
自己組織化マップの株価時系列パターン分類への応用

SET ソフトウェア株式会社

■ 執筆者Profile ■



2004年 SET ソフトウェア（株）入社
2006年 現在 ニューラルネットワーク室室長

松下 康弘



2005年 SET ソフトウェア（株）入社
2006年 現在 ニューラルネットワーク室営業部長

本多 富夫



2006年 SET ソフトウェア（株）入社
現在 ニューラルネットワーク室所属
データ解析担当

板東 潤一郎

■ 論文要旨 ■

本論文では、ランダムに選ばれた株式上場企業 393 社の 2005 年 1 月～2006 年 9 月の週末および月末株価終値の時系列変動に着目し、銘柄間のトレンドの相関を調べるため、ニューラルネットワークの一種で、多次元データ構造の可視化手法である自己組織化マップ(Self-Organizing Map:SOM)の適用を行った。その結果、個別銘柄と業種間、業種間同士、ならびに観測する時間スケールの違いによるマップ構造の質的違いや銘柄間の相対関係が“ビジュアル”に判別可能となることを示す。さらに個別銘柄に対する株価予測への展開方法についての議論を行う。本事例により、筆者らのような株式投資に素人なものであっても、エキスパートの投資家が評価できるレベルまでの情報をビジュアルに抽出できることが分かったように、他の分野においても有効な技術であると考えられる。

■ 論文目次 ■

1. はじめに	《 4》
2. ニューラルネットワークと自己組織化マップ	《 4》
2. 1 ニューラルネットワークモデルおよび自己組織化マップとは	
2. 2 適用時の注意点	
2. 3 他のクラスタリング手法との比較	
3. 自己組織化マップの株価データへの適用	《 6》
3. 1 解析対象銘柄とデータ詳細	
3. 2 個別銘柄に対するマップ	
3. 3 業種平均マップ	
3. 4 個別銘柄に対する株価予測への展開	
4. 結論および今後の課題	《 11》
5. おわりに	《 12》
参考文献.....	《 16》

■ 図表一覧 ■

図 1 自己組織化マップの模式図.....	《 5》
図 2 業種毎(平均)の時系列株価の振る舞い(週終値).....	《 6》
図 3 業種毎(平均)の時系列株価の振る舞い(月終値).....	《 7》
図 4 業種毎の株価変動の分散値.....	《 7》
図 5 個別銘柄に対するマップ(週終値).....	《 8》
図 6 個別銘柄に対するマップ(月終値).....	《 9》
図 7 個別銘柄に対するマップ(週終値, 絶対値入力).....	《 9》
図 8 業種平均に対するマップ(週終値).....	《 10》
図 9 業種平均に対するマップ(月終値).....	《 10》
表 1 解析対象株式上場企業一覧.....	《 13》
表 2 業種間相関(週末終値).....	《 15》
表 3 業種間相関(月末終値).....	《 16》

1. はじめに

当社は、コアコンピタンスである制御系ソフト開発からオープン系ビジネスソフトまで受託開発の幅を広げ、またニューラルネットワークをビジネスソリューションツールとして、需要予測・品質管理・機械制御などあらゆる予測・制御分野への進出を図っている。

本論文では、多次元データに対し、ニューラルネットワークの一種である自己組織化マップ(SOM)を適用して2次元マップ上に可視化する方法を紹介し、次に本論である株式上場企業の個別銘柄間の時系列的振る舞いの相違性をSOMによる可視化から明らかにし、業種および時間スケールによる特徴の違い、さらに個別銘柄に対する株価予測への展開についての議論を行う。

2. ニューラルネットワークと自己組織化マップ

本章は、ニューラルネットワーク技術ならびに自己組織化マップの予備知識のない方を念頭に置き、その概略と適用時の注意点、ならびに他の解析手法との違いについての解説を行い、次章の結果に対する解釈のための前提知識を補うことを目的とする。

2. 1 ニューラルネットワークモデルおよび自己組織化マップとは

ニューラルネットワークモデルは、人間の脳細胞(ニューロン)の学習の仕組みを取り入れた数理モデルであり、その学習方式による分類には、次の2つがある：

1. 教師あり学習
2. 教師なし学習

外部からネットワークに対して望ましい出力(教師信号)を与えて、ネットワークに同じ出力を返すように学習させることを教師あり学習という。一方、明示的な教師信号を用いない学習を教師なし学習と呼ぶ。この場合、ネットワークは入力信号の統計的性質を学習することになる。1.の代表例としてはパーセプトロンやバックプロパゲーション、2.の代表例としては今回主題の自己組織化マップがある。

自己組織化マップ(Self-Organizing Map, SOM)は、ヘルシンキ大学のコホーネン教授により1981年頃に発表された教師なし学習ニューラルネットワークで^[1]、大脳皮質(特に視覚野の自己組織化)をモデルにしたニューラルネットの一つである。このネットワークは、入力パターン群をその類似度に応じて分類する能力を自律的に獲得していくニューラルネットワークである。N次元の入力データ群をニューロンの1次元配列にマッピングするものを1次元SOM、2次元配列にマッピングするものを2次元SOMという。SOMでは、入力データに対して、そのデータの特徴を最もよく捉えたある1つのニューロンが発火する：

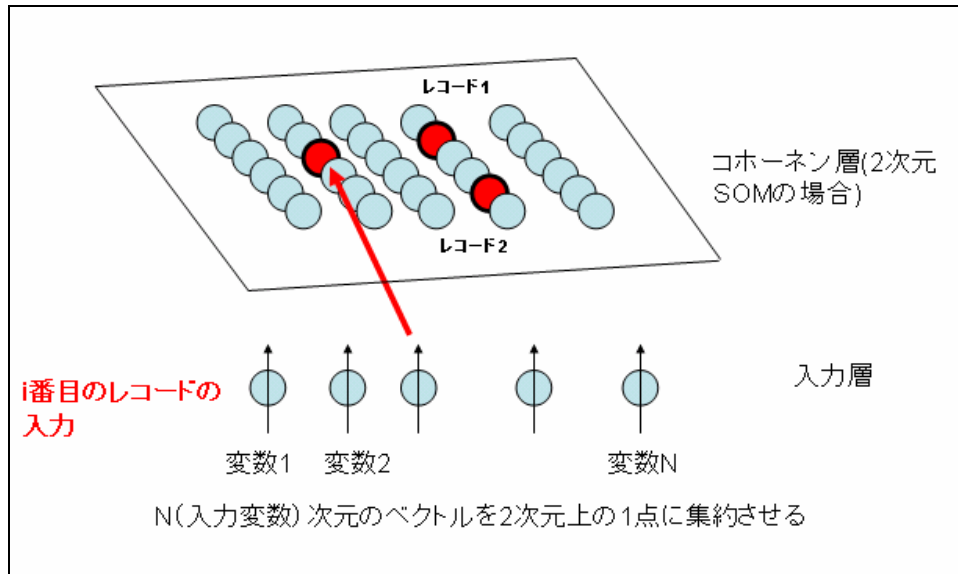


図 1. 自己組織化マップの模式図

SOM は、入力データ間の近さ（類似パターン度）が、1次元または2次元配列上で発火するニューロンの近さに反映される「トポロジー保存性」という非線形写像の特徴を持つ。このように、SOM は、 N 次元データの非線形性を保った次元削減手法と考えることができる。また、データの低次元化に伴って、「データ構造の見える化」が実現できるため、ビジュアルなクラスタリングが可能となるという、 k 平均法等の標準的クラスタ分析手法とは顕著な違いを持つ。

2. 2 適用時の注意点

SOM は N 次元空間のデータ構造を低次元化することができるため、クラスタリングへの適用のメリットがある。ただし、注意しなければならない点として、各入力変数が対等に扱われるため、この代償として、本来データ間特性に無関係あるいは重要でない変数（たとえば個人名など）が入っている場合に、期待しないマップが構築されてしまう危険性がある。（この説明変数の選択結果の違いによるマップ構造の違いについては、3章での株価の生データを入力とした場合の例として説明を加える。）

2. 3 他のクラスタリング手法との比較

SOM と同じ教師なし競合学習を使ったクラスタリングの手法として有名なものに k 平均法がある。SOM のコホーネン層ニューロンと k 平均法での代表点を対応させた場合、 k 平均法は SOM の特殊なケースに相当する。 k 平均法では、まずそれぞれのデータがどの代表点に近いかを調べてその一番近い代表点に「属する」ように設定し、各代表点が自分に「属する」データの平均の位置へ移動する、という過程を繰り返すことによってクラスタリングを行う。SOM でも前半は同様だが、大きく異なる点が二つ存在する。まず k 平均法での「データの平均の位置へ移動する」というのは前回の自分の位置がどこだったかという情報を完全に捨ててしまうことに対応する（学習係数=1）が、SOM では完全には捨てない（学習係数 < 1 ）。次に、SOM のニューロンは自分だけで学習せずに、自分の周りのニューロンにも学習を同時に行う。このことによって、 k 平均法ではそれぞれの代表

点につながりがなくバラバラなところが、SOM ではつながりを持っているので、似ているデータが近くに来るような二次元(低次元)マップを作ることができる。また、k 平均法との違いには、SOM では 2.1 で述べたような次元削減ができる、という点がある。k 平均法では、データが例えば 100 次元のベクトル(100 個の入力変数で表現されるレコード)であったなら、代表点もまた 100 次元のベクトルとなる。一方、SOM では 1 つのニューロンが代表点としての「100 次元空間上での位置」の他にニューロン自体としての「2 次元空間上での位置」を持っており、これを 100 次元空間から 2 次元空間への写像とみなすことで高次元空間上のデータを低次元空間に写像したと見なせることになる。

3. 自己組織化マップの株価データへの適用

本章では、Yahoo!ファイナンス(<http://quote.yahoo.co.jp/>)で提供される、業種ごとに均等になるようにランダムに選ばれた 392 銘柄および日経平均株価(表 1. 集計対象企業参照)の 2005 年 1 月~2006 年 9 月のデータ(週末終値および月末終値)に対して、前章で解説を行った SOM を適用した結果を報告する。

3. 1 解析対象銘柄とデータ詳細

本レポートで用いた株価の時系列データの収集には、フリーソフトウェア Kikabu(Z) (<http://www2s.biglobe.ne.jp/~iryu/kabu/>)を用いた。この節では、ニューラルネットワークへ適用する前準備として、株価変動に対して業種ごとに平均を取った場合の時系列変化を、週末株価終値および月末終値に対して調べた(図 2 および図 3)。ここで、株価変動値は、集計期間内の株価の平均値に対する着目する週末(月末)の株価の割合として、以下の式で算出を行った：

$$\text{株価変動値} = \text{その週(月)の株価} \div \text{全 92 週(21 月)の株価の平均}$$

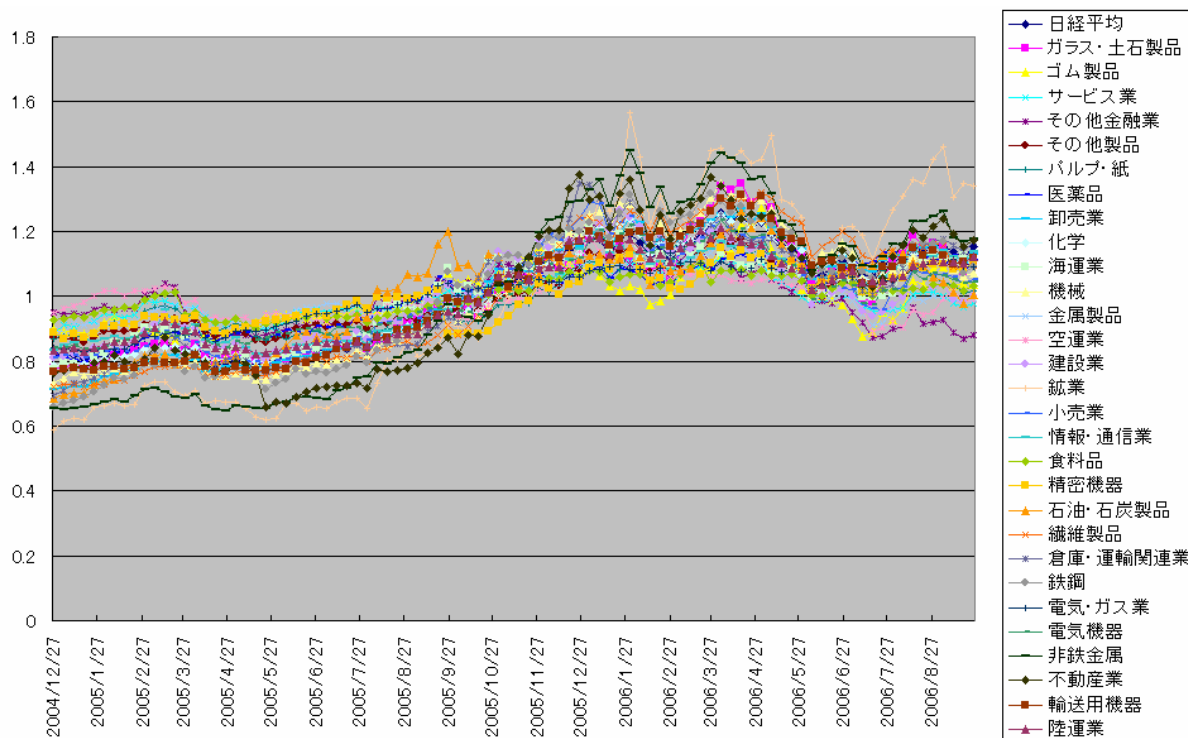


図 2. 業種毎(平均)の時系列株価の振る舞い(週終値)

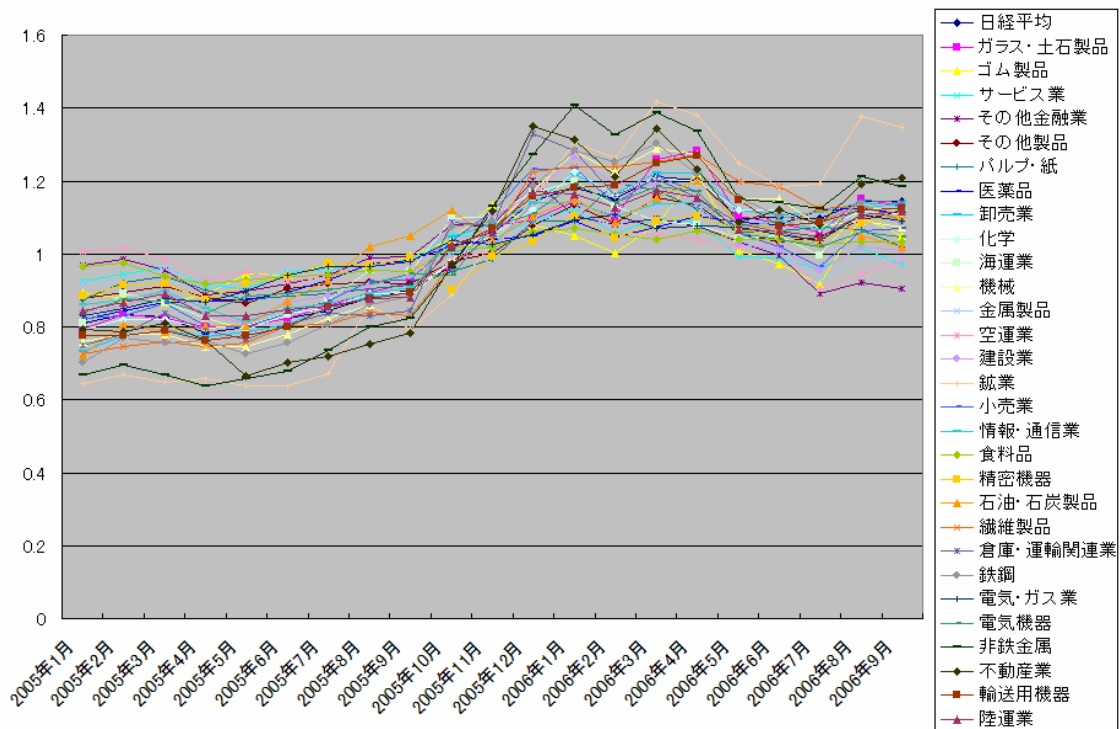


図 3. 業種毎(平均)の時系列株価の振る舞い(月終値)

上記時系列データの分散を図 4 に示す。

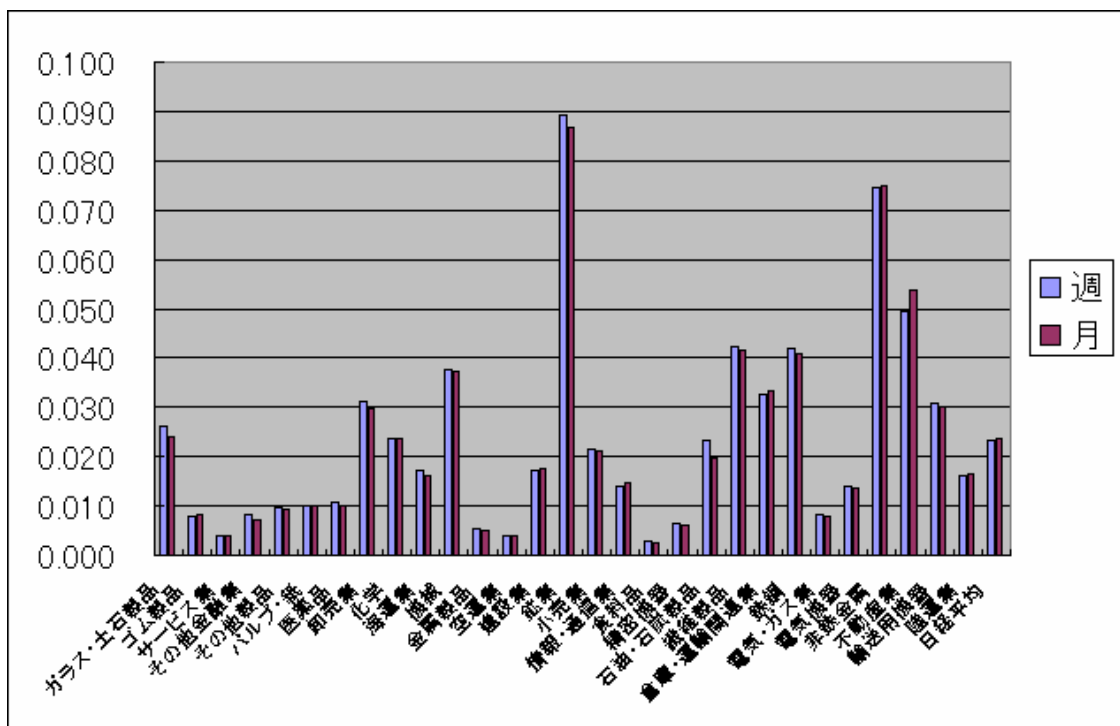


図 4. 業種毎の株価変動の分散値

この期間の業種間の変動の相関を直接計算で調べたところ、「化学」は「日経平

均」との相関が最も高く、「空運業」と「その他金融業」は「日経平均」との差異が最も著しいことが分かった（最終ページの表 2 業種間相関(週末終値) および表 3 業種間相関(月末終値) を参照のこと）。この結果と SOM による結果との対応は、以降の節において論じるが、相関係数表から全体像を把握する作業は、一般ユーザには非常に困難である。

3. 2 個別銘柄に対するマップ

前節 3.1 で定義した株価変動値に基づき、株価変動の傾向分析を NeuralWorks Predict®の SOM 機能により行った(NeuralWorks の製品紹介は、当社ホームページを参照のこと^[3])。ここで、株価の値そのものを用いた SOM では、株価の上昇と下降の変動だけでなく、株価の規模の大きさ(株価の絶対値)の影響が出てしまうため、今回の目的には適していない。この場合に得られる結果に対しては、この節の最後において議論を行った。

週末終値変動値の SOM (入力変数 92 個) を図 5 に、月末終値変動値の SOM (入力変数 21 個) を図 6 に示す。ここで、SOM による出力マップの縦軸および横軸の意味は、図 1 で説明したコホーネン層(2次元)のニューロン格子座標系に対応している。表示の都合上、393 社全てのデータではプロット数が多すぎて読み取り困難なため、各業種の平均株価が上位の 3 社のみを表示することとした。今回のケースでは、株価の時系列パターンが類似しているもの同士は、それぞれ近傍の 1 点として現れることになる。

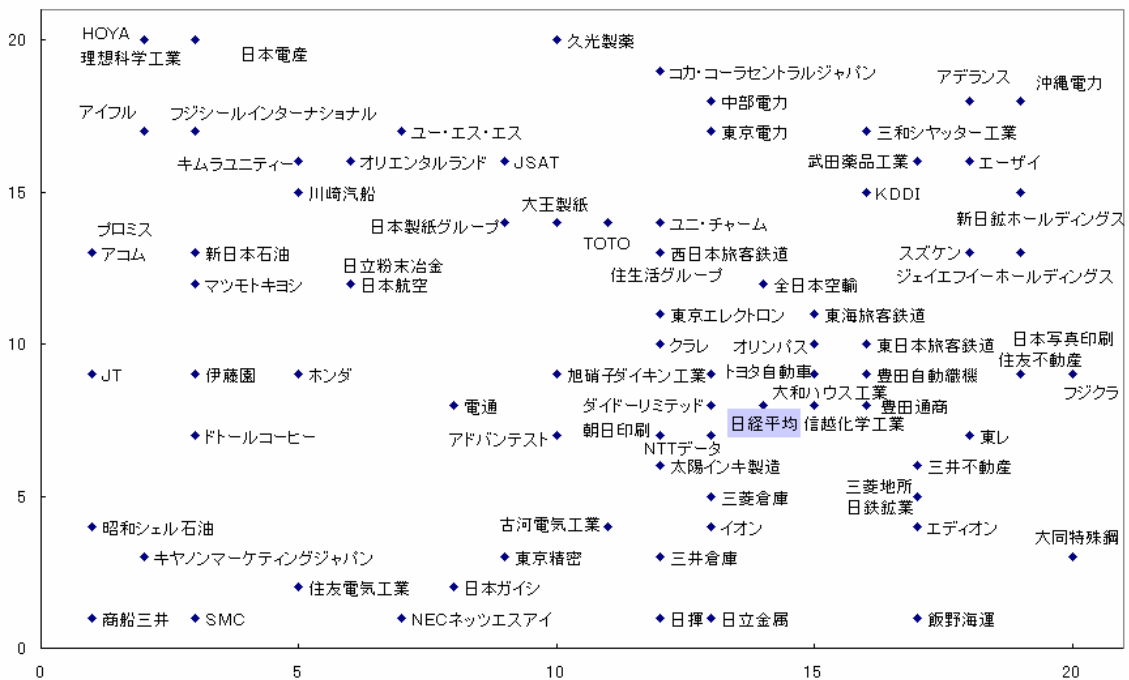


図 5. 個別銘柄に対するマップ(週終値)

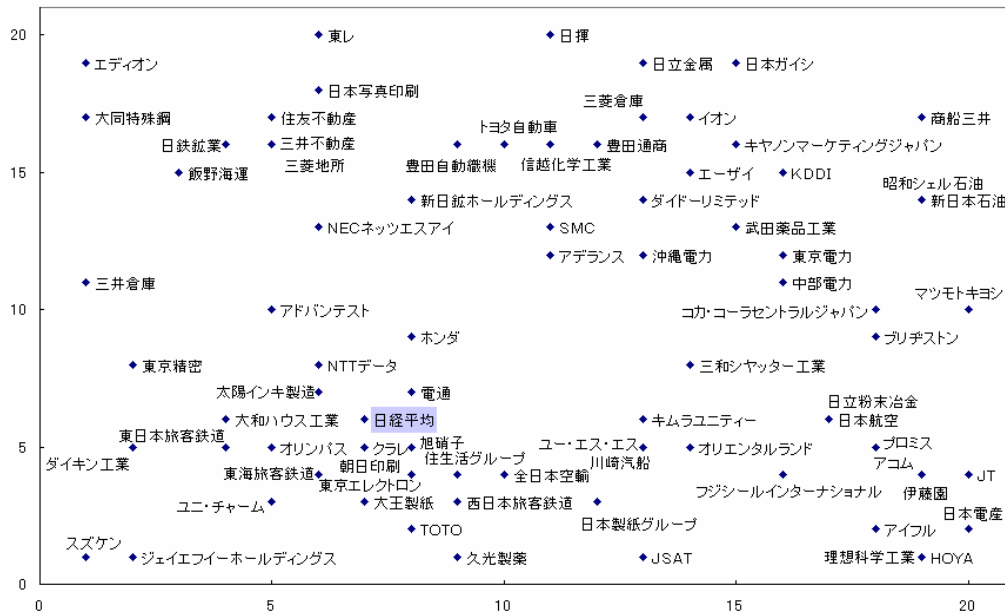


図 6. 個別銘柄に対するマップ(月終値)

それぞれのマップにおいて、同一ノードにある企業は、株価の変動傾向が非常に近い。さらに、いくつかの企業は、週および月でとも同一ノードのものが存在する。これらの企業は、比較的長い期間、株価変動が同期を取っており、ポートフォリオ運用におけるリスク分散の観点で、注目に値するグループといえる。

また、上記マップを業種の観点で眺め直すと、同一業種の企業はノードが近い(類似した株価変動傾向を持つ)場合が多く、とくに「電気・ガス業」ではそれが顕著であることが分かった。

最後に、2.2 適用時の注意点で指摘した SOM-入力変数の選択の問題に関連して、株価を SOM の直接入力に用いた場合の結果を図 7 に示す：

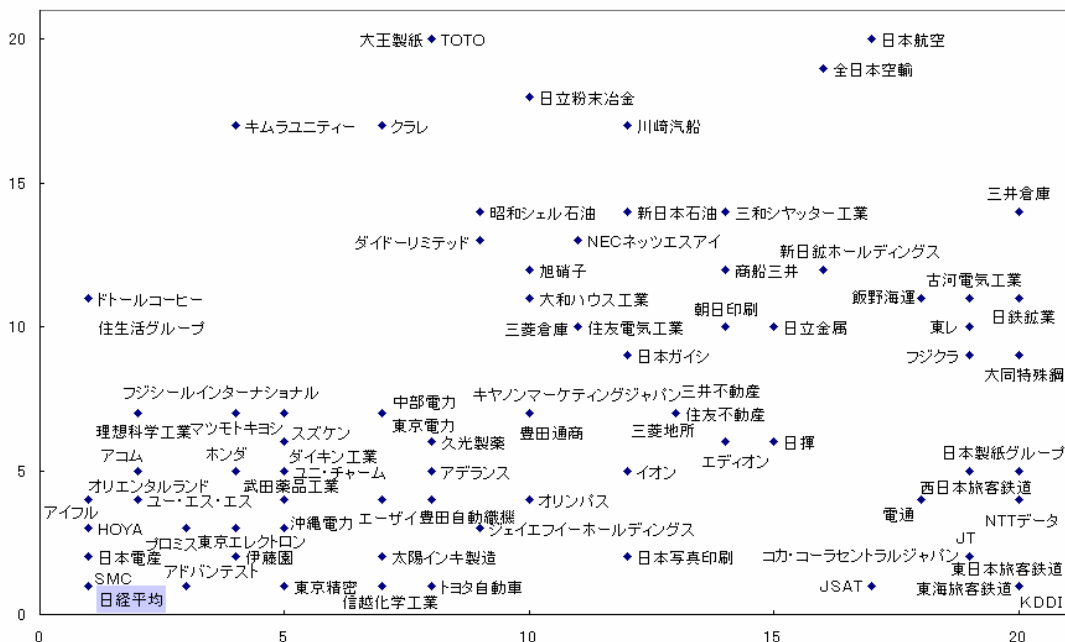


図 7. 個別銘柄に対するマップ(週終値, 絶対値入力)

図 5 と比較すると、図 7 は株価そのものの値に強く引っ張られた分布となっており、株価変動の特徴を捉えたものとはならないことが分かる。（例えば、図 5 では「日経平均」と近かった「NTT データ」株が図 7 では遠い位置（左下と右下）になっている）。このように、説明変数の選択および入力方法は、目的に応じて慎重に選択する必要がある。

3. 3 業種平均マップ

最後に、業種間の時系列変動の類似性を見るため、業種毎のその週末および月末における業種株価平均値を算出し、それらに対する SOM を図 8 および図 9 に示す。

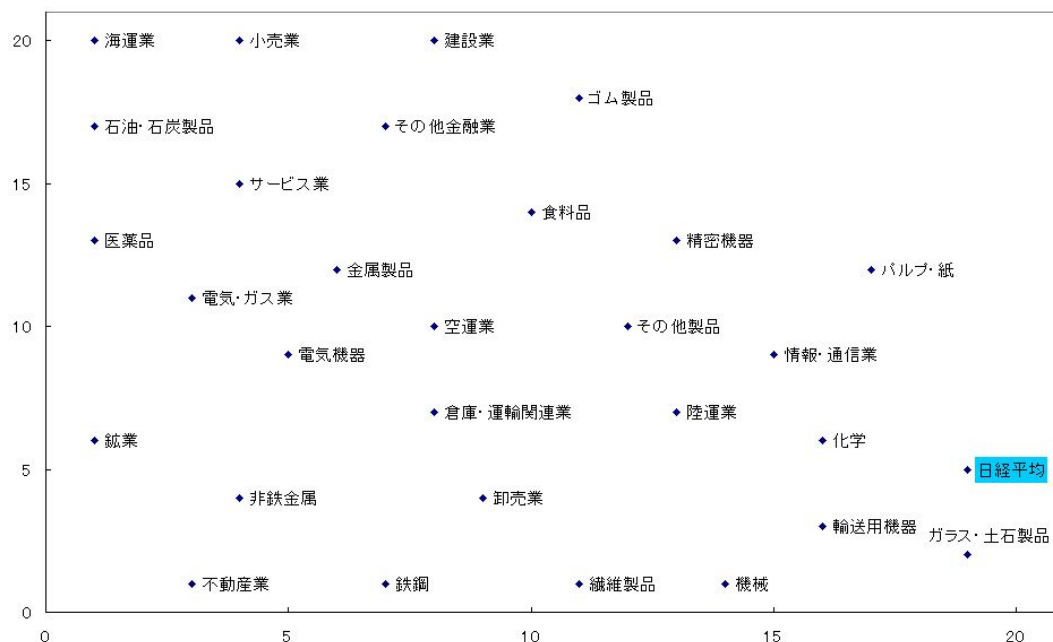


図 8. 業種平均に対するマップ(週終値)

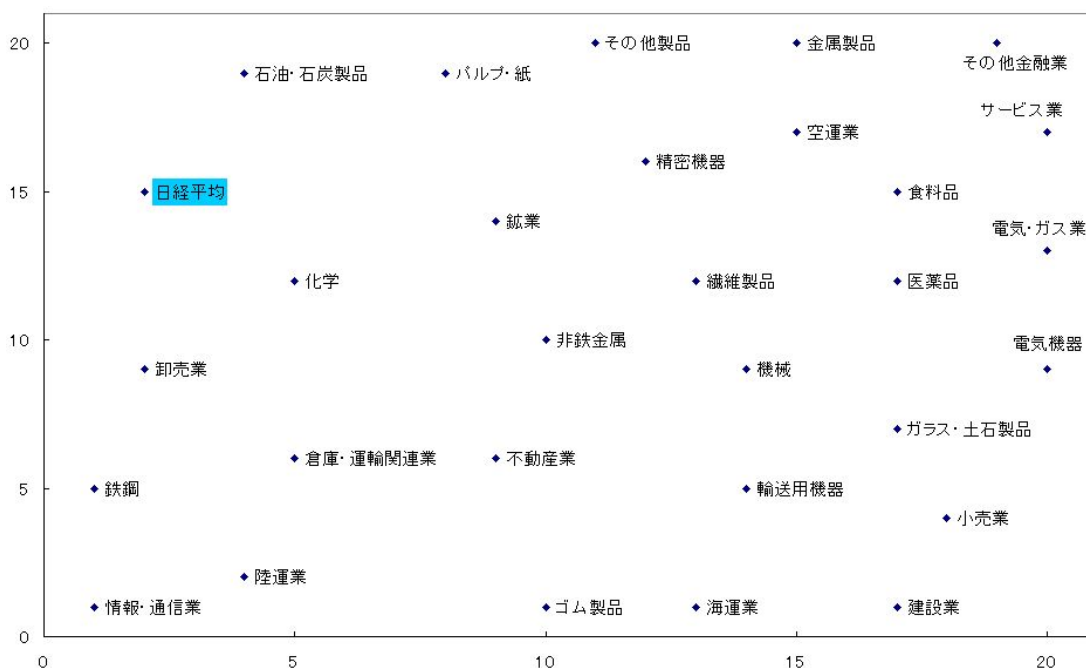


図 9. 業種平均に対するマップ(月終値)

結果を見ると、週および月において「化学」が「日経平均」と近い位置関係を保っている一方で、「石油・石炭製品」はまったく異なっていること（月周期では似ているが、週周期ではまったく異なる）等を読み取ることができる。

3. 4 個別銘柄に対する株価予測への展開

以上のように、個別銘柄の時系列傾向ならびに業種平均に対する SOM により、短期的（週）ならびに中長期的（月）観点で、株価変動の相関関係を見ることができた。さらにこの特徴の類似した銘柄グループに対して株価予測モデル（たとえばバックプロパゲーション）を構築することで、たとえば一時的に個々の企業の業績の変動による一時的な株価変動があっても、中長期的にはトレンドをはずさない予測モデルの構築が可能になると考えられる。

この場合、重要な課題として2点が挙げられる：

(1) クラスターの定義の問題

SOM からクラスターを定義する場合、

(a) 2次元マップ上でビジュアルにクラスター境界を決定する
あるいは

(b) 1次元 SOM を構築して、ニューロンの配列番号をクラスターに対応させる方法があるが、前者は定義の一意性にあいまいさが残る一方、後者は低次元化による情報量の減少による誤差の影響と、両者ともに一長一短があり、両者の複合的評価が重要となる。

(2) 説明変数の扱い

バックプロパゲーション等の教師変数ありのモデルでは、教師変数に関係性が少ない（相関係数が小さい）変数は、学習によって決定されるネットワークの結合を通じて無視されるため、予測精度への被害は少ない。一方、SOM は入力変数をすべて対等に扱って処理するため、関係性が薄い変数が入力に入っている場合に、それらに引きづられて、予測モデル構築にとっては適切でないクラスターが生成されてしまうという危険性をはらむ点に最大の注意が必要である。

今回の結果に対して、株価予測モデルの構築には、外国市場(ナスダック、NY ダウ、SP500 等)の影響を加味することが必要であるとのコメントを某投資顧問会社様から頂いている。その際にも、ここで述べた分析を、海外関連企業・業種へ拡張することは容易である。現時点では、更なる解析の実施・検証を行っているが、結果報告のため、次の報告の機会を得たいと考えている。

4. 結論および今後の課題

株価変動傾向に対する SOM を構築した結果、視覚的に以下の事実が確認された：

- (1) 同一業種の企業は類似した株価変動傾向を持つ場合が多く、とくに「電気・ガス業」ではそれが顕著であることが分かった。
- (2) 月および週の終値ともに、「化学」は日経平均に近い変動をしていることが示された。また、「空運業」と「その他金融業」は日経平均との差異が大きい。このことは、統計的評価結果と呼応している。
- (3) いくつかの企業は、週および月でともに同一ノードのものが存在する。これらの企業は、比較的長い期間、株価変動が同期を取っており、ポートフォリオ運用におけるリスク分散の観点でも、注目に値するグループと考えられる。

また、今回構築した SOM から、特徴の類似した銘柄グループごとに株価予測モデルを構築することで、個々の企業の業績の変動による一時的な株価変動に左右されない予測モデルの構築が可能になると考えられる。

今回、筆者らのような株式投資の経験の少ないものが実施した結果であったが、某投資顧問会社からは相応の評価を頂いており、実際の適用には、さらに外国市場(ナスダック, NY ダウ, SP500)の影響を加味することが必要とのコメントを頂いている。

5. おわりに

今回ご紹介した事例は、例えていえば、エキスパートの投資家を念頭に置き、その投資家の脳皮質にある株式市場像を可視化したといえる。実際、筆者らのような株式投資に素人なものであっても、エキスパートの投資家が評価できるレベルまでの情報を取得できることが分かったように、他の分野においても有効な技術であると考え^[2]。ビジネスでは不可欠の、要因が複雑に絡み合った多次元データを、非線形性を保持しながら可視化ができる自己組織化マップ技術は、変化の激しいビジネス界におけるリスクマネジメントのための見える化ツールとして、また様々な業界のエキスパートが、過去の経験から得たノウハウを共有するためのナレッジマネジメントツールとして威力を発揮する。とくにすぐ目前にある 2007 年問題に取り組む際の有益なツールであり、効果的な活用は急務であると考え。

表1 解析対象株式上場企業一覧

[ガラス・土石製品]

日東紡, 旭硝子, 日本板硝子, 住友大阪セメント, 太平洋セメント, TOTO, 日本ガイシ

[ゴム製品]

ブリヂストン

[サービス業]

日本工営, 総合警備保障, 電通, オリエンタルランド, ユー・エス・エス, 燦ホールディングス, 東京ドーム, メデカジャパン, セコム

[その他金融業]

クレディセゾン, 日本証券金融, アイフル, 三洋電機クレジット, リコーリース, NISグループ, アコム, プロミス, 東京リース, 住商リース, ダイヤモンドリース

[その他製品]

フジシールインターナショナル, ウッドワン, 大建工業, 凸版印刷, 大日本印刷, 共同印刷, 日本写真印刷, ローランド, ヤマハ, 田崎真珠, アデランス

[パルプ・紙]

王子製紙, 三菱製紙, 北越製紙, 中越パルプ工業, 大王製紙, 日本製紙グループ, レンゴー, トーモク, 朝日印刷

[医薬品]

協和発酵工業, 武田薬品工業, 塩野義製薬, 田辺製薬, 中外製薬, 科研製薬, エーザイ, 久光製薬, エスエス製薬, みらかホールディングス, キッセイ薬品工業

[卸売業]

佐鳥電機, メディセオ・パルタックホールディングス, 丸紅, 長瀬産業, 豊田通商, 三井物産, 日本紙パルプ商事, 住友商事, 三菱商事, キヤノンマーケティングジャパン, 菱電商事, 極東貿易, 新光商事, 三信電気, ドトールコーヒー, スズケン

[化学]

電気化学工業, 信越化学工業, エア・ウォーター, 大陽日酸, 四国化成工業, 日本触媒, カネカ, 三菱ガス化学, 三井化学, JSR, 住友ベークライト, 積水化学工業, 日本ゼオン, 宇部興産, 積水樹脂, 三菱樹脂, 日立化成工業, 大倉工業, 日本化薬, ADEKA, 日本油脂, 花王, 日本ペイント, 関西ペイント, 太陽インキ製造, 東洋インキ製造, ライオン, 高砂香料工業, ヤスハラケミカル, 小林製薬, JSP, ユニ・チャーム

[海運業]

日本郵船, 商船三井, 川崎汽船, 飯野海運

[機械]

日本製鋼所, 三浦工業, 牧野フライス製作, OSG, SMC, サトー, コマツ, 日立建機, 井関農機, TOWA, クボタ, 小森コーポレーション, 住友精密工業, 荏原, ダイキン工業, ダイフク, タダノ, CKD, 理想科学工業, サンデン, グローリー, 日本精工, NTN, THK, 日立工機, 日立造船, 三菱重工業, 石川島播磨重工業

[金属製品]

三和シャッター工業, 住生活グループ, 日立粉末冶金

[空運業]

全日本空輸, 日本航空

[建設業]

大成建設, 大林組, 清水建設, 鹿島, 鉄建, 西松建設, 前田建設工業, 戸田建設, NIPPONコーポレーション, 東亜建設工業, 住友林業, パナホーム, 大和ハウス工業, 大明, トーエネック, 日本電話施設, 日揮, NEC ネットエスアイ

[鉱業]

日鉄鉱業

[小売業]

エディオン, ベスト電器, カスミ, AOKIホールディングス, 高島屋, 大丸, 丸善, 伊勢丹, 阪急百貨店, 丸井, 原信ナルスホールディングス, イズミヤ, イオン, マツモトキヨ

シ, サガミチェーン, 関西スーパーマーケット

[情報・通信業]

野村総合研究所, フジテレビジョン, エイベックス・グループ, 日本ユニシス, TBS, 朝日放送, テレビ朝日, KDDI, NTTドコモ, JSAT, 東宝, NTTデータ, カプコン, TIS, コナミ

[食料品]

日本製粉, 明治乳業, 雪印乳業, 森永乳業, ヤクルト本社, 日本ハム, 伊藤ハム, サッポロホールディングス, アサヒビール, キリンビール, 宝ホールディングス, オエノンホールディングス, メルシャン, コカ・コーラウエストジャパン, コカ・コーラセントラルジャパン, 伊藤園, 日清オイリオグループ, 不二製油, キッコーマン, 味の素, キユーピー, カゴメ, ニチレイ, 加ト吉, 東洋水産, 日清食品, JT

[精密機器]

島津製作所, 東京精密, ニコン, オリンパス, 理研計器, HOYA, ノーリツ鋼機, 松風, ニプロ

[石油・石炭製品]

新日本石油, 昭和シェル石油, コスモ石油, 新日鉱ホールディングス

[繊維製品]

東洋紡, クラボウ, ダイドーリミテッド, 帝人, 東レ, 三菱レイヨン, クラレ

[倉庫・運輸関連業]

三菱倉庫, 三井倉庫, 澁澤倉庫, 日本トランスシスティ, キムラユニティ

[鉄鋼]

新日本製鐵, 住友金属工業, 神戸製鋼所, ジェイエフイーホールディングス, 淀川製鋼所, 大同特殊鋼, 日立金属, 栗本鐵工所, 日亜鋼業

[電気・ガス業]

東京電力, 中部電力, 関西電力, 中国電力, 北陸電力, 東北電力, 四国電力, 九州電力, 北海道電力, 沖縄電力, 東京ガス, 大阪ガス, 東邦ガス, 北海道ガス, 広島ガス, 西部ガス, 中部ガス

[電気機器]

イビデン, ブラザー工業, ミネベア, 日立製作所, 東芝, 三菱電機, 富士電機ホールディングス, 安川電機, 日本電産, オムロン, NEC, 富士通, 沖電気工業, サンケン電気, エプソントヨコム, NECエレクトロニクス, 能美防災, 日本無線, 松下電器産業, シャープ, アンリツ, 日立国際電気, ソニー, NECトーキン, 三洋電機, タムラ製作所, アルプス電気, パイオニア, 日本ビクター, TOA, 日立マクセル, アルパイン, 横河電機, 新電元工業, 山武, 堀場製作所, アドバンテクト, エスペック, シスメックス, スタンレー電気, ウシオ電機, 日本セラミック, カシオ計算機, 日本CMK, 浜松ホトニクス, 新光電気工業

[非鉄金属]

三井金属, 三菱マテリアル, 古河機械金属, 古河電気工業, 住友電気工業, フジクラ

[不動産業]

アゼル, 三井不動産, 三菱地所, 平和不動産, 京阪神不動産, 住友不動産, テーオーシー

[輸送用機器]

豊田自動織機, デンソー, 東海理化, 川崎重工業, いすゞ自動車, トヨタ自動車, 日野自動車, トピー工業, 曙ブレーキ工業, KYB, カルソニックカンセイ, アイシン精機, マツダ, ダイハツ工業, ホンダ, スズキ, 富士重工業, ヤマハ発動機, 豊田合成, 八千代工業, 昭和飛行機工業

[陸運業]

東武鉄道, 相模鉄道, 東京急行電鉄, 京浜急行電鉄, 小田急電鉄, 京王電鉄, 京成電鉄, 東日本旅客鉄道, 西日本旅客鉄道, 東海旅客鉄道, 西日本鉄道, 近畿日本鉄道, 阪急電鉄, 阪神電気鉄道, 南海電気鉄道, 名古屋鉄道, 山陽電気鉄道, 日本通運, ヤマトホールディングス, センコー, 日本梱包運輸倉庫, 福山通運, セイノーホールディングス

表2 業種間相関(週末終値)

	日経平均	ガラス・土石製品	ゴム製品	サービス業	その他金融業	その他製品	パルプ・紙	医薬品	卸売業	化学	海運業	機械	金属製品	空運業	建設業
日経平均	1														
ガラス・土石製品	0.98	1													
ゴム製品	0.78	0.84	1												
サービス業	0.82	0.83	0.81	1											
その他金融業	0.68	0.6	0.64	0.87	1										
その他製品	0.99	0.97	0.76	0.84	0.59	1									
パルプ・紙	0.94	0.92	0.64	0.79	0.6	0.95	1								
医薬品	0.93	0.91	0.73	0.72	0.43	0.89	0.82	1							
卸売業	0.98	0.96	0.8	0.85	0.61	0.97	0.92	0.95	1						
化学	0.99	0.97	0.77	0.84	0.61	0.98	0.94	0.92	0.99	1					
海運業	0.92	0.88	0.78	0.88	0.7	0.9	0.83	0.89	0.94	0.92	1				
機械	0.99	0.97	0.79	0.87	0.66	0.97	0.94	0.9	0.98	0.99	0.91	1			
金属製品	0.83	0.87	0.81	0.93	0.8	0.87	0.83	0.69	0.84	0.86	0.79	0.88	1		
空運業	0.61	0.58	0.47	0.75	0.81	0.65	0.67	0.38	0.58	0.64	0.63	0.68	0.76	1	
建設業	0.89	0.87	0.79	0.97	0.84	0.89	0.85	0.79	0.91	0.91	0.94	0.93	0.91	0.75	1
鉱業	0.98	0.95	0.72	0.76	0.48	0.97	0.93	0.92	0.96	0.97	0.88	0.96	0.78	0.56	0.83
小売業	0.94	0.92	0.82	0.94	0.79	0.93	0.88	0.84	0.95	0.95	0.95	0.96	0.9	0.74	0.98
情報・通信業	0.98	0.95	0.74	0.82	0.6	0.98	0.93	0.91	0.97	0.98	0.93	0.97	0.81	0.64	0.89
食料品	0.94	0.92	0.74	0.87	0.73	0.94	0.92	0.83	0.92	0.93	0.9	0.94	0.86	0.74	0.9
精密機器	0.9	0.89	0.66	0.67	0.41	0.9	0.84	0.84	0.87	0.9	0.77	0.88	0.75	0.56	0.73
石油・石炭製品	0.86	0.87	0.79	0.81	0.58	0.83	0.76	0.93	0.91	0.87	0.88	0.87	0.75	0.42	0.83
繊維製品	0.98	0.96	0.75	0.81	0.59	0.97	0.94	0.91	0.98	0.99	0.89	0.99	0.84	0.63	0.88
倉庫・運輸関連業	0.95	0.92	0.76	0.88	0.68	0.96	0.89	0.88	0.97	0.96	0.95	0.96	0.85	0.68	0.94
鉄鋼	0.97	0.95	0.79	0.88	0.66	0.96	0.92	0.93	0.99	0.98	0.95	0.98	0.85	0.61	0.94
電気・ガス業	0.93	0.9	0.77	0.78	0.51	0.91	0.83	0.96	0.96	0.93	0.91	0.92	0.77	0.46	0.85
電気機器	0.96	0.95	0.8	0.9	0.7	0.97	0.93	0.85	0.96	0.97	0.9	0.98	0.93	0.72	0.94
非鉄金属	0.99	0.96	0.78	0.86	0.63	0.98	0.94	0.91	0.99	0.99	0.93	0.99	0.85	0.65	0.92
不動産業	0.97	0.93	0.72	0.83	0.64	0.96	0.94	0.84	0.94	0.96	0.91	0.96	0.83	0.7	0.9
輸送用機器	0.99	0.98	0.82	0.85	0.62	0.97	0.93	0.92	0.99	0.99	0.92	0.99	0.86	0.61	0.91
陸運業	0.98	0.95	0.76	0.87	0.66	0.98	0.94	0.89	0.98	0.98	0.94	0.98	0.86	0.67	0.93

	鉱業	小売業	情報・通信業	食料品	精密機器	石油・石炭製品	繊維製品	倉庫・運輸関連業	鉄鋼	電気・ガス業	電気機器	非鉄金属	不動産業	輸送用機器	陸運業
日経平均															
ガラス・土石製品															
ゴム製品															
サービス業															
その他金融業															
その他製品															
パルプ・紙															
医薬品															
卸売業															
化学															
海運業															
機械															
金属製品															
空運業															
建設業															
鉱業	1														
小売業	0.89	1													
情報・通信業	0.97	0.94	1												
食料品	0.9	0.93	0.94	1											
精密機器	0.9	0.8	0.86	0.79	1										
石油・石炭製品	0.83	0.85	0.83	0.78	0.76	1									
繊維製品	0.96	0.93	0.96	0.92	0.89	0.86	1								
倉庫・運輸関連業	0.92	0.97	0.97	0.93	0.82	0.84	0.95	1							
鉄鋼	0.94	0.96	0.96	0.93	0.82	0.91	0.97	0.97	1						
電気・ガス業	0.91	0.88	0.91	0.83	0.84	0.92	0.92	0.92	0.95	1					
電気機器	0.93	0.97	0.94	0.92	0.88	0.84	0.96	0.95	0.96	0.89	1				
非鉄金属	0.97	0.96	0.97	0.93	0.88	0.87	0.98	0.97	0.98	0.93	0.98	1			
不動産業	0.94	0.94	0.97	0.94	0.84	0.76	0.96	0.96	0.94	0.85	0.94	0.97	1		
輸送用機器	0.96	0.95	0.97	0.92	0.87	0.89	0.99	0.95	0.98	0.94	0.97	0.99	0.95	1	
陸運業	0.95	0.96	0.98	0.96	0.84	0.83	0.97	0.98	0.97	0.91	0.96	0.98	0.98	0.97	1

表 3. 業種間相関(月末終値)

	日経平均	ガラス・土石製品	ゴム製品	サービス業	その他金融業	その他製品	パルプ・紙	医薬品	卸売業	化学	海運業	機械	金属製品	空運業	建設業
日経平均	1														
ガラス・土石製品	0.98	1													
ゴム製品	0.76	0.82	1												
サービス業	0.8	0.8	0.78	1											
その他金融業	0.55	0.54	0.58	0.86	1										
その他製品	0.98	0.97	0.75	0.8	0.52	1									
パルプ・紙	0.94	0.91	0.6	0.77	0.56	0.92	1								
医薬品	0.93	0.92	0.72	0.67	0.37	0.9	0.8	1							
卸売業	0.99	0.97	0.78	0.83	0.57	0.97	0.91	0.95	1						
化学	0.99	0.97	0.75	0.83	0.58	0.98	0.93	0.93	0.99	1					
海運業	0.92	0.88	0.76	0.87	0.67	0.9	0.81	0.88	0.93	0.92	1				
機械	0.98	0.97	0.75	0.86	0.65	0.96	0.94	0.89	0.98	0.99	0.91	1			
金属製品	0.82	0.84	0.78	0.94	0.82	0.84	0.82	0.66	0.83	0.86	0.8	0.89	1		
空運業	0.57	0.52	0.44	0.76	0.87	0.56	0.58	0.32	0.54	0.6	0.63	0.64	0.78	1	
建設業	0.88	0.86	0.75	0.97	0.81	0.87	0.85	0.76	0.9	0.9	0.92	0.93	0.93	0.75	1
卸売業	0.98	0.97	0.73	0.72	0.44	0.98	0.91	0.94	0.97	0.97	0.88	0.95	0.76	0.48	0.81
小売業	0.93	0.92	0.81	0.94	0.78	0.92	0.87	0.83	0.94	0.94	0.95	0.95	0.93	0.74	0.97
情報・通信業	0.99	0.96	0.72	0.79	0.55	0.98	0.92	0.92	0.97	0.98	0.93	0.96	0.8	0.58	0.87
食料品	0.96	0.92	0.71	0.82	0.65	0.93	0.89	0.86	0.95	0.96	0.92	0.95	0.81	0.67	0.89
精密機器	0.92	0.92	0.7	0.66	0.36	0.93	0.83	0.89	0.89	0.92	0.79	0.89	0.74	0.45	0.73
石油・石炭製品	0.87	0.88	0.75	0.81	0.59	0.84	0.78	0.92	0.92	0.89	0.87	0.89	0.77	0.43	0.84
繊維製品	0.98	0.96	0.73	0.81	0.6	0.96	0.95	0.91	0.98	0.99	0.89	0.99	0.85	0.6	0.89
倉庫・運輸関連業	0.95	0.9	0.75	0.88	0.68	0.94	0.87	0.86	0.95	0.95	0.96	0.94	0.85	0.67	0.93
鉄鋼	0.97	0.95	0.75	0.87	0.65	0.96	0.93	0.91	0.99	0.99	0.94	0.99	0.87	0.61	0.94
電気・ガス業	0.93	0.9	0.76	0.75	0.46	0.91	0.83	0.96	0.95	0.93	0.91	0.91	0.75	0.4	0.83
電気機器	0.96	0.96	0.79	0.88	0.66	0.95	0.93	0.85	0.96	0.97	0.89	0.98	0.92	0.67	0.93
非鉄金属	0.99	0.97	0.77	0.85	0.62	0.98	0.94	0.91	0.99	0.99	0.93	0.99	0.87	0.63	0.93
不動産業	0.97	0.93	0.72	0.83	0.64	0.96	0.92	0.85	0.95	0.96	0.92	0.95	0.83	0.67	0.9
輸送用機器	0.99	0.98	0.8	0.83	0.61	0.97	0.93	0.93	0.99	0.99	0.91	0.99	0.86	0.56	0.9
陸運業	0.98	0.96	0.76	0.85	0.64	0.97	0.93	0.89	0.98	0.98	0.94	0.97	0.85	0.64	0.92

	卸売業	小売業	情報・通信業	食料品	精密機器	石油・石炭製品	繊維製品	倉庫・運輸関連業	鉄鋼	電気・ガス業	電気機器	非鉄金属	不動産業	輸送用機器	陸運業
日経平均															
ガラス・土石製品															
ゴム製品															
サービス業															
その他金融業															
その他製品															
パルプ・紙															
医薬品															
卸売業															
化学															
海運業															
機械															
金属製品															
空運業															
建設業															
卸売業	1														
小売業	0.88	1													
情報・通信業	0.97	0.93	1												
食料品	0.92	0.92	0.96	1											
精密機器	0.94	0.81	0.89	0.82	1										
石油・石炭製品	0.84	0.86	0.84	0.83	0.8	1									
繊維製品	0.96	0.93	0.97	0.96	0.89	0.88	1								
倉庫・運輸関連業	0.9	0.97	0.96	0.94	0.81	0.84	0.94	1							
鉄鋼	0.94	0.96	0.96	0.95	0.85	0.91	0.98	0.96	1						
電気・ガス業	0.92	0.87	0.91	0.87	0.89	0.91	0.92	0.9	0.93	1					
電気機器	0.93	0.96	0.93	0.92	0.9	0.86	0.96	0.93	0.96	0.88	1				
非鉄金属	0.96	0.96	0.97	0.96	0.9	0.88	0.98	0.96	0.99	0.92	0.98	1			
不動産業	0.93	0.95	0.98	0.95	0.84	0.79	0.95	0.97	0.95	0.85	0.94	0.97	1		
輸送用機器	0.97	0.95	0.97	0.95	0.9	0.9	0.98	0.94	0.98	0.93	0.97	0.99	0.95	1	
陸運業	0.95	0.96	0.99	0.96	0.86	0.84	0.97	0.98	0.97	0.9	0.95	0.98	0.99	0.98	1

参考文献

- [1] T.Kohonen, Self-Organizing Maps, Springer, 1996
- [2] 徳高 平蔵・岸田 悟・藤村 喜久郎, 自己組織化マップの応用 ~多次元情報の2次元可視化~, 海文堂, 1999
- [3] NeuralWorks 紹介およびニューラルネットワークおよび自己組織化マップ適用事例紹介ホームページ <http://neuralware.osk.setsw.co.jp>
事例リンク集<http://neuralware.osk.setsw.co.jp/Link.htm>