

分子の構造活性相関解析のための
ニューラルネットワークシミュレータ：
**Neco(NEural network simulator for structure-activity
COrrrelation of molecules)の開発(6)**
機械構造用Cr-Mo鋼、Ni鋼、Ni-Cr鋼および
Ni-Cr-Mo鋼の力学的性質の推定

福田 朋子^{a,b}, 田島 澄恵^c, 松本 高利^d, 長嶋 雲兵^{e*}, 細矢 治夫^c, 青山 智夫^f

^a 日本女子大学家政学部生活芸術学科, 〒 112-8681 文京区目白台 2-8-1

^b (株)ベストシステムズ, 〒 305-0035 つくば市松代 4 丁目 15-2-1-204

^c お茶の水女子大学人間文化研究科, 〒 112-8610 文京区大塚 2-1-1

^d 物質工学工業技術研究所, 〒 305-8565 つくば市東 1-1

^e 産業技術融合領域研究所, 〒 305-8562 つくば市東 1-1-4

^f 宮崎大学工学部, 〒 889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1

*e-mail: u.nagashima@aist.go.jp

(Received: September 22, 2000; Accepted for publication: January 10, 2001; Published on Web: August 20, 2001)

機械構造用材料の力学的性質の測定精度および効率を向上させるために、3層パーセプトロン型のニューラルネットを用いて、機械構造用Cr-Mo鋼、Ni鋼、Ni-Cr鋼およびNi-Cr-Mo鋼の降伏点、引っ張り強さ、伸び、絞り、衝撃値、硬さについての推定を行った。機械構造用Cr-Mo鋼、Ni鋼、Ni-Cr鋼およびNi-Cr-Mo鋼の力学的性質は、伸びの推定を除けば、その化学的成分のみを入力することで、ほぼ実験精度内での推定が可能であることがわかった。

キーワード: Yield Point, Tensile Strength, Elongation Percentage, Diaphragm, Impulsive Force, Hardness, Cr-Mo Steel, Ni Steel, Ni-Cr Steel, Ni-Cr-Mo Steel, Property Estimation, Neural Network

1 はじめに

機械構造用鋼材として様々な金属原子を混合した高機能性材料が開発され、また広く使われてきており、従来の鋼材にはない新しい性質を利用した新たな工作機械が開発されており、鋼

材の力学的性質の精密測定技術の開発が進んでいる。機械構造材としての鉄鋼素材の力学的性質は、JIS等 [1] で細かく規定されているものの、実際の製品の性質の測定は様々な要因によりばらつきが大きく、また計測に大きなコストを必要とする。特に機械構造材としての鉄鋼素材の重要な性質である、降伏点、引っ張り強さ、伸び、絞り、衝撃値については、Table 1 に示すように JIS でも下限が定められているだけである。それらの性質の実際の測定に関しては、測定環境要因を含めた様々な要因により 20% 程度の誤差を含むことがよく知られている。

Table 1. JIS table of Mechanical properties Cr-Mo Steel, Ni Steel, Ni-Cr Steel, Ni-Cr-Mo Steel. [1]

| JIS 記号 | 降伏点 (kgf/mm ²) | 引張強度 (kgf/mm ²) | 伸び (%) | 絞り (%) | 衝撃値 (kgf·mm/cm ³) | 硬さ (Hb) |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|--------|--------|----------------------------------|---------|
| SCM432 | >75 | >90 | >16 | >50 | >9 | 255~321 |
| SCM430 | >70 | >85 | >18 | >55 | >11 | 241~293 |
| SCM435 | >80 | >95 | >15 | >50 | >8 | 269~321 |
| SCM440 | >85 | >100 | >12 | >45 | >6 | 285~341 |
| SCM445 | >90 | >105 | >12 | >40 | >4 | 302~363 |
| SNC236 | >60 | >75 | >22 | >50 | >12 | 212~255 |
| SNC631 | >70 | >85 | >18 | >50 | >12 | 248~302 |
| SNC836 | >80 | >95 | >15 | >45 | >8 | 269~321 |
| SNCM431 | >70 | >85 | >20 | >55 | >10 | 248~302 |
| SNCM625 | >85 | >95 | >18 | >50 | >8 | 269~321 |
| SNCM630 | >90 | >110 | >15 | >45 | >8 | 302~352 |
| SNCM240 | >80 | >90 | >17 | >50 | >7 | 255~311 |
| SNCM7 | >90 | >100 | >15 | >45 | >5 | 293~352 |
| SNCM439 | >90 | >100 | >16 | >45 | >7 | 293~352 |
| SNCM447 | >95 | >105 | >14 | >40 | >7 | 302~363 |

本研究では、鉄鋼素材の力学的性質の精密測定を効率よく行うために、素材の化学的成分から力学的性質の推定が可能であるかを調べることにした。素材の化学的成分と力学的な性質との関係は、非線形であることは窺えるものの、その具体的な関係は明らかではない。ために、そこで、説明変数の組と目的変数間の非線形関係の自動生成機能を持つ 3 層パーセプトロン型ニューラルネットワークを用いて、Table 2 に示す機械構造用 Cr-Mo 鋼、Ni 鋼、Ni-Cr 鋼および Ni-Cr-Mo 鋼の化学的成分と力学的性質の関係を学習させ、化学成分から力学的性質を推定することを試みた。

このような方法を用いることで鋼材の力学的性質が実験精度内で見積もることができ、さらに見積もり時間の大幅な短縮の可能性があることがわかったので報告する。

2 方法

パーセプトロンには幅を持たせた値の学習ができないため、Table 2 に示した各元素の成分量の単純平均値と Table 1 に示した力学的性質を 3 層パーセプトロン型ニューラルネットワークに学習さ

Table 2. Amount of chemical component in Cr-Mo steel, Ni steel, Ni-Cr steel, Ni-Cr-Mo steel.(%) [1]

| JIS 記号 | C | Mn | Ni | Cr | Mo |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| SCM432 | 0.27~0.37 | 0.30~0.60 | — | 1.00~1.50 | 0.15~0.30 |
| SCM430 | 0.28~0.33 | 0.60~0.85 | — | 0.90~1.20 | 0.15~0.30 |
| SCM435 | 0.33~0.38 | 0.60~0.85 | — | 0.90~1.20 | 0.15~0.30 |
| SCM440 | 0.38~0.43 | 0.60~0.85 | — | 0.90~1.20 | 0.15~0.30 |
| SCM445 | 0.43~0.48 | 0.60~0.85 | — | 0.90~1.20 | 0.15~0.30 |
| SNC236 | 0.32~0.40 | 0.50~0.80 | 1.00~1.50 | 0.50~0.90 | — |
| SNC631 | 0.27~0.35 | 0.35~0.65 | 2.50~3.00 | 0.60~1.00 | — |
| SNC836 | 0.32~0.40 | 0.35~0.65 | 3.00~3.50 | 0.60~1.00 | — |
| SNM431 | 0.27~0.35 | 0.60~0.90 | 1.60~2.00 | 0.60~1.00 | 0.15~0.30 |
| SNM625 | 0.20~0.30 | 0.35~0.60 | 3.00~3.50 | 1.00~1.50 | 0.15~0.30 |
| SNM630 | 0.25~0.35 | 0.35~0.60 | 2.50~3.50 | 2.50~3.50 | 0.50~0.70 |
| SNM240 | 0.38~0.43 | 0.70~1.00 | 0.40~0.70 | 0.40~0.65 | 0.15~0.30 |
| SNM7 | 0.43~0.48 | 0.70~1.00 | 0.40~0.70 | 0.40~0.65 | 0.15~0.30 |
| SNM439 | 0.36~0.43 | 0.60~0.90 | 1.60~2.00 | 0.60~1.00 | 0.15~0.30 |
| SNM447 | 0.44~0.50 | 0.60~0.90 | 1.60~2.00 | 0.60~1.00 | 0.15~0.30 |

せて各元素量と力学的性質との関係の自動抽出を行った。もちいたニューラルネットワークシミュレータは、我々が開発を進めている Neco[2-6] を用いた。

入力に用いた各サンプルの成分値を Table 3 に示す。Table 2 において“ - ”で示されている部分の値には、0.0001 を仮定した。それぞれの力学的性質の推定には、サンプルのうち一つを除いたデータの組を学習したパーセプトロン型ニューラルネットを用いて、除いたサンプルのデータを予測すること、すなわち leave-one-out テストにより学習結果の妥当性を検討した。

パーセプトロン型のニューラルネットのネットワーク構造は、入力データとして各元素 C, Mn, Ni, Cr, Mo. の含有量の平均値、および促進パラメータ (常に 1.0) の 5 つに対応する入力層ニューロン数 5、中間層ニューロン数 5、出力層ニューロン数 1 とした。中間層ニューロンの数は、再構築学習法を用いてそれぞれの性質に関して最適化したが、すべて 5 つのニューロン数となった。学習誤差のしきい値は、0.0008 である。

3 計算結果

3.1 降伏点の推定

降伏点の計算結果を Table 4 と Figure 1 に示した。降伏点の推定は、非常に良好であり、相対誤差の絶対値も最大で約 9% 程度の誤差となっている。Figure 1 に示すように、実測と計算の相関も高い。回帰直線は、 $Y=1.0543X-2.3337$ であり、傾きがほぼ 1、切片も -2.3 程度である。実測の絶対値がほぼ 100 であることを考えると、十分な精度で推定ができているといえよう。相

Table 3. Averaged content of transition metal elements used as input.

| JIS 記号 | C | Mn | Ni | Cr | Mo |
|---------|-------|-------|--------|-------|--------|
| SCM432 | 0.32 | 0.45 | 0.0001 | 1.25 | 0.225 |
| SCM430 | 0.305 | 0.725 | 0.0001 | 1.05 | 0.225 |
| SCM435 | 0.355 | 0.725 | 0.0001 | 1.05 | 0.225 |
| SCM440 | 0.405 | 0.725 | 0.0001 | 1.05 | 0.225 |
| SCM445 | 0.455 | 0.725 | 0.0001 | 1.05 | 0.225 |
| SNC236 | 0.36 | 0.65 | 1.25 | 0.7 | 0.0001 |
| SNC631 | 0.31 | 0.5 | 2.75 | 0.8 | 0.0001 |
| SNC836 | 0.36 | 0.5 | 3.25 | 0.8 | 0.0001 |
| SNCM431 | 0.31 | 0.75 | 1.8 | 0.8 | 0.225 |
| SNCM625 | 0.25 | 0.475 | 3.25 | 1.25 | 0.225 |
| SNCM630 | 0.3 | 0.475 | 3 | 3 | 0.6 |
| SNCM240 | 0.405 | 0.85 | 0.55 | 0.525 | 0.225 |
| SNCM7 | 0.455 | 0.85 | 0.55 | 0.525 | 0.225 |
| SNCM439 | 0.395 | 0.75 | 1.8 | 0.8 | 0.225 |
| SNCM447 | 0.47 | 0.75 | 1.8 | 0.8 | 0.225 |

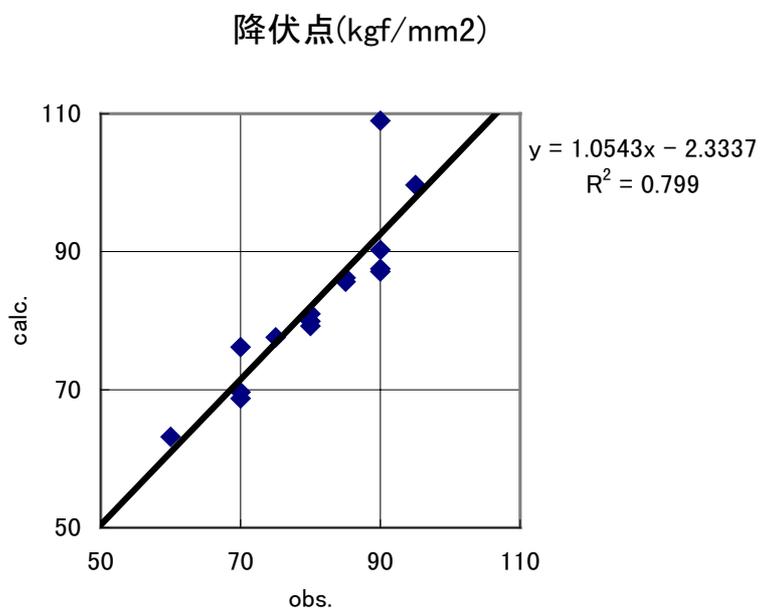


Figure 1. Correlation of observed values and estimated values of yield point.

関係数も $R^2=0.799$ でありばらつきが小さいことを示している。

Table 4. Observed and estimated yield point with relative error.

| JIS 記号 | 降伏点 (実測) | 降伏点 (計算) | 相対誤差 (%) |
|---------|------------|------------|----------|
| SCM432 | 75 | 77.56 | -3.41333 |
| SCM430 | 70 | 69.66 | 0.485714 |
| SCM435 | 80 | 79.21 | 0.9875 |
| SCM440 | 85 | 86.19 | -1.4 |
| SCM445 | 90 | 87.53 | 2.744444 |
| SNC236 | 60 | 63.18 | -5.3 |
| SNC631 | 70 | 68.73 | 1.814286 |
| SNC836 | 80 | 79.89 | 0.1375 |
| SNCM431 | 70 | 76.15 | -8.78571 |
| SNCM625 | 85 | 85.67 | -0.78824 |
| SNCM630 | 90 | 108.99 | -21.1 |
| SNCM240 | 80 | 80.97 | -1.2125 |
| SNCM7 | 90 | 90.22 | -0.24444 |
| SNCM439 | 90 | 87.11 | 3.211111 |
| SNCM447 | 95 | 99.68 | -4.92632 |

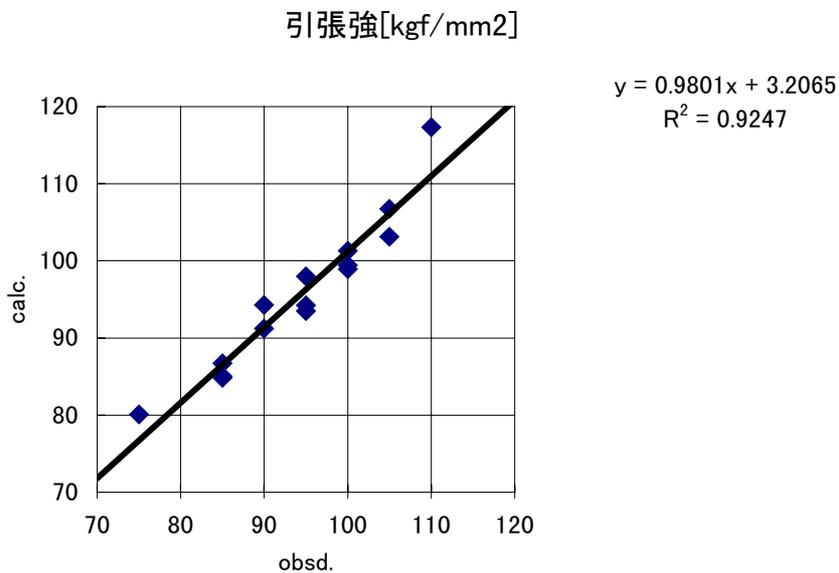


Figure 2. Correlation of observed values and estimated values of tensile strength.

3.2 引っ張り強度の推定

引っ張り強度の計算結果を Table 5 と Figure 2 に示した。降伏点の推定同様、引っ張り強度の推定も、非常に良好であり、相対誤差の絶対値も最大が約 7% の誤差となっている。

Figure 2 に示すように、実測と計算の相関も高い。回帰直線は、 $Y=0.9801X+3.2065$ であり、傾きがほぼ 1、切片も 3.2 程度である。実測の絶対値がほぼ 100 であることを考えると、十分な精度で推定ができているといえよう。相関係数も $R^2=0.92$ であり降伏点の推定以上にばらつきが小さいことを示している。

Table 5. Observed and estimated tensile strength with relative error.

| JIS 記号 | 引張強度 (実測) | 引張強度 (計算) | 相対誤差 (%) |
|---------|-----------|-------------|------------|
| SCM432 | 90 | 94.29 | -4.76667 |
| SCM430 | 85 | 85.04 | -0.04706 |
| SCM435 | 95 | 94.25 | 0.789474 |
| SCM440 | 100 | 101.32 | -1.32 |
| SCM445 | 105 | 103.16 | 1.752381 |
| SNC236 | 75 | 80.1 | -6.8 |
| SNC631 | 85 | 84.85 | 0.176471 |
| SNC836 | 95 | 93.5 | 1.578947 |
| SNCM431 | 85 | 86.71 | -2.01176 |
| SNCM625 | 95 | 97.99 | -3.14737 |
| SNCM630 | 110 | 117.33 | -6.66364 |
| SNCM240 | 90 | 91.22 | -1.35556 |
| SNCM7 | 100 | 99.41 | 0.59 |
| SNCM439 | 100 | 98.94 | 1.06 |
| SNCM447 | 105 | 106.76 | -1.67619 |

3.3 伸びの推定

伸びの計算結果を Table 6 と Figure 3 に示した。伸びの推定は、降伏点および引っ張り強度の推定に比べ相対誤差が大きい。相対誤差の絶対値の最大が約 32% であり、有効数字にして 1 桁程度の推定精度でしかない。Figure 3 に示すように、実測と計算の相関も降伏点および引っ張り強度の推定に比べ低い。回帰直線は、 $Y=0.9042X+0.294$ と $y=x$ に近いが、相関係数が $R^2=0.3848$ でありばらつきが大きく推定精度が悪いことを示している。

3.4 絞りの推定

伸びの計算結果を Table 7 と Figure 4 に示した。絞りの推定は、降伏点および引っ張り強度の推定と同様、非常に良好であり、相対誤差の絶対値の最大が 17% の誤差である。Figure 4 に示すように、実測と計算の相関も高い。

Table 6. Observed and estimated elongation percentage with relative error.

| JIS 記号 | 伸び (実測) | 伸び (計算) | 相対誤差 (%) |
|---------|---------|---------|----------|
| SCM432 | 16 | 10.89 | 31.9375 |
| SCM430 | 18 | 20.77 | -15.3889 |
| SCM435 | 15 | 13.63 | 9.133333 |
| SCM440 | 12 | 13.07 | -8.91667 |
| SCM445 | 12 | 9.87 | 17.75 |
| SNC236 | 22 | 16.84 | 23.45455 |
| SNC631 | 18 | 18.25 | -1.38889 |
| SNC836 | 15 | 17.7 | -18 |
| SNCM431 | 20 | 23.95 | -19.75 |
| SNCM625 | 18 | 16.98 | 5.666667 |
| SNCM630 | 15 | 7.8 | 48 |
| SNCM240 | 17 | 15.9 | 6.470588 |
| SNCM7 | 15 | 16.37 | -9.13333 |
| SNCM439 | 16 | 14.5 | 9.375 |
| SNCM447 | 14 | 16.37 | -16.9286 |

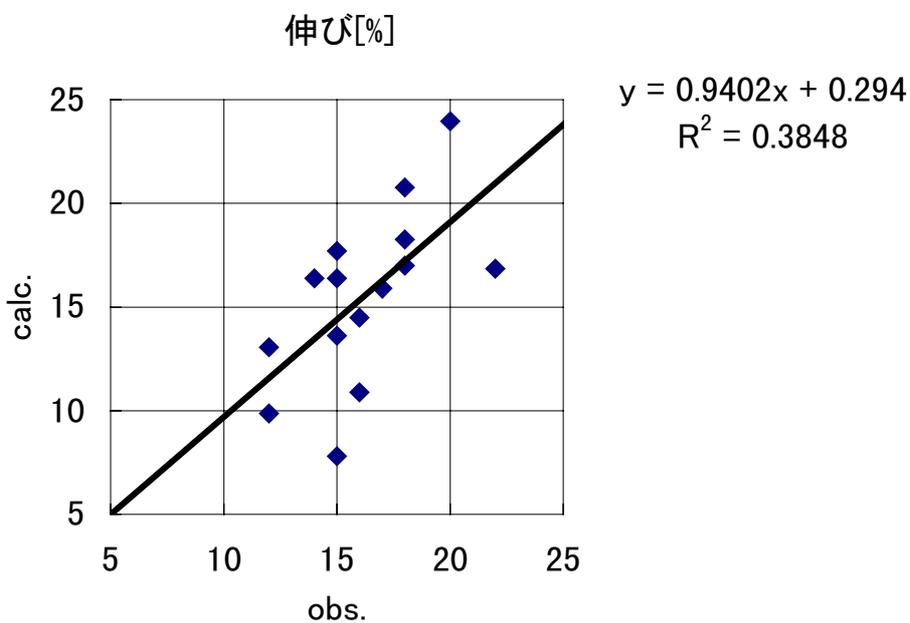


Figure 3. Correlation of observed values and estimated values of elongation percentage.

Table 7. Observed and estimated diaphragm with relative error.

| JIS 記号 | 絞り (実測) | 絞り (計算) | 相対誤差 (%) |
|---------|-----------|-----------|------------|
| SCM432 | 50 | 46.05 | 7.9 |
| SCM430 | 55 | 54.49 | 0.927273 |
| SCM435 | 50 | 50.57 | -1.14 |
| SCM440 | 45 | 44.22 | 1.733333 |
| SCM445 | 40 | 41.74 | -4.35 |
| SNC236 | 50 | 49.9 | 0.2 |
| SNC631 | 50 | 50.2 | -0.4 |
| SNC836 | 45 | 44.05 | 2.111111 |
| SNCM431 | 55 | 51.89 | 5.654545 |
| SNCM625 | 50 | 52.77 | -5.54 |
| SNCM630 | 45 | 36.96 | 17.86667 |
| SNCM240 | 50 | 50.51 | -1.02 |
| SNCM7 | 45 | 44.09 | 2.022222 |
| SNCM439 | 45 | 47.34 | -5.2 |
| SNCM447 | 40 | 37.85 | 5.375 |

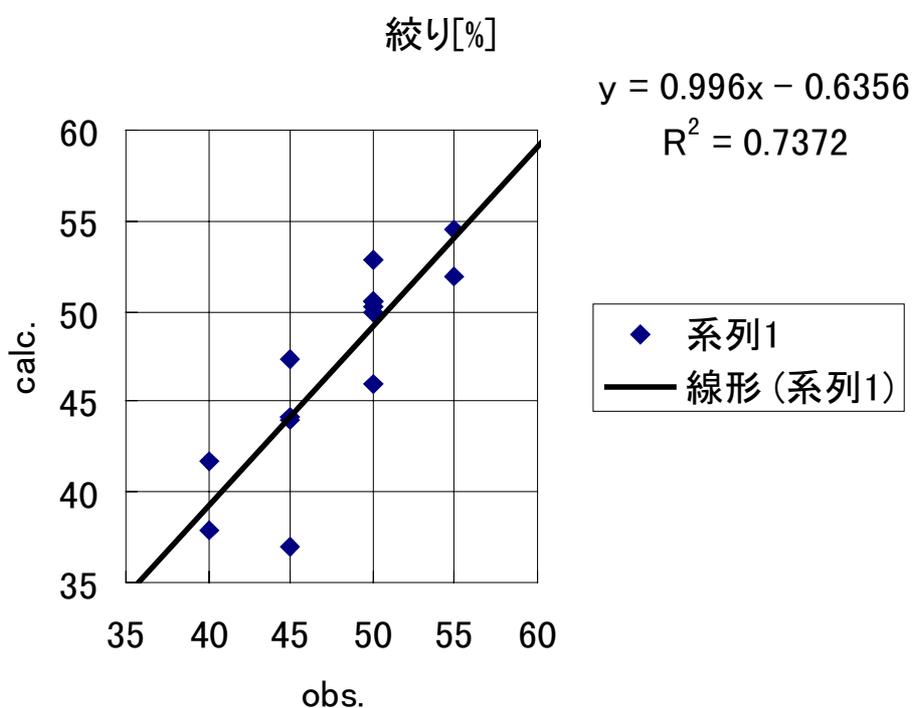


Figure 4. Correlation of observed values and estimated values of diaphragm.

3.5 衝撃値の推定

伸びの計算結果を Table 8 と Figure 5 に示した。衝撃値の推定は、SNCM630 が 99% の誤差となるが、それを除くと良好である。Figure 5 をみると、ばらつきも SNCM630 を除くと比較的小さいことがわかる。SNCM630 の特異的な悪さに関しては現在調査中である。

Table 8. Observed and estimated impulsive force with relative error.

| JIS 記号 | 衝撃値 (実測) | 衝撃値 (計算) | 相対誤差 (%) |
|---------|----------|----------|----------|
| SCM432 | 9 | 7.63 | 15.22222 |
| SCM430 | 11 | 10.71 | 2.636364 |
| SCM435 | 8 | 8.23 | -2.875 |
| SCM440 | 6 | 5.68 | 5.333333 |
| SCM445 | 4 | 4.61 | -15.25 |
| SNC236 | 12 | 12.37 | -3.08333 |
| SNC631 | 12 | 10.59 | 11.75 |
| SNC836 | 8 | 8.37 | -4.625 |
| SNCM431 | 10 | 9.23 | 7.7 |
| SNCM625 | 8 | 10.82 | -35.25 |
| SNCM630 | 8 | 0.0102 | 99.8725 |
| SNCM240 | 7 | 7.11 | -1.57143 |
| SNCM7 | 5 | 4.76 | 4.8 |
| SNCM439 | 7 | 7.43 | -6.14286 |
| SNCM447 | 6 | 5.1 | 15 |

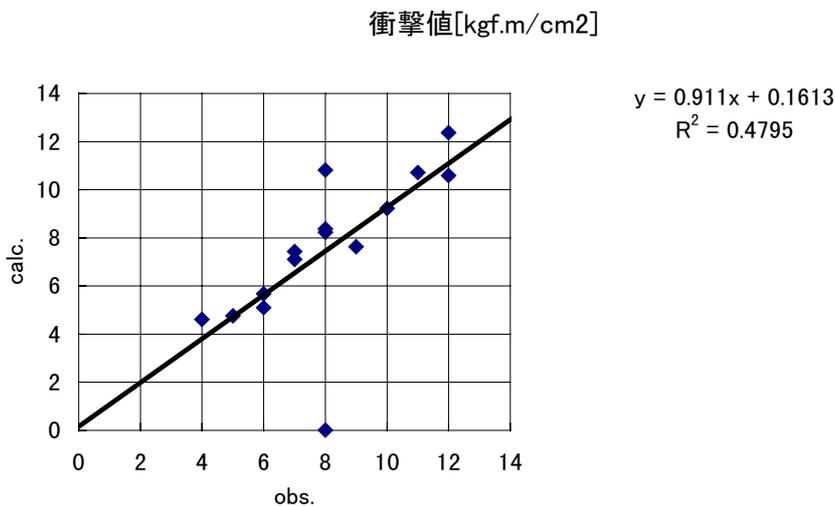


Figure 5. Correlation of observed values and estimated values of impulsive force.

3.6 硬さの推定

硬さの計算結果を Table 9 と Figure 6 に示した。硬さの推定は、良好であり、相対誤差の絶対値も最大が約 11%の誤差となっている。Figure 6 に示すように、実測と計算の相関も高い。回帰直線は、 $Y=0.8591X+47.414$ であり切片が大きいのが、実測の絶対値がほぼ 300 であることを考えると、良好な精度で推定ができています。相関係数は、 $R^2=0.8067$ とほぼ 0.8 でありばらつきも小さい。

Table 9. Observed and estimated hardness with relative error.

| JIS 記号 | 硬さ (実測) | 硬さ (計算) | 相対誤差 (%) |
|---------|-----------|-----------|------------|
| SCM432 | 273 | 284.05 | 4.047619 |
| SCM430 | 267 | 259.8 | -2.69663 |
| SCM435 | 295 | 294.51 | -0.1661 |
| SCM440 | 313 | 316.9 | 1.246006 |
| SCM445 | 332.5 | 322.94 | -2.87519 |
| SNC236 | 233.5 | 259.92 | 11.31478 |
| SNC631 | 275 | 266.07 | -3.24727 |
| SNC836 | 295 | 296.14 | 0.386441 |
| SNCM431 | 275 | 297.48 | 8.174545 |
| SNCM625 | 295 | 319.44 | 8.284746 |
| SNCM630 | 327 | 336.92 | 3.033639 |
| SNCM240 | 283 | 287.37 | 1.54417 |
| SNCM7 | 322.5 | 322.34 | -0.04961 |
| SNCM439 | 322.5 | 311.32 | -3.46667 |
| SNCM447 | 332.5 | 351.85 | 5.819549 |

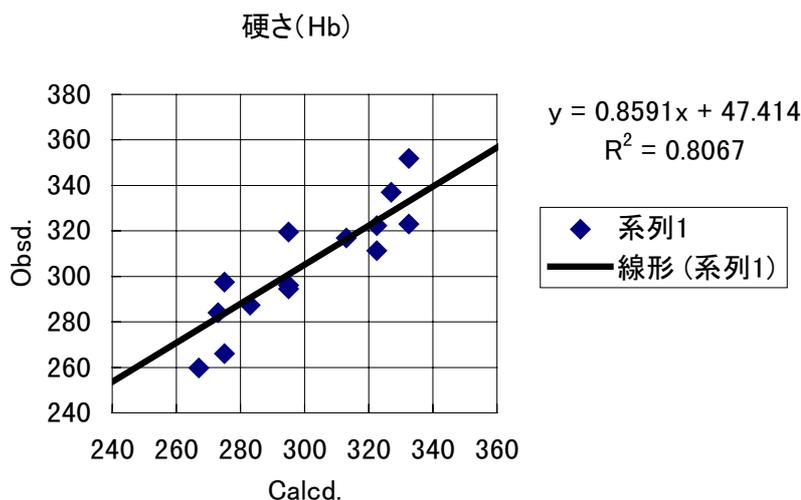


Figure 6. Correlation of averaged observed values and estimated values of hardness.

硬さは、Table 2 に示されているように、ある幅を持っている。そのため、実測値の幅と計算値を Figure 7 に示したが、計算結果は、すべてその範囲内に入っていることが分かる。

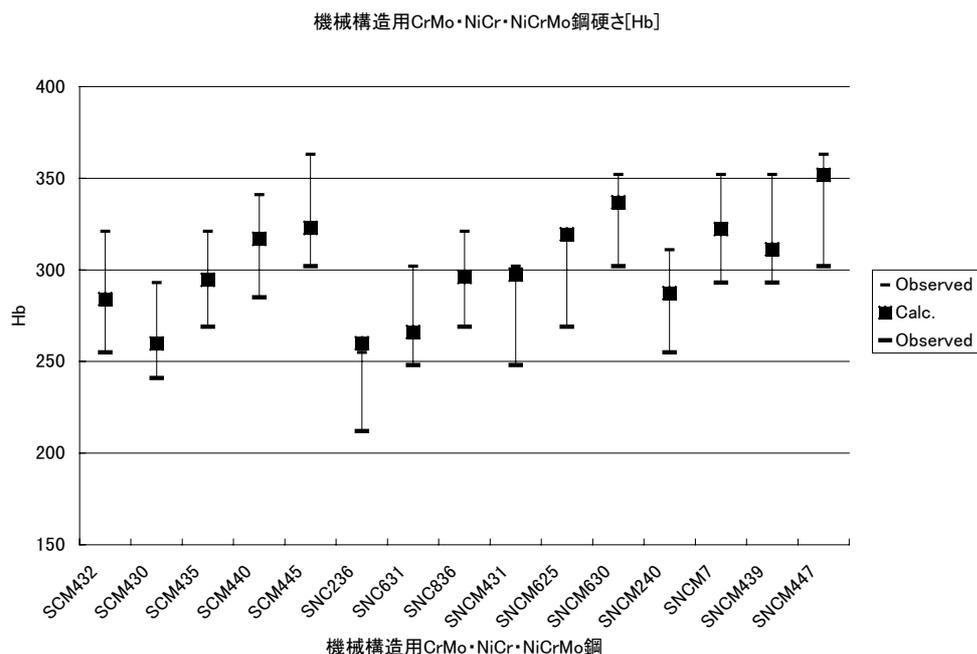


Figure 7. Observed and estimated hardness of Cr-Mo, Ni, Ni-Cr, and Ni-Cr-Mo steels.

4 まとめ

機械構造用材料の力学的性質の測定精度および効率の向上を目的に、学習機能付き 3 層パーセプトロン型のニューラルネットを用いて、機械構造用 Cr-Mo 鋼、Ni 鋼、Ni-Cr 鋼および Ni-Cr-Mo 鋼の降伏点、引っ張り強さ、伸び、絞り、衝撃値、硬さについての推定を行った。機械構造用 Cr-Mo 鋼、Ni 鋼、Ni-Cr 鋼および Ni-Cr-Mo 鋼の力学的性質は、伸びの推定を除けば、その化学的成分のみを入力することで、ほぼ 20% 程度の誤差範囲内で推定ができており、実験精度内での推定が可能であることがわかった。

ニューラルネットワークを用いた推定は、実時間でたかだか 1 分以下であるので、機械構造用 Cr-Mo 鋼、Ni 鋼、Ni-Cr 鋼および Ni-Cr-Mo 鋼の力学的性質の推定を従来に比べ格段に短い時間で実行できる可能性があることが判った。

今後の課題としては、さらに多量のデータを基礎に学習精度を向上させ、推定精度をより高くする必要がある。また、疲労特性などの化学成分との関係が明らかでない性質に関してニューラルネットワークの物性推算の可能性を検証してみたい。

参考文献

- [1] (編) 社団法人日本金属学会, 改訂 2 版 金属データブック, 丸善 (1984).
- [2] 井須芳美, 長嶋雲兵, 細矢治夫, 青山智夫, *J. Chem. Software*, **2**, 76 (1994).
- [3] 井須芳美, 長嶋雲兵, 細矢治夫, 大島茂, 坂本曜子, 青山智夫, *J. Chem. Software*, **3**, 1 (1996).
- [4] Isu, Y., Nagashima, U., Aoyama, T., Hosoya, H., *J. Chem. Info. Comp. Sci.*, **36**, 286 (1996).

- [5] 藤谷康子, 小野寺光永, 井須芳美, 長嶋雲兵, 細矢治夫, 青山智夫, *J. Chem. Software*, **4**, 19 (1998).
- [6] 田島澄恵, 松本高利, 田辺和俊, 長嶋雲兵, 細矢治夫, 青山智夫, *J. Chem. Software*, **6**, 115 (2000).
- [7] 福田朋子, 田島澄恵, 斎藤久登, 長嶋雲兵, 細矢治夫, 青山智夫, *J. Chem. Software*, **7**, 115 (2001).

Development of a Neural Network Simulator for Structure-Activity Correlation of Molecules: Neco (6) - Estimation of Mechanical Properties of Cr-Mo Steel, Ni Steel, Ni-Cr Steel and Ni-Cr-Mo Steel -

Tomoko FUKUDA^{a,b}, Sumie TAJIMA^c, Takatoshi MATSUMOTO^d,
Umpei NAGASHIMA^{e*}, Haruo HOSOYA^c and Tomoo AOYAMA^f

^aDepartment of Life Arts, Faculty of Home Economics, Japan Women's University
2-8-1 Mejirodai, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8681, Japan

^bBestsystems Co. Ltd.

4-15-2-1-204 Matsushiro, Tsukuba, Ibaraki 305-0035, Japan

^cDepartment of Human Culture and Sciences, Graduate School of Ochanomizu University
2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610, Japan

^dNational Institute of Materials and Chemical Research
1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8565, Japan

^eNational Institute for Advanced Interdisciplinary Research
1-1-4 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8562, Japan

^fFaculty of Technology, Miyazaki University
Gakuenkihanadai Nishi, Miyazaki 889-2192, Japan

*e-mail: u.nagashima@aist.go.jp

In order to estimate mechanical properties of high tension steels for machine tools: Cr-Mo steel, Ni steel, Ni-Cr steel and Ni-Cr-Mo steel, we applied property prediction by a perceptron type neural network. It was found that six mechanical properties: yield point, tensile strength, diaphragm, impulsive force and hardness are predictable within experimental error, almost 20%, using only the amount of C, Mn, Ni, Cr and Mo in the steels.

Keywords: Yield Point, Tensile Strength, Elongation Percentage, Diaphragm, Impulsive Force, Hardness, Cr-Mo Steel, Ni Steel, Ni-Cr Steel, Ni-Cr-Mo Steel, Property Estimation, Neural Network