

主成分分析及びクラスター分析を用いた 自治体財政分析と総合指標の提案

東京理科大学工学部

山口哲平

目次

1. 研究背景・目的	2
2. データ概要	2
3. 分析, 考察	3
3.1 主成分分析	3
3.1.1 固有値, 寄与率, 累積寄与率を求める	4
3.1.2 因子負荷量を求める	6
3.1.3 主成分得点を求める	7
3.2 主成分得点を用いたクラスター分析と主成分得点の散布図	7
4. 新指標の提案	14
4.1 新指標の概要	14
4.2 新指標の検証	15
5. まとめ	15
6. 今後の課題	15
7. 参考文献・URL	16
8. 付録	17
8.1 分析に用いたコマンド	17
8.2 主成分分析に用いた各指標の算出方法と意味	19
8.3 データ	20

1. 研究背景・目的

近年、地方自治体(以下、自治体)の財政状況が悪化しているといわれている[1]。本年度(平成 18 年)9 月 29 日、北海道夕張市が財政再建団体指定の申請を議決するなど、実際に危機的状況に陥る自治体も現れており、自治体の財政状態に関する一般の人々の関心も高まってきている。

従来自治体の財政分析は、各年度の財務データのフロー情報(現金収支)を用いた分析が中心となっていたが、近年、ストック情報(ある基準時に存在する経済価値)を含めて分析を行った方がより確実な分析ができる[3]ということで、新しい指標[8]もいくつか考案されている。

一般企業の財政分析は、収益性、効率性、安全性といった面から分析が行われているが、自治体の財政分析は、一般企業の財政分析に比べ安全性を重視した分析が行われることが多い。

住民が自治体の財政分析を行う場合の問題点として、専門用語が多用され理解が難しいことと、分析指標は色々あるのだが、総合的に見てどうなのかということが分かりにくいことが挙げられる。

以上のことから、研究目的を、各自治体の財政を安全面の点から分類し、一般の人々が自治体の財政分析に興味を持った際に使える、難しい計算等をしなくても導き出せるような安全面での総合指標を提案することとする。

2. データ概要

今回使用するデータは、総務省 <http://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/card-5.html> から得た以下の 14 の政令指定都市の平成 13 年から 16 年の決算カードである。

・札幌市	・仙台市	・さいたま市	・千葉市
・横浜市	・川崎市	・静岡市	・名古屋市
・京都市	・大阪市	・神戸市	・広島市
・北九州市	・福岡市		

3. 分析, 考察

自治体の財政の安全面を評価する指標から, 従来からの財務データのフロー情報を用いた財政指標にストック情報を用いた財政指標を加え, 主成分分析を用いて指標を各主成分に集約し, そこで得られた主成分得点を用いてクラスター分析を行い, 各自治体を分類する.

なお, 財政面が年を追うごとに悪化しているかを検証するため, 分析は平成 13 年から 16 年のデータを用い, 年度ごとの分析と 4 年分の全てのデータを用いた分析を行う. 分析に用いたデータ名は, 平成 13 年度から 16 年度の単年度データは H13~H16 とし, 全ての年度を用いたデータ名を alldata とした.

3.1 主成分分析

主成分分析に用いた指標は,

- ・経常収支比率
- ・公債費負担比率
- ・起債制限比率
- ・地方債返済可能年数
- ・財政力指数
- ・公債費を除く経常収支比率

の 6 つである.

このうちの, 経常収支比率, 公債費負担比率, 起債制限比率は, フロー面での指標, 地方債返済可能年数, 財政力指数, 公債費を除く経常収支比率はストック面での指標である(算出方法は付録参照). 今回は安全面のなかでも, フローでは財政の余裕度として経常収支比率, 弾力度として公債費負担比率, 収入に対する借金返済の度合いとして起債制限比率を選び, スtock情報として地方債の残高の度合いとして地方債返済可能年数, 標準的な税込でどれだけ支出を賄えるかという面で財政力指数, 弾力度として公債費を除く経常収支比率という 6 つの指標を選択した.

財政力指数は値が小さいほど, その他の指標は値が大きいほど財政の危険度が増すという意味になっている.

3. 1. 1 固有値, 寄与率, 累積寄与率を求める

固有値, 寄与率, 累積寄与率を求め, 結果を表 1 に示す.

表 1: 固有値, 寄与率, 累積寄与率

		comp1	comp2	comp3	comp4	comp5	comp6
H13	固有値	1.783	1.262	1.013	0.395	0.194	0.086
	寄与率	0.530	0.266	0.171	0.026	0.006	0.001
	累積寄与率	0.530	0.796	0.967	0.992	0.999	1.000
H14	固有値	1.809	1.266	0.981	0.345	0.190	0.081
	寄与率	0.546	0.267	0.160	0.020	0.006	0.001
	累積寄与率	0.546	0.813	0.973	0.993	0.999	1.000
H15	固有値	1.699	1.447	0.927	0.350	0.164	0.096
	寄与率	0.481	0.349	0.143	0.020	0.005	0.002
	累積寄与率	0.481	0.830	0.974	0.994	0.998	1.000
H16	固有値	1.689	1.479	0.895	0.351	0.163	0.099
	寄与率	0.475	0.365	0.133	0.020	0.004	0.002
	累積寄与率	0.475	0.840	0.973	0.994	0.998	1.000
alldata	固有値	1.721	1.373	0.951	0.443	0.204	0.106
	寄与率	0.494	0.314	0.151	0.033	0.007	0.002
	累積寄与率	0.494	0.808	0.959	0.991	0.998	1.000

平成 16 年度の累積寄与率を図 1 に示す.

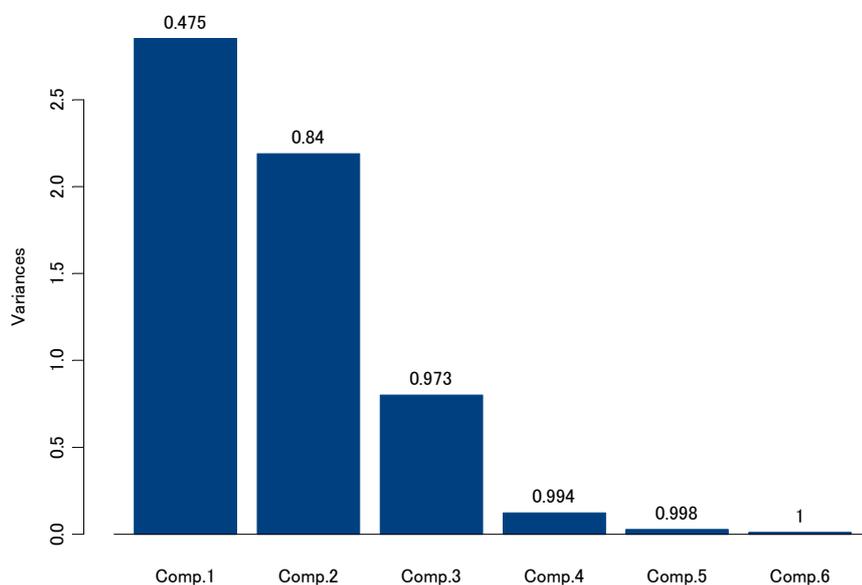


図 1:平成 16 年度データの累積寄与率

S-PLUS では、主成分を Comp と表示しているため、Comp1 とは、第 1 主成分であること意味する。表 1, 図 1 より、第 2 主成分までで累積寄与率が 80% 超になっており、固有値も第 2 主成分までで 1 を超えているので、分析に用いるのは第 2 主成分までとする。(平成 13 年度は第 3 主成分までで累積寄与率が 80% 超、固有値が 1 以上となったが、第 2 主成分まででも 79.6% の情報を説明できるため分析に用いるのは第 2 主成分までとした。)

3. 1. 2 因子負荷量を求める

因子負荷量を求め、結果を表 2 に示す。

表 2: 因子負荷量

	Comp.1		Comp.2			Comp.1		Comp.2			
H13	経常収支比率	0.535	0.204	H16	経常収支比率	0.553	0.227	alldata	経常収支比率	0.558	0.163
	起債制限比率	0.449	-0.406		起債制限比率	0.475	-0.283		起債制限比率	0.450	-0.353
	公債費負担比率	0.410	-0.525		公債費負担比率	0.471	-0.396		公債費負担比率	0.434	-0.468
	地方債返済可能年数	0.499	0.233		地方債返済可能年数	0.345	0.513		地方債返済可能年数	0.444	0.393
	財政力指数	-0.136	0.106		財政力指数	-0.339	0.165		財政力指数	-0.223	0.227
	公債費を除く経常収支比率	0.277	0.672		公債費を除く経常収支比率	0.114	0.649		公債費を除く経常収支比率	0.226	0.652
H14		Comp.1	Comp.2	H15		Comp.1	Comp.2	alldata		Comp.1	Comp.2
	経常収支比率	0.537	0.156		経常収支比率	0.553	0.216		経常収支比率	0.553	0.216
	起債制限比率	0.436	-0.364		起債制限比率	0.481	-0.264		起債制限比率	0.481	-0.264
	公債費負担比率	0.426	-0.487		公債費負担比率	0.484	-0.380		公債費負担比率	0.484	-0.380
	地方債返済可能年数	0.486	0.299		地方債返済可能年数	0.366	0.506		地方債返済可能年数	0.366	0.506
	財政力指数	-0.201	0.192		財政力指数	-0.293	0.194		財政力指数	-0.293	0.194
公債費を除く経常収支比率	0.253	0.692	公債費を除く経常収支比率	0.096	0.667	公債費を除く経常収支比率	0.096	0.667			

表 2 より、第 1 主成分は、財政力指数が負の値、それ以外の指標が正の値をとっていることから、第一主成分は「総合的な危険度」を表すものと考えられる。

第 2 主成分は、因子付加量の絶対値の大きいものを見ていくと、起債制限比率と公債費負担比率というフロー情報の指標が負の値、地方債返済可能年数、公債費を除く経常収支比率というストック情報の指標が正の値をとっていることから、「フローとストックのどちらの危険度が大きいか」ということを表すものと考えられる。

3. 1. 3 主成分得点を求める

第 1, 2 主成分の主成分得点を求め, 平成 16 年度のものを表 3 に示す.

表 3: 平成 16 年度の第 1, 2 主成分の主成分得点

	Comp.1	Comp.2
札幌市16	0.624376	0.160396
仙台市16	0.459023	-1.02926
さいたま市16	-3.32134	-0.12089
千葉市16	0.62469	1.749719
横浜市16	-0.81291	-0.29074
川崎市16	-2.47413	-0.27658
静岡市16	-1.93313	-1.08834
名古屋市16	0.184858	0.618446
京都市16	0.701535	1.552881
大阪市16	1.896919	3.024728
神戸市16	3.440887	-3.18492
広島市16	0.863864	0.607908
北九州市16	-0.69328	-0.08972
福岡市16	0.438639	-1.63362

3. 2 主成分得点を用いたクラスター分析と主成分得点の散布図

主成分得点を用いてクラスター分析を行い得られたデンドログラムを図示し, 分類した各クラスターと第 1, 2 主成分の主成分得点の散布図を作成する. 各指標ではなく主成分得点をクラスター分析に使用したのは, クラスター分析では分析後に各クラスターの意味を考察しなければならず, 解釈が困難になってしまう場合があるが, 主成分は因子付加量を参考に意味の解釈がしやすいため, 分類がしやすくなると考えられるためである.

クラスター分析の手法としては, ユークリッド距離を用いた群平均法を用いた.

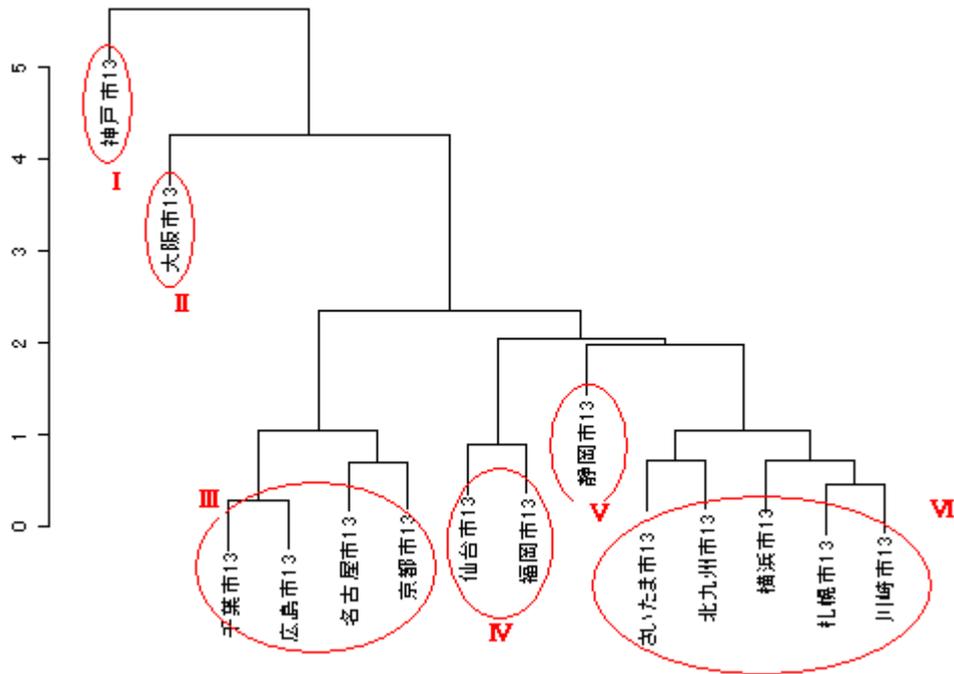


図 2:平成 13 年度デンドログラム

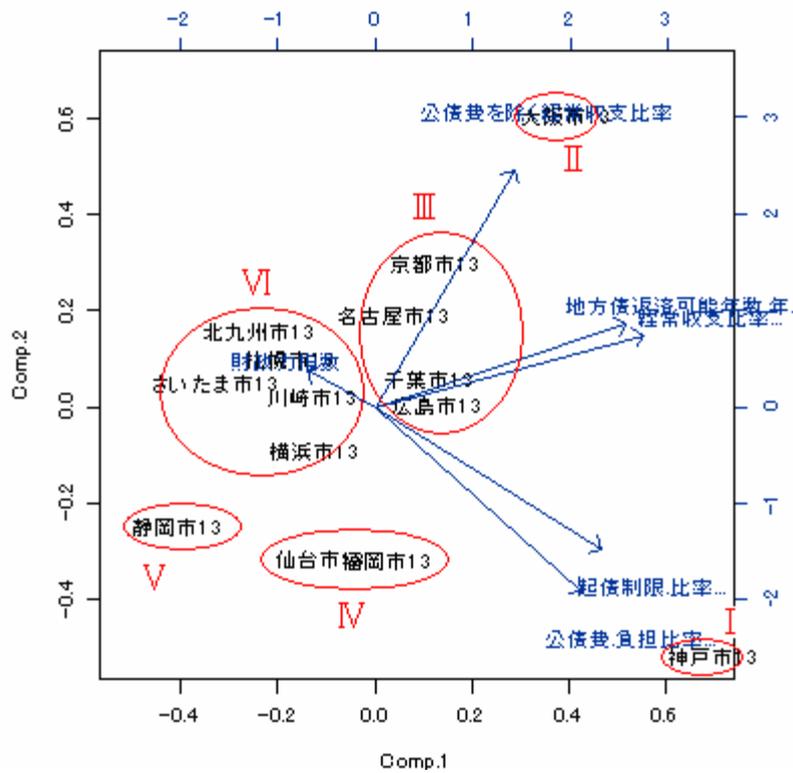


図 3:平成 13 年度の主成分得点の散布図

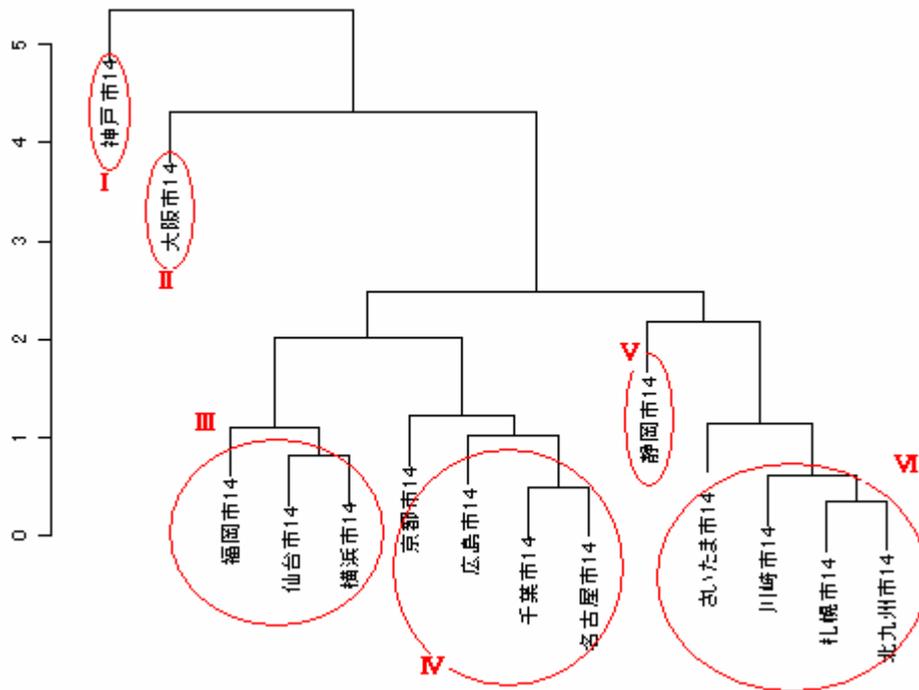


図 4:平成 14 年度デンドログラム

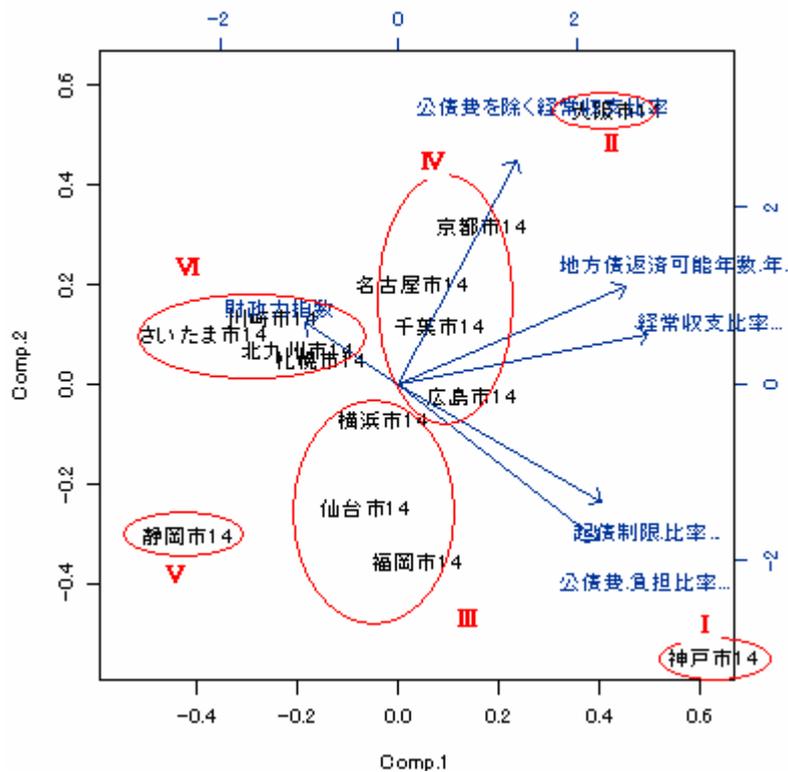


図 5:平成 14 年度の主成分得点の散布図

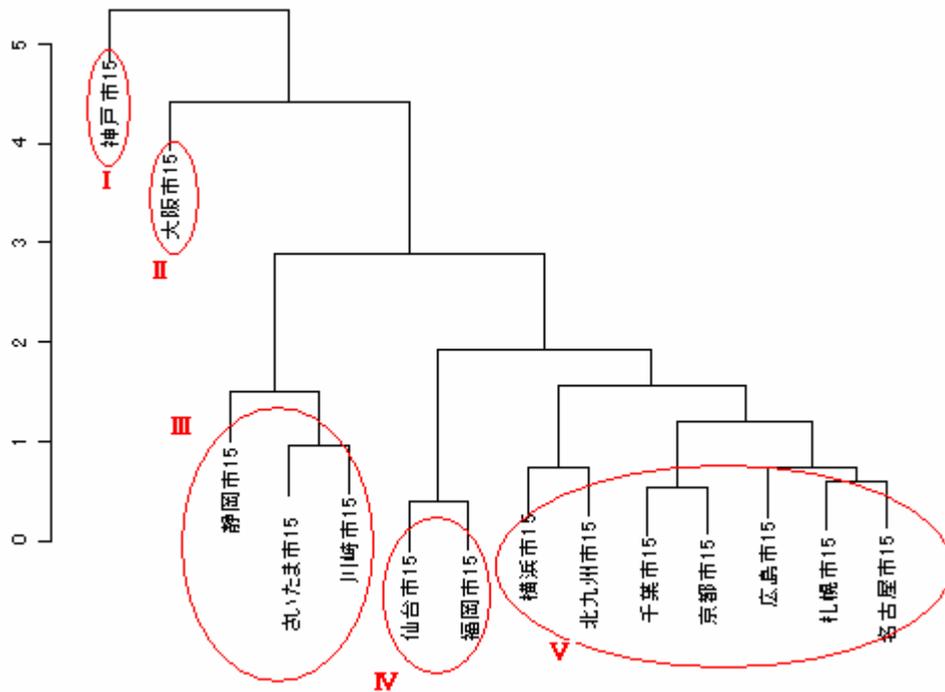


図 6:平成 15 年度デンドログラム

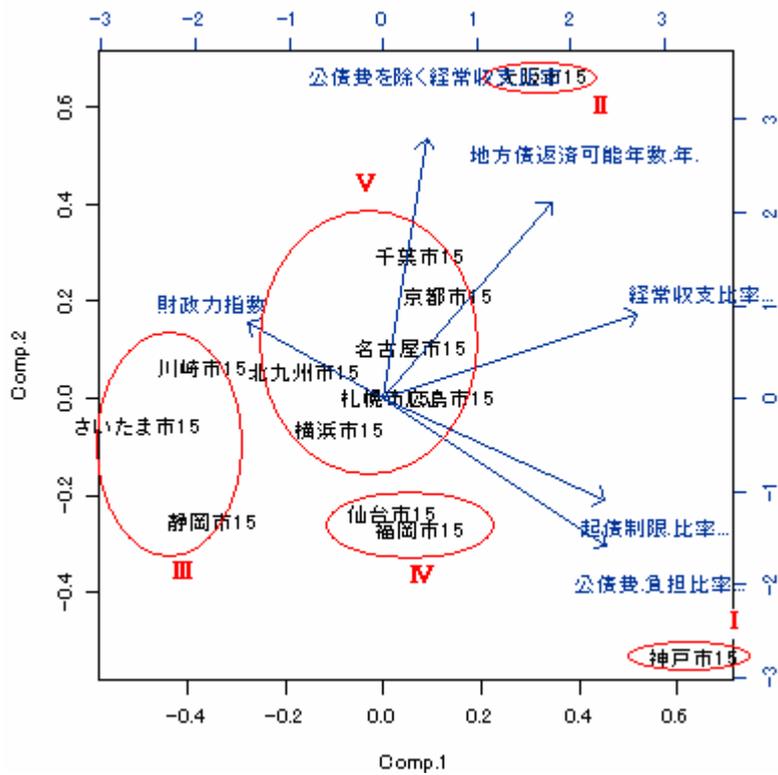


図 7:平成 15 年度の主成分得点の散布図

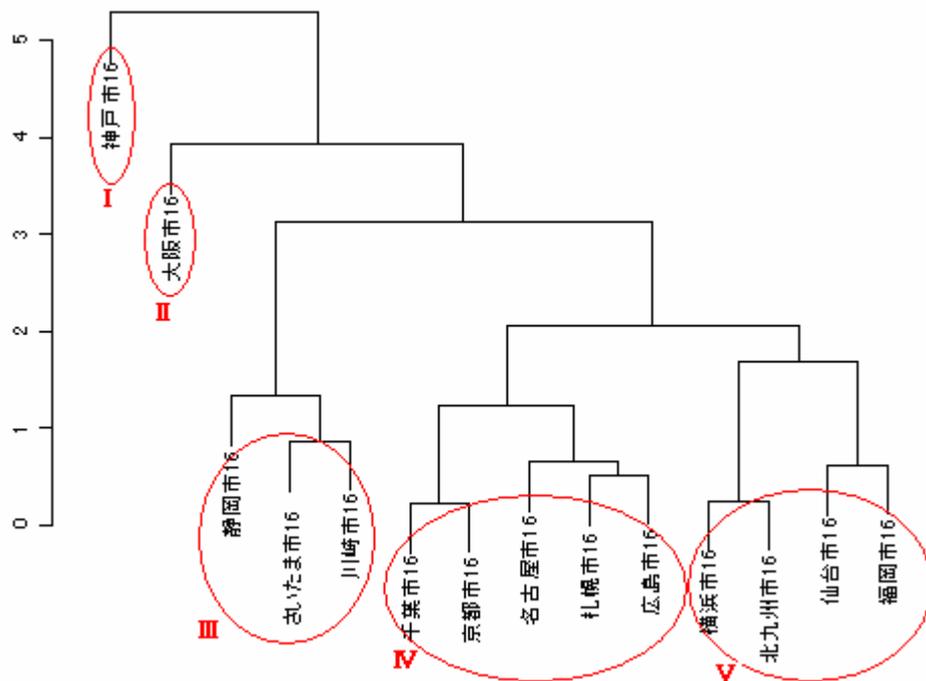


図 8:平成 16 年度デンドログラム

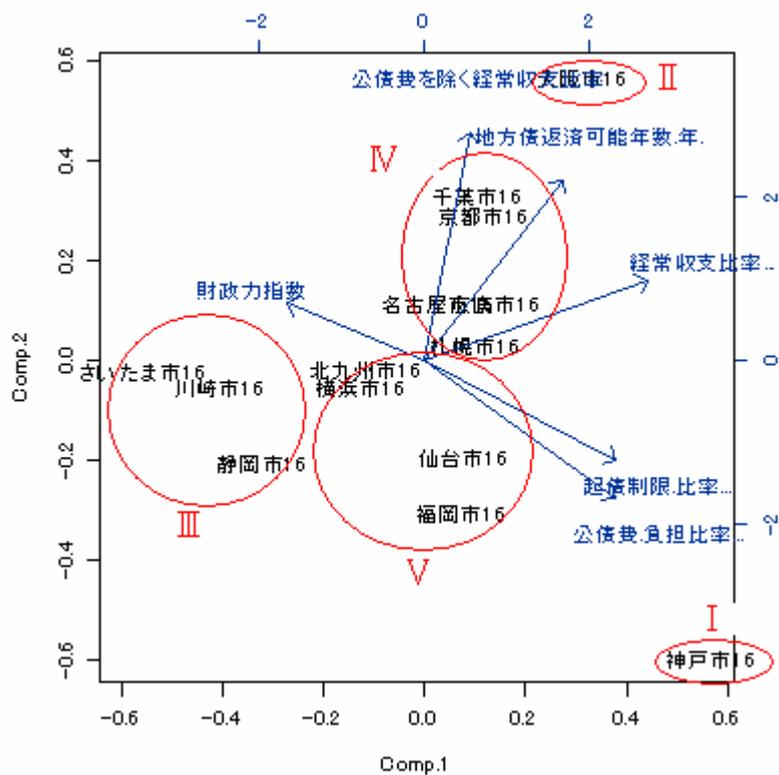


図 9:平成 16 年度の主成分得点の散布図

散布図は、総合的な危険度は右にいくほど高く、フローとストックのバランスは上にいくほどストックの方が悪く、下にいくほどフローの方が悪くなっている。

図 2 から 9 より、各自治体を分類したものを表 4 に示す。

表 4: クラスタ分析の結果の考察

	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年
総合的な危険度が高く、フローとストックのバランスはフローの方が悪い	神戸市	神戸市	神戸市	神戸市
総合的な危険度が高く、フローとストックのバランスはストックの方が悪い	大阪市	大阪市	大阪市	大阪市
総合的な危険度は平均的で、フローとストックのバランスはどちらが悪いとはいえない	京都市 名古屋市 千葉市 広島市		千葉市 京都市 名古屋市 北九州市 札幌市 広島市 横浜市	
総合的な危険度は平均的で、フローとストックのバランスはストックの方がやや悪い		京都市 名古屋市 千葉市 広島市		千葉市 京都市 名古屋市 広島市 札幌市
総合的な危険度は平均的で、フローとストックのバランスはフローの方がやや悪い	仙台市 福岡市	仙台市 福岡市 横浜市	仙台市 福岡市	仙台市 福岡市 横浜市 北九州市
総合的な危険度が低く、フローとストックのバランスはフローの方がやや悪い	静岡市	静岡市		
総合的な危険度が低く、フローとストックのバランスはどちらが悪いとはいえない	北九州市 札幌市 さいたま市 川崎市 横浜市	川崎市 さいたま市 北九州市 札幌市	川崎市 さいたま市 静岡市	さいたま市 川崎市 静岡市

表 4 より、さいたま、川崎両市は総合的な全年度で危険度が低いクラスターに属しており、ストックとフローのバランスと取れていて、安全面から見た財政状況は政令指定都市の中では良好であるといえる。

静岡市は、総合的な危険度は低いが、フローとストックのバランスが平成 13、14 年はややフローの方が悪いクラスターに属している。しかし平成 15、16 年ではさいたま、川崎両市と同じクラスターに属しており、状況が改善されたと考えられる。

仙台, 福岡両市は, 総合的な危険度は高いわけではないが, フローとストックのバランスを見るとフロー指標の方が悪いクラスターに属しているため, フロー面での改善を図る必要があるといえる.

千葉, 京都, 名古屋, 広島の各市は, 総合的な危険度は高いわけではないが, 年度によってはバランスを見るとストックの方が悪い年が見受けられる.

大阪市は, 総合的な危険度が全年度で非常に高く, かつストックの指標が悪いクラスターに属している.

神戸市は, 総合的な危険度が全年度で非常に高く, かつフローの指標が悪いクラスターに属している.

財政の時系列比較のため, 時系列での折れ線グラフを作成する.

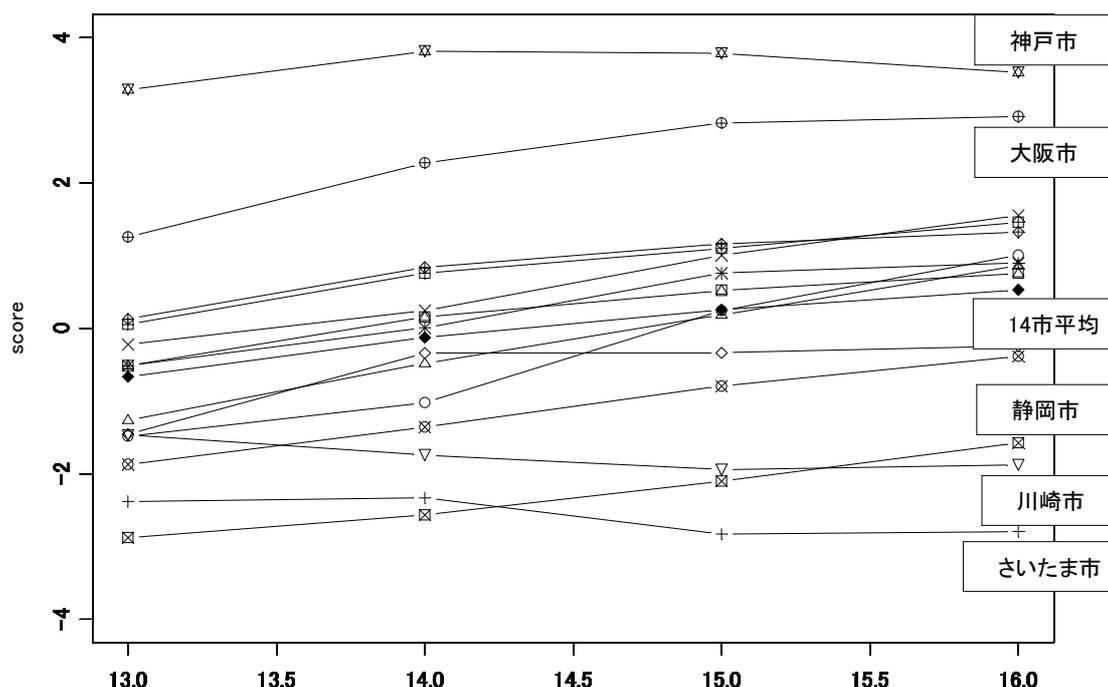


図 10: 全年度での主成分分析の第 1 主成分得点の推移

図 10 より, 総合的な危険度が神戸, 大阪両市では高い状態で推移していること, さいたま, 川崎両市は低い状態で推移していることがわかる. 静岡市も低い状態ではあるが, 時系列で見ると徐々に悪い状態に推移しているので, 注意する必要があると考えられる.

全体や各年の 14 市の平均(◆)を見ると一般的に総合的な危険度が高くなっている傾向があることがわかる。このことから平成 13 年から 16 年でみると政令指定都市の財政状態は全体的に悪化状態にあるということがわかる。

4. 新指標の提案

4.1 新指標の概要

住民が自治体の財政分析に関心をもった際に使えるように、簡単に導けるような指標を考える。主成分分析で、第 1 主成分が自治体の財政の総合的な危険度を表すということと、その第 1 主成分の因子負荷量を見るとフロー面では経常収支比率、ストック面では地方債返済可能年数が各年度で大きな値になっていることがわかることから、この 2 つの指標を用いて指標を考える。2 つの指標の性質として、ともに値が大きいほど危険度が増し、定義から負の値をとることはなく、符号を気にせずに使えるという利点がある。その性質と、簡単に導けるという必要性から 2 つの指標を掛け合わせたものを新指標として提案する。また、単純に掛け合わせたただけだと値が大きくなってしまふことから、経常収支比率を百分率ではなく経常経費充当一般財源と経常一般財源総額の比で見る。つまり、

$$\text{新指標} = \frac{\text{地方債返済可能年数} \times \text{経常収支比率}}{100} \quad (1)$$

と定義する。

4.2 新指標の検証

新指標の妥当性を検討するため、新指標と主成分分析で得た第1主成分との比較を行う。具体的には、新指標と主成分分析で得た第1主成分の結果とのスピアマンの順位相関係数を求める。スピアマンの順位相関係数とは、2系列の順位の関係の強さを表わす尺度である。まず、もとめた新指標と第1主成分得点の順位を求め、表5に示す。

表5:新指標と第1主成分得点の順位

順位	新指標	第1主成分得点
1	さいたま市	さいたま市
2	静岡市	川崎市
3	川崎市	静岡市
4	横浜市	横浜市
5	北九州市	北九州市
6	福岡氏	名古屋市
7	神戸市	福岡氏
8	仙台市	仙台市
9	札幌市	札幌市
10	名古屋市	千葉市
11	広島市	京都市
12	京都市	広島市
13	千葉市	大阪市
14	大阪市	神戸市

次に、順位相関係数を求め、有意性検定を行った結果、新指標と第1主成分のスピアマンの順位相関係数は0.824であり、強い正の相関があることから、新指標は簡単に導ける指標として意味のあるものだと考えられる。

5. まとめ

主成分分析で得られた主成分得点を用いてクラスター分析を行うことにより自治体を財政の安全面の点から客観的に分類することができた。これにより各自治体の財政がどのような状況にあるかがわかるので、財政計画をする際の参考とする等に活用できると考えられる。

提案した新指標は、簡便法ではあるが、自治体の財政分析に興味をもった住民等が様々な分析をする前の段階において有用であると考えられる。

6. 今後の課題

今回は財務データを用いて定量的な分析を行ったので、なぜそのようなデータがでてきたかの原因分析までは行えなかった。よって、なぜこのような分析結果がでたのかという原因を分析することが課題である。また、各年度のデータを増やし、時系列でのデータの移り変わりから、自治体の財政計画の際に役立つシミュレーションを行うということも行っていきたい。

7. 参考文献・URL

- [1] 出井 信夫 池谷 忍:「自治体財政を分析・再建する」, 大村書店(2003)
- [2] 朝日監査法人パブリックセクター部:
「自治体バランスシート・行政コスト計算書の作り方・読み方」, ぎょうせい(2003)
- [3] 西尾 真治:「地方公共団体におけるバランスシートの作成とストック分析」,
(http://www.ufji.co.jp/mook/pdf/005_03.pdf), (最終閲覧日 2006 年 10 月 1 日)
- [4] 関西社会経済研究所:「都市の財政力 2005-自治体経営分析における財政分析-」,
(http://www.kiser.or.jp/research/050531_toshi_zaisei.html),
(最終閲覧日 2006 年 11 月 13 日)
- [5] R. A. ベッカー, J. M. チェンバース, A. R. ウィルクス:「S 言語(Ⅰ)」, 共立出版(2000)
- [6] R. A. ベッカー, J. M. チェンバース, A. R. ウィルクス:「S 言語(Ⅱ)」, 共立出版(2000)
- [7] 総務省:「平成 16 年度市町村決算カード」,
(<http://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/card-5.html>), (最終閲覧日 2006 年 10 月 1 日)
- [8] 総務省:「地方公共団体の総合的な財政分析に関する調査研究会報告書」,
(<http://www.soumu.go.jp/news/000329.html>), (最終閲覧日 2006 年 10 月 1 日)

8. 付録

8.1 分析に用いたコマンド

分析に用いた S-PLUS コマンドを示す.

alldata の算出

```
> alldata <- rbind (H13, H14, H15, H16)
```

固有値, 寄与率, 累積寄与率の算出

```
> pr13 <- princomp(H13, cor=T)
```

```
> pr14 <- princomp(H14, cor=T)
```

```
> pr15 <- princomp(H15, cor=T)
```

```
> pr16 <- princomp(H16, cor=T)
```

```
> prall <- princomp(alldata, cor=T)
```

累積寄与率の図示

```
> plot(pr16, main="")
```

因子負荷量の算出

```
> loadings(pr13)[, 1:2]
```

```
> loadings(pr14)[, 1:2]
```

```
> loadings(pr15)[, 1:2]
```

```
> loadings(pr16)[, 1:2]
```

```
> loadings(prall)[, 1:2]
```

第 1, 2 主成分の主成分得点の算出

```
> pr16$score[, 1:2]
```

クラスター分析

```
> cl13 <- hclust(dist(pr13$scores[, 1:2]), method="average")
```

```
> cl14 <- hclust(dist(pr14$scores[, 1:2]), method="average")
```

```
> cl15 <- hclust(dist(pr15$scores[, 1:2]), method="average")
```

```
> cl16 <- hclust(dist(pr16$scores[, 1:2]), method="average")
```

デンドログラムの図示

```
> plclust(cl13, label=row.names(H13))
> plclust(cl14, label=row.names(H14))
> plclust(cl15, label=row.names(H15))
> plclust(cl16, label=row.names(H16))
```

第 1, 2 主成分得点の散布図を図示

```
> biplot(pr13)
> biplot(pr14)
> biplot(pr15)
> biplot(pr16)
```

全年度のデータ(alldata)を用いた主成分分析の第 1 主成分を行列に変換.

```
> tscol <- c("札幌市", "仙台市", "さいたま市", "千葉市", "横浜市", "川崎市", "静岡市", "名古屋市", "京都市", "大阪市", "神戸市", "広島市", "北九州市", "福岡市")
> tsrow <- c("H13", "H14", "H15", "H16")
> tspr <- matrix(prall$scores[, 1], byrow=T, nrow=4, dimnames=list(tsrow, tscol))
```

時系列での折れ線グラフを作成し, 上位と下位の市と平均に凡例を付与.

```
> for(i in 1:14)
+ {plot(13:16, tspr[, i], type="b", xlab="", ylab="", pch=i, ylim=c(-4, 4))
+ par(new=T)
+ }
> plot(13:16, rowMeans(tspr), type="b", ylim=c(-4, 4), pch=18, xlab="", ylab="score")
> legend(locator(1), legend="神戸市")
> legend(locator(1), legend="大阪市")
> legend(locator(1), legend="14 市平均")
> legend(locator(1), legend="静岡市")
> legend(locator(1), legend="川崎市")
> legend(locator(1), legend="さいたま市")
```

新指標の算出

```
> newindex16 <- c(H16[, 1] * H16[, 4] / 100)
```

主成分分析で得た第 1 主成分の結果とのスピアマンの順位相関係数を求める.

```
> apply(cbind(newindex16, pr16$score[, 1]), 2, rank)
```

順位相関係数を求め、有意性検定を行う

```
> cor.test(newindex16, pr16$score[, 1], method="spearman").
```

8.2 主成分分析に用いた各指標の算出方法と意味

・経常収支比率

$$\text{経常収支比率(\%)} = \frac{\text{経常経費充当一般財源}}{\text{経常一般財源総額}} \times 100 \quad (2)$$

財政の余裕度を測る尺度として用いられる。

・公債費負担比率

$$\text{公債費負担比率(\%)} = \frac{\text{公債費充当一般財源}}{\text{一般財源総額}} \times 100 \quad (3)$$

財政の弾力度を判断する尺度として用いられる。

・起債制限比率

$$\text{起債制限比率(\%)} = \frac{\text{「公債費に充当した一般財源」} - \text{「交付税措置のある公債費」}}{\text{「地方税+普通交付税」} - \text{「交付税措置のある公債費」}} \times 100 \quad (4)$$

市税や地方交付税など標準的な収入に対して、市の借金を返済する割合がどの程度あるかを示す割合

・地方債返済可能年数

$$\text{地方債返済可能年数(年)} = \frac{\text{地方債残高} - \text{現金・預金}}{\text{経常一般財源} - (\text{経常経費充当一般財源} - \text{公債費})} \quad (5)$$

収入総額のうち、地方債の返済に充てることが可能な金額(可処分所得)のすべてを地方債の返済にあてたと仮定した場合、地方債発行残高の全額を完済するのに何年かかるかを示した指標

・財政力指数

$$\text{財政力指数} = \frac{\text{基準財政収入額}}{\text{基準財政需要額}} \quad (6)$$

各自治体の税収でどれだけ支出を賄えているかを示す指数

・公債費を除く経常収支比率

$$\text{公債費を除く経常収支比率(\%)} = \frac{\text{経常経費充当一般財源} - \text{公債費}}{\text{経常一般財源総額}} \times 100 \quad (7)$$

毎年経常的に発生するコストから公債費を引いた分が経常収入に占める割合。

8.3 データ

分析に使用したデータのうち、平成16年度のものに掲載する。

表6:平成16年度データ

自治体名	地方債返済 可能年数 (年)	財政力指数	公債費を除く 経常収支 比率(%)	起債制限 比率(%)	経常収支比 率(%)	公債費 比率(%)	公債費 負担比率(%)
札幌市16	11.3	0.66	72.3	13.6	96.7	21.7	20.8
仙台市16	11.1	0.81	66.2	17.4	93.3	24.5	23.2
さいたま市16	6.0	0.99	68.5	10.4	83.0	11.6	12.3
千葉市16	18.7	0.96	74.6	15.9	96.9	19.5	19.1
横浜市16	9.6	0.92	70.2	14.3	89.8	16.5	20.8
川崎市16	10.1	1.00	65.8	11.0	83.9	14.8	16.4
静岡市16	7.1	0.87	65.0	12.4	85.5	17.3	17.9
名古屋市16	12.6	0.95	73.3	16.8	95.6	19.7	20.0
京都市16	15.7	0.67	76.6	12.8	96.8	17.1	18.1
大阪市16	21.5	0.86	81.0	15.9	103.6	20.1	19.1
神戸市16	10.1	0.65	61.3	26.0	100.4	31.5	33.5
広島市16	14.6	0.76	72.9	15.9	96.1	19.7	20.7
北九州市16	11.0	0.63	68.8	9.3	90.6	17.5	18.7
福岡市16	11.0	0.77	63.3	17.9	91.2	24.5	24.0