

工場診断における  
テキストマイニングの適用

長 坂 悦 敬

甲南経営研究 第53巻 第2号 抜刷

平成 24 年 9 月

# 工場診断における テキストマイニングの適用

長 坂 悦 敬

## 1. は じ め に

製造業において工場管理は重要であり、その内容は生産管理・技術管理・原価管理・品質管理・在庫管理・販売管理など多岐にわたる。一般に、日々、月次での継続的な内部管理だけでなく、定期あるいは不定期に第三者による診断・評価を受けて工場の改善・改革に取り組むことも行われている。とくに中小・中堅企業では、社内では気づいていない問題点を抽出し、改善の方向付けをするために中小企業診断士などによる工場診断が利用される。社内の幹部やスタッフでは気づいていない問題点を抽出し改善の方向付けができれば、効果的な改善活動を実施する動機付けとなる。

工場診断制度が設立され（平井泰太郎，1933）、工場診断の実態についての調査研究も精力的に行われてきた（森川覚三，1949等）。また、工場診断と会計との関わりについての議論が行われる一方で（油谷十二，1950等）、その方法論については多くの改善が行われてきた。工場診断に関する著書（江木実夫，1959）、（並木高矣，1988）から、各時代の方法論の特徴を知ることができる。さらに、人材育成の重要性が工場診断でも大きく取り上げられ（大和田国男，1996）、IT（情報技術）の発展にともない工場診断方法も変化してきた（工場管理，2002）。その後、CSR やリスクマネジメントと工場診

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

断の関わりも注目され（石島隆他，2005），工場の徹底した可視化が推奨されるに至り（田村隆善，小島貢利，2007），いくつかの診断システムも提唱されている（D. Dengel, et. al., 2008）。

現在の工場診断では，一般に，①財務原価構造分析（資料調査），②分野特性・製品特性の把握，③経営管理状況の分析（ヒアリング），④生産現場診断，⑤機能別診断等が行われる。また，①生産戦略（製品・技術・人材・設備），②5S（整理・整頓・清掃・清潔・躰），③工場レイアウト（設備レイアウトとライン編成），④作業の効率性（作業のムダとり・標準化），⑤モノの流し方（工程管理・現品管理・物流管理），⑥品質管理（品質基準・工程品質）のような項目について，現場主義を基本として調査分析を行い，定量的に評価することも行われる。<sup>(1)</sup>

一方，特定分野で最高レベルの業績をあげている企業のプロセスから「ベストプラクティス」（最高の実践方法）を探り，その状態に近づけるように改善・改革を進める経営管理手法としてベンチマーキングがある（Charles T. Horngren, et. al. 1994）。工場をベンチマークすることで，ベストプラクティスを探究し，他社や他部門を参考にすれば，これまで気づかなかった新しい方法を取り入れることができる（秋葉孝次郎他，1992）。ベンチマーキングでは，ベンチマーク（指標）を数値化し定量的に評価する。この手法はコストマネジメント（飯塚 勲，1996）やTQMへの適用（圓川隆夫，1998）の他，企業効率性の評価（植村芳樹，1998）や卓越企業の比較研究（西川裕紀，1999）に適用されるようになった。

優れた経営システムを有する企業を表彰する1987年に創設されたマルコム・ボルドリッジ（MB）賞（米国国家経営品質賞），このMB賞をもとに1995

---

（1）現場主義を基本として調査分析を行い，採点することにより改善点を明らかにする。6つの大項目はさらに30以上のチェックリストで構成され，診断を行う。所要時間として100人以下の工場で，5～10時間を要するという。

年に創設された日本経営品質賞は、互いに国家的競争力の向上を目的とした企業ベンチマーキングであるともいえる（八木 英一郎，2008）。米国生産性品質センター（American Productivity and Quality Center）は、1992年に、業務プロセス改善のためにベンチマーキングツールとして業界を超えて使用できる汎用的なモデルとしてAPQC ビジネスプロセスモデル（APQC Process Classification Framework）を公表した。これは、標準的な業務プロセス分類のフレームワークで、業務プロセスのベストプラクティスを調査し、ベンチマーキングするための基準として定義されたもので、米国のMB賞のプロセス評価基準ともなっている他、日本でも経営品質賞選考時のプロセス評価基準となっている。また、ITCプロセスの経営戦略策定フェイズのリファレンスモデルとしても利用されている。

卸売業・小売業に対しては、1998年に通商産業省が、流通システムの効率化進展度合いを客観的に評価する手法（ECR スコアカード）を開発し、日本GCI推進協議会／スコアカードWGで普及推進がはかられてきた。また、日本ロジスティクスシステム協会（JILS）と浜崎章洋らは、SCM／ロジスティクス業界の企業についてオペレーションレベルで4つの大項目、22の中項目で評価する自己診断『SCMロジスティクス・スコアカード（LSC）』を開示している。5段階レベル表現により回答が容易で、既に蓄積されている約250社のデータに対してベンチマーキングが簡単に行え、回答にかかる時間は20～30分程度と短いという特徴をもつ（浜崎章洋，嵐田耕太，圓川隆夫，2004）。

工場診断のように工場の状態を数値で把握することで、具体的に悪い部分をより明確に把握できる。さらに、ベンチマーク（指標）に目標値を設定し、計測を続けることによって具体的な改善の進捗状況、効果を把握できる。数値評価は判断に客観性をもたせ、従業員に具体的な目標を与えることにもなる。自工場の強みと弱みを分析して、迅速に強みを増幅し、弱みを克服する

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

ことへ向かうことにもつながる。

また、様々な評価のために会計数値や在庫量などというように明確に数値化できるものだけでなく、多くの重要な内容が含まれる文字情報も重要である。そこで、文字情報を客観的に分析、評価しようとする研究が数多く報告されている。とくに自然言語処理の中でテキストマイニングは、VOC (Voice of Customer) 分析でも実用化され注目されている。テキストマイニングでは、一般に、通常の記事からなるテキストデータを単語や文節で区切り、それらの出現の頻度や共出現の相関、出現傾向、時系列などを解析することで有用な情報を取り出す（石井哲，2002等）。テキストマイニングを用いた企業評価分析（白田佳子他，2009）や有価証券報告書のテキストマイニング（喜田昌樹，2006）、経営理念と企業パフォーマンスについてのテキストマイニングを用いた実証研究（小田恵美子，三橋平，2010）等がある。筆者らも、知的資産のひとつとして文書データを位置づけ、テキストマイニングを用いてその有効な検索、分類、分析法を検討してきた（長坂悦敬，古瀬勝茂，石井 哲，2002）（長坂悦敬，2006）。

一方、著者らは、戦略性と統合性の視点をもとに生産システムの革新を進めていくためのフレームワークを考察しながら、製造業の実態調査研究を継続している。具体的には、長年に渡り、工場視察およびヒアリングを繰り返して、カード・ラベル方式で視察参加者の意見を整理することで、実際の生産システムのユニーク性、問題点を抽出、分析してきた<sup>(2)</sup>。

以上の背景から本研究では、工場視察時の意見ラベルを電子化、テキストマイニング技術を応用し、より客観的な工場経営の分析、診断が行える可能

---

(2) 長坂悦敬，小長光亨，津田芳明，“戦略的統合生産システムの研究—SiGMA 研究会の活動報告—”，日本経営工学会関西支部事例研究会，（2004.4）。長坂悦敬，前川武彦，黒澤登，“テキストマイニングを適用した工場診断—戦略的統合生産システムの視点から—”，日本経営工学会2004年度春季研究大会，（2004.5）。

性について検討した。

## 2. 工場視察およびヒアリングに関する研究の概要

ここでの工場視察およびヒアリングに関する研究の母体は、1978年、関西生産性本部傘下の現関西IE協会の前身に生まれた「IE応用研究会」に始まる。1978～1988年、TPS (Toyota Production System) の応用を軸とする研究が行われた。<sup>(3)</sup> その研究会は1989年、母体の変遷にともない「戦略的統合生産システム (SIGMA) 研究会」として再出発し、<sup>(4)</sup> 2012年で24年目を迎え、関西を中心としつつ関東から九州に及ぶ熱心な企業メンバーを擁して活発な活動が続けられている。<sup>(5)</sup>

この研究会の理念・方針に挙げる“SiGMA<sup>2</sup>”は“Strategic Integration for Global Markets Advantage & Adaptability”の略であり、それを拠りどころに「インプット／アウトプット両市場における競争優位と先取適応のための戦略的統合生産システム」を追求してきた。日常的には、「戦略的統合性」「競争力」「適応力」「持続可能性」「生産文化」というキーワードを基底に、開発、調達、製造、販売、物流、保守等にわたるすべての生産連鎖を価値生産システムとしてとらえ、最適全体戦略のもとに変革することによって、より顧客ニーズに適合したモノ（サービス）の生産と供給を行い、価値増大を実現しようとするアプローチについて研究している。

研究会は年間5～6回開催され、研究会メンバーで実際に先進企業を訪問、ヒアリングと工場視察を行い、その事例研究を積み上げて戦略的統合生産システムのフレームワークを構築するというものである。そのため、現場見学

---

(3) 福田龍二、木村幸信監修、「ストックレス生産」、日刊工業新聞社、1986に9年間の研究成果がまとめられている。

(4) 藤田彰久、辻 新六、布瀬雅義監修：「戦略的統合生産システム“SIGMA”」、日刊工業新聞社、1993に中間成果が報告されている。

(5) 関西IE協会南 博夫氏の尽力により事務局機能が継続されている。

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

の後に参加者全員（毎回約20～40名）の意見をそれぞれに「意見ラベル」化し、それらを少人数のグループで討議しながら層別分類を重ね分析を行う。研究会のツール改編作業部会では、そのための分析ツールを開発し、改良を重ねてきた。2003年には、意見ラベルを評価、分類、整理するための評価テンプレート（SiGMA<sup>2</sup>-LIST と呼ぶ）を開発し、効率良い分析が可能となった（関西経営システム協会、2003）。

評価テンプレート（SiGMA<sup>2</sup>-LIST）は、大きく次の6つの評価項目をもつ（図表1参照）。つまり、①製品・市場の戦略的決定と中核能力で顧客をつかむ（L100 シリーズ）、②業務プロセス毎に QCDE 面の対応能力を備える<sup>(6)</sup>（L200 シリーズ）、③組織の最適選択と密連携による競争優位なバリューチェーンを構成する（L300 シリーズ）、④情報技術を活用して競争力・適応力を向上する（L400 シリーズ）、⑤現場に立脚した組織的改善活動と定石を活用する（L500 シリーズ）、⑥風通しがよくやる気があって知を生み出し育てる組織風土（L600 シリーズ）という6つの大分類、26の中分類、83の小分類からなる。Lはリスト（List）の頭文字であり、3桁のコードで分類している。

例えば、「②業務プロセス毎に QCDE 面の対応能力を備える」という大分類の評価項目の中には、4つの中分類視点があり、さらにそれぞれ3分類の小分類視点（12分類）が存在する。これらには、L200、L210、L211などのコード（1桁目：大分類視点、2桁目：中分類視点、3桁目：小分類視点）を付与し、コードで識別できるようにしている。この評価テンプレートは、研究会における過去の工場視察で実際に出了意見ラベル（858枚）をカテゴリ<sup>(7)</sup>ライズし、体系化して作成されたものである。

---

(6) QCDE は品質、コスト、納期、環境問題への対応を示す頭文字である。

(7) 藤田彰久関西大学名誉教授（当時研究会座長）ならびに研究会幹事であった前川武彦氏（技術士）、黒澤登氏、中野確氏、小長光亨氏、藤本国也氏らの作業部会による。

図表1 評価テンプレート (SIGMA<sup>2</sup>-LIST) 抜粋

<b>L100</b>		製品・市場の戦略的決定と中核能力で顧客をつかむ	
L110	経営理念		
	L111 経営理念が明確ですか？	}	中分類10
L120	ビジョンの策定		
	L121 ビジョンがありますか？		
	L122 共通の価値観は明確ですか？		
<b>L200</b>		業務プロセス毎に QCDE 面の対応能力を備える	
L210	品質面の対応能力		
	L211 品質に対して戦略の展開をしていますか？	}	中分類 4
	L212 品質の管理方式を確立していますか？		
L220	原価面の対応能力	}	小分類12
	L221 原価に対する戦略の展開をしていますか？		
	L222 原価を低減する業務プロセスが確立していますか？		
<b>L300</b>		組織構造の最適選択と部門間／企業間の密接な連携による競争優位を構築する	
L310	製品開発／技術開発とサプライチェーンとの連携		
	L311 製品開発／技術開発に対する戦略の展開をしていますか？	}	中分類 2
	L312 製品開発の管理方式を確立していますか？		
L320	サプライチェーンの確立	}	小分類13
	L321 サプライチェーン管理に対する戦略の展開をしていますか？		
	L322 サプライチェーンの管理方式を確立していますか？		
<b>L400</b>		情報技術を活用して競争力・適応力を向上する	
L410	情報化戦略		
	L411 情報化戦略がしっかり立案できていますか？	}	中分類 3
L420	情報技術の活用		
	L421 データ格納・参照の形態で情報技術を活用していますか？		
<b>L500</b>		現場に立脚した組織的改善活動と定石を活用する	
L510	生産定石活用		
	L511 リードタイム短縮を推進していますか？	}	中分類 3
L520	全社的改善活動		
	L521 改善推進・体制が明確にされていますか？		
<b>L600</b>		風通しがよくやる気がある知を生み出し育てる組織風土	
L610	変革能力を生み出す組織風土		
	L611 作業への動機付けを行っていますか？	}	中分類 4
L620	労働力確保の柔軟性		
	L621 必要な労働力が確保できていますか？		



工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

工場見学の後、各自が記入した意見ラベルに対して、評価テンプレート（SiGMA<sup>2</sup>-LIST）を照らし合わせ、該当する評価項目の分類コードを追加記入する。その後、意見ラベルを大分類①～⑥に分ける。さらに、参加メンバーは6つのグループに分かれ、討議を通じて、いわゆる親和図法を用いて層別分類を行う。そこで集約された意見は、視察工場の特徴を浮き彫りにするもので、発表会を通じてメンバーがその特徴について再吟味することが可能となっている（図表2参照）。

このように事例研究を繰り返し、戦略的統合生産システムのフレームワークを探求する、いわば帰納的アプローチを行ってきた。現時点では、企業において、経営環境を考慮しながら、マーケットを絞り込み、明確なビジョンのもとに経営戦略が提示されるべきである。また、企業の基礎となるのは、人材・技術などの基礎体力、固有技術、競争力・適応力、定石・手法であり、その上に積み上がった中核能力を生かす形で開発から保守までのバリューチェーンが構成される。そのバリューチェーンの機能が十分であれば、創出価値が増大し、財務指標にその結果が現れると考えている。

### 3. 工場視察時の意見ラベル分析

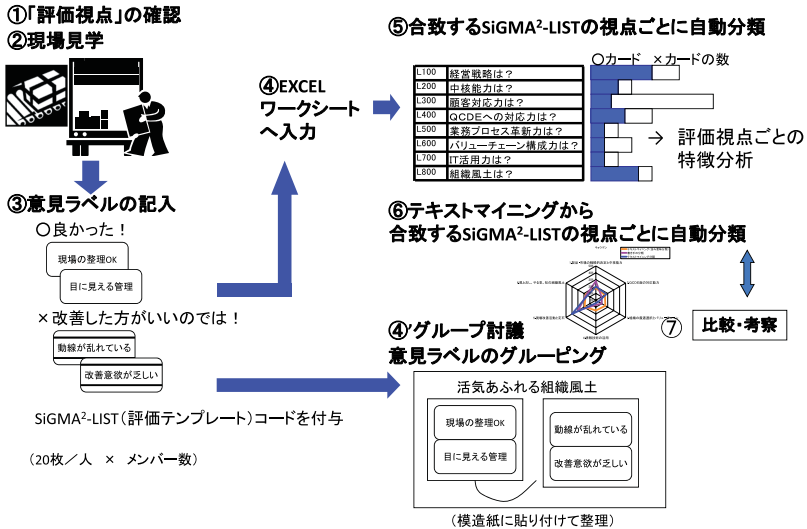
本研究では、テキストマイニングを用いて、工場視察時の意見ラベルを分析する方法を以下のように考えた。すなわち、工場視察を行った複数人（本研究では、生産技術や工場管理等に携わる専門家20～40人程度）の意見を整理することで工場評価を行う。

#### 3.1 工場視察意見ラベルの分析手順

図表2に示すように、前節で述べたSiGMA研究会にこの手法を組み込んで検証を重ねてきた。その方法は以下のように要約される。

まず、評価テンプレート（SiGMA<sup>2</sup>-LIST）を確認し、工場を視察する。工

図表2 テキストマイニングによる工場視察意見ラベル分析

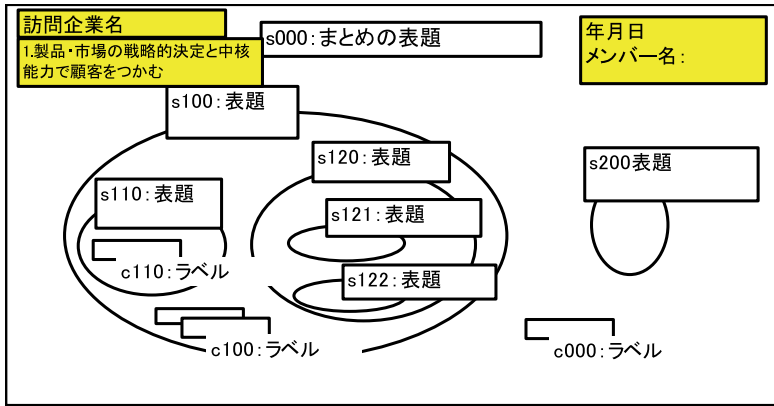


場視察後に、意見ラベルとして、青ラベル（good、素晴らしい、良いと感じたこと）を10枚程度、赤ラベル（suggestion、改善すべきである、問題があると思われること）を10枚程度記入する。更に、意見ラベルに記入後、記入した本人が評価テンプレート（SIGMA<sup>2</sup>-LIST）の分類でもっとも合致する評価項目分類コードを付与しておく。

その後のグループ討議では、評価テンプレート（SIGMA<sup>2</sup>-LIST）の大分類に沿い、工場視察したメンバーが6つのグループに分かれる。既に大分類（①～⑥）が行われた意見ラベルが各グループに集められ、各グループが自由に討議する。すなわち、親和図法を用いて、意見ラベルを模造紙上にグルーピングしながら分析を進め、図表3のような島づくりと表題づくりを行う。

一方で、意見ラベルを電子データに変換する（図表2④、図表4のExcelシートに入力）。ここで、模造紙にまとめられた親和図の島番号と評価テンプレート（SIGMA<sup>2</sup>-LIST）の分類コードを同時に入力しておく。また、青ラ

図表3 グループ討議による意見ラベルのまとめ（親和図法）<sup>(8)</sup>



図表4 意見ラベル入力のためのスプレッドシート

年月日	訪問先	討議まとめ				ラベルの内容	SIGMAコード			
		種別	大	中	小		分類	大項目	中項目	評価区分
20020904	シグマ電装	s	0	0	0	まとめ全体についての表題	1	0	0	g
20020905	シグマ電装	s	1	0	0	Shop 制による生産性一貫体制	1	0	0	g
20020905	シグマ電装	c	1	1	0	改善についてはNOと言えない体制づくりをやっている事に感動した。	1	2	1	s
20020905	シグマ電装	c	1	2	1	現場の作業者が、設備に愛着を持っている事がうかがえる。	1	3	0	?
20020905	シグマ電装	c	1	1	0	掲示物は、目標指標がきちんと明示されている。	1	2	2	g
20020905	シグマ電装	c	2	1	0	環境問題にいち早く対応している。	1	1	0	s
20020905	シグマ電装	c	2	0	0	社長の事例発表が、社長のやる気や自信がうかがえた。	1	2	0	s
20020905	シグマ電装									
20020905	シグマ電装									
20020905	シグマ電装									
20020905	シグマ電装									
20020905	シグマ電装									
20020905	シグマ電装									
20020905	シグマ電装									

島番号  
 ラベル種別: s = 島の表題であることを示す  
 c = 各自が書いたラベルであることを示す

SIGMA リストのコード番号  
 good = 青ラベル  
 suggestion = 赤ラベル  
 ? = どちらでもない

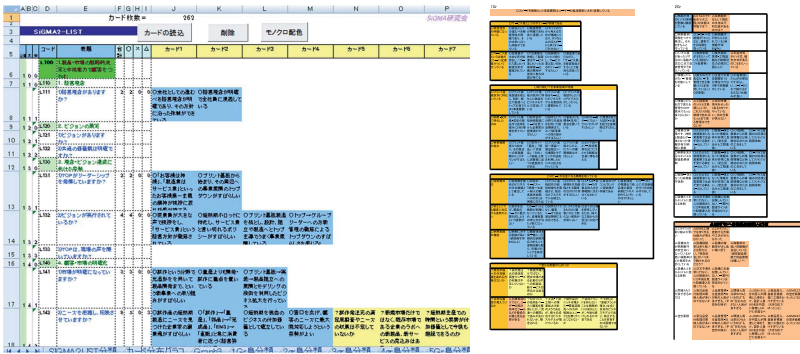
ベル (g) か赤レベルか (s) かの識別子も入力しておく。

更に、図2の⑤、⑥にあるようにテキストマイニング技術を用い、評価テ

(8) 島の表題にはs100, その中に含まれる小島の表題にはs110, s120とコード番号を付与。その島に含まれているラベルには島と同じ番号をc110というように付与する。これにより、バラバラに電子データとして入力された意見ラベルを模造紙にまとめられた分類と同じように後で整理することが可能になる。

ンプレート (SiGMA<sup>2</sup>-LIST) にそって自動的に意見ラベルを分類する。そのために、図表4で入力されたすべての意見ラベルについて、評価テンプレート (SiGMA<sup>2</sup>-LIST) の分類コード (図表1) 毎に合致するものを抽出して並べ替えるマクロ・プログラム (図表5) やグラフに表示するスプレッドシートを開発した。図表4での入力終了後に、図表5左のスプレッドシートを開き、「カード読込」ボタンを押すと、自動的に意見ラベルがコードに沿って色分けしながら配置される。同時に、別のスプレッドシート (図表5右) には、親和図法での分類のコードも識別して、模造紙に描かれた鳥の分布に沿ってラベルが配置される。

図表5 自動分類マクロ・プログラム

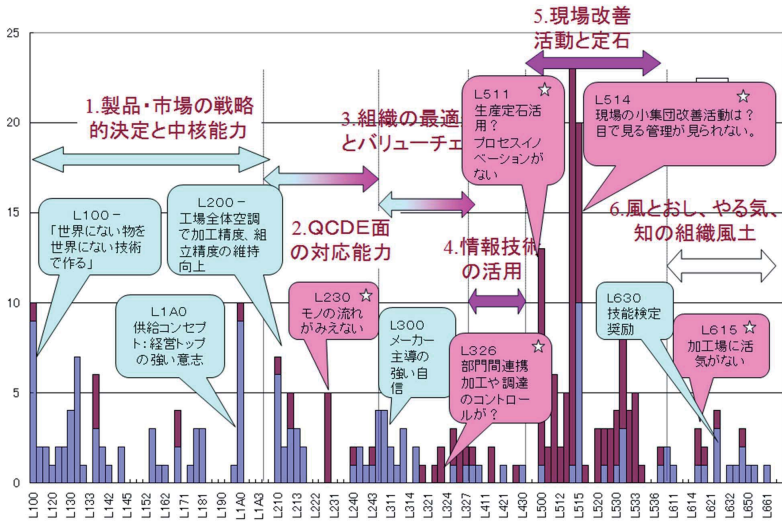


テキストマイニングによる意見ラベルの分類方法として、図表6のように横軸に評価テンプレートの分類、縦軸にラベル数を取り、青 (good) ラベル数と赤 (suggestion) ラベル数を2色に色分けして積上縦棒グラフで表示する。これによりどの評価項目に意見ラベルが多かったか、あるいは、赤ラベルが多いか等が一目でわかる。

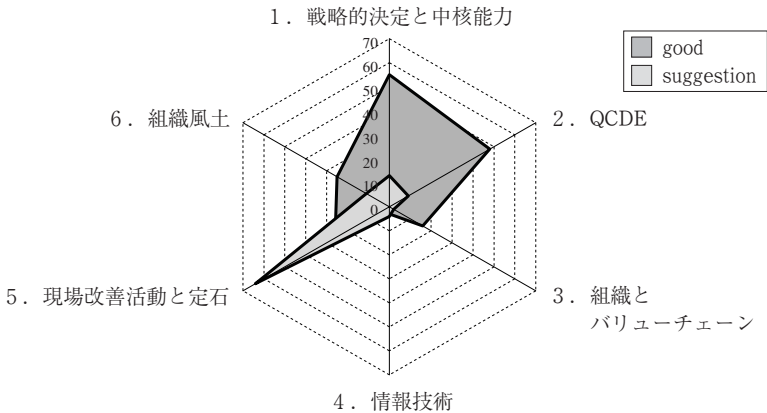
また、図表7のように、6つの大分類の評価項目に対して、青 (good) ラベル数と赤 (suggestion) ラベル数をレーダーチャートに表すことで意見の

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

図表6 評価項目に対する縦棒グラフによる意見ラベルの分布表示（例）



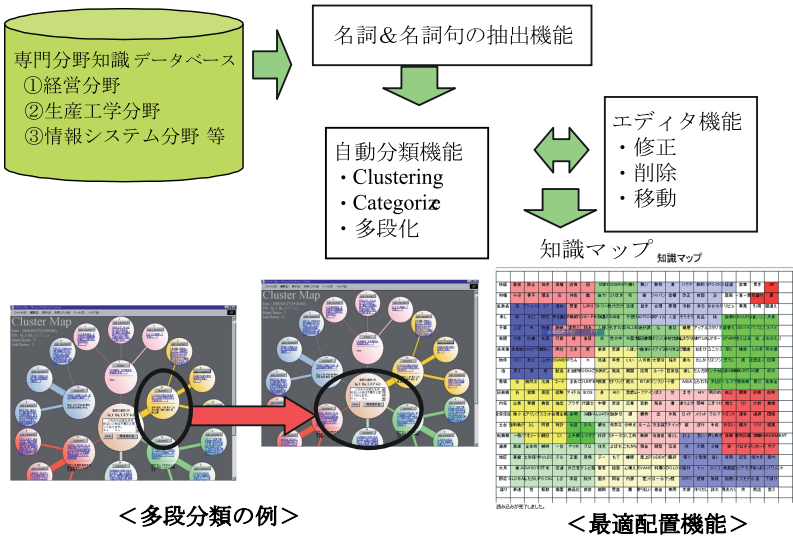
図表7 レーダーチャートによる意見ラベルの分布表示（例）



分布を視覚的に捉え、他工場の結果と比較することができる。

最後に、グループ討議による直感と感性による評価および分析とテキスト

図表8 テキストマイニング・システムの概要<sup>(9)</sup>



マイニングによる客観的なデータ分析（数値による評価）を比較，考察する。  
ベンチマーキングにより，問題発見を行い，問題解決のための考察を行う。

### 3.2 テキストマイニング方法

テキストマイニングは自然言語処理技術のひとつで，蓄積した言葉（単語・関連語・類似語等の関連性など）によって自然言語で書かれた文の意味的類似性や関連性を判断できる。本研究で用いたテキストマイニング・システムの概要を図表8に示す。<sup>(9)</sup>ここで用いたシステムは，知識データベース作成

(9) IPA（独立行政法人情報処理推進機構），RISE（ソフトウェア工学研究財団）「平成13年度ソフトウェアシーズ育成事業」，長坂悦敬他，「Web環境における記述問題自動採点エンジンの開発」（2002），<http://www.ipa.go.jp/SPC/report/01fy-pro/softseed/autoeval/autoeval.pdf>。

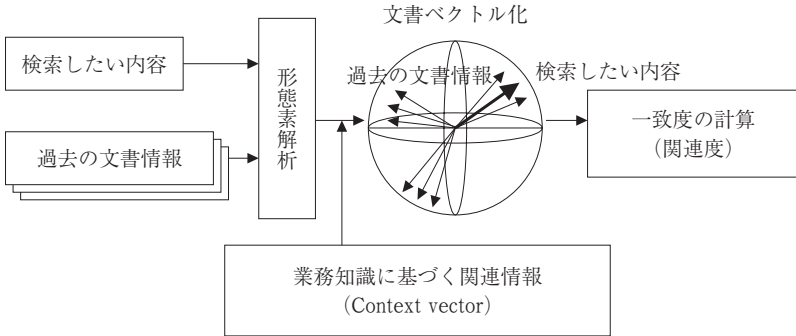
工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

機能、文書関連度解析機能、知識マップ作成機能、関連度評価結果ビジュアル化機能を備えている。

文書データから必要な情報を検索するための情報検索技術のひとつとして統計的手法を利用した概念抽出があり、ここでは各文書がベクトル化される。もっとも基本的なベクトル化方法は文書内に出現する単語の出現頻度をもとに行うものであるが、その場合はすべての文書に出現する単語すべての数という高い次元（例えば10万次元）をもつベクトルになりデータ量が膨大になる。しかし、ひとつの文書データに存在する単語の数は文書データ全体の単語数に比べると非常に少なく、文書ベクトルは要素に0（ゼロ）の多いベクトルになる。このため、単語の意味や共起関係などの情報を用いるなどのベクトル空間の構造を利用してベクトルの次元を圧縮する研究が数多く行われてきた。代表的な潜在的意味抽出法（Latent Semantic Indexing method, LSI法）は、特異値分解を用いて用語と文書間の関係行列を直交行列に分解し、行列の次元数を減らすことにより、共起性の高い語を1つに縮退する方法である（森辰則他，國分智晴，田中崇，2001）。

ここでは、この方法をもとに以下のように知識データベース作成および文書関連度解析を行った（長坂悦敬，古瀬勝茂，石井哲，2002）。まず、いくつかの文書データから単語間の関連度を学習する。すなわち、与えられた各文書を単語に分解し、品詞分析を行う（形態素解析）。「て」、「に」、「を」、「は」などの助詞や句読点を省いて、名詞、動詞、形容詞、副詞を識別し、文書内における互いの単語の関連度を計算する。関連の高い単語は文書の中で互いに近傍にしかも頻繁に出現するという性質（共起性）があることがわかっている。そこで、多くの文書で出現したすべての単語に対して多次元ベクトル上での座標を決める。ここでのベクトルの方向は単語の意味として関連が近いものが集積したカテゴリを示す。図表9に示すように全方位空間の中で各カテゴリを代表する方位を決めていく。

図表9 概念検索の手順

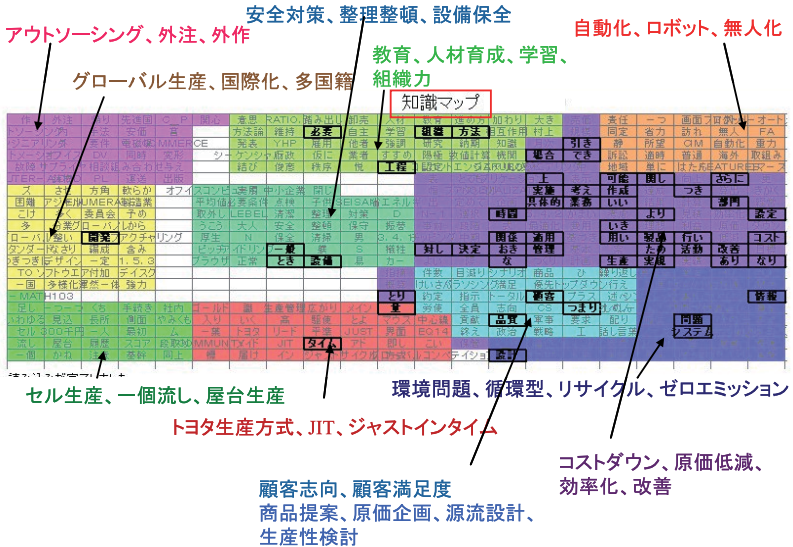


このとき、カテゴリ間で関連が強い、弱いという互いの相対的な関係を反映して方位が決まる。この方位はひとつの軸として定義でき、この軸の数、すなわち次元数が多ければより詳細に単語の関係を表現できるが、後の計算時間が膨大になる。ここでは実用的見地から約300次元の軸ですべての単語を配置するようにしている。結果として関連が深い単語はこのベクトル空間上で近い位置に配置される。この単語群と多次元ベクトルにおける位置データをデータベースとして格納する。次に、個々の文書について、そのデータベースと突き合わせ、その文書に含まれるすべての単語ベクトルを認識した後、それらの合成ベクトルとして文書ベクトルを計算する。2つの文書の関連度はこの文書ベクトルの内積を計算することで求められる。つまり、まったく方向も大きさも同じであれば1、垂直に交わっていれば0（ゼロ）となる。

専門分野の代表単語を分類し、関連があるものが近しく位置しているかどうか確認するために、2次元の平面上に表示した「知識マップ」を作成する。ここでは単語の配置を実現するための技術として自己組織化マップ (SOM) を用いた。SOMはニューラルネットワークをモデル化したものの一つで、教師無し競合強化学習及び近傍学習により、ある分布に従う入力データの特



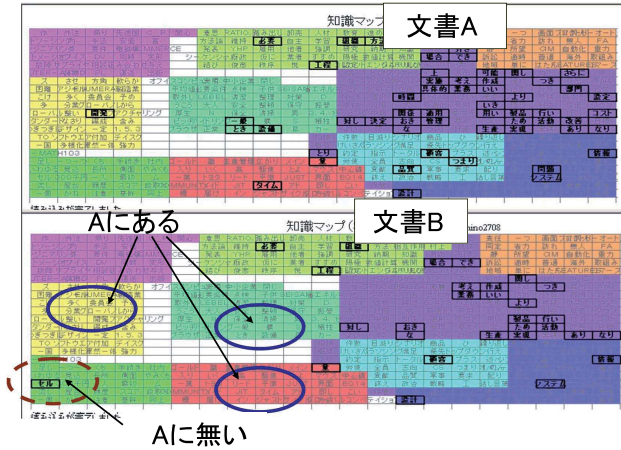
図表10 知識マップの例（生産工学）



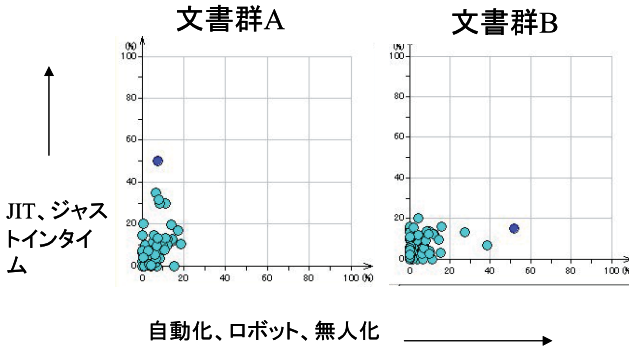
特徴を抽出し、その分布を近似した特徴マップを生成する。図表10に生産工学分野の知識マップの一例を示す。これは登録された知識データベースにより作成されるもので、その知識データベースの充実度（当該分野の文献量）に依存する。

さらに、各文書に含まれている単語と関連語が知識マップ上の単語に含まれていればハイライト表示することで、どの分野の単語群をどの程度カバーした文書であるかを一目で判断できるようにしている。図表11には文書Aと文書Bについて、それぞれ知識マップ上に関連度の高い単語をハイライト表示して比較した例を示す。文書Bにおいて文書Aに比べて不足している部分（グローバル化、安全、ジャストインタイムに関すること）、追加されている部分（セル生産や一個流しに関すること）が視覚的に判断できる。つまり、その文書にどのような群の単語が含まれているかをマクロ的に判断できる。

図表11 知識マップ上での関連語ハイライト表示の例



図表12 文書の2軸分析例



図表12には、複数の文書が含まれた文書群について、縦軸と横軸に独立した意味の問かけ文書を配置し、関連度を分析した例を示す。文書群Aでは縦軸のジャストインタイムに関連した文書が多く存在し、文書群Bでは横軸の自動化についての文書が多いことがわかる。

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

従来，多くの事例やコメント，メモの中にどのような内容が含まれているかは人が読まなければ分からなかった。本技術を用いれば文書の類似度を数値化したり可視化したりすることで，瞬時にスクリーニングすることが可能であり，欲しい文書を検索できる確率が増す。

この技術を用いれば，キーワード検索のように質問語句の有無を検出するのではなく，関連のある単語であることを判断できるように文書の主旨に沿った検索・分類が可能となる可能性が高い。そこで，工場視察の意見ラベルの評価・分類をこのテキストマイニング技術で行った。

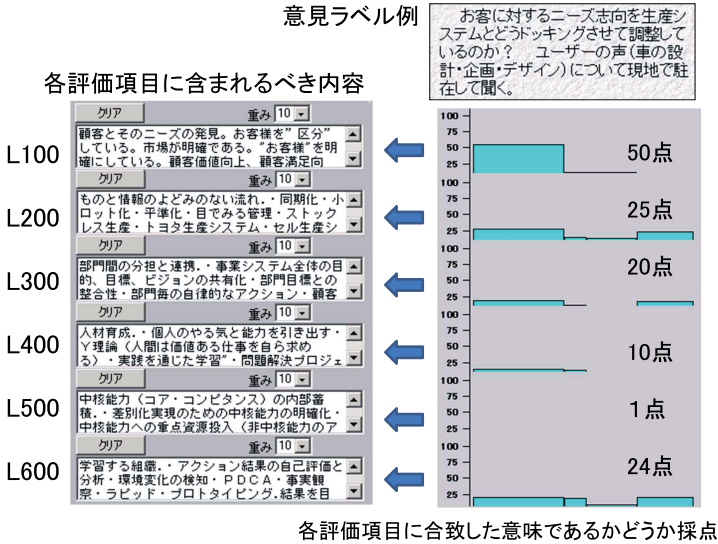
### 3.3 テキストマイニングによる意見ラベルの分類

テキストマイニングで意見ラベルを分類する方法として，予め大分類評価項目 L100～L600 について，それぞれを説明する文書と過去の意見ラベルでその評価項目の内容に良く一致しているものを学習しておく。その上で，分類した意見ラベルを判定すると図表12のように，L100～L600 のそれぞれの意味にどの程度合致しているかを点数で表すことができる。同時にその意見ラベルのどの部分が合致したのかグラフ表示される。図表13の例では，L100 にもっとも合致している（50点）ので，このラベルは大分類 1 に属すると判定することになる。

この方法によって，意見ラベル 1 「会社としての進むべき経営理念が明確であり，その方針に沿った体制ができていいる」と意見ラベル 2 「IT と人の作業の融合，分担に配慮している」を判定した結果を示したのが図表14，15 である。書き手の分類では意見ラベル 1 は L111，意見ラベル 2 では L513 となっていた。いずれもテキストマイニングでの分類と書き手の分類が一致していることがわかる。

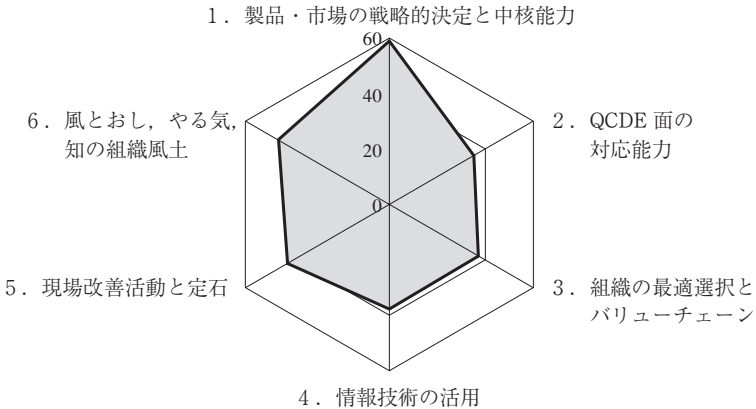
そこで，一つの工場を視察した全ての意見ラベル266枚の分類を行い，書き手の分類と比較した。大分類に属する意見ラベルの数の分布をレーダーチャー

図表13 テキストマイニングによる意見ラベルの判定



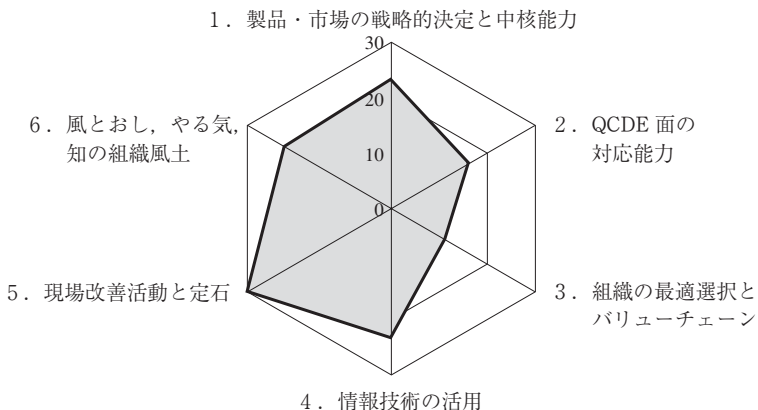
図表14 テキストマイニングによる意見ラベルの判定例1

(意見ラベル1「会社としての進むべき経営理念が明確であり、その方針に沿った体制ができている」)

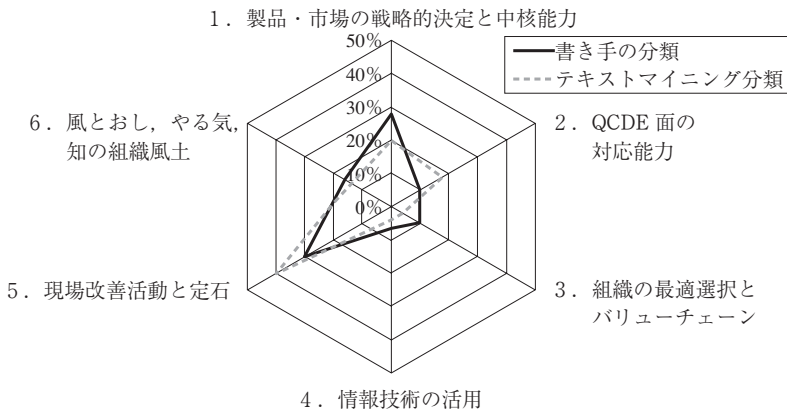


工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

図表15 テキストマイニングによる意見ラベルの判定例2  
 (意見ラベル2「ITと人の作業の融合、分担に配慮している」)



図表16 テキストマイニングと書き手の分類の違い（総数266枚）



トに示したのが図表16である。ほぼ同じような分布度合いとなっていることがわかる。書き手の分類には主観が入っているが、テキストマイニングは学習した文書にもとづく客観的な判定となっている。どちらの判定にも意味が

ある。書き手の主観的判断と意味検索エンジンの客観的判断は必ずしも一致するものではないと考えられる。もし書き手の分類情報がない場合には、多くの意見ラベルを知見のある人が分類しなければならず膨大な時間がかかる。テキストマイニングによる分類は数秒で実施できるため便利である。

#### 4. 意見ラベルを用いた工場評価の事例

20~30人程度で実際に工場を視察し、意見ラベルを記入した結果を分析した例を以下に要約する。本研究の目的は意見ラベルおよびテキストマイニングを用いた工場評価の応用可能性を探求することであり、現在または当時の各企業各工場の状態を考察するというのではないこと、また、ここでの評価がその当時の工場の状態を網羅的に捉えたものではないことから、実際に訪問した工場名は匿名としている。本手法の検証のための事例データとして示すものであり、それぞれの企業の工場を代表する評価結果を示すものではない。

##### 4.1 テキストマイニングによる評価

2000~2001年当時に SIGMA 研究会で8つの工場視察を行った際の意見ラベルについて、SIGMA<sup>2</sup>-LIST に準ずる7つの評価視点の大分類を以下のよう  
に用意し、評価した。

分類1：顧客第一主義をとり、顧客ニーズの発見に注力している。市場が明確である。市場調査を継続し、ニーズを捉えている。

分類2：顧客への価値提案がしっかりしている。どのような価値を売  
るかのコンセプトが明確である。競合他社との差別化が明確にされている。

分類3：ものと情報のよどみのない流れ・同期化・小ロット化・平準化・  
目でみる管理・ストックレス生産・トヨタ生産システム・セル生産システム・  
情報技術の活用が機能している。工程間で同期化・平準化のしくみが機能し

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

図表17 各評価項目の内容と意見ラベルが一致した度合い

顧客とニーズ	顧客への 価値提案.	ものと 情報の流れ	部門間の 分担と連携	人材育成.	中核能力	学習する組織.							
山武	19.3	SONY	18.4	SONY	22.9	住友電装	21.9	住友電装	16.7	山武	16.6	トヨタ	18.4
SONY	18.9	トヨタ	17.5	山武	20.3	山武	19.7	トヨタ	16.0	トヨタ	16.3	住友電装	18.2
トヨタ	18.8	山武	16.8	トヨタ	19.4	トヨタ	19.0	オムロン	15.9	SONY	15.7	山武	17.6
デンソー	17.9	オムロン	16.0	オムロン	18.7	東海ゴム	18.4	SONY	15.9	デンソー	14.7	東海ゴム	16.3
TOTO	17.6	デンソー	16.0	住友電装	18.1	SONY	18.0	東海ゴム	14.9	住友電装	14.7	SONY	15.8
オムロン	17.2	TOTO	15.9	TOTO	17.7	デンソー	17.4	デンソー	14.8	TOTO	14.1	オムロン	15.6
住友電装	16.0	住友電装	15.3	デンソー	17.4	オムロン	17.0	山武	14.6	東海ゴム	13.8	デンソー	15.2
東海ゴム	15.9	東海ゴム	14.5	東海ゴム	15.5	TOTO	15.5	TOTO	13.5	オムロン	13.8	TOTO	14.3

ている。必要な情報がタイムリーに伝達されている。異常が目で見えてわかる。

分類4：部門間の分担と連携・事業システム全体の目的、目標、ビジョンの共有化・部門目標との整合性・部門毎の自律的なアクション・顧客視点の凝縮課題・方針管理.事業全体の目的、目標がわかりやすい形で表現され、周知徹底している。全体目標が各部門の目標に整合性をもって展開されている。各部門が自律的に動きながらも、他部門との連携がとれている。

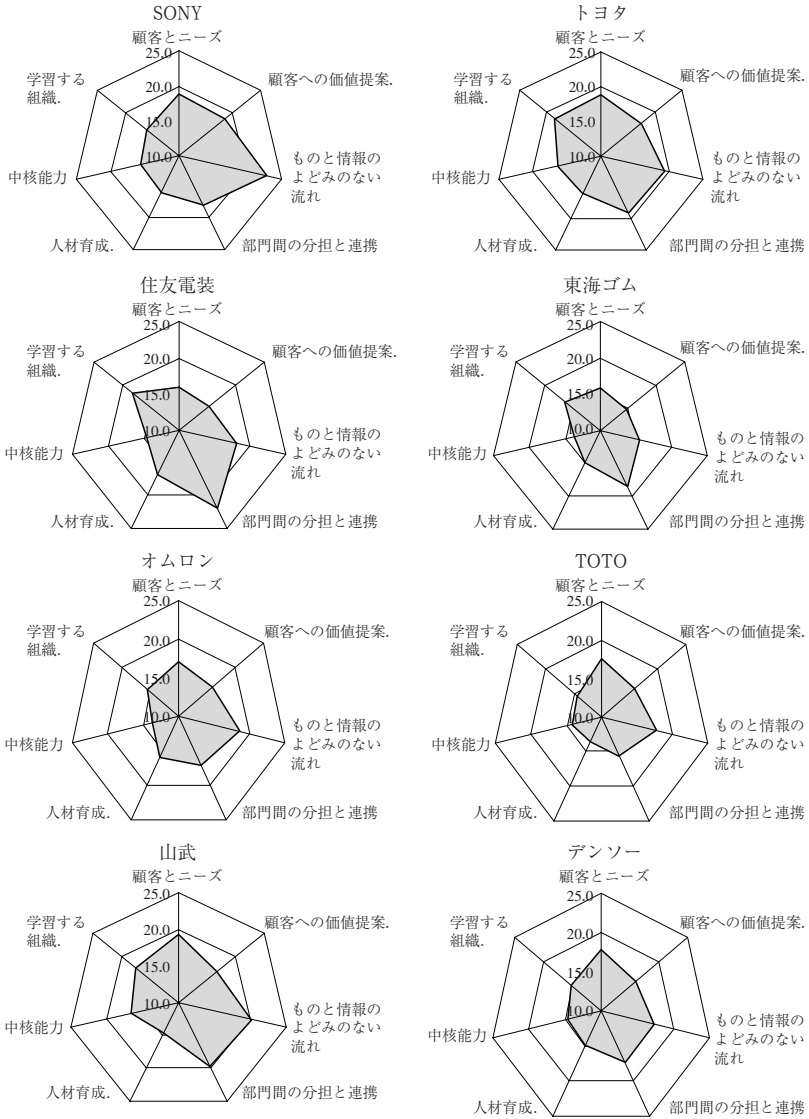
分類5：人材育成.に積極的である。個人のやる気と能力を引き出す仕組みがある。実践を通じた学習の取り組みがある。

分類6：中核能力（コア・コンピタンス）の内部蓄積がある。差別化実現のための中核能力の明確化・中核能力への重点的に資源投入している。

分類7：学習する組織が機能している。アクション結果の自己評価と分析・環境変化の検知・PDCA・結果を目標／基準と対比して自己評価し、次のアクションを修正している。

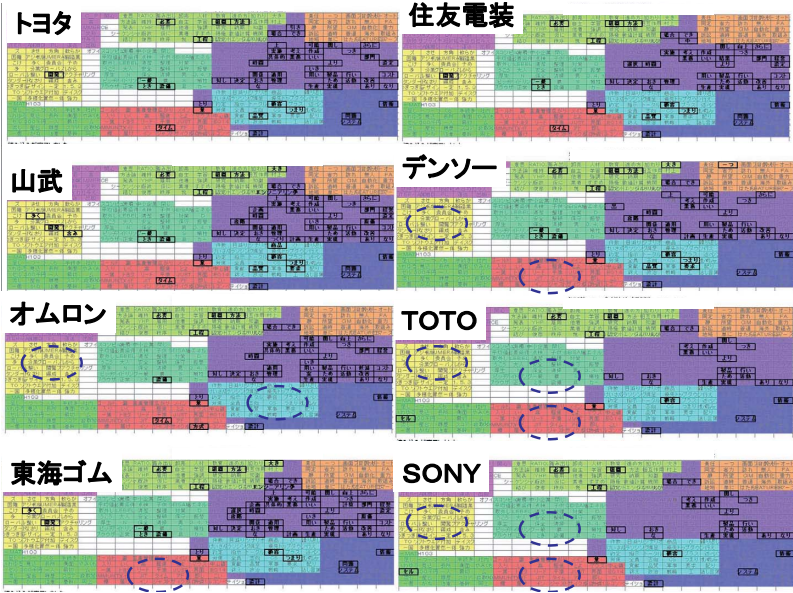
図表17に各工場視察時の意見ラベルについて評価した結果を示す。前節によるテキストマイニングにより、評価視点分類1～7について、それぞれの内容と意味が一致する意見ラベルはその分類で点数が高くなるという評価手法を使い、その評価視点にどの程度意見ラベルが反応したかという点数を示している。つまり、その分類での点数が高いということは、その工場の意見

図表18 8工場の意見ラベルの分布





図表19 知識マップ（生産工学分野）による意見ラベル評価例  
（破線部分では意見がなかった）



ラベルにその視点について評価する意見が多かったということである。図表18には各工場の各評価視点に対する意見ラベルの反応点数をレーダーチャートに表した。各工場で違いがあることがわかる。SONYでは「ものと情報の流れ」、住友電装および山武では「部門間の分担と連携」についての意見ラベルが多かったことが定量的に判断できる。レーダーチャートの膨らみから、各視点でバランスよく意見ラベルが出されているかどうか判断できる。

また、図表19は、各工場見学でのすべての意見ラベルデータを生産工学関連の知識マップに重ね合わせて、意味が合致した代表単語をハイライトさせたものである。単語の位置、数を比較することで、議論の対象が見える。意見が集中している分野や少数意見の分野、まったく意見がでなかった分野

(破線で囲った部分) が一目でわかる。グローバル生産、安全対策、ジャストインタイム、セル生産の分野で意見が出ていない工場が散見される。再度視察しチェックすることが望まれる。

テキストマイニングによって各社での意見を比較することで工場の特徴の違いが浮き彫りになることがわかった。

#### 4.2 評価テンプレートによる分類

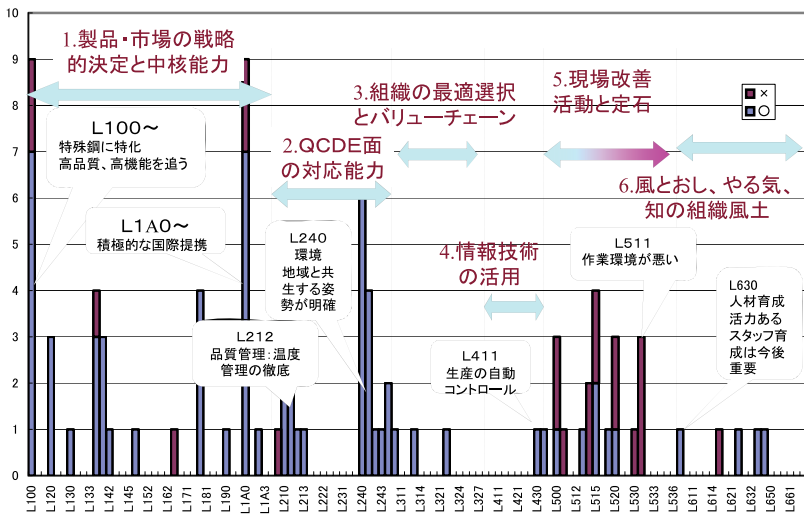
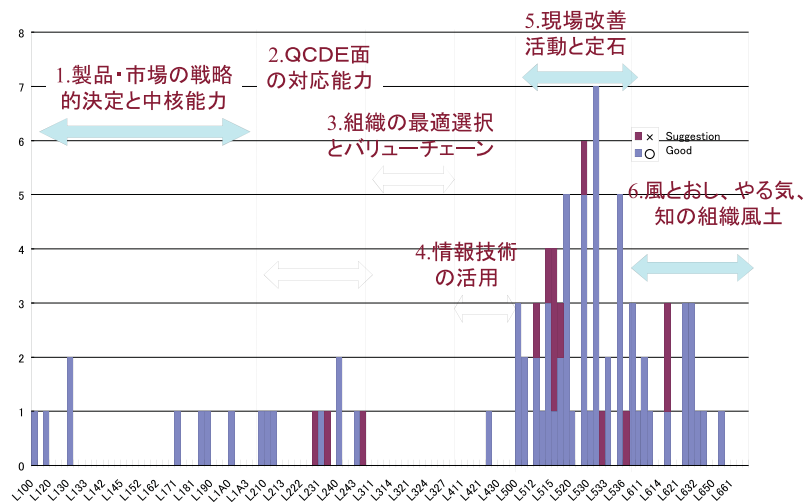
意見ラベルに対して、書き手自身が評価テンプレート (SIGMA<sup>2</sup>-LIST) の分類コードを書き込み (それを電子化して)、Excel のマクロ・プログラムで自動分類する方法 (図表5) で、工場の特徴をどのように把握できるのか検討した例を以下に示す (2002~2010年当時に SIGMA 研究会で訪問した工場 (匿名) についての分析結果である)。

横軸に評価テンプレートの分類コード番号、縦軸に意見ラベルの枚数を取り、青 (good) ラベル数と赤 (suggestion) ラベル数を積上縦棒グラフで区別して表示する方法 (図表6) で実際の工場視察時の意見ラベルを整理した結果が図表20である。図表20上図のトヨタ自動車の場合は、青 (good) ラベル数が赤 (suggestion) ラベル数よりも多く、「L500 現場改善活動と定石」に集中して意見が出ている。一方、図表20下図の神戸製鋼所の場合は、「L100 戦略的決定と中核能力」、「L200 QCDE 面の対応能力」に青 (good) ラベルが多く、「L500 現場改善活動と定石」では赤 (suggestion) ラベルが多いことがわかる。

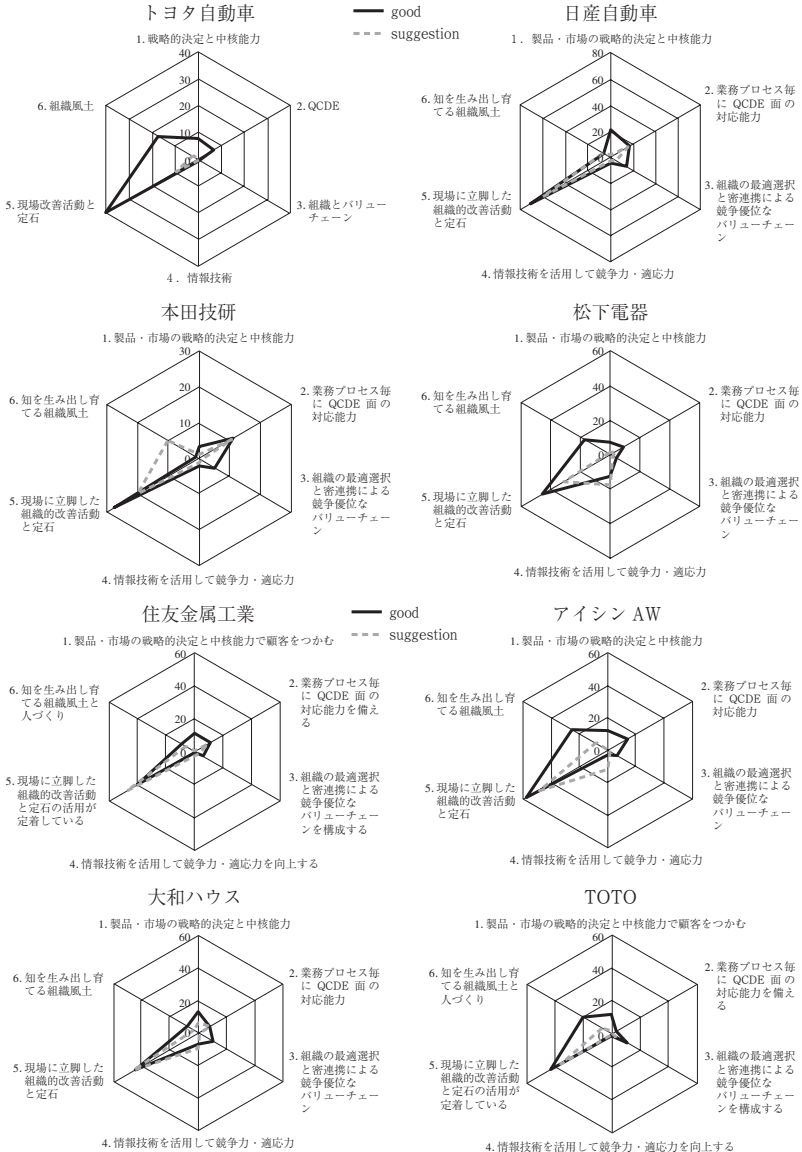
このような特徴をとらえた上で、それぞれの意見ラベルの内容を個別にドリルダウンして分析することで工場視察のレビューが行える (図表20下図の吹き出し表示)。例えば、図表20下図の神戸製鋼所の場合、「L500 現場改善活動と定石」の大分類の中で、「作業環境が悪い」ことについての指摘が多いことがわかる。

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

図表20 評価項目に対する縦棒グラフによる意見ラベルの分布表示  
（トヨタ自動車（上），神戸製鋼所（下）の例）

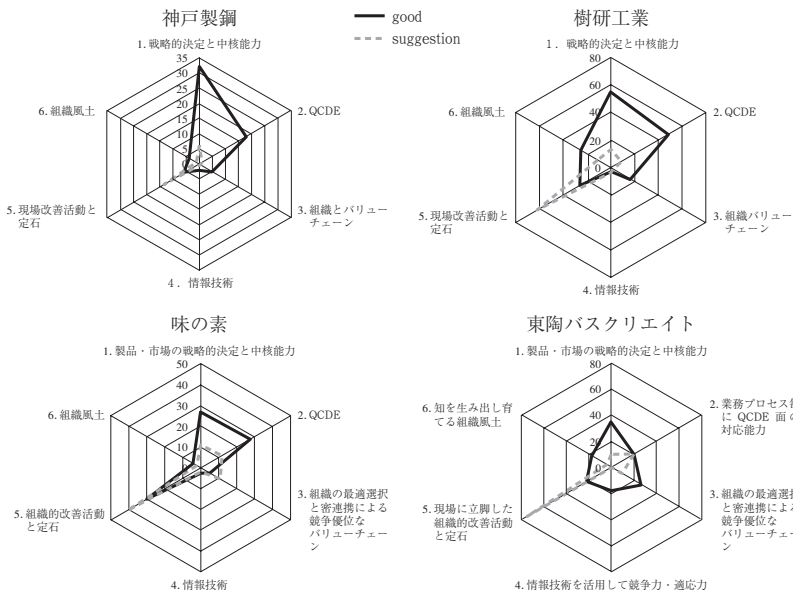


図表21 ①現場改善力充実型



工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

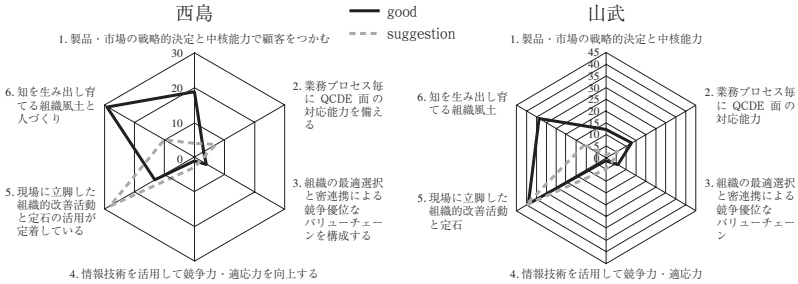
図表22 ② QCDE 基盤充実型



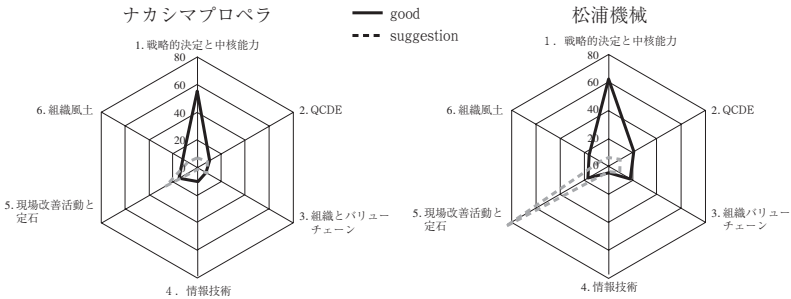
次にレーダーチャートでの分析例を図表21～24に示す。評価テンプレート (SiGMA<sup>2</sup>-LIST) の6つの大分類に従い、工場視察後の意見ラベルの分布を青 (good) ラベル数を実線で、赤 (suggestion) ラベルを破線で示している。その特徴から、①現場改善力充実型、②QCDE 基盤充実型、③人材育成・組織風土充実型、④ビジョン・戦略先行型等に分類できた。

図表21は、①現場改善力充実型を示している。「L500 現場改善活動と定石」の大分類に意見ラベルが多く、製造業として成熟し、活力のある工場である可能性が高い。一方、更に改善・工夫ができる工場でもあり、さらに現場力向上を目指すことができるものと評価される。さらに、松下電器（現パナソニック）、アイシン AW、TOTO で見られるように「L600 風通し、やる気、知の組織風土」や「L100 製品・市場の戦略的決定と中核能力」の大分類に

図表23 ③人材育成・組織風土充実型



図表24 ④ビジョン・戦略先行型



対する意見ラベルが出ている例もあり、現場力を基盤としつつ、戦略性や組織風土にも各工場の特徴が現れていることを視覚的につかむことができる。

図表22は、②QCDE 基盤充実型の例である。「L200 業務プロセス毎にQCDE面の対応能力」を備え、「L100 製品・市場の戦略的決定と中核能力」もそれなりの評価を得ているが、「L500 現場改善活動と定石」に赤 (suggestion) ラベルが多く、改善力が弱いことが指摘されている。

図表23は、③人材育成・組織風土充実型である。「L600 風通し、やる気、知の組織風土」に青 (good) ラベルが多く、評価が高い。他工場に比べ、人材育成や組織風土の改善に力を入れていることが推察される。

図表24は、④ビジョン・戦略先行型である。「L100 製品・市場の戦略的決

工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

定と中核能力」に対して、青（good）ラベルが多く、評価が高い。工場視察時に、経営トップからの明確なメッセージがあり、それを評価しているものと考えられる。一方、現場を視察した結果では、「L500 現場改善活動と定石」に赤（suggestion）ラベルが多く、改善力を期待する意見が多く出されている。

## 5. お わ り に

本研究は、工場視察時の意見ラベルを電子化、テキストマイニング技術を応用し、より客観的な工場経営の分析、診断が行える可能性について検討することを目的とした。そして、関西 IE 協会、戦略的統合生産システム（SIGMA）研究会の評価テンプレート SiGMA<sup>2</sup>-LIST を用い、この研究会で視察した2000年～2010年の工場の事例を対象に分析、考察を行った。

（1）工場視察を行った複数人（20～40人程度）の意見ラベルを整理・分析することで工場評価を行うことを検討した。意見ラベルは、書き手によって予め青ラベル（素晴らしいと感じたこと）、赤ラベル（改善すべきであると思われること）に分類され、評価テンプレートのコードが付与される。これを電子化して、テキストマイニングによって自動分類することができた。

（2）テキストマイニングでは、単語の共起性に注目した関連単語を判定するという意味検索エンジンを用いて、各意見ラベルが評価テンプレートのどの項目の意味に合致するかを判定した。また、予め書き手によって付与されたコードを用いて、各意見ラベルを分類、整理して、棒グラフとレーダーチャートにビジュアル化するマクロ・プログラムを開発した。

（3）意味検索エンジンを用いた分類と書き手の分類がほぼ一致していることが確かめられた。一方、書き手の主観的判断と意味検索の客観的判断の違いと考えられる分類結果の違いも散見された。両者は必ずしも一致するものではないと考えられる。もし書き手の分類情報がない場合には、多くの

意見ラベルを知見のある人が分類しなければならず膨大な時間がかかる。テキストマイニングによる分類は数秒で実施できるため便利であるといえる。

(4) 実際に工場視察した時の意見ラベルをテキストマイニングによって分析した。意見ラベルの分類結果を比較することで各工場の特徴の違いが浮き彫りになることがわかり、レーダーチャートの類型を①現場改善力充実型、②QCDE 基盤充実型、③人材育成・組織風土充実型、④ビジョン・戦略先行型等に分類できた。ベンチマーキング手法の一つとして有効である。また、意見ラベル分布を鳥瞰した後、それぞれの特徴を示す意見ラベルについてドリルダウンして詳細を分析することで、問題点・課題の発見につながる事がわかった。

以上のように、テキストマイニングを用いることで工場視察時の意見ラベルを複数の視点から同時に数値評価でき、ビジュアル化できることがわかり、工場診断に有効であることがわかった。実際には、評価者によるグループ討議と組合せて、経験・直感と感性による評価・分析と本研究で検討したテキストマイニングによる客観的なデータ分析(数値による評価)を比較、考察することで更に新たな課題発見が可能になるであろう。今後更にデータ分析の蓄積を進め、評価テンプレートの改編、テキストマイニング手法の改良を進めていくことで、本手法が工場診断のために実用的に使われることが期待される。

#### 参考文献

- D. Dengel, H. Fischer and H.-P. Vollmar, "The Factory Diagnosis Diagram: An Efficient Tool for Quality Control", Metal finishing, (2008), vol. 106, no 7-8, pp. 56-62
- Charles T. Horngren, George Foster and Srikant Datar, "Cost Accounting: A Managerial Emphasis", 8th ed., Prentice-Hall International. Inc.. (1994), p. 481
- Robert J Boxwell Jr., "Benchmarking for Competitive Advantage", McGraw-Hill. (1994)
- 秋山高広, "利益創出のための生産管理と改善活動 (第8回)", 山梨中小企業団体中央会, パートナー, コラム 2-8, p. 3, (2006)
- [http://www.chuokai-yamanashi.or.jp/partner-yamanashi.jp/pdf/clm2\\_8.pdf](http://www.chuokai-yamanashi.or.jp/partner-yamanashi.jp/pdf/clm2_8.pdf)



## 工場診断におけるテキストマイニングの適用（長坂悦敬）

- 秋葉孝次郎，田村一郎，宮内一郎，“ベンチマーキングについて”，品質管理 43(7)，pp. 1159-1165，(1992)
- 油谷十二，“中小工場診断の経営と会計的考察”，会計監査 1(2)，pp. 44-56，(1950)
- 飯塚 勲，“ベンチマーキングによるコスト・マネジメント”，福山大学経済学論集 21(1)，pp. 14-34，(1996)
- 石井 哲，テキストマイニング活用法：『顧客志向経営を実現する』，リックテレコム，(2002)
- 石島 隆，鹿島 啓，加藤靖慶 [他]，“特集 CSR 時代のリスクマネジメント—工場診断と処方箋”，工場管理 51(6)，pp. 9-67，(2005)
- 江木実夫，『工場診断のすすめ方』，中小企業診断協会，(1959)
- 植村芳樹，“ベンチマーキングの概念に基づく企業効率性評価手法に関する一考察”，三重大学教育学部研究紀要，人文・社会科学 49，pp. 177-188，(1998)
- 圓川隆夫，“新しい TQM のベンチマーキング”，品質 28(1)，pp. 5-98，(1998)
- 大和田国男，“モノづくりと人—生産技術・生産管理・工場診断 (1)”，日本設備管理学会誌 8(1)，pp. 62-68，(1996)
- 小田恵美子，三橋 平“経営理念と企業パフォーマンス—テキスト・マイニングを用いた実証研究（特集 CSR，企業倫理，企業理念は本当に役に立つのか）”経営哲学 7(2)，pp. 22-37，(2010)
- 関西経営システム協会，SIGMA（戦略的統合生産システム）研究会第14期報告書，(2003)
- 白田佳子，竹内広宜，荻野紫穂，渡辺日出雄“テキストマイニング技術を用いた企業評価分析：倒産企業の実証分析”年報経営分析研究 (25)，pp. 40-47，(2009)
- 田村隆善，小島貢利，“工場に見える化と工場診断への利用に関する一考察”日本経営診断学会論集 7(0)，pp. 78-89，(2007)
- 「特集 IT 工場診断マニュアル」，工場管理 48(4)，pp. 1-53，(2002)
- 長坂悦敬，古瀬勝茂，石井 哲，“知的資産管理のためのテキストマイニングと知識マップによる文書データ分析”，経営情報学会2002 春季研究発表大会予稿集 (2C-1-1) 東京工業大学 (2002) pp. 182-185
- 長坂悦敬，“知的資産管理のためのテキストマイニング活用”，pp. 63-74，「知的情報ネットワークと知的意思決定支援システムに関する研究」，甲南大学総合研究所叢書91，(2006)
- 名古屋 QS 研究会編（代表澤田善次郎），『目で見る工場診断』，日本規格協会，(2003)
- 並木高矣，『工場診断の実務』，日刊工業新聞社，(1988)
- 西川裕紀，“卓越日本企業のベンチマーキング—キヤノンの戦略経営（特集：日本企業の経営パラダイム・シフト）—(ベンチマーキング)”，戦略経営研究 24(1)，pp. 109-118，(1999)
- 浜崎章洋，嵐田耕太，圓川隆夫：“SCM ロジスティクス・スコアカードを用いたロジスティクスと経営成果の関連と部門の役割の考察”，日本物流学会誌，No. 12，pp.

89-94 (2004)

福田龍二, 木村幸信監修, 『ストックレス生産』, 日刊工業新聞社, 1986

藤田彰久, 辻 新六, 布瀬雅義監修: 『戦略的統合生産システム “SIGMA”』, 日刊工業新聞社, (1993)

平井泰太郎, “工場診断制度の創設に就いて”, 國民經濟雜誌 54(3), pp. 385-405, (1933)

森辰則, 國分智晴, 田中崇, “空間分割型 CL-LSI による大規模言語横断情報検索”, 情報処理学会トランザクション「データベース」, Vol. 43 No. SIG 02 (2001)

森川覚三, “工場診断の実際”, 経営者 3(5), pp. 25-28, (1949)

八木 英一郎, “マルコム・ボルドリッジ国家品質賞と日本経営品質賞の評価項目の類似性の比較に関する研究”, 東海大学紀要, 政治経済学部 (40), pp. 291-304, (2008)

山本重信, “中小企業の合理化はどう進んでいるか—工場診断からみたその実態”, 通産時報 4(1), pp. 21-28, (1949)

喜田昌樹 “アサヒの組織革新の認知的研究—有価証券報告書のテキストマイニング”, 組織科学 39(4), pp. 79-92, (2006)