

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その172) 30年拡張アメダス気象データ

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 172)
30 years Expanded AMeDAS Weather Data

技術フェロー ○二宮 秀典 (鹿児島大学) 技術フェロー 永村 一雄 (大阪市立大学)

正会員 窪田 真樹 (鹿児島高専) 特別会員 赤坂 裕 (鹿児島大学)

Hideyo NIMIYA*¹ Kazuo EMURA*² Masaki KUBOTA*³ Hiroshi AKASAKA*¹

*¹ Kagoshima University *² Osaka City University *³ Kagoshima National College of Technology

2001 to 2010 of the Expanded AMeDAS Weather Data was released, and data for 30 years are available from 1981. The change of the degree-day every ten years was considered using the data of 30 years. As a result, it was understood that a heating degree-day decreased around 6% in the 2000s in comparison with the 1980s. A tendency to increase more conspicuously was seen in the cooling degree-day. However, on the enthalpy-day, the ratio of change was smaller than the cooling degree-day. For prefectural seats, extremely cold winter and hot summer year were shown.

はじめに

拡張アメダス気象データ(EA 気象データ)の 2001～2010 年と、この 10 年間から作成した 2010 年版標準年を整理・公開¹⁾した。1981～2000 年²⁾と合わせて、平年値の期間に相当する 30 年分が揃った。本報では 2001 年以降の EA 気象データの変更点について述べる。また 30 年のデータから気象の特徴を概観するとともに、県庁所在地を対象に極端季の発生年を整理する。

1. 2001 年以降の地点数について

アメダス観測所の廃止や移転に伴い、EA 気象データの地点数も変化している。表 1 に廃止になった地点と EA 気象データの地点数を示す。2000 年までは 842 地点であったが 2001～2007 年は 836 地点、2008～2010 年は 831 地点となった。この間に新設された地点も幾つかあるが、欠測補充が難しいことから 2001 年以降で EA 気象データに追加した地点は無い。表 2 は標準年の作成において用いたデータの期間を集計したものである。統計期間が 10 年に満たない地点は、観測所の移転や廃止に伴い連続した期間が最大でもその年数しか取れなかったことを表している。統計期間が短いので厳密には 2001～2010 年の平均的な気象特性を表すものではないが、移転による影響を排除することと、数年の統計期間であってもある程度の平均性が得られることを確認したので整理した。EA 気象データは年別ファイルの形式で公開している。これに対応する地点情報は移転などを考慮して、各年 12 月 31 日時点での地点名、緯度、経度、風速計高さの情報を収録した。

表-1 拡張アメダス気象データの地点数

| 期間 | 地点数 | 未収録地点 |
|-----------|-----|--|
| 1981～2000 | 842 | - |
| 2001～2007 | 836 | 観測所廃止 2: 船泊(2003.10.16まで), 96: 計根別(2003.10.16まで), 256: 川崎(2005.10.26まで), 316: 筑波山(2001.12.6まで) 3要素観測(日照無し)への変更 364: 新木場(2000.12.12以降), 564: 豊中(1994.3.2以降) |
| 2008～2010 | 831 | 観測所廃止 828: 金武(2007.12.19まで) 3要素観測(日照時間無し)への変更 366: 新島(2008.11.18以降), 602: 白浜(2009.9.2以降) 834: 伊良部(2009.9.16以降), 836: 多良間(2009.9.16以降) |

表-2 標準年の作成に用いた年数

| 地点数 | 標準年の作成に用いた年数 | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|----|----|
| | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| 地点数 | 648 | 24 | 49 | 33 | 32 | 48 |

2. デGREEーデーの変化

図 1 は、各 10 年 (①: 1981～1990, ②: 1991～2000, ③: 2001～2010) 毎の暖房デGREEーデーHDD18(基準温度 18℃)を比較したものである。図のように①に対して、②, ③の期間は HDD18 が小さくなる傾向が見られる。回帰式の傾きから③は①に対して 6%程度小さいことが分かる。冬期の温暖化は顕著であるが、1991-2000 から 2001-2000 の変化は小さい。図 2 は冷房デGREEーデーCDD24(基準温度 24℃)を 3つの期間で比較したものである。図のように①に対して、②, ③の期間は CDD24 が大きくなる傾向が見られ、近似式は 2 次式となる。①に対して③の期間は東京(CDD24 が 200 程度)では 1.3 倍、那覇(CDD24 が 500 程度)で 1.2 倍となっている。CDD24 は②と③の期間でも差が見られ夏期の高温化が顕著に表

れている。図3はエンタルピーデーED(26°C,50%)(基準エンタルピー53kJ/kg)を3つの期間で比較したものである。図2と比較すると、CDD24と同様に近年になるほど増加していることが分かる。しかし、増加の割合はCDD24より若干小さい。図4は日平均気温と日平均水蒸気圧の関係を期間毎に比較したものである。ここでは名古屋の例を示す。図のように③の期間で水蒸気圧が低くなる傾向が見られる。エンタルピーデーの増加率がCDD24の増加率より小さいのは湿度の低下によると考えられる。しかし③の期間に水蒸気圧が低くなっていない地点も多く、それらの相違については検討が必要である。

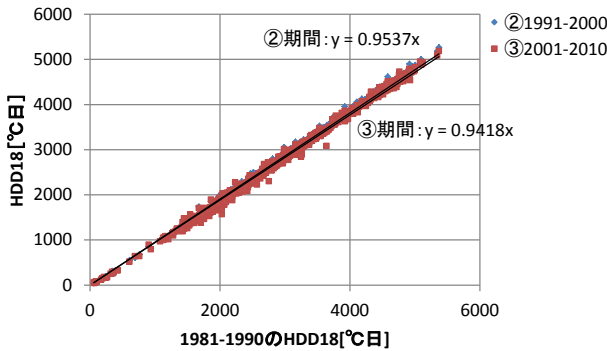


図-1 暖房デグリーデーHDD18の比較

3. 標準年 EA 気象データ

標準年気象データは、対象とする統計期間の中から月毎に平均的な年を選択し、つなぎ合わせた仮想の年間データである。拡張アメダス気象データでは1981-1995年による1995年版標準年、1991-2000年による2000年版標準年、2001-2010年による2010年版標準年の3つを公開している。標準月の選定方法は1995年版と2000年版では若干異なる。1995年版では空衛学会方式を踏襲してDM値(モデル建物の熱負荷相当外気温)を指標として用いていたが、2000年版では気象要素のみを指標とした²⁾。これは平均月の選択結果が建物の条件設定の影響を受け

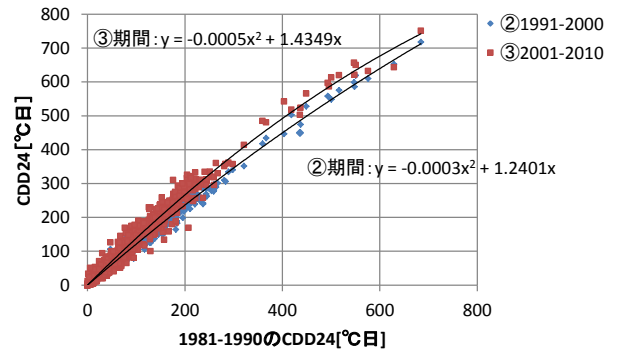


図-2 冷房デグリーデーCDD24の比較

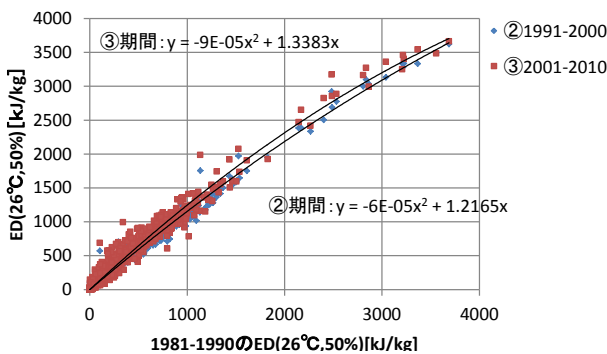


図-3 エンタルピーデーED(26°C, 50%)の比較

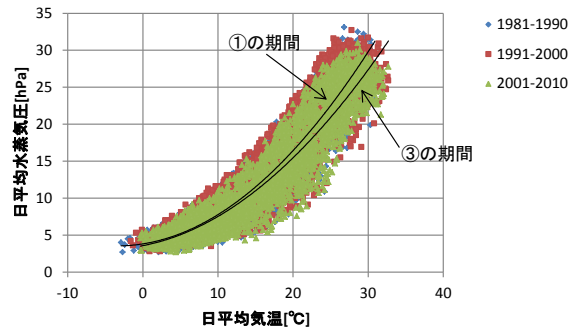


図-4 日平均気温と日平均水蒸気圧の相関 (名古屋)

- STEP1 • 10の月から気温の月平均値が標準偏差(±σ)以内の月を選出。
 - STEP2 • 10の月から水平面全天日射量の月平均値が±σ以内の月を選出
 - STEP3 • 10の月から絶対湿度の月平均値が±σ以内の月を選出
 - STEP4 • 10の月から降水量の月平均値が±1.5σ以内の月を選出
 - STEP5 • 10の月から風速の月平均値が±1.5σ以内の月を選出
 - STEP6 • 10の月から気温のFS値が+σ₀以内の月を選出
 - STEP7 • 10の月から水平面全天日射量のFS値が+σ₀以内の月を選出
 - STEP8 • 10の月から絶対湿度のFS値が+σ₀以内の月を選出
 - STEP9 • 10の月から降水量のFS値が+1.5σ₀以内の月を選出
 - STEP10 • 10の月から風速のFS値が+1.5σ₀以内の月を選出
 - GOAL • 残った候補月の中から月平均気温の偏差が最も0に近い年を選択
- *STEP6~STEP10で用いるσ₀は式(1)で算出する。

図-5 平均月選択の手順

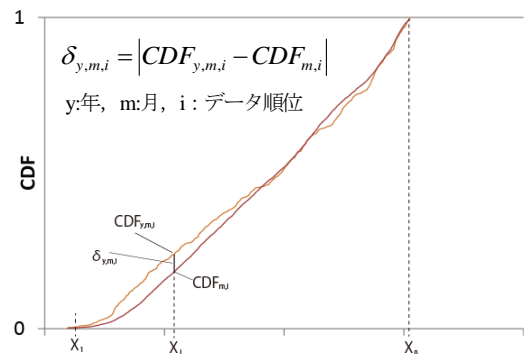


図-6 FS値の求め方

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{y=1}^{10} FS_{y,m}^2}{10}} \cdots (1) \quad FS_{y,m} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{y,m,i}}{n} \cdots (2)$$

るため、単純に気象要素のみで平均性を評価するように変更したものである。2010年版では2000年版と同じ方法で標準年を作成した。平均月選択のフローを図5に示す。STEP6からSTEP10に現れるFS値(Finkelstein-Schafer(FS) statistics)は、気象データの日平均値の偏りを表す指標であって、気象データの日平均値の累積分布関数(CDF)から求められる。図6にFS値の求め方を示す。FS値が小さいほど分布の偏りが小さいと判断される。図7は鹿児島の日平均気温の累積分布関数を1991～2000年の10年間と2000年版標準年EA気象データで比較したものである。図のように両データの累積分布は良く一致していることが分かる。図8は鹿児島における各10年及び30年の累積分布関数を比較したものである。デグリーデーと同様に1981-1990は低温側、2001-2010は高温側に分布が偏っていることが分かる。1991-2000は30年の累積分布関数と類似した分布となっている。

4. 極端季

日平均気温のFS値を用いて1981～2015年度(4月～3月)の35年間の中から極端な年を選定した。ここでは冬期に関しては日平均気温が15℃以下の範囲のFS値、夏期に関しては日平均気温が23℃以上の範囲のFS値を指標とした。基準とする温度によって選択年が異なるが、ここではデグリーデーとの対応も考慮して15℃と23℃に設定した。なおEA気象データは2010年までしか整理されていないが、参考のために2015年度までを対象とした。県庁所在地の結果を表3に示す。

図9は東京の極端季として選定された1983年(冬期)と2010年(夏期)および2006年(冬期)と1993年(夏期)と平年値(1981-2010)を比較したものである。東京は2014年12月に移転しており、統計的には同一に扱えないが他都市と合わせるために2015年度まで用いた。

5. 代表年

東日本大震災以降、節電や省エネルギーに対する取り組みが全国的に行われている。多くの場合、活動の目標として前年比や基準年に対する削減率を設定して、それに対して当該年度の実績値で目標を達成できたか評価している。既存建物の省エネルギー改修の場合、改修によりどの程度消費エネルギーを削減できたか検証が必要になるが、基準となる年をどこに設定するかで結果が異なる。そこ

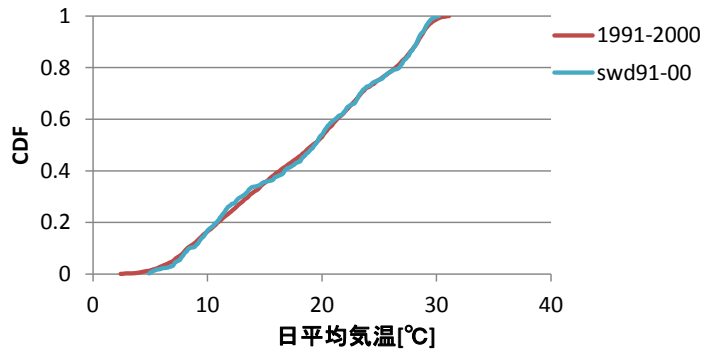


図-7 標準年とその統計期間のCDFの比較(鹿児島)

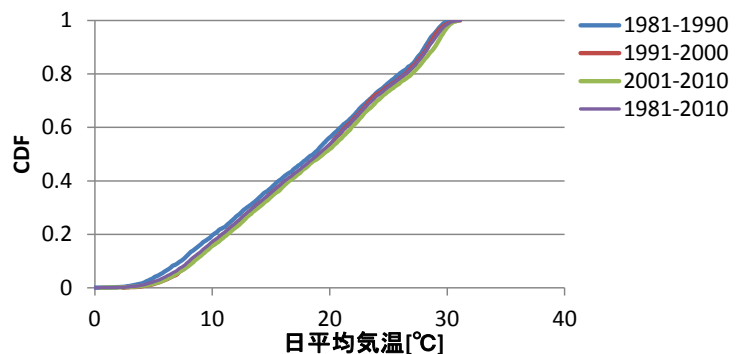
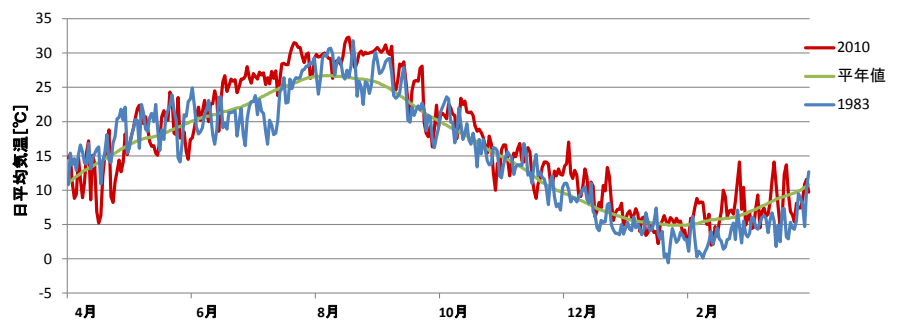
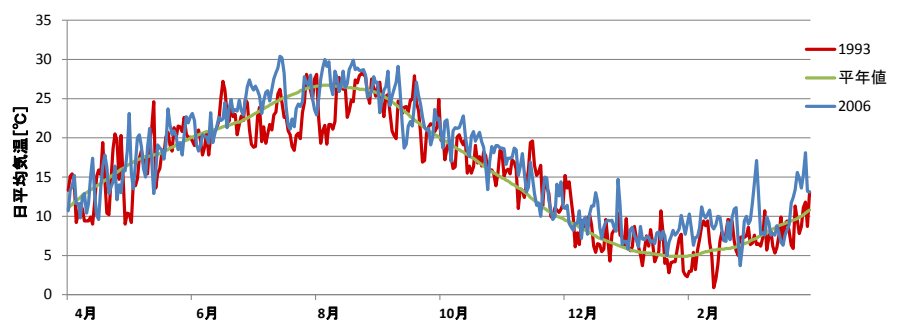


図-8 各期間のCDFの比較(鹿児島)

で、2001年から2010年の中から最も平均的な実在年を選定した。結果を表2に示す。ここでは日平均気温のみを指標とした場合と、日平均気温と日積算日射量を指標とした場合を検討した。日射量を考慮する場合、気温を優先して上位3年を選定し、その中で日射量のFS値の小さい年を選定した。既存建物で過去のエネルギー消費



a. 厳冬, 猛暑



b. 暖冬, 冷夏

図-9 極端季と平年値の日平均気温の比較(東京)

量が分かっている場合に基準年を選定する参考資料として利用できる。

6. まとめ

本報では30年(1981~2010)の拡張アメダス気象データを用いて、10年毎(①:1981~1990, ②:1991~2000, ③:2001~2010)のデグリーデーの変化を考察した。また1981~2015年度を対象に極端季について検討した。

- ・暖房デグリーデーは①と比較して③は6%程度減少している。②と③の変化は小さい。
- ・冷房デグリーデーは①と比較して③は1.3倍に増加している。また②から③でも増加が見られた。

- ・エンタルピーデーは冷房デグリーデーと同様に増加する傾向が見られるが、変化の割合は小さかった。
- ・標準年の累積分布関数が統計期間の累積分布関数と良く一致していることを示した。
- ・県庁所在地を対象に、1981~2015年度で極端な厳冬、暖冬、猛暑、冷夏の年度を整理した。

参考文献

- 1) 株式会社気象データシステム: <http://www.metds.co.jp/>
- 2) 日本建築学会(編): 拡張アメダス気象データ, 鹿児島 TLO, 2005.8
- 3) 気象庁: <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

表-3 極端季の年度

| 県庁所在地 | 1981~2015年度での極端季 | | | | | | | |
|-------|------------------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | 厳冬*1) | | 暖冬*1) | | 猛暑 | | 冷夏 | |
| | 1位 | 2位 | 1位 | 2位 | 1位 | 2位 | 1位 | 2位 |
| 札幌 | 1984 | 1985 | 1990 | 2008 | 2010 | 1994 | 2002 | 2001 |
| 青森 | 1984 | 1983 | 1990 | 2015 | 2010 | 2012 | 1998 | 1988 |
| 秋田 | 1983 | 1984 | 2015 | 2008 | 2010 | 2012 | 2003 | 1981 |
| 盛岡 | 1983 | 1984 | 2015 | 1990 | 2010 | 2012 | 1991 | 2003 |
| 仙台 | 1984 | 1983 | 2015 | 1990 | 2010 | 1994 | 2003 | 1982 |
| 山形 | 1983 | 1984 | 2015 | 1990 | 2010 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 福島 | 1984 | 1983 | 2015 | 1989 | 2010 | 2012 | 1993 | 1982 |
| 水戸 | 1983 | 1984 | 2015 | 2006 | 2010 | 1999 | 1982 | 1988 |
| 宇都宮 | 1983 | 1985 | 2015 | 2006 | 2010 | 2012 | 1993 | 1988 |
| 前橋 | 1983 | 1985 | 2015 | 2006 | 2010 | 1994 | 1993 | 1982 |
| さいたま | 1983 | 1984 | 2015 | 2006 | 2010 | 1994 | 1993 | 1982 |
| 東京 | 1983 | 1984 | 2006 | 2001 | 2010 | 2013 | 1993 | 1982 |
| 千葉 | 1983 | 1984 | 2015 | 2006 | 2010 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 横浜 | 1983 | 1984 | 2015 | 2008 | 2010 | 2011 | 1993 | 1988 |
| 長野 | 1983 | 1981 | 2015 | 2008 | 1994 | 2010 | 1993 | 1982 |
| 甲府 | 1983 | 1985 | 2015 | 2006 | 2010 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 静岡 | 1983 | 1985 | 2015 | 2008 | 2010 | 2004 | 1982 | 1993 |
| 名古屋 | 1983 | 1981 | 2015 | 2008 | 2010 | 1994 | 1993 | 1982 |
| 岐阜 | 1983 | 1985 | 2015 | 2008 | 2010 | 1994 | 1993 | 1982 |
| 津 | 1983 | 1981 | 2015 | 2008 | 2010 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 新潟 | 1983 | 1984 | 2015 | 2008 | 2010 | 1994 | 1993 | 2003 |
| 富山 | 1983 | 1985 | 2015 | 2008 | 2010 | 2012 | 1993 | 1988 |
| 金沢 | 1983 | 1985 | 2015 | 1998 | 2010 | 2012 | 1993 | 1982 |
| 福井 | 1983 | 1985 | 2015 | 1998 | 2010 | 2011 | 1993 | 1988 |
| 大津 | 1983 | 1995 | 2015 | 2008 | 2010 | 2011 | 1993 | 1982 |
| 京都 | 1983 | 1985 | 2015 | 1997 | 1994 | 2010 | 1982 | 1993 |
| 大阪 | 1983 | 1985 | 2015 | 2006 | 1994 | 2010 | 1982 | 1993 |
| 神戸 | 1983 | 1985 | 2015 | 2008 | 2004 | 2013 | 1982 | 1993 |
| 奈良 | 1983 | 1985 | 2015 | 1998 | 1994 | 2010 | 1993 | 1982 |
| 和歌山 | 1983 | 1985 | 2015 | 1997 | 1998 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 岡山 | 1981 | 1983 | 1998 | 2006 | 2010 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 広島 | 1983 | 1985 | 1997 | 2015 | 1994 | 2013 | 1982 | 1993 |
| 松江 | 1983 | 1985 | 1998 | 2015 | 2010 | 2013 | 1993 | 1982 |
| 鳥取 | 1983 | 1985 | 2015 | 1997 | 2010 | 2012 | 1993 | 1988 |
| 徳島 | 1983 | 1985 | 2015 | 1998 | 1994 | 2010 | 1982 | 1993 |
| 高松 | 1983 | 1985 | 2015 | 1998 | 2010 | 2013 | 1993 | 1982 |
| 松山 | 1983 | 1985 | 2015 | 1998 | 2010 | 2013 | 1993 | 1982 |
| 高知 | 1983 | 1985 | 2006 | 2015 | 2010 | 2013 | 1982 | 1993 |
| 山口 | 1983 | 1985 | 1998 | 2015 | 2010 | 1994 | 1982 | 1993 |
| 福岡 | 1983 | 1985 | 2006 | 1998 | 2013 | 2010 | 1993 | 1982 |
| 大分 | 1983 | 1985 | 2015 | 2001 | 2013 | 2010 | 1993 | 1982 |
| 長崎 | 1983 | 1985 | 2006 | 1998 | 2013 | 2004 | 1993 | 1982 |
| 佐賀 | 1983 | 1985 | 2015 | 2006 | 2013 | 1994 | 1993 | 1982 |
| 熊本 | 1983 | 1985 | 2006 | 2015 | 2007 | 2004 | 1993 | 1982 |
| 宮崎 | 1983 | 1985 | 1997 | 2015 | 1998 | 2013 | 2015 | 1993 |
| 鹿児島 | 1983 | 1985 | 1997 | 2006 | 2013 | 1998 | 1993 | 1982 |
| 那覇 | 1983 | 1985 | 2013 | 2001 | 1998 | 2015 | 1982 | 1981 |

*1)年度なので1983年の冬は1983~1984年3月を表す

表-4 2001~2010年で平均的な年

| 県庁所在地 | 2001~2010年で平均的な年 | |
|-------|------------------|--------|
| | 気温のみ | 気温+日射量 |
| | 札幌 | 2006 |
| 青森 | 2002 | 2002 |
| 秋田 | 2002 | 2006 |
| 盛岡 | 2006 | 2006 |
| 仙台 | 2008 | 2008 |
| 山形 | 2008 | 2008 |
| 福島 | 2006 | 2008 |
| 水戸 | 2006 | 2008 |
| 宇都宮 | 2008 | 2008 |
| 前橋 | 2006 | 2008 |
| さいたま | 2006 | 2002 |
| 東京 | 2006 | 2001 |
| 千葉 | 2006 | 2008 |
| 横浜 | 2008 | 2008 |
| 長野 | 2006 | 2008 |
| 甲府 | 2002 | 2002 |
| 静岡 | 2008 | 2008 |
| 名古屋 | 2008 | 2002 |
| 岐阜 | 2006 | 2002 |
| 津 | 2002 | 2002 |
| 新潟 | 2008 | 2008 |
| 富山 | 2001 | 2002 |
| 金沢 | 2001 | 2008 |
| 福井 | 2001 | 2001 |
| 大津 | 2001 | 2008 |
| 京都 | 2001 | 2006 |
| 大阪 | 2001 | 2001 |
| 神戸 | 2002 | 2002 |
| 奈良 | 2006 | 2001 |
| 和歌山 | 2002 | 2002 |
| 岡山 | 2002 | 2002 |
| 広島 | 2001 | 2001 |
| 松江 | 2001 | 2001 |
| 鳥取 | 2002 | 2001 |
| 徳島 | 2002 | 2002 |
| 高松 | 2002 | 2002 |
| 松山 | 2001 | 2001 |
| 高知 | 2002 | 2002 |
| 山口 | 2001 | 2006 |
| 福岡 | 2001 | 2001 |
| 大分 | 2001 | 2001 |
| 長崎 | 2001 | 2001 |
| 佐賀 | 2001 | 2001 |
| 熊本 | 2001 | 2001 |
| 宮崎 | 2001 | 2001 |
| 鹿児島 | 2001 | 2001 |
| 那覇 | 2006 | 2001 |