

How to use ‘Diffusion1D.for’ : parabola type PDE

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

explicit difference form (陽形式)

$$u(x, t + \Delta t) = u(x, t) + \alpha^2 \frac{\Delta t}{(\Delta x)^2} \cdot 2 \cdot \left[\frac{u(x + \Delta x, t) + u(x - \Delta x, t)}{2} - u(x, t) \right]$$

Diffusion1D.for

Input file: Diffusion1D.idt

Output files:

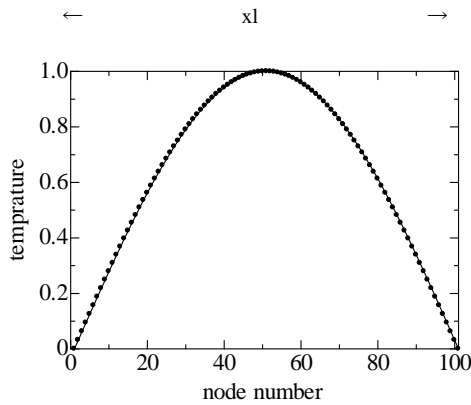
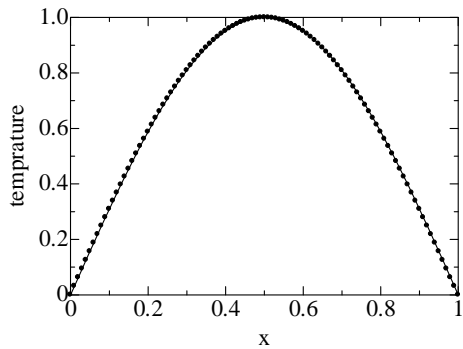
Diffusion1D.odt

Diffusion1D_000000000.thd

Diffusion1D_000001000.thd

.....

Diffusion1D_000000000.thd



1 51 101
← ndivx →

Number of nodes = ndivx + 1

$\Delta x = xl / ndivx$

コメント [A1]: 指定した接点での u , $\partial u / \partial t$, $\partial^2 u / \partial t^2$ の時刻暦

コメント [A2]: 各ステップごとの u , $\partial u / \partial t$, $\partial^2 u / \partial t^2$ の空間分布を出力

コメント [A3]: 下図はこのファイルを使って作成

Diffusion1D.idt

```
/parameter/
1.0          xl      : length of rod
1.0          ctd     : coefficient for thermal diffusivity
100          ndivx   : number of division in x-axial
0.00002      tinc    : time increment for calculation
60000        nstep   : number of calculation steps
1000         iprint  : skip number of output; the results will be output
                    at step = (j-1)*iprint   j=1, nstep
51           ipnode  : node number at which time history is output
                    in 'nfodt'
/data/
0            u0()    : array for tempurature at each node
0.031410759 u0(1)    → node 1st
0.06279052  u0(2)    → node 2nd
.....
0.031410759 u0(ndivx) → node 100th
1.22515E-16 u0(ndivx+1) → node 101th
```

コメント [A4]: ファイル名は固定

コメント [A5]: flag

コメント [A6]: flag

Note:

1. To hold stability condition for numerical analysis by finite difference method with explicit scheme

$r = \alpha^2 \Delta t / (\Delta x)^2 \leq 0.5$ $ctd * (tinc) / (xl / ndivx)^2 \leq 0.5$ **CFL condition**

コメント [A7]: r is output in the file 'Diffusion1D.odt'.

'thd' files : *u* distribution at a step

Diffsion1D_000000000.thd, Diffsion1D_000001000.thd, Diffsion1D_000002000.thd,
Diffsion1D_000060000.thd

000000000 → 000001000 → 000002000 → → 000060000
 1000 (iprint) 1000 (iprint) 1000 (iprint)

Diffsion1D_000000000.thd

/ istep= 0 / time= 0.0000000E+00

Node, x, u, du, ddu
 1 0.0000000E+00, 0.0000000E+00, 0.0000000E+00, 0.0000000E+00
 2 0.1000000E-01, 0.3141076E-01, -0.3098386E+00, -0.6135418E+04
 3 0.2000000E-01, 0.6279052E-01, -0.6193467E+00, -0.1226429E+05

 51 0.5000000E+00, 0.1000000E+01, -0.9863871E+01, -0.1953242E+06

 101 0.1000000E+01, 0.1225150E-15, 0.0000000E+00, 0.0000000E+00

Diffsion1D_000001000.thd

/ istep= 1000 / time= 0.2000000E-01

Node, x, u, du, ddu
 1 0.0000000E+00, 0.0000000E+00, 0.0000000E+00, 0.0000000E+00
 2 0.1000000E-01, 0.2578403E-01, -0.2544572E+00, 0.2511681E+01
 3 0.2000000E-01, 0.5154261E-01, -0.5086633E+00, 0.5020884E+01
 4 0.3000000E-01, 0.7725032E-01, -0.7623674E+00, 0.7525131E+01

Diffusion1D.odt : time history at node ipnode

/ nstep= 60000 / duration time= 0.1200000E+01 / r= 0.2000000E+00
 / ipnode= 51 / xpnode= 0.5000000E+00 / nthd= 61

time, u, du, ddu
 0.0000000E+00, 0.1000000E+01, -0.9866848E+01, -0.4933424E+06
 0.2000000E-01, 0.8208661E+00, -0.8100957E+01, 0.7996245E+02
 0.4000000E-01, 0.6738211E+00, -0.6649801E+01, 0.6563846E+02
 0.6000000E-01, 0.5531168E+00, -0.5458595E+01, 0.5388038E+02
 0.8000000E-01, 0.4540348E+00, -0.4480776E+01, 0.4422858E+02

コメント [A8]: initial u distribution

コメント [A9]: nstep

コメント [A10]: nstep

コメント [A11]: iprint 毎に出力

コメント [A12]: ファイル名は固定

コメント [A13]: Step no.

コメント [A14]: Duration time

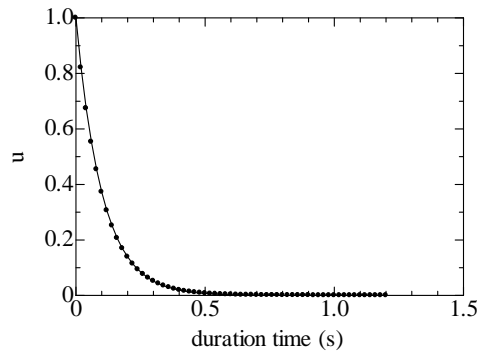
コメント [A15]: Node no, x-coordinate, u,
 $\partial u / \partial t$, $\partial^2 u / \partial t^2$

コメント [A16]: iprint 毎に出力

コメント [A17]: duration time
 $= \text{time} * \text{iprint} = 0.0002 * 1000 = 0.02$

コメント [A18]: parameter for CFL
 condition

コメント [A19]: Node no, x-coordinate, u,
 $\partial u / \partial t$, $\partial^2 u / \partial t^2$



Time history at node ipnode (51th node)

REFERENCE:

- 1)伊里正夫・伊里由美訳: 偏微分方程式 科学者・技術者のための使い方と解き方
Stanley J. Farlow (1982): partial Differential Equations for Scientists and Engineering, John Wiley & Sons, Inc.
- 2)高見穎郎・河村哲也: 偏微分方程式の差分解法, 東京大学出版, 1994
- 3)Courant, R., Friedrichs, K. and Lewy, H.(1967): On the Partial Difference Equations of Mathematical Physics, IBM Journal, Vol.11, pp.215-234.