

ストップ温暖化・さいたまナビゲーション 2050 推進事業
平成 23 年度二酸化炭素濃度観測結果

埼玉県環境部温暖化対策課
埼玉県環境科学国際センター

1 背景

人間活動に伴い排出される二酸化炭素は、地球温暖化に対して最も影響の大きい温室効果ガスであり、1960年代の前半からWMO（世界気象機関）の主導により、世界各国で大気中の二酸化炭素濃度の定点観測が継続的に実施されてきた。これらは清浄な地域における二酸化炭素のバックグラウンド濃度を観測することを主な目的としており、大都市近郊において二酸化炭素濃度の高精度な観測が連続的に行われた例はなかった。そこで埼玉県では、大都市近郊に位置する浦和観測所（さいたま市桜区上大久保 639-1）において、「地球環境モニタリング事業」の一環として平成3年度に二酸化炭素濃度の高精度な観測を開始した。その後、堂平山観測所と騎西観測所においても二酸化炭素濃度の観測を開始したが、環境科学国際センターの移転に伴い平成13年度で浦和観測所における観測を終了した。平成23年度からは、埼玉県における二酸化炭素の濃度や排出の実態を総合的に把握するため、本事業である「ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション 2050 推進事業」の一環として観測を継続している。

二酸化炭素濃度の観測は、世界各国の長期間にわたる観測値を相互に比較するため、世界的な基準の統一が必要とされている。このため、日本国内においては、WMO（世界気象機関）の標準ガスにより較正された二酸化炭素標準ガスを気象庁が管理し、各観測所の観測値のトレーサビリティが確保されている。埼玉県においても、気象庁の協力によりWMO標準ガスを基準とした観測を行っている。このような精密観測を行う観測所は国内に数地点しかなく、大都市近郊での観測データは、世界的にもあまり例がないため貴重なものとなっている。また、県内の観測結果は、WDCGG（温室効果ガス世界資料センター）へ定期的に提供しており、特に堂平山観測所のデータについては、WMO 温室効果ガス年報での世界平均濃度の算出にも利用されている。本報では平成23年度（2012年3月）までの観測結果について取りまとめを行った。

2 観測地点

- (1) 堂平山観測所 秩父郡東秩父村白石 601-2（東秩父測定所）
- (2) 騎西観測所 加須市上種足 914（環境科学国際センター）

3 観測期間

- (1) 堂平山観測所 平成4年4月～
- (2) 騎西観測所 平成13年1月～

4 観測方法

植生の直接的な影響を避けるため、地上約20mの高さの所に設置された試料採取口から大気試料を採取する。大気試料は除塵及び3段階の除湿（最終段では露点温度で-65℃以下の定格能力を持つ除湿器を使用して除湿）を行い、非分散型赤外線分析計（NDIR）に導入する。

分析計からの出力電圧値は1秒毎にコンピュータに取り込み、30秒間の平均値を得る。これを1データとし磁気ディスクに記録する。二酸化炭素濃度への換算は、WMO標準ガスと比較校正を行った国産標準ガス4本を2時間毎に分析計に流し、このときの濃度と出力の関係を示す二次式による検量線から未知の大気試料の二酸化炭素濃度を得る。なお、WMO標準ガス濃度の更新により、今後も濃度の再計算が随時行われるため、報告データは全て暫定値である。

5 二酸化炭素濃度の算出方法

二酸化炭素濃度の各平均値は、大気汚染常時監視データの平均値の算出方法を参考に以下の手順に従い求めた。なお、WDCGGへ提供するデータについては、気象庁の観測所と同様に標準偏差等を用いて解析した結果から平均値を算出しているため、本報の算出結果とは異なっている。

- (1) 30秒平均値から観測装置故障等による明らかな異常値を取り除く。
- (2) 毎正時から次の正時までの異常値を取り除いた30秒平均値を単純平均して1時間平均値を求める。ただし、1時間内の30秒平均値のデータ数が40以下の場合はその1時間を欠測とする。
- (3) 1時間平均値を単純平均して日平均値を求める。ただし、測定時間が20時間以上の日を有効測定日とする。
- (4) 有効測定日の日平均値を単純平均して月平均値を求める。
- (5) 4月から翌年3月までの月平均値を単純平均して年度平均値を求める。

6 観測結果及び考察

(1) 二酸化炭素濃度の年度平均値

各観測所における二酸化炭素濃度の年度平均値を表1に示した。参考までに浦和における結果も同時に示した。平成23年度の平均値は堂平山で399.99ppm、騎西で414.34ppmとなり、前年度と比べてそれぞれ0.46ppm、2.04ppm増加した。また、平成23年度の平均値は、堂平山よりも騎西の方が14.36ppm高く、騎西の方が人為的な排出源からの汚染の影響が大きいと考えられた。

(2) 二酸化炭素濃度の推移と季節変化

各観測所における二酸化炭素濃度の月平均値と12ヶ月移動平均値を図1に示した。こちらも浦和における結果も同時に示した。各地点とも1年周期の季節変化を示し、人為的な排出源からの汚染の影響が大きいと考えられる浦和で最も濃度が高く、季節変化の振幅も浦和が最も大きかった。

次に、濃度の経年的な増加による影響を取り除いて季節変化を把握するため、月平均値と12ヶ月移動平均値の濃度差を求め、それを月別に平均したものを図2に示した。堂平山にお

いては、同程度の緯度に位置する世界各地の清浄地域の季節変化と同様に、4月頃に極大となり9月頃に極小となる季節変化を示した。北半球中緯度の清浄地域では、春から夏にかけて植物の光合成により二酸化炭素が吸収されるため、地球規模で上記のような季節変化を示すとされている。一方、浦和と騎西においては人為的な排出源からの汚染の影響を受けて、図3に示した燃焼起源の窒素酸化物濃度の季節変化と同様に、大気が安定して上空に汚染物質が拡散しにくくなる冬季に二酸化炭素濃度が増加した。

(3) 二酸化炭素濃度の増加率

各観測所における二酸化炭素濃度の年平均値を表2に、年平均値から求めた増加率を表3に、5年間ごとの増加率の推移を図4に示した。参考までに二酸化炭素濃度の世界平均（清浄な地域に位置する観測所の平均）も表2と表3に同時に示した。ただし世界平均との直接比較を行うため、ここでは年度平均ではなく年平均値を用いて集計を行った。2010年の年平均値は、堂平山で約10ppm、騎西で約24ppm世界平均よりも高濃度であった。同一地点における期間別の増加率にはある程度の差がみられたが、同一期間内で比較すると地点別の増加率の差は少なかった。このことから、各地点における濃度増加の原因は、局地的な濃度増加の影響よりも、地球規模での濃度増加の影響の方が大きいと考えられた。観測期間内では2001年から2006年頃にかけて最も濃度の増加率が大きくなっていた。

表1 二酸化炭素濃度の年度平均値 (ppm)

	浦和 (前年比)	堂平山 (前年比)	騎西 (前年比)
平成3年度	386.27		
平成4年度	384.89 (-1.38)	364.92	
平成5年度	385.37 (0.48)	365.90 (0.98)	
平成6年度	389.57 (4.20)	368.61 (2.71)	
平成7年度	391.86 (2.30)	371.09 (2.48)	
平成8年度	392.74 (0.87)	372.42 (1.33)	
平成9年度	394.49 (1.76)	373.03 (0.61)	
平成10年度	397.77 (3.28)	376.96 (3.93)	
平成11年度	395.94 (-1.82)	377.02 (0.06)	
平成12年度	399.09 (3.14)	379.06 (2.04)	
平成13年度	401.02 (1.93)	379.97 (0.91)	392.94
平成14年度		382.31 (2.34)	395.96 (3.02)
平成15年度		385.40 (3.09)	398.47 (2.51)
平成16年度		385.93 (0.54)	400.62 (2.15)
平成17年度		389.78 (3.84)	403.92 (3.30)
平成18年度		392.82 (3.05)	405.57 (1.65)
平成19年度		392.85 (0.02)	406.72 (1.15)
平成20年度		394.52 (1.67)	407.79 (1.06)
平成21年度		396.15 (1.64)	409.24 (1.45)
平成22年度		399.53 (3.37)	412.30 (3.06)
平成23年度		399.99 (0.46)	414.34 (2.04)

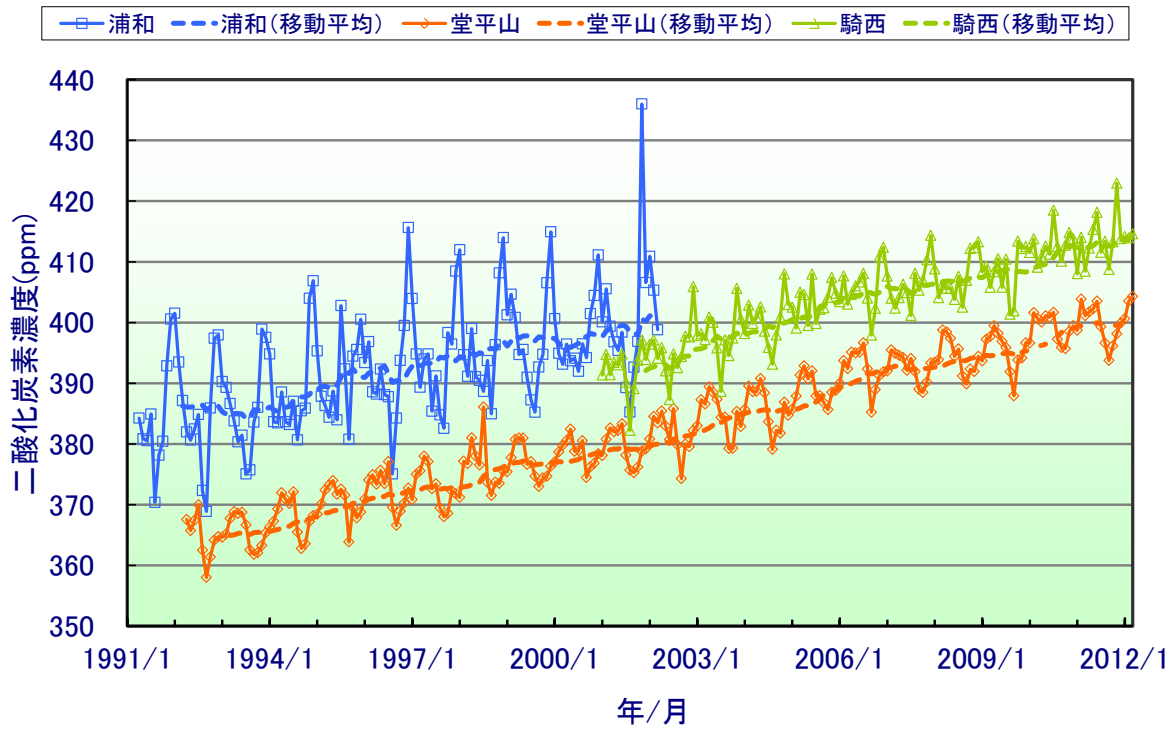


図1 二酸化炭素濃度の月平均値の推移

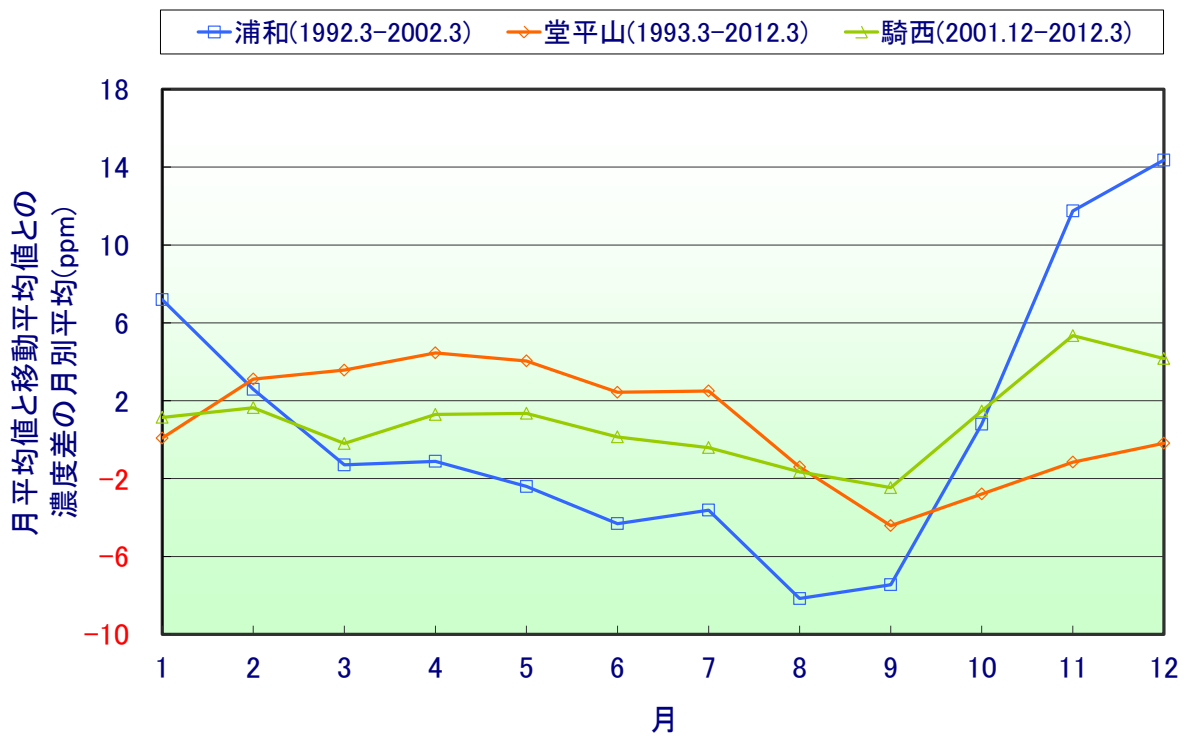


図2 二酸化炭素濃度の季節変化

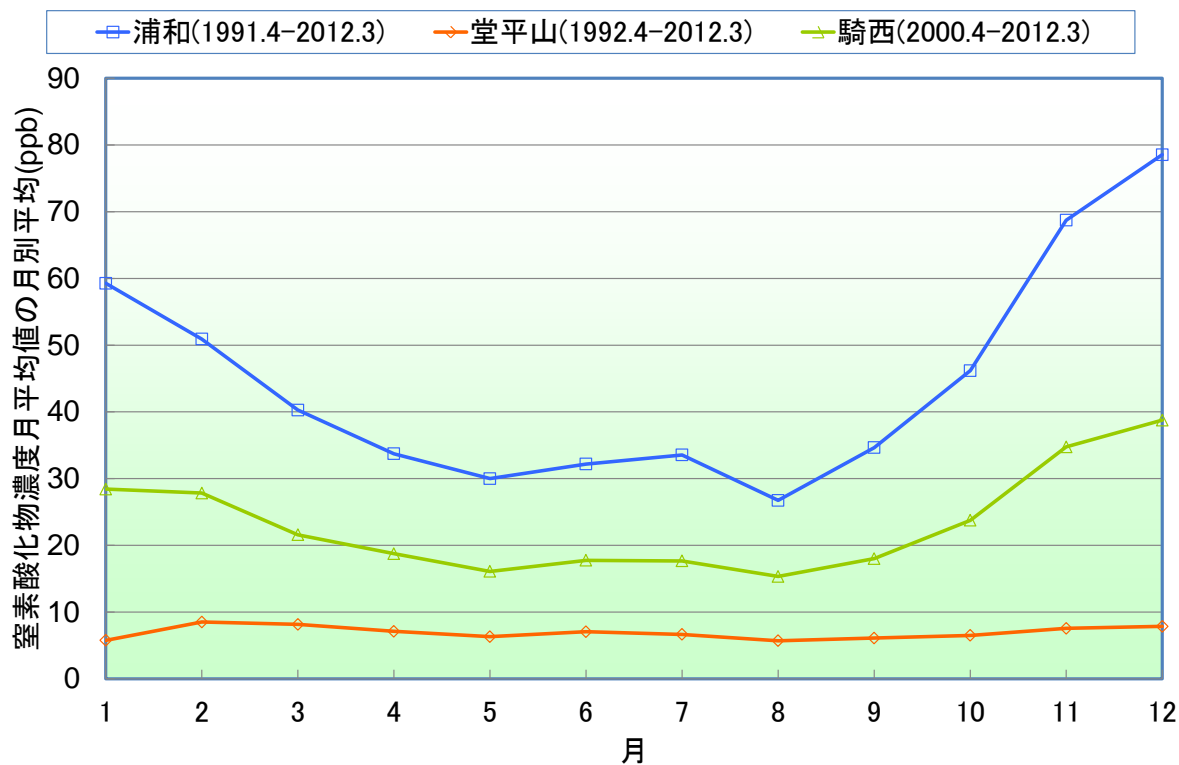


図3 窒素酸化物濃度の季節変化 (※常時監視測定データ)

表2 二酸化炭素濃度の年平均値 (ppm)

年	堂平山	騎西	世界平均 (※)
2004	385.85	400.14	377.1
2005	388.84	403.30	379.1
2006	392.30	405.58	381.2
2007	392.54	406.29	383.1
2008	394.31	407.44	385.2
2009	395.29	408.32	386.8
2010	399.12	412.62	389.0
2011	399.60	413.33	

※ WMO 温室効果ガス年報 No.1~No.7

表3 二酸化炭素濃度の増加率 (ppm/年)

	浦和	堂平山	騎西
1993～2001	1.70	1.74	
2001～2011		2.03	2.03

	堂平山	世界平均 (※)
1995～2004	1.71	1.9
1996～2005	1.81	1.9
1997～2006	2.00	1.93
1998～2007	1.99	2.00
1999～2008	2.07	1.93
2000～2009	2.03	1.88
2001～2010	2.09	1.97
2002～2011	1.97	

※ WMO 温室効果ガス年報 No.1～No.7

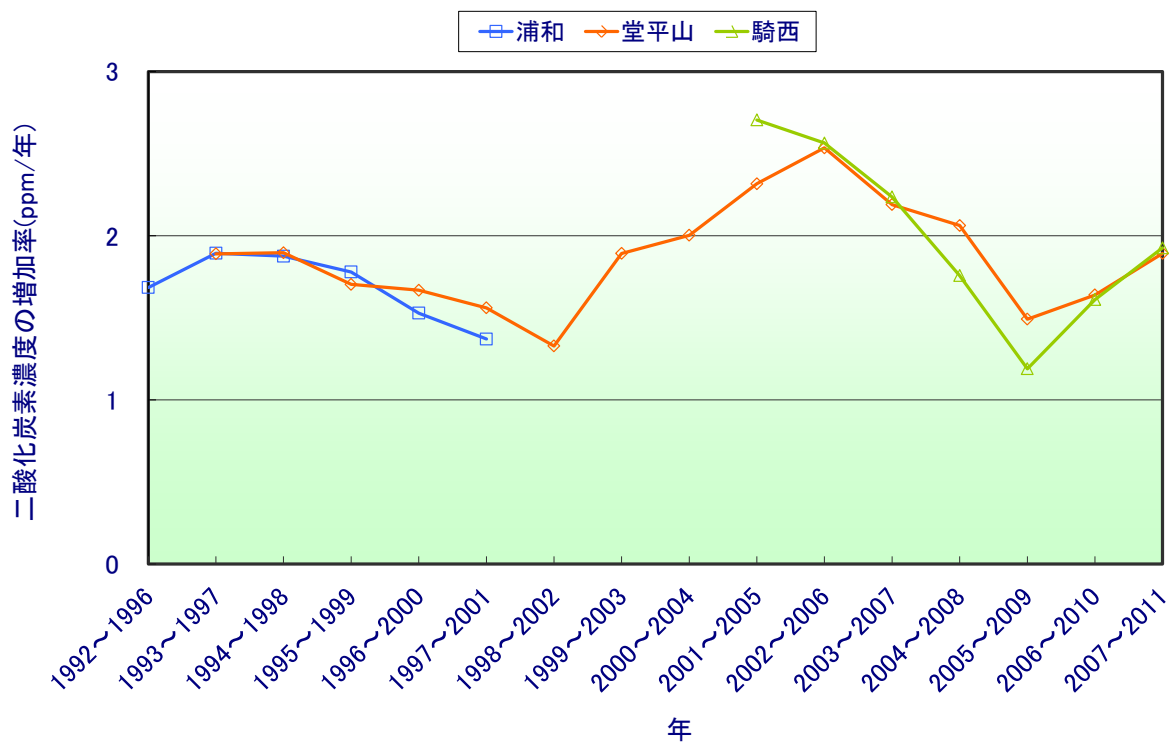
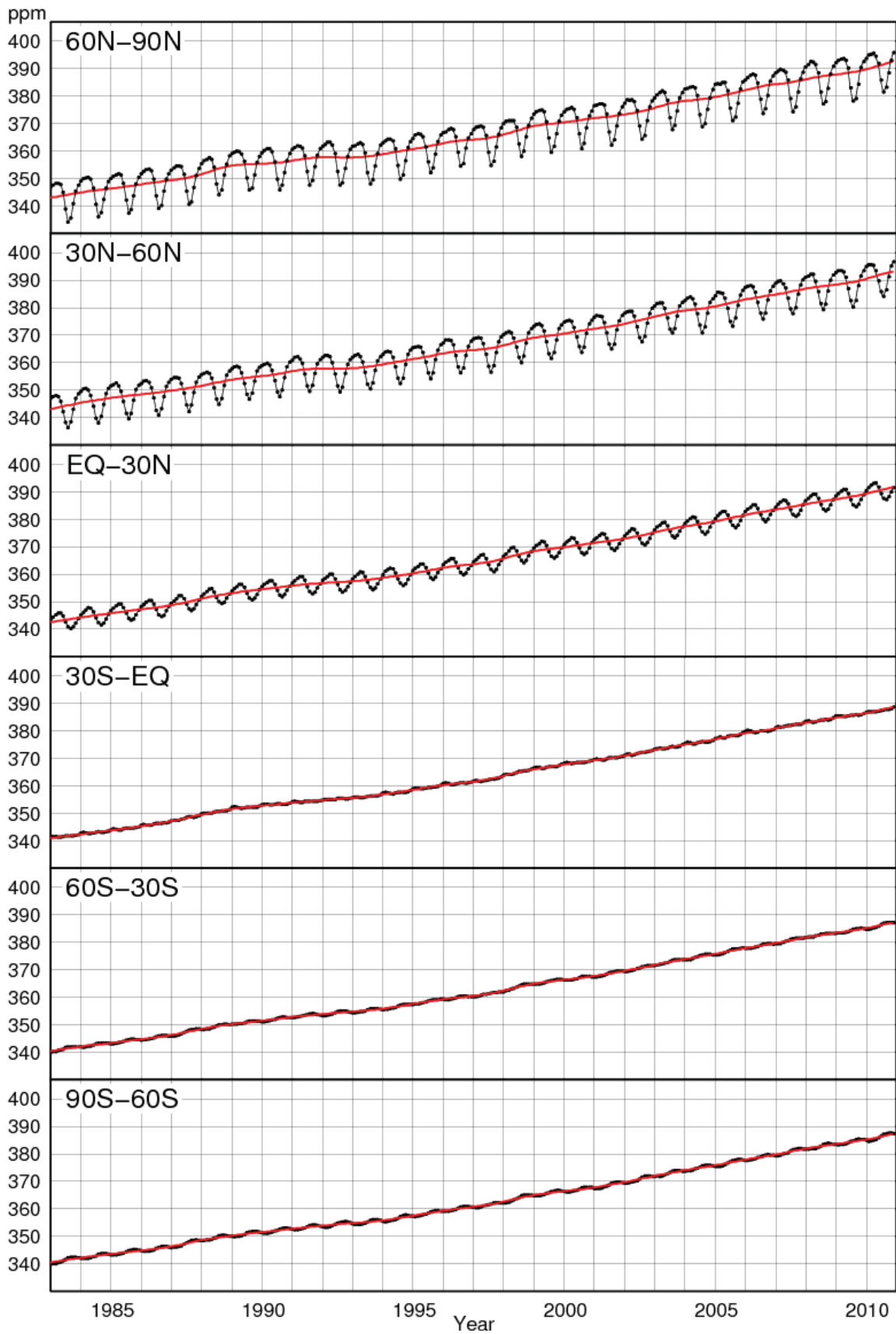


図4 二酸化炭素濃度の増加率の推移



(参考) 緯度別の二酸化炭素濃度月平均値の推移 (※ WMO WDCGG Data Summary WDCGG No. 36)