

2004-010



排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図
および放射性雲からの等空気力ーマ率分布図 (III)

2004年6月

橋 晴夫・菊地 正光・関田 勉
山口 武憲・大枝 幹拓^{*}・黒澤 直弘^{*}

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の問合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課(〒319-1195 茨城県那珂郡東海村)あて、お申し越し下さい。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター(〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内)で複写による実費頒布を行っております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図
および放射性雲からの等空気カーマ率分布図（III）

日本原子力研究所東海研究所保健物理部
橋 晴夫・菊地 正光・関田 勉・山口 武憲・
大枝 幹拓*・黒澤 直弘*

(2004年3月23日受理)

本報告は、ICRP(国際放射線防護委員会)1990年勧告の取り入れによる原子力規制関係法令の改正や原子力安全委員会の各指針の改訂に基づき、1990年に刊行した「排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図および放射性雲からの等ガンマ線量率分布図（II）」(JAERI-M 90-206)の改訂版として作成したものである。本改訂版での変更箇所は、空気吸収線量率を空気カーマ率に変更し、放射能濃度及び空気カーマ率分布図をCD-ROMに収録した。このCD-ROMからは、必要とする分布図のパソコンによる印刷や電子地図等への張り付けを可能としている。

Isopleths of Surface Air Concentration and Surface Air Kerma Rate
Due to a Radioactive Cloud Released from a Stack (III)

Haruo TACHIBANA, Masamitsu KIKUCHI, Tsutomu SEKITA, Takenori YAMAGUCHI,
Mikihiro OEDA* and Naohiro KUROSAWA*

Department of Health Physics
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received March 23, 2004)

This report is a revised edition of "Isopleths of Surface Air Concentration and Surface Air Absorbed Dose Rate due to a Radioactive Cloud Released from a Stack(II)" "(JAERI-M 90-206) and based on the revised Nuclear Safety Guidelines reflected the ICRP1990 Recommendation. Characteristics of this report are the use of Air Karma Rate (Gy/h) instead of Air Absorbed Dose Rate (Gy/h), and the record of isopleths of surface air concentration and surface air karma rate on CD-ROM. These recorded data on CD-ROM can be printed out on paper and/or pasted on digital map by personal computer.

Keywords: Isopleths, Air Concentration, Air Absorbed Dose, Radioactive Cloud, Air kerma

*Visible Information Center, Inc.

目 次

1.概要	1
2.計算方法	1
2.1 放射能濃度の計算	1
2.2 空気カーマ率の計算	3
2.3 計算条件	3
2.4 分布図の作成方法	4
3.分布図作成結果	4
3.1 風下軸上放射能濃度分布	4
3.2 風下軸上空気カーマ率分布	4
3.3 風下直角方向放射能濃度分布	4
3.4 風下直角方向空気カーマ率分布	5
4.分布図の活用	5
4.1 分布図の出力	5
4.2 環境影響評価への活用	5
5.まとめ	9
謝 辞	9
参考文献	9

Contents

1. Introduction	1
2. Calculation Method	1
2.1 Calculation of Radioactive Air Concentration	1
2.2 Calculation of Air Kerma Rate	3
2.3 Calculation Condition	3
2.4 Method of Making Distribution Chart	4
3. Distribution Chart	4
3.1 Radioactive Air Concentration Distribution on Leeward Axis	4
3.2 Air Kerma Rate Distribution on Leeward Axis	4
3.3 Isopleth of Radioactive Air Concentration Distribution	4
3.4 Isopleth of Air Kerma Rate Distribution	5
4. Use of Distribution Chart	5
4.1 Output of Distribution Chart	5
4.2 Application for Environmental Assessment	5
5. Conclusion	9
Acknowledgement	9
References	9

1. 概 要

国際放射線防護委員会(ICRP)の1990年勧告は、2000年に原子力規制関係法令に取り入れられるとともに、2001年には原子力安全委員会の指針についても実効線量が導入され、被ばく線量評価法が変更されるなどの改訂が行われた。本報告では、これら指針に示された被ばく線量評価法に基づき、排気塔から放出される放射性物質による地表での放射能濃度および空気カーマ率を計算し、1990年に刊行した「排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図および放射性雲からの等ガンマ線量率分布図(II)」(JAERI-M 90-206)¹⁾の改訂版として分布図を作成した。また、分布図は電子媒体としてCD-ROMに収録し、パソコンコンピュータ上で任意サイズへの拡大縮小による印刷や電子地図等へ重ね合わせを行って容易に印刷することができる。

2. 計算方法

排気塔から放出される放射性物質による放射線雲の放射能濃度、放射性雲からの γ 線による空気カーマ率の計算、ならびに分布図の作成方法について以下に示す。

2.1 放射能濃度の計算

地表面での放射能濃度は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」²⁾(以下「気象指針」という。)に示された基本拡散式に基づいて計算した。すなわち、風向、風速、その他の気象条件が一様であって、放射性物質が定常的に放出され、かつ、地形が平坦であると仮定した場合の地表面上の濃度分布とし、放射性物質が着目地点に向かう間の放射性物質の壊変による減衰の効果を無視すると(1)式で表される。

$$\chi(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (1)$$

ここで、

$\chi(x, y, 0)$: 点(x, y, 0)における放射性物質の濃度 (Bq/m³)

x は風下方向の距離 (m)

y は風下直角方向の距離 (m)

Q : 放出率 (Bq/s)

U : 風速 (m/s)

σ_y : 濃度分布のy方向の拡がりのパラメータ (m)

σ_z : 濃度分布のz方向の拡がりのパラメータ (m)

H : 放出源の有効高さ (m)

(1)式において、 σ_y および σ_z は風下距離xと大気安定度の関数として、次の(2)式および(3)式により求めた。

$$\sigma_y = 0.67775\theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x \quad (x \text{ の単位は km}) \quad (2)$$

$$\sigma_z = \sigma_1 x^{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2} \quad (x \text{ の単位は km}) \quad (3)$$

ここで、 $\theta_{0.1}$ (deg) は、0.1kmにおけるθの値であり、 σ_1 、 a_1 、 a_2 および a_3 は定数であり、それぞれ表2.1-1から与えられる。なお、(3)式で1,000mを超える σ_z については1,000mとして扱うこととする。

表 2.1-1 σ_y および σ_z の計算に用いるパラメータ

大気安定度	σ_y	σ_z					
		風下距離が0.2km以遠				風下距離が0.2km未満 $a_2=a_3=0$	
	$\theta_{0.1}$	σ_1	a_1	a_2	a_3	σ_1	a_1
A	50	768.1	3.9077	3.898	1.7330	165	1.07
B	40	122.0	1.4132	0.49523	0.12772	83.7	0.894
C	30	58.1	0.8916	-0.001649	0.0	58.0	0.891
D	20	31.7	0.7626	-0.095108	0.0	33.0	0.854
E	15	22.2	0.7117	-0.12697	0.0	24.4	0.854
F	10	13.8	0.6582	-0.1227	0.0	15.5	0.822

なお、大気安定度は、「敷地を代表する地上風」の当該時刻の風速並びに日射量及び放射収支量をもとに表2.1-2に示す分類で決定し、大気安定度がA-BはB、B-CはC、C-DはD、GはFとして処理した。

表 2.1-2 大気安定度分類表

風速(U) m/s	日射量(T)kW/m ²				放射収支量(Q)kW/m ²		
	T ≥ 0.60	0.60 > T ≥ 0.30	0.30 > T ≥ 0.15	0.15 > T	Q ≥ -0.020	-0.020 > Q ≥ -0.040	-0.040 > Q
U < 2	A	A-B	B	D	D	G	G
2 ≤ U < 3	A-B	B	C	D	D	E	F
3 ≤ U < 4	B	B-C	C	D	D	D	E
4 ≤ U < 6	C	C-D	D	D	D	D	D
6 ≤ U	C	D	D	D	D	D	D

2.2 空気カーマ率の計算

放射性雲からの γ 線による地表面での空気カーマ率は、「発電用原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」²⁾（以下「評価指針」という。）に示される計算式およびパラメータ等を基にして(4)式で計算した。

$$D = K_1 \cdot E \cdot \mu_{en} \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} B(\mu r) \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \quad (4)$$

ここで、

D : 計算地点(x,y,0)における空気カーマ率($\mu\text{Gy}/\text{h}$)

K_1 : 空気カーマ率への換算係数 4.46×10^4 ($\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu\text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}}$)

E : γ 線実効エネルギー (MeV/dis)

μ_{en} : 空気に対する γ 線の線エネルギー吸収係数 (m^{-1})

μ : 空気に対する γ 線の線減衰係数 (m^{-1})

r : 放射性雲中の点(x',y',z')から計算地点(x,y,0)までの距離 (m)

$B(\mu r)$: 空気に対する γ 線の再生係数とし、次式より求める

$$B(\mu r) = 1 + \alpha(\mu r) + \beta(\mu r)^2 + \gamma(\mu r)^3$$

ただし、 μ_{en} , μ , α , β , γ は、0.5MeVの γ 線に対する次の値とする

$$\mu_{en} = 3.84 \times 10^{-3} (\text{m}^{-1}), \mu = 1.05 \times 10^{-2} (\text{m}^{-1}),$$

$$\alpha = 1.000, \beta = 0.4492, \gamma = 0.0038$$

$\chi(x', y', z')$: 放射性雲中の点(x',y',z')における濃度 (Bq/m³)

2.3 計算条件

地表面の放射能濃度及び放射性雲からの γ 線による空気カーマ率の計算は、2.1項および2.2項の計算手法を取り入れた計算コード「環境被ばく線量評価コード（E D A S）」（JAERI-Data/Code 2003-006³⁾）を用い、以下に示す計算条件で行った。

- (1) 風速 : $U = 1.0 (\text{m/s})$
- (2) 大気安定度 : A, B, C, D, E, F の全項目
- (3) 放出率 : $Q = 1.0 (\text{GBq/h})$
- (4) γ 線実効エネルギー : $E = 1.0 (\text{MeV/dis})$
- (5) 放出源の有効高さ : $H = 0 \sim 200 (\text{m})$
- (6) 計算地点 : $x = \text{風下方向 } 0 \sim 12 (\text{km})$
 $y = \text{風下直角方向 } 0 \sim 4 (\text{km})$
- (7) 分布図縮尺 : 1/25,000, 1/50,000

2.4 分布図の作成方法

地表面の放射能濃度分布図および放射性雲からの γ 線による空気カーマ率分布図は、2.3 項に示した計算条件ならびに計算範囲で予め計算し、その計算結果を補間して作図ソフトにて作成した。

3. 分布図作成結果

計算結果から作図した分布図は、風下軸上での放射能濃度分布、風下軸上での空気カーマ率分布、風下直角方向での放射能濃度分布および空気カーマ率分布であり、その作図結果を電子記録媒体(CD-ROM)に収録した。CD-ROM 内に収録した分布図のフォルダ構造を図 3-1 に示す。また、CD-ROM に収録した分布図の一部を以下に示す。

3.1 風下軸上放射能濃度分布

放出高 0m(地上放出)、風速 1m/s、放出率 1 GBq/h、大気安定度 A～F の場合について、風下軸上(x,0,0)の放射能濃度分布を図 3-2 に示す。この図からは、放出源から離れるほど放射能濃度が低下することを大気安定度別に見ることができる。また、同様に放出高 100m の場合の分布を図 3-3 に示す。この図からは、風下軸上における大気安定度毎の放射能濃度の最大地点がわかる。

3.2 風下軸上空気カーマ率分布

放出高 0m(地上放出)、風速 1m/s、放出率 1 GBq/h、 γ 線実効エネルギー 1 MeV/dis、大気安定度 A～F の場合について、風下軸上(x,0,0)の空気カーマ率分布を図 3-4 に示す。この図からは、放出源から離れるほど空気カーマ率が減少することを大気安定度別に見ることができる。また、同様に放出高 100m の場合の分布を図 3-5 に示す。この図からは、放射能濃度の場合ほど顕著ではないが、風下軸上における大気安定度別の空気カーマ率の最大地点がわかる。

3.3 風下直角方向放射能濃度分布

放出高 100m、風速 1m/s、放出率 1 GBq/h、大気安定度 A の場合について、風下直角方向(x,y,0)の放射能濃度分布を図 3-6 に示す。また、同様に大気安定度 F の場合の分布を図 3-7 に示す。これらの図からは、風下直角方向における放射性物質の拡がり傾向を大気安定度別に見ることができる。

3.4 風下直角方向空気カーマ率分布

放出高 100m, 風速 1m/s, 放出率 1 GBq/h, γ 線実効エネルギー 1 MeV/dis, 大気安定度 A の場合について, 風下直角方向(x,y,0)の空気カーマ率分布を図 3-8 に示す。また, 同様に大気安定度 F の場合の分布を図 3-9 に示す。これらの図からは, 風下直角方向における放射性物質の γ 線による影響範囲を大気安定度別に見ることができる。

4. 分布図の活用

CD-ROM に収録した分布図は, 放出高や大気安定度の計算条件毎にイメージデータとして保存した。これらのデータは, パーソナルコンピュータで読み込み, プリンタへの印刷を可能としている。

各分布図を活用し, 排気塔から放出される放射性物質による周辺環境の影響評価方法について以下に示す。

4.1 分布図の出力

CD-ROM に収録した分布図は, Microsoft® Windows 形式のメタファイル(wmf)および拡張メタファイル(emf)であり, Microsoft® Excel や Microsoft® Word などへ貼り付けて, 任意サイズでの拡大縮小によるプリンタ出力や透明フィルム等への出力を可能としている。図 3-2～図 3-9 は, Microsoft® Word へ貼り付けて出力し本報告の原稿としたものである。

また, 分布図のイメージデータは線画と文字のみであり, 電子地図等のイメージデータを背景にして重ね合わせても背景図を隠すことなく出力することが可能である。図 4-1 に地図イメージとの重ね合わせによる出力例を示す。カラープリンタを使用すればより明確に大気中での拡散分布を見ることができる。

4.2 環境影響評価への活用

原子力施設の緊急時において, 適切な防護対策を実施するためには, 迅速な予測線量を得ることが重要である。予測線量の推定については, 「緊急時環境放射線モニタリング指針」⁴⁾において, 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)による詳細計算法と図表等を用いて行う簡易計算法が示されている。放射能濃度分布図および空気カーマ率分布図を用い, 簡易計算法による予測線量等を推定する方法について以下に示す。

* Windows®, Microsoft® Excel, Microsoft® Word は米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。

(1) 最大放射能濃度地点の推定

放射能濃度が最大となる地点は、次の手順で推定することができる。

- ①放出源の有効高さに対応する風下軸上放射能濃度分布図（例えば図3-3）を用意する
(有効高さが0mの場合は、いずれの大気安定度でも常に放出源近傍が最大地点となる)
- ②該当する大気安定度の曲線上に最大値を示すポイントから水平線および垂直線を引く
- ③垂直線がx軸と交差する点の読み値が最大放射能濃度地点となる
- ④水平線がy軸と交差する点の読み値から(5)式による補正を行い最大地点での放射能濃度を求める

$$\chi(x,y,0) = \chi_0(x,y,0) \times Q / U \quad (5)$$

ここで、 $\chi(x,y,0)$: 実際の条件下での補正放射能濃度 (Bq/m³)

$\chi_0(x,y,0)$: 分布図から読み取った放射能濃度 (Bq/m³)

Q : 実際の放出率 (GBq/h)

U : 実際の風速 (m/s)

(2) 最大空気カーマ率地点の推定

空気カーマ率が最大となる地点は、次の手順で推定することができる。

- ①放出源の有効高さに対応する風下軸上空気カーマ率分布図（例えば図3-5）を用意する
(有効高さが0mの場合は、いずれの大気安定度でも常に放出源近傍が最大地点となる)
- ②該当する大気安定度の曲線上に最大値を示すポイントから水平線および垂直線を引く
- ③垂直線がx軸と交差する点の読み値が最大空気カーマ率地点となる
- ④水平線がy軸と交差する点の読み値から(6)式による補正を行い最大地点での空気カーマ率を求める

$$D(x,y,0) = D_0(x,y,0) \times Q \times E / U \quad (6)$$

ここで、 $D(x,y,0)$: 実際の条件下での補正空気カーマ率 (Gy/h)

$D_0(x,y,0)$: 分布図から読み取った空気カーマ率 (Gy/h)

Q : 実際の放出率 (GBq/h)

E : 実際のγ線実効エネルギー (MeV/dis)

U : 実際の風速 (m/s)

(3) 内部被ばく線量の推定

放射性物質の吸入摂取による内部被ばく線量は、次の手順で推定することができる。

- ①放出源の有効高さ、大気安定度に対応する風下直角方向放射能濃度分布図（例えば図3-7）を用意する
- ②推定すべき地点の風下軸上距離および直角方向の距離からそれぞれ直線を引く

- ③それぞれの直線が交差する点の値を読み取る（交差点が分布曲線間になる場合は隣接する曲線の間隔から対数目盛りとして値を読み取る）
 ④読み取った値を(5)式により補正し放射能濃度を求める
 ⑤④の放射能濃度から(7)式により内部被ばく線量を求める

$$H_i = K_1 \cdot \chi \cdot M \cdot T \quad (7)$$

ここで、 H_i ：実効線量または等価線量(mSv)

K_1 ：線量係数(mSv/Bq：放射線障害防止法告示別表第1等に示される実効線量係数)

χ ：放射性物質の濃度(Bq/cm³)

M ：呼吸率(cm³/h)

T ：滞在時間(h)

評価する線量が実効線量か等価線量により用いる線量係数を選択する。また、小児か成人かにより呼吸率をそれぞれ使い分ける必要がある。表 4.2-1 にヨウ素の線量係数、表 4.2-2 に呼吸率の例を示す。

表 4.2-1 ヨウ素の吸入摂取による線量係数(mSv/Bq)

核種	実効線量係数	甲状腺の等価線量係数
I-131	1.6×10^{-4}	3.2×10^{-3}
I-132	2.3×10^{-6}	3.8×10^{-5}
I-133	4.1×10^{-5}	8.0×10^{-4}
I-134	6.9×10^{-7}	7.3×10^{-6}
I-135	8.5×10^{-6}	1.6×10^{-4}

(緊急時環境放射線モニタリング指針から)

表 4.2-2 小児および成人の呼吸率

評価対象	活動時(cm ³ /h)	日平均(cm ³ /d)
小児	0.31×10^6	5.16×10^6
成人	1.2×10^6	22.2×10^6

(緊急時環境放射線モニタリング指針から)

(4) 外部被ばく線量の推定

放射性希ガス等のγ線による外部被ばく線量は、次の手順で推定することができる。

- ①放出源の有効高さ、大気安定度に対応する風下直角方向空気カーマ率分布図（例えば図3-9）を用意する

- ②推定すべき地点の風下軸上距離および直角方向の距離からそれぞれ直線を引く
- ③それぞれの直線が交差する点の値を読み取る（交差点が分布曲線間になる場合は隣接する曲線の間隔から対数目盛りとして値を読み取る）
- ④読み取った値を(6)式により補正し空気カーマ率を求める
- ⑤④の空気カーマ率から(8)式により外部被ばく線量を求める

$$H\gamma = K_2 \cdot f_h \cdot f_0 \cdot D \cdot T \quad (8)$$

ここで、 $H\gamma$: 計算地点における実効線量(mSv)

K_2 : 空気カーマから実効線量への換算係数(Sv/Gy)

平常時 0.8 (発電用原子炉施設の安全評価に関する審査指針より)

事故時 1.0 (発電用原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針より)

f_h : 建屋の遮蔽係数(通常 1.0)

f_0 : 居住係数(通常 1.0)

D : 空気カーマ率(Gy/h)

T : 滞在時間(h)

なお、空気カーマから実効線量への換算係数は、 γ 線の実効エネルギーが判明している場合には、放射線障害防止法告示別表第4に示される値を用いることができる。

5.まとめ

原子力施設での緊急事態発生時は、迅速な周辺環境への影響評価を行い、適切な被ばく防護対策を施すことによって周辺住民の安全が確保されることが第一である。緊急事態発生時には、オフサイトセンター等の防災組織において緊急時迅速放射能影響予測システム(SPEEDI)による詳細計算法での影響評価が行われる。しかし、原子力緊急事態に至らない場合やオフサイトセンターが立ち上がるまでの間、緊急事態発生事業所や地方自治体等の関係機関において、迅速に的確な環境影響評価が必要となる。

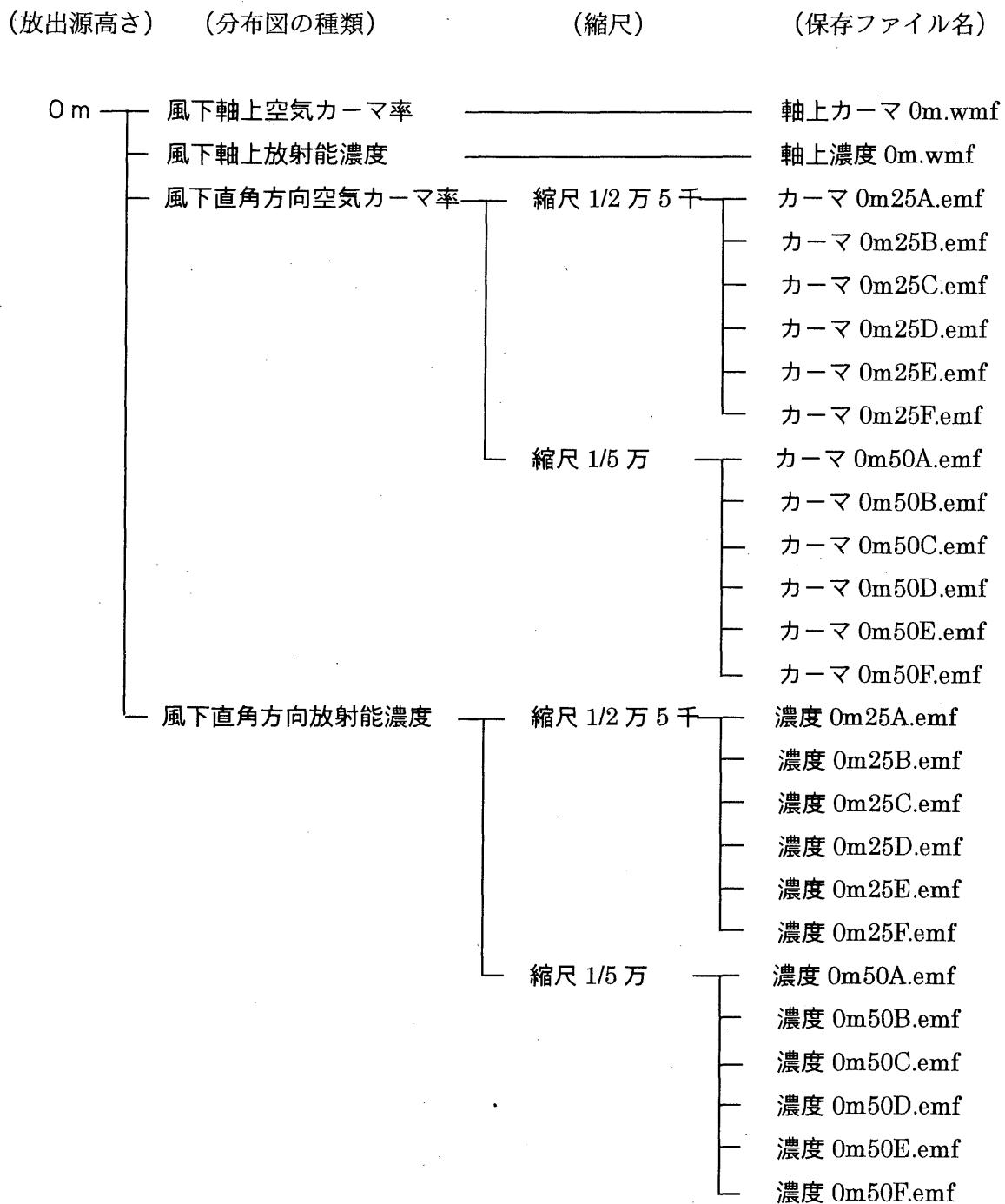
本報告による分布図は、このような場合に必要となる簡易計算法での迅速な環境影響評価に用いられることにより、周辺住民の安全確保や初期モニタリング活動に役立つことが期待できる。

謝 辞

本報告の作成にあたり、ご助言を頂いた保健物理部施設放射線管理第1課の清水勇氏並びに分布図作図ソフトに協力して頂いた(株)ヴィジブルインフォメーションセンターの関係諸氏に深く感謝致します。

参考文献

- (1)「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」原子力安全委員会（昭和 57 年 1 月 28 日、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂）
- (2)「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」原子力安全委員会（昭和 51 年 9 月 28 日、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂）
- (3) 滝光成、他：“環境被ばく線量評価コード（E D A S）”，JAERI-Data/Code 2003-006 (2003)
- (4)「緊急時環境放射線モニタリング指針」原子力安全委員会（昭和 59 年 6 月 21 日、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂）



(以下、放出源高さを 10 m 間隔で 200 m 高までの各フォルダで構成されている)

図 3-1 CD-ROM フォルダ構造

風速: 1.0 m/s 放出高さ: 0.0 m 放出率: 1.0E+9 Bq/h

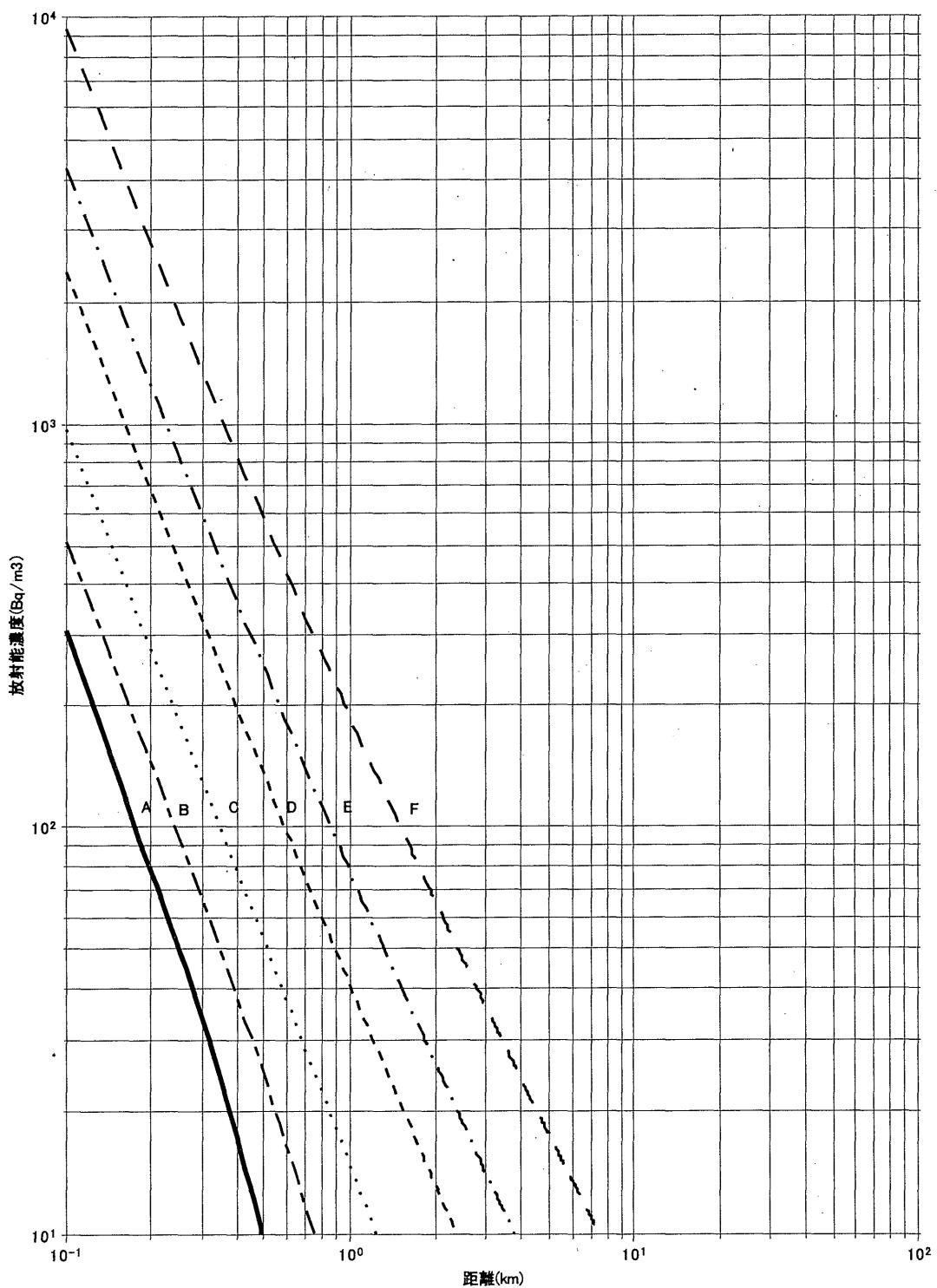


図 3-2 風下軸上放射能濃度分布 (0 m放出)

風速:1.0 m/s 放出高さ:100.0 m 放出率:1.0E+9 Bq/h

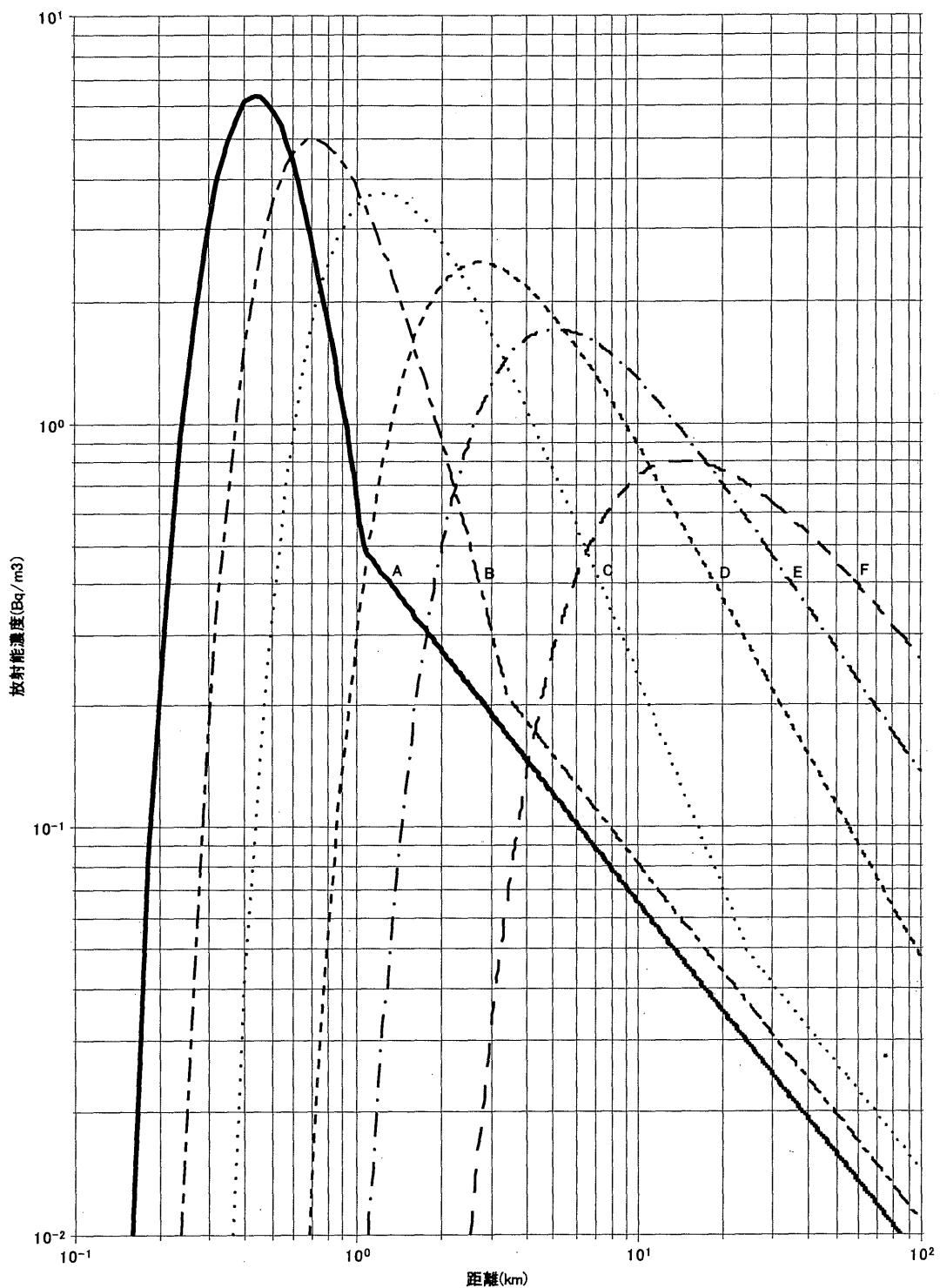


図3-3 風下軸上放射能濃度分布 (100m放出)

風速: 1.0 m/s 放出高さ: 0.0 m 放出率: 1.0E+9 Bq/h
 γ 線平均エネルギー: 0.5 MeV/photon γ 線実効エネルギー: 1.0 MeV/ds

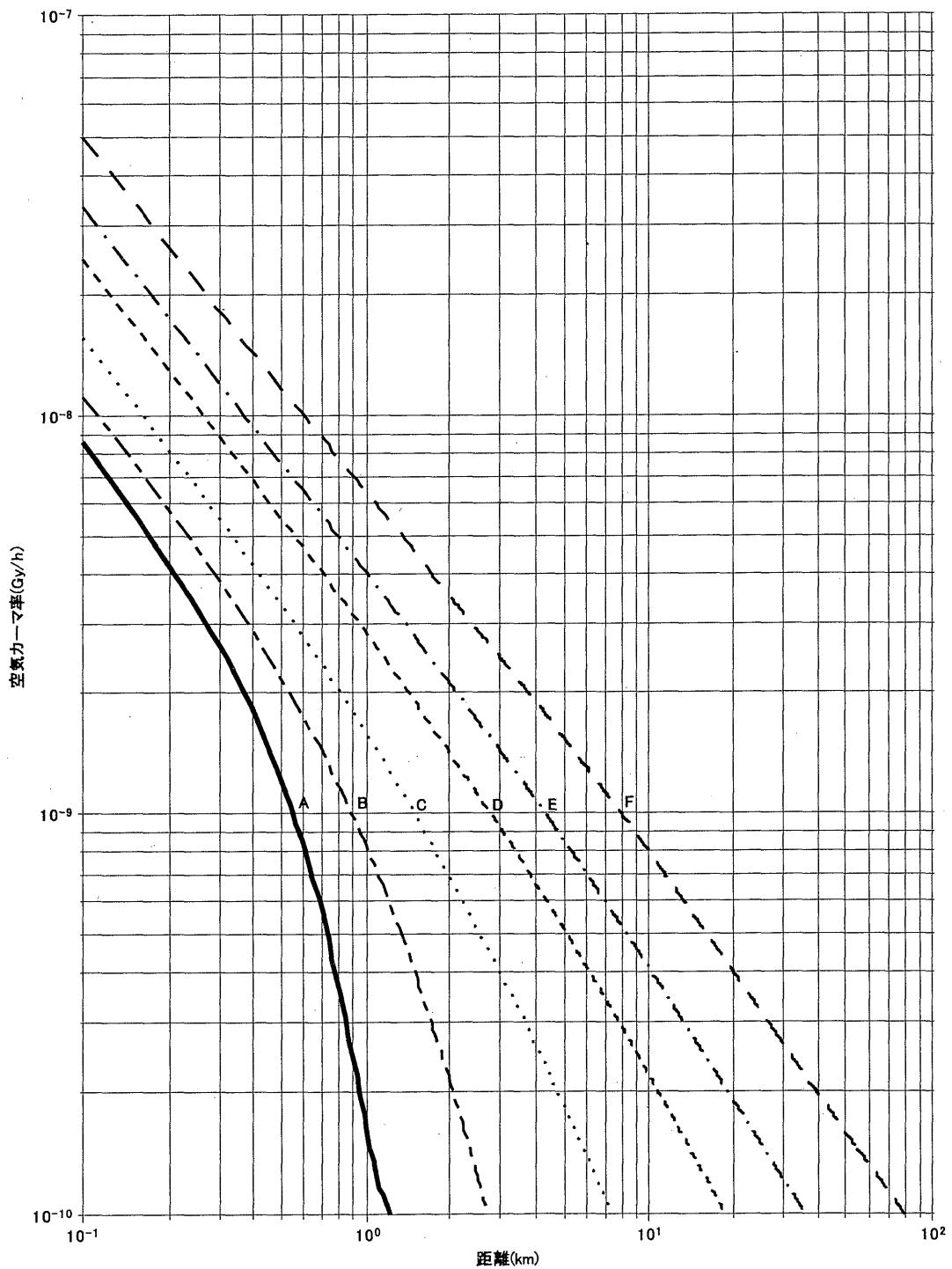


図 3-4 風下軸上空気力ーマ率分布 (0 m放出)

風速:1.0 m/s 放出高さ:100.0 m 放出率:1.0E+9 Bq/h
 γ 線平均エネルギー:0.5 MeV/photon γ 線実効エネルギー:1.0 MeV/dis

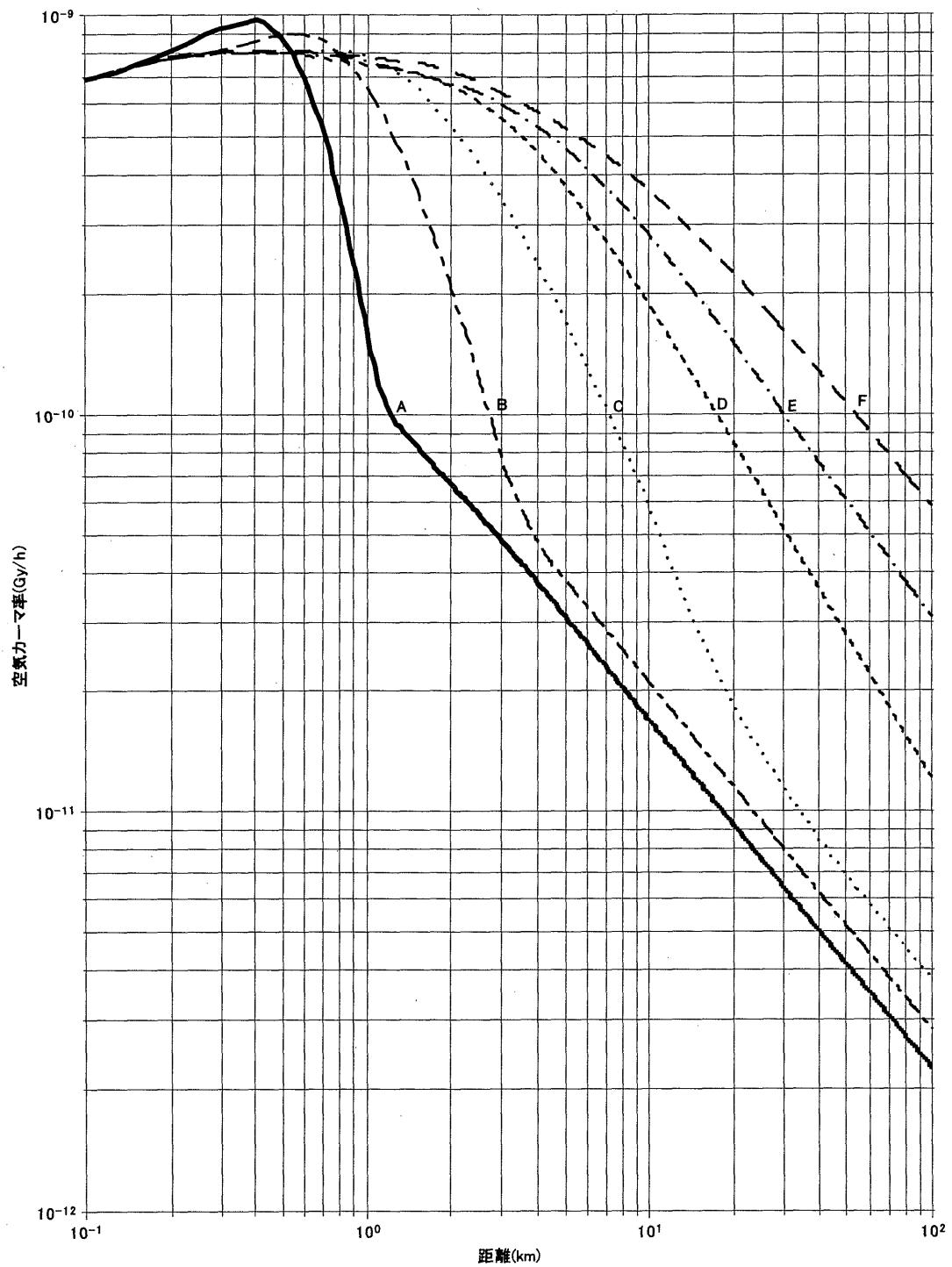


図3-5 風下軸上空気カーマ率分布 (100m放出)

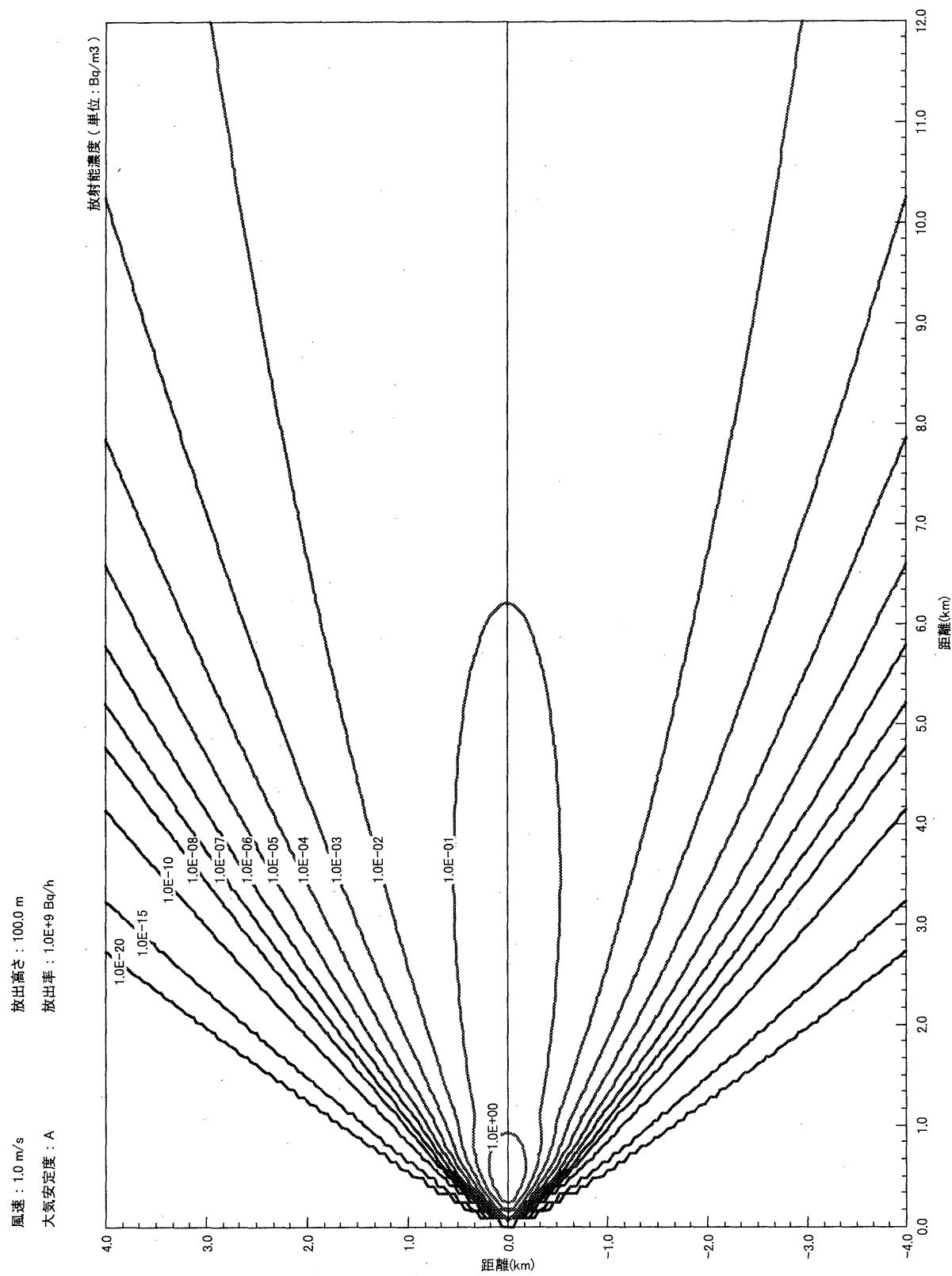


図 3-6 風下直角方向放射能濃度分布 (100m放出, 大気安定度A)

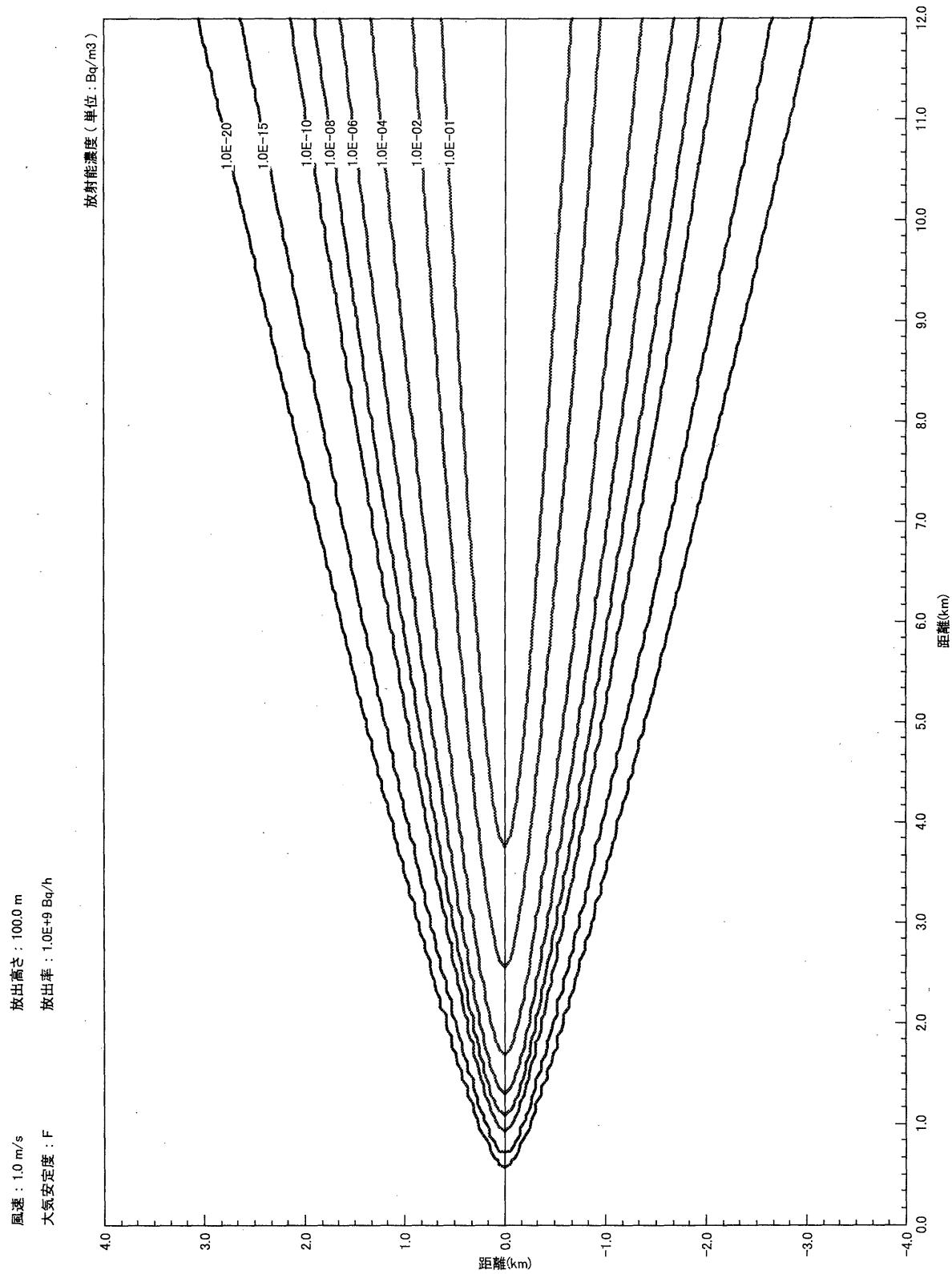


図 3-7 風下直角方向放射能濃度分布 (100 m放出, 大気安定度 F)

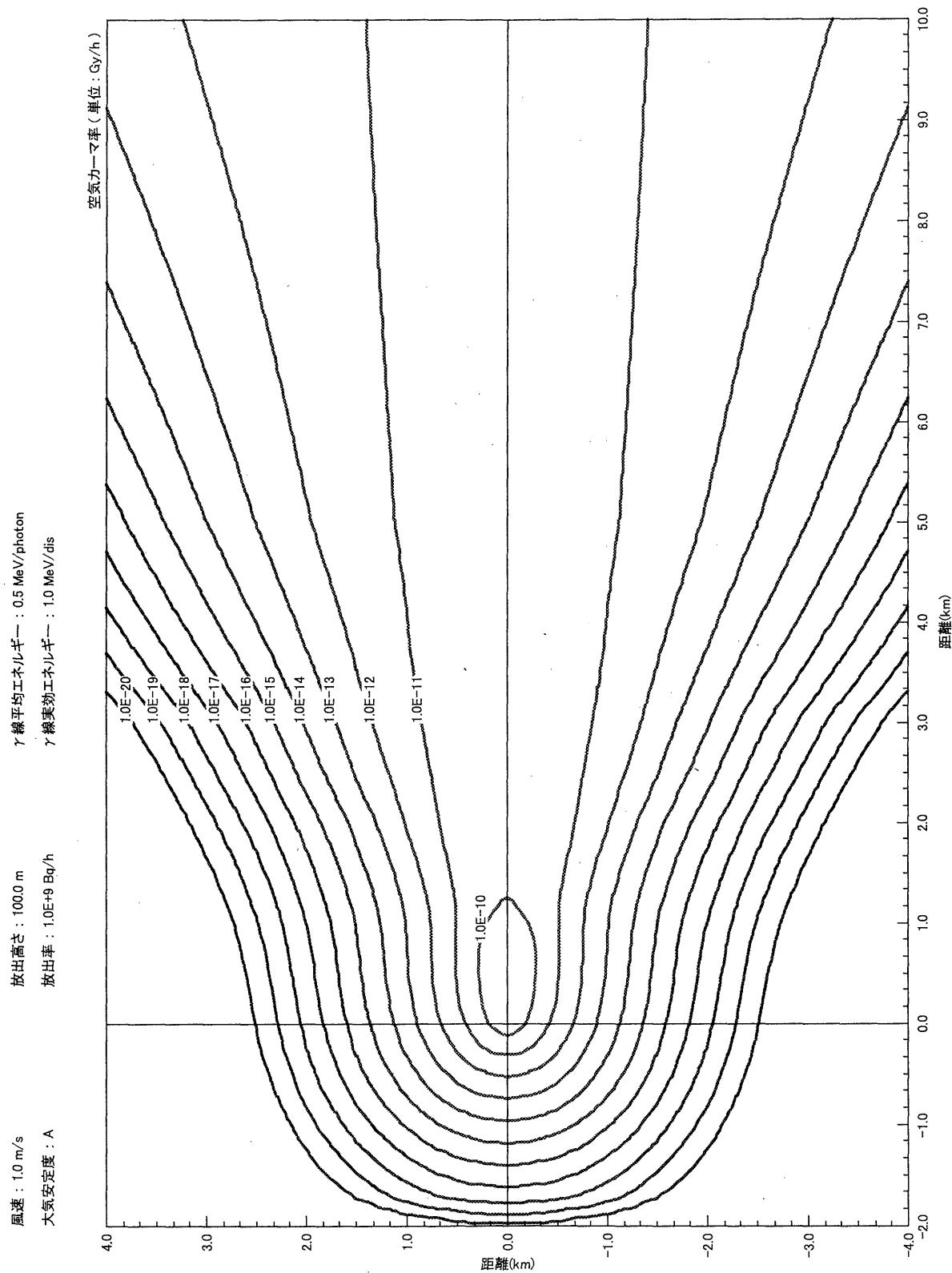


図3-8 風下直角方向放射能濃度分布 (100m放出, 大気安定度A)

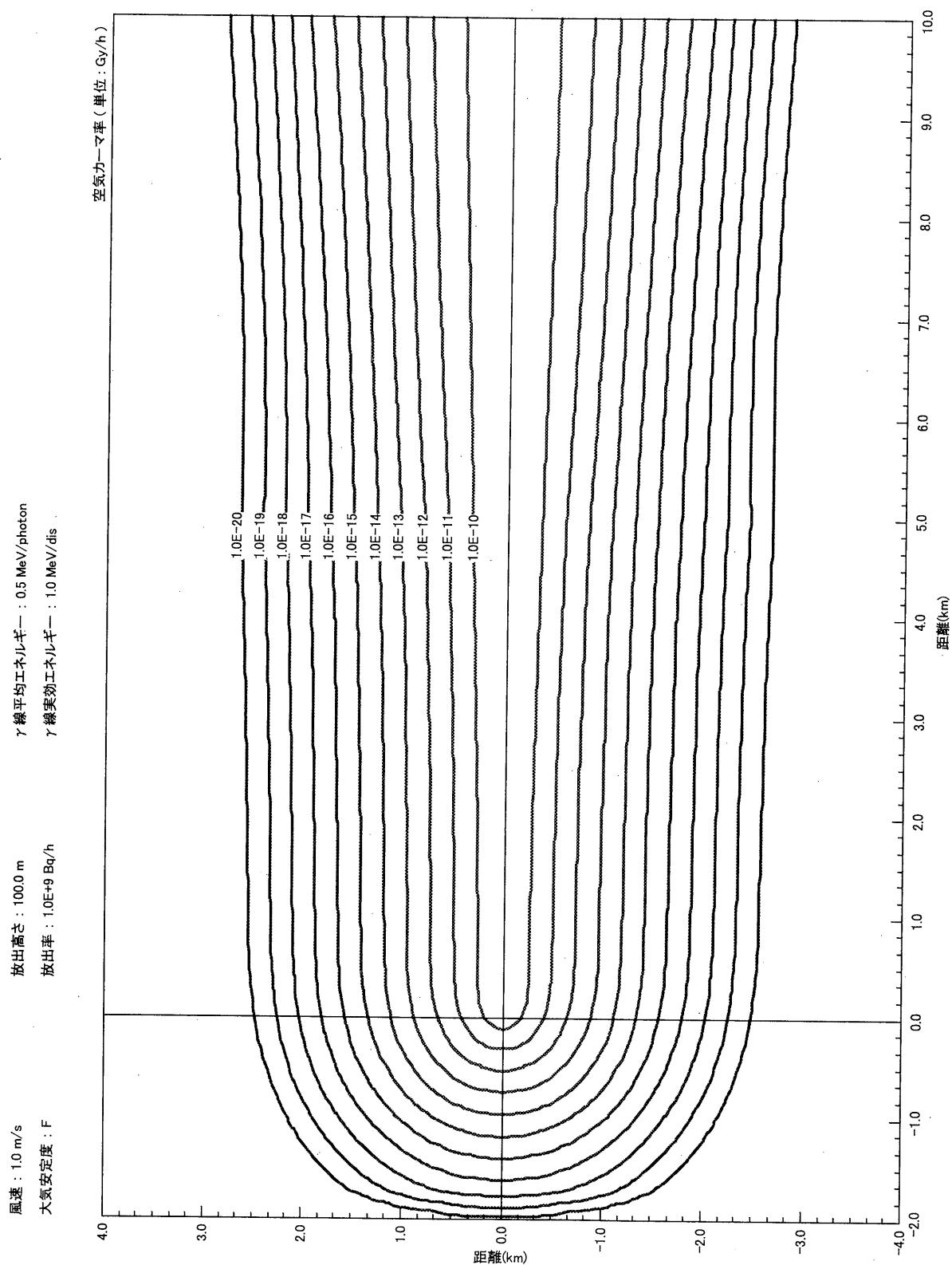


図 3-9 風下直角方向放射能濃度分布 (100 m放出, 大気安定度F)

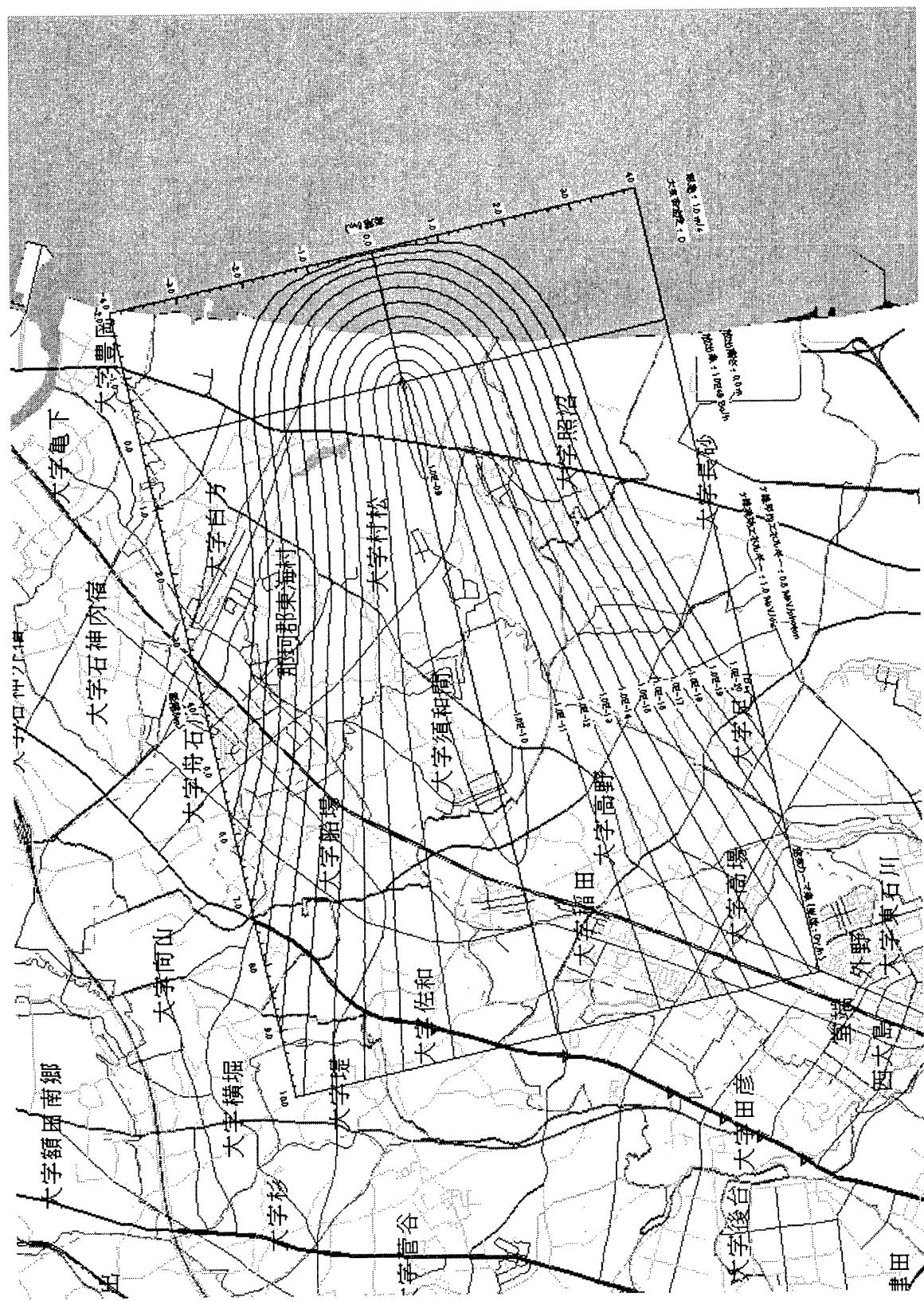


図 4-1 電子地図と空気カーマ率分布図の合成例

This is a blank page.

国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	N·m
功率、放射束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	A·s
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	フーラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束度	ルーメン	lm	cd·sr
照度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	l, L
トントン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バーン	b
バル	bar
ガル	Gal
キュリ	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

$$1 \text{ Å} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ b} = 100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

$$1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

$$1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

換算表

力	N(=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
1	0.101972	0.224809	
9.80665	1	2.20462	
4.44822	0.453592	1	

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 10 \text{ P(ポアズ)} (\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St(ストークス)} (\text{cm}^2/\text{s})$$

圧力	MPa(=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
0.0980665	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
0.101325	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
1.33322 × 10 ⁻⁴	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
6.89476 × 10 ⁻³	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J(=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法)		
								= 4.184 J(熱化学)		
1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸		= 4.1855 J(15 °C)		
9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹		= 4.1868 J(国際蒸気表)		
3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵		仕事率 1 PS(仏馬力)		
4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹		= 75 kgf·m/s		
1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹		= 735.499 W		
1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸				
1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1				

放射能	Bq	Ci	吸収線量	Gy	rad	照射線量	C/kg	R	線量当量	
									1	100
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹		0.01	1		2.58 × 10 ⁻⁴	1	0.01	1
	3.7 × 10 ¹⁰	1								

(86年12月26日現在)

排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図および放射性雲からの等空気カーマ率分布図（III）

R100
古紙配合率100%
白色度70%再生紙を使用しています