

今後の窒素酸化物対策について（案）

平成 24 年 月

1 はじめに

千葉県の大気汚染状況については、「大気汚染防止法」や「環境の保全に関する協定」等による排出抑制によって概ね改善傾向にあり、一般環境大気測定局における二酸化窒素は環境基準の達成が継続している。

しかしながら、一部の地域においては、環境基準未達成の自動車排出ガス測定局や、昭和54年に県が独自に設定した「二酸化窒素に係る環境目標値」（以下、「県環境目標値」という。）が未達成の測定局が残されている。

そのため、一般環境における県環境目標値の早期達成に向け、自動車排出ガス対策を除く発生源対策について、現行の施策の効果等を検証し、今後の窒素酸化物対策について検討したものである。

2 大気環境シミュレーションによる検討

(1) 検討の手法

今後の窒素酸化物対策の検討にあたり、各種発生源からの排出量の変化に伴う大気環境中の濃度変化を予測する大気環境シミュレーションを用いることとした。

大気環境シミュレーションでは、窒素酸化物総量規制マニュアル方式により、平成20年度を現状として、平成27年度及び平成32年度における窒素酸化物の排出量を推計し、将来の大気環境を予測した。

(2) 検討の内容

①既存の施策の検証

ア 現行の施策全体に係る効果

大気環境シミュレーションにより、現行の施策を継続した場合における将来の大気環境濃度を予測し、県環境目標値を達成できるか、または新たな削減措置が必要か、検討を行った。

イ 発電ボイラー及びガスタービン等に係る施策の効果

発電ボイラー及びガスタービン等については、用途が類似するボイラーと比較して窒素酸化物の排出量が多く、大気環境を悪化させるおそれがあるために、従前より「千葉県発電ボイラー及びガスタービン等に係る窒素酸化物対策指導要綱」及び「環境の保全に関する協定」（以下、「要綱等」という。）に基づき指導を行ってきたことから、その効果について試算を行った。

②その他の影響要因に係る検討

ア 東日本大震災後の電力供給体制の変化による影響

東日本大震災により電力供給体制が今後大きく変化することが予想されている。

そこで、原子力発電設備が運転停止した場合の電力供給不足を、火力発電の増加や自家発電設備（常用）の稼働により補うと想定し、窒素酸化物の排出量が増加した場合の大気環境について試算を行った。

イ 二酸化窒素濃度に対するオゾンの影響

窒素酸化物は、オゾンとの酸化反応により二酸化窒素に変化していく。

このオゾン濃度については、越境汚染やVOC等の原因物質の排出量の変化等により、今後、増加する可能性が指摘されている。

そのため、窒素酸化物の排出量が減少しても、環境基準が設定されている二酸化窒素は減少しない可能性もあることから、将来、オゾン濃度が増加した場合の影響について試算を行った。

(3) 検討結果

①既存の施策の検証

ア 現行の施策全体に係る効果

現行の施策を継続した場合の将来における大気環境濃度について予測を行ったところ、以下の結果が得られた。

- ・現状では二酸化窒素に係る環境基準や県環境目標値が未達成の測定局も含め、大気環境の改善傾向が見込まれる。
- ・平成27年度には、二酸化窒素に係る環境基準が自動車排出ガス測定局を含めた県内すべての大気測定局において達成される。また、一般環境大気測定局において、ほぼ全局で県環境目標値を達成することが見込まれる。
- ・平成32年度には、県内全域の一般環境大気測定局において、県環境目標値を達成することが見込まれる。

イ 発電ボイラー及びガスタービン等に係る施策の効果

要綱等に基づく指導基準を遵守している施設が、大気汚染防止法の排出基準のみを遵守するとした場合、窒素酸化物排出量が大幅に増加し、上記アに示す平成32年度における予測結果と比べて、二酸化窒素濃度が最大で10 ppb 以上上昇し、一般環境大気測定局において県環境目標値の超過が見込まれる。

②その他の影響要因に係る検討

ア 東日本大震災後の電力供給体制の変化による影響

東日本大震災後の電力供給不足に対し、火力発電の増加等、窒素酸化物排出量が増加した場合の大気環境について試算を行った結果、二酸化窒素濃度の上昇は最大でも 1ppb 未満と見込まれた。

イ 二酸化窒素濃度に対するオゾンの影響

将来、オゾン濃度が増加した場合の影響については、検討の結果、二酸化窒素濃度が最大で 3ppb 程度上昇することが見込まれた。

(4) 検討結果の評価

現行の施策が継続して実施された場合、一般環境における県環境目標値が平成 32 年度までに達成される見込みとなった。

併せて、要綱等の指導により工場・事業場から排出される窒素酸化物排出量が大幅に抑制されていることが認められたことから、現在の施策は有効と考えられる。

なお、将来の窒素酸化物排出量については、自動車からの排出量が大幅に減少することから、現行の自動車排出ガス規制も大気環境の改善に寄与することが確認された。

また、二酸化窒素に係る県環境目標値については、早期に達成することが望ましいが、東日本大震災の影響等の不確定要素が多数存在し、将来の二酸化窒素濃度に影響を与えることが示唆されたことから、対策の検討にあたっては、国のエネルギー政策等に関する情報収集に努め、その動向に注視していく必要がある。

オゾンについては、将来の二酸化窒素濃度に影響を与えることが確認されたが、本検討で用いたモデルでは、日射、気温、物質間の濃度バランスによる複雑な反応を十分には表現することができないため、数値解モデルにおいて引き続き検討を行うことが望ましい。

3 今後の窒素酸化物対策について

(1) 今後の窒素酸化物対策については、県環境目標値の早期達成に向け、現行の施策を継続して実施する必要がある。

(2) 以下の点について留意し、必要に応じて見直しを行うことが適切である。

ア 今後の電力供給体制の変化による窒素酸化物の排出量について

今後の電力供給体制については不確定要素が大きいことから、国のエネルギー政策等に関する情報収集に努め、電力供給体制の見通しがついた時点で、窒素酸化物排出量の状況等について検討を行うことが望ましい。

イ 総合的な観点からの検討

オゾン濃度が二酸化窒素濃度に影響を与えることが確認されたことから、今後、ADMER-PRO等の数値解モデルにより検討することが望ましい。

また、窒素酸化物は、光化学オキシダントや微小粒子状物質濃度に影響を与えることから、環境基準や県環境目標値の達成状況だけではなく、大気環境全般に係る最新の知見を収集し、総合的な観点から検討することが望ましい。

今後の窒素酸化物対策について（案）に係る資料編

1 千葉県における二酸化窒素の状況について

平成22年度の測定結果

(1) 大気常時監視測定局数

平成22年度における千葉県内の二酸化窒素の測定局数は、一般環境大気測定局（一般局）113局、自動車排出ガス測定局（自排局）29局の計142局である。

(2) 測定結果

表1-1 環境基準等の達成状況

区分	環境基準等	達成率 (%)					平成22年度 *達成局数比
		18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	
一般局	環境基準	100	100	100	100	100	113/113
	県環境目標値	79.1	71.9	94.6	90.4	98.2	111/113
自排局	環境基準	93.1	93.1	89.7	96.6	96.6	28/29
	県環境目標値	31.0	31.0	41.4	37.9	34.5	10/29

* 達成局数比：達成局数/測定局数

表1-2 年平均値の推移 (ppm)

区分	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度
一般局	0.015	0.015	0.013	0.013	0.013
自排局	0.026	0.025	0.024	0.023	0.023

(参 考) 環境基準等

ア 環境基準

項目	環境基準	長期的評価
二酸化窒素	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下	1日平均値の年間98%値が0.060ppm以下

イ 千葉県環境目標値

項目	環境目標値
二酸化窒素	日平均値の年間98%値が0.04ppm以下

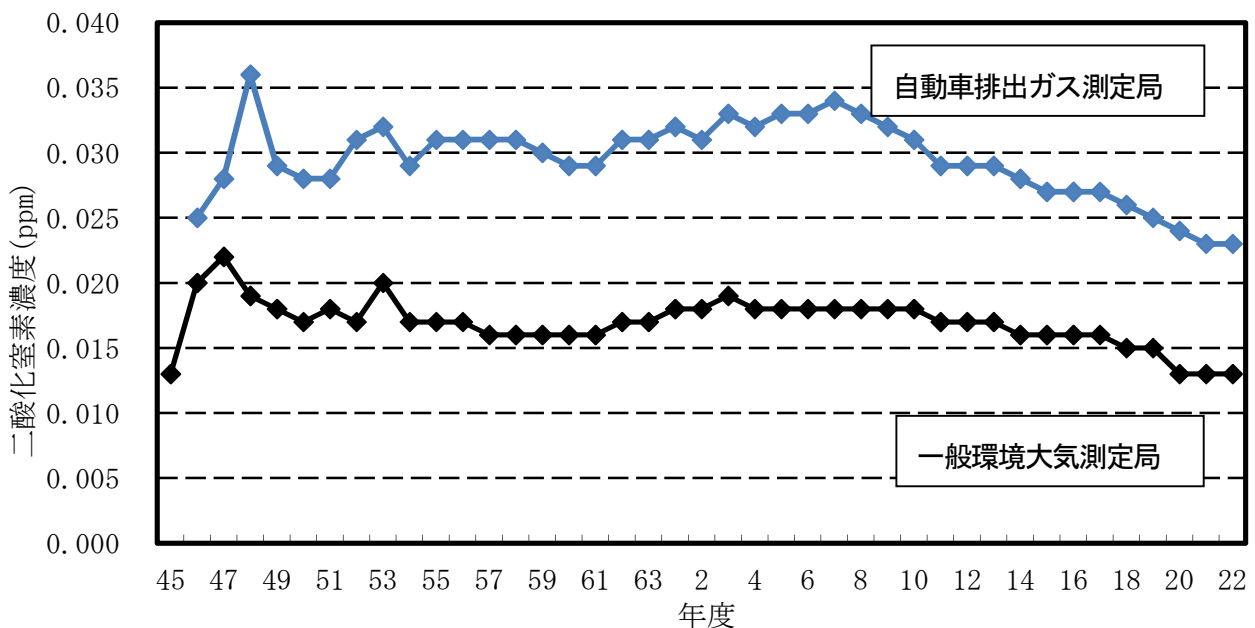


図1-1 二酸化窒素に係る年平均値の推移

2 工場・事業場に係る窒素酸化物対策について

(1) 大気汚染防止法による窒素酸化物の規制

大気汚染防止法では、硫黄酸化物やばいじん等、工場及び事業場からのばい煙の規制を行ってきたが、昭和48年8月に大気汚染防止法施行令が改正され、ばい煙発生施設に係る窒素酸化物の排出基準が設定された。

以後、排出基準が順次強化されるとともに規制対象も追加され、昭和60年9月に小型ボイラー、62年2月からガスタービン、ディーゼル機関が、さらに平成2年11月にはガス機関及びガソリン機関がばい煙発生施設に追加され、規制されることとなった。

なお、昭和56年6月に窒素酸化物が指定ばい煙（総量規制対象物質）に指定され、全国で3地域が総量規制地域に指定されたが、千葉県内の区域は指定されていない。

(2) 千葉県におけるこれまでの取組

千葉県では、窒素酸化物対策の推進を図るため、昭和53年度から実施した「第1次窒素酸化物対策総合調査」、昭和61年度から実施した「第2次窒素酸化物対策総合調査」及び平成8年度から実施した「第3次窒素酸化物総合対策調査」を受けて、各種施策を実施してきた。

① 「公害の防止に関する協定」（以下、「協定」という。）締結工場の排出総量の低減

昭和55年における協定改定において、全協定締結工場の窒素酸化物排出総量を $5,155\text{m}^3/\text{h}$ 以下とするよう排出量削減を指導することとし、現在まで引き続き指導を行っている。（現在は「環境の保全に関する協定」として実施。）

② ガラス製造工場と「窒素酸化物対策に関する覚書」を締結

昭和55年度に第1次窒素酸化物対策総合調査の補完調査を実施したところ、東葛、葛南地域のガラス工場をはじめとする複数の工場による周辺環境への影響が無視できないことが判明したため、当該地域のガラス製造工場4工場（平成23年4月現在2工場）と「窒素酸化物対策に関する覚書」を締結し、窒素酸化物の許容排出量を定めた。

③ 「千葉県窒素酸化物対策指導要綱」の制定

協定締結工場、ガラス製造工場に対する窒素酸化物対策に関する覚書締結工場の対象とならない一定規模以上の工場・事業場について、排出される窒素酸化物の総量削減の指導を行うため、昭和58年4月に「千葉県窒素酸化物対策指導要綱」を施行し、指導を開始した。

④ 「千葉県発電ボイラー及びガスタービン等に係る窒素酸化物対策指導要綱」の制定

窒素酸化物の排出量が多く、設置台数の増加が見込まれるガスタービン及びディーゼル機関について、法の排出基準より厳しい濃度基準を設定し、排出抑制指導を行う「千葉県定置型内燃機関窒素酸化物対策指導要綱」を平成4年に制定した。

その後、平成7年4月の電気事業法の改正に伴い、一般企業が卸供給事業者として電気事業に新規参入できることになったことにより窒素酸化物排出量の増加が予想されたため、卸供給事業に係る発電用ボイラー等の指導基準設定も含めた要綱の改正を行い、名称を「千葉県発電ボイラー及びガスタービン等に係る窒素酸化物対策指導要綱」と変更し、平成8年4月から施行、指導している。

⑤ 窒素酸化物に係る冬期対策の実施

平成 2 年度から、冬期高濃度日の汚染メカニズムの解明、高濃度日の対策方法、対策効果等を調査する「窒素酸化物冬期高濃度対策調査」を行ってきたが、その結果から、「窒素酸化物に係る冬期対策」として、工場・事業場に対するばい煙発生施設の適正管理や自動車の使用抑制対策等を順次実施することとした。

⑥ 協定の細目協定に窒素酸化物の冬期対策を追加

工場・事業場からの窒素酸化物の排出量を抑制するため、協定の細目協定に冬期における窒素酸化物排出量を約 6%削減する規定を追加した。

表 2-1 「千葉県発電ボイラー及びガスタービン等に係る窒素酸化物対策指導要綱」における指導基準と「大気汚染防止法」の排出基準の比較（電気卸事業者設置施設）（単位：ppm）

施設の種類	燃料種類	0n (%)	定格出力(kW)			大気汚染防止法
			5万未満	5万以上 15万未満	15万以上	
発電ボイラー	液体	4	40	30	20	130～180
	ガス	5	40	30	20	60～150
	固体	6	40	30	20	200～350
ガスタービン	種類問わず	16	20	15	10	70

表 2-2 「千葉県発電ボイラー及びガスタービン等に係る窒素酸化物対策指導要綱」における指導基準と「大気汚染防止法」の排出基準の比較（その他施設）（単位：ppm）

施設の種類	燃料種類	0n (%)	新設		既設	大気汚染防止法
			特別地域	その他の地域		
発電ボイラー	液体	4	40	60	-	130～180
	ガス	5	40	60		60～150
	固体	6	40	60		200～350
ガスタービン	種類問わず	16	20	30	60	70
ディーゼル機関	種類問わず	13	100	150	950	950～1,200
ガス機関	種類問わず	0	200	300	600	600
ガソリン機関	種類問わず	0	200	300	600	600

3 大気環境シミュレーションについて

(1) シミュレーションモデルの概要

① モデルの選定

大気環境を予測するシミュレーションモデルには、主に解析解モデルと数値解モデルがある。

モデルの検討に当たっては、解析解モデルとして「窒素酸化物総量規制マニュアル」方式のモデルを、数値解モデルとして化学輸送モデル（CMAQ 等）を例に比較・選定を行った。

両者について、費用や利用実績、モデルの限界等について利点及び欠点を整理し、検討を行った結果、解析解モデルである「窒素酸化物総量規制マニュアル」方式を採用することとした。

② シミュレーションの基礎条件

シミュレーションを行うに当たっては、下記の条件により行うこととした。

ア 対象地域 千葉県全域

(周辺地域として、茨城県、埼玉県、東京都及び神奈川県。羽田空港も含む。)

イ 対象物質 窒素酸化物（二酸化窒素）

ウ 対象年度 現状：平成 20 年度

将来：平成 27 年度及び 32 年度

エ 対象発生源 表 3-1 のとおり

表 3-1 対象とする発生源及び将来予測にあたり考慮する内容

	発生源区分	対象発生源	単純将来で考慮する内容
1	工場・事業場	工場・事業場に設置されたばい煙発生施設	現状規制の維持、平成 21 年度以降の新設・変更・廃止、今後の生産計画
2	一般家庭	一般家庭で使用される燃焼器具	世帯数の変化
3	自動車	幹線道路及び細街路を走行する自動車	単体規制・車種規制の継続、新型車への自然代替、交通量の変化
4	船舶	千葉港、木更津港を利用する船舶、漁港を利用する漁船	貨物量の増加、新規制船への自然代替、漁船数の変化
5	航空機	成田国際空港を離発着する航空機	発着枠の拡大、航空機の構成の変化
6	群小発生源	事業所に設置された小型の燃焼器具や小型焼却炉	エネルギー需要の変化、人口の自然減、ごみ量の減少
7	建設機械類	建設機械、産業機械及び農業機械	新車への自然代替
8	隣接都県	茨城県、埼玉県、東京都及び神奈川県の発生源	上記発生源に準拠

(2) 窒素酸化物排出量の算定結果

現状（平成20年度）及び現行の施策を継続した場合（以下、「単純将来」という。）（平成27年度及び32年度）における千葉県内から排出される窒素酸化物の年間排出量は表3-2、図3-1のとおりとなった。

なお、東京電力（株）千葉火力発電所に増設される電源設備については、継続的な利用となることから、当該設備からの排出量も含めている。

表3-2 発生源区分別NOx 排出量算定結果

	発生源区分		窒素酸化物排出量（トン/年）		
			平成20年度	平成27年度	平成32年度
1	工場・事業場		41,944	45,309	45,204
2	一般家庭		1,770	1,841	1,859
3	自動車	幹線道路	7,420	4,727	3,396
		細街路	4,352	2,770	2,029
		冷温始動増分	2,186	1,156	769
4	船舶	係留船舶	3,071	2,984	2,773
		航行船舶	6,352	6,048	5,541
		漁船	2,083	2,009	1,957
5	航空機		2,091	2,630	3,214
6	群小発生源	小規模ボイラー	2,897	2,727	2,889
		小型焼却炉	159	155	146
7	建設機械類	建設機械	3,904	2,499	1,913
		産業機械	4,346	2,782	2,130
		農業機械	403	258	198
合計			82,978	77,894	74,016

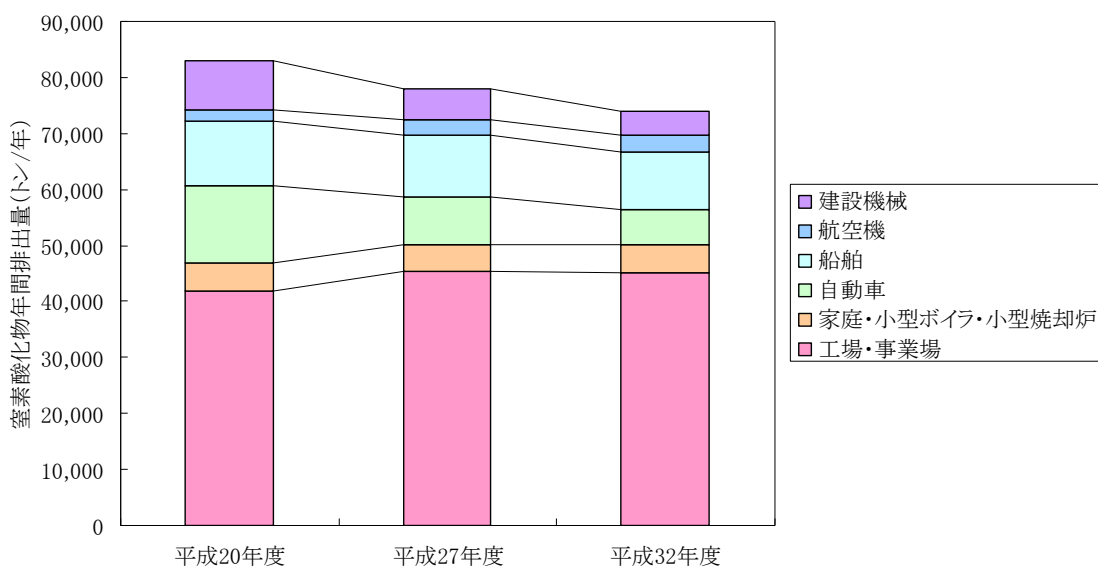


図3-1 発生源区分別NOx 排出量算定結果

(3) 予測結果

① 単純将来の予測結果

表 3-3 単純将来の測定局別の環境基準及び県環境目標値の達成状況

局種	年度	測定局数	環境基準(60ppb)達成状況			県環境目標(40ppb)達成状況		
			達成局数	非達成局数	達成率(%)	達成局数	非達成局数	達成率(%)
一般局	平成 20 年度	114	114	0	100.0	108	6	94.7
	平成 27 年度	114	114	0	100.0	113	1	99.1
	平成 32 年度	114	114	0	100.0	114	0	100.0
自排局	平成 20 年度	29	26	3	89.7	12	17	41.4
	平成 27 年度	29	29	0	100.0	16	13	55.2
	平成 32 年度	29	29	0	100.0	21	8	72.4
全局	平成 20 年度	143	140	3	97.9	120	23	83.9
	平成 27 年度	143	143	0	100.0	129	14	90.2
	平成 32 年度	143	143	0	100.0	135	8	94.4

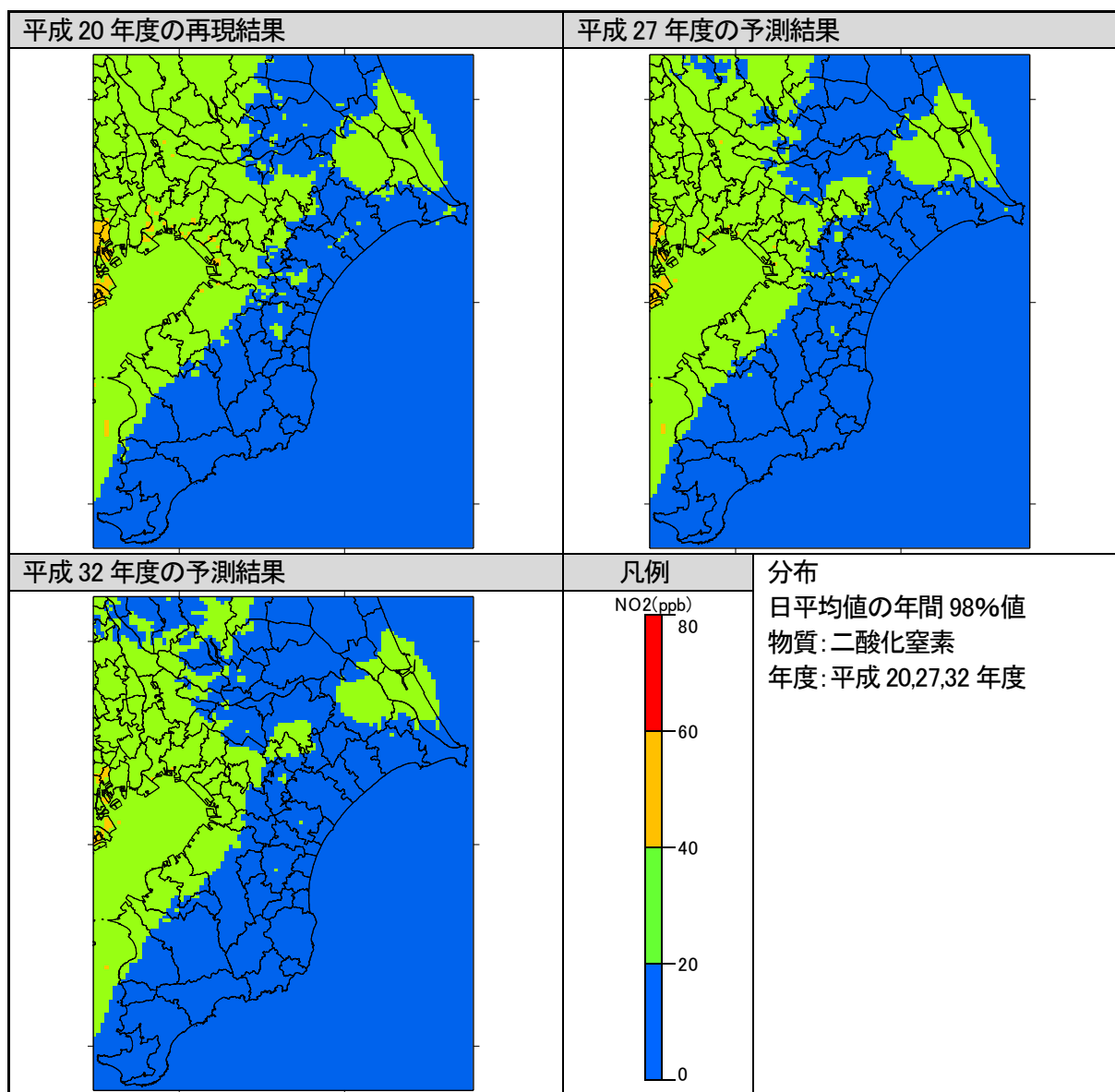


図 3-2 二酸化窒素濃度分布 (日平均値の年間 98% 値、平成 20, 27, 32 年度)

② 発電ボイラー及びガスタービン等からの排出量を増加させた場合の予測結果

表 3-4 発電ボイラー及びガスタービン等が大気汚染防止法の排出基準で稼働するとした場合の二酸化窒素の予測計算結果（平成 32 年度、日平均値の年間 98% 値（ppb））

局種	単純将来 (平均)	測定局ごとの二酸化窒素濃度			測定局ごとの単純将来との差		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小
一般局	25.1	27.3	42.8	11.1	2.2	12.6	0.0
自排局	35.5	37.1	58.6	25.3	1.6	10.3	0.0
全局	27.2	29.3	58.6	11.1	2.1	12.6	0.0

「千葉県発電ボイラー及びガスタービン等に係る窒素酸化物対策指導要綱」及び「環境の保全に関する協定」（以下、「要綱等」という。）の対象である発電ボイラー及びガスタービンが大気汚染防止法の排出基準の条件で稼働すると仮定し、窒素酸化物排出量を約 2.5 倍とした場合の予測結果。表 3-5 において同じ。

表 3-5 発電ボイラー及びガスタービンが大気汚染防止法の排出基準で稼働するとした場合の環境基準及び県環境目標値達成状況

局種	ケース	測定局数	環境基準(60ppb)			県環境目標値(40ppb)		
			達成局数	非達成局数	達成率(%)	達成局数	非達成局数	達成率(%)
一般局	単純将来	114	114	0	100.0	114	0	100.0
	大防法の排出基準適用	114	114	0	100.0	109	5	95.6
自排局	単純将来	29	29	0	100.0	21	8	72.4
	大防法の排出基準適用	29	29	0	100.0	19	10	65.5
全局	単純将来	143	143	0	100.0	135	8	94.4
	大防法の排出基準適用	143	143	0	100.0	128	15	89.5

③ 東日本大震災後の電力供給体制の変化を踏まえた予測結果

表 3-6 震災により発電量等が増加した場合の二酸化窒素の予測計算結果（平成 32 年度、日平均値の年間 98%値（ppb））

局種	単純将来 (平均)	測定局ごとの二酸化窒素濃度			測定局ごとの単純将来との差		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小
一般局	25.1	25.1	37.3	10.0	0.0	0.2	0.0
自排局	35.5	35.6	55.3	25.3	0.0	0.2	0.0
全局	27.2	27.2	55.3	10.0	0.0	0.2	0.0

原子力発電設備が運転停止した場合の電力供給不足を火力発電の増加（1.075 倍）及び自家発電設備（常用）の稼働（1.076 倍）により補うと想定した場合の予測結果。

④ 二酸化窒素濃度に対するオゾンの影響

表 3-7 オゾン濃度を上昇させた場合の二酸化窒素の予測計算結果（平成 32 年度、日平均値の年間 98%値（ppb））

局種	単純将来 (平均)	測定局ごとの二酸化窒素濃度			測定局ごとの単純将来との差		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小
一般局	25.1	25.8	38.9	10.3	0.7	2.6	0.0
自排局	35.5	37.0	58.0	26.6	1.5	3.3	0.6
全局	27.2	28.0	58.0	10.3	0.9	3.3	0.0

将来のオゾン濃度の上昇による二酸化窒素濃度への影響について確認するため、現況のオキシダント濃度に対して 4.2～7.5ppb を付加して試算した予測結果。