

原子力の問題点

原発は安全でもないし、必要でもない。

京都大学原子炉実験所 小出 裕章

I. はじめに — 「安全」とは何か？

私はこのレジメの副題に「原発は安全でもないし、…」と書いたが、本当はそのような言葉の使い方は正しくない。なぜなら、この世に完璧に安全なものなど存在せず、どんなものでもなにがしかの危険を抱えている。原発も機械であり、絶対に大事故を起こさないなどとは言えない。したがって、もし問うとするならば、「原発はどの程度安全か？」と尋ねなければならない。この問いに答えようとして始められた学問は、「確率論的安全（危険）評価」と呼ばれる。しかし、滅多には起こらない大事故の確率を評価することは原理的に難しく、この問いに答えられるには至っていない。

原発はその内部に歴大な量の放射性物質を含んでおり（放射線業務従事者の年摂取限度にして10兆人のオーダー）、万一であろうとも大事故を起こせば、事態が破局的なものになることは避けられない。そして、その可能性がゼロではありえないということが、原子力を推進する人たちを悩ませ続けてきた。原発が何重もの安全装置に囲まれているのも、この危険が大きいからこそであるし、多数の法令で厳重に規制を受けているのも、そうせざるをえないほど危険が大きいからである。

また、原発が都会に建てられなかったのも、万一の事故に備えてのことである。逆にいうならば、「原発は、都会に建てられる程には安全でない」ということである。

II. 万一の事故が起こった場合の被害

では、万一の事故が起こった場合、どの程度の被害が出るのであろうか？ それを知る方法は2つある。1つは、事実を見ることであり、もう1つは知識を総動員して予測することである。

A. 事実を見る — チェルノブイリ事故

私たちは、原発大事故時の被害を事実として見ることができる。なぜなら、おそれられていた事故が1986年4月26日、旧ソ連チェルノブイリ原発で現実に起こったからである。その事故では、広島原爆がまき散らした放射能（正確に言うと、セシウム137という放射能を尺度としている）の約1000発分の放射能が環境にまき散らされた。汚染は全世界に及んだが、当然のことながら原発周辺の汚染は著しい。旧ソ連国内の汚染地図を図1に示す。

この図は、セシウム137による汚染レベルが1 Ci/km²以上の地域を、汚染の強さによって色の濃淡で示している。一番濃い色で示してある地域は、汚染が40 Ci/km²以上である。この汚染のレベルがどの程度のものであるかを知るために、日本の法令で定められている汚染の基準と比べてみよう。放射線や放射能を取り扱う場所は、「管理区域」として規制を受ける。その「管理区域」は「放射線業務従事者」と呼ばれるごく特殊な人（私もその一人であるが、その範疇に入る人は、一般の人に比べて50倍まで被曝が許されることになっている）だけが働く場所である。しかし、その「管理区域」においても無制限の汚染が許されるわけではなく、汚染の上限は10 Ci/km²でしかない。また、1 Ci/km²以上の汚染がある物体は、管理区域からの持ち出しが許されない。つまり、一般の人たちが生活している場所には、1 Ci/km²以上の汚染をもつ物体を存在させてはならないことになっている。図1で色が付けられている地域はすべて、1 Ci/km²以上の汚染を受けている。それも、何かの物体が汚れているというのではなく、大地そのものが汚れてしまっている。遠いところでは、チェルノブイリ原発から600 km以上離れているし、その面積の合計はおよそ14万km²に達する。図1で色づけされていないところにしても汚染がないわけではないし、日本の総面積が37万km²であることを思えば、汚染を受けた地域の広大さが理解できよう。

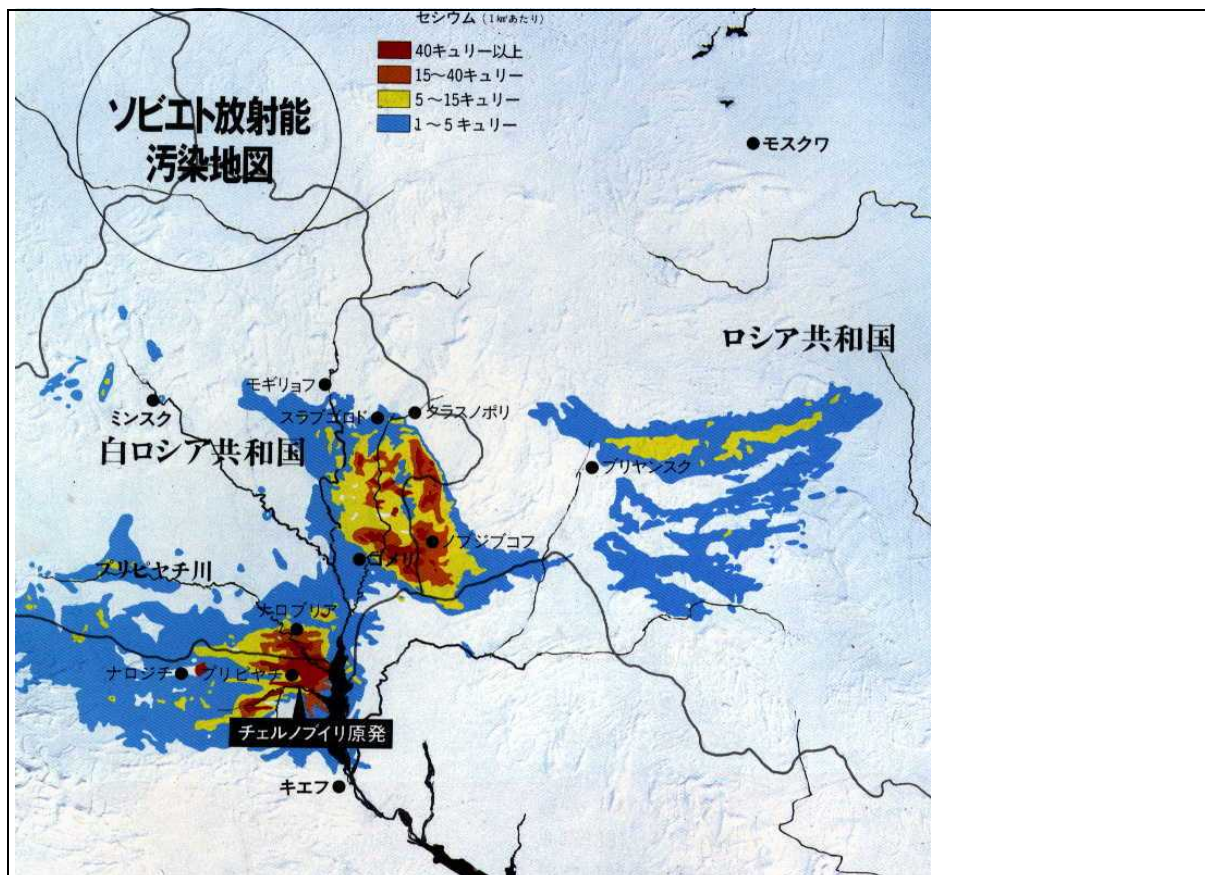


図1 チェルノブイリ事故によるセシウム137の汚染地図 (原子力資料情報室、「脱原発年鑑'97」より引用)
 管理区域内で人が触れるおそれのある物の表面密度限度 : 10 Ci/km²
 管理区域から外部に持ち出す物の汚染の上限 : 1 Ci/km²

B. 知識を総動員して予測する。

万一の事故の被害を知る2番目の方法は、知識を総動員して予測することである。そうした試みは、これまでも数多くなされてきた。そのうちもっとも重要な研究は、1970年代のはじめに米国原子力委員会が行った「原子炉安全性研究」である。「原子炉安全性研究」では、小さな事故から大きな事故まで多数の事故について被害の計算がなされた。そのうち、もっとも大きな被害を生む事故についての計算結果を表1に示す。

表1 原発（100万kW）で大事故が起こった場合の被害予測
米国・原子力委員会の評価（原子炉安全性研究：1975年）

被害項目	被害の大きさ
急性死者	約 13,000 人
急性障害者	約 180,000 人
晩発性癌死者	約 140,000 人
遺伝的障害者	約 150,000 人
甲状腺瘤発生者	約 720,000 人
永久立ち退き面積	約 1,500 km ² (山口県の面積は6,110 km ²)
農業制限（除染）面積	約 17,000 km ² (山口、広島、島根3県の面積は21,290 km ²)
財産損害	約 8 兆円
日本の国家予算（1975年）	21 兆円

この結果を見ただけでも、被害は破局的と呼ぶべきだと思うが、日本は米国に比べて人口密度が12倍高いため、当然のことながらいっそう悲惨な被害となる。私の同僚であった瀬尾健さんは、1994年に亡くなったが、生前「原子炉安全性研究」の手法を日本に適用して、多数の計算をした。その結果は「原発事故。その時あなたは！」（風媒社、1995年）として出版されており、皆さんも書店で入手できる。その本には、上関原発（もし、建てられてしまったとして）についての評価は記されていないが、ここでは、瀬尾さんが残してくれたプログラムを使って、私が計算した結果を図2、3、4に示す。

図2は、5つの同心円によって、その距離での急性死の発生確率を示したものである。たとえば、原発から風下15km以内では、99%の人、つまりほぼ全員が死亡する。また、風下からそれぞれ20km、26km、32kmでは、90%、50%、10%の人々が死亡。また、風下に入ってしまうと、35km先に行っても、5%の人が死亡する。

図3は、晩発性のガン死者の発生数を示したもので、2枚の図からなっている。左側のレーダーチャートは、方向を15度ずつ変えて、その方向に風が吹いた場合に発生するガン死者の総数を示している（ここに示した計算例では、放射能を含んだ雲はおよそ15度の拡がり風下に流れるように仮定している）。たとえば、上関原子力発電所で大事故が起こり、その時の風向きが北から時計回りに計って75度の場合、500万人を超えるガン死者が出ることをこの図は示している。右の図は、日本列島の鳥瞰図で、多数のガン死者が出る風向きについて、そのガン死者がどの場所で発生するのかを直感的に理解するために作ったものである。一番大きな被害が出るのは、上に述べた75度の方向に風が吹いた場合であるが、その場合、放射能の雲は瀬戸内海を縦断し、大



図2 上関原子力発電所周辺における急性死の発生割合

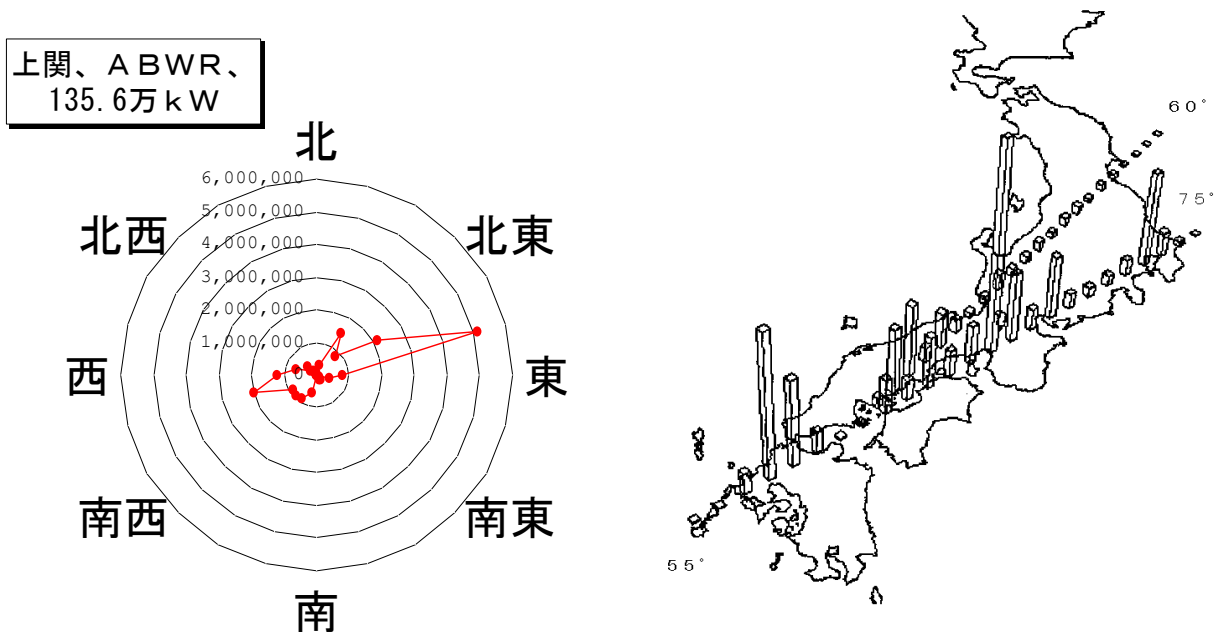


図3 晩発性ガン死者の発生数

阪、名古屋を通った上、東京を通ることになる。そのため、ガン死のピークは大阪を含めた関西圏、名古屋、東京で生じることが見て取れる。

図4は、半減期30年の放射能であるセシウム137による地面の汚染を示したものである。図に示した数値については、すでに図1のチェルノブイリ周辺の汚染のところでも説明した。なお、図2、図3も含め、ここでの計算による汚染は、原発の周囲360度全体に生じるのではなく、風の拡がり角である15度の内部だけに生じる。



図4 セシウム 137 による汚染範囲

Ⅲ. 原子力は必要でない。

A. 上関にも山口県にも原発は必要ない。

日本の県別電力使用量を図5に示す。山口県は1年間におよそ100億kWhの電力を使っているが、発電所の稼働率を50%としても、230万kW分の発電所があれば足りる。ところが実際には、すでに山口県には大型火力発電所だけで約500万kW分の発電所があ

[億 kWh]

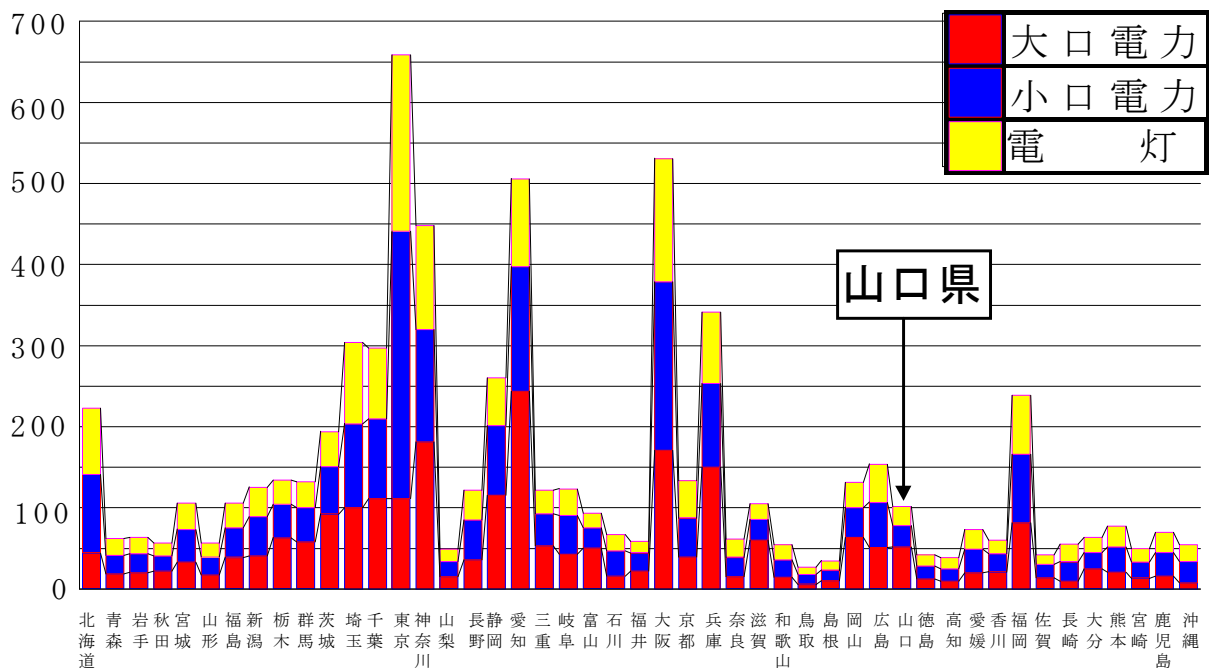


図5 都道府県別電力使用量 (1993年)

り、自ら使う倍以上を発電している。これ以上の建設は、関西方面に送るためのものである。本来、電力は使用するその場所で発電するのが効率的であり、長距離送電などしてはならない。（ましてや、今後エネルギー効率を改善しようとするれば、コジェネなど都会にこそ建設しなければならない。）それにもかかわらず、都会には建てることのできない原子力発電所を、別の所に建てようとするところにそもそも根本的な問題がある。都会は地盤が悪いとの主張もあるが、些末なことを取り上げて本質的な危険をごまかそうとする主張である。また、地価が高いとの主張は、国土計画、都市計画の誤りを糊塗するものである。自ら必要なものを、他者に押しつけなければ成り立たないような社会こそが病んでいる。

B. 原子力はそもそもエネルギー源にならない

私が原子力を志したのはかれこれ30年前である。当時、原子力こそ人類の未来のエネルギー源として宣伝されていたし、現在に至ってもそのように主張する人が居る。しかし、事実はそのとかけ離れている。

図6に、地球上に存在する再生不能エネルギー資源の量を示す。原子力の燃料であるウランは貧弱な資源で、石油に比べて数分の1、石炭に比べれば数十分の1しか存在していない。ただ、

ここでウラン資源として考えたのは、いわゆる燃えるウラン(U-235)だけである。そして、原子力を推進しようとしている人たちは、もし燃えないウラン(U-238)をプルトニウムに変換できれば、資源の量は60倍になると言っている。しかし、そうなったところで、原子力の資源はようやく石炭に匹敵するものでしかない。おまけに、そうするためには、高速増殖炉という危険な原子炉をたくさん運転しなければならないし、核兵器材料であるプルトニウムを膨大に流通させることになって、平和な世界建設に逆行する。

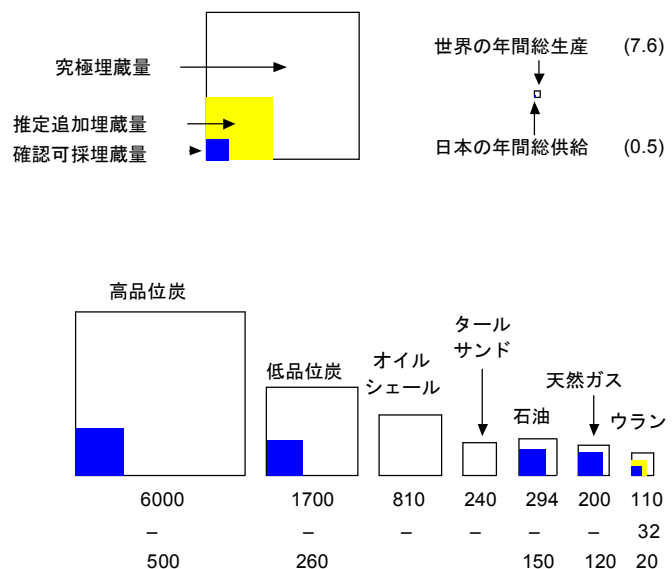


図6 地球上の再生不能エネルギー資源の埋蔵量

数字は 1×10^{16} kcal のエネルギーに換算した資源量
 ただし、上段：究極埋蔵量、中段：推定追加埋蔵量、下段：確認可採埋蔵量

IV. 残された道は謙虚になることだけ。

現在地球環境問題として、炭酸ガスによる温室効果が広く取り上げられている。現在の大気中の炭酸ガス濃度はおよそ360ppmであり、それが700ppm程度になると、地球の温度が2度から3度上昇し、気候の変動などが起きるのではないかと考えられている。100万kWの火力発電所が1年間

動けば、およそ580万トン分の炭酸ガスが放出され、それによって大気中の炭酸ガス濃度はおよそ0.0003ppm増加する。したがって、今後大気中の炭酸ガス濃度を700ppmにしようとするれば、100万基に相当する石炭火力発電所を運転することになる。しかし、いま現在、世界全体では12兆3000億kWh（1993年実績）の発電を行っており、100万kWの発電所にして約1800基（設備利用率は80%とする）に相当する。それを100年という単位で動かすのだとすれば、この問題は深刻である。しかし、炭酸ガスが悪いからといって、原子力が生み出す放射能がよいわけでもない。100万kWの原発が1年間動けば、放射線業務従事者の年摂取限度にして10兆人分の放射能を生む。便利さの裏では、環境への悪影響が生じることも避けられない。

図7に、日本におけるエネルギー消費実績の推移を示す。日本では、便利な生活のためにはエネルギー消費を増やすことが当然のこととされ、過去120年近くにならって、ほぼ年率4.5%の増加で、「ネズミ算」式にエネルギー消費を増加させてきた。しかし、このままの傾向を次の100年間続けるとすれば、100年後の日本のエネルギー消費量は、日本に降り注ぐ太陽エネルギーの総量になってしまう。そのような事態になれば、炭酸ガス問題どころではなく、日本の環境は決定的に破壊されてしまうだろう。いま必要なことは、便利さの飽くなき追求から、謙虚に自分たちの生活可能条件を考え直すこと以外にない。

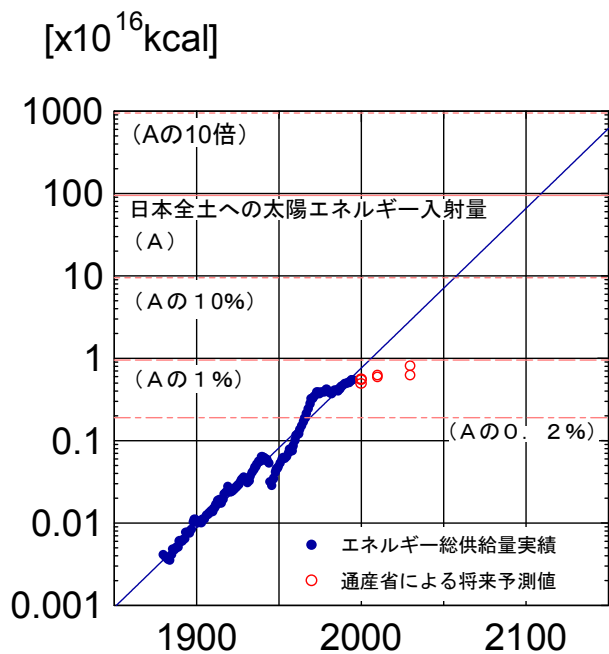


図7 日本におけるエネルギー総供給量の推移

(太陽エネルギーの0.2%の部分が、風、波、空気の対流など、いわゆる自然現象を引き起こすために使われている。)

(もし時間が許せば、聞いていただきたい唄)

CD「つながる生命」から

「若狭の海」、作詞、作曲 姫野洋三

若狭の海に雪が舞う	足で扉を開けて	味も香りもない放射能	若さの海に立てば
あやしげな光につつまれ	足を使わず 階段昇る	毎日せっせと作り続けて	暗闇の静けさの中
行き交う船に 力もなく	電気でお湯を沸かして	孫の孫の孫の代まで	生命の叫びを聞く
重くのしかかる 原発銀座	電気で野菜をつくる	汚れた世界だけを残すという	生命の叫びを聞く
夜をあんなに明るくしといて	夜をあんなに明るくしといて	夜をあんなに明るくしといて	夜をあんなに明るくしといて
夏をあんなに寒くしといて	夏をあんなに寒くしといて	夏をあんなに寒くしといて	夏をあんなに寒くしといて
まだまだ 足りないなんて	まだまだ 足りないなんて	まだまだ 足りないなんて	まだまだ 足りないなんて

[付録]

事故原発= 上関 (ABW) 1356.0 MWe (緯度 33.7900、経度 132.0400)

計算モデル A2D25Y 炉出力/MWe= 1000.0 実効面積/m2= 2000.0
 事故型= ABR-1 放出時刻/h= 3.0 放出継続時間/h= .5
 放出高/m= .0 大気安定度= D 雲の広がり角度= 15.12
 風速(m/s)= 2.0 遮蔽係数= 1.0000 避難日= 1825.0
 風向/度= .0 (線量の単位はシーベルト)
 急性影響: 短期線量 4.0 Sv で 50%、6.0 Sv で 90.0% 急性死
 ガン死線量= 2.5 Sv

風下角度	都道府県	市町村区	人口	距離	時刻	線量 (Sv)		急性死
						短期	長期	
0	山口 92	田布施町	16823	17.8	0^02:28	7.356	38.909	16225
0	山口 92	周東町	14962	32.6	0^04:32	2.640	14.902	1424
0	山口 92	玖珂町	10363	32.9	0^04:34	2.609	14.739	930
0	山口 92	!美和町	5518	47.5	0^06:36	1.383	8.232	17
0	山口 92	!美川町	2311	49.6	0^06:53	1.284	7.697	5
0	山口 92	〃本郷村	1574	54.9	0^07:37	1.076	6.556	1
15	山口 92	平生町	14070	16.1	0^02:14	8.682	45.535	13862
15	山口 92	柳井市	36059	18.6	0^02:35	6.813	36.188	34153
15	山口 92	!岩国市	110113	43.2	0^06:00	1.629	9.556	840
15	山口 92	!和木町	7186	46.7	0^06:29	1.426	8.465	27
15	広島 92	!大竹市	33601	51.9	0^07:13	1.185	7.153	46
15	広島 92	〃大野町	24766	58.7	0^08:09	.955	5.888	11
15	広島 92	〃佐伯町	11455	63.4	0^08:48	.834	5.216	2
30	山口 92	大島町	4205	21.3	0^02:58	5.438	29.252	3536
30	山口 92	由宇町	9033	30.8	0^04:17	2.909	16.306	1365
30	広島 92	〃沖美町	4973	56.4	0^07:50	1.025	6.276	3
30	広島 92	〃能美町	6984	59.7	0^08:17	.927	5.734	3
30	広島 92	〃宮島町	2783	60.5	0^08:24	.905	5.613	1
30	広島 92	〃廿日市市	66220	66.2	0^09:11	.772	4.869	9
30	広島市 92#	佐伯区	117143	68.5	0^09:31	.726	4.608	11
30	広島 92	#坂町	13194	73.8	0^10:15	.636	4.093	1
30	広島市 92#	中区	126161	74.4	0^10:20	.626	4.039	5
30	広島市 92#	南区	137839	75.2	0^10:27	.614	3.970	5
30	広島市 92#	西区	173438	75.2	0^10:27	.614	3.968	7
30	広島市 92#	東区	120624	77.6	0^10:46	.581	3.781	3
30	広島市 92#	安芸区	68611	77.7	0^10:48	.579	3.768	2
30	広島 92	#府中町	50575	78.4	0^10:53	.570	3.717	1
30	広島 92	#海田町	30311	78.6	0^10:55	.568	3.704	1
30	広島市 92#	安佐南区	173945	81.6	0^11:20	.530	3.486	3
30	広島市 92\$	安佐北区	148422	89.6	0^12:27	.448	3.004	1
45	山口 92	大島町	8522	19.3	0^02:41	6.417	34.197	7911
45	山口 92	久賀町	5163	25.1	0^03:29	4.124	22.568	2795
45	広島 92	〃倉橋町	9544	54.7	0^07:36	1.082	6.592	8
45	広島 92	〃大柿町	10782	56.4	0^07:50	1.024	6.270	7
45	広島 92	〃音戸町	17268	63.1	0^08:46	.841	5.254	4
45	広島 92	〃江田島町	14232	63.1	0^08:46	.841	5.253	3

45	広島 92	#呉市	215601	69.2	0^09:37	.713	4.534	19
45	広島 92	#熊野町	26062	78.4	0^10:54	.570	3.714	1
60	山口 92	上関町	5600	6.3	0^00:52	41.910207.058	5600	
60	山口 92	橘町	6931	23.4	0^03:15	4.645	25.229	4798
60	山口 92	東和町	6363	31.1	0^04:19	2.860	16.048	888
75	愛媛 92	"中島町	8435	56.8	0^07:53	1.013	6.209	5
75	愛媛 92	#北条市	29467	69.9	0^09:43	.700	4.459	2
75	愛媛 92	\$今治市	122037	93.2	0^12:56	.417	2.820	1
90	愛媛 92	"松前町	30055	61.0	0^08:28	.892	5.540	9
90	愛媛 92	"伊予市	30371	61.2	0^08:30	.888	5.516	9
90	愛媛 92	"松山市	447968	67.3	0^09:21	.748	4.735	51
90	愛媛 92	#砥部町	20039	69.0	0^09:35	.717	4.558	2
90	愛媛 92	#重信町	20812	76.4	0^10:37	.597	3.870	1
105	愛媛 92	"双海町	6467	56.1	0^07:48	1.034	6.327	4
105	愛媛 92	"中山町	5437	63.5	0^08:49	.831	5.200	1
120	愛媛 92	!長浜町	11091	44.8	0^06:13	1.531	9.033	61
120	愛媛 92	"大洲市	39313	55.9	0^07:46	1.041	6.367	27
120	愛媛 92	"内子町	12488	63.3	0^08:47	.836	5.229	3
120	愛媛 92	"五十崎町	6218	64.1	0^08:54	.817	5.118	1
135	愛媛 92	!伊方町	7891	44.6	0^06:11	1.545	9.106	45
135	愛媛 92	!保内町	11808	49.0	0^06:49	1.310	7.834	28
135	愛媛 92	!八幡浜市	37876	51.5	0^07:09	1.203	7.255	56
135	愛媛 92	"宇和町	17730	64.9	0^09:01	.800	5.023	3
135	愛媛 92	#野村町	12498	72.3	0^10:03	.659	4.225	1
135	愛媛 92	#吉田町	14505	74.0	0^10:17	.632	4.076	1
150	愛媛 92	!瀬戸町	3243	42.5	0^05:54	1.676	9.812	29
150	愛媛 92	"三瓶町	10574	58.6	0^08:08	.957	5.903	5
150	愛媛 92	"明浜町	5449	64.0	0^08:53	.819	5.134	1
150	愛媛 92	#宇和島市	67633	79.4	0^11:01	.557	3.644	2
165	愛媛 92	!三崎町	5000	45.8	0^06:22	1.475	8.729	22
195	大分 92	"佐賀関町	15949	63.9	0^08:53	.821	5.140	3
195	大分 92	#臼杵市	38496	78.1	0^10:51	.574	3.739	1
210	大分 92	#大分市	408573	74.1	0^10:18	.630	4.063	18
225	大分 92	国東町	15645	39.0	0^05:25	1.947	11.252	309
225	大分 92	!武蔵町	5947	45.4	0^06:18	1.499	8.858	29
225	大分 92	!安岐町	10302	50.2	0^06:58	1.256	7.541	19
225	大分 92	"杵築市	22366	58.4	0^08:07	.962	5.930	10
225	大分 92	"山香町	9831	63.8	0^08:52	.823	5.156	2
225	大分 92	"日出町	24308	67.8	0^09:25	.739	4.681	3
225	大分 92	#別府市	128188	77.8	0^10:48	.578	3.763	4
240	大分 92	"大田村	2137	56.8	0^07:53	1.013	6.213	1
240	大分 92	"豊後高田市	19484	62.2	0^08:38	.862	5.373	5
240	大分 92	#宇佐市	51354	70.7	0^09:49	.686	4.379	4
255	大分 92	姫島村	3297	38.5	0^05:21	1.988	11.473	73
255	大分 92	!国見町	6772	44.4	0^06:10	1.553	9.152	40
255	大分 92	!香々地町	4488	50.8	0^07:03	1.230	7.401	8
255	大分 92	"真玉町	4605	57.1	0^07:56	1.004	6.159	3
255	大分 92	#中津市	66363	82.6	0^11:28	.519	3.423	1
285	山口 92	"阿知須町	8267	67.8	0^09:25	.739	4.680	1
285	山口 92	#宇部市	172127	76.2	0^10:35	.600	3.889	6
285	山口 92	#小野田市	45820	82.5	0^11:27	.520	3.428	1

300	山口 92	!防府市	119212	52.7	0^07:19	1.154	6.988	142
300	山口 92	"秋穂町	8628	60.7	0^08:26	.900	5.584	3
300	山口 92	#小郡町	21513	68.8	0^09:34	.720	4.573	2
315	山口 92	徳山市	109519	36.4	0^05:03	2.187	12.526	4005
315	山口 92	新南陽市	33278	40.8	0^05:40	1.802	10.480	436
315	山口 92	"徳地町	9966	56.6	0^07:52	1.018	6.236	6
315	山口 92	"山口市	126602	67.4	0^09:22	.747	4.725	14
330	山口 92	光市	47998	20.3	0^02:50	5.875	31.464	42685
330	山口 92	下松市	54356	28.3	0^03:56	3.366	18.673	15326
330	山口 92	徳山市	109519	36.4	0^05:03	2.187	12.526	4005
330	山口 92	!鹿野町	5104	51.7	0^07:11	1.193	7.200	7
330	山口 92	#阿東町	10201	72.4	0^10:03	.658	4.222	1
345	山口 92	大和町	8868	20.0	0^02:47	6.053	32.362	8019
345	山口 92	熊毛町	16028	27.9	0^03:52	3.450	19.108	4966
345	山口 92	!錦町	4898	51.8	0^07:12	1.189	7.176	7
345	島根 92	"六日市町	6345	63.0	0^08:45	.841	5.258	1