

平成 19 年度卒業論文

デジタルオーディオプレーヤーにおけるランダム再生機能の検証

文教大学 情報学部 経営情報学科

A4P21003 赤津慎也

## デジタルオーディオプレーヤーにおけるランダム再生機能の検証

赤津 慎也

### 概要

本論文では、デジタルオーディオプレーヤーの再生機能の1つである、ランダム再生機能に着目した。実際にプレーヤーを再生し、データを収集して、そのデータが本当にランダムに再生されているのか、ランダムを検定を行い、分析・検証した。

まずは、デジタルオーディオプレーヤーとランダム再生機能について調べた。次に、どのように検証を行っていくかを考え、実際にデジタルオーディオプレーヤーをランダム再生し、収集したデータをランダムを検定にかけることにした。検定方法としては、 $\chi^2$ 乗検定と、ポーカー検定の2種類を行うことにし、これら2つの検定についてどのようなものなのかを調べた。それからデータを収集し、実際に検証に入っていく。今回データとしては、2種類の機種を使用し、合計で9つのデータを集めた。これらのデータを、1つは機種別、もう1つは曲数と再生回数別という2つのカテゴリに分けて検証を行った。それぞれ、 $\chi^2$ 乗検定をクラスの分け方を変えて2回、ポーカー検定を1回行った。そうして得た結果をまとめ、考察してみると、曲数が増えた場合にポーカー検定が通らない、無規則性がクリアできていないという結果が得られた。

この結果によって、一様性については曲数を変えてみても変化はないことがわかった。しかし、無規則性については、曲数を増やした場合に検定がクリアできず、ランダムとして持っているはずの性質を持っていないことになり、それはランダムとは言えなくなってしまうということがわかった。

研究概要

目次

第1章 はじめに

第2章 デジタルオーディオプレーヤーとランダム再生機能

2-1 デジタルオーディオプレーヤー

2-2 ランダム再生機能

第3章 検証方法

3-1 検証方法・手順

3-2  $\chi^2$ 乗検定

3-3 ポーカー検定

第4章 検証1

4-1 データ収集

4-2 検証

4-3 検証結果

4-4 考察

第5章 検証2

5-1 データ収集

5-2 検証

5-3 検証結果

5-4 考察

第6章 まとめ

第7章 おわりに

謝辞

参考文献

付録

# デジタルオーディオプレーヤーにおけるランダム再生機能の検証

赤津 慎也

## 第1章 はじめに

私は普段から、デジタルオーディオプレーヤーで音楽をランダム再生にして聴いている。ランダム再生とは、曲がランダムに再生されること、曲順に関係なく次にどの曲が再生されるかわからない再生方法のことである。しかしある時、同じ曲が何度も再生されたり、逆に1度も再生されない曲があったり、ある曲の後にはある別の1曲が再生されることが多いというようなことを感じることもあった。ランダムにあるはずのない規則性があるのか、そのような疑問を持った。そんな疑問を持ったことからランダムについて調べてみようと思い、実際にデジタルオーディオプレーヤーを使ってランダム再生をし、それが本当にランダムに再生されているのか、ランダムの検定を行った。

検証の方法としては、実際にデジタルオーディオプレーヤーをランダム再生し、順に記録し、データを取る。それから収集したデータを検定していく。検定にはランダムの2つの性質である、一様性と無規則性について、それぞれ $\chi^2$ 乗検定とポーカー検定を行った。検定を行ったところ、デジタルオーディオプレーヤーの曲の種類を増やした場合、ポーカー検定をクリアできないという結果を得た。

本論文の構成は、まず次章で、デジタルオーディオプレーヤーとランダム再生について解説する。3章で検証の方法とその手順についてと、検証に使用する2つの検定、 $\chi^2$ 乗検定とポーカー検定についての詳細を説明する。4章から実際に検証に入っていく。4章では検証の1として、機種別というカテゴリでの検証を行っている。使用するデータの詳細、実際に行った検証、検証結果、結果の考察といった流れになっている。5章は検証の2とし、流れは4章と同じで、曲数と再生回数を変えたカテゴリで検証を行っている。6章は4章と5章の結果を比較・考察し、まとめを行った章になっている。

## 第2章 デジタルオーディオプレーヤーとランダム再生機能

この章では、デジタルオーディオプレーヤーとランダム再生機能について、それぞれがどのようなものなのかを説明していく。

## 2-1 デジタルオーディオプレーヤー

現在音楽というものは、とても身近で欠かせないものになっている。その音楽を再生するための音楽プレーヤーにも様々なものがある。その中で今、主流とも言えるのがデジタルオーディオプレーヤーである。これは主にパソコンに接続し、パソコンに保存してある音楽を転送するというタイプのものが多いが、現在はパソコンを使わなくても録音できるものも出てきている。さらに、CDから録音をしなくても、インターネットを使ってCDを買うよりも安価で、パソコンに音楽をダウンロードすることができるというサービスも出てきている。今まで主流であった、CDプレーヤーやMDプレーヤーと比べてみると、とてもコンパクトで、それでいて容量は格段に増加している。現在では、何千曲という数の曲を録音できるものもある。

## 2-2 ランダム再生機能

音楽プレーヤーの再生方法には様々なものがあるが、その中の1つにランダム再生というものがある。まずランダムというのは、一様性と無規則性という2つの性質を持っている。一様性というのは、出る確率はどれも同じ、等確率であるという性質のことである。無規則性というのは、その名の通り、規則性がないという性質のことである。ランダム再生というのは、このランダムの2つの性質を持った再生方法のことで、どの曲も再生される確率は等しく、再生される順番に規則性は存在しないというものである。

## 第3章 検証方法

この章では、まず検証の方法とその手順を説明する。それから、検証に使用する2つの検定である $\chi^2$ 乗検定とポーカー検定について解説する。

### 3-1 検証方法・手順

検証方法とその手順について、まずは検証に使用するデータを集める。デジタルオーディオプレーヤーをランダム再生して、それを順番に記録していく。記録したデータは全部で9つあり、それらを機種別というカテゴリと、曲数・再生回数別というカテゴリに分けて検証を行っていく。検定は、一様性についての検定である $\chi^2$ 乗検定と、無規則性についての検定であるポーカー検定の2種類を使用する。 $\chi^2$ 乗検定については2回行う。1つは、クラスを分ける際に、曲番号の1~10で1つのクラス、11~20で1つのクラスという分け方で行う。もう1つは、曲番号の1~100の中の1の位の数が1のもの、

1の位が2のものというわけ方で行う。それからポーカー検定を行い、その結果を考察していく。

### 3-2 $\chi^2$ 乗検定

$\chi^2$ 乗検定とは、乱数の一様性を調べる検定法である。ある分布に従う確率変数のとりうる値をクラスに分け、この分布からのランダムサンプルが各クラスに入る確率を計算していく。それからデータを調べ、各クラスに入っている個数を数えていき、その統計量を計算する、適合度の検定である。[1]

### 3-3 ポーカー検定

ポーカー検定も乱数についての検定法で、無規則性を見る検定法である。これはゲームのポーカーの手になぞらえて、ある分布で相続く5個の整数の組を作り、その組み合わせに着目する。その組がどのように構成されているかを調べ、それぞれ構成別に個数を数えていき、それを $\chi^2$ 乗検定する。これは、生成される数列の数字の並び方を検証する、連の検定である。[1]

## 第4章 検証1

この章では、検証の1として、機種別というカテゴリで検証を行う。データ収集から考察まで、検証の結果を説明していく。

### 4-1 データ収集

検証1で使用するデータは、2つの機種から計5つのデータを取り、検証を行っていく。1つ目の機種からは、300曲を600回ランダム再生したものを2つ、もう1つの機種からは、400曲を800回再生したものを2つと、450曲を900回再生したものを1つの、計5つのデータを使用する。

### 4-2 検証

まずは、 $\chi^2$ 乗検定の(1)として、クラスが曲番号の1~10で1つ、11~20で1つというわけ方で行っていく。次に、 $\chi^2$ 乗検定の(2)として、クラスが曲番号の1~1

00の中の1の位が1のもので1つ、1の位が2のもので1つというわけ方で行う。続いてポーカー検定を行う。ポーカー検定のクラスわけとしては、曲数が300曲のものは、曲番号が1～30で1つ、31～60で1つというわけ方で、400曲のものは、1～40で1つ、41～80で1つというわけ方、450曲のものは、1～45で1つ、46～90で1つというわけ方で行う。それぞれのクラスにアルファベットをふっておく。再生された順に5個ずつに分けて、それぞれどのクラス、アルファベットに属しているかを見て、その構成を見ていく。その後、5個組がアルファベット1種類で構成されているもの、2種類で構成されているものと分けていく。それぞれの数を数え、 $\chi^2$ 乗検定を行う。

#### 4-3 検証結果

ここでは、4-2で行った検定の結果を載せている。結果としては下の表1のようになった。表中の実験1～5は、それぞれ付録の付表1～5のデータである。表中の○はその検定をクリアできている、×はクリアできていないことを表している。

表1 検証結果1

	カイ2乗検定(1)	カイ2乗検定(2)	ポーカー検定
実験1(300曲 600回)	○	○	○
実験2(300曲 600回)	○	○	○
実験3(400曲 800回)	○	○	×
実験4(400曲 800回)	○	○	×
実験5(450曲 900回)	○	○	×

結果としては、どのデータも2つの $\chi^2$ 乗検定はクリアしている。しかし、機種2のほうの3つのデータは、どれもポーカー検定をクリアできていないという結果が出た。

#### 4-4 考察

4-3での結果を見てわかることがいくつかある。1つは、機種の違いによってポーカー検定がクリアできない、ランダムとして無規則性を備えていないということが言える。そして、曲の種類が増えた場合にも、再生回数を増やした場合にも同じことが言える。ランダムとして、必須である無規則性を持っていないとなれば、それはランダムとは言えないのではないだろうか。

## 第5章 検証2

この章では、検証の2として、曲数・再生回数の違いというカテゴリで検証を行う。4章と同じように、データの種類から考察まで、同じ流れで説明していく。

### 5-1 データ収集

検証2で使用するデータは、1種類の機種で取った5つのデータを使用する。検証1で使用した、300曲を600回再生したのもを使用するので、データの合計は9つということになっている。このデータで1つ、そして、再生回数を増減させた、300曲を300回再生したもの、300曲を900回再生したものを1つずつ使用する。もう一方は、曲の種類を増減させた、150曲を600回再生したもの、450曲を600回再生したものの、計5つのデータを使用して、検証を行っていく。

### 5-3 検証

検証の方法は4章で行ったものと同じである。 $\chi^2$ 乗検定のクラスの分け方はすべて同じである。ポーカー検定については、曲の種類が150曲のものが1~15で1つのクラス、16~30で1つのクラスという分け方になる。

### 5-4 検証結果

ここでは、5-3で行った検定の結果を説明している。結果は表2のようになった。表中の実験1は付録の付表1のデータであり、実験6~9はそれぞれ付表6~9のデータである。表中の○はその検定をクリアできている、×はクリアできていないことを表している。

表2 検証結果2

	カイ2乗検定(1)	カイ2乗検定(2)	ポーカー検定
実験6(300曲 300回)	○	○	○
実験7(300曲 900回)	○	○	○
実験1(300曲 600回)	○	○	○
実験8(150曲 600回)	○	○	○
実験9(450曲 600回)	○	○	×



表2の結果を見てみると、 $\chi^2$ 乗検定はすべてのデータがクリアできている。今回は、曲の種類を増やした場合にのみ、ポーカー検定がクリアできないという結果が出た。

#### 5-4 考察

5-3の結果から言えることは、検証1と同様に、 $\chi^2$ 乗検定については問題なくどのデータもクリアできている。今回の場合は曲の種類を増やした場合にのみ、無規則性が備わっていないと言える。今回も、このクリアできていないデータについてはランダムと言えないのではないだろうか。

### 第6章 まとめ

ここまで行ってきた、検証の結果をまとめてみる。まず、検証1・2ともに、すべてのデータが $\chi^2$ 乗検定はクリアし、ランダムとして、一様性は満たしていると言える。しかし無規則性については、検証1では、機種の違い、曲の種類の増加、再生回数の増加の3つの場合に、ポーカー検定をクリアできないということがわかった。検証2では、曲の種類を増加させた場合に、同じようにポーカー検定をクリアできないということがわかった。これらのクリアできていないデータは、ランダムとして無規則性を満たしていないため、ランダムではないと言うことができる。そして、2つの検証に共通して出た結果として、無規則性については曲の種類の増加が大きく関係し、曲の種類が増加すると無規則性が損なわれやすいのではないだろうか。

### 第7章 おわりに

今回ランダムの検定を行ってみて、1つの結果を得られたという点では、納得のいく研究であった。しかし、検定にはいくつもの種類があり、1つのランダムサンプルがいくつの検定をクリアできればランダムと言えるのかという点など、明らかになっていない点もある。ランダムについて、さらに詳しく知る必要があると感じた。

今後の課題として、今回の検証では不足していた点がいくつかある。まず、手動でデータを取ったため、曲の種類も再生回数も、データとして数が不足していたという点が1つである。そして、検定についても、 $\chi^2$ 乗検定とポーカー検定の2種類で計3回しか行っていないという点が2つ目である。さらに、検定でクラス分けをする際に、クラスの数が少ないという点が3つ目である。これらの不足している点を補って検定を行えば、さらに

精度の高い検定ができ、違った検定結果が出ることもあるかもしれない。

## 謝辞

この研究を進めるにあたり、指導教員である根本先生、そして色々と指導していただいた堀田先生には大変お世話になりました。また、研究室メンバーにも色々と助言をいただき、感謝しています。ありがとうございました。

## 参考文献

- [1] 伏見正則：乱数，東京大学出版会（1989）

付録

付表1 収集データ1

155	62	89	70	168	298	137	135	163	263	129	115	108	114	26	64	156	93	211	119
206	187	297	91	69	34	105	262	149	213	111	219	237	290	27	257	95	192	283	213
281	241	209	16	173	125	249	186	150	11	253	266	131	250	6	96	36	289	82	161
258	214	37	99	216	292	90	23	198	233	4	297	80	157	18	2	61	78	92	49
138	88	299	68	52	222	136	10	151	294	66	215	117	193	292	268	141	14	86	189
114	171	204	227	80	31	279	270	217	28	31	183	248	179	214	164	110	142	195	54
275	112	134	192	55	254	119	5	170	194	94	251	187	202	87	89	235	269	150	253
213	35	86	230	286	232	207	127	202	120	167	205	207	100	158	154	272	293	265	92
264	290	46	3	44	185	276	162	197	15	133	130	204	162	190	65	286	254	216	32
113	94	108	13	178	30	15	280	155	231	191	152	123	232	55	12	33	271	58	298
159	27	300	11	265	295	188	239	226	106	57	35	98	147	249	222	175	264	123	269
229	12	240	103	179	236	261	64	41	119	241	160	103	149	20	227	288	181	187	164
142	79	39	172	177	184	267	101	246	17	177	173	137	126	258	255	244	23	86	111
253	153	98	175	120	248	87	282	260	69	143	224	99	7	102	34	180	75	160	286
49	59	220	208	234	181	143	154	146	109	54	72	30	163	32	1	37	47	114	93
121	165	189	42	284	17	231	152	97	83	70	122	298	230	63	189	132	218	200	250
32	131	180	205	123	2	82	25	16	296	24	104	200	182	225	29	287	159	101	142
9	129	76	228	8	65	277	266	148	85	67	136	90	56	170	3	220	52	244	190
28	219	288	14	242	126	117	132	223	178	168	153	239	42	128	256	174	278	178	249
169	272	73	19	67	45	115	257	49	197	280	38	242	184	186	51	169	285	39	262
164	238	33	287	195	201	224	43	259	125	198	73	43	25	299	277	176	71	72	15
223	273	203	146	148	144	85	58	210	166	140	236	113	107	188	145	127	88	52	201
176	274	221	278	48	291	200	167	48	196	151	228	21	208	59	161	62	261	166	21
263	156	140	158	259	21	56	128	13	274	77	135	81	245	84	91	229	118	56	38
78	22	147	196	145	285	289	255	199	282	19	279	124	45	9	275	217	50	118	278
116	51	122	40	24	243	296	182	74	240	60	185	201	206	172	5	234	276	105	117
191	226	41	211	166	106	260	96	171	273	238	8	291	46	112	10	203	247	179	44
97	4	61	54	92	81	77	250	76	116	134	22	39	212	270	40	165	252	130	25
190	133	193	247	93	75	29	74	243	44	262	144	105	284	209	121	139	281	80	90
252	268	6	38	36	215	130	244	68	101	58	138	221	53	267	295	300	79	289	16

付表2 収集データ2

243	1	289	77	279	17	258	202	114	103	118	173	200	263	67	146	240	285	69	33
214	111	159	290	274	294	297	295	227	6	261	121	93	95	104	115	217	73	129	247
250	2	219	180	152	171	67	14	112	271	206	286	154	149	153	218	195	124	256	95
69	66	68	121	131	84	120	205	26	195	131	12	16	171	143	204	13	147	176	191
247	174	56	185	165	128	223	220	52	110	291	113	253	268	224	254	192	40	223	60
123	102	292	151	135	233	194	154	162	80	189	269	9	89	159	171	277	226	215	137
267	198	38	90	45	203	62	115	179	270	271	167	203	168	111	239	203	165	102	252
268	222	89	106	47	64	296	36	263	172	29	21	86	194	243	17	22	14	63	116
61	291	94	280	145	276	170	46	22	147	245	251	60	299	292	246	268	265	112	162
71	285	15	140	282	82	107	257	113	27	160	193	199	163	242	87	27	243	299	291
286	9	75	161	157	181	207	173	252	189	190	262	210	276	140	221	42	292	12	205
226	76	208	122	129	95	130	204	16	35	36	288	216	76	117	235	194	216	64	34
272	78	44	108	127	228	213	73	215	261	108	156	244	58	42	140	88	8	97	37
206	53	175	79	166	59	234	209	18	41	59	55	180	228	57	263	98	59	169	96
19	251	298	248	21	184	192	138	201	255	2	280	172	212	188	94	2	153	206	181
50	287	63	33	37	60	266	74	24	132	132	214	78	169	52	170	149	106	288	148
293	40	156	7	20	116	100	183	256	230	185	174	259	18	33	85	210	107	47	45
163	269	210	224	168	99	260	176	237	42	119	24	176	84	279	126	83	131	121	238
101	126	212	143	158	177	199	12	216	119	157	54	254	208	19	99	154	251	283	55
48	54	32	25	187	186	8	249	72	58	82	256	298	56	168	222	234	242	207	43
167	85	43	23	225	253	148	238	4	97	13	272	103	1	120	245	138	5	31	185
229	242	300	197	146	13	139	104	144	83	241	120	77	220	108	199	36	272	281	155
211	65	39	231	277	178	236	86	118	96	5	202	98	135	273	287	202	271	81	197
273	241	235	88	188	124	55	190	218	92	258	225	158	144	28	248	290	261	46	53
246	240	284	30	262	134	275	191	169	47	218	79	187	50	48	62	57	35	188	110
299	239	200	244	193	51	283	81	117	61	177	252	106	181	156	225	224	230	71	196
29	98	281	70	196	264	150	153	278	281	275	184	278	41	136	172	18	66	212	141
125	11	254	49	149	259	28	93	288	114	75	99	230	31	186	3	77	109	104	296
5	160	221	217	109	26	10	105	232	26	83	238	237	123	284	91	274	266	61	295
164	245	34	133	182	142	155	137	31	8	222	296	209	96	127	159	264	270	30	255

付表3 収集データ3

211	251	237	289	103	42	365	283	267	252	19	82	173	252	47	110	293	21	106	151
114	193	166	322	357	223	14	310	278	195	178	303	86	132	233	276	213	181	286	389
379	78	23	387	198	138	232	363	300	82	107	234	311	352	94	179	54	119	200	135
41	307	250	57	88	137	155	9	343	316	298	96	249	384	282	109	247	325	28	358
216	358	191	265	327	133	2	222	144	375	224	291	125	54	191	313	121	330	195	396
123	202	73	274	398	120	207	136	161	33	75	210	338	116	9	253	329	339	18	12
397	95	297	291	79	392	105	131	13	231	290	48	356	319	157	134	337	357	175	164
77	342	337	326	309	68	362	111	230	153	207	235	392	265	382	355	354	394	34	244
305	139	118	396	361	288	7	374	151	200	42	97	3	158	24	390	387	7	95	52
354	142	388	76	5	319	217	31	190	92	223	295	145	27	188	140	128	153	288	115
187	154	59	303	213	382	126	221	71	336	73	218	378	193	4	367	343	393	203	304
65	204	269	350	117	48	89	134	294	113	285	63	91	13	147	45	366	5	33	236
282	99	281	169	386	233	330	124	331	377	198	266	321	166	102	230	43	150	206	99
308	349	306	30	55	158	91	399	96	37	23	160	269	58	315	87	266	388	39	302
360	165	356	218	262	8	334	81	344	247	186	34	165	256	258	314	79	131	217	231
3	21	196	128	268	219	106	314	148	186	138	208	53	139	143	255	297	350	61	90
209	246	84	98	280	130	364	371	180	63	364	44	245	365	374	137	222	379	261	320
110	184	320	347	304	108	11	26	51	277	36	228	118	232	74	362	72	93	149	267
372	60	384	159	352	368	226	255	227	298	211	84	324	40	287	25	283	277	386	161
28	271	52	10	178	20	143	201	145	339	49	308	328	219	201	190	194	182	122	38
210	285	249	224	47	243	157	93	167	125	237	243	335	66	30	8	15	124	331	216
112	313	189	140	220	177	6	338	25	85	101	113	349	272	199	155	169	336	342	59
376	369	69	146	132	45	215	122	253	321	312	310	377	172	26	398	71	351	363	257
35	22	290	171	115	245	121	395	197	385	251	248	88	81	192	16	281	381	31	141
240	248	324	34	381	182	393	74	86	53	130	123	316	301	11	171	187	105	202	369
172	188	391	235	46	56	70	299	323	258	347	334	260	229	162	78	6	279	32	55
36	67	66	162	254	264	292	341	389	259	373	348	148	85	41	296	152	185	204	250
244	286	284	15	199	272	328	135	62	261	69	375	383	309	221	220	391	133	35	127
179	315	312	234	90	287	400	127	275	266	278	80	111	246	70	68	1	353	209	341
49	373	367	160	332	317	83	94	293	276	184	299	284	120	280	275	142	385	46	361
208	29	18	12	100	378	318	340	329	295	129	225	196	327	187	177	371	117	232	22
107	214	239	228	351	39	380	129	87	333	345	77	20	333	2	104	337	322	92	183
366	119	170	147	174	256	43	104	325	102	370	294	180	346	144	271	62	323	274	126
16	390	32	176	40	203	229	359	394	355	60	215	48	372	376	170	263	326	176	340

236	64	225	44	212	97	149	1	72	192	259	57	114	65	83	76	154	332	100	359
164	279	114	238	116	345	181	205	296	75	146	254	289	270	306	292	395	344	305	397
19	302	150	168	383	152	54	101	335	301	380	136	205	167	240	212	10	368	238	14
241	348	185	27	50	194	260	353	109	346	98	360	37	64	108	51	159	35	103	168
173	163	61	257	242	80	263	183	370	156	300	399	214	268	307	242	29	50	317	67
38	17	273	206	175	311	270	58	24	400	227	17	56	168	241	112	197	239	262	273

付表4 収集データ4

232	105	88	112	393	42	162	382	381	108	102	182	346	157	258	57	23	381	365	44
76	335	300	310	106	208	396	60	58	292	177	337	154	288	340	88	316	223	191	62
276	282	213	233	336	28	117	245	241	7	327	136	281	38	142	149	159	301	355	98
164	176	38	78	284	181	330	102	94	139	115	246	354	49	257	271	292	63	172	169
6	53	201	281	180	73	273	329	312	351	204	5	170	72	27	361	46	100	317	312
137	231	14	175	68	271	158	270	237	366	382	391	314	118	126	186	66	173	95	83
346	74	153	49	260	154	389	152	87	397	225	243	89	210	226	345	106	319	163	143
357	272	379	223	133	380	89	377	298	120	309	379	151	394	313	152	185	99	300	259
378	156	51	59	339	55	302	40	30	294	119	219	275	249	87	277	343	171	61	350
46	384	226	243	343	234	216	205	184	200	131	285	20	11	147	370	148	315	96	162
217	70	64	99	350	81	45	23	86	12	236	32	302	268	267	201	269	155	165	298
47	265	252	323	364	287	214	170	296	248	352	37	67	22	18	375	26	284	304	58
219	142	116	258	392	187	41	31	204	368	166	47	108	311	295	211	328	30	69	90
50	356	327	128	103	96	207	183	21	400	306	68	190	83	52	390	117	33	112	153
224	376	266	325	331	316	26	93	167	4	73	110	353	139	78	254	208	39	198	279
61	37	145	263	275	244	177	311	16	132	120	194	168	251	129	21	390	51	369	24
247	198	362	138	163	100	56	235	157	337	214	301	310	15	232	307	241	76	199	320
107	8	388	349	398	324	236	85	386	338	266	184	81	283	338	75	372	125	371	101
289	141	84	363	1	261	85	290	77	341	12	341	135	28	138	123	205	224	203	175
191	355	293	390	126	135	295	192	278	347	272	144	244	29	250	289	384	305	380	323
115	374	199	95	299	342	202	119	169	359	378	261	1	31	13	40	229	71	221	107
320	29	10	314	211	348	17	286	25	383	217	366	383	35	276	53	326	116	293	183
253	183	144	240	35	361	159	185	174	65	278	193	227	43	336	80	200	206	48	349
118	82	360	92	195	387	391	91	44	254	10	359	318	60	134	133	373	386	70	160
332	288	385	309	2	80	98	307	212	121	264	180	97	94	242	240	207	233	114	294
277	189	75	230	129	285	321	227	36	301	4	333	167	161	376	368	388	342	202	50

166	104	274	72	304	182	255	66	196	215	389	128	308	296	213	197	237	146	377	74
13	333	161	269	220	79	123	257	5	43	239	230	77	54	400	367	356	265	215	122
150	279	395	151	52	283	322	127	134	210	364	330	127	82	262	195	174	8	270	288
373	171	113	375	229	178	256	308	340	33	189	121	228	137	374	363	321	397	344	191
27	34	315	32	71	62	125	228	345	190	351	216	322	248	209	187	103	256	150	121
179	193	242	188	267	248	291	69	372	110	164	274	105	9	392	347	179	25	273	325
67	122	97	101	147	109	194	262	22	303	302	14	183	399	245	156	331	324	6	265
259	312	318	326	367	297	124	130	168	218	65	280	339	260	3	285	124	109	393	146
130	239	249	264	399	206	328	344	20	282	104	2	140	358	387	34	222	192	247	367
319	90	111	140	3	24	268	352	165	10	181	385	253	178	235	41	297	357	7	12
251	305	306	353	131	172	149	369	11	287	335	231	19	329	348	55	56	176	395	152
114	222	225	371	334	39	370	9	146	36	132	334	299	119	158	84	86	325	252	379
317	57	63	18	280	203	15	143	365	45	238	130	59	212	290	141	145	111	17	57
246	238	250	160	173	19	155	358	394	64	360	234	92	398	42	255	263	196	291	242

付表5 収集データ5

447	165	115	158	345	188	340	312	85	129	321	344	362	75	62	89	202	103	213	42
218	166	15	100	67	213	57	244	415	43	243	289	377	263	238	291	382	184	405	63
272	168	275	444	378	262	358	325	147	330	88	179	386	127	78	183	231	347	276	104
381	172	387	212	132	361	93	26	78	36	290	420	9	338	270	427	440	160	370	186
138	180	150	260	49	99	430	297	401	317	182	33	132	278	142	47	346	299	207	350
60	197	84	357	342	442	185	431	141	10	425	180	314	158	315	208	158	64	392	166
364	231	413	91	61	208	207	187	66	265	44	421	229	378	232	17	295	106	250	310
105	298	114	426	366	253	251	211	376	367	202	36	60	409	66	148	57	191	18	86
234	433	13	177	109	343	339	259	128	111	6	185	234	12	245	357	93	360	422	150
304	191	271	190	3	63	54	355	41	7	126	431	70	137	92	368	165	187	311	278
445	219	379	217	250	370	352	87	326	258	333	55	253	306	298	174	308	352	88	23
214	274	134	270	337	117	81	419	28	353	268	223	107	214	197	89	83	170	154	24
264	385	53	377	50	19	407	153	301	83	138	48	327	29	105	318	145	319	287	26
365	146	350	130	344	283	118	90	439	411	332	209	256	171	323	264	268	105	40	31
107	76	77	45	65	402	21	424	202	151	265	20	113	403	247	21	374	188	58	41
242	397	133	334	374	145	287	173	241	86	131	153	340	114	95	428	214	354	94	60
320	125	51	44	124	74	410	187	318	417	307	367	282	341	304	322	406	175	167	98
16	35	346	332	33	393	143	201	12	139	215	387	165	283	210	110	279	329	312	174

277	315	69	40	311	162	70	239	269	62	31	428	392	168	21	199	25	124	90	327
390	6	382	324	240	108	384	314	375	368	176	50	437	398	156	377	28	226	159	120
156	256	140	24	316	1	144	4	126	113	413	213	68	450	374	220	35	430	297	219
96	349	64	293	8	246	72	252	37	11	19	28	249	94	401	419	48	326	61	417
436	75	372	423	261	329	389	341	319	267	152	170	99	302	104	305	75	118	100	300
196	395	120	171	359	34	154	59	14	371	366	402	312	205	322	76	128	215	178	66
229	116	25	178	95	313	92	362	273	119	386	109	225	11	246	130	234	408	334	111
294	17	295	192	434	2	428	101	383	23	426	331	52	136	93	239	447	283	135	201
175	279	427	221	193	248	181	446	142	291	45	264	217	301	299	380	361	32	249	381
186	394	179	278	223	333	199	216	68	418	203	130	35	204	200	227	189	43	17	229
209	164	194	392	282	42	235	268	380	123	7	347	184	10	2	432	356	65	420	436
255	112	225	160	400	328	306	373	136	31	128	296	430	133	118	330	179	108	307	339
347	9	286	104	137	32	449	122	56	307	339	193	54	324	300	127	336	195	81	144
71	263	408	230	58	309	222	29	356	226	279	448	221	250	201	232	139	369	140	266
386	363	127	296	360	232	280	303	89	288	160	90	43	102	3	442	256	204	258	441
148	103	39	429	97	300	396	443	422	412	381	294	199	317	119	351	446	386	378	348
80	450	323	183	438	437	121	210	169	157	415	190	111	236	303	168	359	238	223	162
405	224	22	203	200	198	27	257	174	98	23	442	336	74	207	314	185	376	425	302
159	284	289	243	237	233	299	351	184	440	159	77	274	262	16	95	349	218	317	70
102	404	414	322	310	302	435	79	205	204	380	267	150	125	145	169	164	415	101	119
448	155	131	20	308	441	195	403	247	245	417	135	361	328	352	316	306	296	180	217
220	94	47	285	228	206	227	149	331	327	22	335	376	257	358	99	79	59	338	412
276	432	338	406	292	249	290	82	38	30	157	271	405	116	369	176	136	171	142	290
388	189	52	163	421	335	416	409	321	174	375	143	4	345	391	331	251	321	262	47
152	215	348	110	167	46	161	135	18	410	404	348	122	292	436	129	20	109	12	52
88	266	73	5	170	336	106	55	281	13	1	350	318	186	65	236	426	197	411	243
420	369	391	254	176	48	238	354	398	140	115	354	237	434	240	368	318	379	288	132



付表6 収集データ6

155	121	62	165	89	189	70	42	168	284	298	17	137	231	135	152	163	97	263	83
206	32	187	131	297	180	91	205	69	123	34	2	105	82	262	25	149	16	213	296
281	9	241	129	209	76	16	228	173	8	125	65	249	277	186	266	150	148	11	85
258	28	214	219	37	288	99	14	216	242	292	126	90	117	23	132	198	223	233	178
138	169	88	272	299	73	68	19	52	67	222	45	136	115	10	257	151	49	294	197
114	164	171	238	204	33	227	287	80	195	31	201	279	224	270	43	217	259	28	125
275	223	112	273	134	203	192	146	55	148	254	144	119	85	5	58	170	210	194	166
213	176	35	274	86	221	230	278	286	48	232	291	207	200	127	167	202	48	120	196
264	263	290	156	46	140	3	158	44	259	185	21	276	56	162	128	197	13	15	274
113	78	94	22	108	147	13	196	178	145	30	285	15	289	280	255	155	199	231	282
159	116	27	51	300	122	11	40	265	24	295	243	188	296	239	182	226	74	106	240
229	191	12	226	240	41	103	211	179	166	236	106	261	260	64	96	41	171	119	273
142	97	79	4	39	61	172	54	177	92	184	81	267	77	101	250	246	76	17	116
253	190	153	133	98	193	175	247	120	93	248	75	87	29	282	74	260	243	69	44
49	252	59	268	220	6	208	38	234	36	181	215	143	130	154	244	146	68	109	101

付表7 収集データ7

155	165	70	284	137	152	263	70	108	230	64	132	211	250	1	63	279	60	202	24
206	131	91	123	105	25	213	24	237	182	257	287	283	142	111	156	274	116	295	256
281	129	16	8	249	266	11	67	131	56	96	220	82	190	2	210	152	99	14	237
258	219	99	242	90	132	233	168	80	42	2	174	92	249	66	212	131	177	205	216
138	272	68	67	136	257	294	280	117	184	268	169	86	262	174	32	165	186	220	72
114	238	227	195	279	43	28	198	248	25	164	176	195	15	102	43	135	253	154	4
275	273	192	148	119	58	194	140	187	107	89	127	150	201	198	300	45	13	115	144
213	274	230	48	207	167	120	151	207	208	154	62	265	21	222	39	47	178	36	118
264	156	3	259	276	128	15	77	204	245	65	229	216	38	291	235	145	124	46	218
113	22	13	145	15	255	231	19	123	45	12	217	58	278	285	284	282	134	257	169
159	51	11	24	188	182	106	60	98	206	222	234	123	117	9	200	157	51	173	117
229	226	103	166	261	96	119	238	103	46	227	203	187	44	76	281	129	264	204	278
142	4	172	92	267	250	17	134	137	212	255	165	86	25	78	254	127	259	73	288
253	133	175	93	87	74	69	262	99	284	34	139	160	90	53	221	166	26	209	232
49	268	208	36	143	244	109	58	30	53	1	300	114	16	251	34	21	142	138	31

121	89	42	298	231	163	83	115	298	26	189	93	200	243	287	77	37	258	74	103
32	297	205	34	82	149	296	219	200	27	29	192	101	214	40	290	20	297	183	6
9	209	228	125	277	150	85	266	90	6	3	289	244	250	269	180	168	67	176	271
28	37	14	292	117	198	178	297	239	18	256	78	178	69	126	121	158	120	12	195
169	299	19	222	115	151	197	215	242	292	51	14	39	247	54	185	187	223	249	110
164	204	287	31	224	217	125	183	43	214	277	142	72	123	85	151	225	194	238	80
223	134	146	254	85	170	166	251	113	87	145	269	52	267	242	90	146	62	104	270
176	86	278	232	200	202	196	205	21	158	161	293	166	268	65	106	277	296	86	172
263	46	158	185	56	197	274	130	81	190	91	254	56	61	241	280	188	170	190	147
78	108	196	30	289	155	282	152	124	55	275	271	118	71	240	140	262	107	191	27
116	300	40	295	296	226	240	35	201	249	5	264	105	286	239	161	193	207	81	189
191	240	211	236	260	41	273	160	291	20	10	181	179	226	98	122	196	130	153	35
97	39	54	184	77	246	116	173	39	258	40	23	130	272	11	108	149	213	93	261
190	98	247	248	29	260	44	224	105	102	121	75	80	206	160	79	109	234	105	41
252	220	38	181	130	146	101	72	221	32	295	47	289	19	245	248	182	192	137	255
62	189	168	17	135	97	129	122	114	63	156	218	119	50	289	33	17	266	114	132
187	180	69	2	262	16	111	104	290	225	95	159	213	293	159	7	294	100	227	230
241	76	173	65	186	148	253	136	250	170	36	52	161	163	219	224	171	260	112	42
214	288	216	126	23	223	4	153	157	128	61	278	49	101	68	143	84	199	26	119
88	73	52	45	10	49	66	38	193	186	141	285	189	48	56	25	128	8	52	58
171	33	80	201	270	259	31	73	179	299	110	71	54	167	292	23	233	148	162	97
112	203	55	144	5	210	94	236	202	188	235	88	253	229	38	197	203	139	179	83
35	221	286	291	127	48	167	228	100	59	272	261	92	211	89	231	64	236	263	96
290	140	44	21	162	13	133	135	162	84	286	118	32	273	94	88	276	55	22	92
94	147	178	285	280	199	191	279	232	9	33	50	298	246	15	30	82	275	113	47
27	122	265	243	239	74	57	185	147	172	175	276	269	299	75	244	181	283	252	61
12	41	179	106	64	171	241	8	149	112	288	247	164	29	208	70	95	150	16	281
79	61	177	81	101	76	177	22	126	270	244	252	111	125	44	49	228	28	215	114
153	193	120	75	282	243	143	144	7	209	180	281	286	5	175	217	59	10	18	26
59	6	234	215	154	68	54	138	163	267	37	79	93	164	298	133	184	155	201	8

付表8 収集データ8

15	16	57	123	116	107	85	96	16	92	114	51	44	54	91	92	27	49	98	44
87	148	143	98	28	131	126	67	9	47	112	26	63	92	5	86	6	121	76	120
143	49	54	103	41	5	99	104	86	61	26	142	32	32	10	58	18	32	73	123
82	48	70	137	110	31	62	143	60	114	52	67	43	111	40	123	55	9	33	8
117	13	24	99	34	35	3	111	78	26	22	120	39	93	121	86	87	28	140	67
115	74	67	30	37	66	91	140	103	8	113	62	34	142	95	114	20	78	147	148
85	76	140	90	96	109	13	117	77	118	16	107	77	15	36	150	102	116	122	48
56	68	77	43	36	69	22	42	98	131	18	130	121	21	61	101	32	97	41	145
77	11	19	113	148	102	27	57	106	29	24	100	90	38	141	39	63	62	61	24
29	28	60	21	45	63	42	52	72	36	129	8	106	117	110	72	128	88	6	92
130	120	134	81	123	112	83	33	4	108	127	148	140	44	33	52	59	112	70	93
135	15	58	124	55	129	88	2	144	59	21	139	122	25	37	56	84	35	91	36
23	106	115	39	43	12	98	132	118	55	37	9	108	90	132	118	9	94	16	34
10	119	130	105	65	64	2	119	117	150	20	76	79	16	127	105	112	27	99	125
5	17	35	114	77	97	149	82	31	28	146	78	33	69	62	130	64	12	68	31
127	69	72	81	49	47	95	13	103	10	149	53	7	123	139	80	96	79	3	30
64	109	122	46	53	121	149	5	6	14	109	40	143	61	93	119	2	59	13	17
101	83	104	110	138	19	89	75	110	115	17	126	25	71	78	100	89	131	11	2
25	85	136	71	36	120	76	83	80	36	84	54	23	19	14	147	65	129	103	65
132	125	38	3	57	108	58	121	147	46	128	85	88	50	142	149	12	22	42	126
43	116	73	104	18	28	18	12	27	73	64	65	30	101	23	126	34	51	14	45
58	44	135	61	77	48	84	113	35	138	82	98	70	48	75	7	1	4	19	144
128	101	8	30	73	136	56	21	41	74	95	11	49	29	47	42	29	133	146	21
96	129	22	33	124	127	1	55	132	12	59	68	133	125	52	56	3	89	40	106
74	111	144	141	147	146	135	24	42	104	60	56	131	5	71	25	51	37	54	81
149	4	138	95	40	115	144	54	119	86	116	38	135	1	88	107	145	134	38	75
150	66	108	35	14	17	50	120	58	81	99	89	45	111	118	46	138	86	69	137
41	31	131	60	8	87	41	79	97	93	13	94	47	2	50	45	114	46	52	105
146	94	80	137	59	140	31	99	83	105	124	15	145	66	79	53	113	108	80	90
97	133	117	112	106	94	123	93	96	137	134	75	49	102	82	26	142	39	55	136

付表9 収集データ9

447	347	397	115	286	334	345	137	145	340	449	173	85	56	86	321	339	153	362	54
218	71	125	15	408	44	67	58	74	57	222	187	415	356	417	243	279	367	377	221
272	386	35	275	127	332	378	360	393	358	280	201	147	89	139	88	160	387	386	43
381	148	315	387	39	40	132	97	162	93	396	239	78	422	62	290	381	428	9	199
138	80	6	150	323	324	49	438	108	430	121	314	401	169	368	182	415	50	132	111
60	405	256	84	22	24	342	200	1	185	27	4	141	174	113	425	23	213	314	336
364	159	349	413	289	293	61	237	246	207	299	252	66	184	11	44	159	28	229	274
105	102	75	114	414	423	366	310	329	251	435	341	376	205	267	202	380	170	60	150
234	448	395	13	131	171	109	308	34	339	195	59	128	247	371	6	417	402	234	361
304	220	116	271	47	178	3	228	313	54	227	362	41	331	119	126	22	109	70	376
445	276	17	379	338	192	250	292	2	352	290	101	326	38	23	333	157	331	253	405
214	388	279	134	52	221	337	421	248	81	416	446	28	321	291	268	375	264	107	4
264	152	394	53	348	278	50	167	333	407	161	216	301	18	418	138	404	130	327	122
365	88	164	350	73	392	344	170	42	118	106	268	439	281	123	332	1	347	256	318
107	420	112	77	391	160	65	176	328	21	238	373	202	398	31	265	115	296	113	237
242	165	9	133	158	104	374	188	32	287	312	122	241	129	307	131	344	193	340	75
320	166	263	51	100	230	124	213	309	410	244	29	318	43	226	307	289	448	282	263
16	168	363	346	444	296	33	262	232	143	325	303	12	330	288	215	179	90	165	127
277	172	103	69	212	429	311	361	300	70	26	443	269	36	412	31	420	294	392	338
390	180	450	382	260	183	240	99	437	384	297	210	375	317	157	176	33	190	437	278
156	197	224	140	357	203	316	442	198	144	431	257	126	10	98	413	180	442	68	158
96	231	284	64	91	243	8	208	233	72	187	351	37	265	440	19	421	77	249	378
436	298	404	372	426	322	261	253	302	389	211	79	319	367	204	152	36	267	99	409
196	433	155	120	177	20	359	343	441	154	259	403	14	111	245	366	185	135	312	12
229	191	94	25	190	285	95	63	206	92	355	149	273	7	327	386	431	335	225	137
294	219	432	295	217	406	434	370	249	428	87	82	383	258	30	426	55	271	52	306
175	274	189	427	270	163	193	117	335	181	419	409	142	353	174	45	223	143	217	214
186	385	215	179	377	110	223	19	46	199	153	135	68	83	410	203	48	348	35	29
209	146	266	194	130	5	282	283	336	235	90	55	380	411	13	7	209	350	184	171
255	76	369	225	45	254	400	402	48	306	424	354	136	151	140	128	20	354	430	403