

ChatGPT を用いた Fortran90 から MATLAB へのプログラムの移植例

An Example of Porting a Program from Fortran90 to MATLAB using ChatGPT

平野 拓一
Takuichi Hirano

東京都市大学 理工学部 電気電子通信工学科
Dept. of Electrical, Electronics and Communication Eng., Faculty of Science and Engineering, Tokyo City University

1. まえがき

近年、多機能なニューラルネットワークの開発が進み、自動翻訳や大規模言語モデルによる人工知能とのチャット（対話）が実現されている。本稿では ChatGPT 3.5[1]を用いて Fortran90 で書いたプログラムを MATLAB プログラムに移植した例を紹介する。

2. ニューラルネットワークの発展の概要

生物の神経の信号伝達および処理を行うニューロンのモデルをコンピュータで模擬したニューラルネットワーク (NN)[2]により、1990 年後半は文字や簡単な図形の認識などが可能となった。当時はコンピュータの計算能力および学習の局所最適解や勾配消失などの問題があり、3 層程度の浅い NN しか使われていなかった。その後、インターネットの普及による大規模データ（学習データ）の収集が容易になり、メモリ・計算能力が大幅に向上し、並列演算に適した GPU が登場し、ハードウェアの環境が整うとともに、4 層以上の多層 NN でも学習が可能になるアルゴリズム（オートエンコーダ）が開発され、画像認識の精度が飛躍的に向上した（2012 年の画像認識国際コンテスト ILSVRC）。また、時系列データの予測や前後関係が重要となる翻訳などのために、前の情報を保持する RNN（回帰型 NN）の発展として長・短期記憶（LSTM）も考案された。同様の問題を解決するために、2017 年に Google の研究者により別の手法（トランスフォーマ）が開発され、LSTM よりも演算が簡単で計算負荷も低く、現在の ChatGPT や自動翻訳等で用いられる大規模言語モデル (LLM) の基礎となっている。

3. Fortran90 から MATLAB へのプログラムの移植例

有限要素法の説明[3]を行うために Fortran90 で書いた方形導波管のモード解析を行うノードベース有限要素法解析プログラム[4](rect_wg_nodal_fem.f90)を ChatGPT を用いて MATLAB のプログラムに変換した。全体を入れると長すぎて変換できず、少しずつ変換するようにと回答されるので、関数ごとに図 1 に示すように入力していく。関数ごとに繰り返すと移植が完了する。ただし、分割して入力していくのでグローバル変数のスコープは上手く行かないことがあり、手動で Fortran の変数宣言部をあえて入力しないなどの工夫をする必要がある場合もある。また、Fortran 言語にはグラフィックルーチンはないが、MATLAB は言語でサポートしているため、手動で記述する必要がある。行列の固有値問題を解くルーチンも Fortran では別途ライブラリを用いているが、MATLAB は言語でサポートしているため、手動で記述する必要があるが、コメントアウトで「

一般化固有値問題を解くルーチン」として関数を書くのみで、あとは変数を入れれば動くコードを生成してくれる。

4. まとめ

プログラムの移植は単純作業であり、難しいものではない。しかしながら、人間が行う場合はプログラム言語を調べる必要があり、覚える（思い出す）までに少し時間がかかる。この作業を自然言語による指示で自動化できるようになったことは特筆に値することである。

参考文献

- [1] ChatGPT
<https://chat.openai.com/>
- [2] 熊沢 逸夫: 学習とニューラルネットワーク, 森北出版, 1998.
- [3] 平野拓一, 有限要素法による電磁界解析入門, アンテナ・伝搬における設計・解析手法ワークショップ (第 70 回), 2023 年 12 月 19 日.
- [4] 方形導波管のモード解析を行う有限要素法解析プログラム例
<http://www.takuichi.net/book/apws70/>

#次の Fortran90 のプログラムを MATLAB プログラムに変換してください。

```
subroutine mesh
  implicit none
  integer :: i,j,n,k1,k2,k3,k4
  write(*,*) '**** MESH ****'
  nelem=nx*ny*2      ! 三角要素の数
  nnode=(nx+1)*(ny+1) ! 系全体の節点数
(以下省略)
```

図 1 ChatGPT への入力例

以下は、与えられた Fortran90 のプログラムを MATLAB に変換した例です。MATLAB には Fortran のようなサブルーチンが直接存在しないため、同等の機能を実現する MATLAB の関数として表現しています。

```
function mesh()
  global nx ny sizex sizey elem gn2x gn2y
  disp('**** MESH ****');
  nelem = nx * ny * 2;      % 三角要素の数
  nnode = (nx + 1) * (ny + 1); % 系全体の節点数
(以下省略)
```

図 2 ChatGPT の出力例

ChatGPTを用いたFortran90から MATLABへのプログラムの移植例

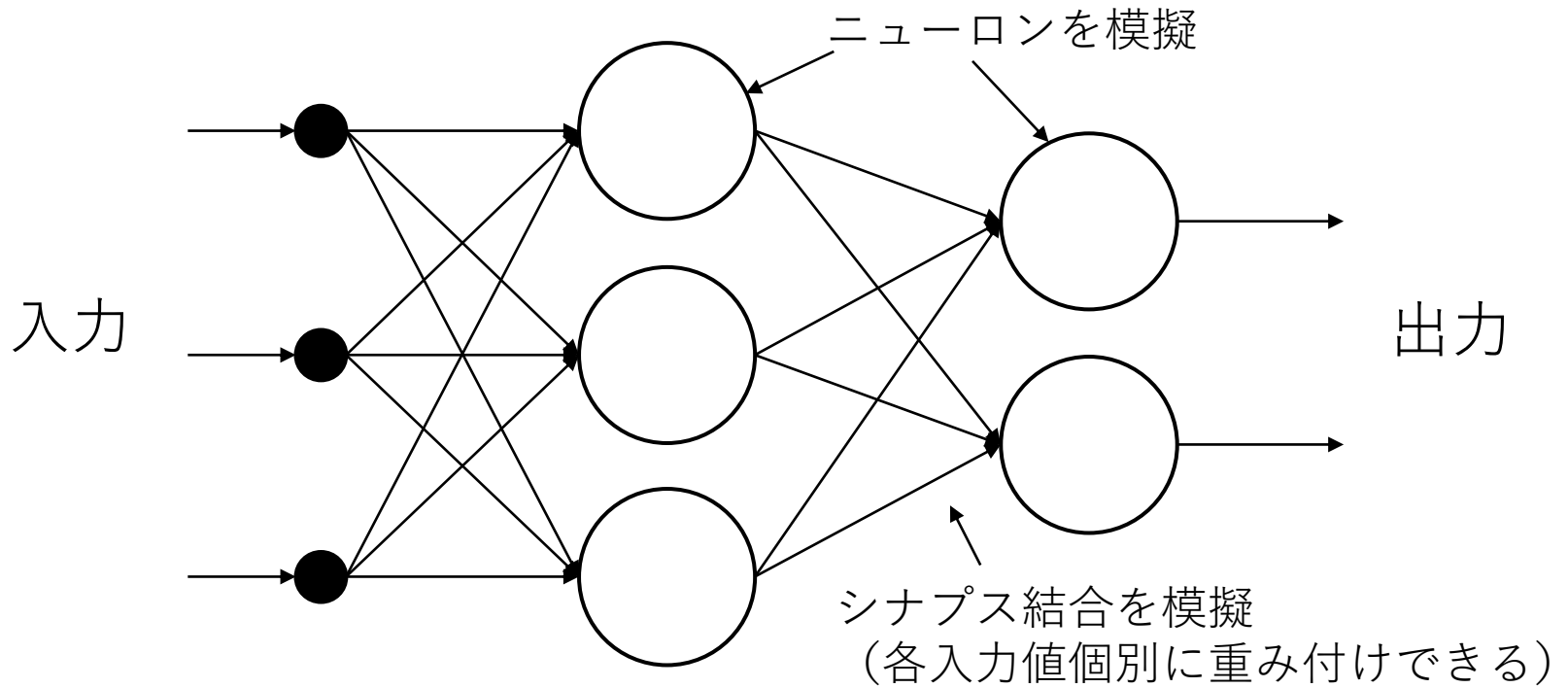


東京都市大学 理工学部 電気電子通信工学科
平野拓一

はじめに

- ChatGPTを使ってFortran90プログラムをMATLABに変換する例を紹介。
- AP研（第70回）有限要素法による電磁界解析入門のサンプルプログラムをMATLABで提供するために使用した。
- 大規模言語モデル（LLM）について。
- 言語を修得するとは？
- 夢とは？
- 知能とは？

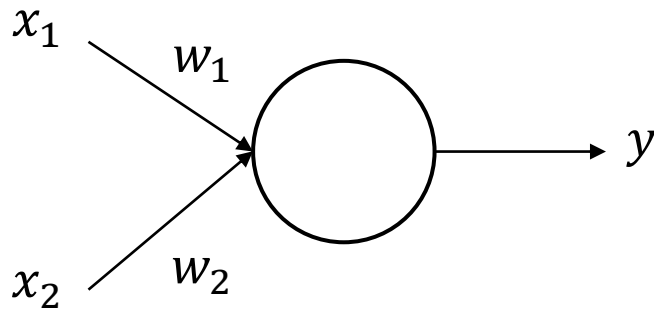
ニューラルネットワーク



- ニューラルネットワークの技術は脳のニューロンのシナプス結合の原理を数値シミュレーションしたものである。
- ニューロンは複数のニューロンからの入力値に重みを付けて受け取る。その重み付け総和がある値（閾値）を超えたら1つの出力を出すという動作をする。
- 入力にある値を入れると、出力に値がでる。いくつかは入力と出力の組み合わせを与えて、学習させる。学習結果は各ニューロン間の結合の重み係数として得られる。

ニューロンモデル

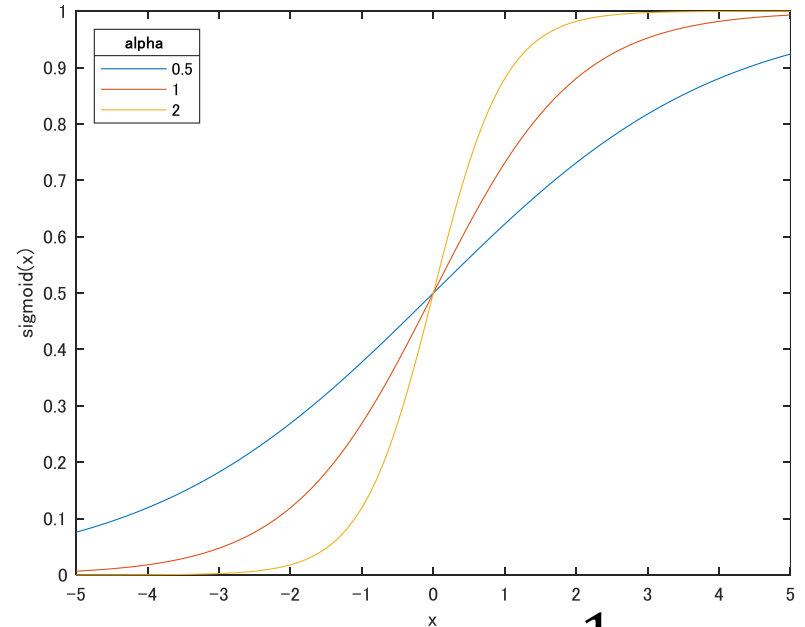
ニューロンの発火をシグモイド関数で表現する。シグモイド関数の良いところはパラメータで急峻度合いを調整でき、かつ滑らかなので微分ができるため誤差の勾配が解析的に求まる場所である（さらに勾配はその値で計算可能で演算が削減できる）。



左右の平行移動（閾値）を制御

$$y = \text{sigmoid}(x - \theta)$$

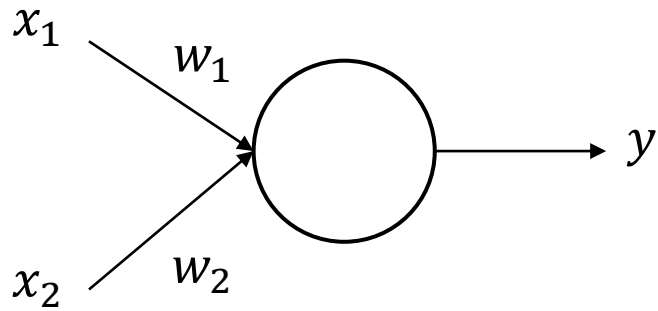
$$x = w_1 x_1 + w_2 x_2$$



$$\text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}$$

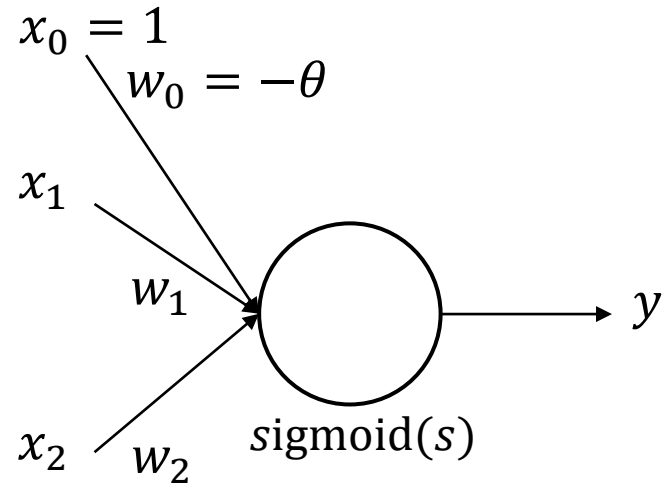
ニューロン出力を表すこのような関数は活性化関数と呼ばれる。シグモイド関数はその一例である。

単一ニューロン



$$y = \text{sigmoid}(x - \theta)$$
$$x = w_1x_1 + w_2x_2$$

⇒
 θ も w として
扱う工夫



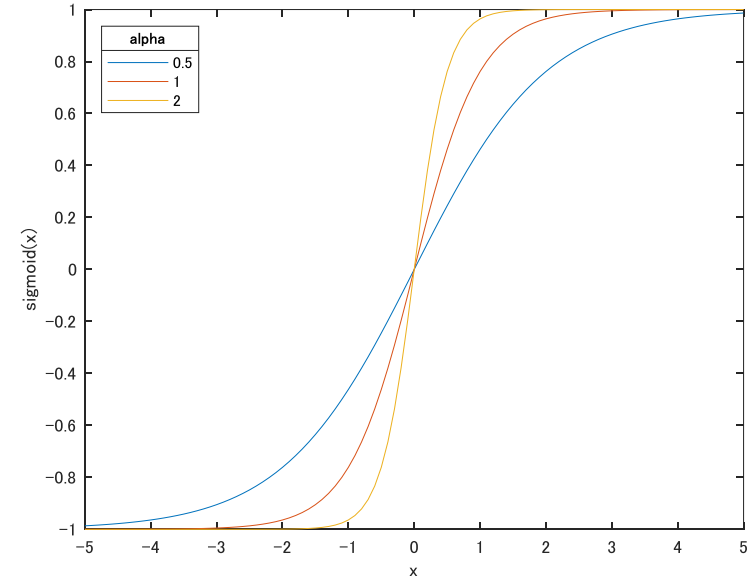
$$y = \text{sigmoid}(-\theta + w_1x_1 + w_2x_2)$$
$$= \text{sigmoid}(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2)$$
$$= \text{sigmoid}(s)$$

$$s = w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2$$

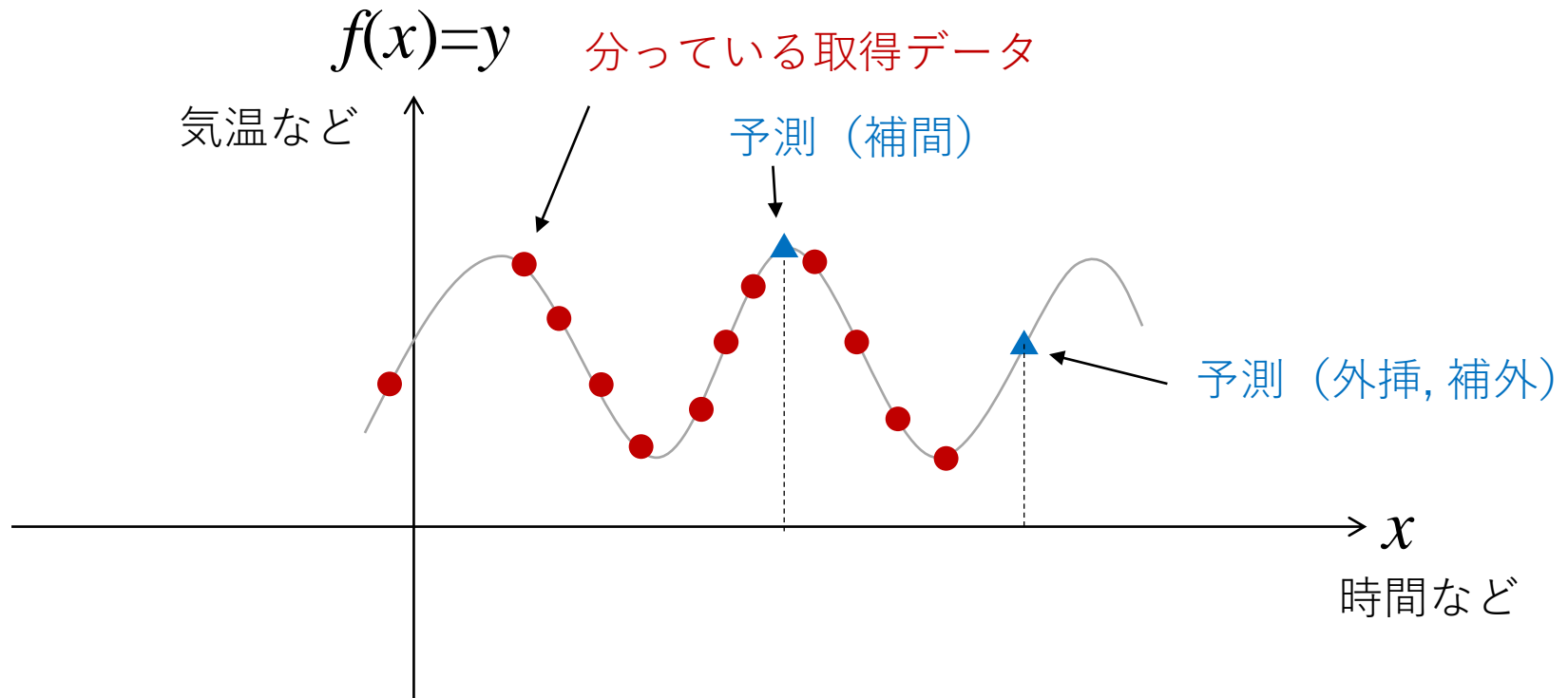
活性化関数

シグモイド関数以外にも、いくつかの種類 of 活性化関数が提案されている。次のハイパボリックタンジェントもその一例である。これは、シグモイド関数を上下方向に2倍拡大して縦方向に-1平行移動しただけである。-1~1の値を取る。

$$\begin{aligned}\tanh(\alpha x) &= \frac{e^{\alpha x} - e^{-\alpha x}}{e^{\alpha x} + e^{-\alpha x}} \\ &= \frac{1 - e^{-2\alpha x}}{1 + e^{-2\alpha x}} = \frac{2 - (1 + e^{-2\alpha x})}{1 + e^{-2\alpha x}} \\ &= 2\text{sigmoid}(2x) - 1\end{aligned}$$



関数の補間と外挿について



LLMの歴史

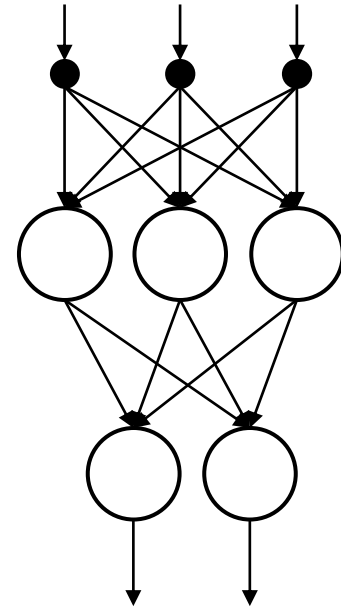
生物の神経の信号伝達および処理を行うニューロンのモデルをコンピュータで模擬したニューラルネットワーク(NN)により、1990年後半は文字や簡単な図形の認識などが可能となった。

当時はコンピュータの計算能力および学習の局所最適解や勾配消失などの問題があり、3層程度の浅いNNしか使われていなかった。

その後、インターネットの普及による大規模データ（学習データ）の収集が容易になり、メモリ・計算能力が大幅に向上し、並列演算に適したGPUが登場し、ハードウェアの環境が整うとともに、4層以上の多層NNでも学習が可能になるアルゴリズム（オートエンコーダ）が開発され、画像認識の精度が飛躍的に向上（2012年の画像認識国際コンテストILSVRC）。

また、時系列データの予測や前後関係が重要となる翻訳などのために、前の情報を保持するRNN（回帰型NN）の発展として長・短期記憶（LSTM）も考案された。

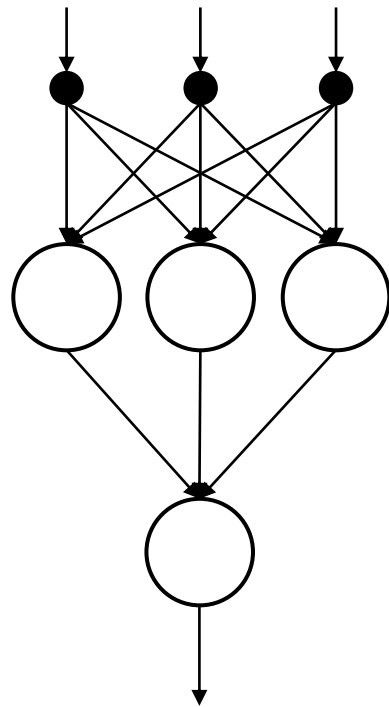
同様の問題を解決するために、2017年にGoogleの研究者により別の手法（トランスフォーマ）が開発され、LSTMよりも演算が簡単で計算負荷も低く、現在のChatGPTや自動翻訳等で用いられる大規模言語モデル(LLM)の基礎となっている。



LLMの歴史

質問

あいうえおかきくけこ



AP研WS70



アンテナ・伝播研究専門委員会 (A・P)

Technical Committee on Antennas and Propagation

(第70回) 有限要素法による電磁界解析入門



<https://www.ieice.org/cs/ap/ws-70/>

<http://www.takuichi.net/book/apws70/index.html>

ChatGPTによるプログラムの変換

Introducing ChatGPT x Fortran90 to MATLAB Conversi... +

chat.openai.com/c/f5caeb0c-93a6-428f-9e1c-e2df0f7ab0ff

New chat

Today

Bubble Economy Prevention Strate

水の誘電率低下する理由

January

Fortran90 to MATLAB Conv ...

2023

アンテナ設計シミュレーション超入門

MATLABで三角波を生成する

東京都市大学学修要覧

Upgrade plan
Get GPT-4, DALL-E, and more

Takuichi Hirano

```
n = 0;
for i = 1:(nx + 1)
    for j = 1:(ny + 1)
        n = n + 1;
        gn2x(n) = sizex * double(i - 1) / double(nx);
        gn2y(n) = sizey * double(j - 1) / double(ny);
    end
end
end
```

このMATLAB関数は、Fortranのサブルーチン `mesh` に相当し、グローバル変数（`nx`、`ny`、`sizex`、`sizey`、`elem`、`gn2x`、`gn2y`）をグローバル宣言もしくは関数内で明示する必要があります。Fortranのように手続き型のサブルーチンとは異なりますが、同等の処理を行うことができます。

Message ChatGPT...

ChatGPT can make mistakes. Consider checking important information.

ChatGPTによるプログラムの変換

#次のFortran90のプログラムをMATLABプログラムに変換してください。

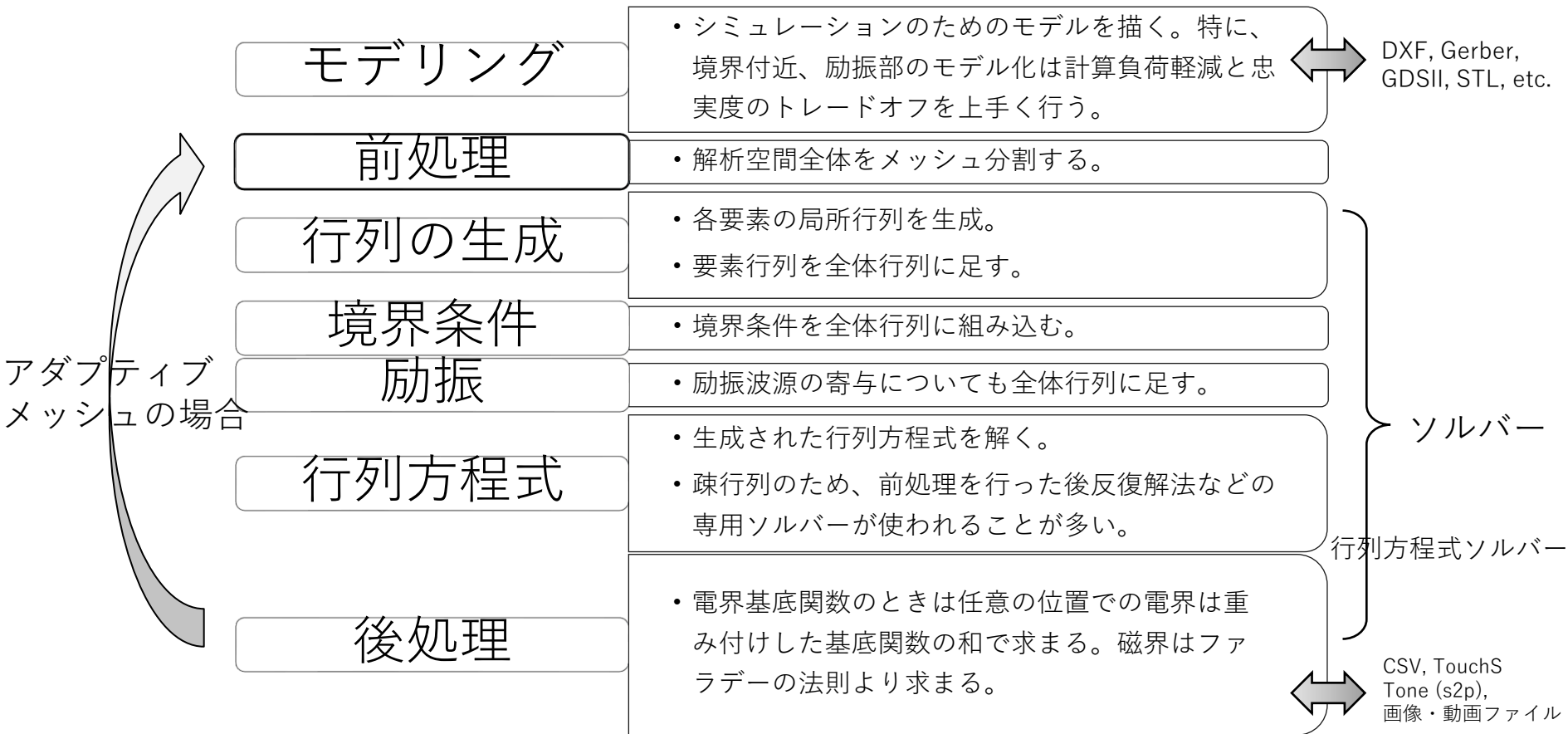
```
subroutine mesh
  implicit none
  integer :: i,j,n,k1,k2,k3,k4
  write(*,*) '**** MESH ****'
  nelem=nx*ny*2      ! 三角要素の数
  nnode=(nx+1)*(ny+1) ! 系全体の節点数
(以下省略)
```

ChatGPTによるプログラムの変換

以下は、与えられたFortran90のプログラムをMATLABに変換した例です。
MATLABにはFortranのようなサブルーチンが直接存在しないため、同等の機能を実現するMATLABの関数として表現しています。

```
function mesh()  
    global nx ny sizex sizey elem gn2x gn2y  
    disp('**** MESH ****');  
    nelem = nx * ny * 2;          % 三角要素の数  
    nnode = (nx + 1) * (ny + 1); % 系全体の節点数  
(以下省略)
```

有限要素法シミュレーションの流れ



方形導波管のFEM解析の例

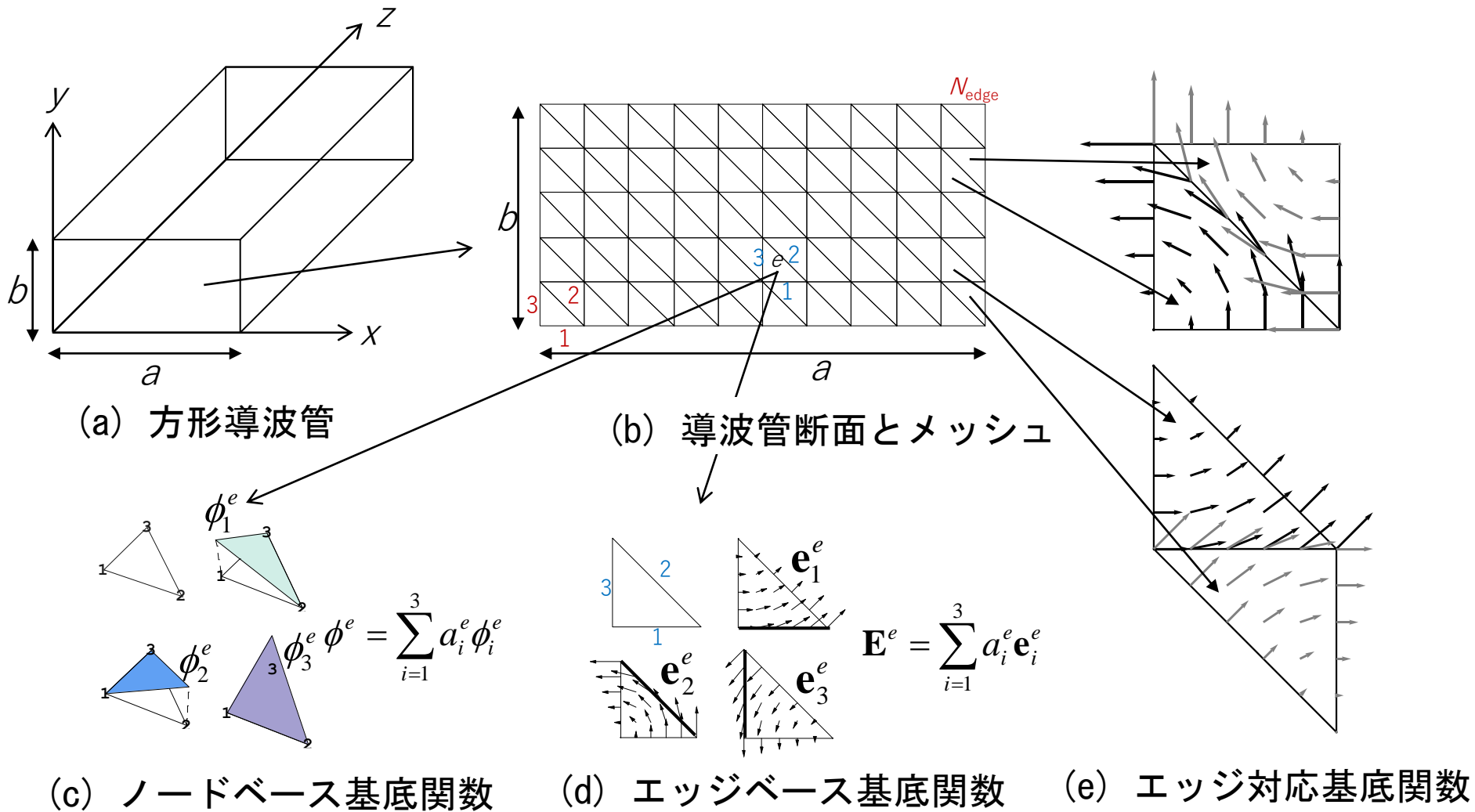


図 2.15: 有限要素法解析における方形導波管のモード関数の説明

導波管解析 (エッジベース)

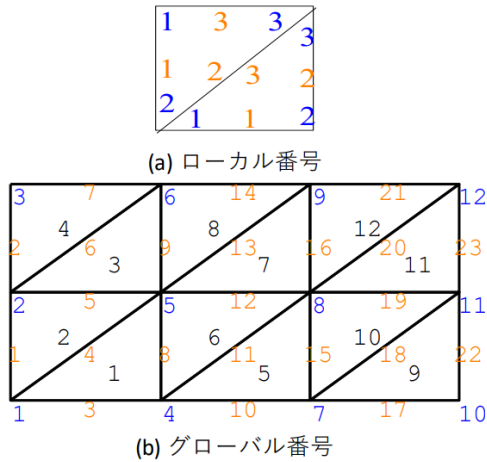
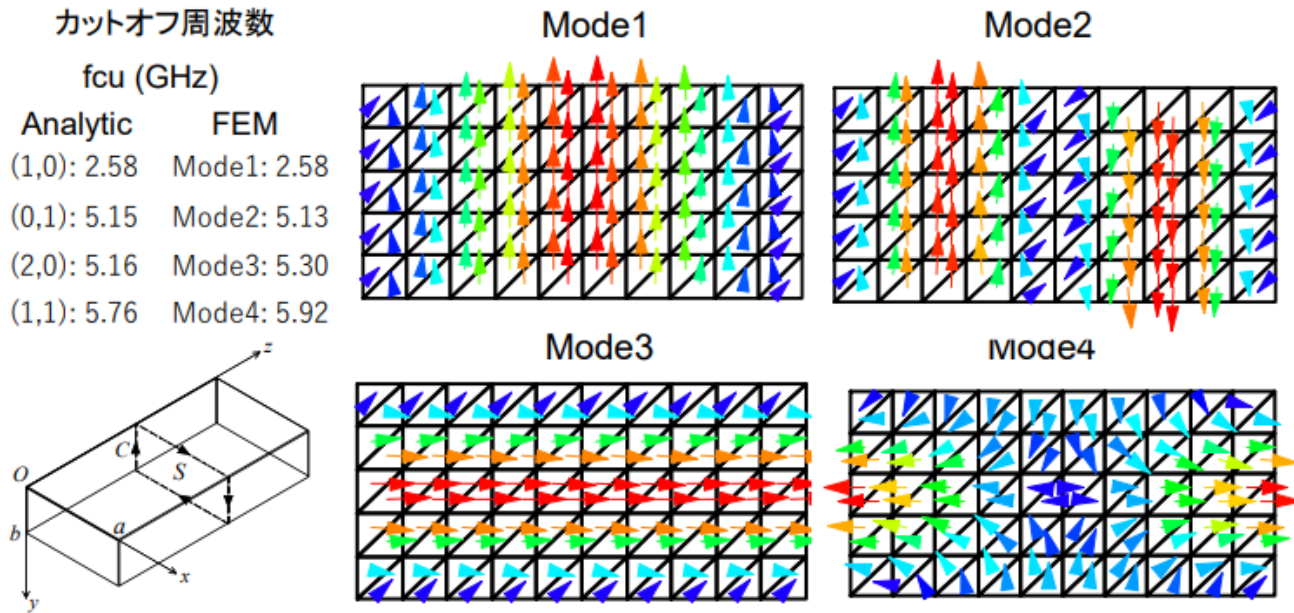


図 4.17: ノードとエッジのローカル番号とグローバル番号 (青色: ノード番号, 橙色: エッジ番号)



高次モードではより多くのメッシュ分割が必要

図 4.18: 方形導波管 TE 波のカットオフ波数と電界モード関数

まとめ

- ChatGPTを使ってFortran90プログラムをMATLABに変換する例を紹介。
- 大規模言語モデル（LLM）はプログラミングには役に立つ。（次に来る文章を確率的に推測しているだけなのに）
- 人間が言語を修得する過程はまだ未解明。
- 夢の意味は？・・・大体わかった。
- 知能とは？能動的に考えるとは？未解明。