



平成23年11月11日

文部科学省による、岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果、並びに天然核種の影響をより考慮した、これまでの航空機モニタリング結果の改訂について

文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県の航空機モニタリング（岩手県：本年9月13日発表、静岡県：本年9月22日発表、長野県：本年9月22日発表、山梨県：本年9月29日発表、岐阜県：本年10月4日発表、富山県：本年10月6日発表）について本日、測定結果がまとまりましたので、お知らせします。

また、上記の県における航空機モニタリングの結果をまとめるために使用した、天然核種の影響をより詳細に評価する手法を用いて、既に発表済みの航空機モニタリング結果を改訂しましたので、お知らせします。

1. 岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県のモニタリングの実施目的

文部科学省は、これまで、広域の放射性物質による影響の把握、今後の避難区域等における線量評価や放射性物質の蓄積状況の評価のため、東京電力（株）福島第一原子力発電所から100kmの範囲内（福島第一原子力発電所の南側については120km程度の範囲内まで）及び近隣県について航空機モニタリング*を実施してきた。

これに加えて、本モニタリングは、より、広域の放射性物質の影響を把握するため、これまでに航空機モニタリングを実施していない岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県について、航空機モニタリングを実施したものである。

なお、各県の航空機モニタリングの実施にあたっては、以下のような体制で実施した。

- ・岩手県の航空機モニタリングについては、応用地質株式会社の航空機モニタリングシステムを搭載可能な専用の民間ヘリコプターを活用し、応用地質株式会社の社員及び（独）日本原子力研究開発機構の職員が測定を実施した。
- ・静岡県及び岐阜県の航空機モニタリングについては、民間ヘリコプターにオーストラリアのフグロ・エアボーン・サーベイ社が所有する航空機モニタリングシステムを搭載して、フグロ・エアボーン・サーベイ社の社員及び（独）日本原子力研究開発機構の職員が測定を実施した。
- ・長野県の航空機モニタリングについては、民間ヘリコプターに文部科学省の航空機モニタリングシステムを搭載して、（財）原子力安全技術センターの職員が測定を実施した。

- ・山梨県及び富山県の航空機モニタリングについては、民間ヘリコプターに米国エネルギー省から借用している航空機モニタリングシステムを搭載して、(独)日本原子力研究開発機構が測定を実施した。

また、これらの測定結果については、(独)日本原子力研究開発機構が解析を実施した。

※航空機モニタリング：地表面における放射性物質の影響を確認するため、航空機に高感度で大型の放射線検出器を搭載し、地上に蓄積した放射性物質からのガンマ線を広範囲かつ迅速に測定する手法

2. 当該モニタリングの詳細

- 測定実施日：①岩手県：9月14日～10月13日（のべ70回飛行）
②静岡県：9月23日～9月30日（のべ13回飛行）
③長野県：9月24日～10月7日（のべ23回飛行）
④山梨県：9月30日～10月4日（のべ15回飛行）
⑤岐阜県：10月5日～10月12日（のべ15回飛行）
⑥富山県：10月7日～10月9日（のべ7回飛行）
- 航空機：①岩手県：民間ヘリコプター（AS350B3）
②静岡県：民間ヘリコプター（AS350B1）
③長野県：民間ヘリコプター（BELL412）
④山梨県：民間ヘリコプター（BELL412SP）
⑤岐阜県：民間ヘリコプター（AS350B1）
⑥富山県：民間ヘリコプター（BELL412SP）
- 対象項目：岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県内の地表面から1m高さの空間線量率、地表面への放射性セシウムの沈着量

3. 当該モニタリングの結果及びこれまでのモニタリング結果の改訂

岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県内の地表面から1m高さの空間線量率の分布状況を示したマップ及び土壌表層への放射性セシウムの沈着状況を示したマップの作成にあたっては、今回の航空機モニタリングの結果を使用した。結果は、別紙1～24のとおり。

また、放射性物質の拡散状況の確認のため、これまでに文部科学省が実施してきた航空機モニタリングの結果と合わせたマップも作成した。結果は、参考1～4のとおり。

なお、マップ作成にあたっては、以下のような条件のもと、作成した。

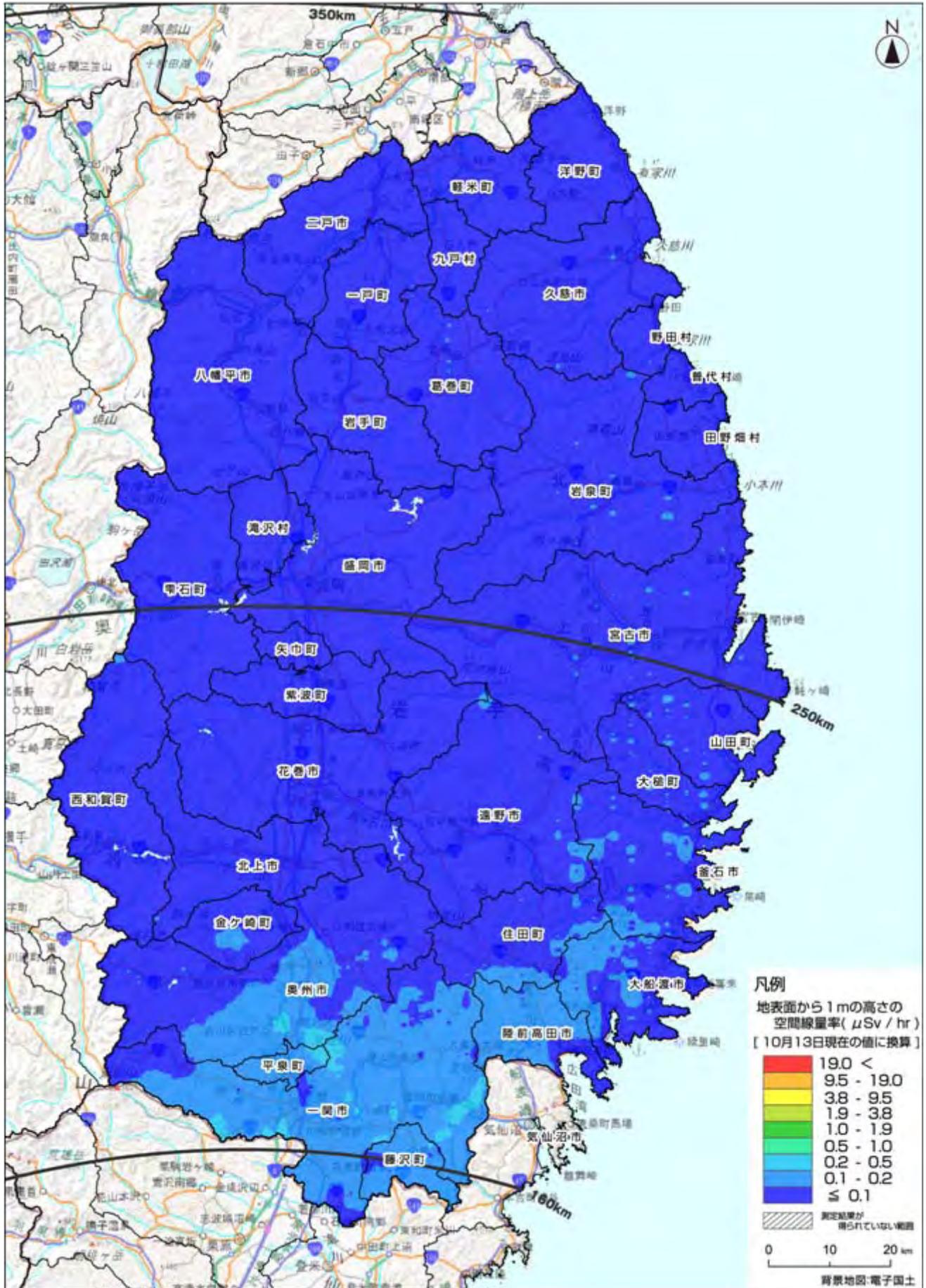
- 今回のモニタリングの飛行高度は対地高度で150m～300mであり、その測定値は、航空機下部の直径約300m～600m（飛行高度により変化）の円内の測定値を平均化したものである。
- 今回のモニタリングにおける航空機の軌跡幅は、3km程度である。
- 今回のモニタリングのうち、標高が2,000m以上の山岳部は、飛行が困難であること

から、測定結果がない。

- 別紙 1～24 の各県内の空間線量率及び放射性セシウムの沈着量のマップの作成にあたっては、各県における航空機モニタリングの結果をそれぞれの県におけるモニタリング最終測定日の値に減衰補正している。
- 参考 1～4 のマップは、以下の結果を総合的に使用している。なお、マップの作成にあたっては、これらのモニタリング結果を岩手県の航空機モニタリングの最終測定日である 10 月 13 日現在の値に減衰補正している。
 - ・福島第一原子力発電所から 80 km 圏内：第 3 次航空機モニタリング結果
 - ・福島第一原子力発電所から 80～100 km の範囲内（福島第一原子力発電所の南側については、120 km 程度の範囲内まで）：第 2 次航空機モニタリング結果
 - ・岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県を除くその他の各県：これまでに実施してきた各県における航空機モニタリングの結果
 - ・岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県及び富山県：今回のモニタリングの結果
- 減衰補正の手法としては、空間線量率については、測定時の空間線量率の測定値から、東日本全域における、天然核種による空間線量率の平均値を除いた上で、測定時から特定の時点までのセシウム 134、セシウム 137 の物理的減衰を考慮して、算出している。また、セシウム 134、セシウム 137 の沈着量については、測定時から特定の時点までのセシウム 134、セシウム 137 の物理的減衰を考慮して、算出している。
- 本モニタリングにおいては、新たに、測定するヘリコプターや測定器のタイプ毎に、上空で測定しているガンマ線のエネルギースペクトルの特性を評価し、放射性セシウム（セシウム 134、137）の有意なエネルギースペクトルが検出されている地域と検出されていない地域を選別した上で、以下のような手法を用いて放射性セシウムの沈着量のマップを作成している。（詳細は別紙 25 参照）
 - ①放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されている地域における地表面へのセシウム 134、137 の沈着量は、これまでと同様に、航空機モニタリングにより各地点で測定された空間線量率の値から、東日本全域における、天然核種による空間線量率の平均値を除いた上で、平成 23 年度科学技術戦略推進費「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」『放射性物質の分布状況等に関する調査研究』において、日本分析センターが実施した、ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定の結果と空間線量率の相関関係を基に算出している。
 - ②放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域は、当該地域を便宜上、マップ上の最低のレンジ（ $\leq 10\text{kBq/m}^2$ ）として、マップ上に表記することとしている。

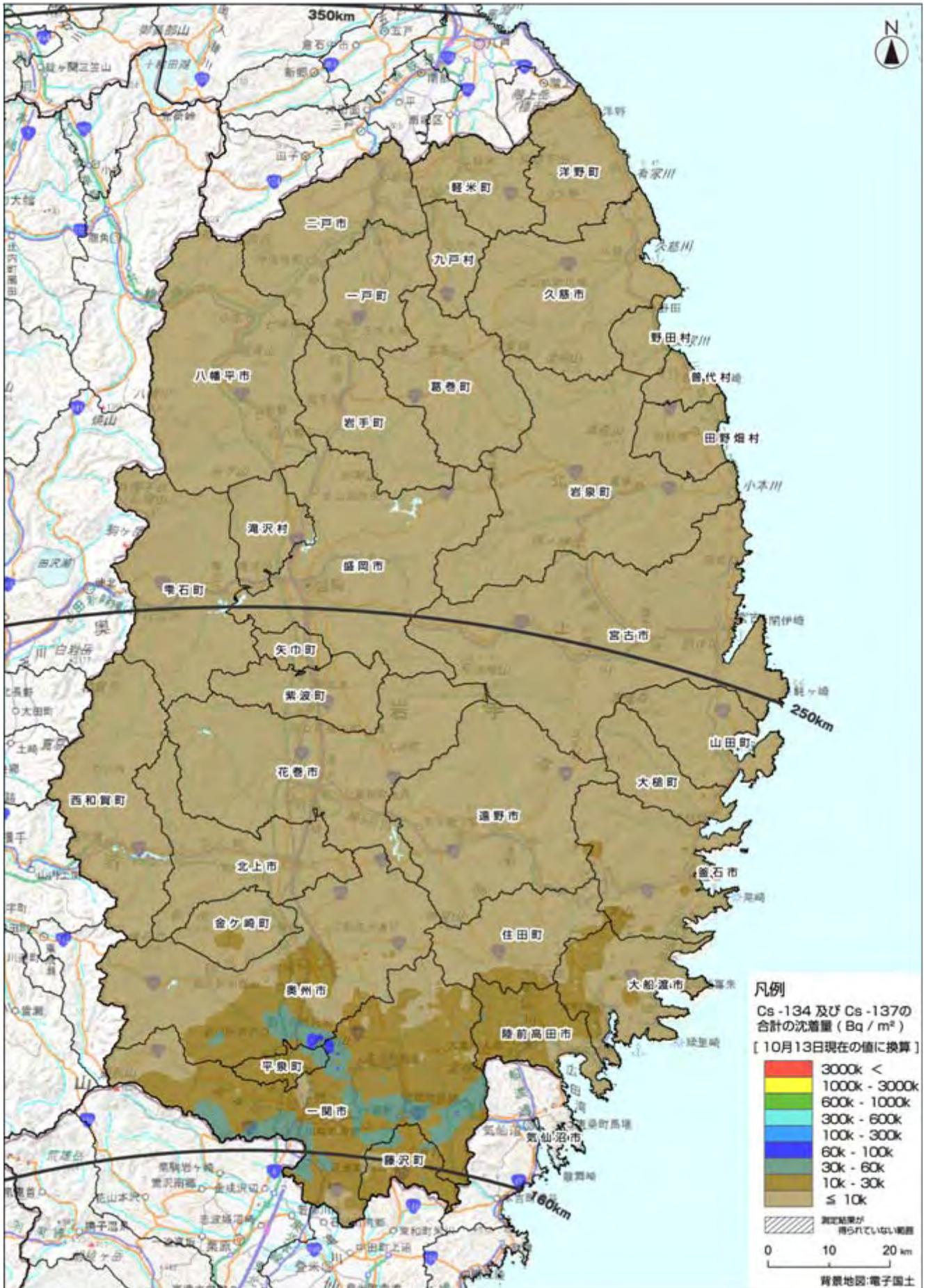
<担当> 文部科学省 原子力災害対策支援本部
堀田（ほりた）、奥（おく）
電話：03-5253-4111（内線 4604、4605）

文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (岩手県内の地表面から1m高さの空間線量率)

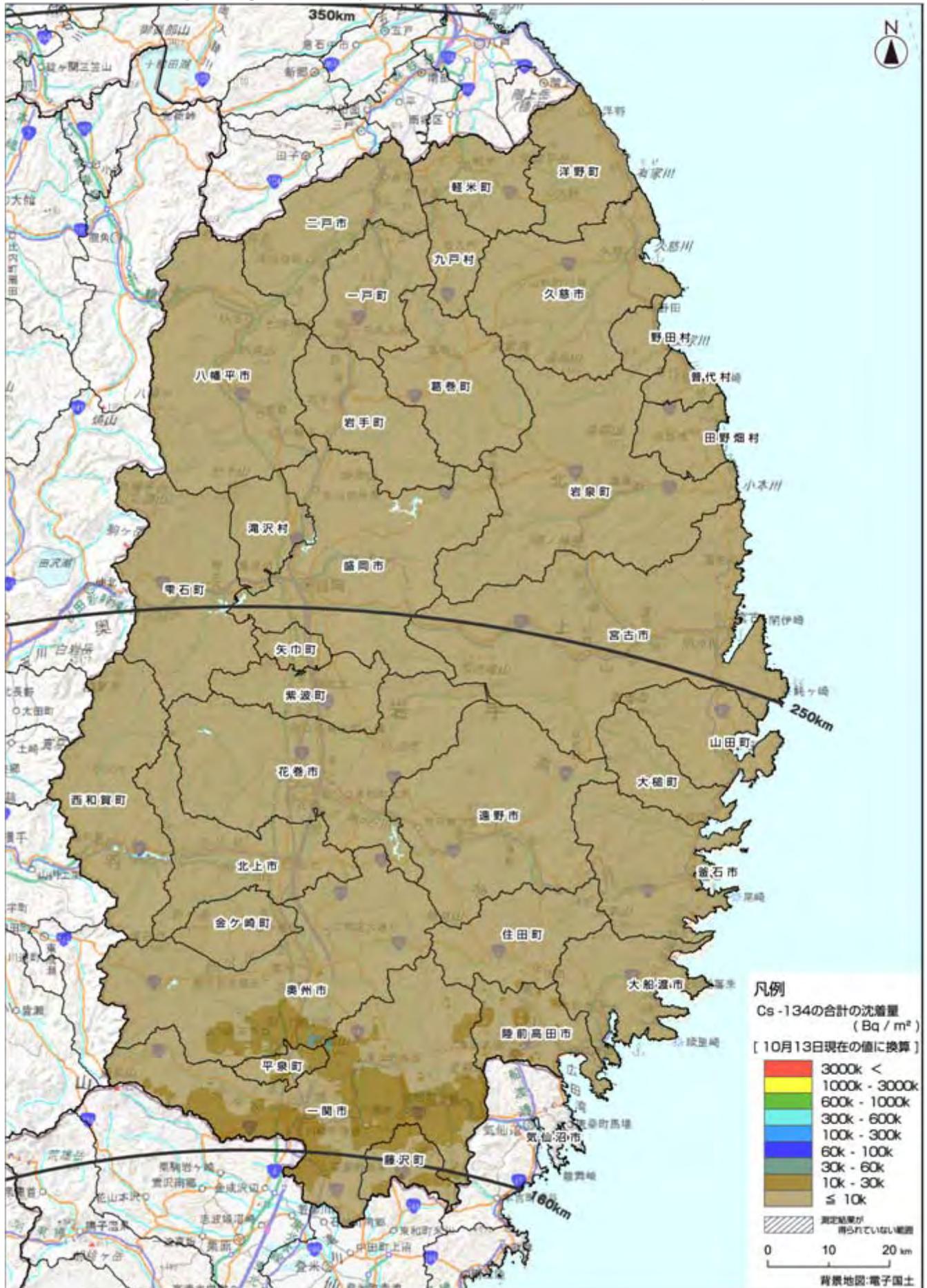


※本マップには天然核種による空間線量率が含まれています。

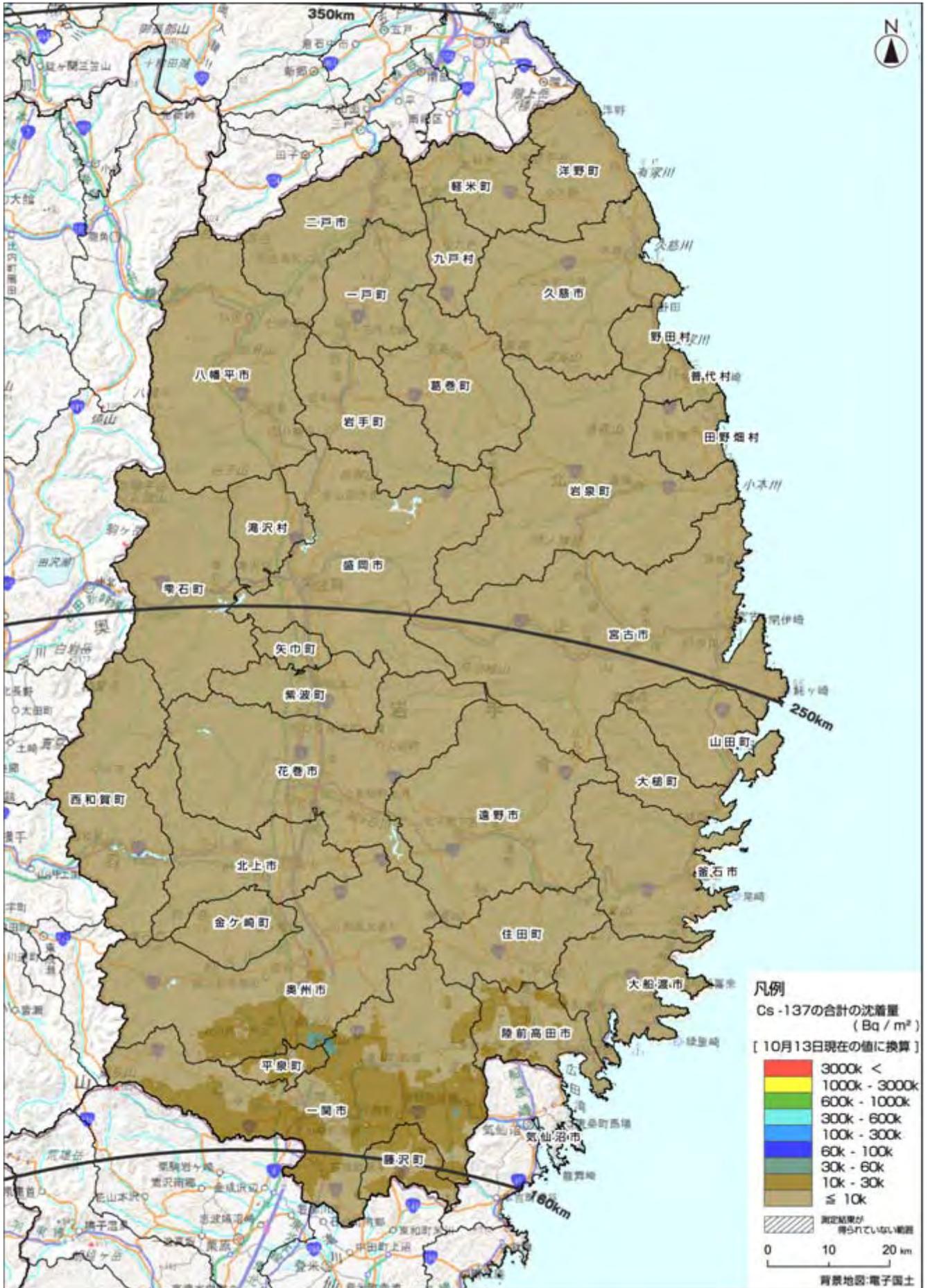
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (岩手県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



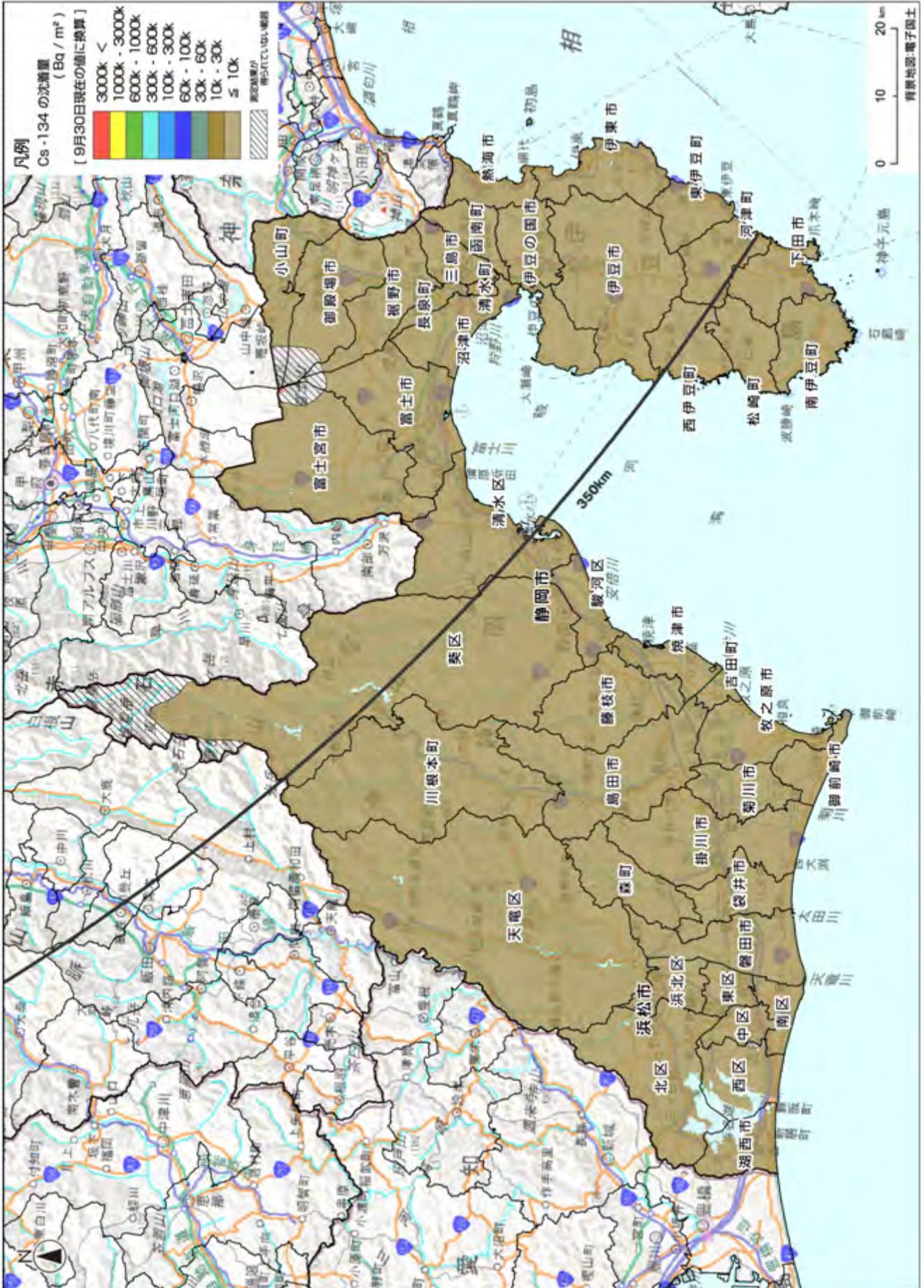
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (岩手県内の地表面へのセシウム134の沈着量)



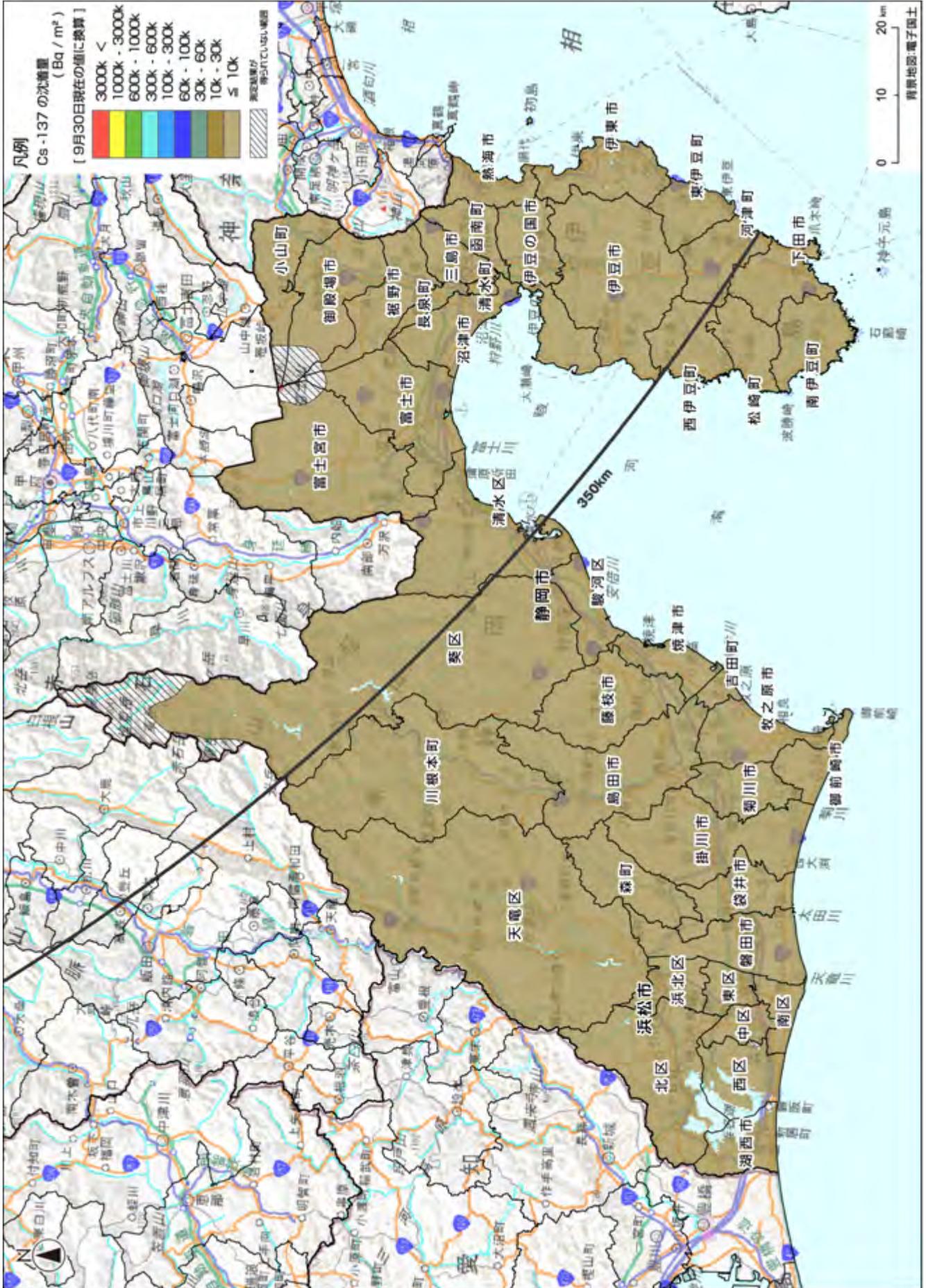
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (岩手県内の地表面へのセシウム137の沈着量)



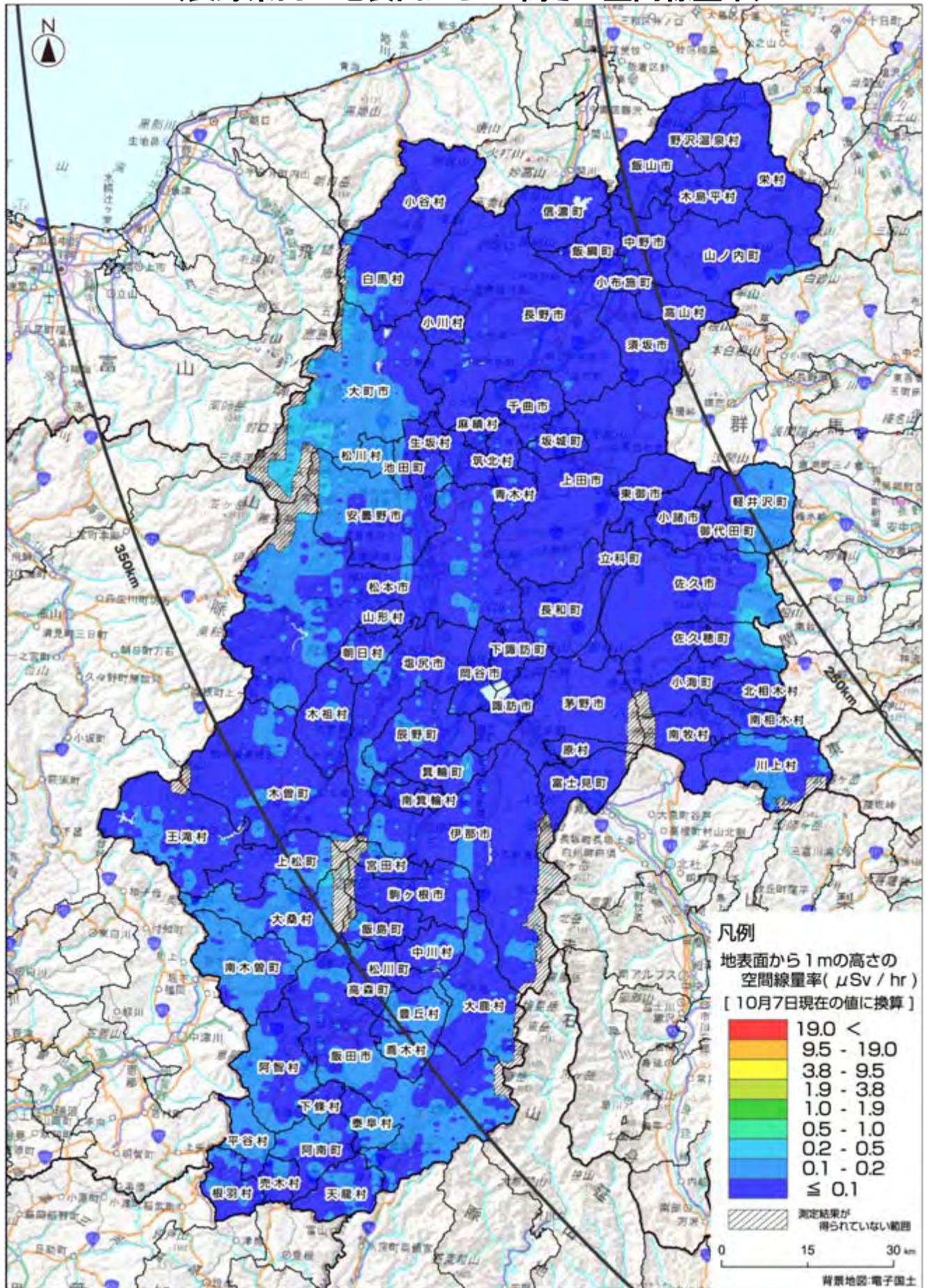
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (静岡県内の地表面へのセシウム134の沈着量)



文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (静岡県内の地表面へのセシウム137の沈着量)

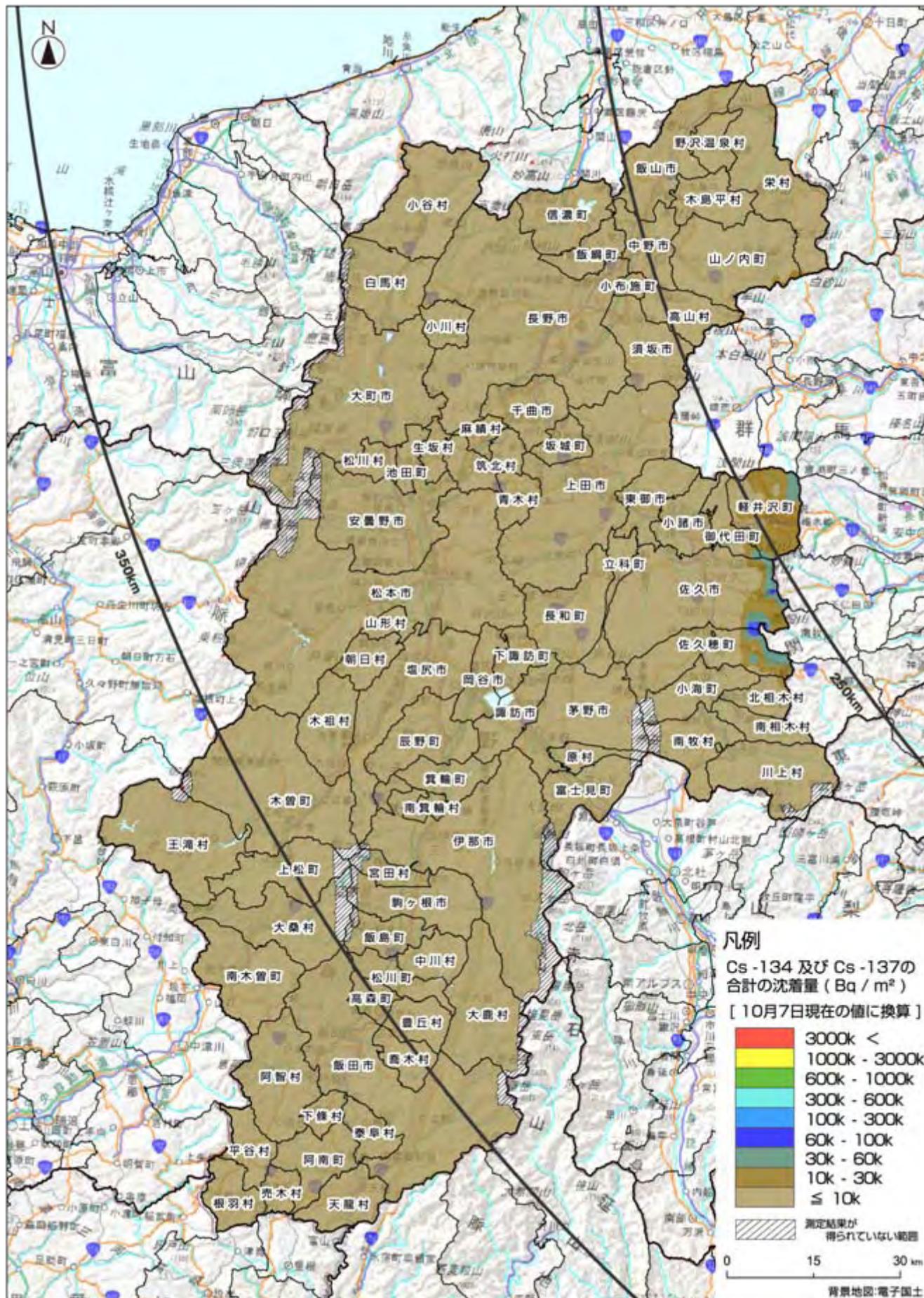


文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (長野県内の地表面から1m高さの空間線量率)

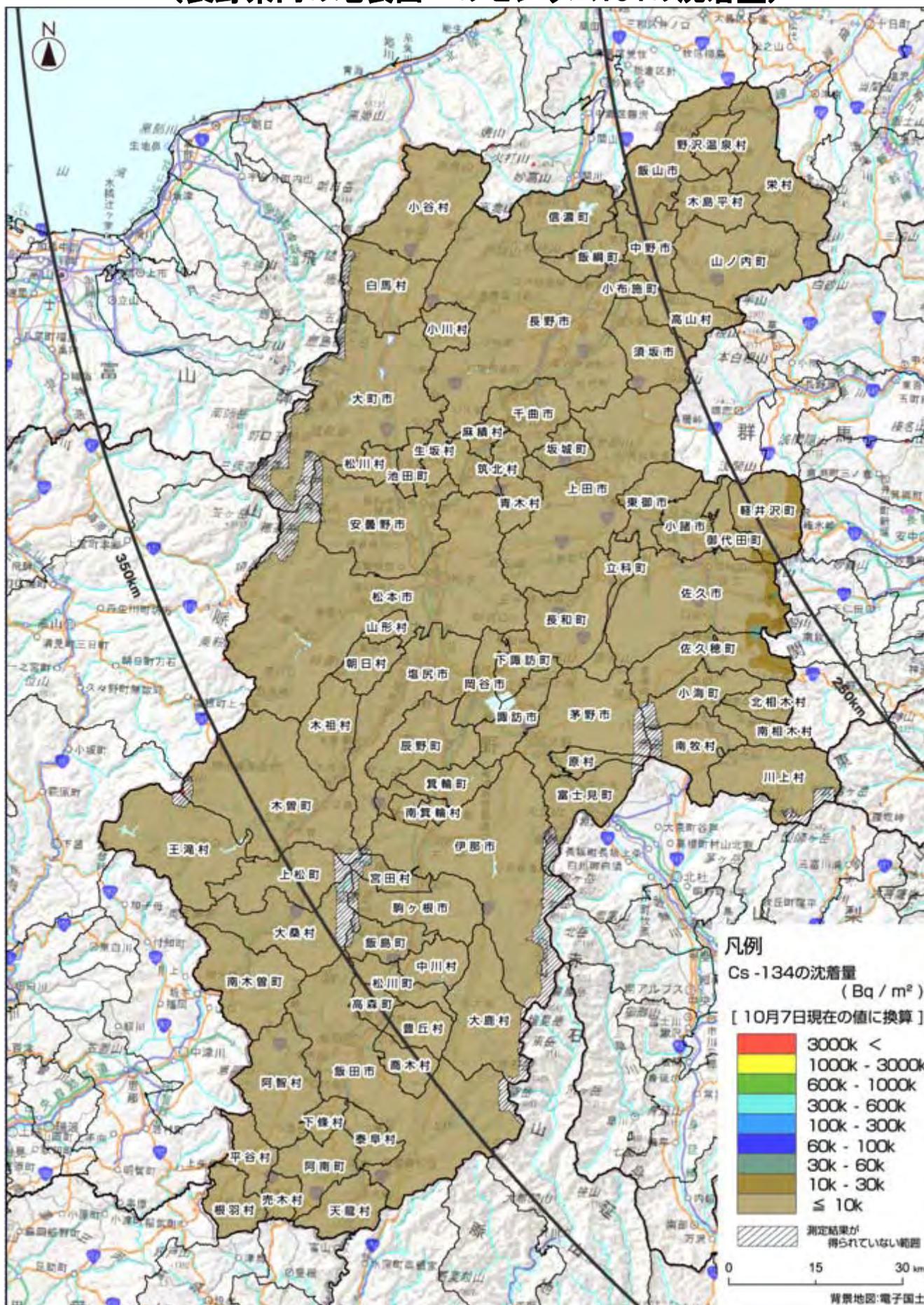


※本マップには天然核種による空間線量率が含まれています。

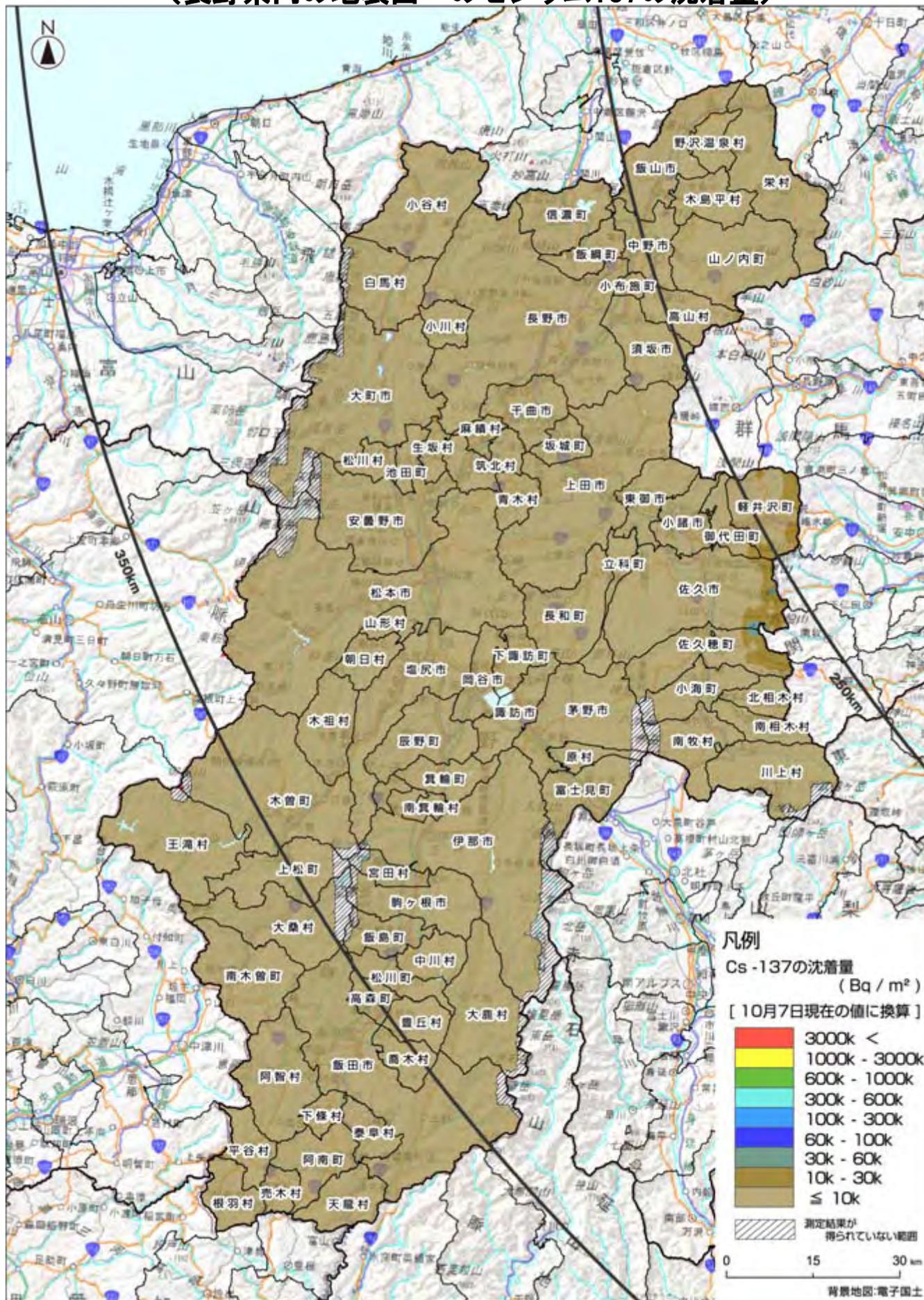
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (長野県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



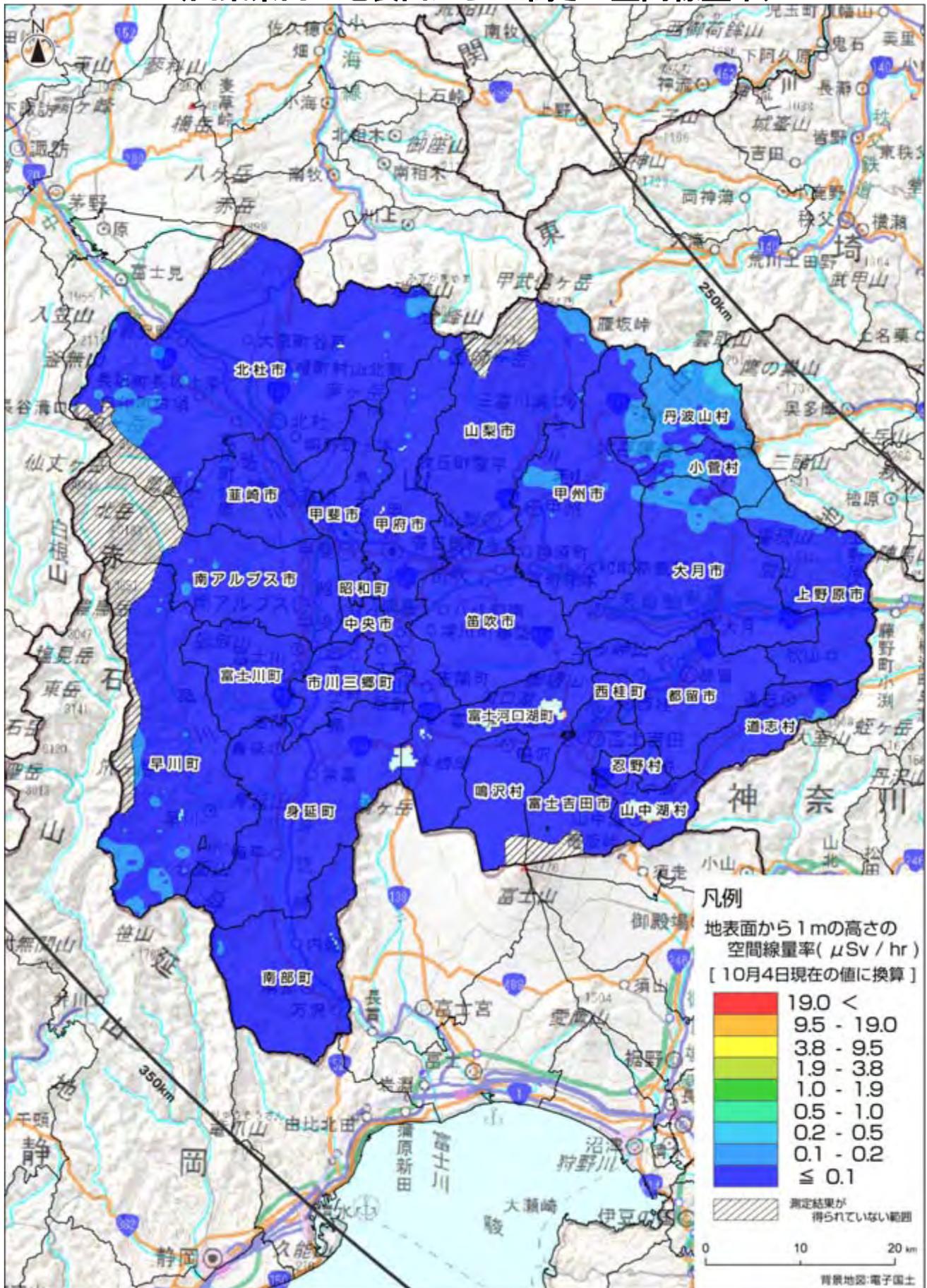
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (長野県内の地表面へのセシウム134の沈着量)



文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (長野県内の地表面へのセシウム137の沈着量)

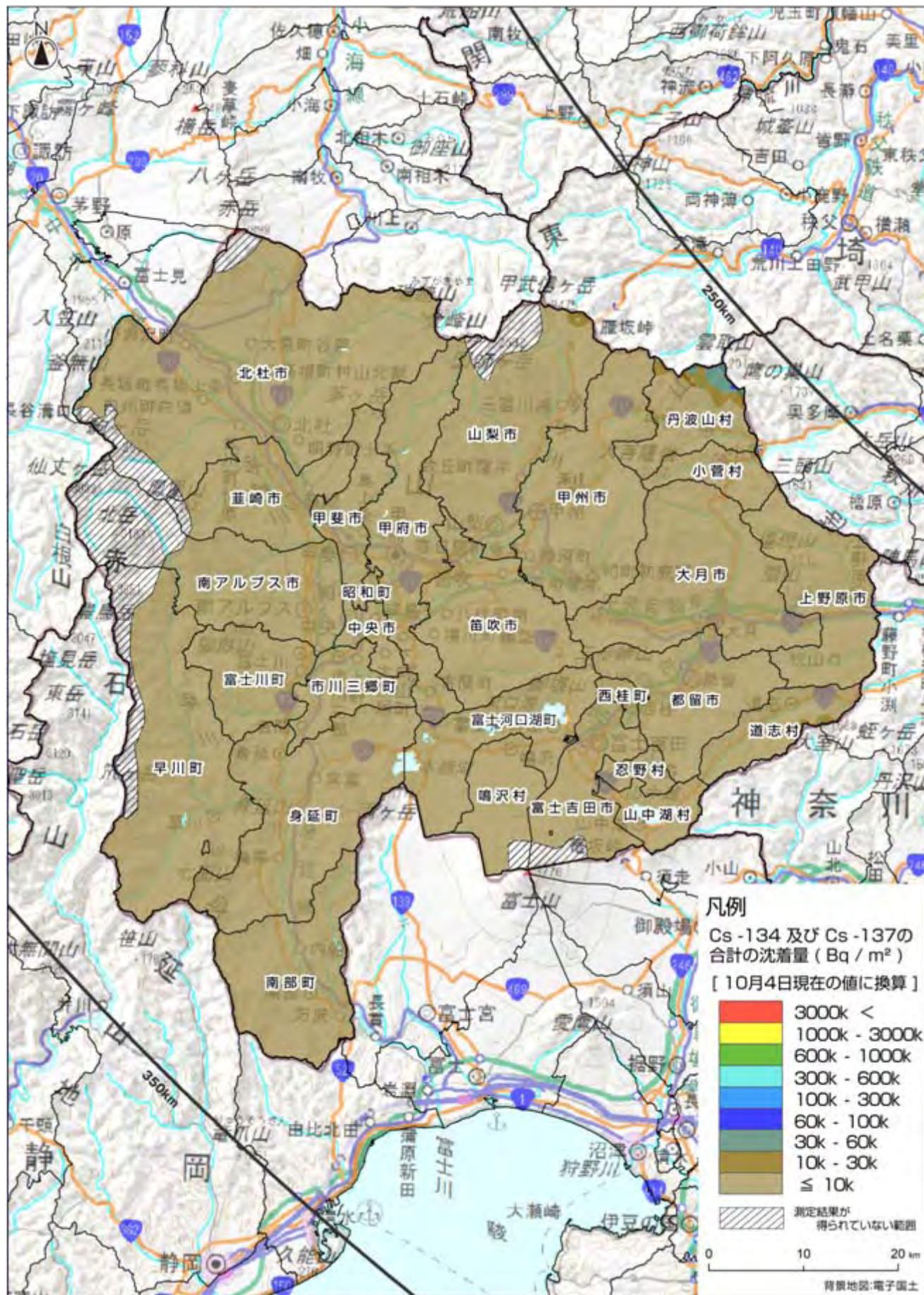


文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (山梨県内の地表面から1m高さの空間線量率)

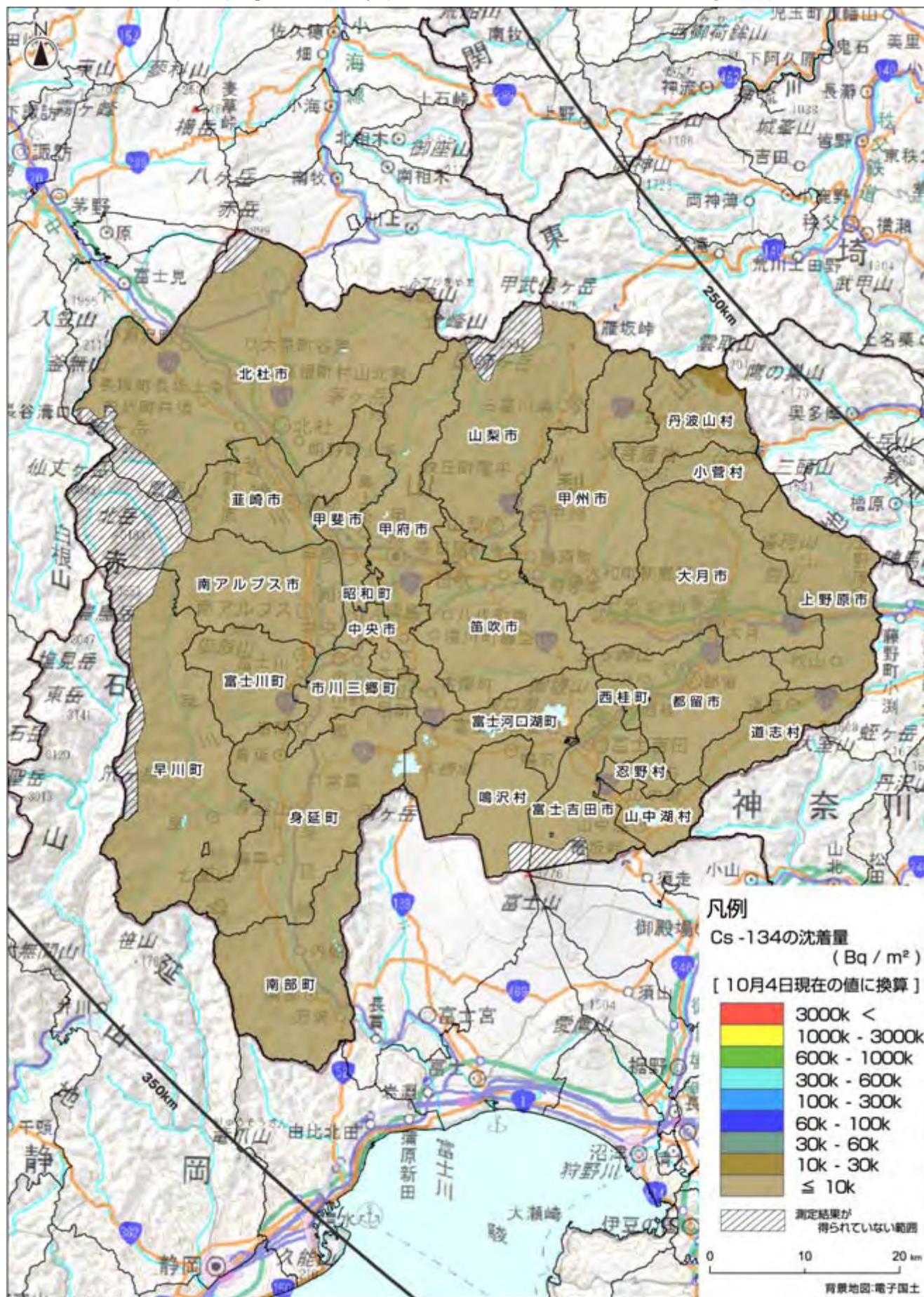


※本マップには天然核種による空間線量率が含まれています。

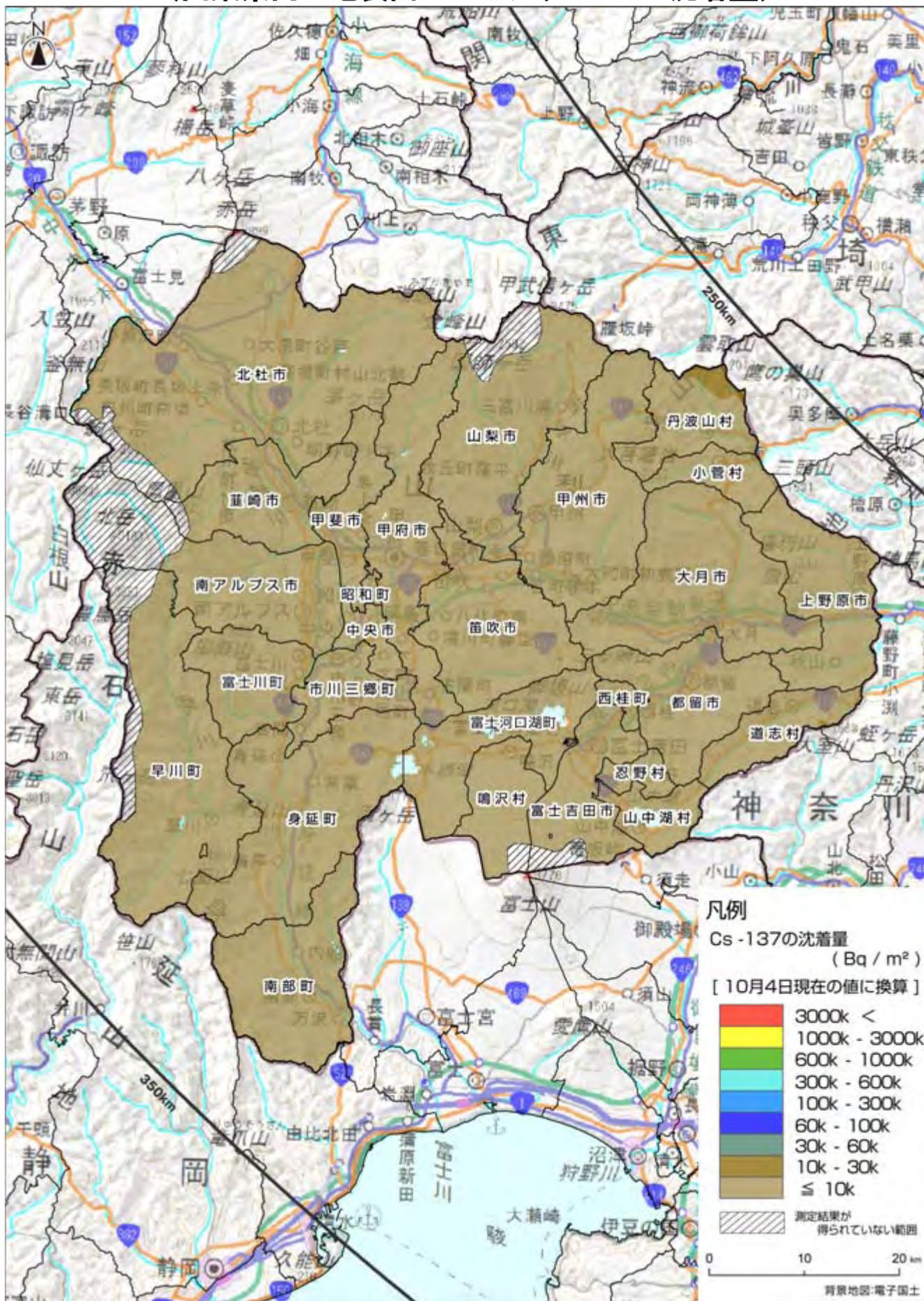
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (山梨県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



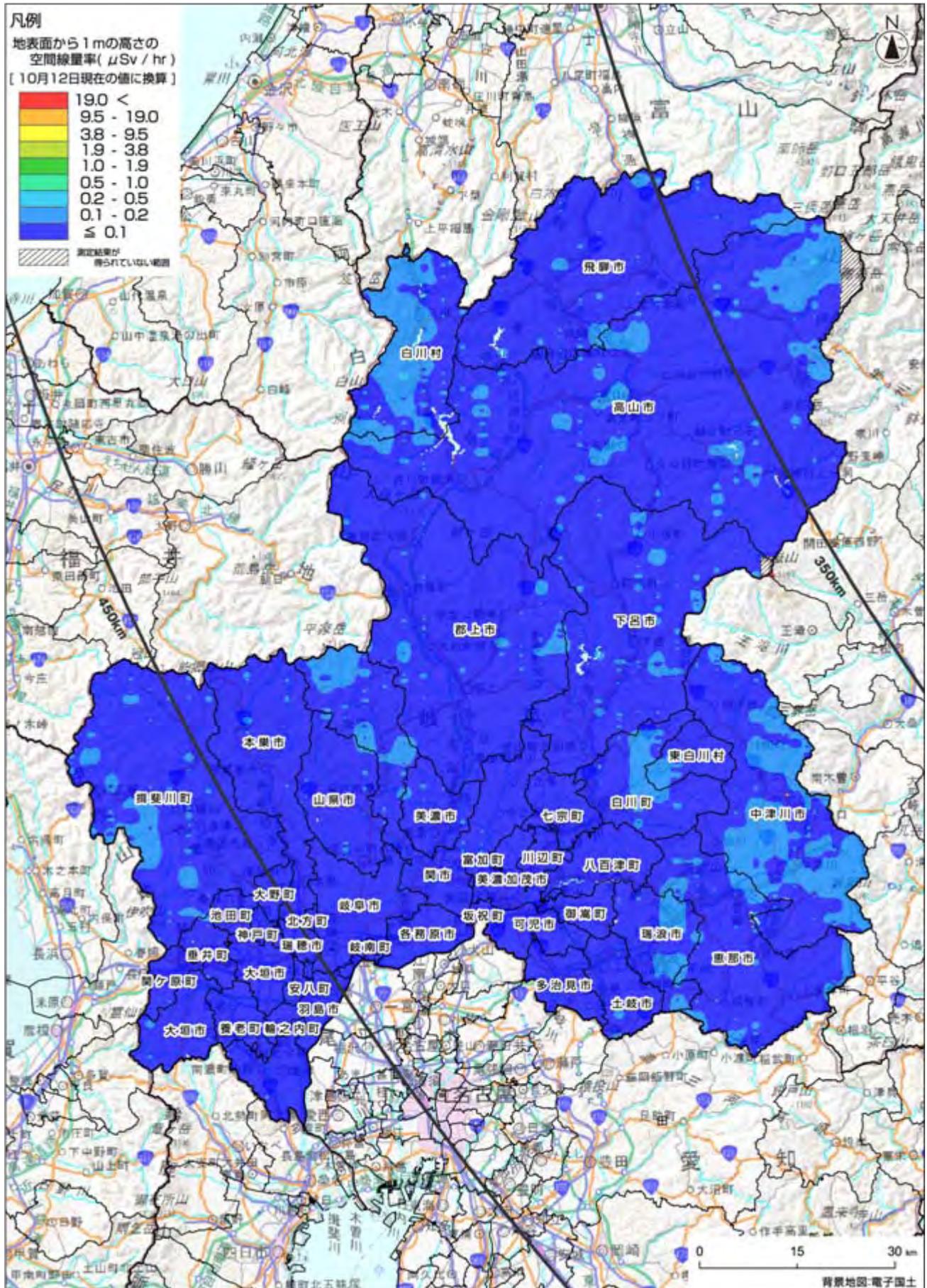
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (山梨県内の地表面へのセシウム134の沈着量)



文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (山梨県内の地表面へのセシウム137の沈着量)

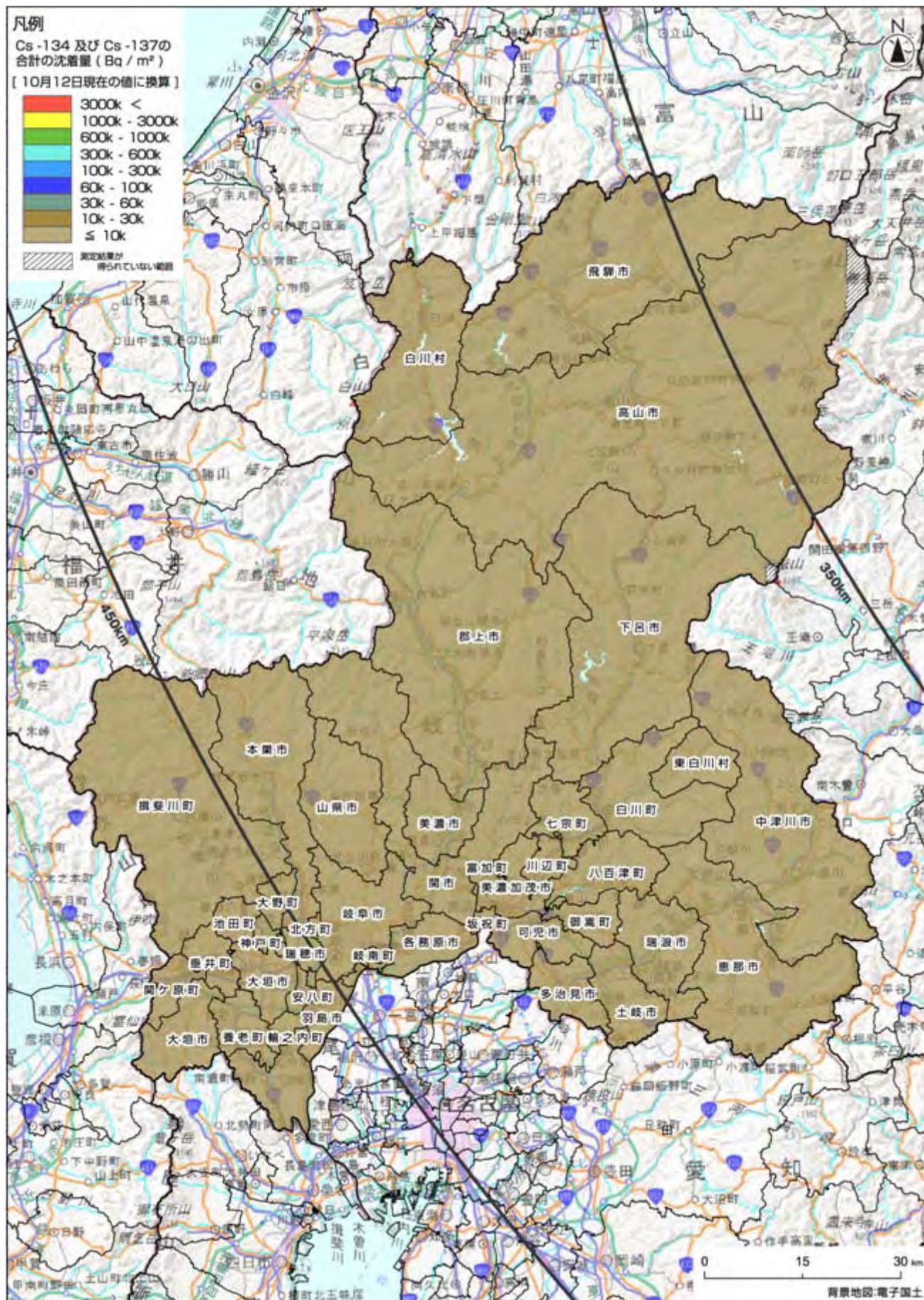


文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (岐阜県内の地表面から1m高さの空間線量率)

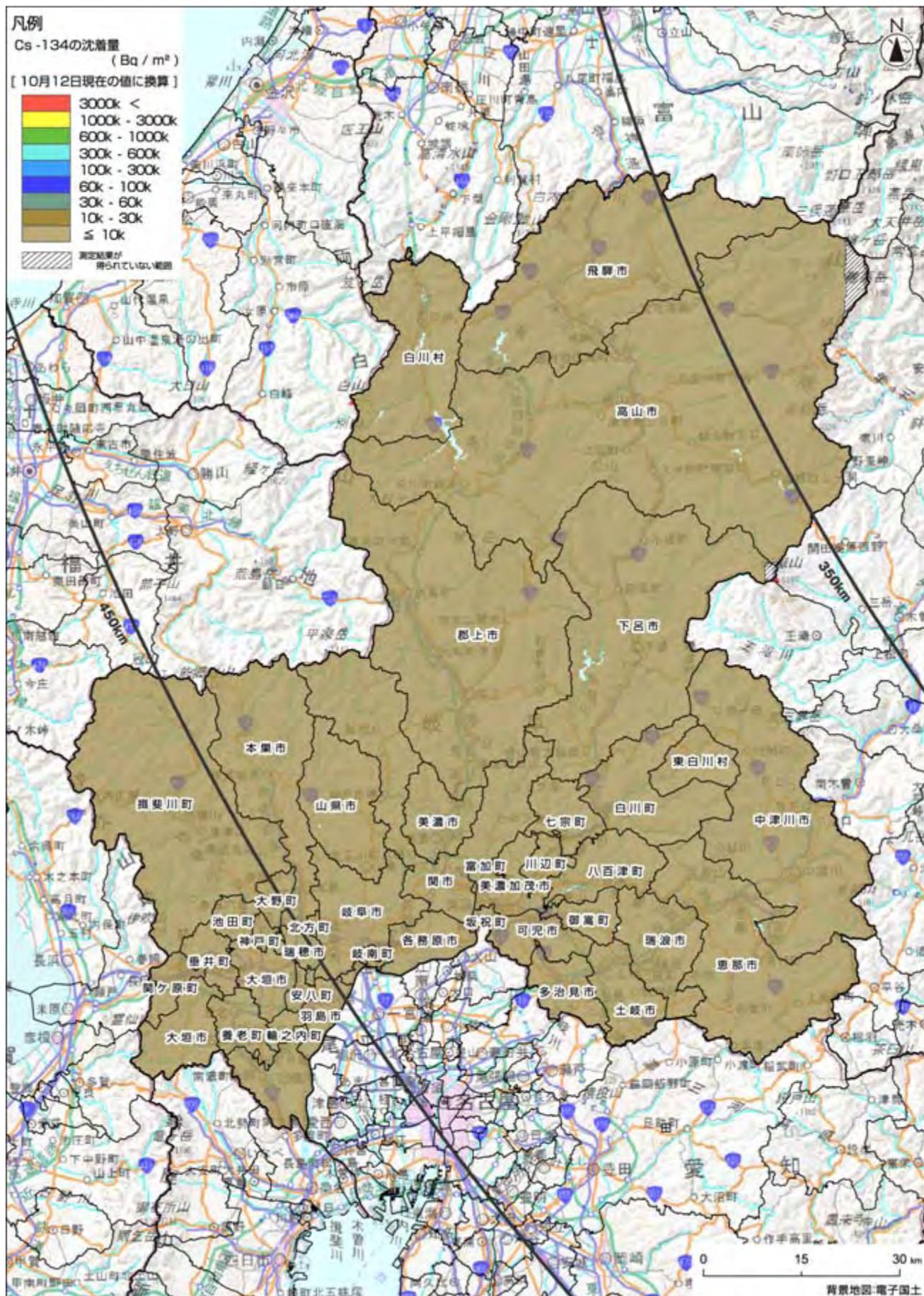


※本マップには天然核種による空間線量率が含まれています。

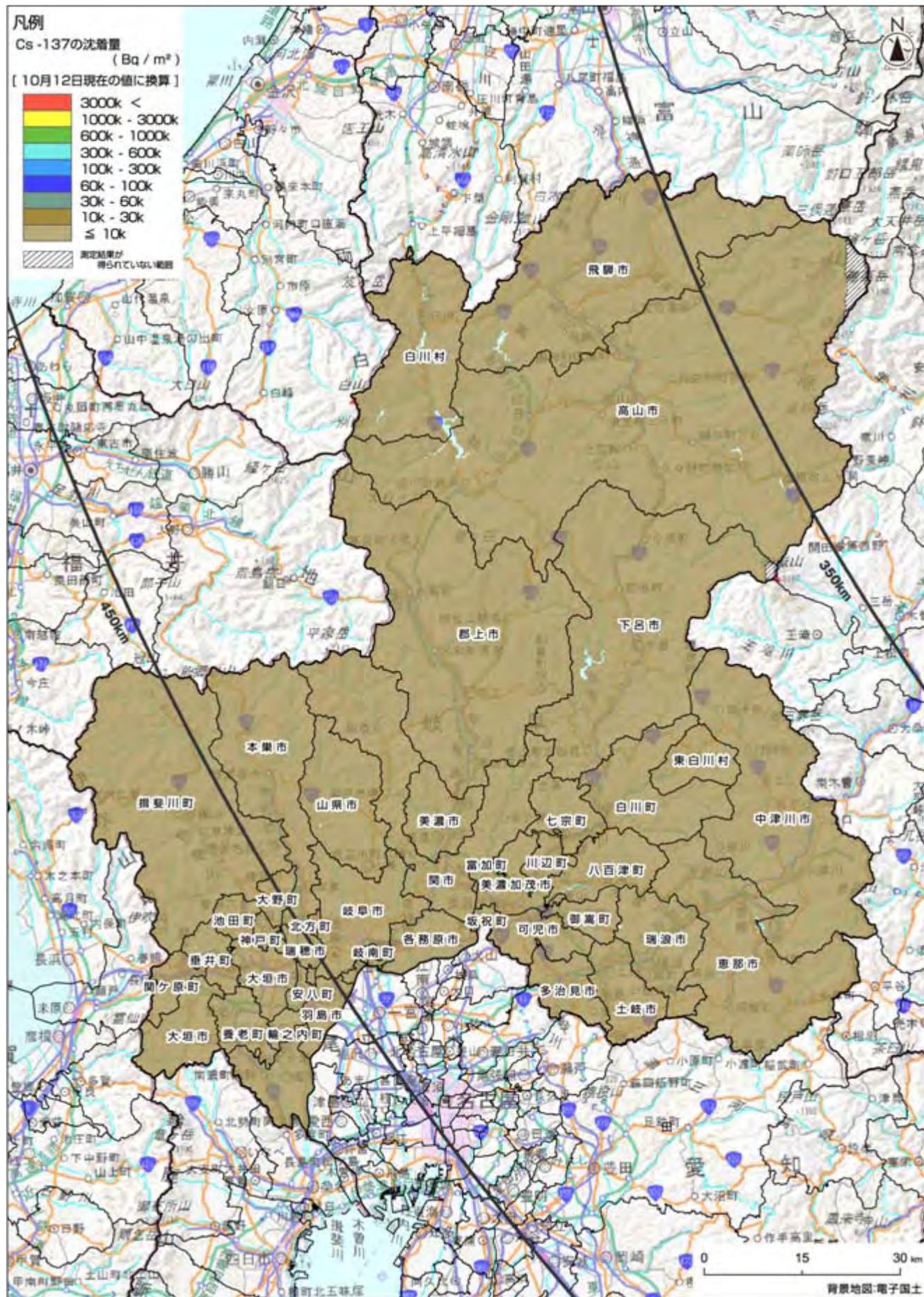
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (岐阜県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



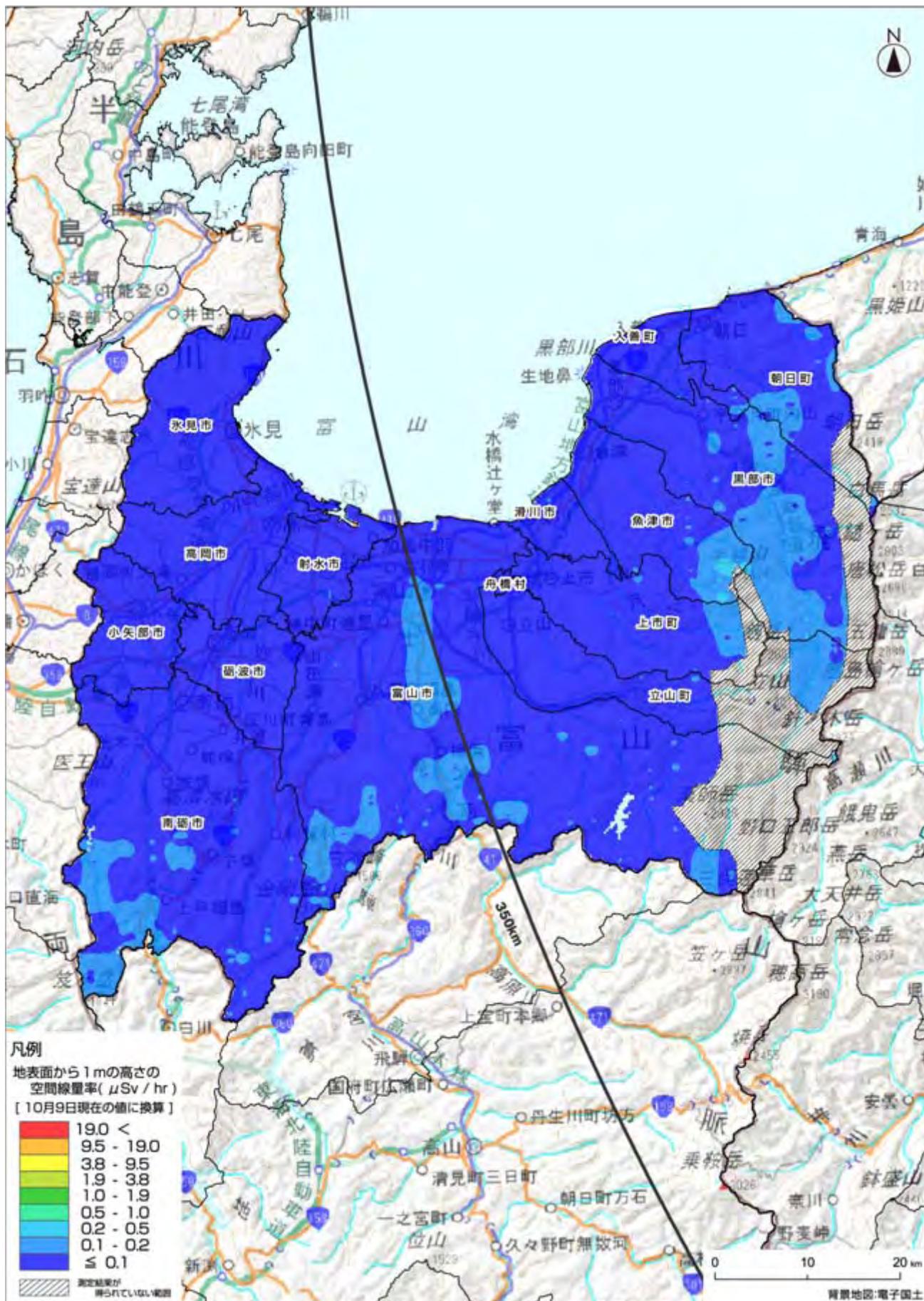
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (岐阜県内の地表面へのセシウム134の沈着量)



文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (岐阜県内の地表面へのセシウム137の沈着量)

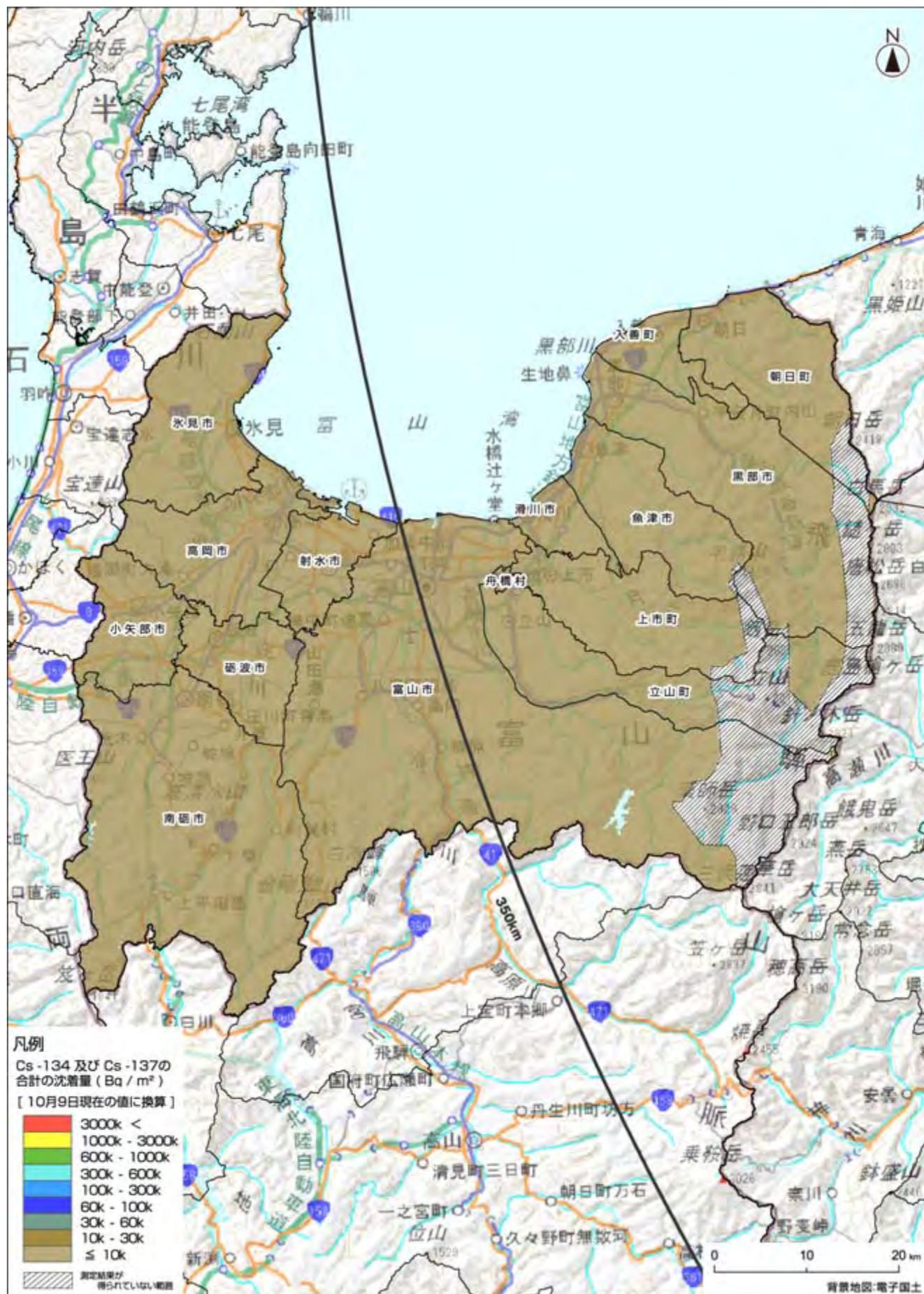


文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (富山県内の地表面から1m高さの空間線量率)

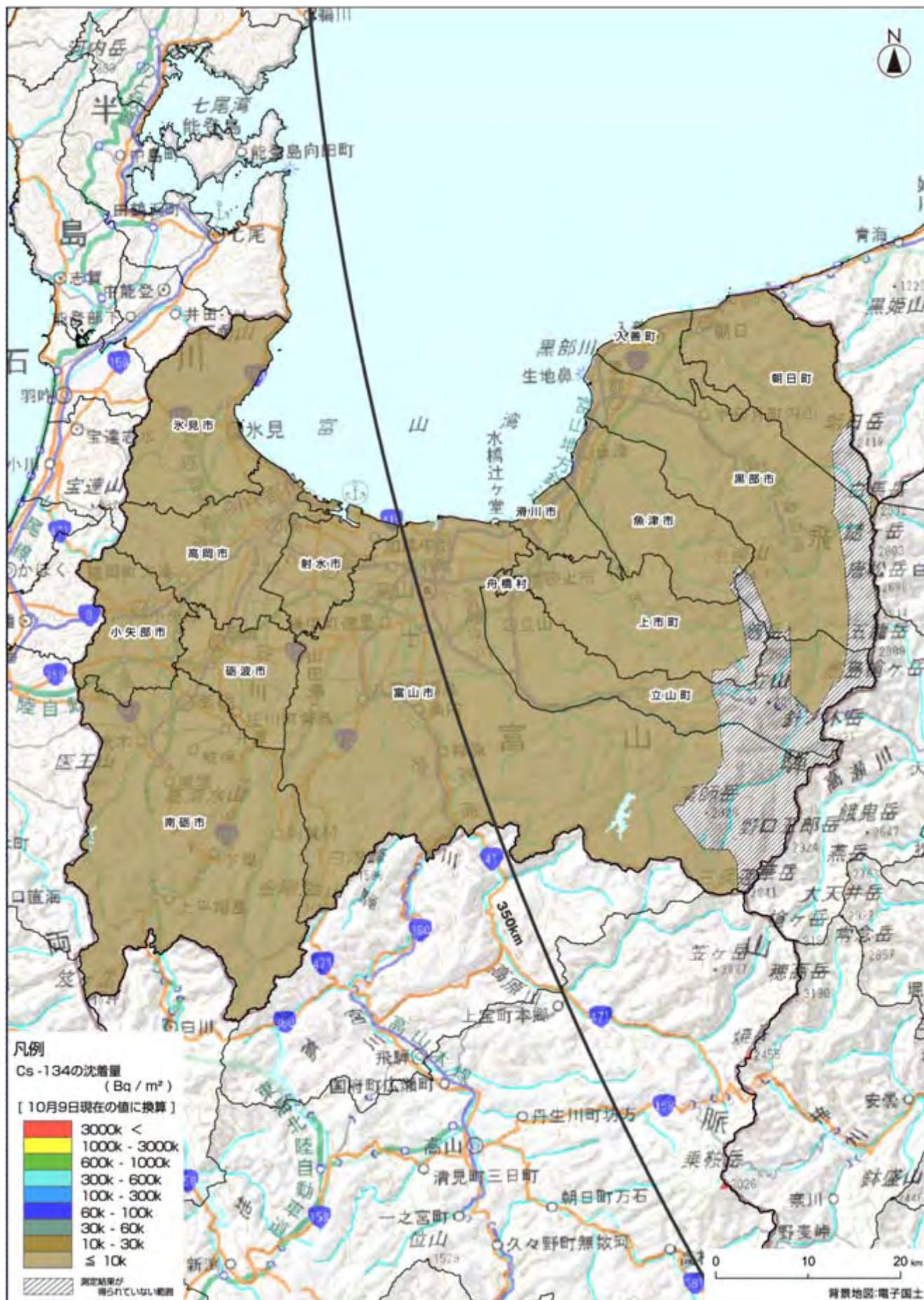


※本マップには天然核種による空間線量率が含まれています。

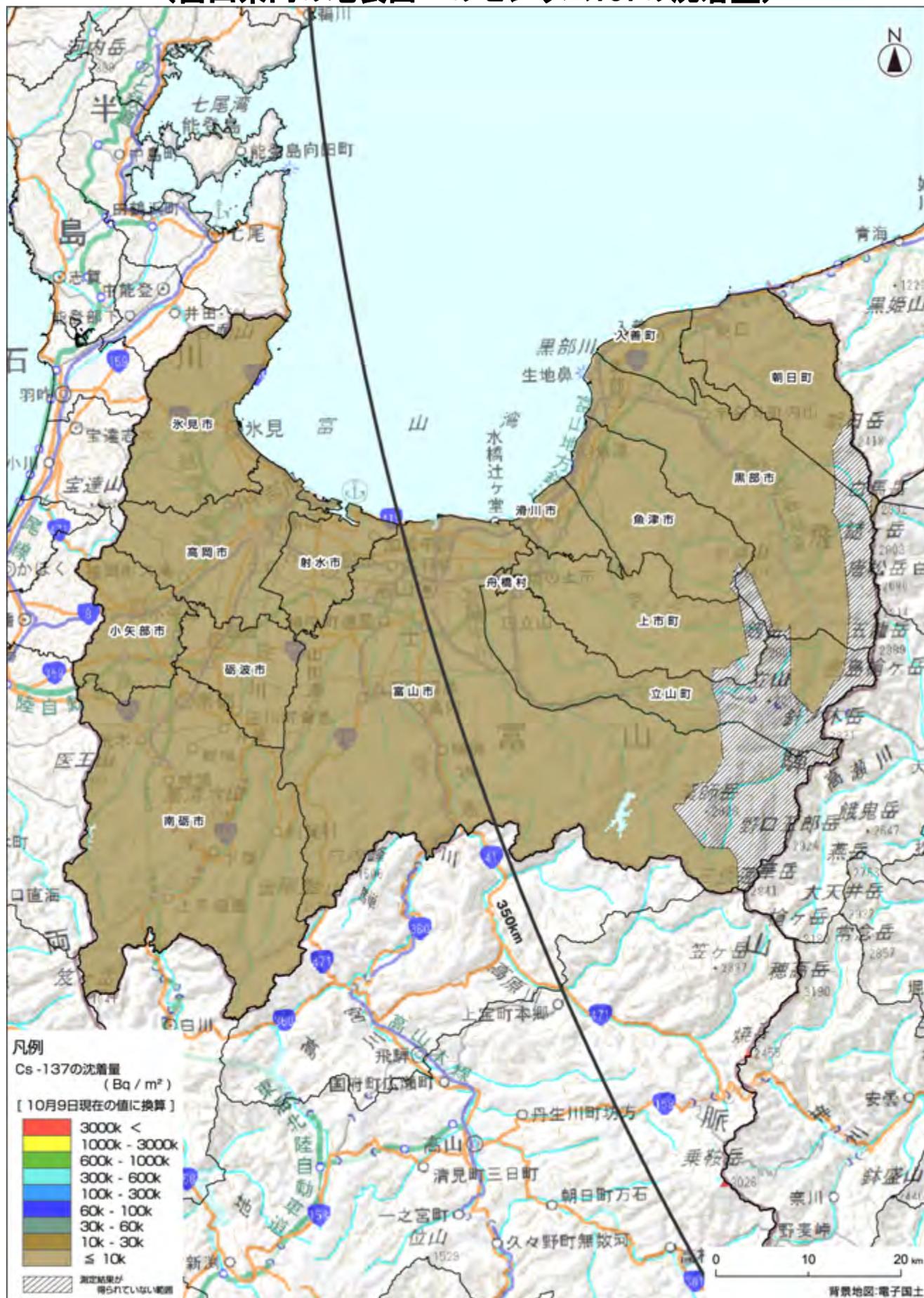
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (富山県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



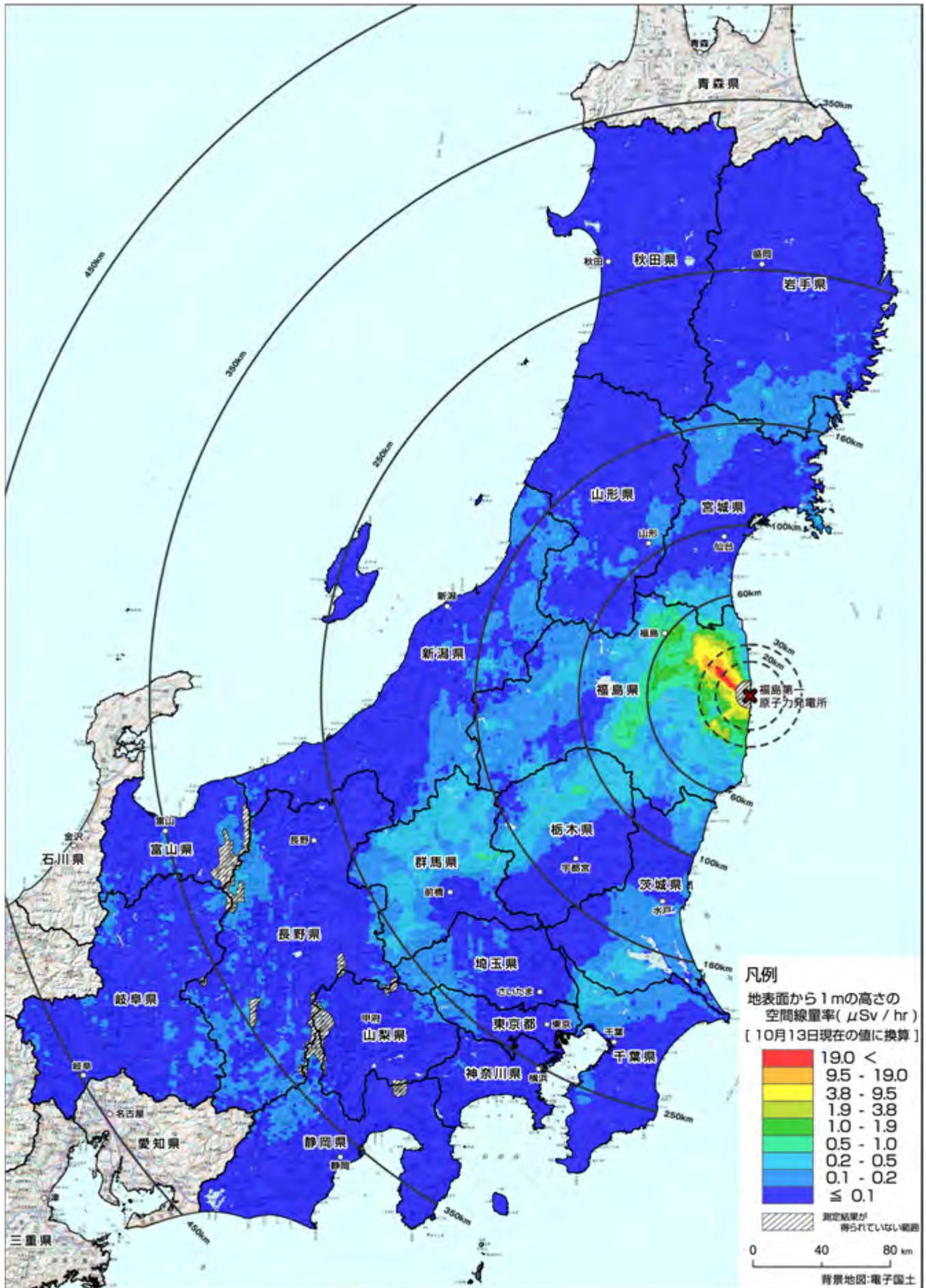
文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について (富山県内の地表面へのセシウム134の沈着量)



文部科学省による岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県の航空機モニタリングの測定結果について
 (富山県内の地表面へのセシウム137の沈着量)

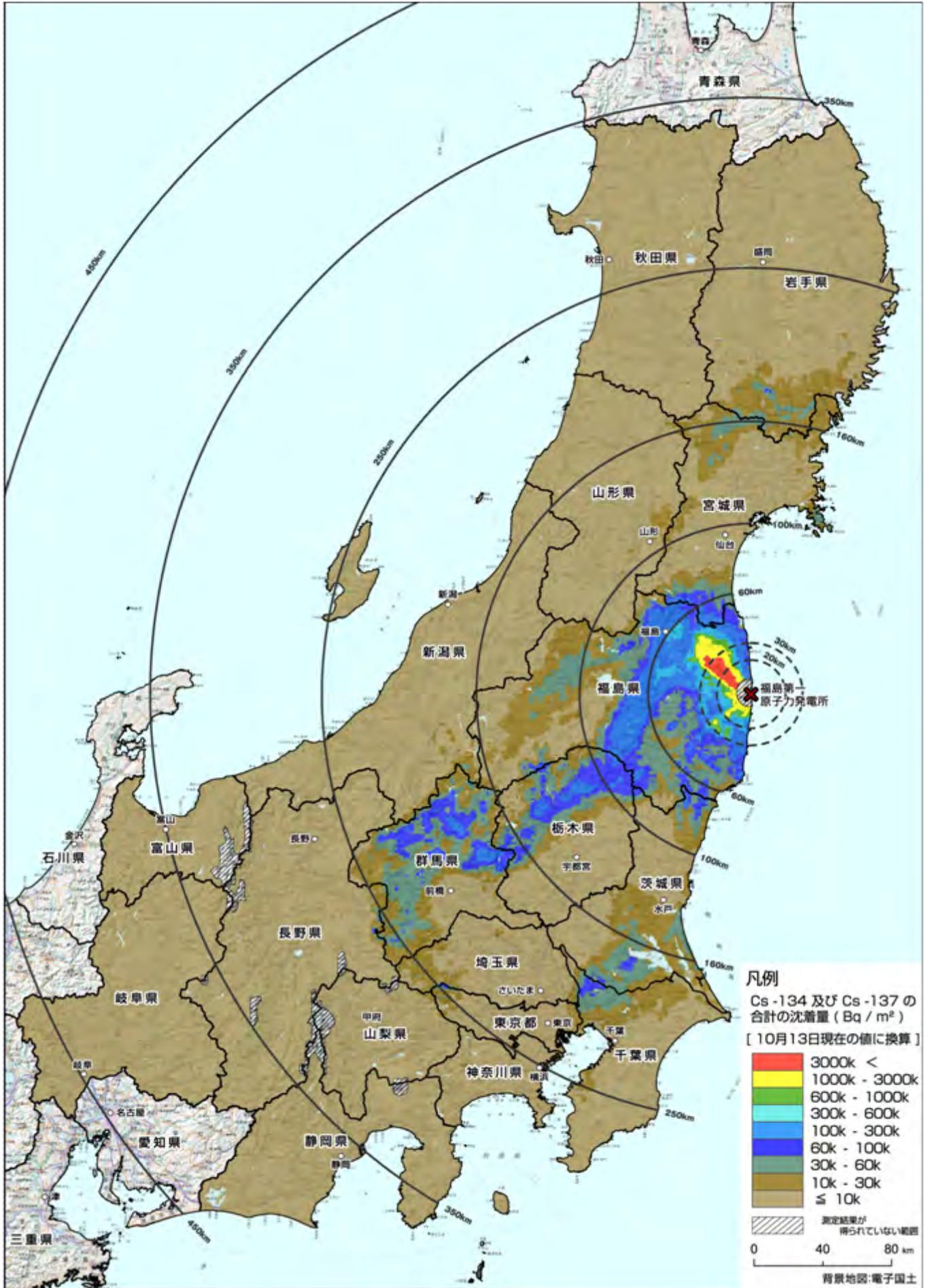


文部科学省がこれまでに測定してきた範囲及び岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県内における地表面から1m高さの空間線量率

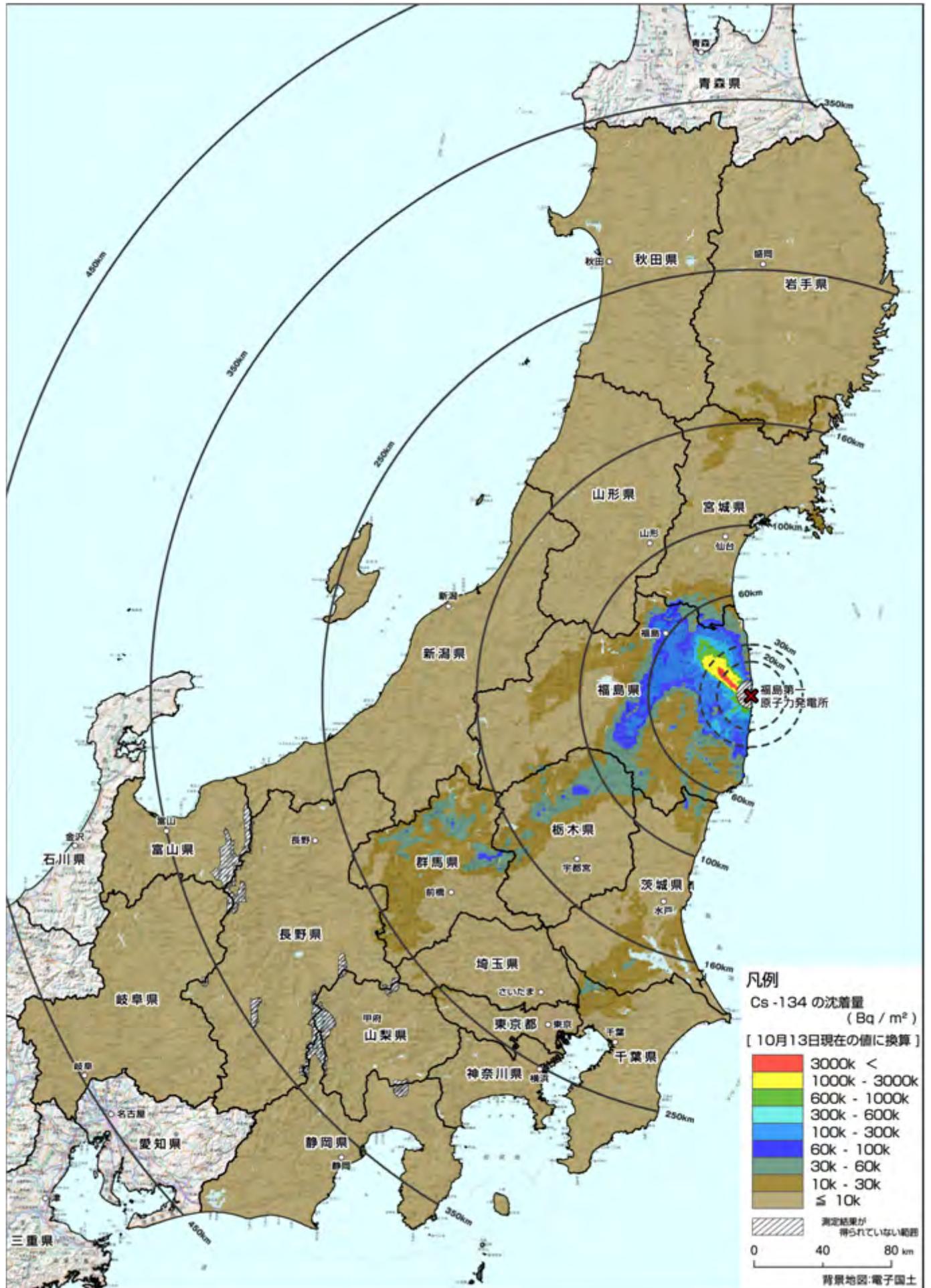


※本マップには天然核種による空間線量率が含まれています。

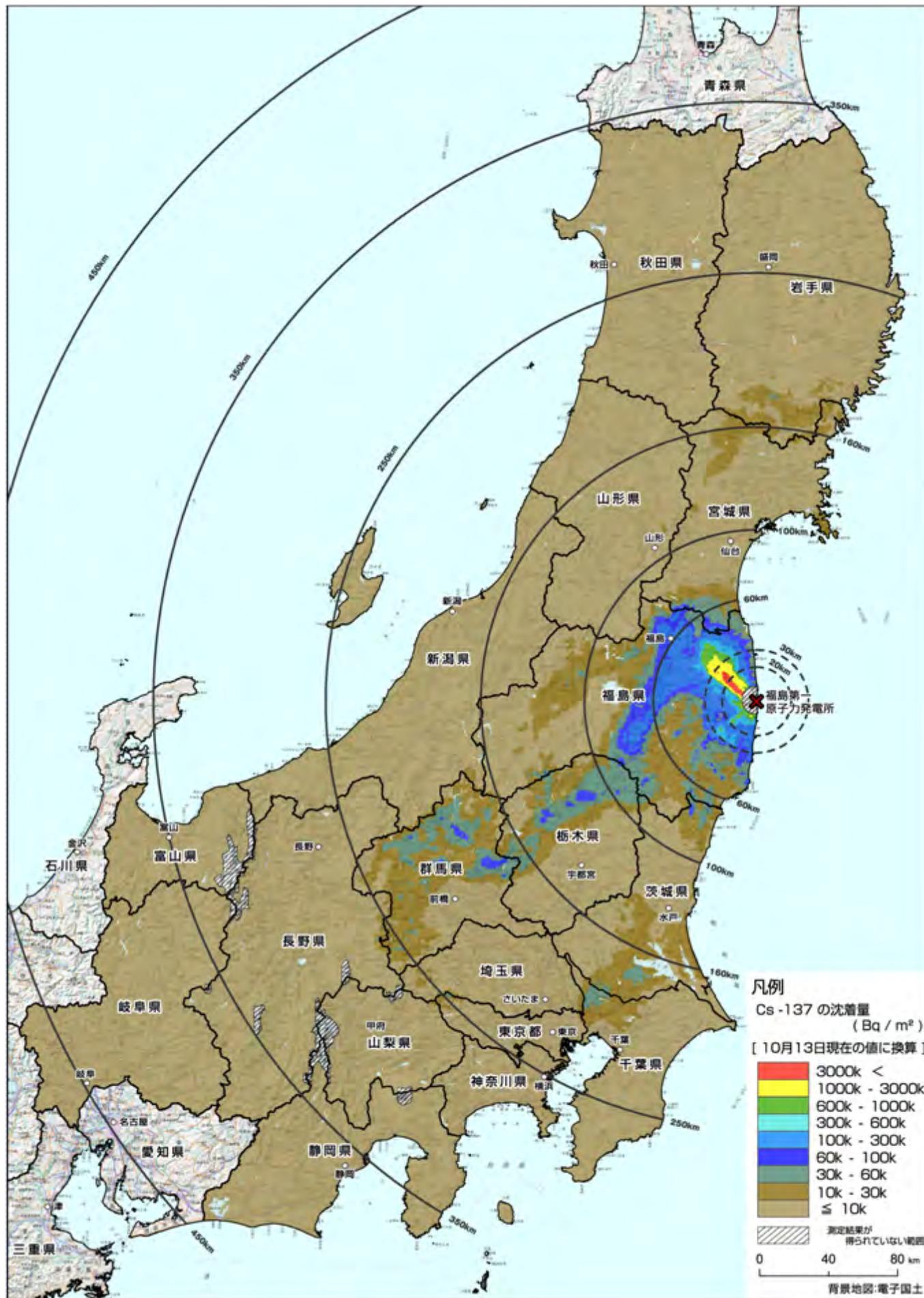
文部科学省がこれまでに測定してきた範囲(改訂版)及び岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計



文部科学省がこれまでに測定してきた範囲(改訂版)及び岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県内の地表面へのセシウム134の沈着量



文部科学省がこれまでに測定してきた範囲(改訂版)及び岩手県、静岡県、長野県、山梨県、岐阜県、及び富山県内の地表面へのセシウム137の沈着量



有意な放射性セシウムのエネルギースペクトルが検出されていない地域における
放射性セシウムの沈着量の評価方法

1. 背景・目的

- 航空機モニタリングにおいては、各県で1箇所選定したテストラインで、上空(150~350m)において測定した計数率と、地上1m高さにおいてNaIサーベイメータで測定した空間線量率の値から、計数率(cps)と地上1m高さの空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)の換算係数(cps/ $\mu\text{Sv/h}$)を求めた上で、各地点の上空で測定された計数率を換算して地上1m高さの空間線量率を算出している。
- また、地表面への放射性セシウムの沈着量は、航空機モニタリングで算出した空間線量率の測定結果から、東日本全域における、天然核種による空間線量率の平均値を除いた上で、空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)と放射性セシウムの沈着量(Bq/m^2)の換算係数を用いて算出している。なお、空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)と放射性セシウムの沈着量(Bq/m^2)の換算係数は、平成23年度科学技術戦略推進費「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」『放射性物質の分布状況等に関する調査研究』において、日本分析センターが実施した、ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定の結果と空間線量率の相関関係を基にしている。
- 他方で、航空機モニタリングでは、測定時間が短いため、直接、地上から放射されるガンマ線のエネルギースペクトルを基に放射性セシウムの沈着量を測定できる精度はないものの、上空においてガンマ線のエネルギースペクトルデータも収集している。スペクトルを調査した結果、新潟県のように、放射性セシウム(セシウム134、セシウム137)の有意なエネルギースペクトルが検出されていないにも関わらず、天然核種であるカリウム、ウラン、トリウム等の影響が大きいと、マップ上に有意な放射性セシウムが存在するかのように表示される地域が認められた。
- このため、新潟県における航空機モニタリングでは、周辺に比べて空間線量率が高くなっている地域を中心に、1秒間に1回測定されるエネルギースペクトルを確認し、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域はその地点の測定結果を用いずに、周辺で測定された放射性セシウムの沈着量から、内挿してマッピングを行った。
- しかしながら、モニタリングを進める中で、長野県、静岡県、岐阜県、富山県など、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域が広範囲になってきたため、新潟県における航空機モニタリング結果の作成時と同様の手法で、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域を判別することが困難になってきた。
- そこで、測定するヘリコプターや測定器毎に、放射線のエネルギースペクトル(1秒毎のデータ)について詳細な調査を実施し、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトル

が検出されていない地域を判別するための手法について検討した

2. 検討結果

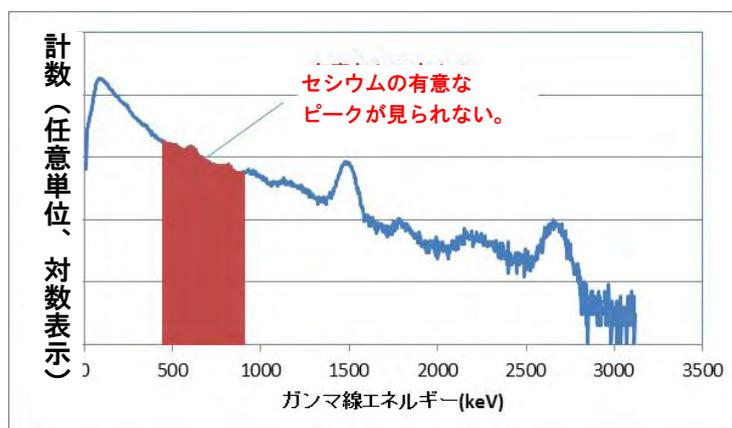
○放射性セシウム^{※1}の有意なエネルギースペクトルが検出されている地域と検出されていない地域^{※1}について、

- ①放射性セシウムのエネルギースペクトルを含むエネルギー領域（ガンマ線のエネルギーが450keV以上の領域）
- ②放射性セシウムを含まず、天然核種のエネルギースペクトルのみ含まれるエネルギー領域（ガンマ線のエネルギーが900keV以上の領域）

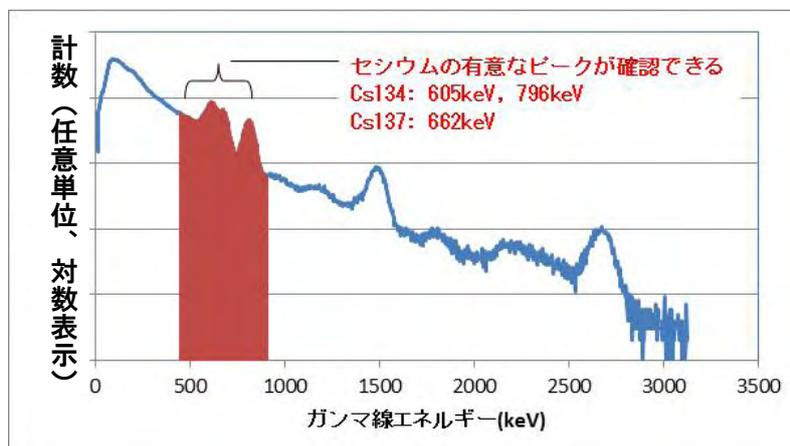
における計数率を比較したところ、これらの領域における計数率の比^{※2}（以下、「計数率の比」と言う。）が放射性セシウムのスペクトルの有る無しによって異なることから、この比を用いて放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域を判別することが可能か否かを検討することとした。

※1：放射性セシウム^{※1}の有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域と検出されている地域のエネルギースペクトルの違い

- ①放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域におけるスペクトルの事例



- ②放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されている地域におけるスペクトルの事例



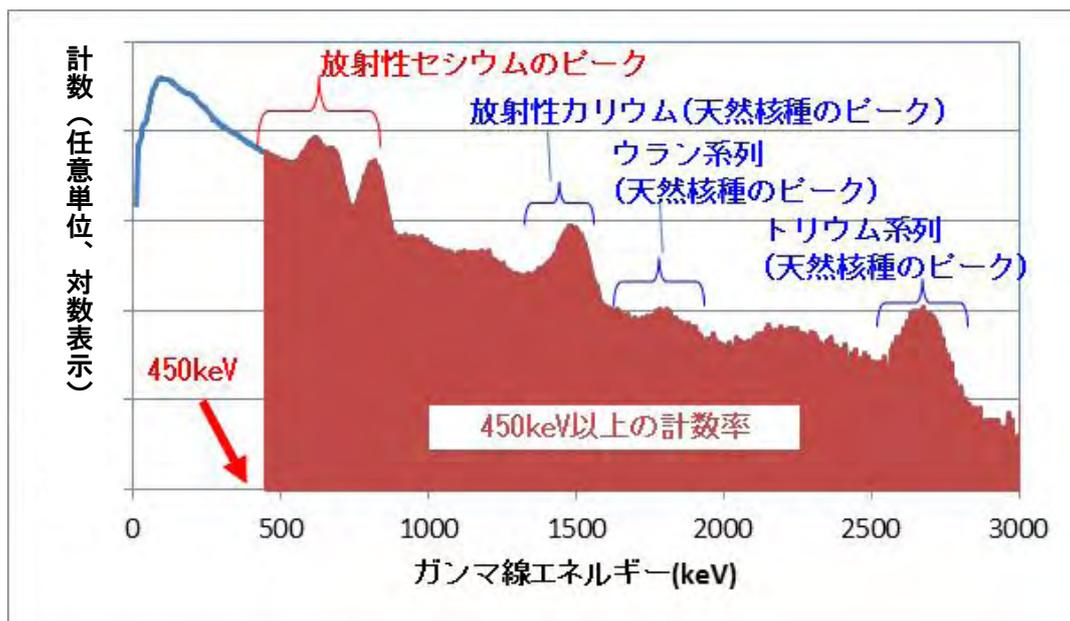
※2：計数率の比について

450keV 以上の計数率（放射性セシウムを含む）…①

計数率の比 = $\frac{\text{450keV 以上の計数率}}{\text{900keV 以上の計数率}}$

900keV 以上の計数率（放射性セシウムを含まない）…②

① ガンマ線のエネルギーが 450keV 以上のエネルギー領域の計数率

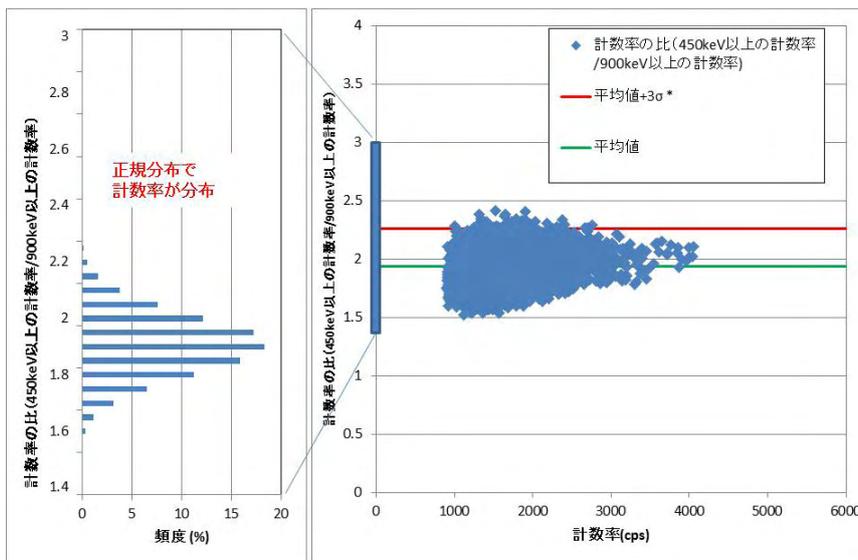


② ガンマ線のエネルギーが 900keV 以上のエネルギー領域の計数率



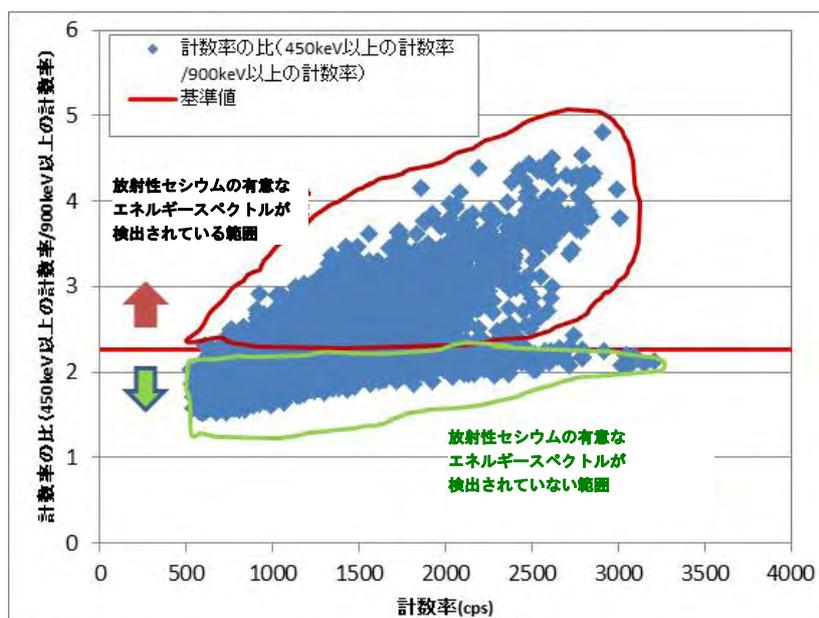
○その結果、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない（天然核種のみエネルギースペクトルは検出されている）地域^{※3}は、測定に用いたいずれのヘリコプターや測定器のタイプによって、計数率の比の平均値、及び計数率の比のバラツキかたに差はあるものの、測定に用いたいずれのヘリコプターや測定器のタイプにおいても、計数率の比の平均値を中心に一定のバラツキを示す正規分布で分布していることが確認された。

※3 有意な放射性セシウムが認められない地域における計数率の比について



* σ : 標準偏差。計数率のばらつき度合い。正規分布で分布している場合、平均値+標準偏差 (σ) の 3 倍の範囲に計数率が 99.7%含まれる。

(参考)放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されている地域の計数率の比について



○そこで、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域（天然核種のみエネルギースペクトルが検出されている地域）を特定するため、測定に用いたヘリコプターや測定器のタイプ毎に、計数率の比の基準値（計数率の比の平均値＋バラツキの3倍^{※4}）を設け、基準値を超える計数率の比を有する航空機モニタリングの結果のみ、放射性セシウムが有意に検出されているものと判断することとした（別紙 25（参考）参照）。

※4：放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域の計数率の99.7%が含まれる範囲

○本手法では、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域の99.7%を特定できるが、残り0.3%の地域については特定できないため、一部の地域では、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが認められないにも関わらず、天然核種の影響により、空間線量率が高くなり、放射性セシウムの沈着量が10kBq/m²以上として表示される箇所が存在する。

○なお、本手法により、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていない地域を特定できたものの、

- ・当該地域は、放射性セシウムの有意なエネルギースペクトルが検出されていないため、放射性セシウムの沈着量を定量できないこと
- ・当該地域における天然核種による空間線量率の正確な数値を持っていないこと

から、当該地域における空間線量率は、従来通り、測定時の空間線量率の測定値から、東日本全域における、天然核種による空間線量率の平均値を除いた上で、測定時から特定の時点までのセシウム134、セシウム137の物理的減衰を考慮して、算出することとした。

今回採用した航空機モニタリングの測定結果の判別方法

