	2	1	0				
				┌	商			
┌					実			
					方			
			┌	┌	廉			
					隅			

乗加



方程式の計算 (15)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┌	┌	┌	┌		C
万	千	百	十	一		◀ ▶	
4	3	2	1	0			
				┌			商
┌		┌	┌				実
							方
			┌		┌		廉
			┌	┌			隅
				┌			



乗加
②

		┌	┌	┌	┌		C
万	千	百	十	一		◀ ▶	
4	3	2	1	0			
				┌			商
┌		┌	┌				実
			┌				方
				┌	┌		廉
					┌		隅

「方」をクリックして計算

方程式の計算 (16)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┌	┌	┌	┌		C
万	千	百	十	一		◀▶	
4	3	2	1	0			
				┌			商
		┌					実
							方
			┌	┌			廉
							隅



乗加



		┌	┌	┌	┌		C
万	千	百	十	一		◀▶	
4	3	2	1	0			
				┌			商
							実
		┌					方
			┌	┌			廉
							隅

「実」をクリックして計算

方程式の計算 (17)

$$x^3 + 124x - 20800 = 0$$

		┌	┌	┌	┌		c
万	千	百	十	一			
4	3	2	1	0			
				┌			商
							実
		┌					方
			┌	┌			廉
							隅

つづいて、「方」の段に
 マーカーをつけて、連続乗
 加だが、...

「実」の段が 0 に
 なったので、平方
 根の計算は完了。

$$x = 26$$

方程式の問題



$$\sqrt{1444} =$$



$$\sqrt[3]{2197} =$$



$$\sqrt{7} =$$



$$\sqrt[3]{2} =$$

方程式の問題 解答

- $\sqrt{1444} = 38$

- $\sqrt[3]{2197} = 13$

- $\sqrt{7} = 2.64575131\dots$

- $\sqrt[3]{2} = 1.25992104\dots$