パルス偏向電磁石の静磁場計算（3）

2005年6月24日（金）

放射光源研究系

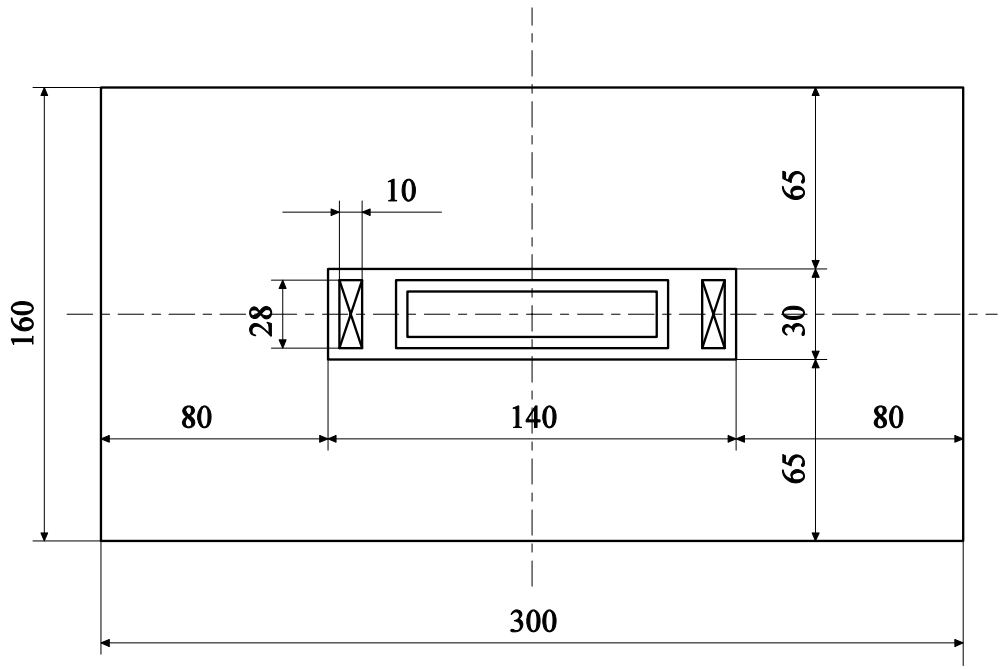
宮島　司

電磁石の基本仕様

- **電磁石の形状**：Window-frame type
- **ビーム進行方向の長さ**：1 m
- Gap : 30 mm
- **開口部**：140 mm × 30 mm
- **コイル巻き数**：1 turn
- **コイル断面**：10 mm × 28 mm（**冷却水用スペースを除く**）
- **コイルの巻き方**：Bedstead Conductor

電磁石の形状

Pulsed Bending Magnet (Gap = 30 mm, Window frame type)



- **ビーム進行方向の長さ**：1 m
- Gap : 30 mm
- **鉄心の厚さ**
  - **水平方向**：80 mm
  - **垂直方向**：65 mm
- **中心から**±47.5 mm **の範囲がセラミックチェンバー**

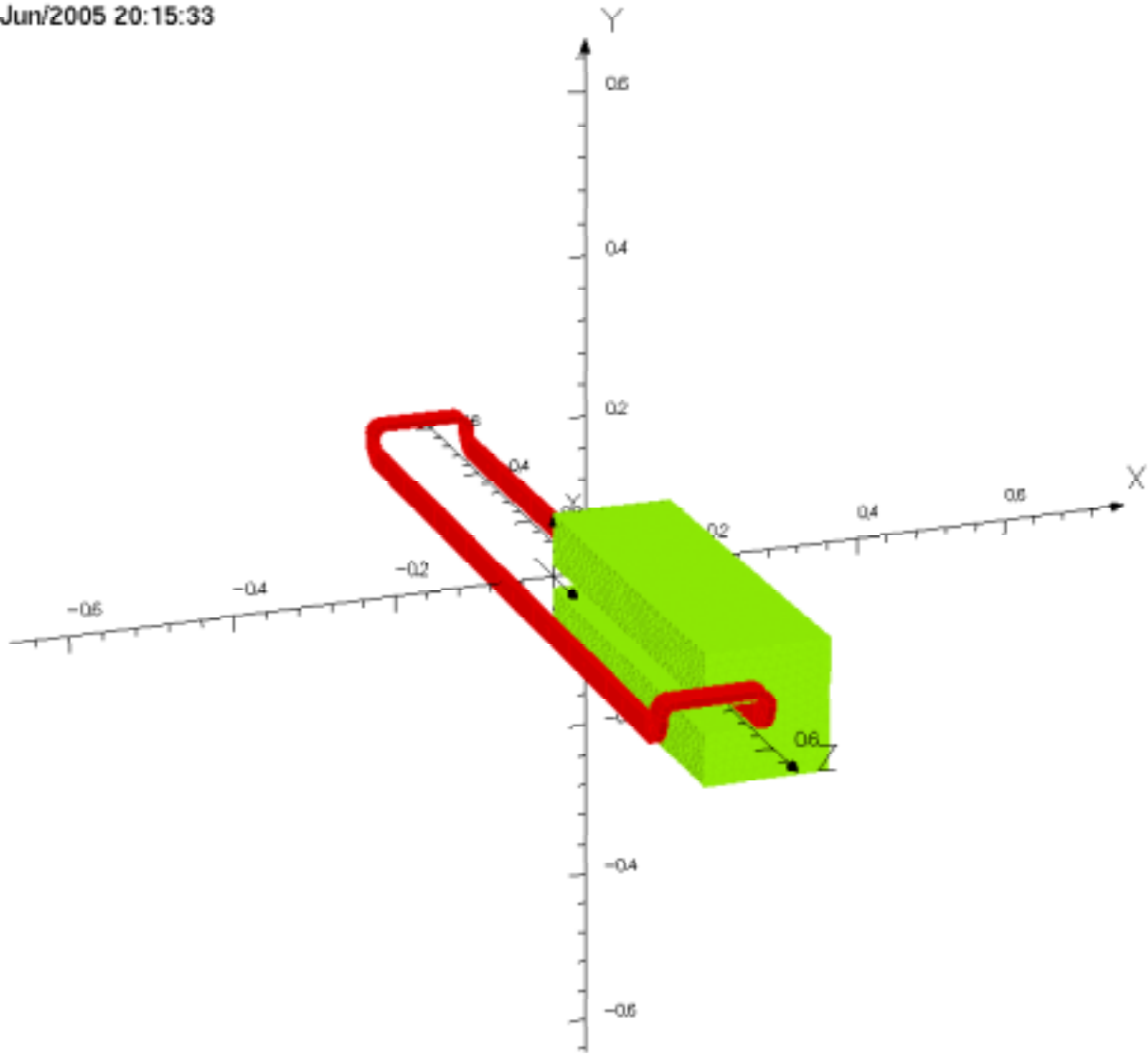
3次元磁場計算

- 端部の影響等を調べるために3次元磁場計算を行った

- Opera-3D を用いて計算
- モデル：1/4 形状のモデルを作成
- コイルの形状：Bedstead type

- BH 曲線
- Opera 3D Default の BH 曲線を使用 (BH 曲線を変更するためのパネルが立ち上がらなかったため)
  ⇒ BH 曲線を入れる方法は？
  ⇒ command によって入力可能なことがわかった！
  ⇒ 異方性なし, 35z135 90 度方向の BH 曲線でも計算
  ⇒ 異方性ありでも計算(y 方向:0 deg, x, z 方向: 90deg)

22/Jun/2005 20:15:33



VECTOR FIELDS

UNITS

Length	m
Magn Flux Density	T
Magn Field	A m^{-1}
Magn Scalar Pot	A
Magn Vector Pot	Wb m^{-1}
Elec Flux Density	C m^{-2}
Elec Field	V m^{-1}
Conductivity	S m^{-1}
Current Density	A m^{-2}
Power	W
Force	N
Energy	J

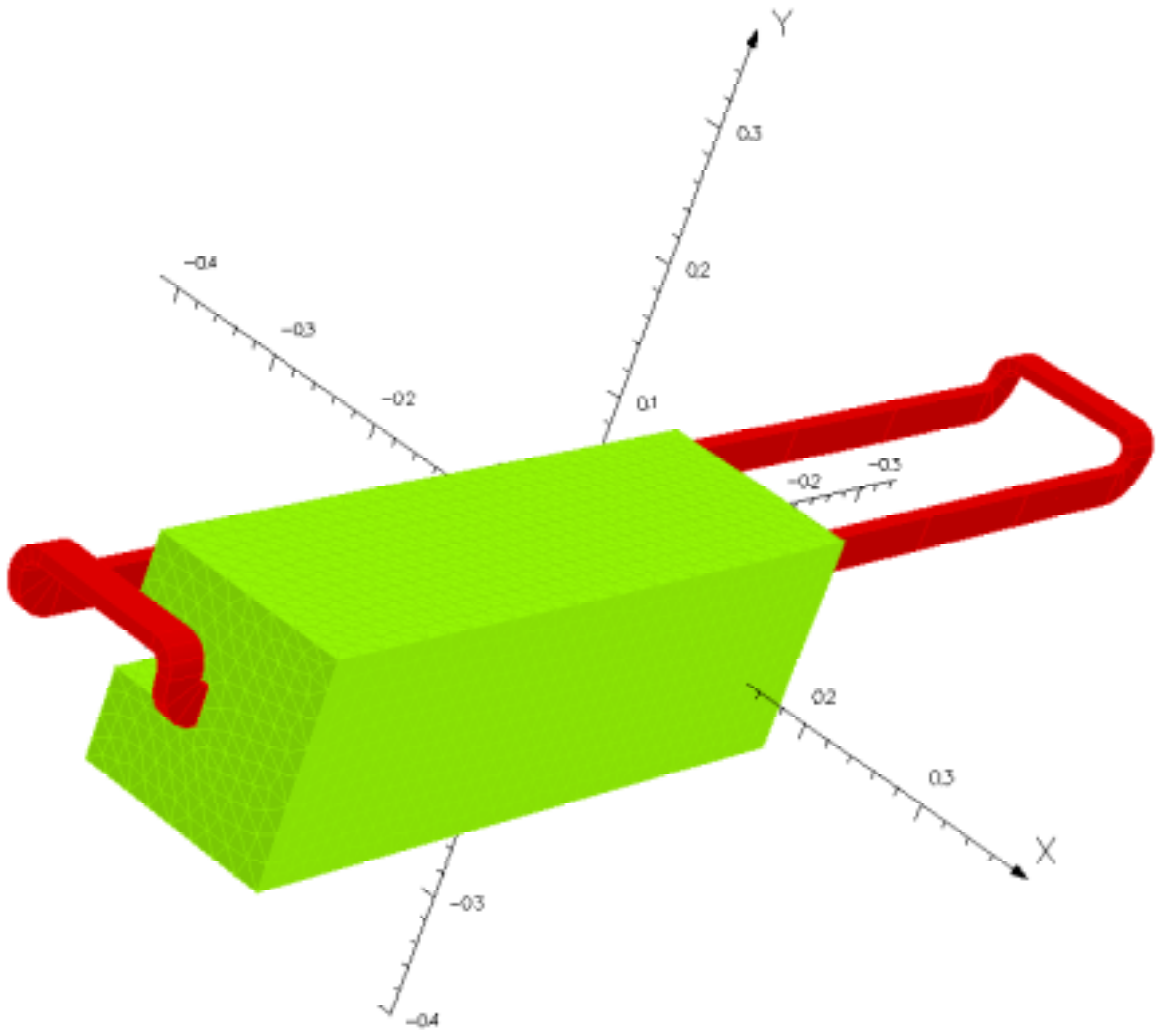
PROBLEM DATA

g30w1_db.op3
TOSCA Magnetostatic
Non-linear materials
Simulation No 1 of 1
200520 elements
75020 nodes
1 conductor
Nodally interpolated fields

Local Coordinates

Origin: 0.0, 0.0, 0.0
Local XYZ = Global XYZ

22/Jun/2005 20:16:40



UNITS

Length	m
Magn Flux Density	T
Magn Field	A m^{-1}
Magn Scalar Pot	A
Magn Vector Pot	Wb m^{-1}
Elec Flux Density	C m^{-2}
Elec Field	V m^{-1}
Conductivity	S m^{-1}
Current Density	A m^{-2}
Power	W
Force	N
Energy	J

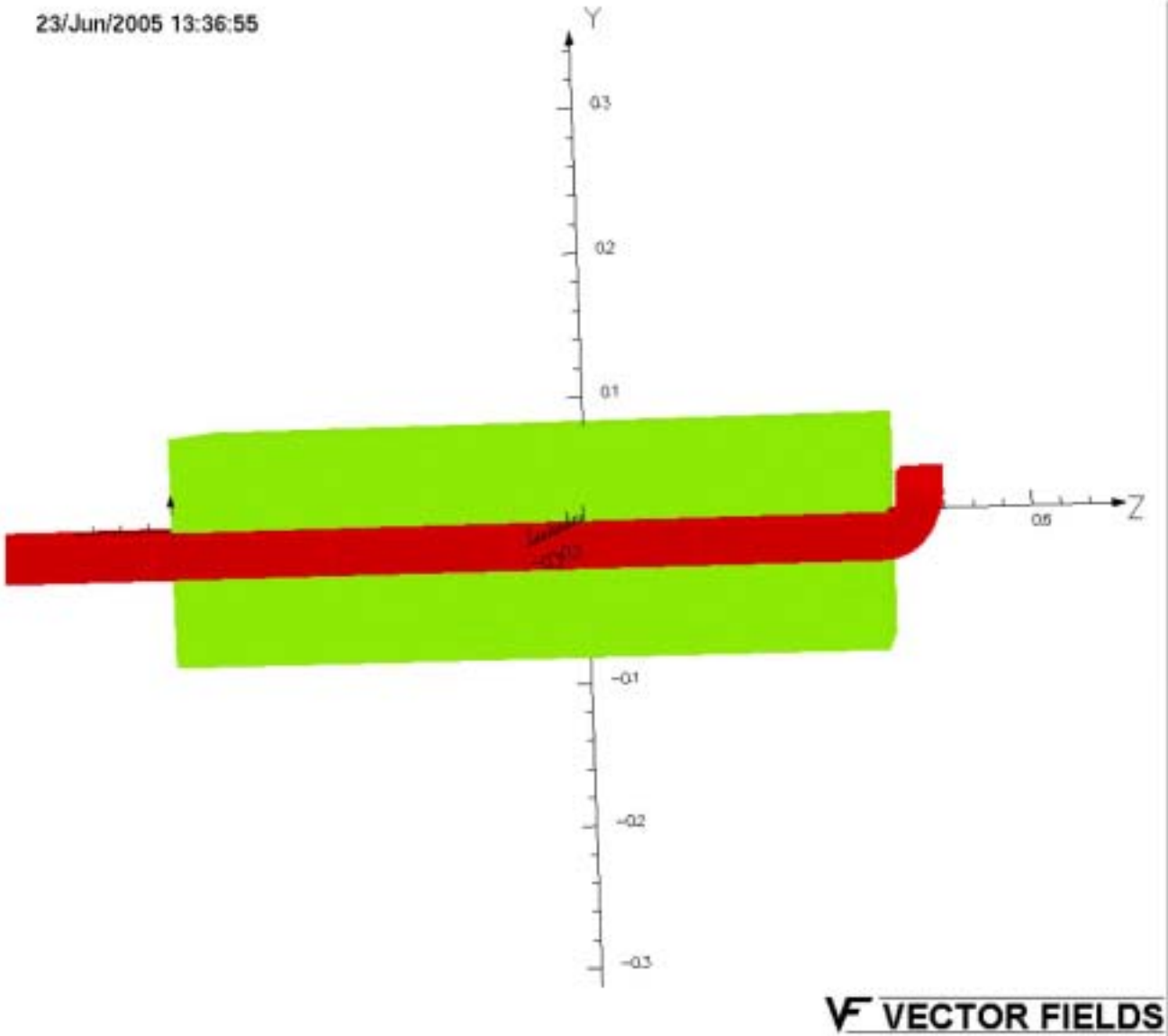
PROBLEM DATA

g30w1_db.op3
TOSCA Magnetostatic
Non-linear materials
Simulation No 1 of 1
200520 elements
75020 nodes
1 conductor
Nodally interpolated fields

Local Coordinates

Origin: 0.0, 0.0, 0.0
Local XYZ = Global XYZ

VECTOR FIELDS



UNITS

Length	m
Magn Flux Density	T
Magn Field	A m^{-1}
Magn Scalar Pot	A
Magn Vector Pot	Wb m^{-1}
Elec Flux Density	C m^{-2}
Elec Field	V m^{-1}
Conductivity	S m^{-1}
Current Density	A m^{-2}
Power	W
Force	N
Energy	J

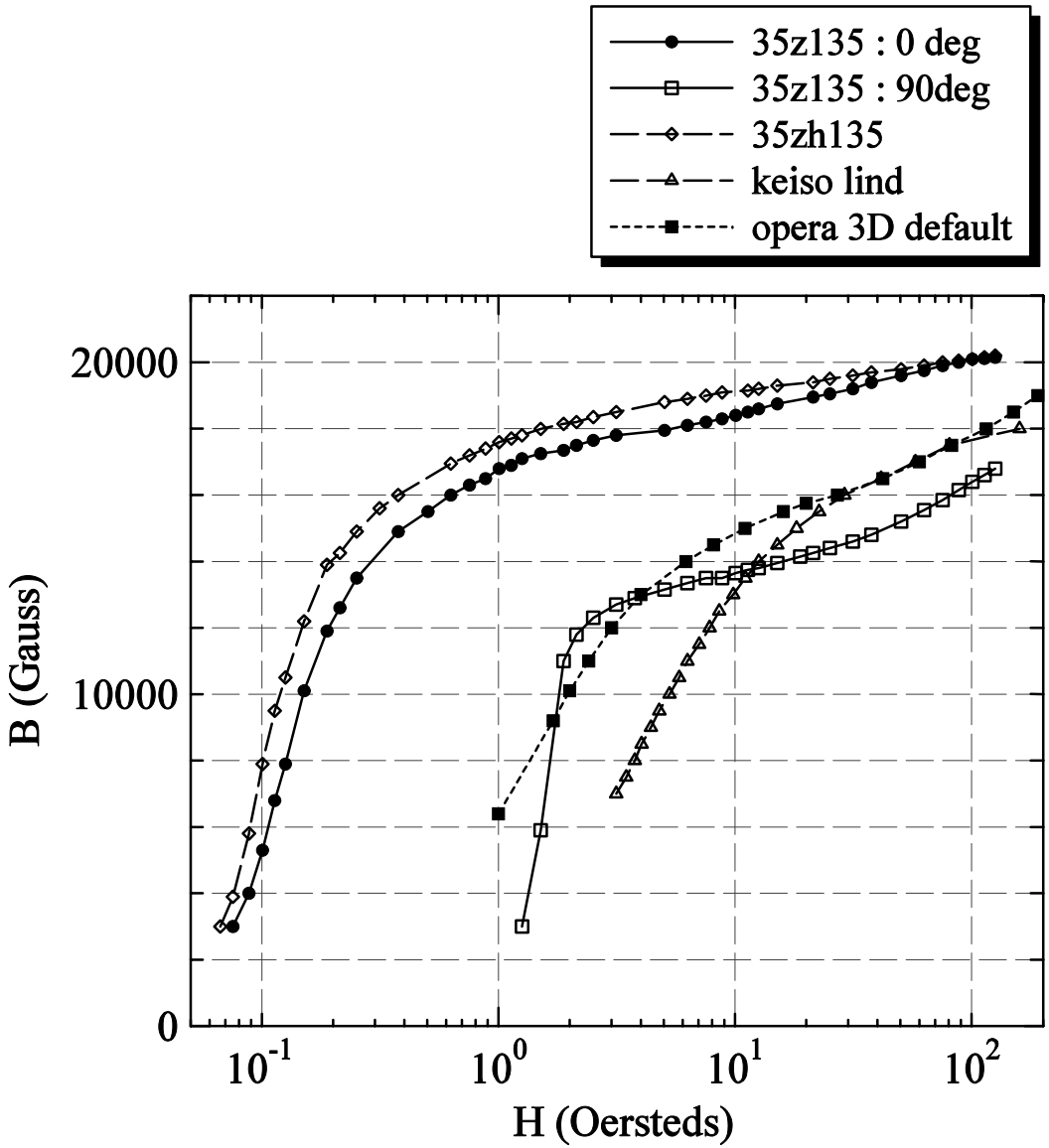
PROBLEM DATA

g30w1_db.op3
TOSCA Magnetostatic
Non-linear materials
Simulation No 1 of 1
200520 elements
75020 nodes
1 conductor
Nodally interpolated fields

Local Coordinates

Origin: 0.0, 0.0, 0.0
Local XYZ = Global XYZ

BH 曲線


35z135 : 0 deg
35z135 : 90deg
35zh135
keiso lind
opera 3D default
20000
10000
0
B (Gauss)
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
H (Oersteds)

計算結果 (BH 曲線 : Opera3d default)

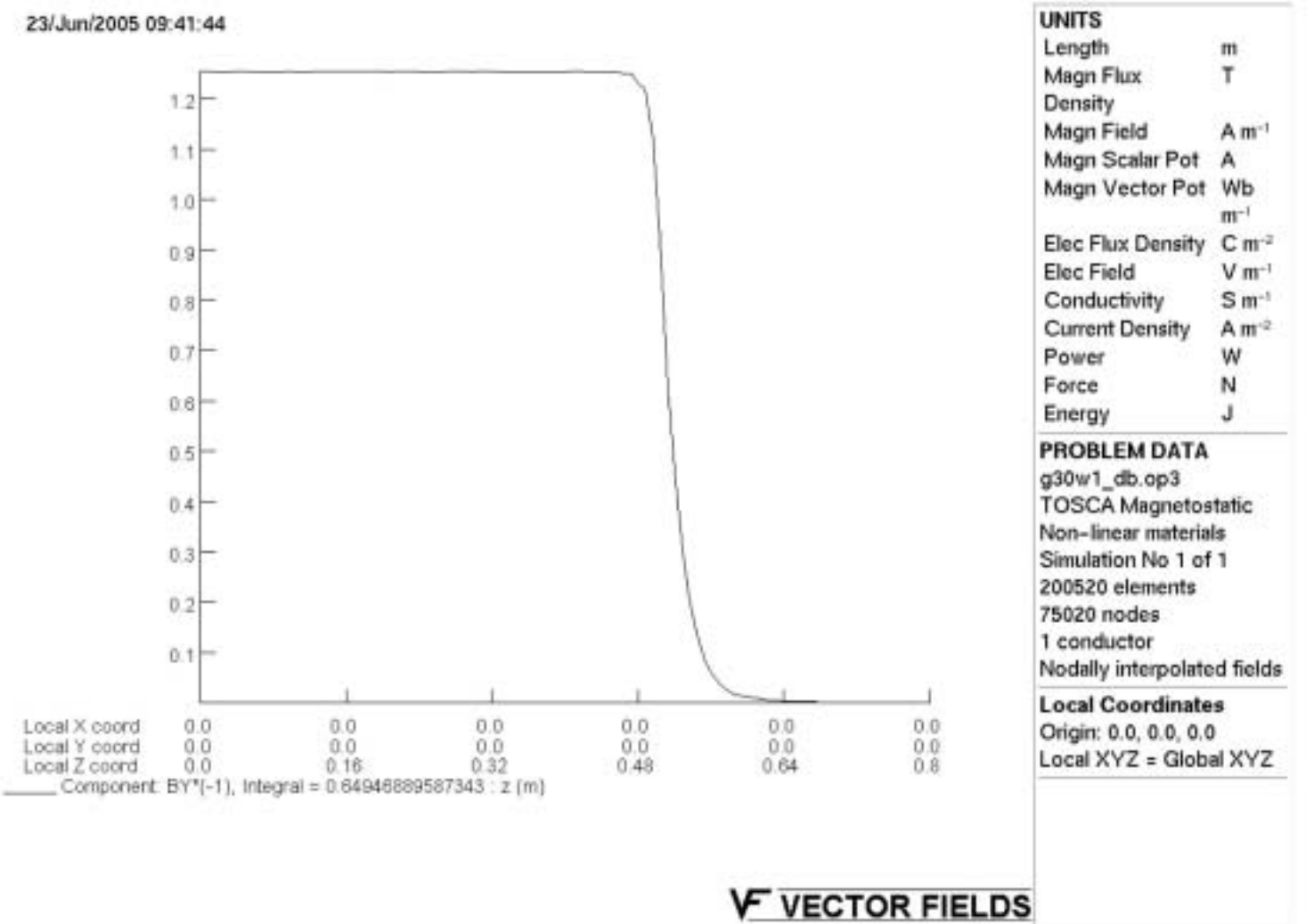
- **励磁電流**：30000 A
- **コイルの電流密度**：1.071 × 10^8 (A/m^2)

- BH **曲線**：**全方向** Opera3d default

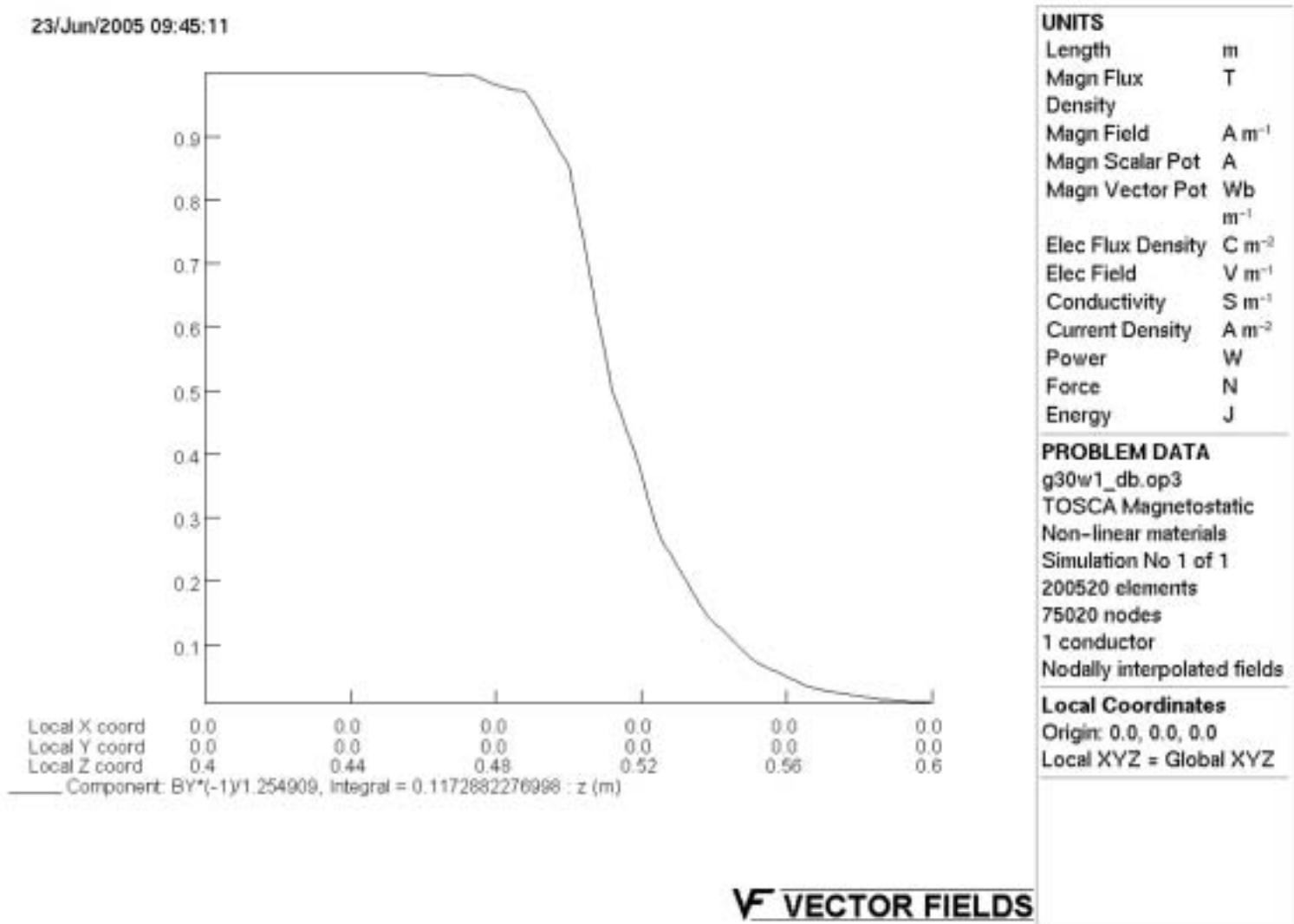
- x = y = z = 0 mm（**電磁石中心**）**での磁場**
  B_y = 1.2549 (T)

- z **軸方向の積分磁場**
  $B_y L_{eff}$ = 1.2989 (T m)

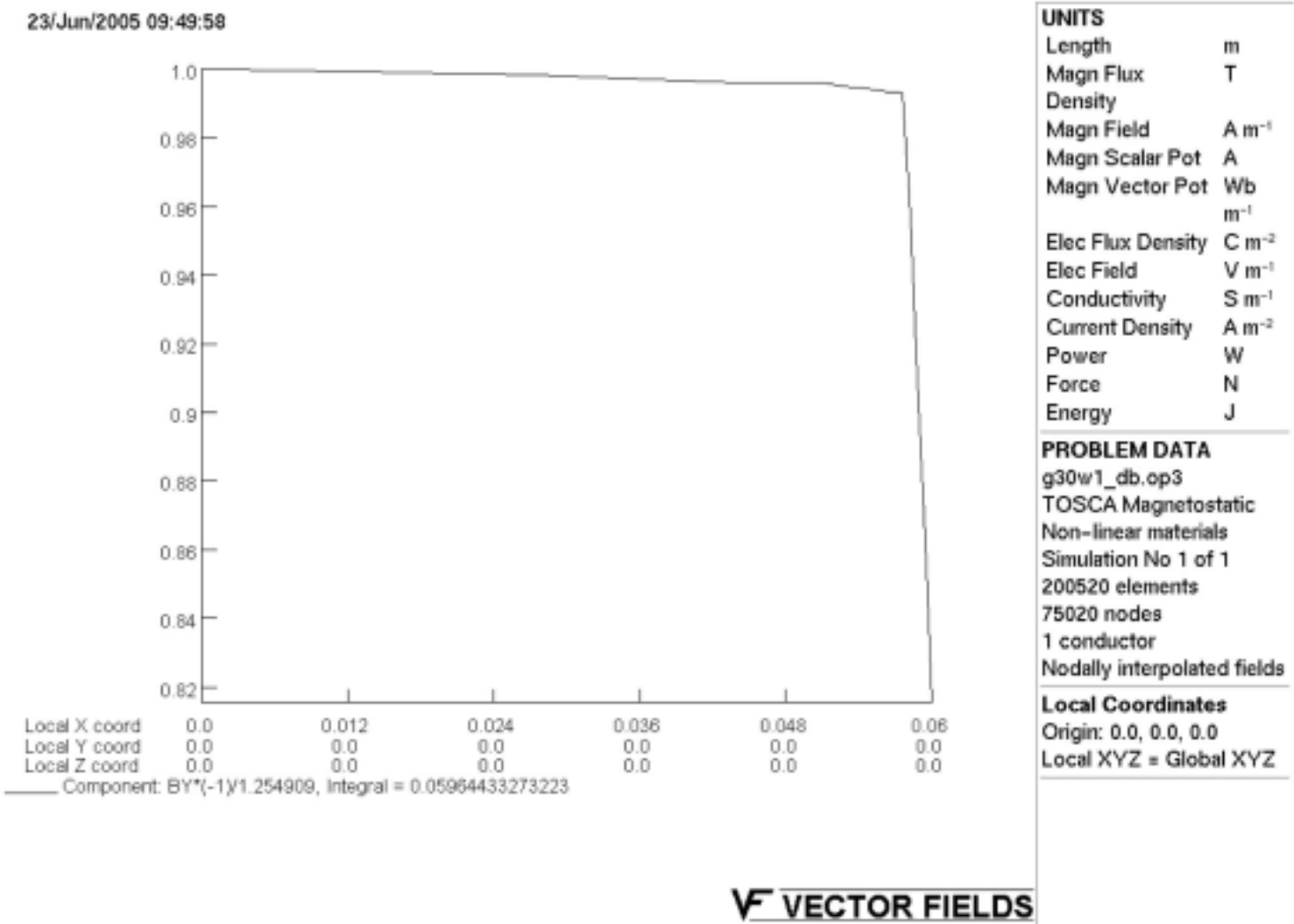
B_y (**ビーム進行方向**: 0 ～ 0.8 m)



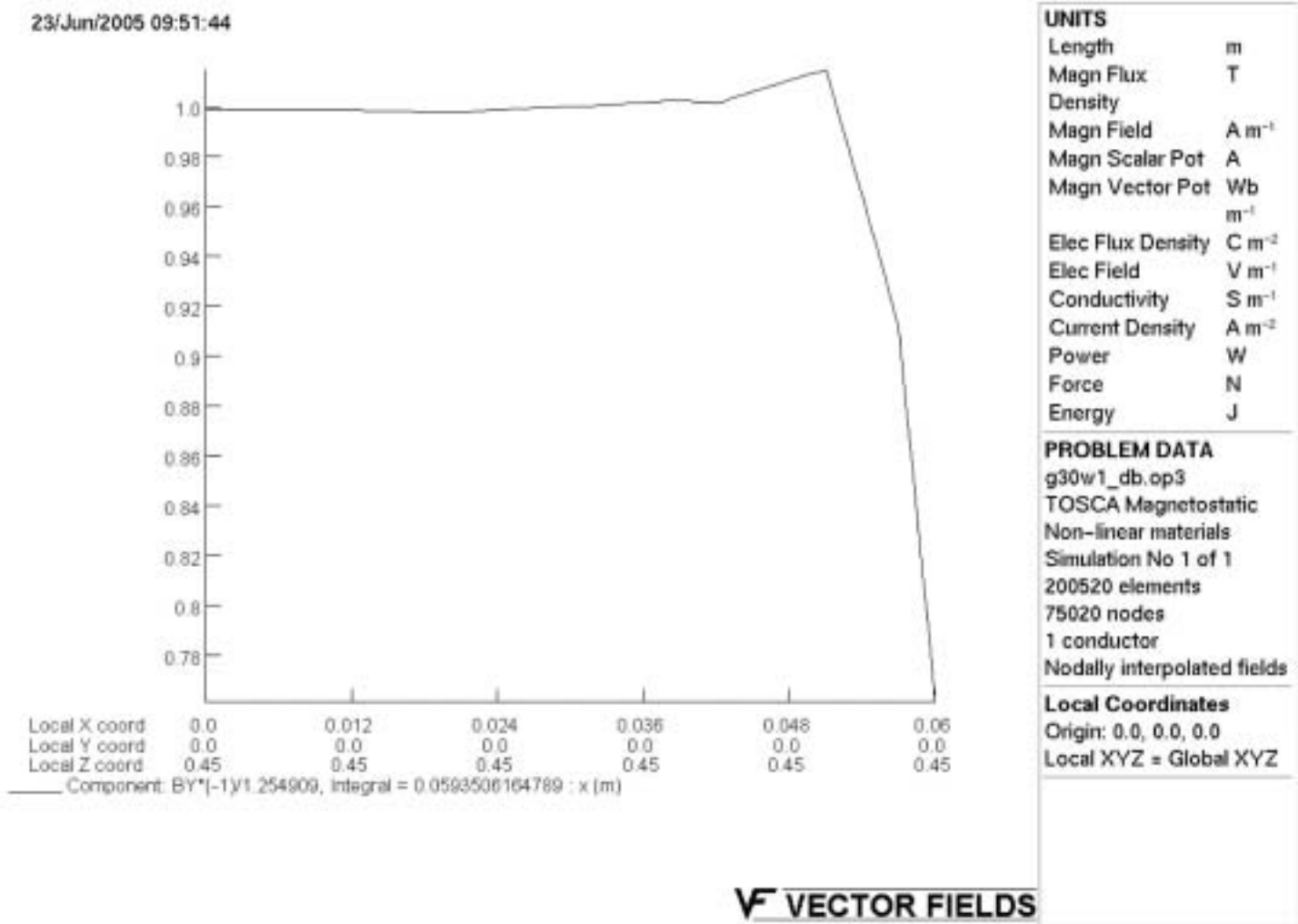
B_y/B_{y0} (**ビーム進行方向**: 0.4 ～ 0.6 m)



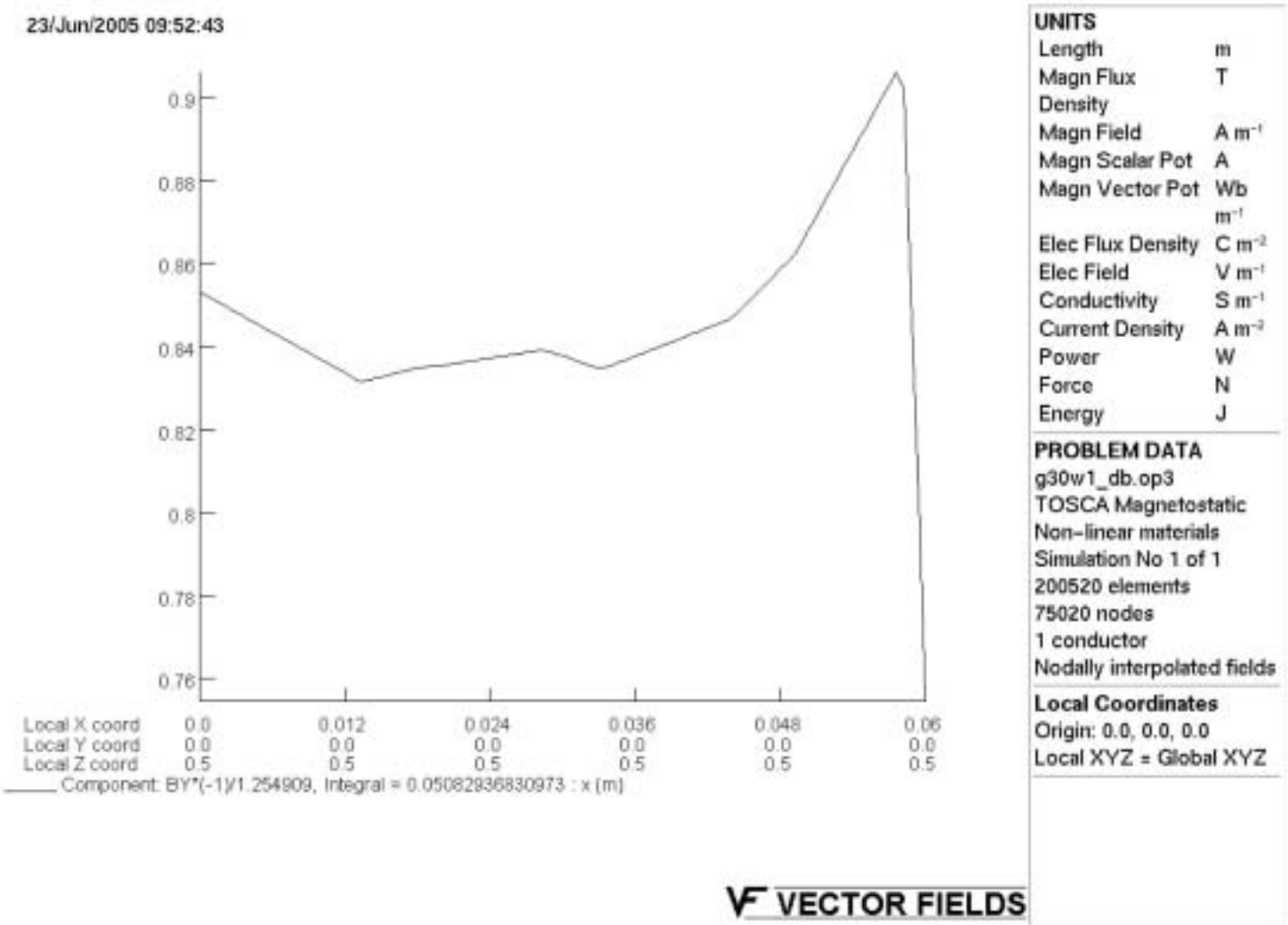
B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.0 m)



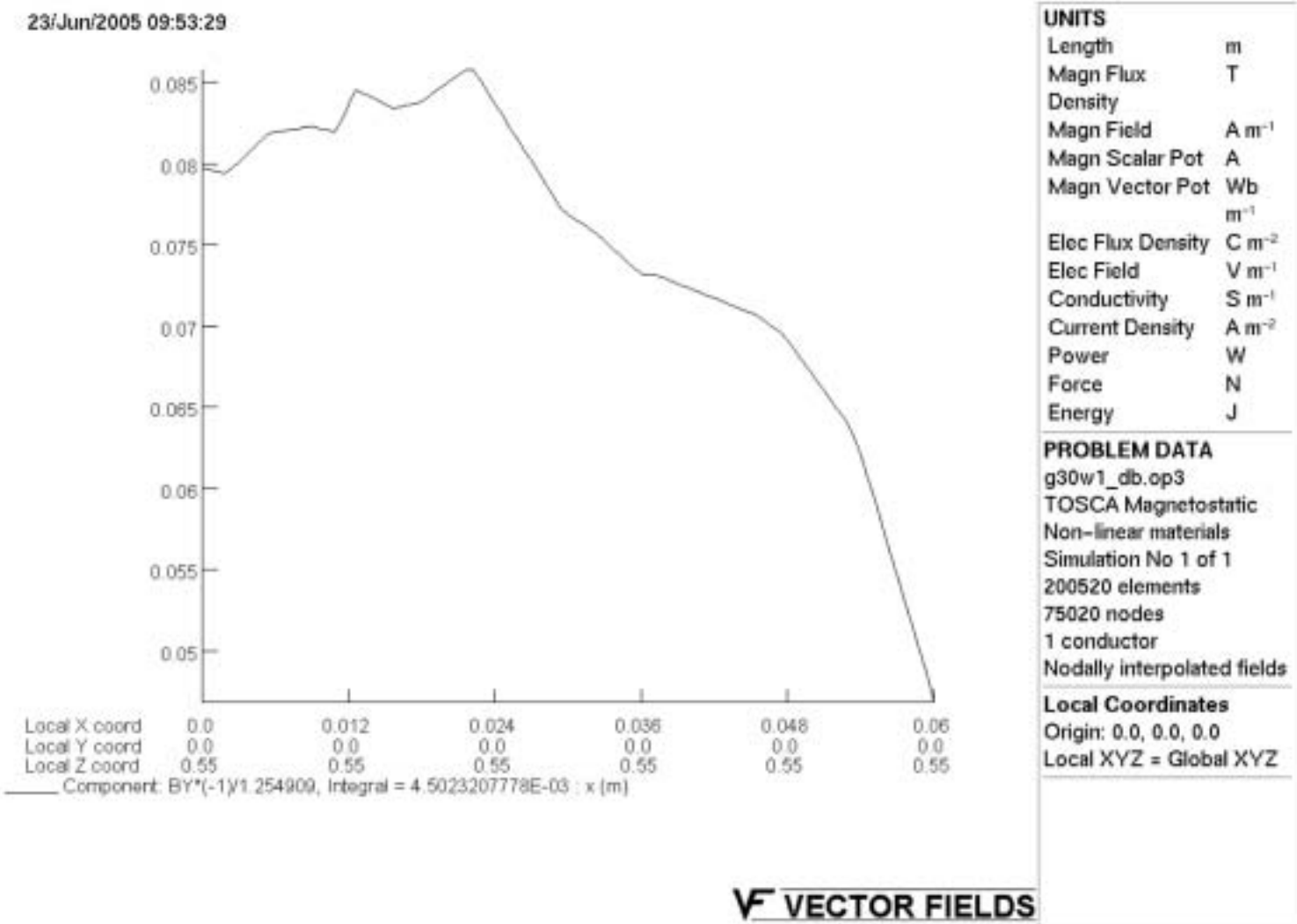
B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.45 m)



B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.50 m)



B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.55 m)



計算結果 (BH 曲線 : 35z135-90deg)

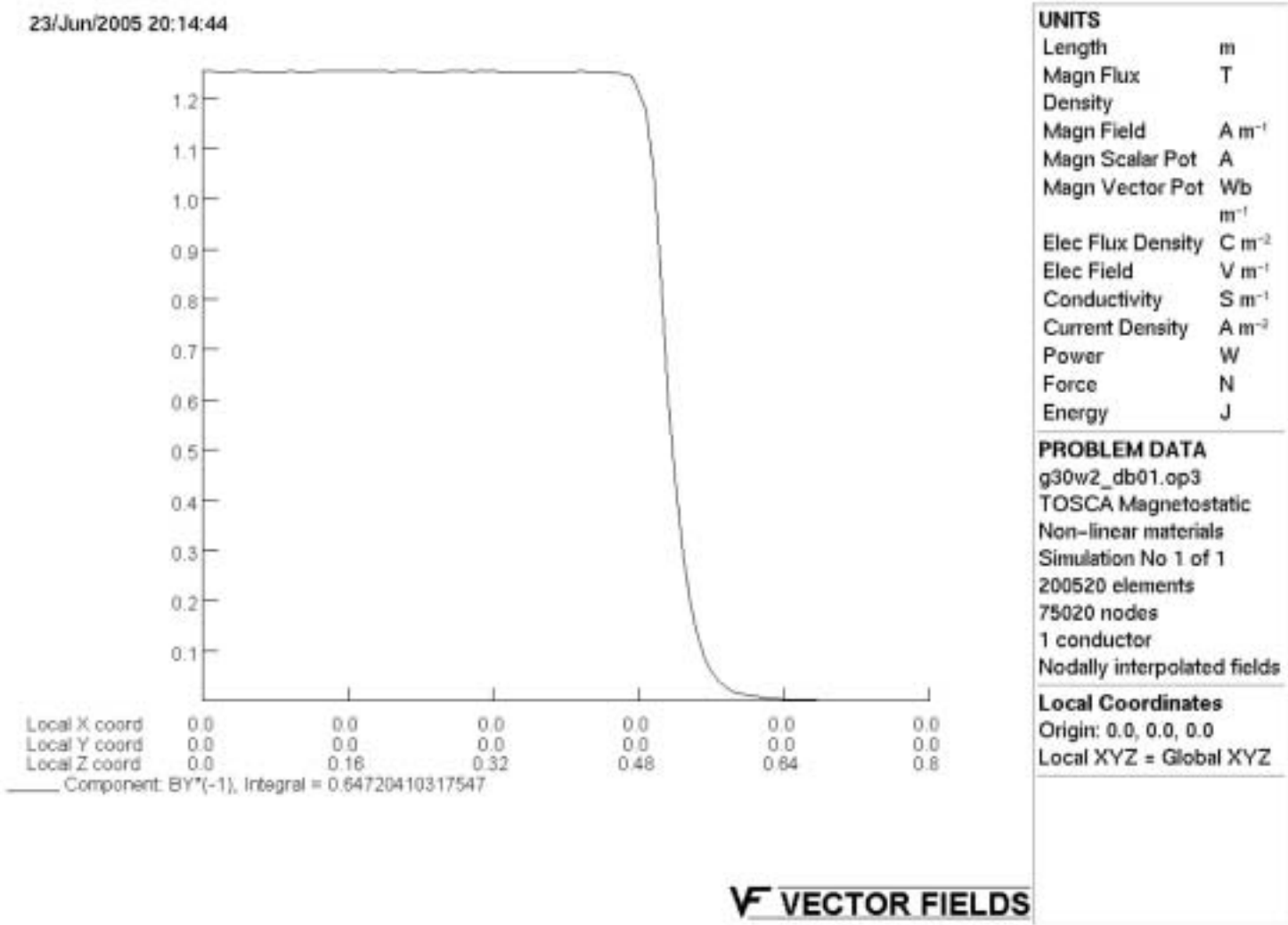
- **励磁電流**：30000 A
- **コイルの電流密度**：1.071 × 10^8 (A/m^2)

- BH **曲線**：**全方向** 35z135-90 deg （**飽和の早い方向**）

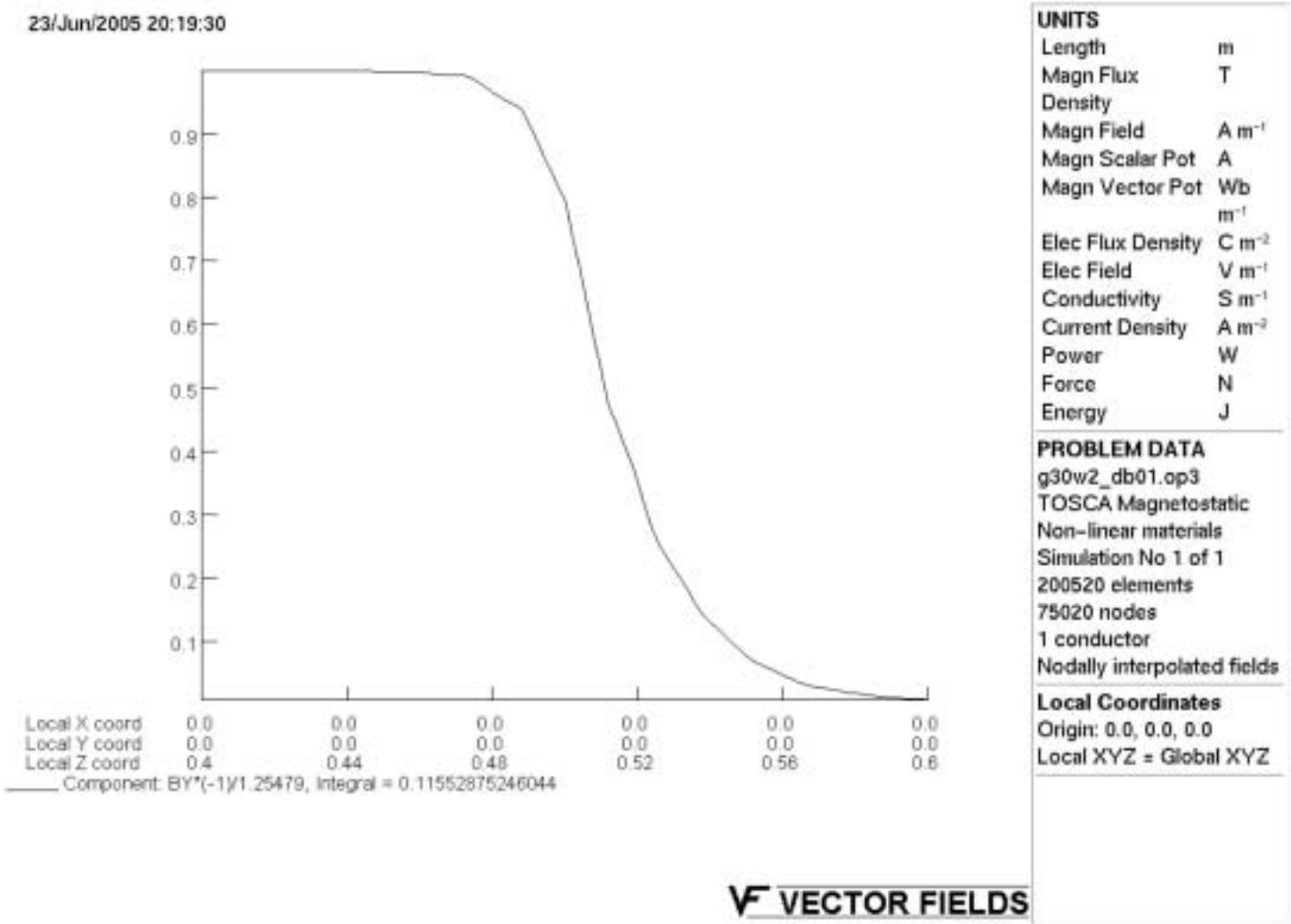
- x = y = z = 0 mm（**電磁石中心**）**での磁場**
  B_y = 1.2547 (T)

- z **軸方向の積分磁場**
  $B_y L_{eff}$ = 1.2948 (T m)

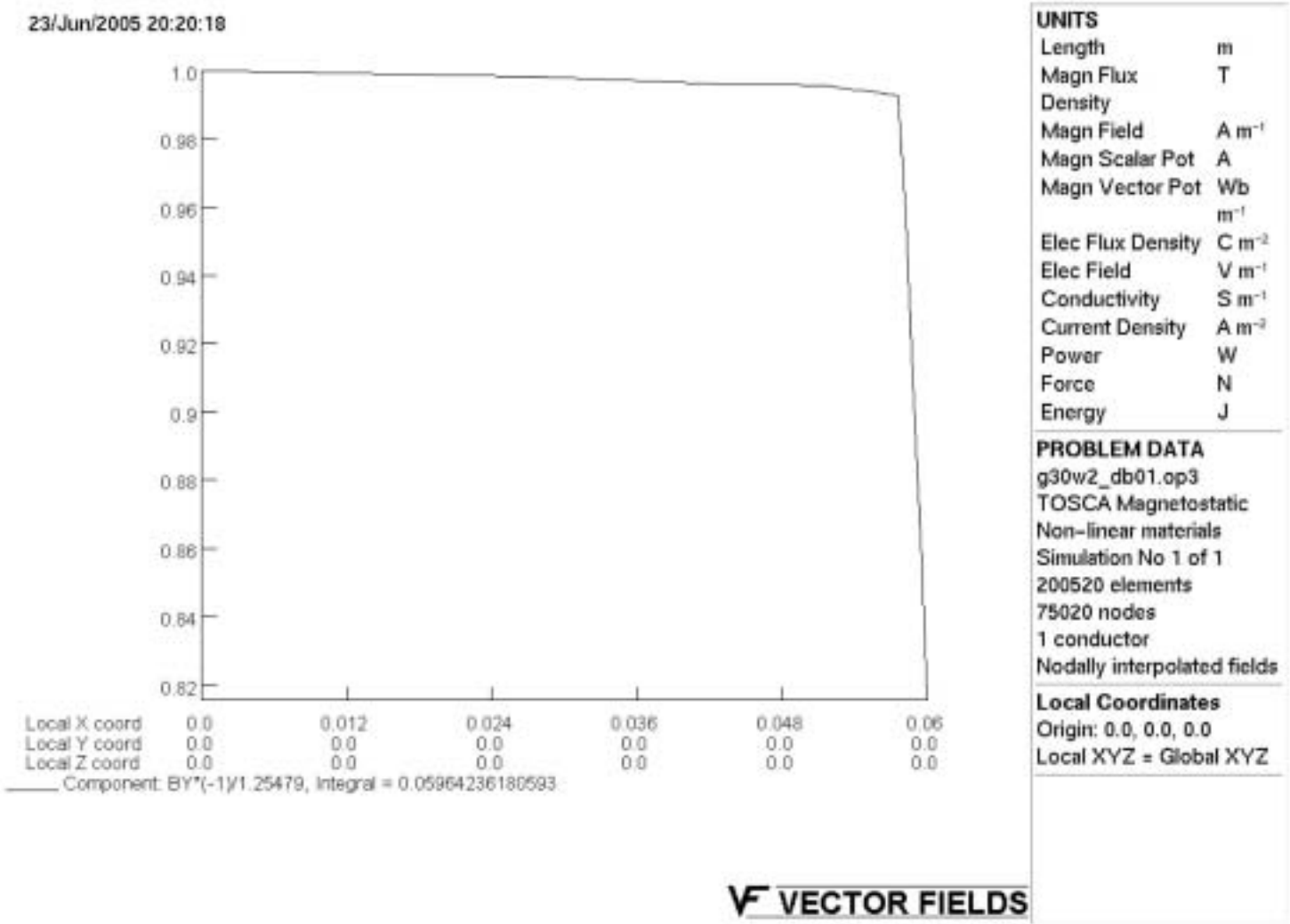
B_y (ビーム進行方向: 0 ～ 0.8 m)



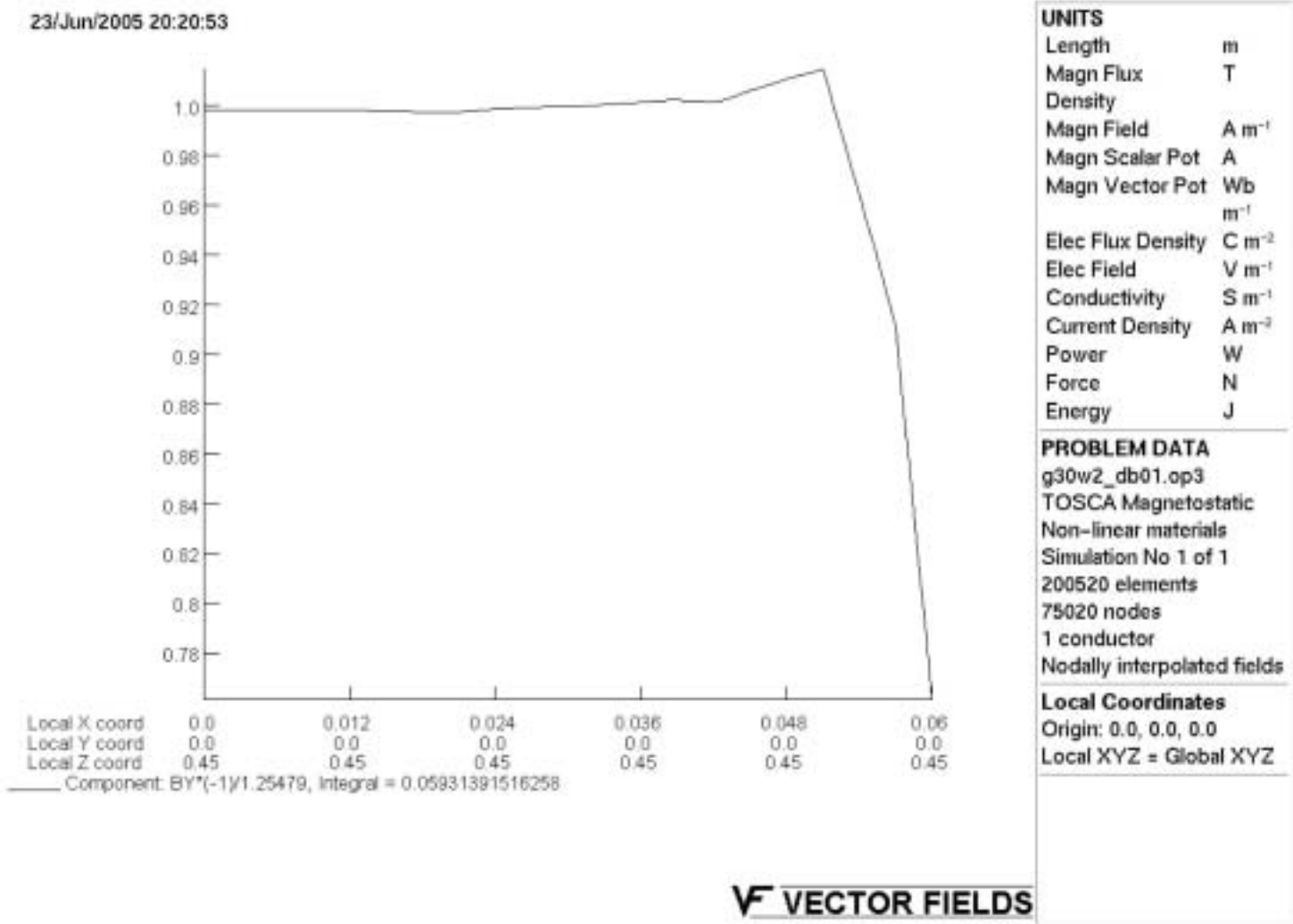
B_y/B_{y0} (**ビーム進行方向**: 0.4 ～ 0.6 m)



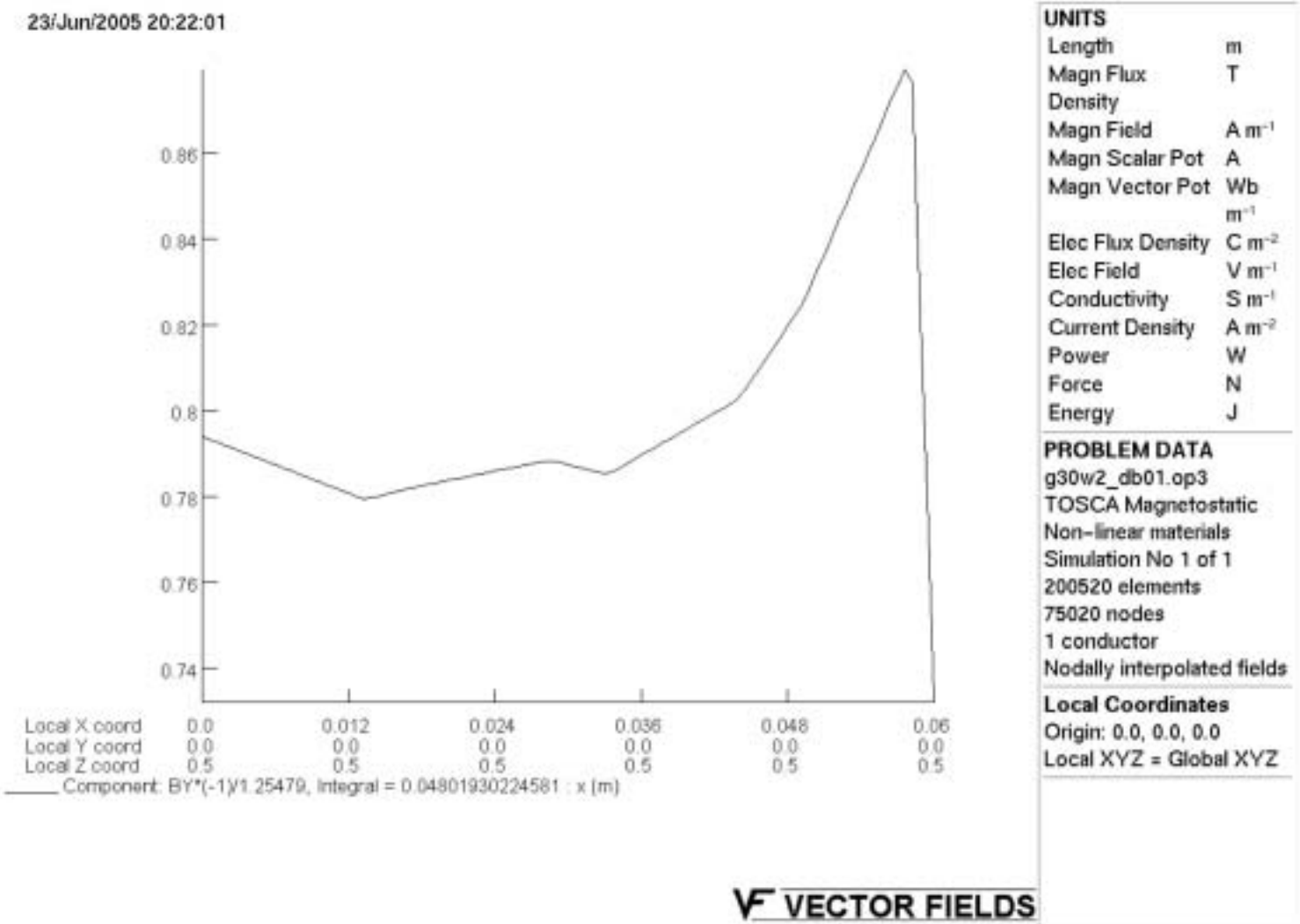
B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.0 m)



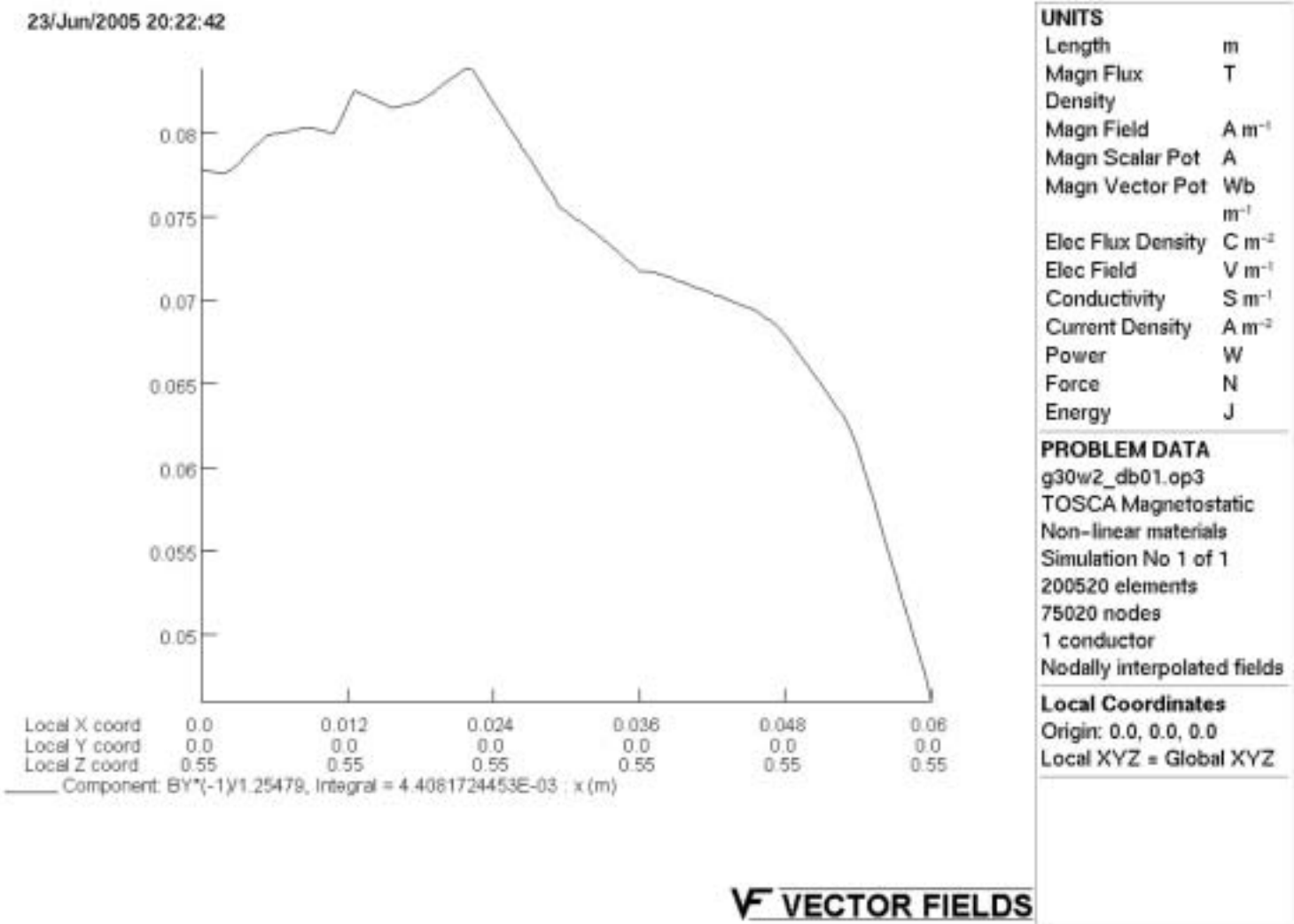
B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.45 m)



B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.50 m)



B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.55 m)



計算結果 (BH 曲線：異方性あり)

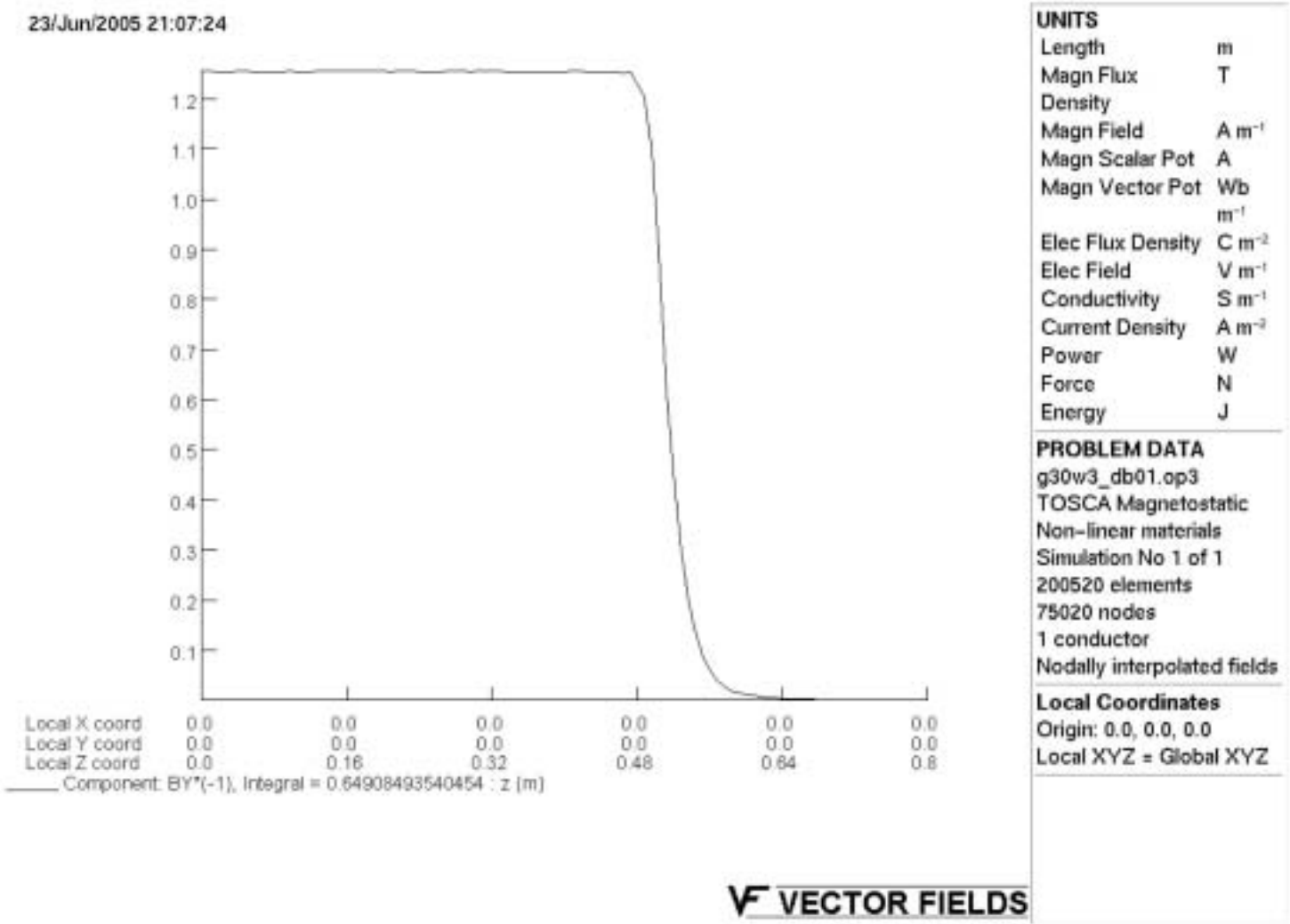
- **励磁電流**：30000 A
- **コイルの電流密度**：1.071 × 10^8 (A/m^2)

- BH **曲線**：
  - y **方向**: 35z135-00 deg　　(**磁場の飽和が遅い**)
  - x, z **方向**: 35z135-90 deg　(**磁場の飽和が早い**)

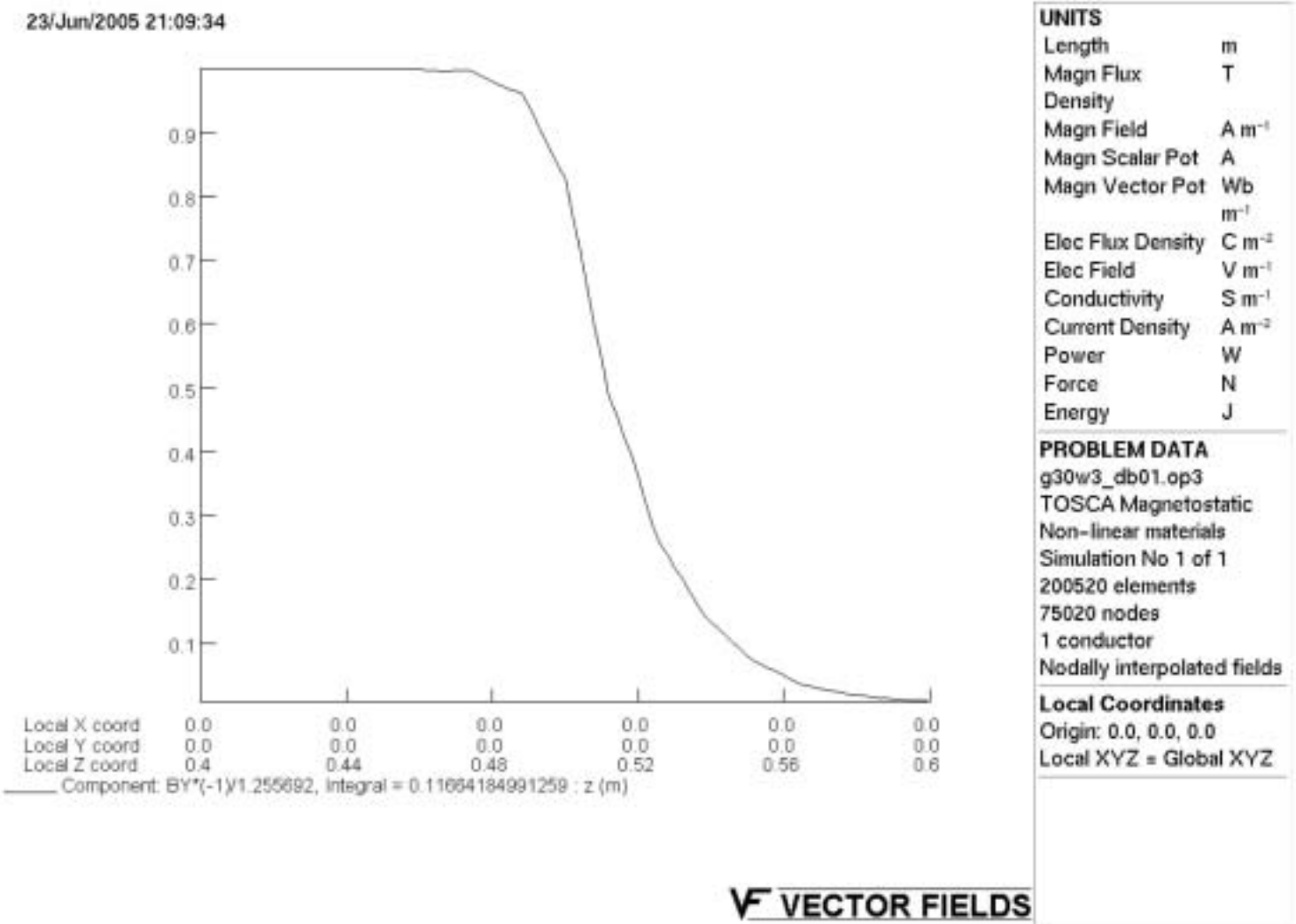
- x = y = z = 0 mm (**電磁石中心**) **での磁場**
  B_y = 1.2557 (T)

- z **軸方向の積分磁場**
  $B_y L_{eff}$ = 1.2982 (T m)

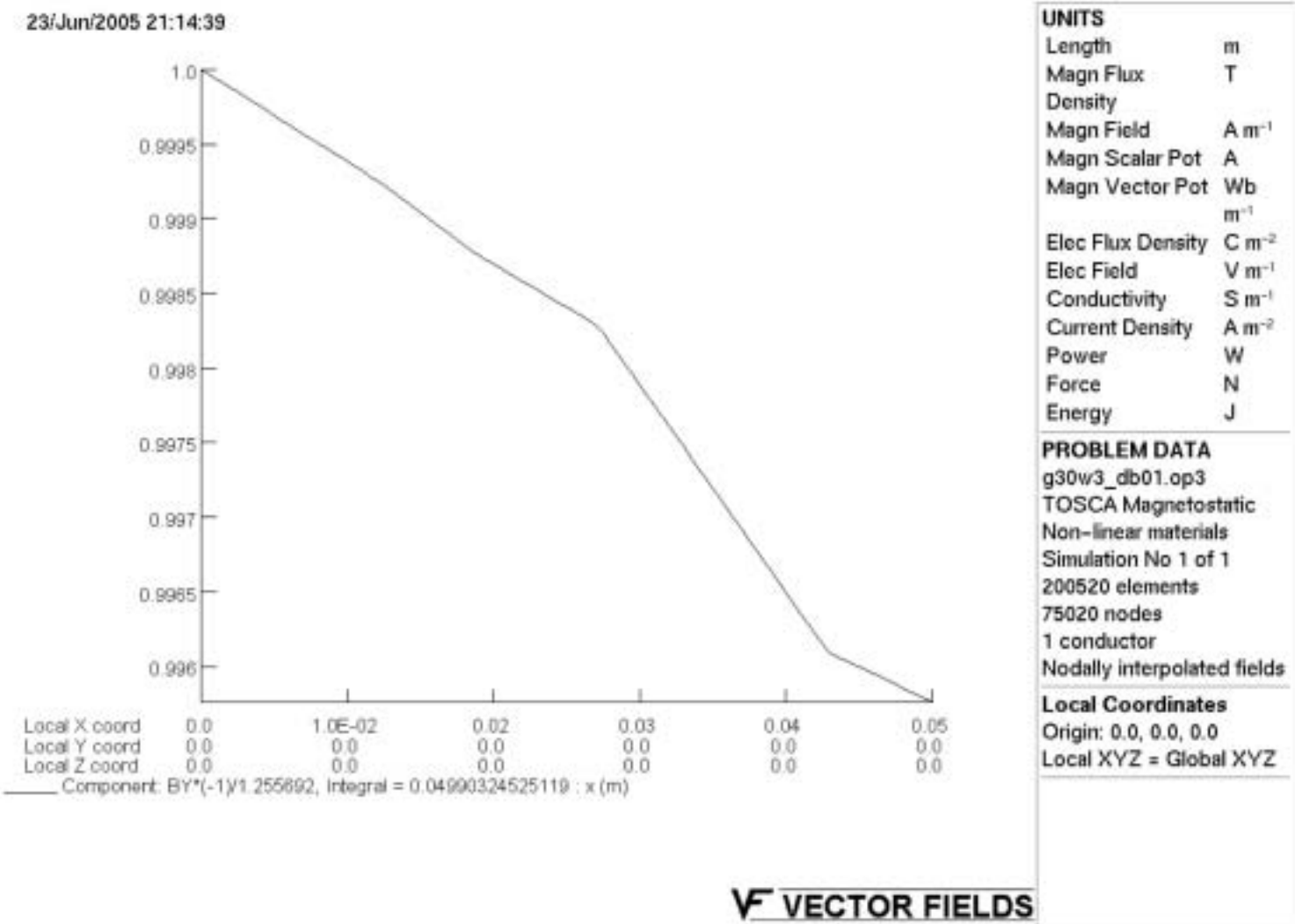
B_y (**ビーム進行方向**: 0 ～ 0.8 m)



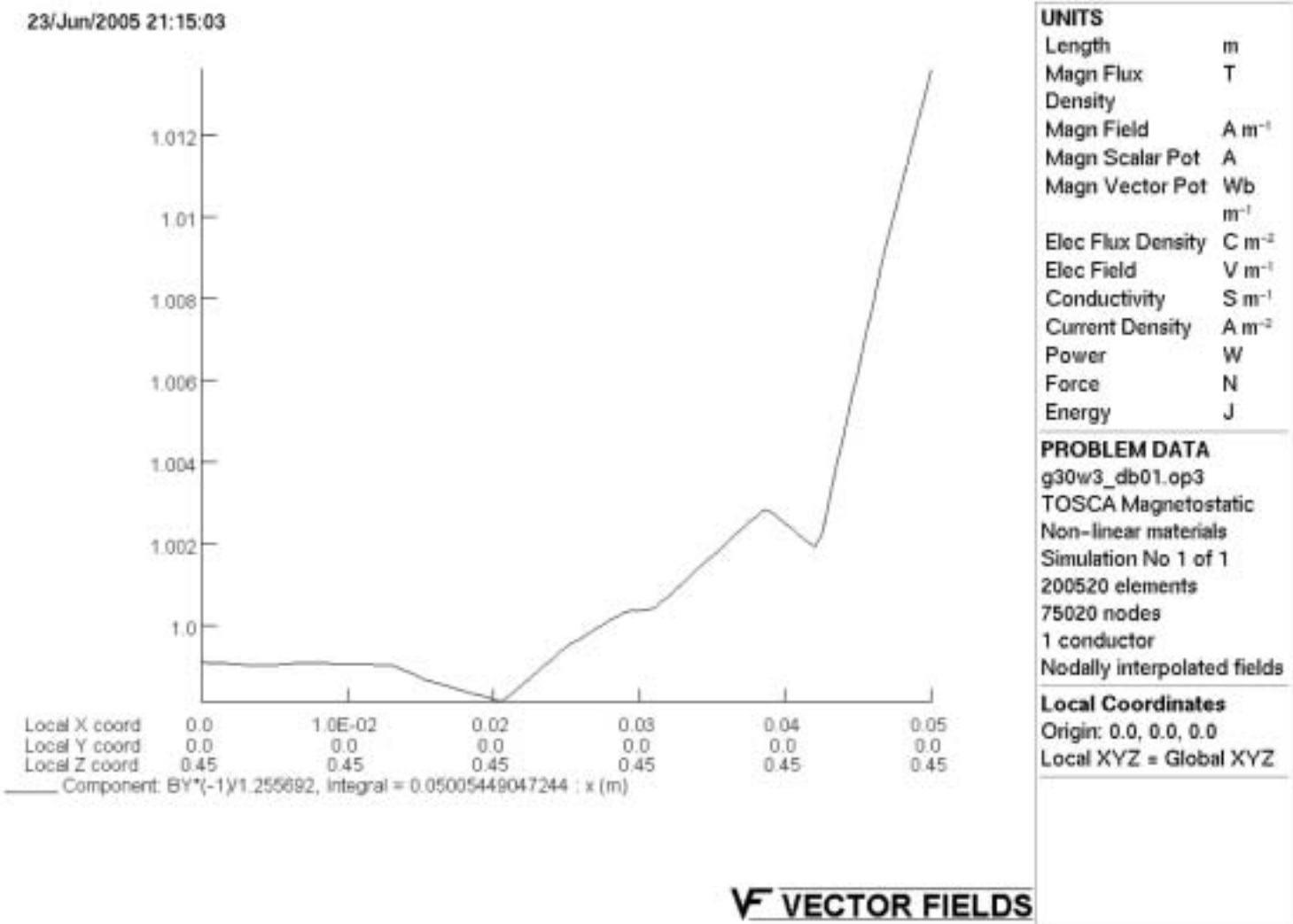
B_y/B_{y0} (**ビーム進行方向**: 0.4 ～ 0.6 m)



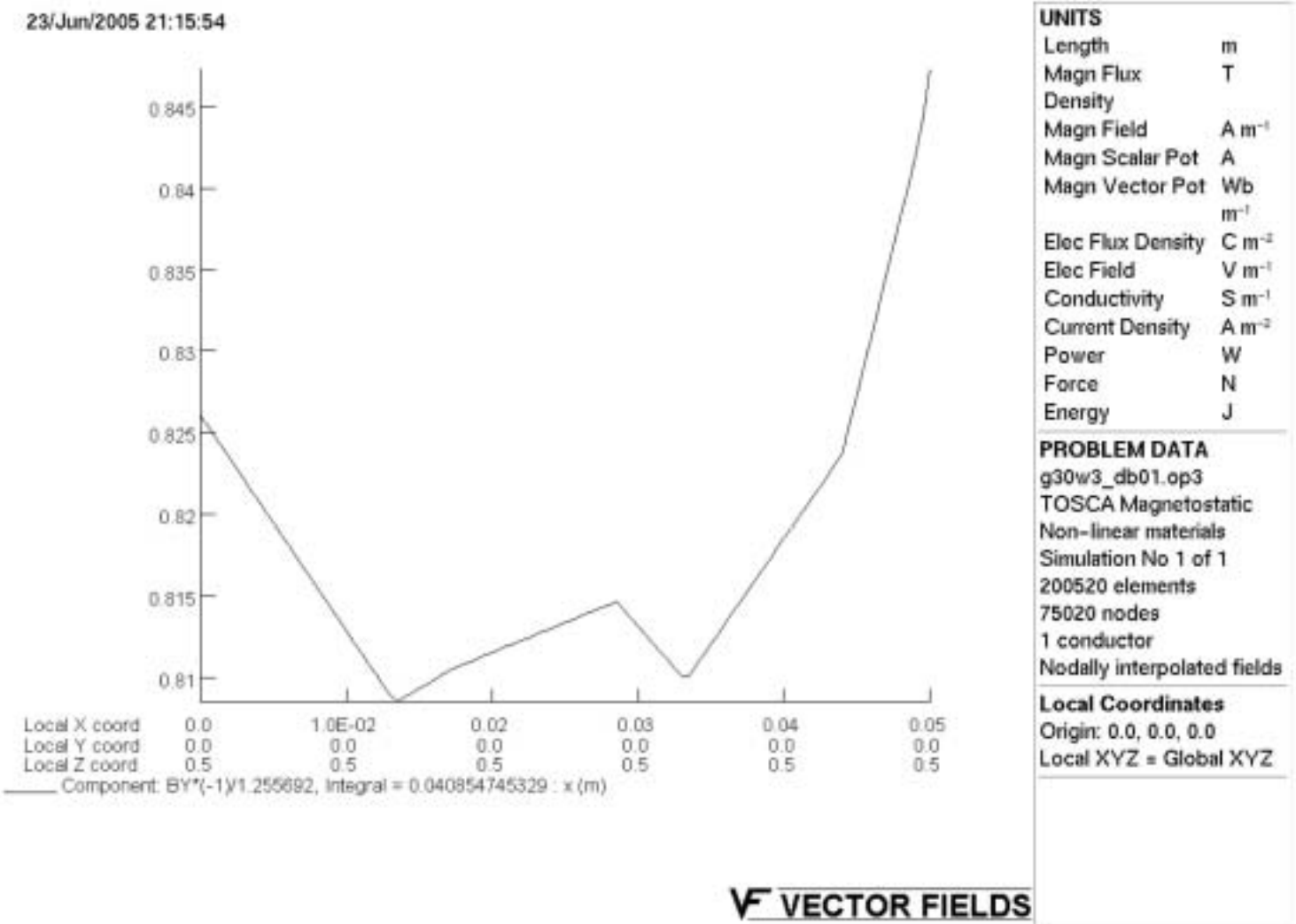
B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.0 m)



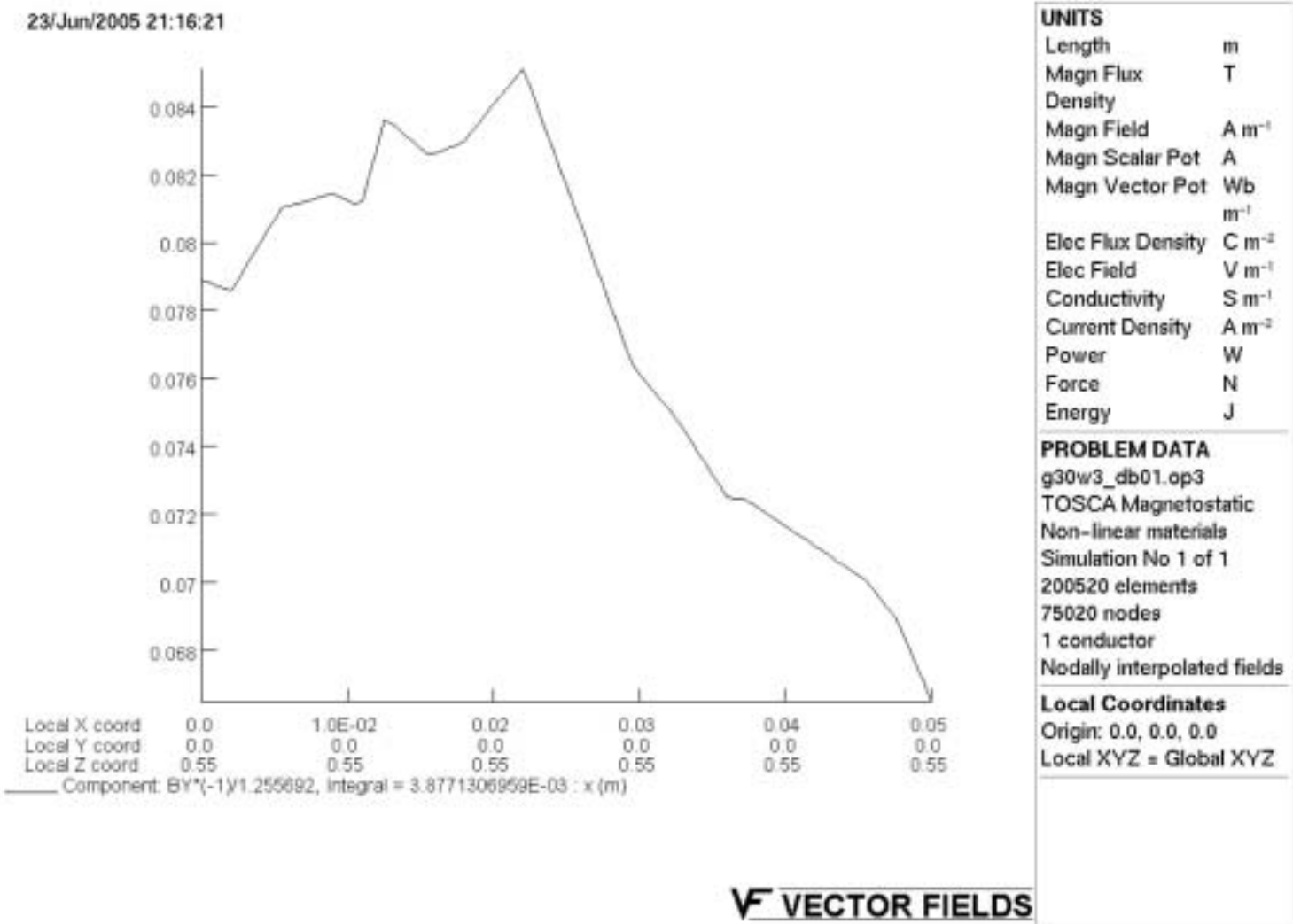
B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.45 m)



B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.50 m)



B_y/B_{y0} (**水平方向**: 0 ～ 6.0 cm, z = 0.55 m)



まとめ (1)

- Window frame type, Gap 30 mm のモデルに対して、3次元磁場計算を行った
- Opera-3D を用いて計算

- 使用した BH 曲線 : Opera-3D default
- BH 曲線を切り替えるウィンドウを立ち上げるとmodellerが落ちてしまい、変更できなかった。何故か？
  ⇒ command から変更できることがわかった

まとめ (2)

- **計算結果** (BH **曲線**, Opera3d default)
  - **中心磁場**：B_y = 1.2549 (T)
  - **積分磁場**：$B_y L_{eff}$ = 1.2989 (T m)

- **計算結果** (BH **曲線**, 35z135-90 deg)
  - **中心磁場**：B_y = 1.2547 (T)
  - **積分磁場**：$B_y L_{eff}$ = 1.2948 (T m)

- **計算結果** (BH **曲線**, x, z **方向**: 90 deg, y **方向**: 0 deg)
  - **中心磁場**：B_y = 1.2557 (T)
  - **積分磁場**：$B_y L_{eff}$ = 1.2982 (T m)