

除染効果評価システム

チュートリアル

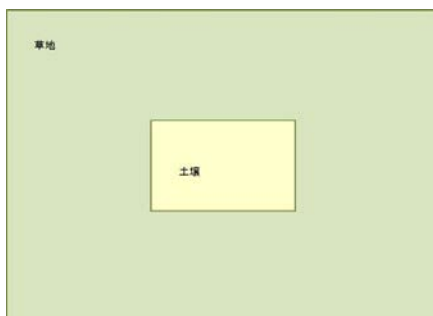
ver. 2.03

平成 24 年 6 月 15 日

日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門

本チュートリアルでは、CDEの基本的な操作方法を取り扱います。操作方法の具体例に沿って、基本的な操作方法を視覚的に把握できるように説明を試みました。また、除染計画の策定のための検討の一助とするため、除染による線量の低減予測のためのケーススタディをイメージして、下記の3つの工程に沿って操作方法を説明します。

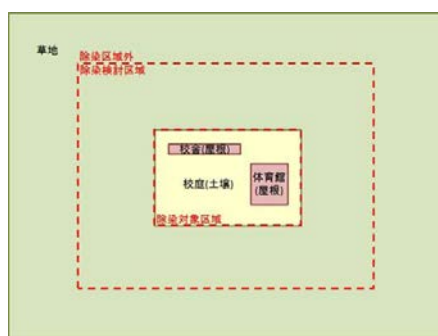
- STEP1：CDEの入力方法及び計算結果の見方（土壌と草地の2領域の地形）



- STEP2：除染技術を変更した場合の比較検討方法（建物(屋根)の区域を追加した地形）



- STEP3：除染区域を変更した場合の比較検討方法（草地を除染する区域と除染しない区域に分割した地形）



目次

【STEP1】	CDE の入力方法及び計算結果の見方	1
1-1.	初期設定	1
1-2.	背景画像の取込	2
1-3.	地形 ID の定義	3
1-4.	地形データ分布の入力	6
1-5.	計算作業	14
1-6.	計算結果の見方	16
【STEP2】	除染技術を変更した場合の比較検討方法	21
2-1.	初期設定	22
2-2.	背景画像の変更	22
2-3.	地形 ID の追加	26
2-4.	地形データ分布の入力	27
2-5.	計算作業	30
2-6.	計算結果出力用シートの複製	33
2-7.	除染技術を代えた場合の除染効果の比較検討	35
【STEP3】	除染区域を変更した場合の比較検討方法	38
3-1.	背景画像の変更	38
3-2.	地形 ID の追加	41
3-3.	地形データ分布の入力	42
3-4.	計算作業	49
3-5.	計算結果出力用シートの複製	51
3-6.	除染区域を変えた場合の比較検討	52

【STEP1】 CDE の入力方法及び計算結果の見方

図 1 に示すモデルを基に説明していきます。「土壌」、「草地」の 2 種類を扱うこととし、「草地」の中央に「土壌」部分がある体系とします。

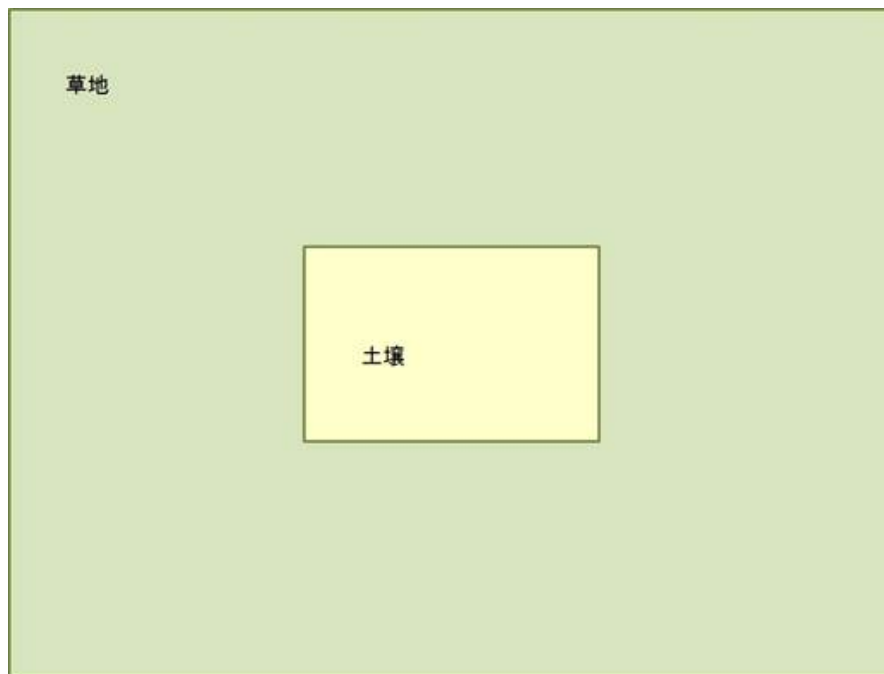


図 1 STEP1 のモデル

画像の取り込み方法、インプットの作成方法、アウトプットの見方等、CDE を扱うための最低限必要な操作方法の理解を進めます。

1-1. 初期設定

1-1-1. 「設定」シートにて、赤い点線円で示した箇所に関し、初期設定を行います。

2	1行追加	1行削除	ID	色	料面効果	ラベ
3			000		<input type="checkbox"/>	B.G
5			001		<input type="checkbox"/>	土壌
6			022		<input type="checkbox"/>	草地
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						

GPS機能使用しない	
GPS基準点(最北最西端)	
緯度	37.7288418
経度	140.5790376
GPS基準点(最南最東端)	
緯度	37.7684418
経度	140.5853528
メッシュサイズ	
	5×5 m
メッシュ数	
縦方向	120行
横方向	140列
メッシュ合計	16800個

【STEP1】

1-1-2. 今回は GPS 機能を使用しません。「GPS 機能を使用しない」となっているか確認します。異なる項目が選択されている場合は、「GPS 機能を使用しない」を選択します。

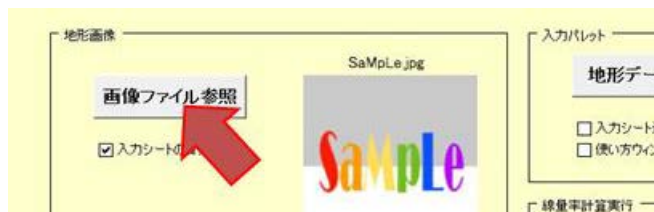
4					
5	GPS機能使用しない	000	<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラ
6	GPS機能使用しない	001	<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象
7	GPS機能2点(北西端南東端)	022	<input type="checkbox"/>	草地	除染区域

1-1-3. メッシュサイズとメッシュ数を指定します。ここでは、メッシュサイズは「5×5」を選択することとします。また今回使用する画像のサイズは、縦 600m、横 700m です。このため、メッシュ数については縦「120行」、横「140列」とします。

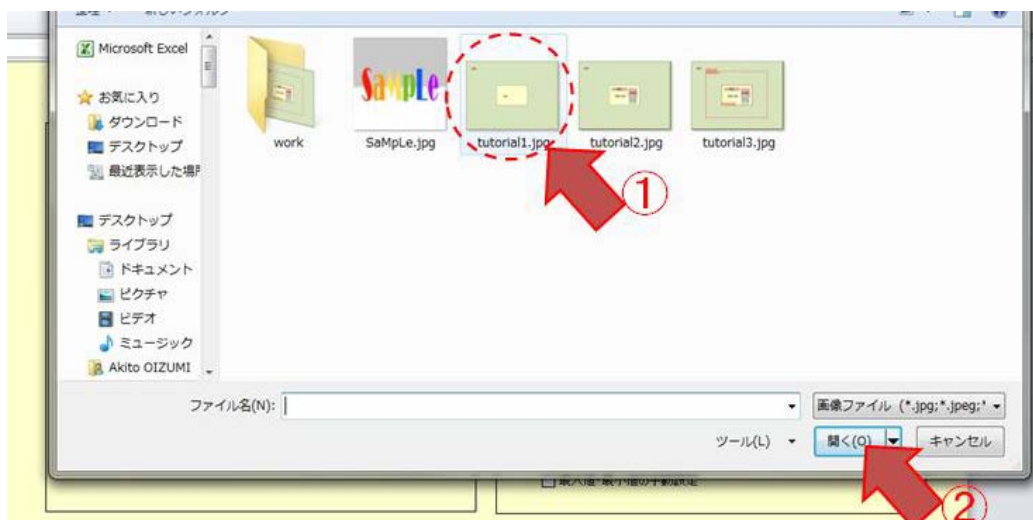
12	メッシュサイズ	
13	5×5	
14	5×5	
15	10×10	
16	15×15	
16	20×20	
17	縦方向	120行
18	横方向	140列
19	メッシュ合計	16800個
20	メッシュ塗残	16800個

1-2. 背景画像の取込

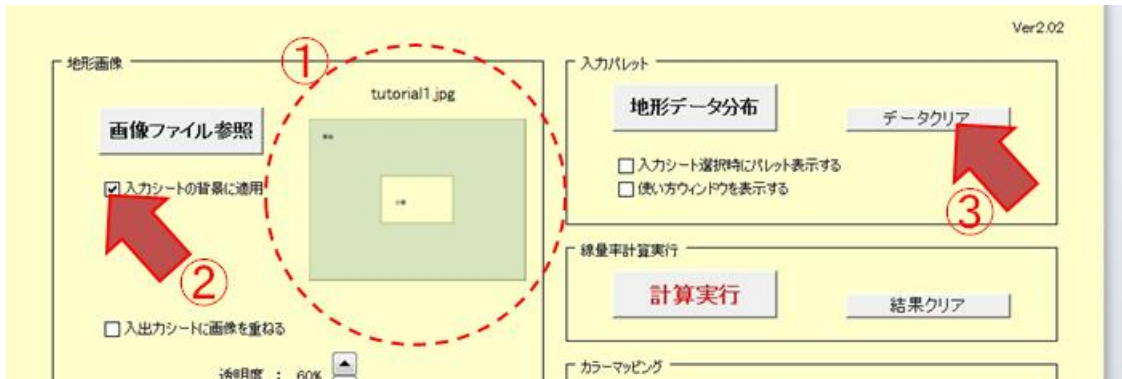
1-2-1. 「操作」シートに移動し、画像ファイルを取り込みます。「画像ファイル参照」をクリックすると、小ウィンドウが立ち上がります。



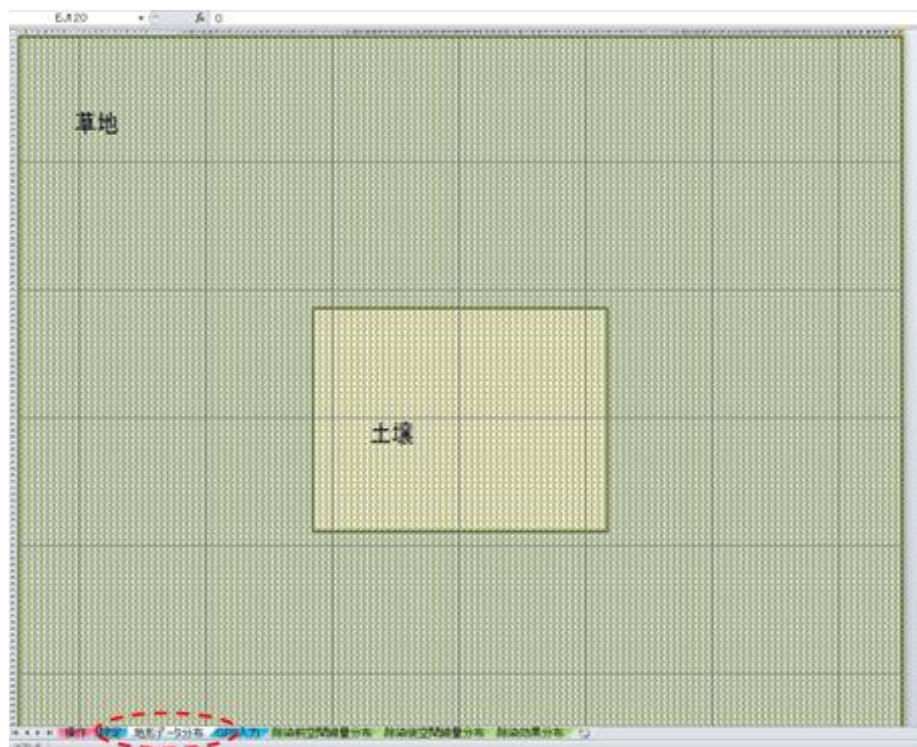
1-2-2. STEP1では、「tutorial1.jpg」を選択し、「開く」をクリックします。



- 1-2-3. 「操作」シートの画像が図1になっていることを確認してください。また、「入力シート」の背景に適用」にチェックを入れてください。さらに、「データクリア」をクリックし、これまでに行った初期設定を反映させます。



- 1-2-4. 「地形データ分布」シートに移動し、選択した画像が背景に使われているか、確認してください。



1-3. 地形 ID の定義

- 1-3-1. 「設定」シートに移動し、インプットを作成していきます。
- 1-3-2. まず、「汚染密度測定日」と「線量を評価する日」を入力します。チュートリアルでは、仮に、「汚染密度測定日」を「2011/3/11」、「線量を評価する日」を1年後の「2012/3/11」とします。次に、地形データを入力していきます。

ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度	除染技術	除染係数	高さ [cm]	値数
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	なし(1.0)	1.0	0.0	16800
001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	0.0	0
002		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	なし(1.0)	1.0	0.0	0

1-3-3. 今回は GPS 機能を使用しないため、汚染密度の入力方法から、「直接入力」を選択してください。

1-3-4. STEP1 では、地形データは 2 種類のみです。入力は、バックグラウンドを含めると 3 種類行います。以下の情報を基に、地形データを入力してください。

地形 0

- ID: 000
- 色: 無色
- ラベル 1: B.G.
- ラベル 2: バックグラウンド
- 汚染密度: 1.8 μ Sv/h(1cm 高さ)
- 除染技術: 「なし(1.0)」

地形 1

- ID: 001
- 色: 黄色
- ラベル 1: 土壌
- ラベル 2: 除染対象区域
- 汚染密度: 1.2 $\mu\text{Sv/h}$ (1cm 高さ)
- 除染技術: 「土壌 上下層入れ替え(2.5)」

地形データ(入力)									
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度		除染技術	除染係数	覆土 [cm]
					直接入力	Bq/cm ² $\mu\text{Sv/h}$ $\mu\text{Sv/h}$ (1cm) (100cm)			
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	0.0
001	黄色	<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	0.0
022	緑色	<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	なし(1.0) 土壌 表土の除去(10.0) 土壌 表土の除去 + 新表土補充(15.0) 草地 芝生の葉及びサッチ層の除去(1.8) 草地 芝の除去(3.0) 草地 芝の除去 + 表土除去(10.0) 道路(舗装): 高圧水洗浄(3.0) 道路(舗装): 舗装板の裏面洗(4.0)	1.0	0.0

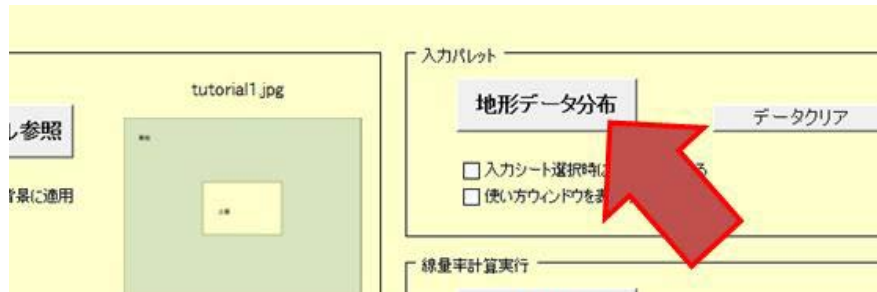
地形 2

- ID: 022
- 色: 緑色
- ラベル 1: 草地
- ラベル 2: 除染区域外
- 汚染密度: 1.8 $\mu\text{Sv/h}$ (1cm 高さ)
- 除染技術: 「なし(1.0)」

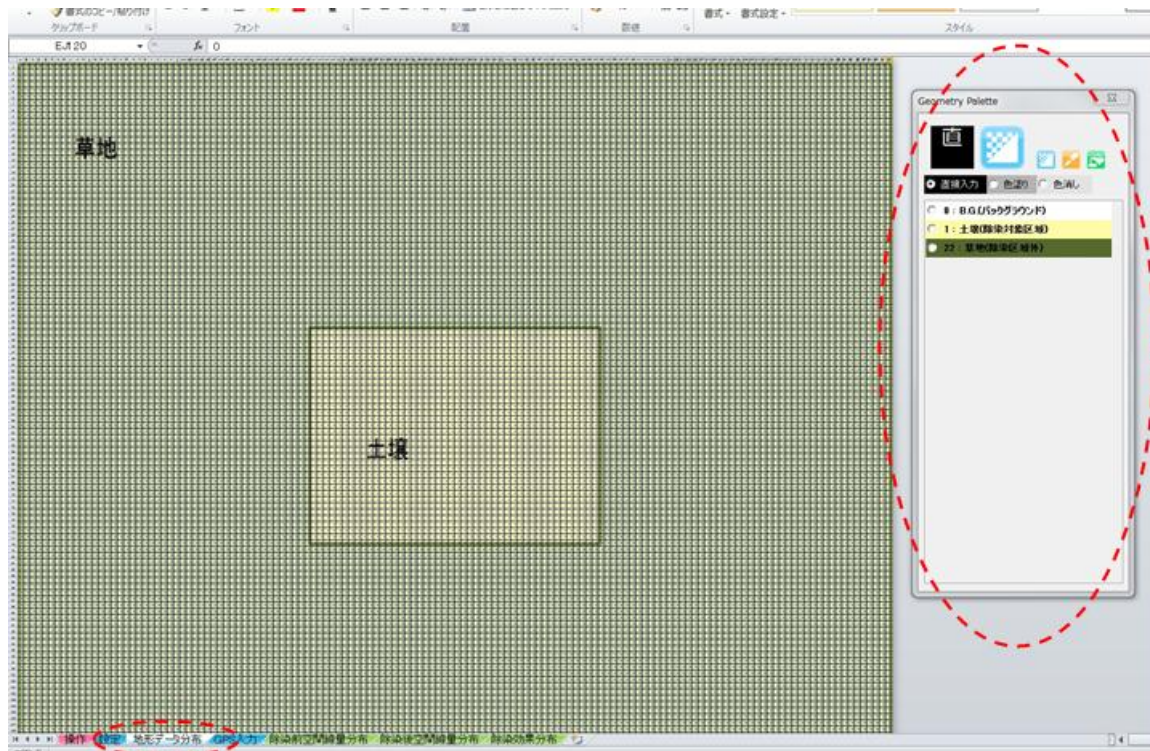
地形データ(入力)									
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度		除染技術	除染係数	覆土 [cm]
					直接入力	Bq/cm ² $\mu\text{Sv/h}$ $\mu\text{Sv/h}$ (1cm) (100cm)			
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	0.0
001	黄色	<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	0.0
022	緑色	<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	なし(1.0) 土壌 上下層の入れ替え(2.5) 土壌 表土の除去(10.0) 土壌 表土の除去 + 新表土補充(15.0) 草地 芝生の葉及びサッチ層の除去(1.8) 草地 芝の除去(3.0) 草地 芝の除去 + 表土除去(10.0) 道路(舗装): 高圧水洗浄(3.0)	1.0	0.0

1-4. 地形データ分布の入力

1-4-1. 「操作」シートに移動し、「地形データ分布」をクリックします。

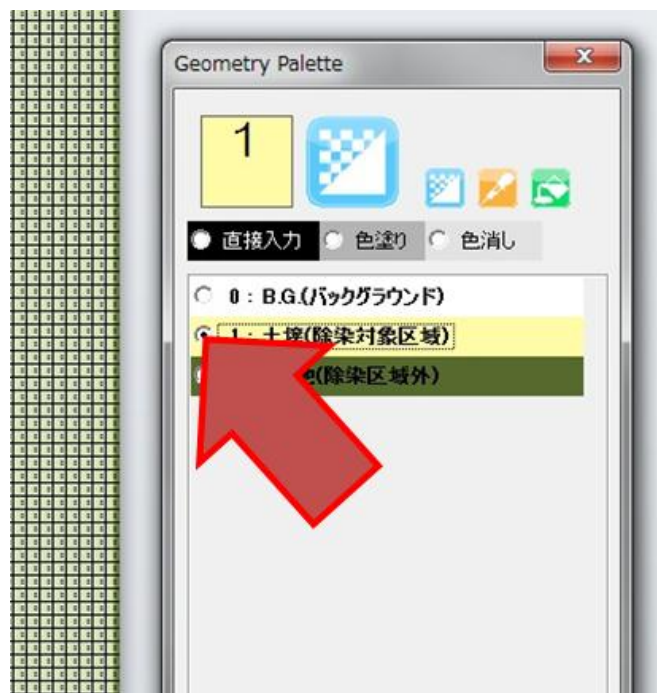


1-4-2. 自動的に「地形データ分布」シートに移動します。赤い点線円で示した「パレット」を使い、地形情報をインプットします。ここでは、様々なインプット方法を試してみます。

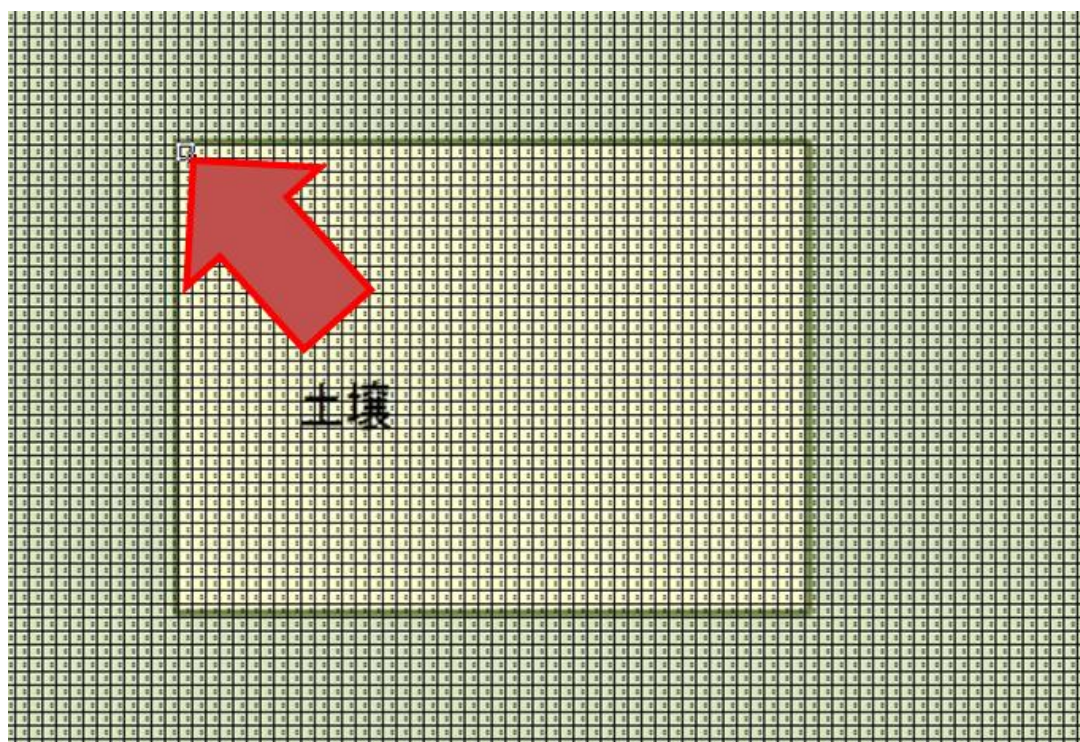


1-4-2-1 パレット機能

- ① 「パレット」にある ID=1 (=001) の土壌(除染対象区域)を選択します。

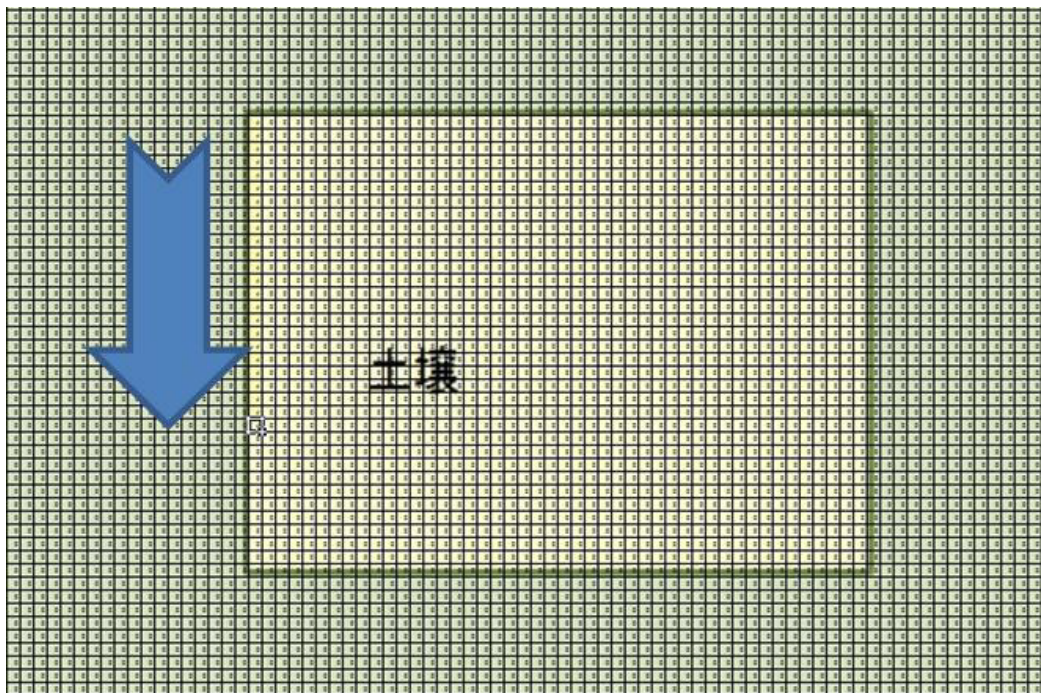


- ② 背景の図の土壌で、最も左上に位置している「AV44」のメッシュを選択します。
「AV44」のセルには、ID=1 が入力され、「設定」シートで指定した色が塗られます。

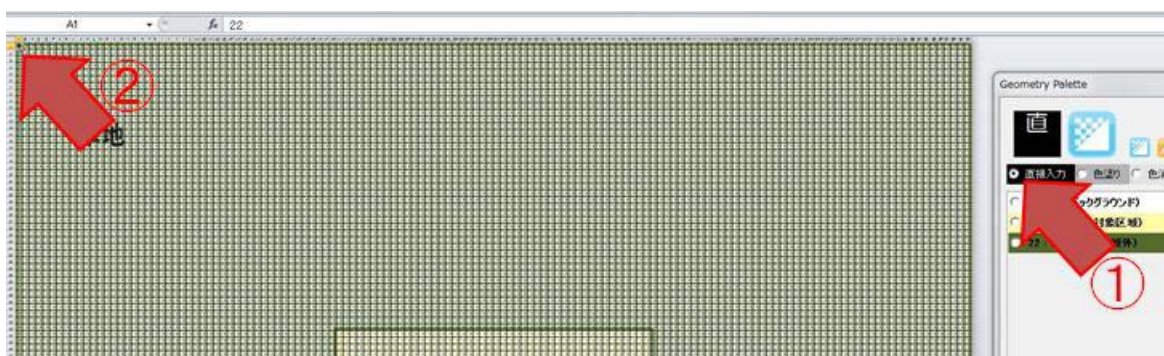


【STEP1】

- ③ さらに、キーボードの「↓」を押すことで、カーソルを動かします。通過したメッシュについても ID=1 が入力され、着色されていることを確認してください。

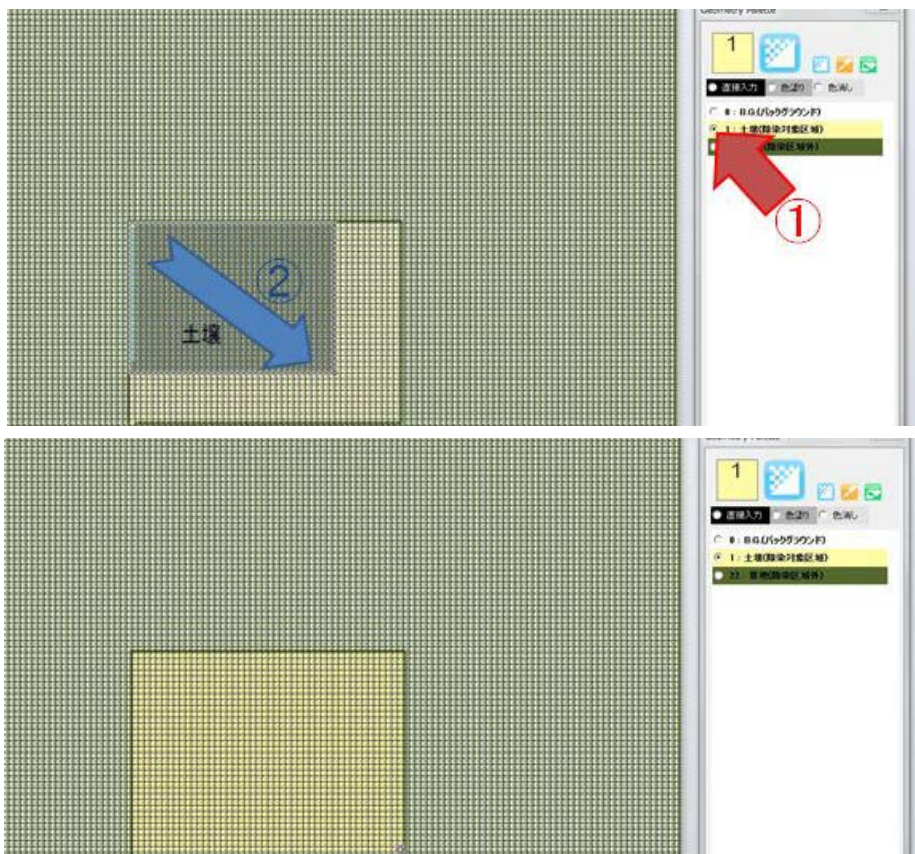


- ④ 直接入力する方法を説明します。「パレット」の「直接入力」を選択します。例えば、背景の図の草地で最も左上に位置する「A1」のメッシュを選択し、キーボードで「22」を入力します。これにより、「A1」のメッシュには ID=22 (=022) が指定され、着色されます。



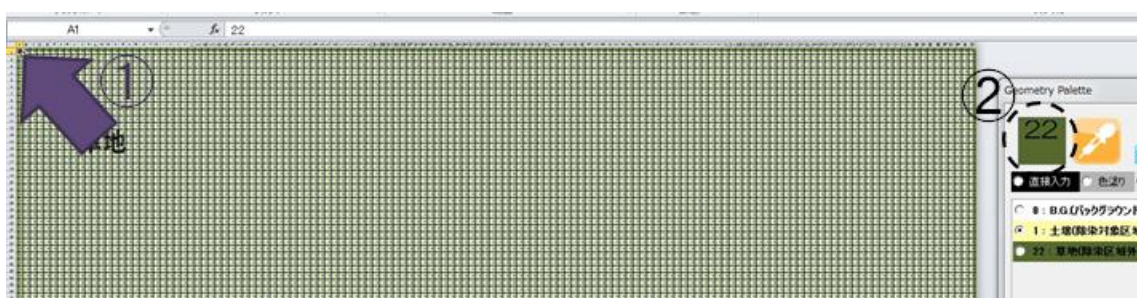
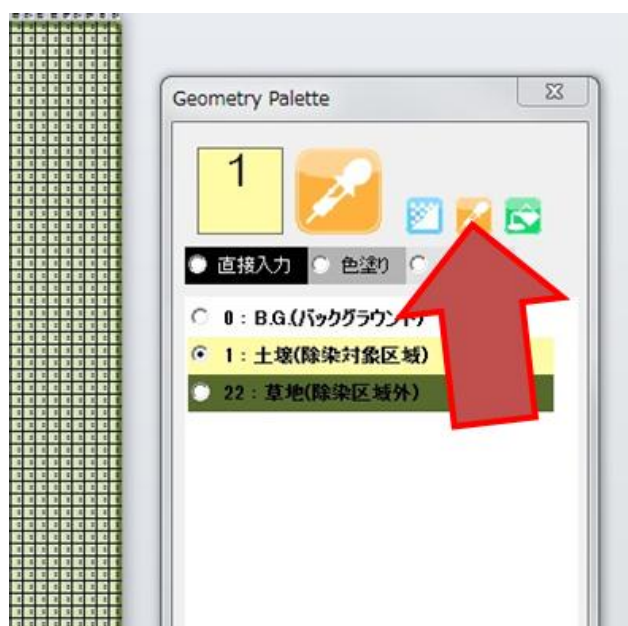
【STEP1】

- ⑤ 次に、マウスのドラッグにより、広域を一度に入力する方法を説明します。土壤の領域にて試します。「パレット」で ID=1 の土壤(除染対象区域)を選択します。続いて、マウスを「AV44」に合わせて。マウスの「左クリック」を押したままの状態、マウスを右下方向に「EJ120」まで動かし、土壤の領域全体を選択し、「左クリック」から指を離します。これにより、指定した土壤の領域にあるメッシュには、ID=1 が一度に指定され、着色されます。



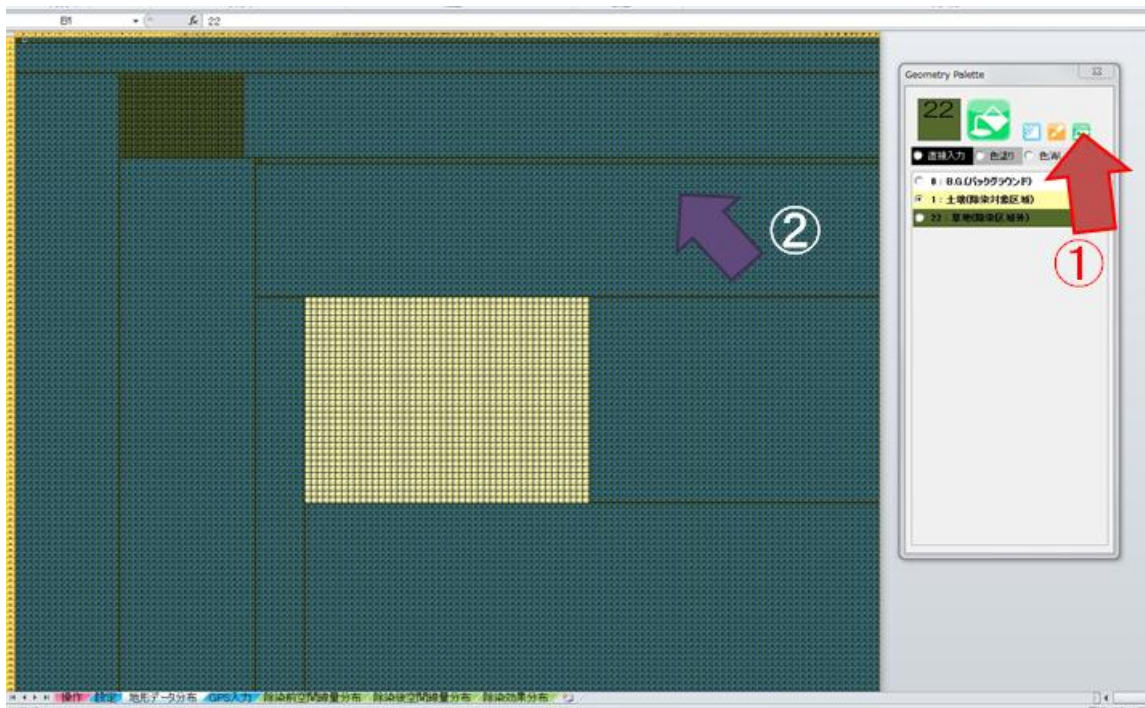
1-4-2-2 スポイト機能

次に、「パレット」を使わなくても入力したい ID を変更できる、「スポイト機能」を試してみます。「パレット」の上部にあるオレンジ色のスポイトの絵を「左クリック」で選択します。これにより、「パレット」メインアイコンの右側が選択したスポイトの絵に切り替わります。この状態で、ID=22 が入力されている「A1」のメッシュ上で「右クリック」を押します。「パレット」メインアイコンの左側が ID=22 に切り替わりますので、この状態でこれまでに説明した入力方法を行うと、ID=22 を各メッシュに入力することができます。さらにこの状態で ID=1 が入力されているメッシュ上で「右クリック」を押すことで、「パレット」メインアイコンの左側が ID=1 に切り替わり、以後、ID=1 を入力することができます。



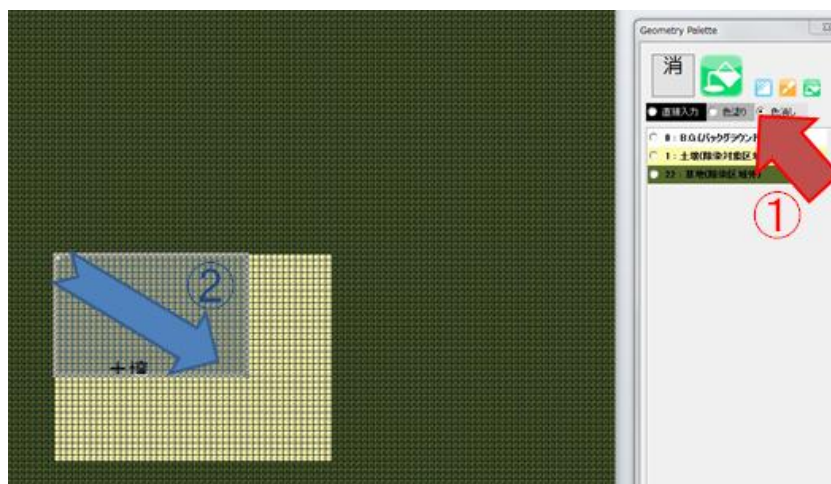
1-4-2-3 ビーカー機能

特定の領域において、ID を一度に入力することが可能な「ビーカー機能」を試します。「パレット」の上部にある、緑色のビーカーの絵を「左クリック」で選択します。これにより、「パレット」メインアイコンの右側が選択したビーカーの絵に切り替わります。ビーカー機能を利用すれば、右クリックした領域(同じ色の範囲)を選択した色で塗りつぶすことができます。例えば、ID が指定されていない(ID=0)の任意のメッシュ（「草地」に対する任意のメッシュ）上で「右クリック」を押します。今回の例では、ID が指定されていない(ID=0)のメッシュ全てに対して、ID=22 が一度に入力されることとなります。「ビーカー機能」は、既に ID が入力されているメッシュに対しても、別の ID で上書きする際に同様に使用できます。ID を追加し、地形データ分布を更新したい場合などでも有効に使うことができます。



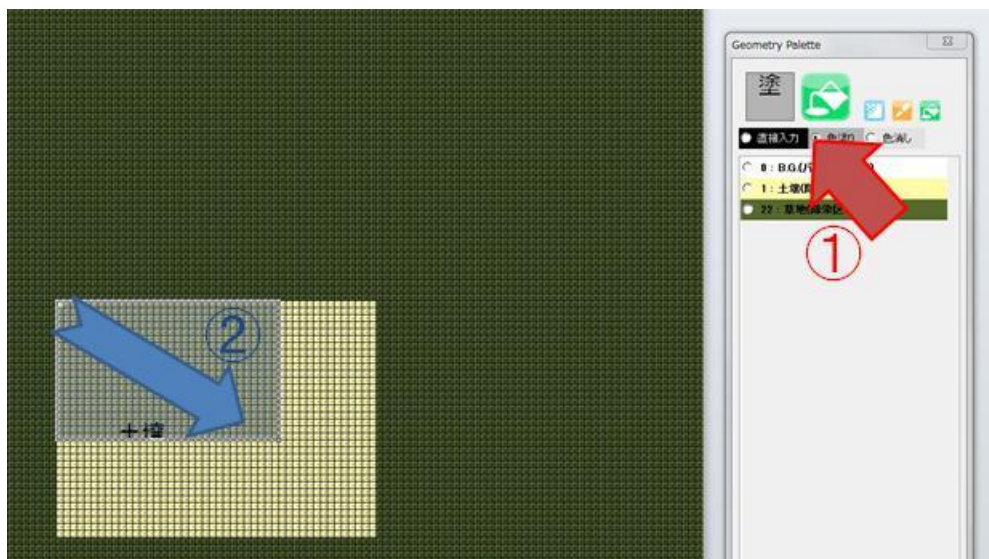
1-4-2-4 色消し機能

以上の作業で、STEP1の「地形データ分布」シートの入力は完了しました。しかし、このままでは塗った色で背景が隠れてしまい、正しく塗られているか確認できません。そのような場合は、「色消し機能」を使います。「パレット」にある「色消し」を選択します。これにより、「パレット」メインアイコンの左側が「消」に切り替わります。この状態で、色を消したいメッシュを選択し、IDを入力した方法と同様に操作します。ここでは、マウスのドラッグによる方法で説明していきます。土壌の最も左上である「AV44」を選択し、右下方向にドラッグします。これにより、背景の図に記載されている「土壌」の文字が見えてきます。ただし、色を消しているだけなので、各メッシュに入力されているIDは保存されている状態です。

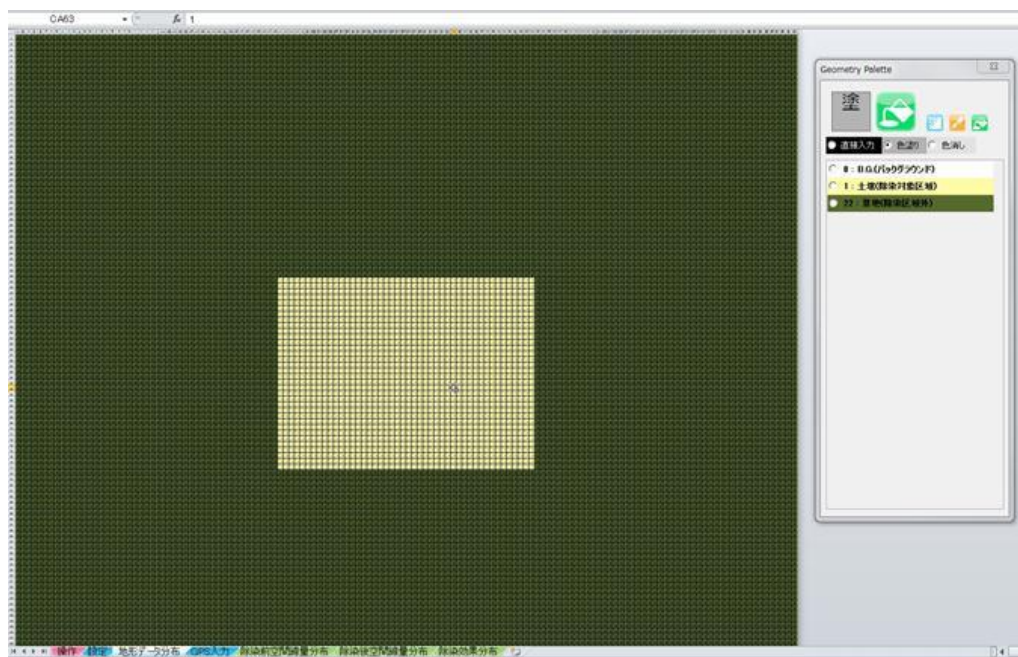


1-4-2-5 色塗り機能

逆に、次は色を復活させる「色塗り機能」です。主に、「色消し機能」で消されたメッシュの色を復活させる場合に使用します。「パレット」にある「色塗り」を選択します。これにより、「パレット」メインアイコンの左側が「塗」に切り替わります。この状態で、色を復活させたいメッシュを選択し、色を消した方法と同様に操作します。ここでも、マウスのドラッグによる方法で説明していきます。土壌の最も左上である「AV44」を選択し、右下方向にドラッグします。これにより、背景の図に記載されている「土壌」の文字が塗りつぶされます。



1-4-3. 以上で、「地形データ分布」シートへの入力は完了です。



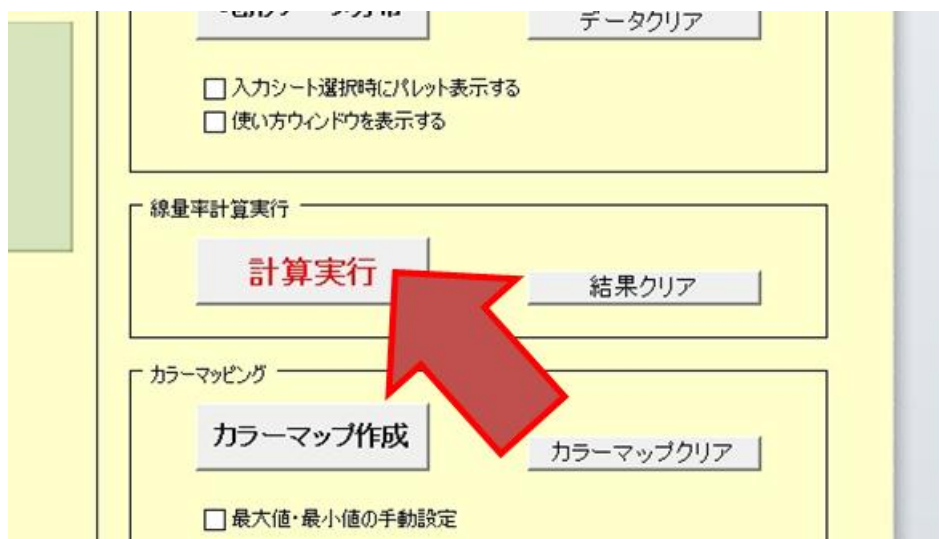
1-5. 計算作業

1-5-1. 「設定」シートに移動し、「メッシュ塗残」は無いか、「汚染密度測定日」及び「線量を評価する日」に記入漏れはないか、確認します。

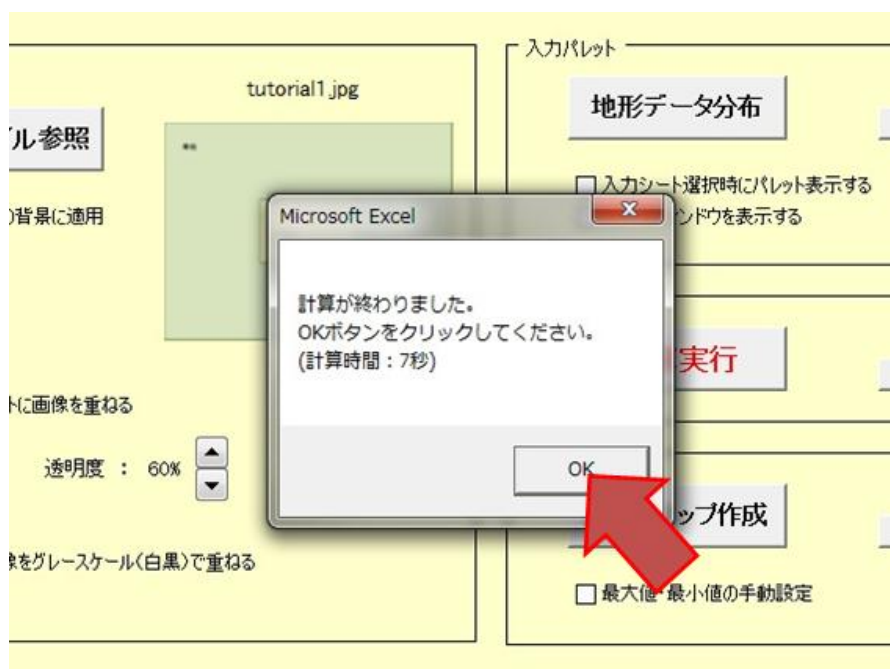
13	メッシュサイズ	
14	5×5	m
15		
16	メッシュ数	
17	縦方向	120 行
18	横方向	140 列
19	メッシュ合計	16800 個
20	メッシュ塗残	0 個
21	マップサイズ	
22	縦方向	600 m
23	横方向	700 m
24		
25	汚染密度測定日(YYYY/MM/DD)	
26	2011/3/11	
27	線量を評価する日(YYYY/MM/DD)	
28	2012/3/11	

操作 設定 地形データ分布 GPS入力 除染前

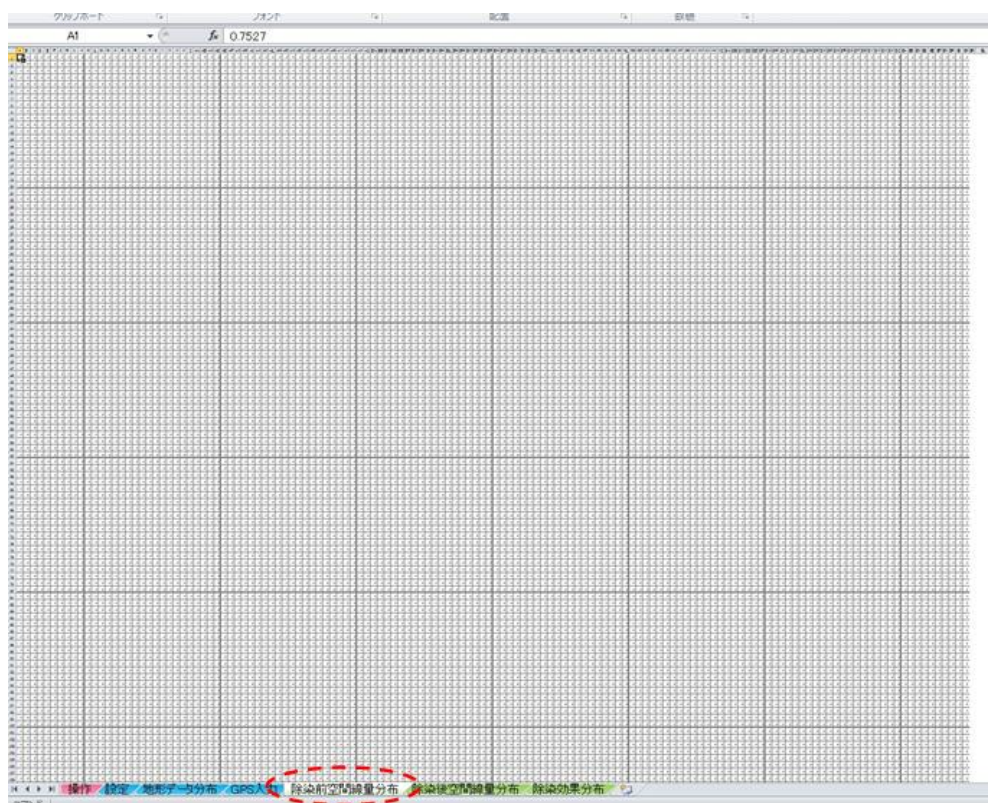
1-5-2. 「操作」シートに移動し、「計算実行」をクリックすると、計算が始まります。この間、「しばらくお待ちください」と書かれた小ウィンドウが立ち上がります。



- 1-5-3. 10 秒程度で、計算終了を告げる小ウィンドウが立ち上がりますので、OK ボタンをクリックしてください。



- 1-5-4. この状態で、「除染前空間線量分布」シートに移動すると、各メッシュに線量が出力された無色のアウトプットが作成されているのが確認できます。このままでは、線量がどのように分布しているのかイメージしにくいいため、アウトプットに着色します。



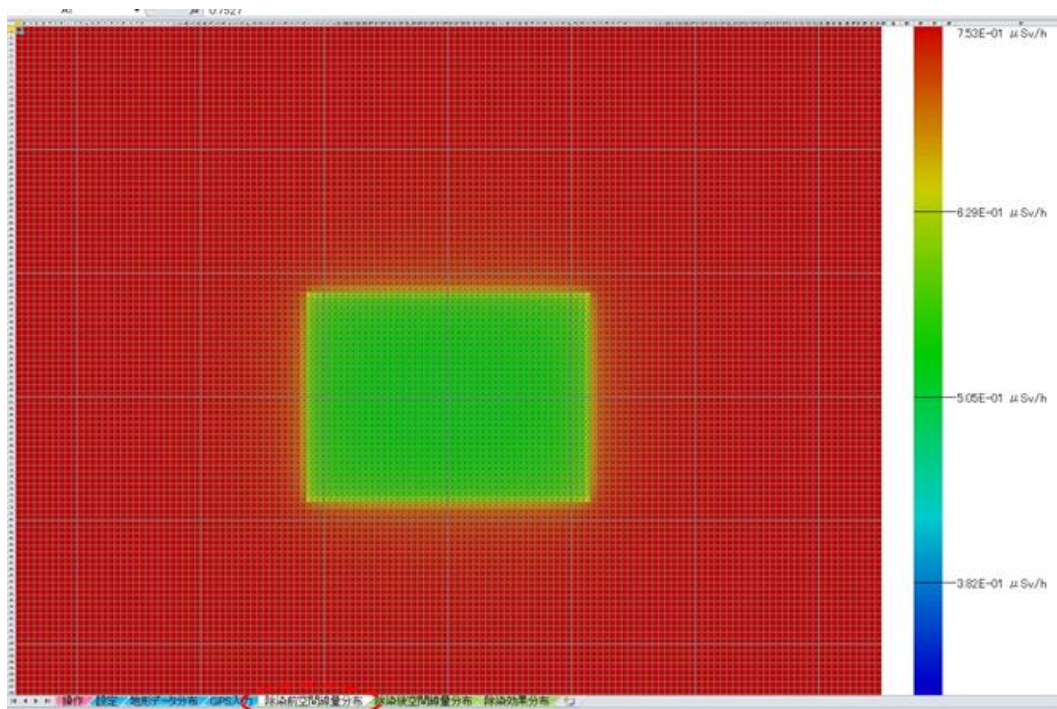
- 1-5-5. 「操作」シートに戻り、「カラーマップ作成」ボタンをクリックすると、小ウィンドウが立ち上がります。



- 1-5-6. 10秒程度で着色の経過待ちのための小ウィンドウは自動で消えます。

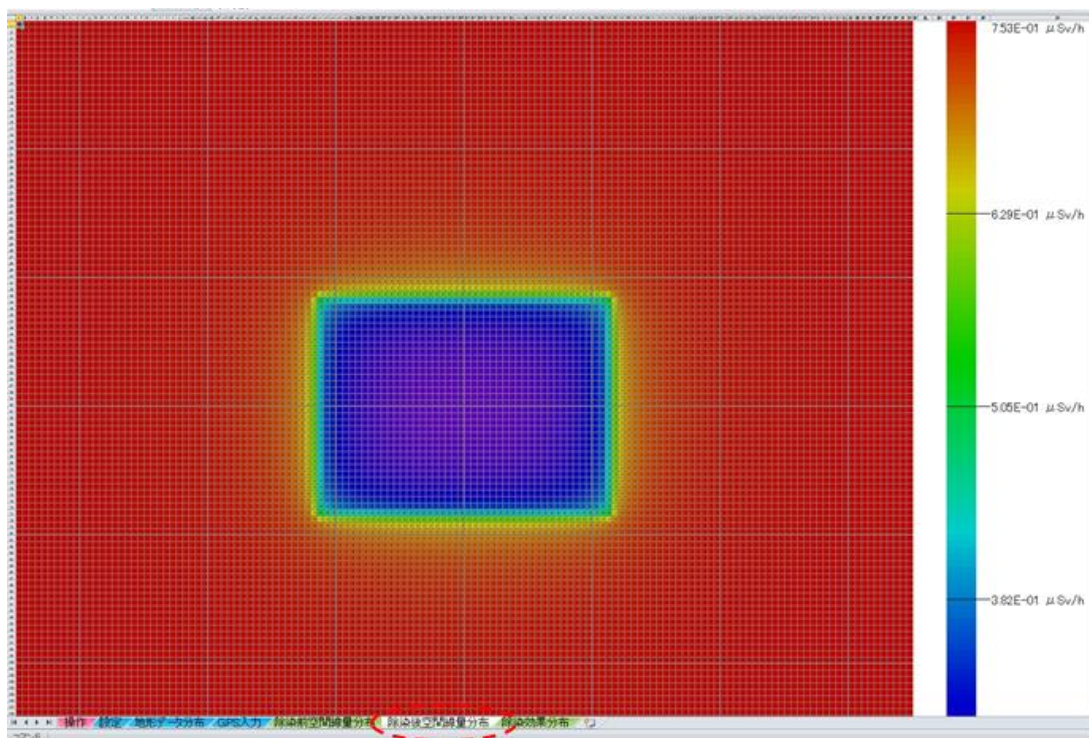
1-6. 計算結果の見方

- 1-6-1. 「除染前空間線量分布」シートに移動すると、先ほどまで数値のみが出力されていたメッシュに着色されているのが確認できます。
- 1-6-2. 右側にあるスケールバーは、線量の程度を表しています。赤、橙、黄、緑、水色、青、紫の順に、線量が低くなることを示しています。チュートリアルでは、中央に位置する土壌の線量が周囲の草地に比べて線量が低いという条件を与えたため、土壌では比較的線量の低い緑色を示し、周囲の草地では比較的線量の高い赤色を示しています。

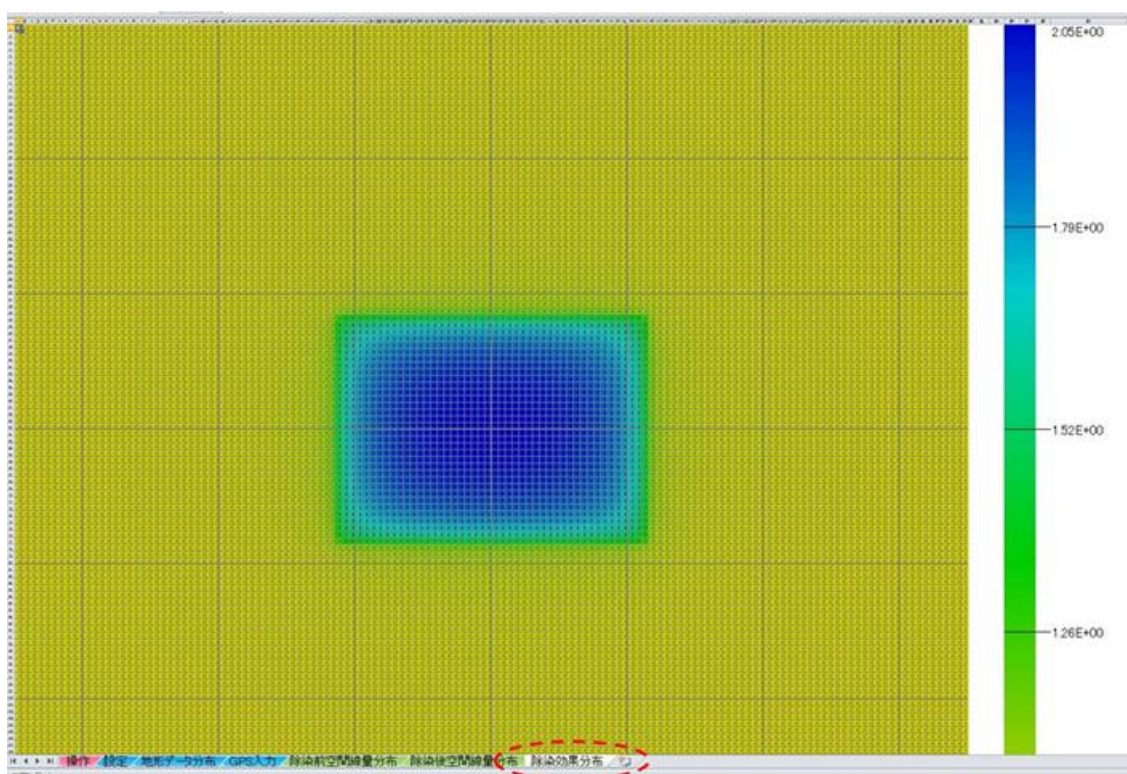


- 1-6-3. 「除染後空間線量分布」シートに移動します。見方は「除染前空間線量分布」シ

ートと同様です。除染は、中央に位置する土壌のみで行ったため、土壌とその周辺だけ線量が低く、周囲の草地に関しては線量が高い値となっています。また、除染を均一に行ったはずの土壌領域内で、線量に分布がついています。土壌の中心に近いほど線量が低く、周囲の草地に近づくほど線量が高くなる傾向にあります。これは、Cs-137の γ 線の飛程が約100mと、遠くまで飛ぶことに関係しています。土壌のみを除染しても、除染していない草地から γ 線が飛んでくるため、草地に近い境界近辺においては、土壌の中心よりも線量が高くなります。

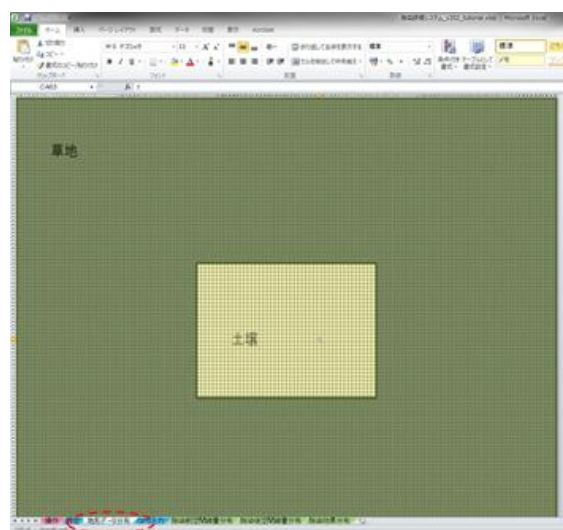
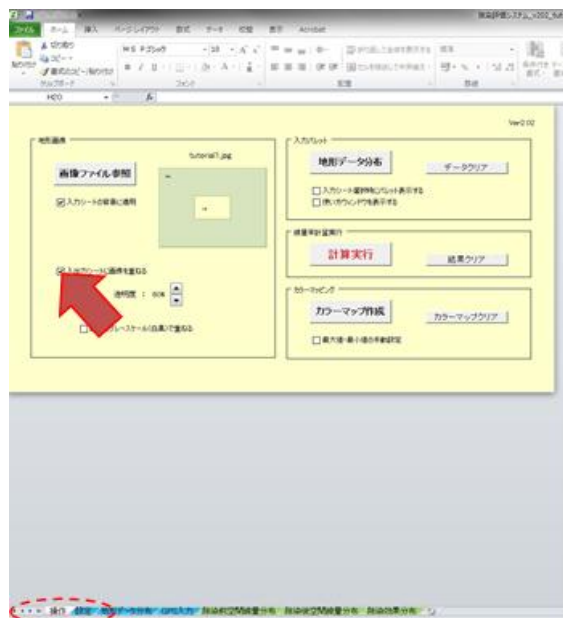


1-6-4. 「除染効果分布」シートに移動します。このシートでは、各メッシュにおいて、「除染前の空間線量」に対して「除染後の空間線量」がどれだけ下がったかの比をとった結果が示されています。例えば、あるメッシュにおいて、除染前の空間線量が $6 \mu\text{Sv/h}$ であったことに対し、除染後の空間線量が $3 \mu\text{Sv/h}$ となる場合、除染効果（厳密には線量低減係数：除染前後の線量の比）は 2 となります。基本的には「除染前空間線量分布」シートと見方は同じですが、スケールバーの色の対応が異なり、黄、緑、水色、青の順に、除染効果が大きくなっていくことを示しています。

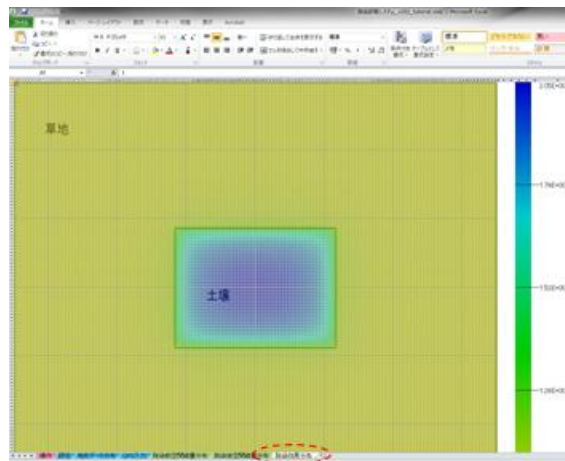
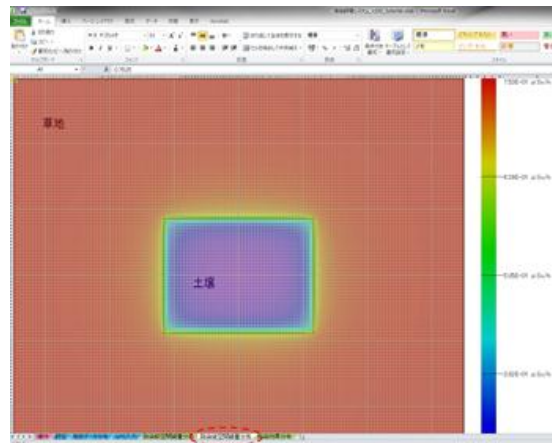
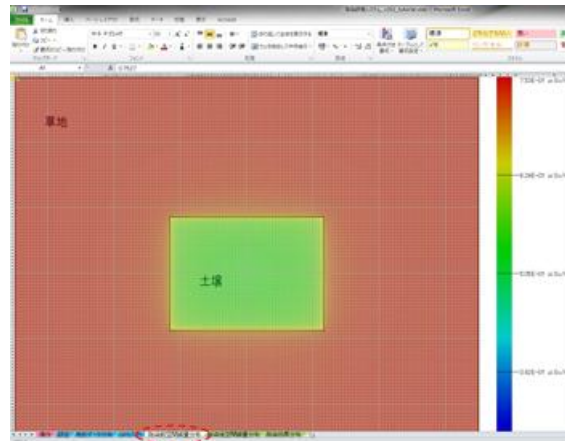


1-6-5. 「入出力シートに画像を重ねる機能」を紹介します。「操作」シートに移動し、「入出力シートに画像を重ねる」にチェックを入れます。この状態で、「地形データ分布」シート、「除染前空間線量分布」シート、「除染後空間線量分布」シート、「除染効果分布」シートを見ると、インプット作成時に背景で使用していた画像が各シートに重ねられているのが確認できます。この機能を用いることにより、位置関係を視覚的に把握することが容易になりますので、この機能を使用されることをお勧めします。

画像を消す場合は、「操作」シートに戻り、「入出力シートに画像を重ねる」からチェックを外してください。また、「入出力シートに画像を重ねる」にチェックを入れたままの状態では、インプットを作成できません。入力作業の際には、必ず、「操作」シートにて、「入出力シートに画像を重ねる」からチェックを外してください。



【STEP1】



1-6-6. STEP1 は以上です。

【STEP2】 除染技術を変更した場合の比較検討方法

図2に示すモデルを基に説明していきます。



図2 STEP2のモデル

対象とする地形は、「土壌」、「草地」そして「屋根」の3種類です。STEP1のモデルと同様に「草地」の中央に「土壌」があり、STEP2ではさらに「土壌」の中に「校舎(屋根)」「体育館(屋根)」がある体系とします。また、STEP1では「土壌」としていた地形を「校庭(土壌)」と名称を変更し、学校の除染を想定した簡易的なモデルとしています。ここでは、STEP1の入力をベースに、インプットの作成・更新方法、地形IDの追加方法、除染技術を代えた場合の比較検討方法と、CDEを使った実践的な除染効果評価手法の理解を進めます。

2-1. 初期設定

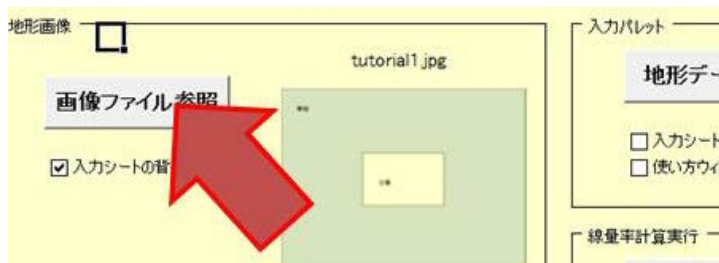
STEP2 と STEP3 では、それぞれ計算結果を比較します。そこで、空間線量分布や除染効果におけるスケールの最大値と最小値を固定し、統一したスケールとすることで視覚的に比較しやすくします。

まず、「操作」シートに移動し、カラーマッピングの「最大値・最小値の手動設定」にチェックを入れます。すると、空間線量率及び除染効果の最大値と最小値を入力するための表が表示されます。チュートリアルでは、STEP2、STEP3 ともに、空間線量率において最大値を 0.900($\mu\text{Sv/h}$)、最小値を 0.100($\mu\text{Sv/h}$)とし、除染効果については最大値を 8.0、最小値を 1.0 とします。

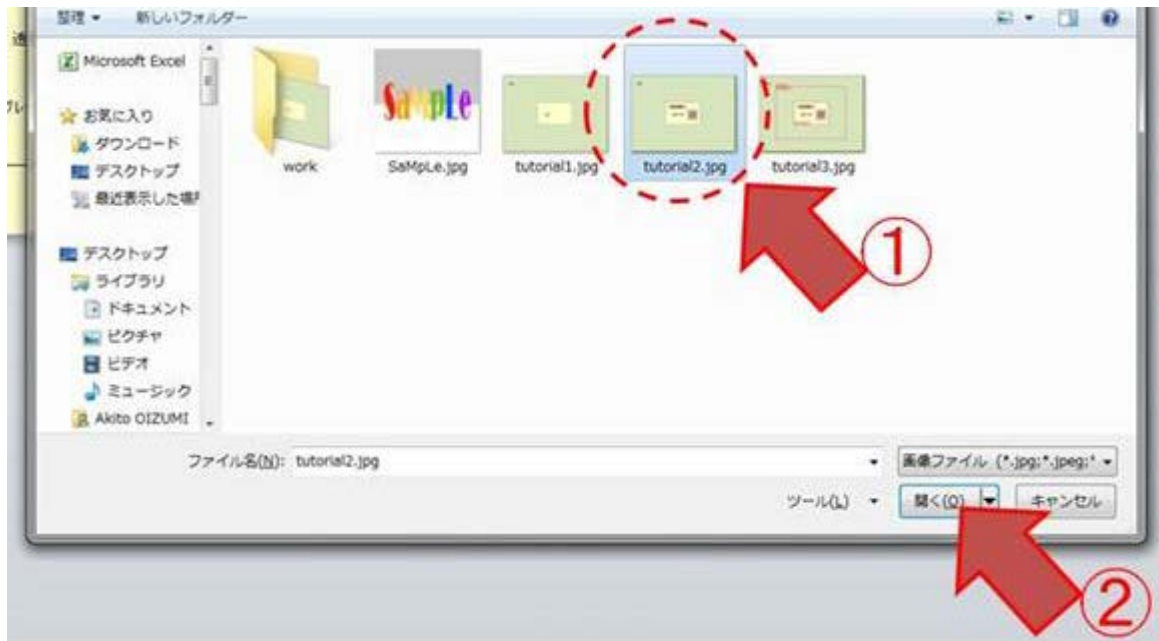


2-2. 背景画像の変更

2-2-1. 「操作」シートにて、STEP1 で使用した画像から STEP2 で使用する画像に変更します。「画像ファイル参照」をクリックすると、小ウィンドウが立ち上がります。



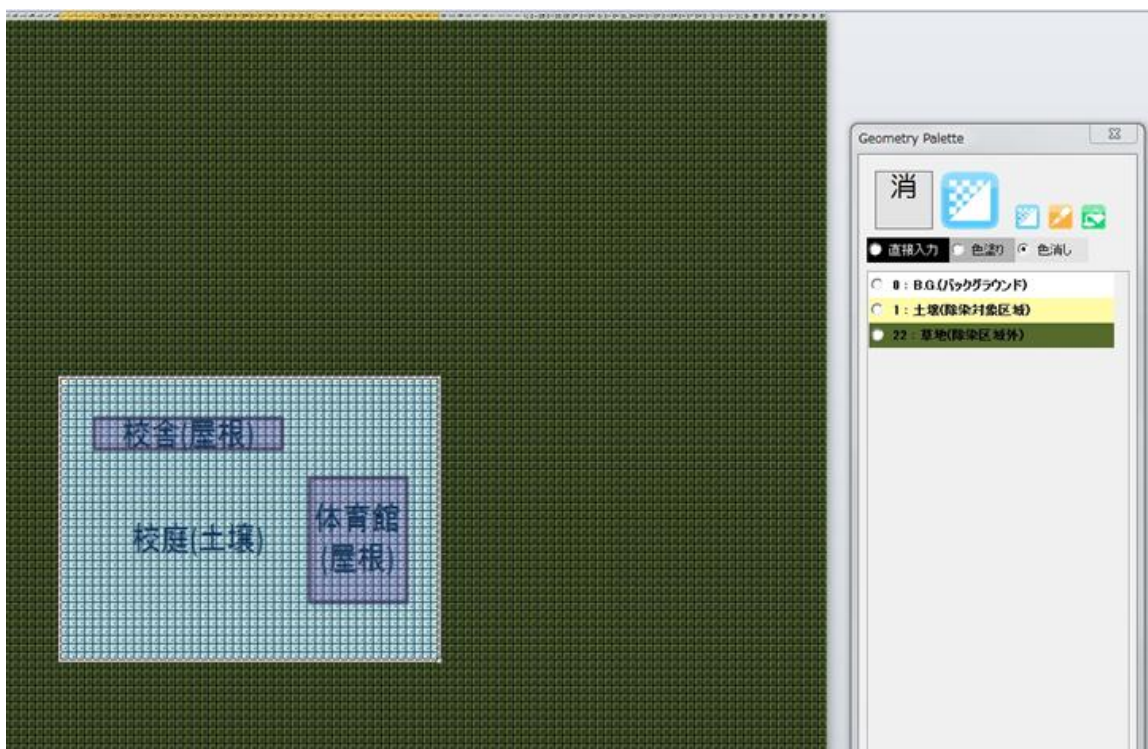
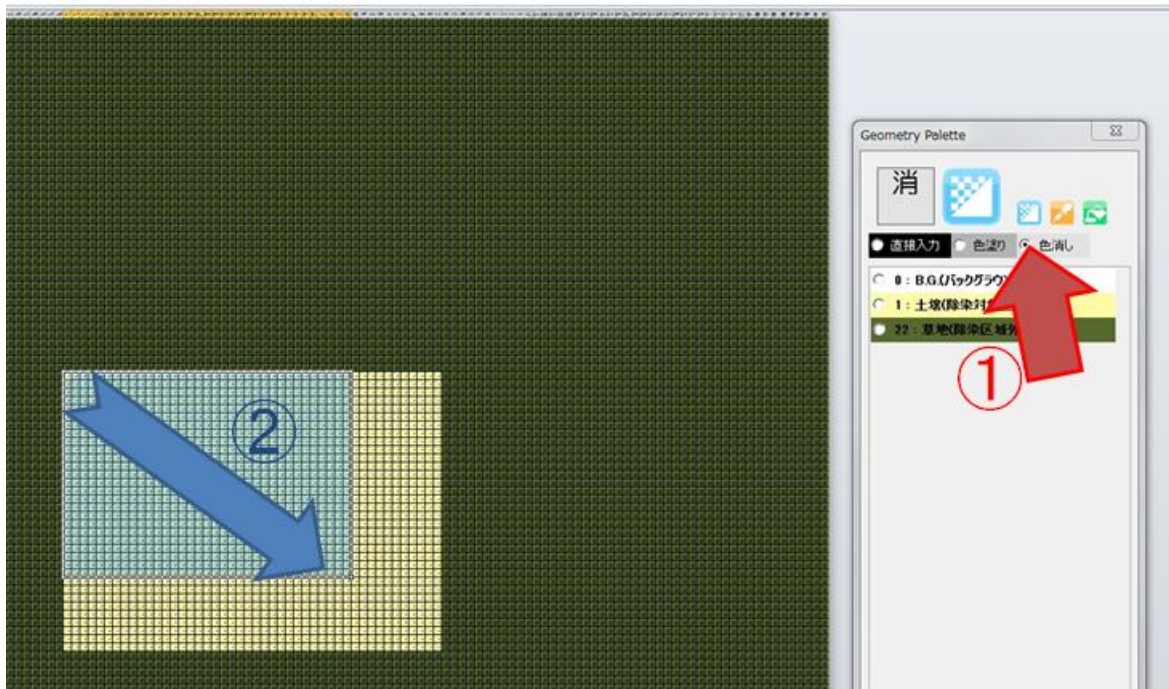
2-2-2. ここでは、「tutorial2.jpg」を選択し、「開く」をクリックします。



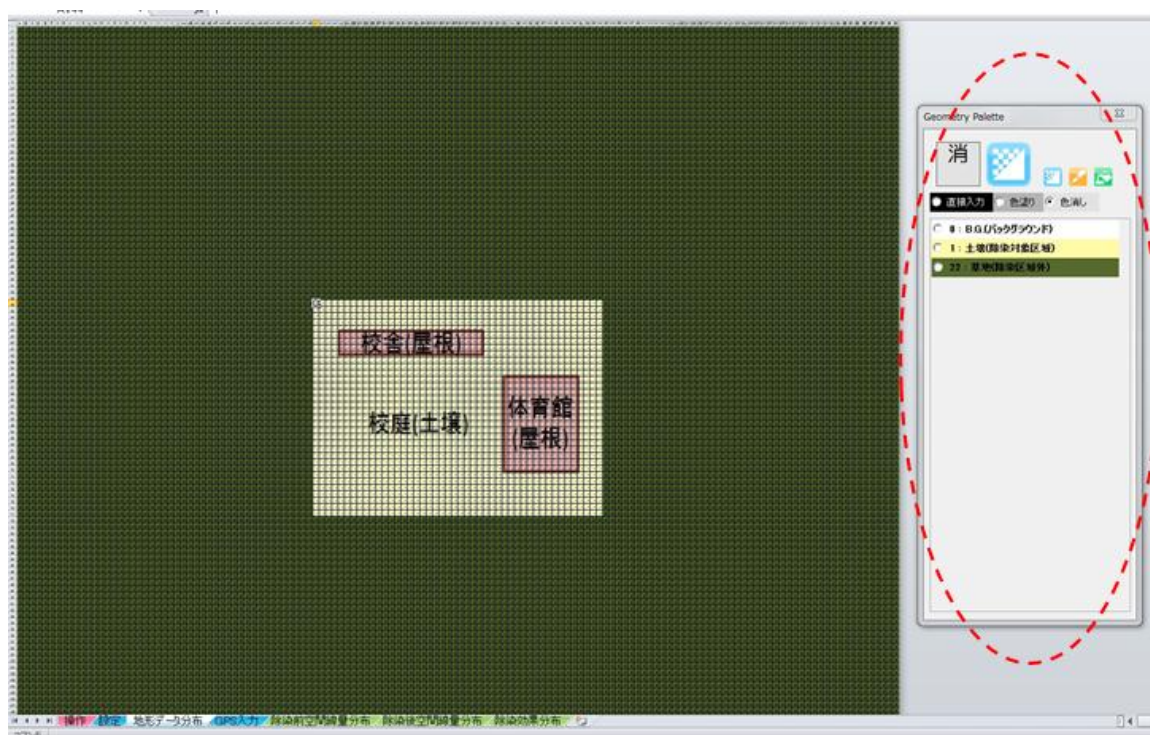
2-2-3. 「操作」シートの画像が図2になっていることを確認してください。また、「入力シートに背景に適用」にチェックを入れてください。さらに、「地形データ分布」をクリックします。



2-2-4. 自動的に「地形データ分布」シートに移動します。「色消し機能」を使い、土壌領域の色を消します。



2-2-5. 「tutorial2」の画像では、「土壌」の文字が「校庭(土壌)」に置き換わっていること、新たに「校舎(屋根)」と「体育館(屋根)」が追加されているのが確認できます。しかし、STEP1の入力をベースにしているため、この時点では、追加された「校舎(屋根)」と「体育館(屋根)」に対して、STEP1で指定した地形ID (ID=22 : 土壌)が残っています。また、STEP1で作成した「パレット」には「屋根(除染対象区域)」がありません。よって、新たに地形IDを追加すること、及び地形データ分布を更新することが必要となります。



2-3. 地形 ID の追加

2-3-1. 「設定」シートに移動し、「F7」のメッシュ位置を選択します。続いて、同シートの左上にある「1行追加」ボタンをクリックします。

地形データ(入力)						
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	直接入力	
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド		
001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域		
022		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外		

2-3-2. これにより、入力できる ID が 1 行追加されます。この行に、今回追加する「屋根」のインプット情報を与えていきます。

削除	地形データ(入力)						地形データ(出力)				
	ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	直接入力	汚染密度 [kg/cm ² a Sv/h a Sv/h (1cm) (100cm)]	除染技術	除染係数	覆土 [cm]	個数
	000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	なし(1.0)	1.0	0.0	0	0
[端]	001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	0.0	1564	38100
38418	022		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	なし(1.0)	1.0	0.0	15236	380900
90376			<input type="checkbox"/>						0.0		
[端]											
84418											
53528											

2-3-3. STEP1で「土壌」と「草地」のインプットを作成した要領と同様に、以下の情報を基に、地形データを入力してください。

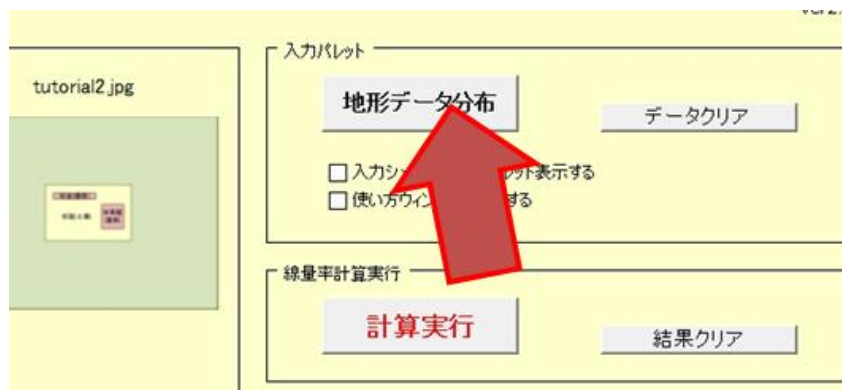
地形 3

- ID: 003
- 色: 桃色
- ラベル 1: 屋根
- ラベル 2: 除染対象区域
- 汚染密度: 2.3 $\mu\text{Sv/h}$ (1cm 高さ)
- 除染技術: 「家屋の屋根 高圧水除染(1.5)」

削除	地形データ(入力)							地形データ(出力)			
	ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度 直接入力	除染技術	除染係数	覆土 [cm]	個数	面積 [㎡]
	000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	なし(1.0)	1.0	0.0	0	0
5端)	001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	0.0	1564	39100
F38418	022		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.0	なし(1.0)	1.0	0.0	15236	380900
F90376	003		<input type="checkbox"/>	屋根	除染対象区域	2.3	家屋の屋根 高圧水除染(1.5)	1.5	0.0		
E端)											
384418											

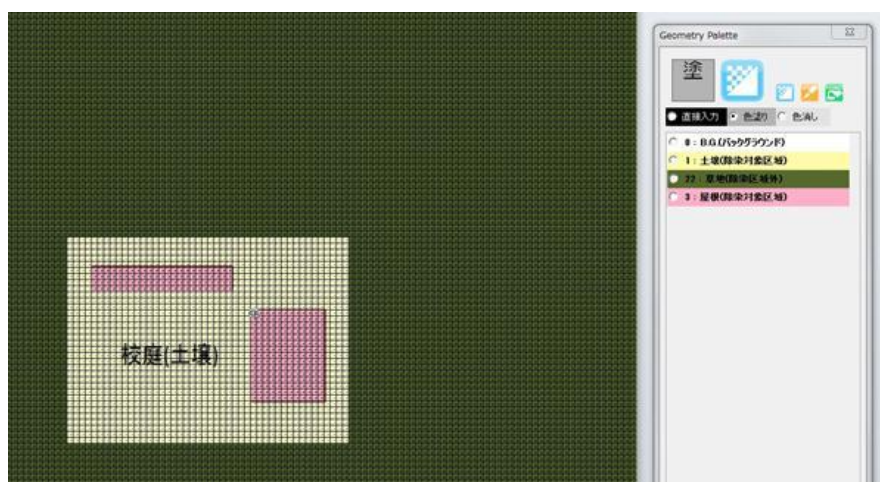
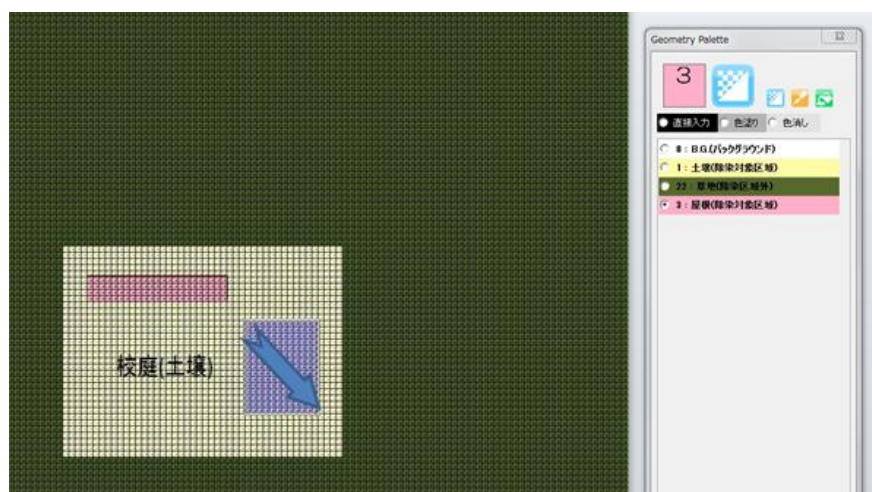
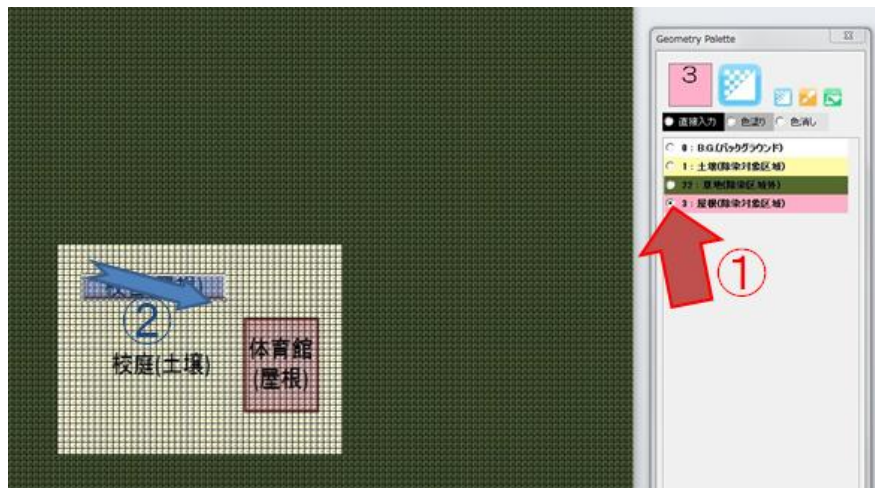
2-4. 地形データ分布の入力

2-4-1. 「操作」シートに移動し、「地形データ分布」をクリックします。



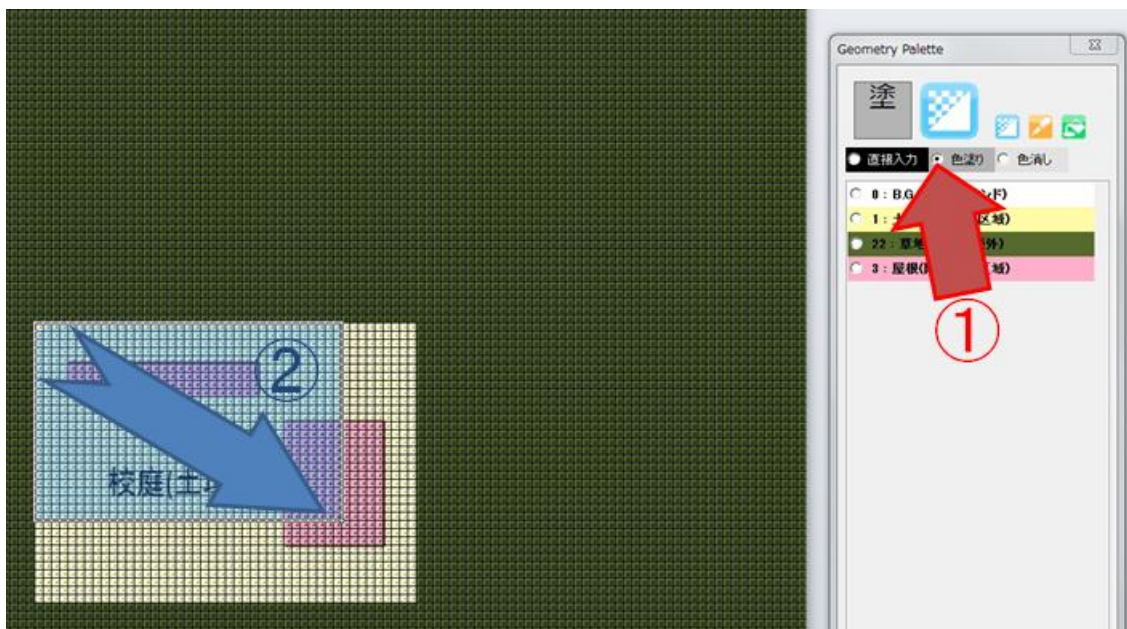
【STEP2】

2-4-2. 自動的に「地形データ分布」シートに移動します。STEP1で行った入力方法を用いて、2-1-4で色を消去した部分を埋めていきます。ここではまず、「パレット」にて ID=3「家屋(除染対象区域)」を選択します。マウスでドラッグする方法により、「校舎(屋根)」と「体育館(屋根)」を入力します。

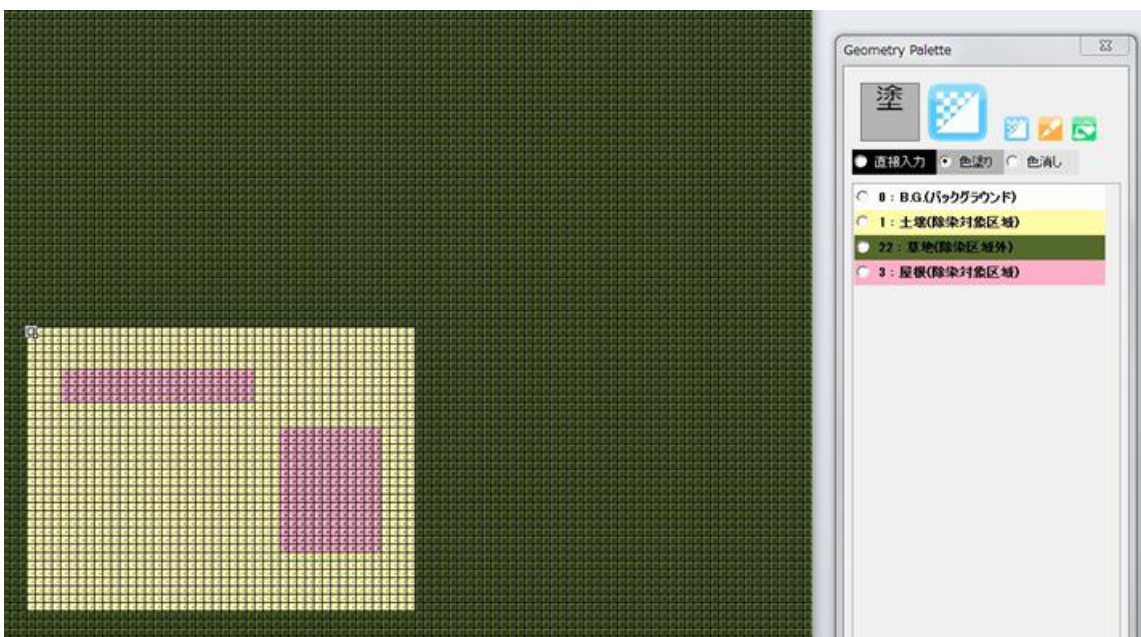


【STEP2】

2-4-3. 残りの「校庭(土壌)」に関しては、既に STEP1 で入力した地形 ID が残っていますので、「色塗り機能」を用いて着色します。



2-4-4. 以上で、「地形データ分布」シートの入力は終了です。



2-5. 計算作業

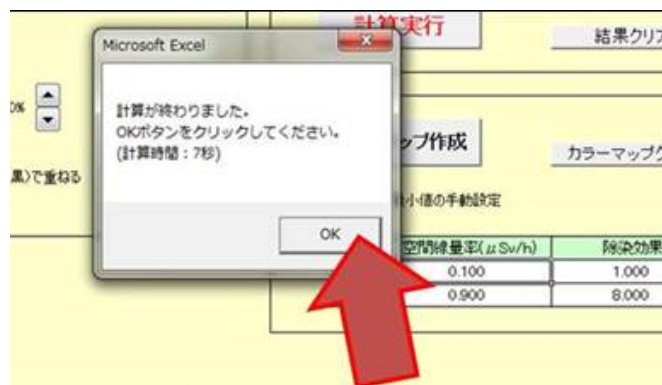
2-5-1. 「設定」シートに移動し、「メッシュ塗残」は無いか、「汚染密度測定日」及び「線量を評価する日」に記入漏れはないか、確認します。

14		
15		
16	メッシュ数	
17	縦方向	120 行
18	横方向	140 列
19	メッシュ合計	16800 個
20	メッシュ塗残	0 個
21	マップサイズ	
22	縦方向	600 m
23	横方向	700 m
24		
25	汚染密度測定日(YYYY/MM/DD)	
26	2011/3/11	
27	線量を評価する日(YYYY/MM/DD)	
28	2012/3/11	

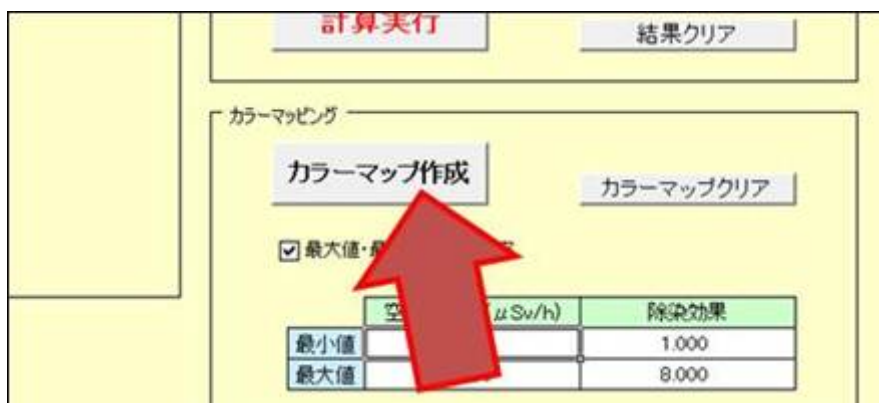
2-5-2. 「操作」シートに移動し、「計算実行」をクリックします。



2-5-3. 10 秒程度で、計算終了を告げる小ウィンドウが立ち上がりますので、OK ボタンをクリックしてください。

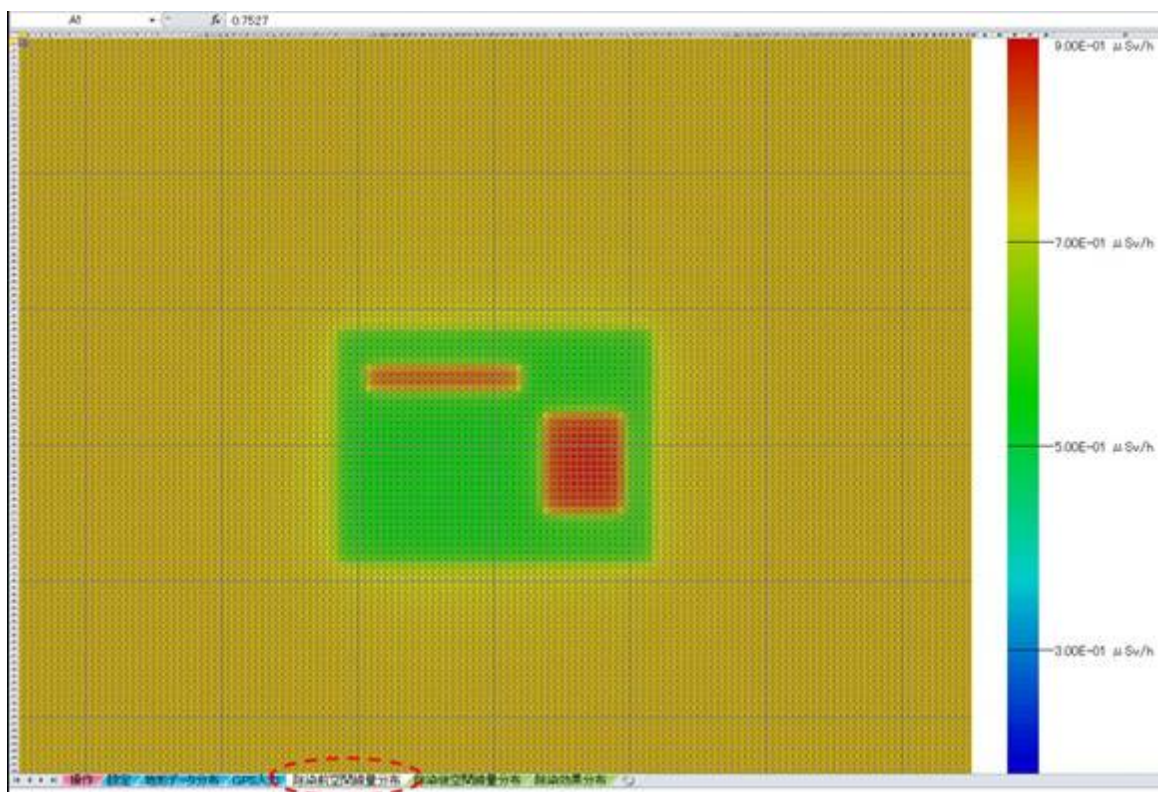


2-5-4. 「カラーマップ作成」ボタンをクリックします。

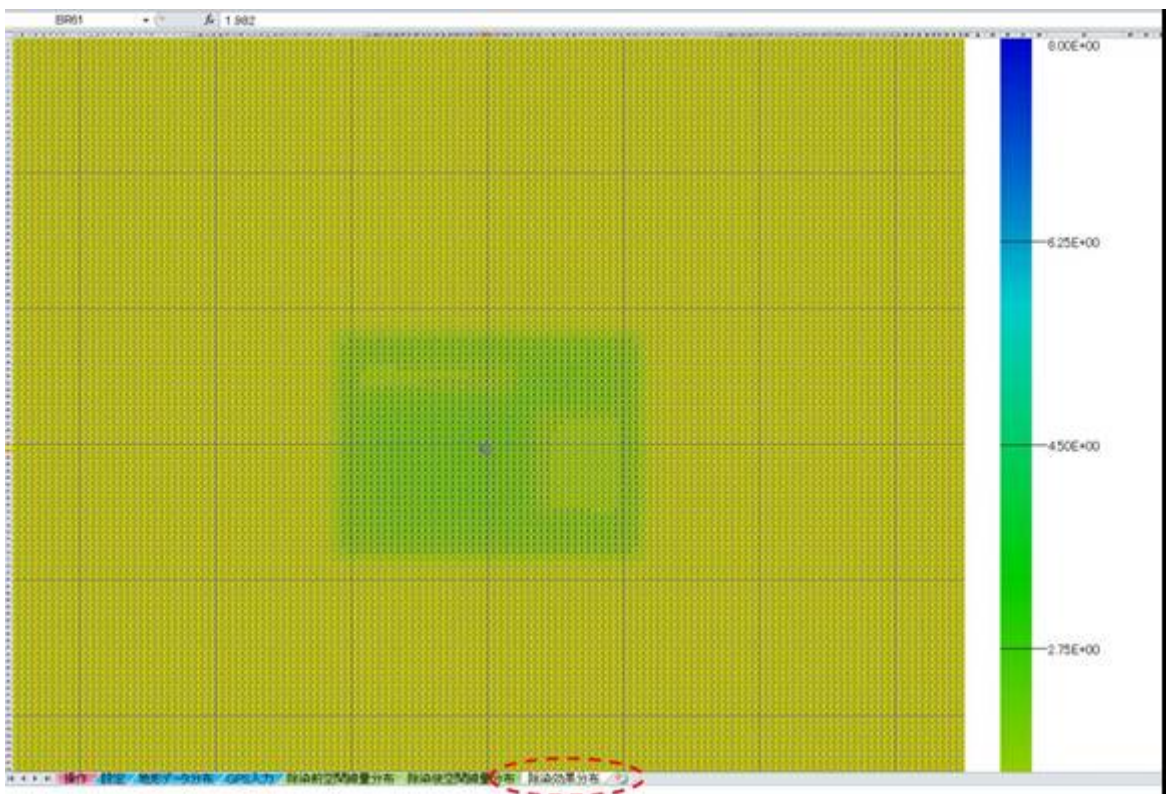
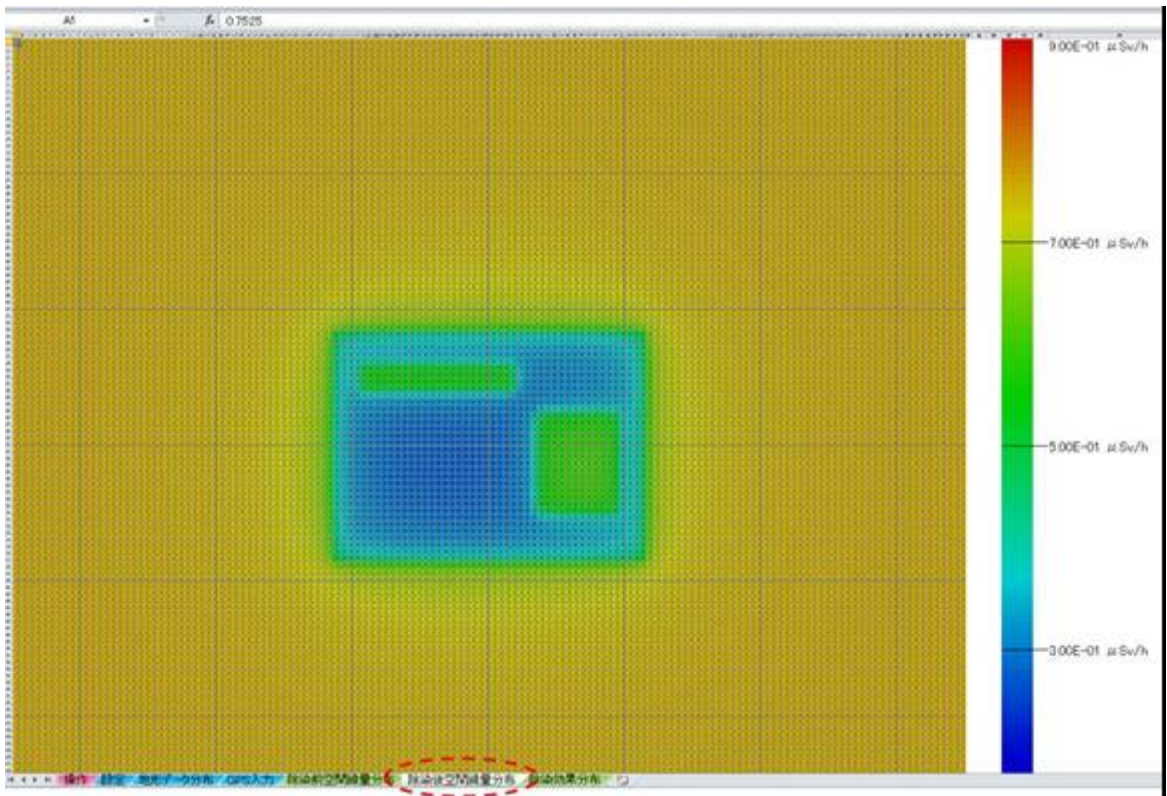


2-5-5. 10秒程度で着色の経過待ちのための小ウィンドウは自動で消えます。

2-5-6. 「除染前空間線量分布」シート、「除染後空間線量分布」シート、「除染効果分布」シートに移動すると、「校庭(屋根)」と「体育館(屋根)」が追加された計算結果が、STEP1と同様に出力されているのが確認できます。



【STEP2】

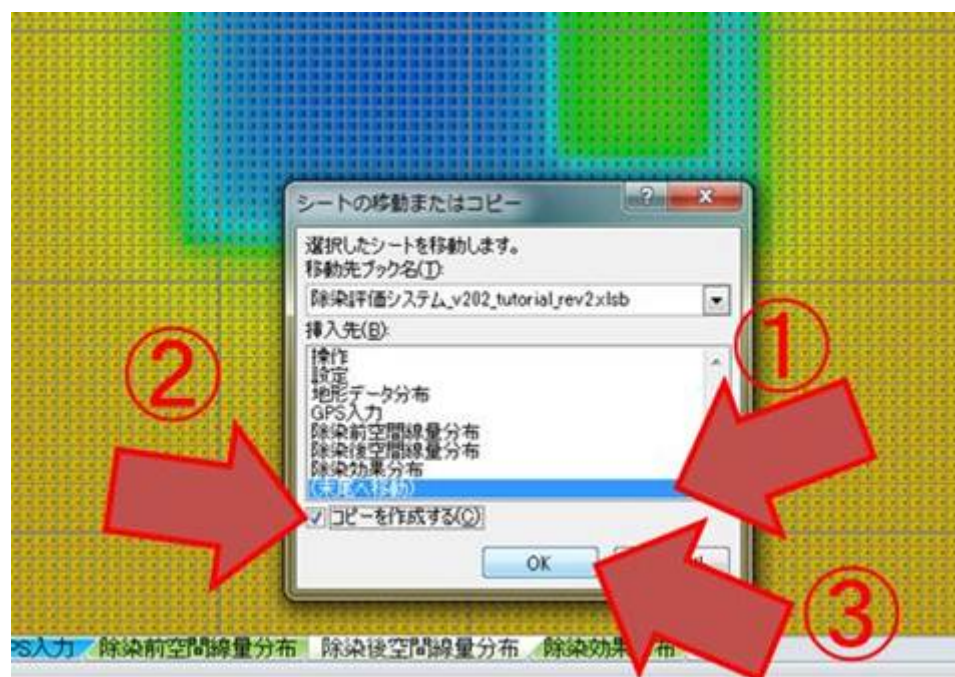


2-6. 計算結果出力用シートの複製

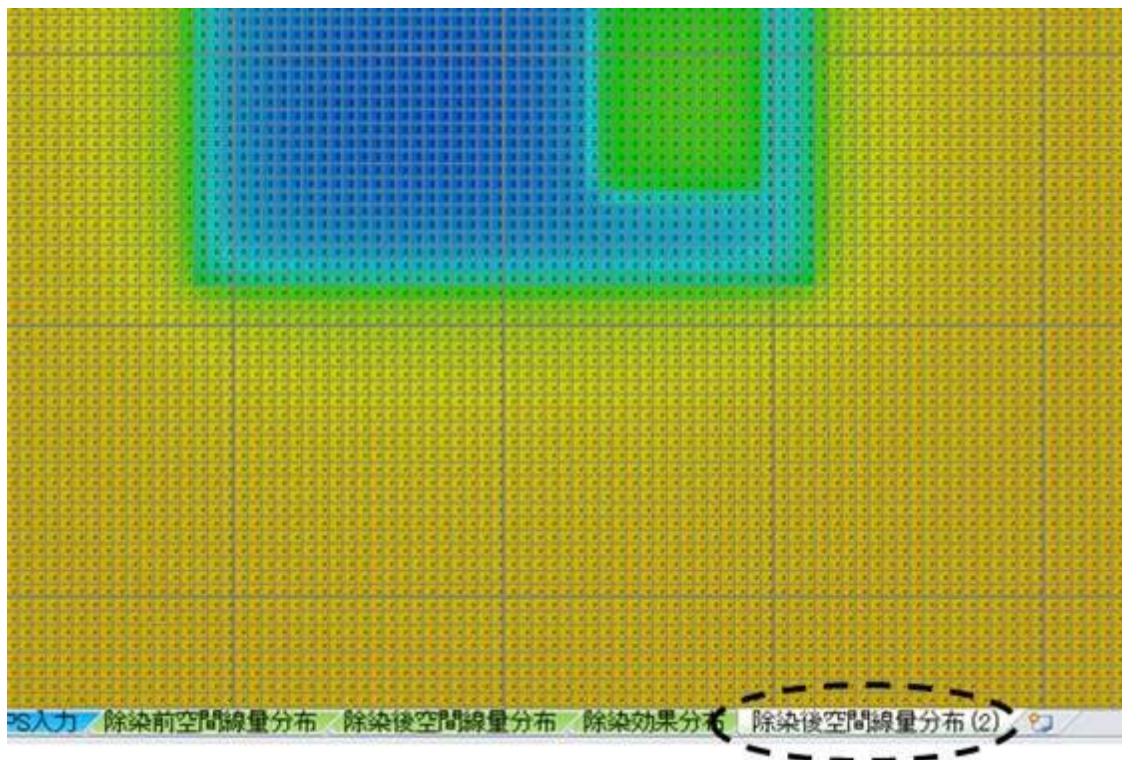
2-6-1. 第 2-7 節で行う除染効果の変更によって得られる除染効果の違いを比較検討しやすくするために、計算結果出力用シートである、「除染後空間線量分布」シートと「除染効果分布」シートの複製を作成します。まず、「除染後空間線量分布」シートに移動し、「除染後空間線量分布」シートのタブ上で「右クリック」します。その際に表示されたリストの中から「移動またはコピー」を選択し、「左クリック」を押します。



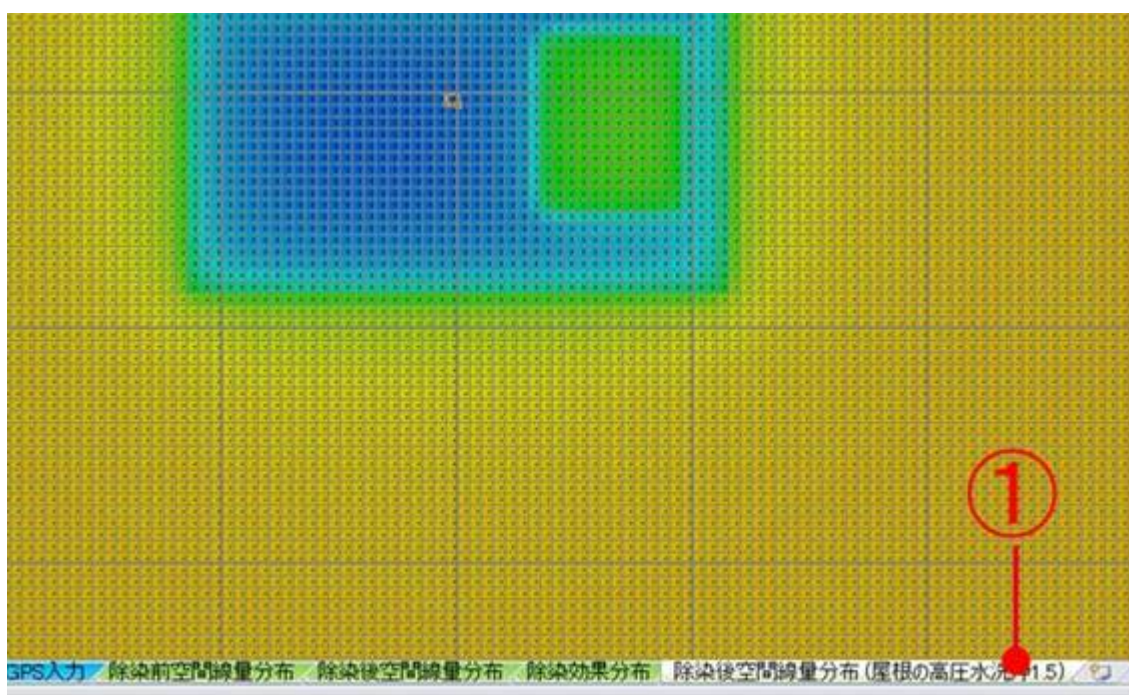
2-6-2. 「シートの移動またはコピー」という小ウィンドウが立ち上がります。ここで、まず「(末尾へ移動)」を選択し、かつ「コピーを作成する」にチェックを入れた後、「OK」を「左クリック」します。



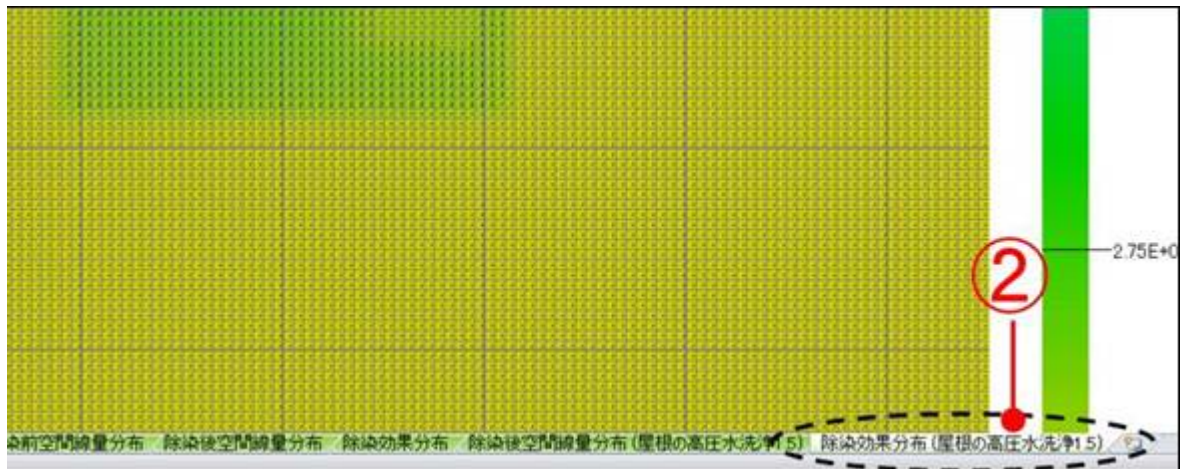
2-6-3. これにより、一番右に「除染後空間線量分布(2)」シートが追加されます。



2-6-4. ここで、別の計算結果と比較しやすいように、シートの名前を変更します。「除染後空間線量分布(2)」シートのタブ上で、「左ボタン」をダブルクリックします。選択したタブの名前を変更できるようになりますので、「除染後空間線量分布(屋根の高圧水洗浄(1.5))」とします。



2-6-5. 「除染効果分布」シートについても、同様に複製を作成し、「除染効果分布(屋根の高圧水洗浄(1.5))」シートを作ります。



2-6-6. 複製により作成されたシートは、以後同じエクセルファイル上で計算される結果は反映しません。よって、上記の方法で複製を作成し、計算結果を随時追加・保持することで、さまざまなケースで除染の効果の比較が容易になります。

2-7. 除染技術を代えた場合の除染効果の比較検討

2-7-1. 「屋根」の「除染技術」を変更し、上記の除染効果と比較します。

2-7-2. 「設定」シートに移動し、「屋根」の「除染技術」を「家屋の屋根 土砂・落葉除去+タワシ洗浄+高圧水除染(18.4)」に変更します。

地形データ(入力)							除染技術		除染係数	覆土 [cm]	地
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度 直接入力	Bq/cm ² μ Sv/h μ Sv/h (1cm) (100cm)					個
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	○●○	なし(1.0)		1.0	0.0	
001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	○●○	土壌 上下層の入れ替え(2.5)		2.5	0.0	1
022		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	○●○	なし(1.0)		1.0	0.0	15
003		<input type="checkbox"/>	屋根	除染対象区域	2.3	○●○	家屋の屋根: 高圧水洗浄(1.5)		1.5	0.0	

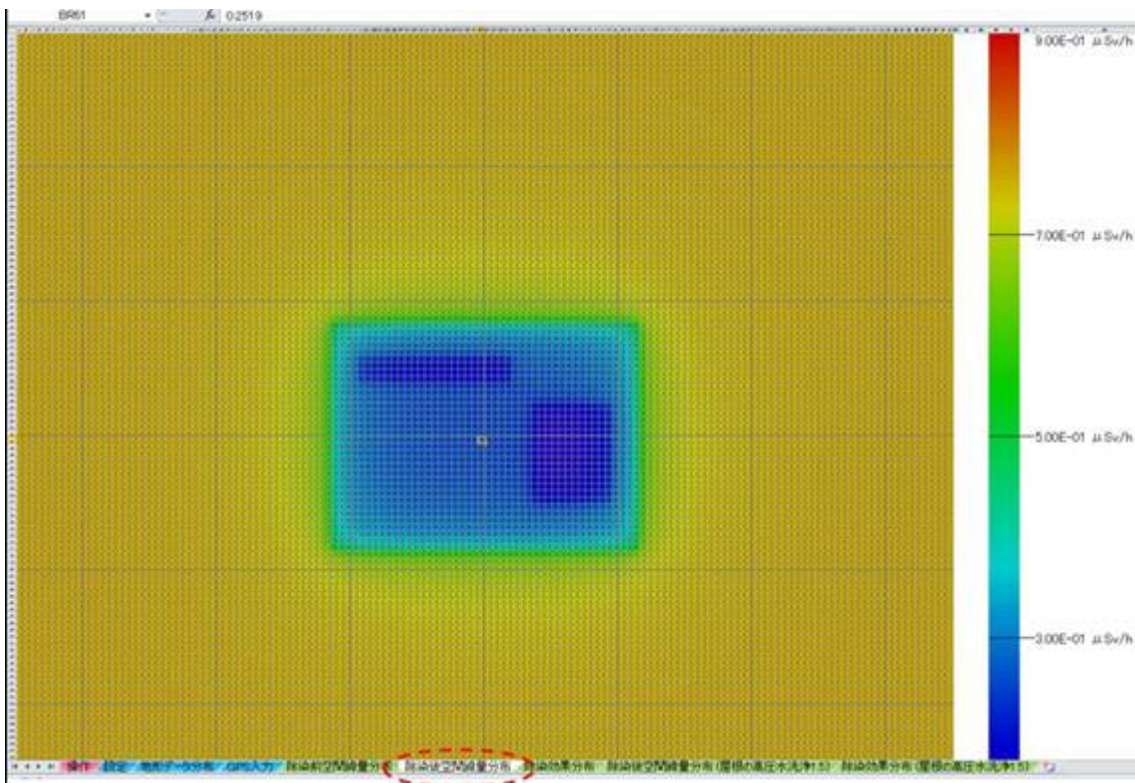


地形データ(入力)							除染技術		除染係数	覆土 [cm]	地
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度 直接入力	Bq/cm ² μ Sv/h μ Sv/h (1cm) (100cm)					個
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	○●○	なし(1.0)		1.0	0.0	
001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	○●○	土壌 上下層の入れ替え(2.5)		2.5	0.0	1
022		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	○●○	なし(1.0)		1.0	0.0	15
003		<input type="checkbox"/>	屋根	除染対象区域	2.3	○●○	家屋の屋根: 土砂・落葉除去+タワシ洗浄+高圧水洗浄		8.4	0.0	

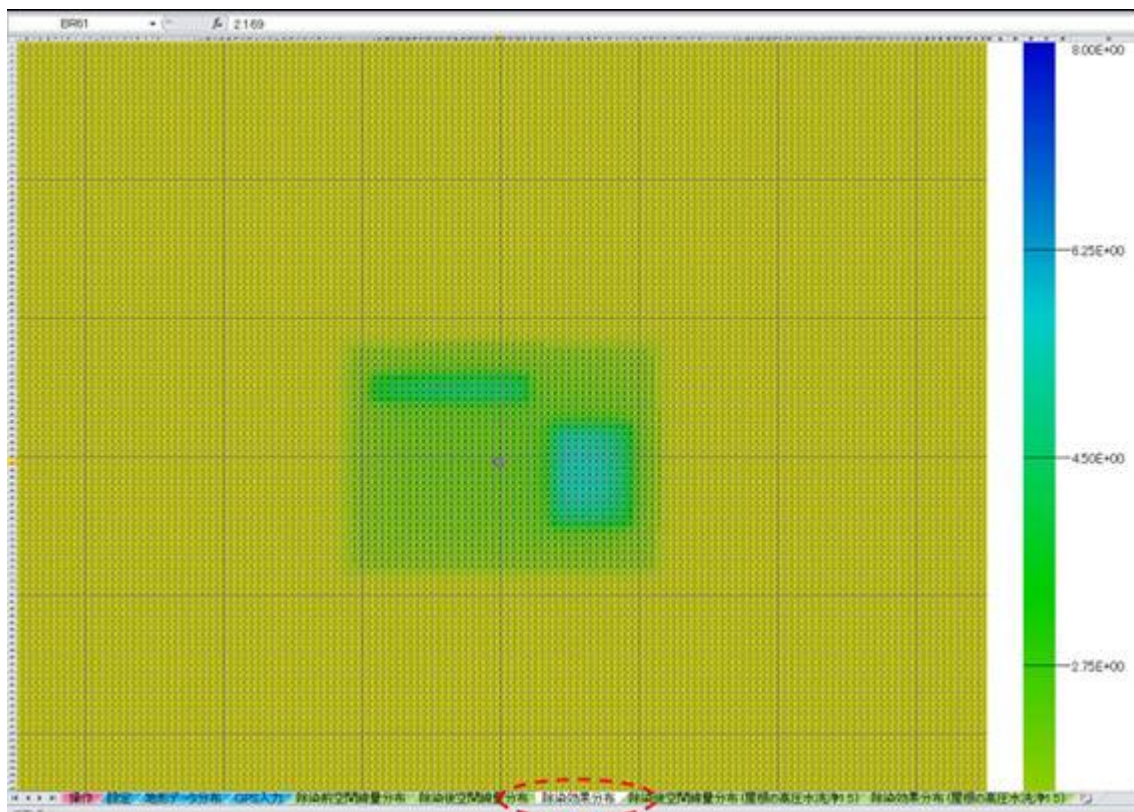
2-7-3. 「操作」シートに移動し、先ほどと同じ手順で「計算実行」し、「カラーマップ作成」を行います。



2-7-4. 「カラーマップ作成」終了後、「除染後空間線量分布」シートに移動します。「除染後空間線量分布(屋根の高圧水洗浄(1.5))」シート (P34 参照) と比較すると、「校舎(屋根)」及び「体育館(屋根)」の線量において、「除染技術」を代えた後の方が線量が低くなっているのが確認できます。また、「除染技術」を代えた「校舎(屋根)」及び「体育館(屋根)」だけでなく、その周囲の線量も低くなっていることも確認できます。



2-7-5. 同様に、「除染効果分布」についても、「除染技術」の変更の前後で、変更後の方が効果が大きくなっているのが確認できます。



2-7-6. STEP2 は以上です。

2-7-7. このように、「除染技術」を代えて計算させて、ケーススタディの結果を保持することができます。このような活用の仕方、効率的・効果的に除染を行うための計画策定のための検討に役立てることができます。

【STEP3】 除染区域を変更した場合の比較検討方法

図3に示すモデルを基に説明していきます。

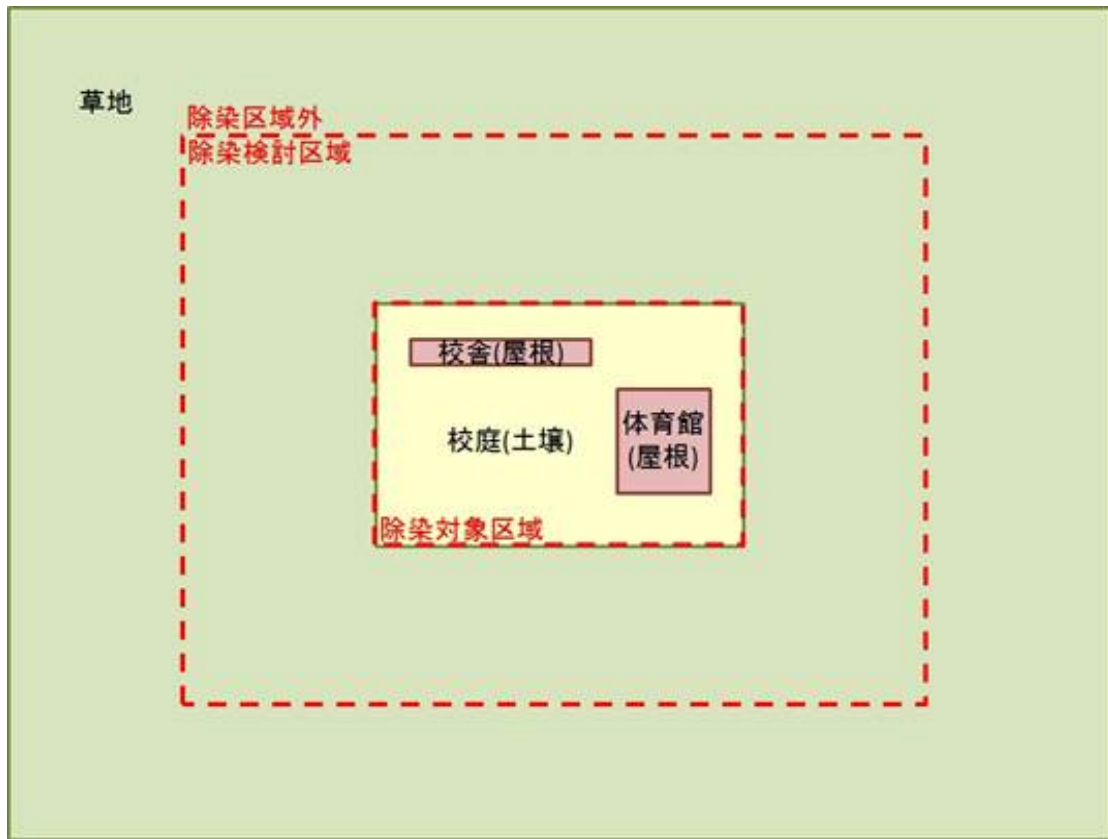
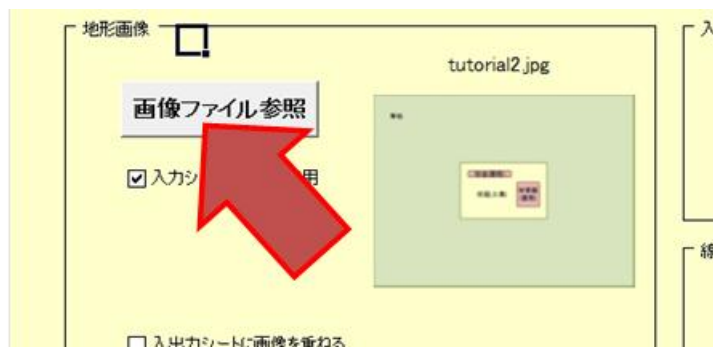


図3 STEP3のモデル

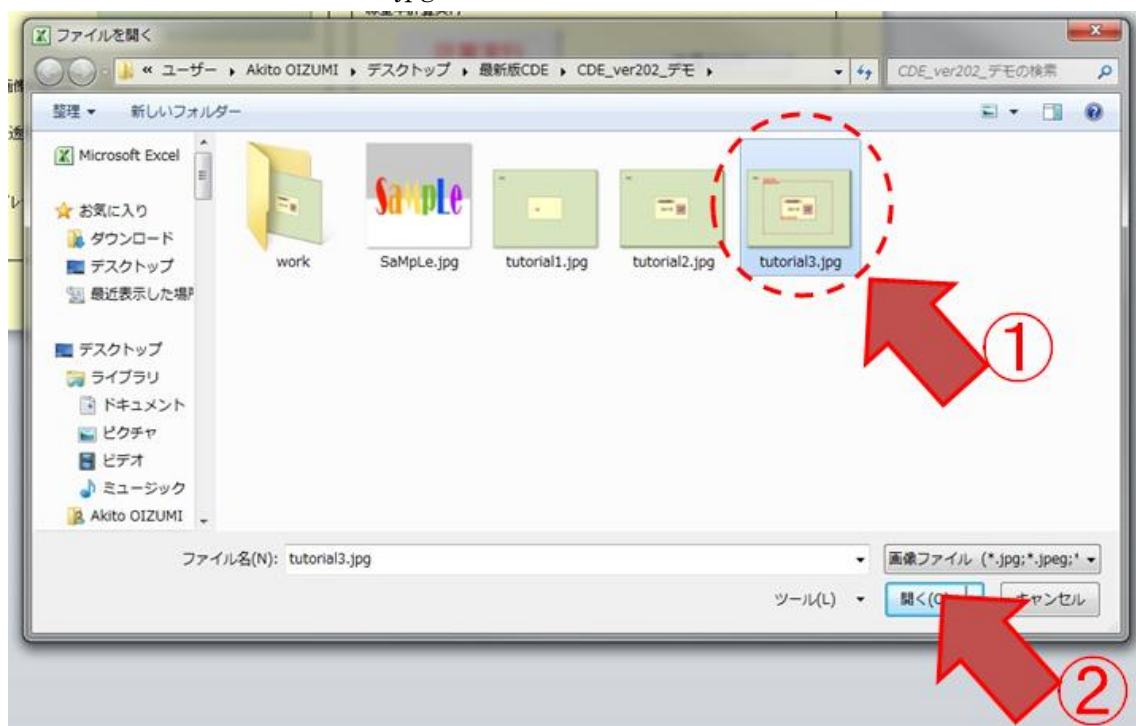
対象とする地形は、STEP2と同様に「土壌」、「草地」そして「屋根」の3種類です。しかし、STEP2のモデルでは、全て「除染区域外」としていた「草地」を「草地(除染検討区域)」と「草地(除染区域外)」とに分けていますので、厳密には4種類です。ここでは、STEP1、2の入力をベースに、インプットの作成・更新方法、除染区域を変えた場合の比較検討方法、CDEを使った実践的な除染効果評価手法の理解を進めます。

3-1. 背景画像の変更

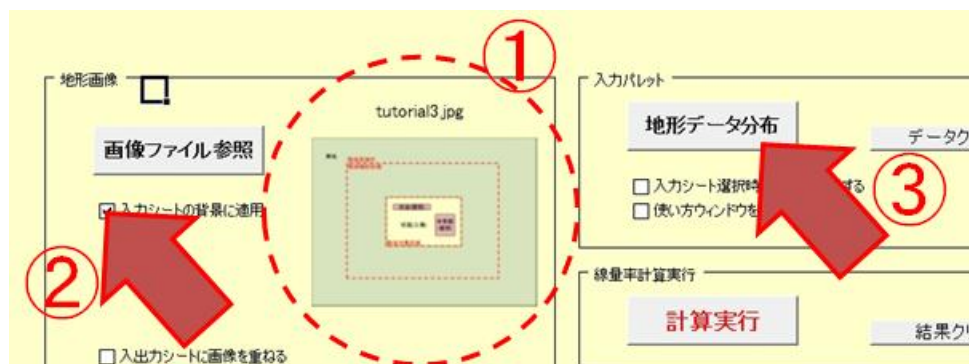
3-1-1. STEP2と同様に、「操作」シートにて、STEP3で使用する画像ファイルを取り込みます。「画像ファイル参照」をクリックすると、小ウィンドウが立ち上がります。



3-1-2. ここでは、「tutorial3.jpg」を選択し、「開く」をクリックします。



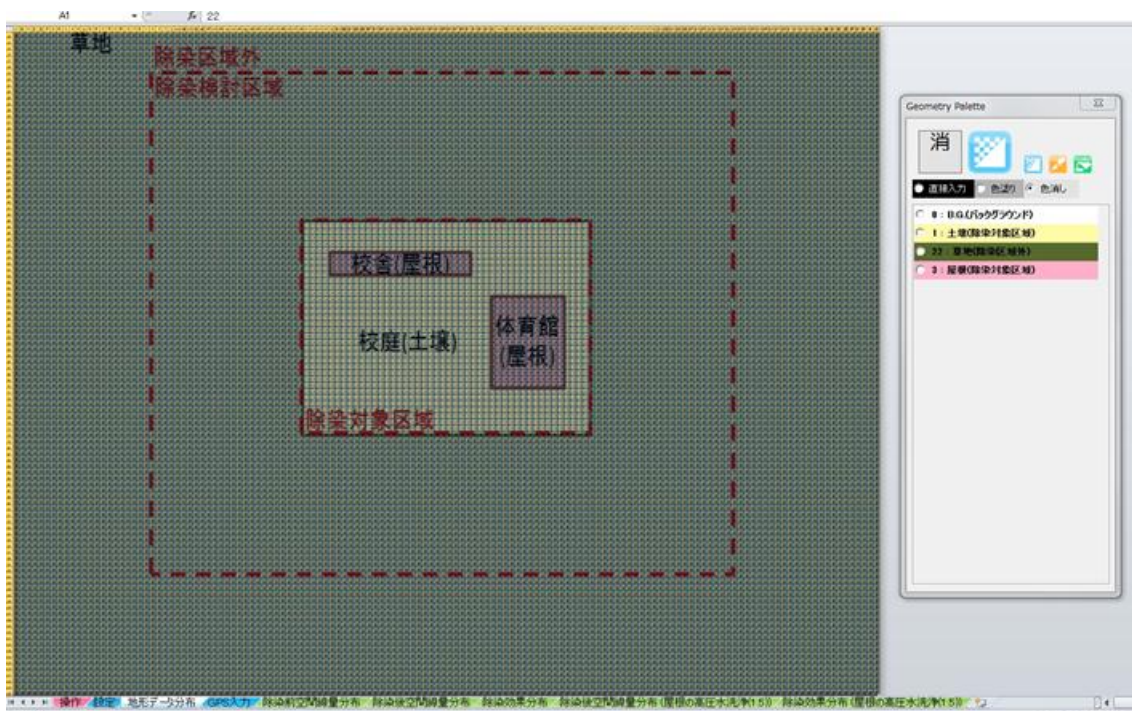
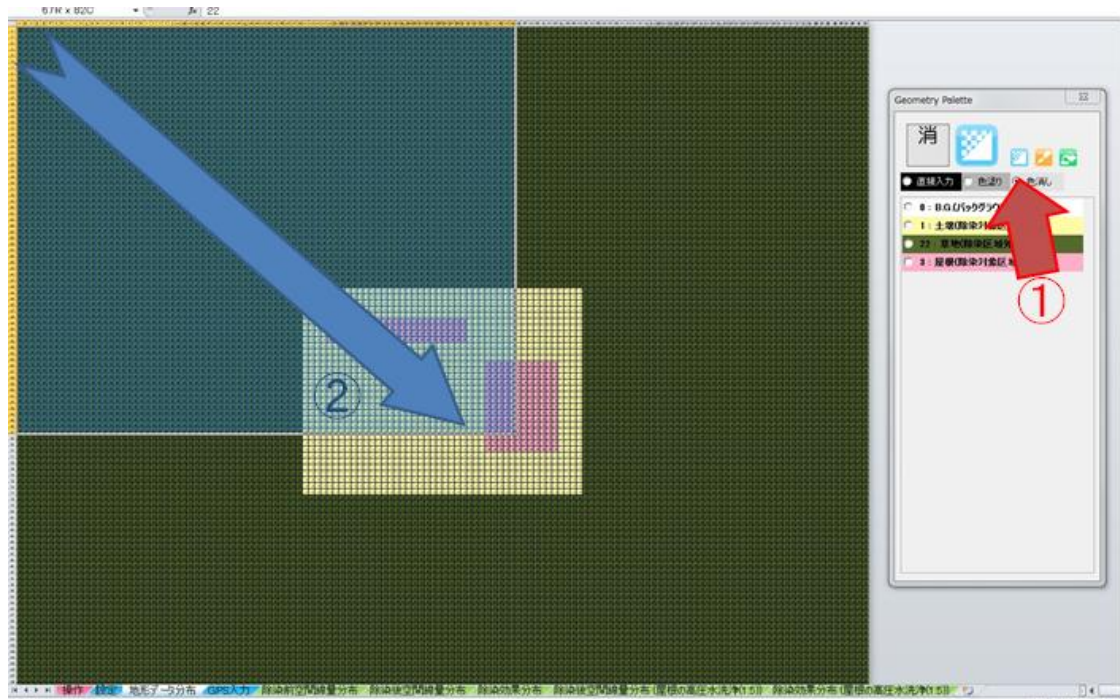
3-1-3. 「操作」シートの画像が図3になっていることを確認してください。また、「入力シートの背景に適用」にチェックを入れてください。さらに、「地形データ分布」をクリックします。



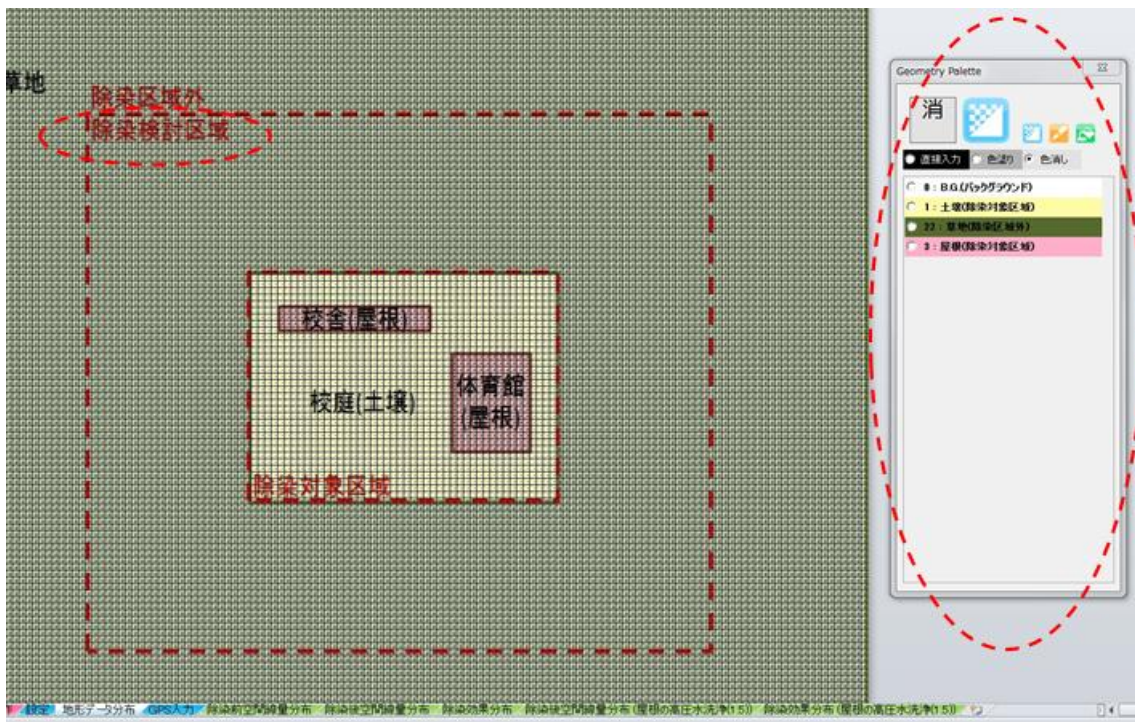
3-1-4. 自動的に「地形データ分布」シートに移動します。「色消し機能」を使い、「地形

【STEP3】

データ分布」シートの ID 入力部全域の色を消します。



3-1-5. tutorial2 の画像では、「草地」は全域「除染区域外」として扱ってきましたが、新たに「除染検討区域」が新設されています。よって新たに「草地(除染検討区域)」の ID を追加すること、及び地形データ分布を更新することが必要となります。



3-2. 地形 ID の追加

3-2-1. 「設定」シートに移動し、「F8」のメッシュ位置を選択します。続いて、同シートの左上にある「1行追加」ボタンをクリックします。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		1行追加		1行削除					
3						ID	色	斜面効果	ラベル1
4									
5		GPS	緯度	経度		000		<input type="checkbox"/>	B.G.
6						001		<input type="checkbox"/>	土壌
7						022		<input type="checkbox"/>	草地
8						003		<input type="checkbox"/>	屋根
9									
10									
11									
12									

3-2-2. これにより、入力できる ID が 1 行追加されます。この行に、今回追加する「草地 (除染検討区域)」のインプット情報を与えていきます。

地形データ(入力)						地形データ(出力)					
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度		除染技術	除染係数	覆土 [cm]	個数	面積 [㎡]
					直接入力	Bq/cm ² μ Sv/h μ Sv/h (1cm) (100cm)					
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	<input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	0.0	0	0
001	黄	<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	<input type="radio"/>	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	0.0	1292	32300
022	緑	<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	<input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	0.0	15236	380900
003	粉	<input type="checkbox"/>	屋根	除染対象区域	2.3	<input type="radio"/>	家屋の屋根: 土砂・落葉除去+タワシ洗浄+高圧水洗浄	18.4	0.0	272	6800
		<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/>			0.0		

3-2-3. STEP2で「屋根」のインプットを追加した要領と同様に、以下の情報を基に、一旦、地形データを入力してください。ここでは、除染技術を「なし(1.0)」としています。

地形 4

- ID: 012
- 色: 黄緑色
- ラベル 1: 草地
- ラベル 2: 除染検討区域
- 汚染密度: 1.8 μ Sv/h(1cm 高さ)
- 除染技術: 「なし(1.0)」

地形データ(入力)						地形データ(出力)			
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度		除染技術	除染係数	覆
					直接入力	Bq/cm ² μ Sv/h μ Sv/h (1cm) (100cm)			
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	<input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	
001	黄	<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	<input type="radio"/>	土壌 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	
022	緑	<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	<input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	
003	粉	<input type="checkbox"/>	屋根	除染対象区域	2.3	<input type="radio"/>	家屋の屋根: 土砂・落葉除去+タワシ洗浄+高圧水洗浄	18.4	
012	黄緑	<input type="checkbox"/>	草地	除染検討区域	1.8	<input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	

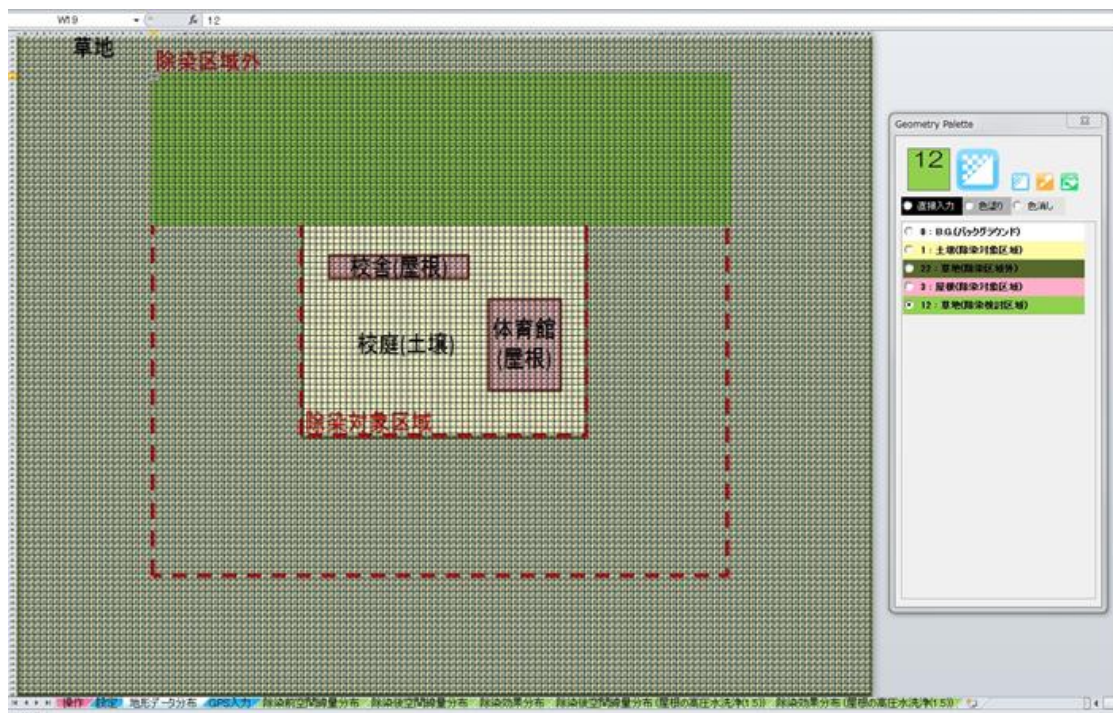
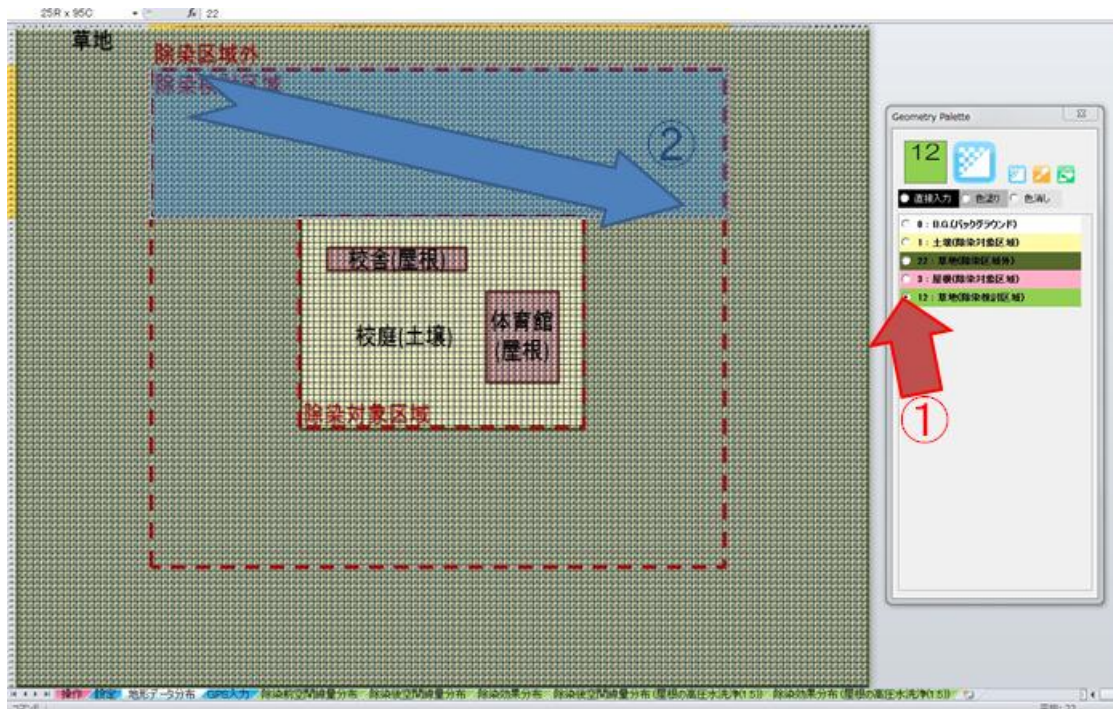
3-3. 地形データ分布の入力

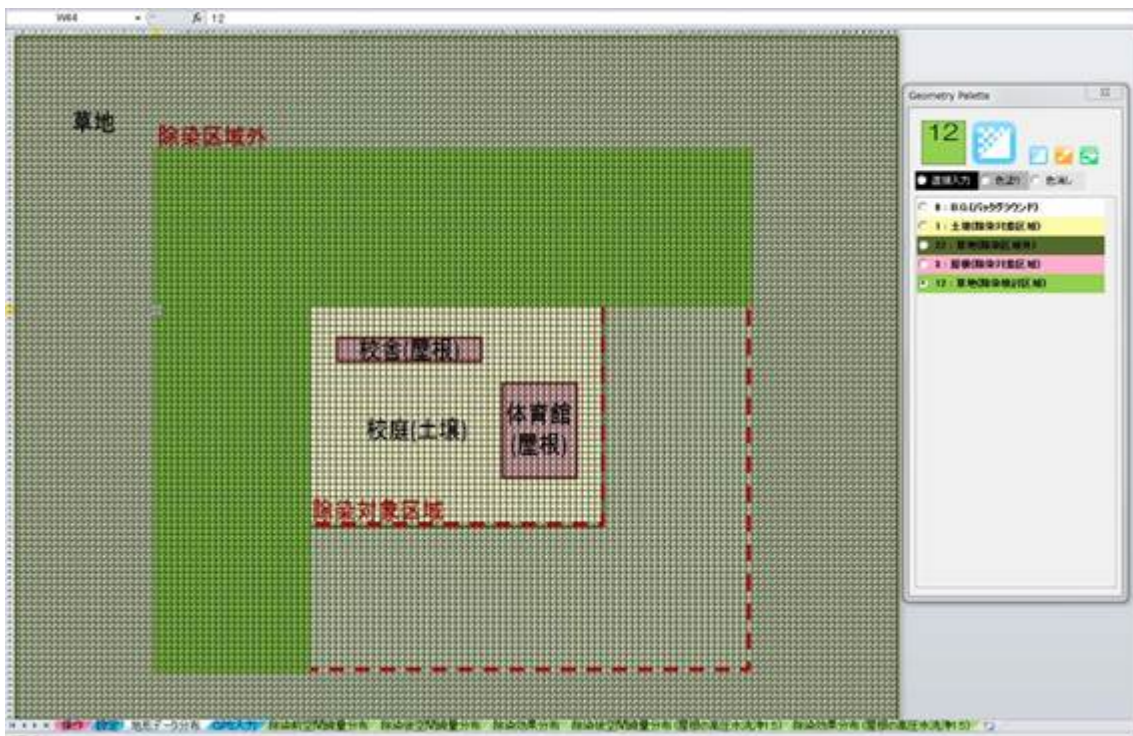
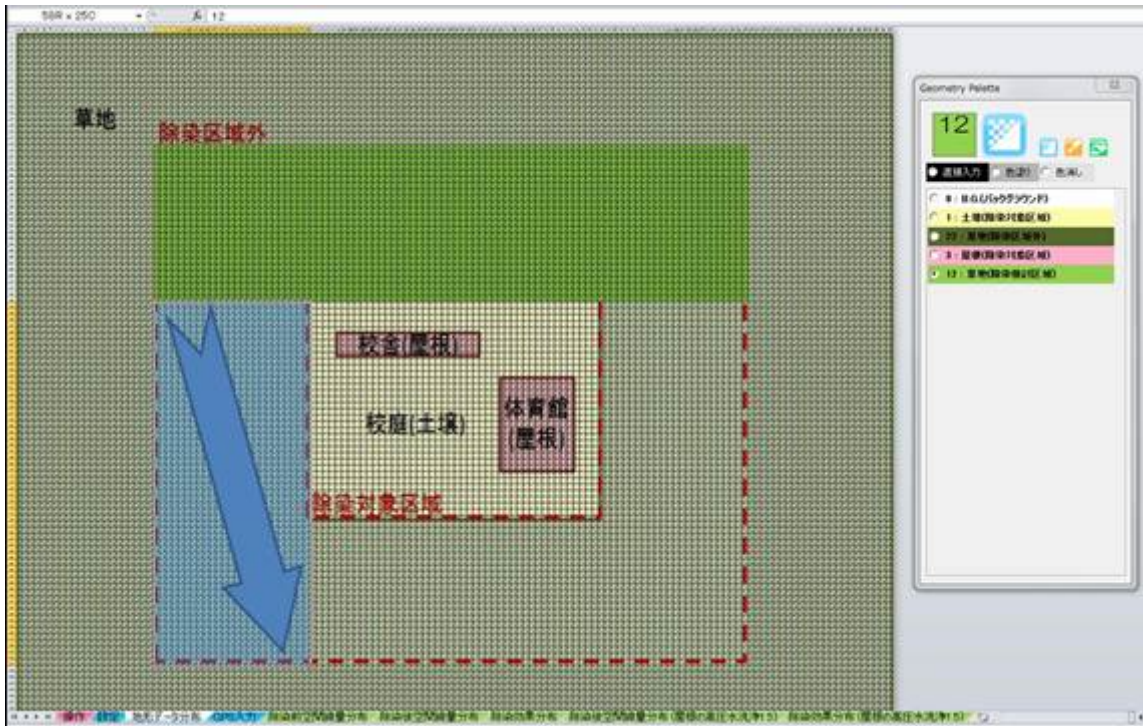
3-3-1. 「操作」シートに移動し、「地形データ分布」をクリックします。



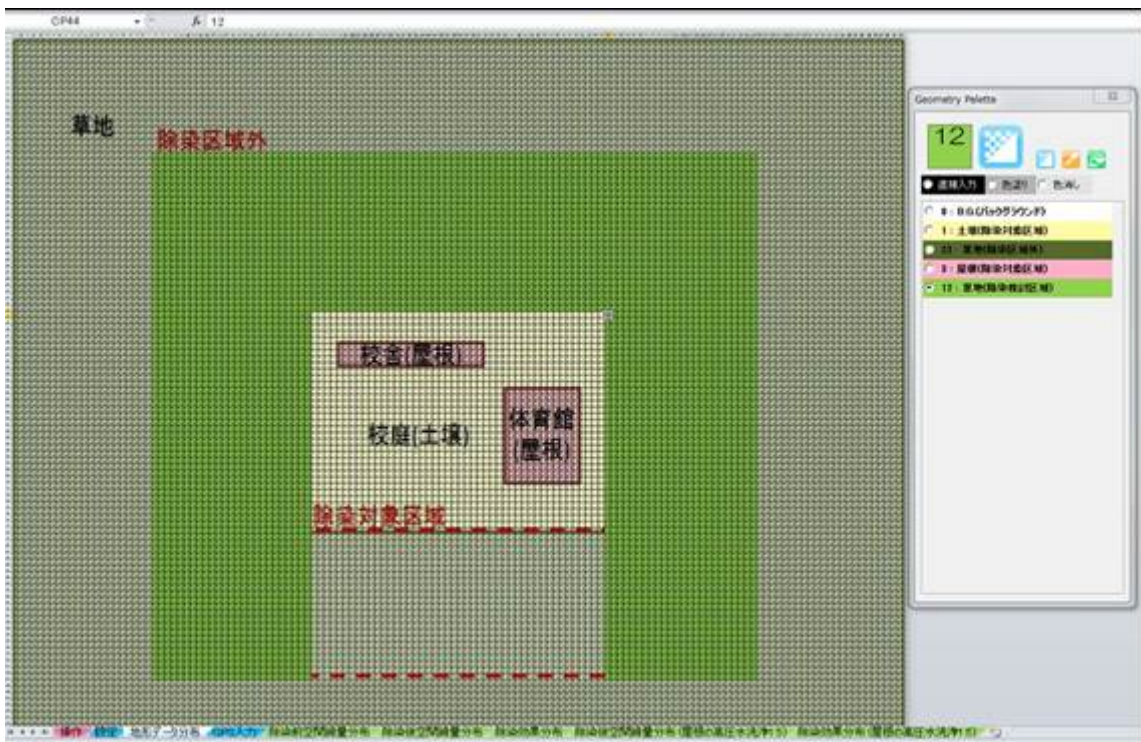
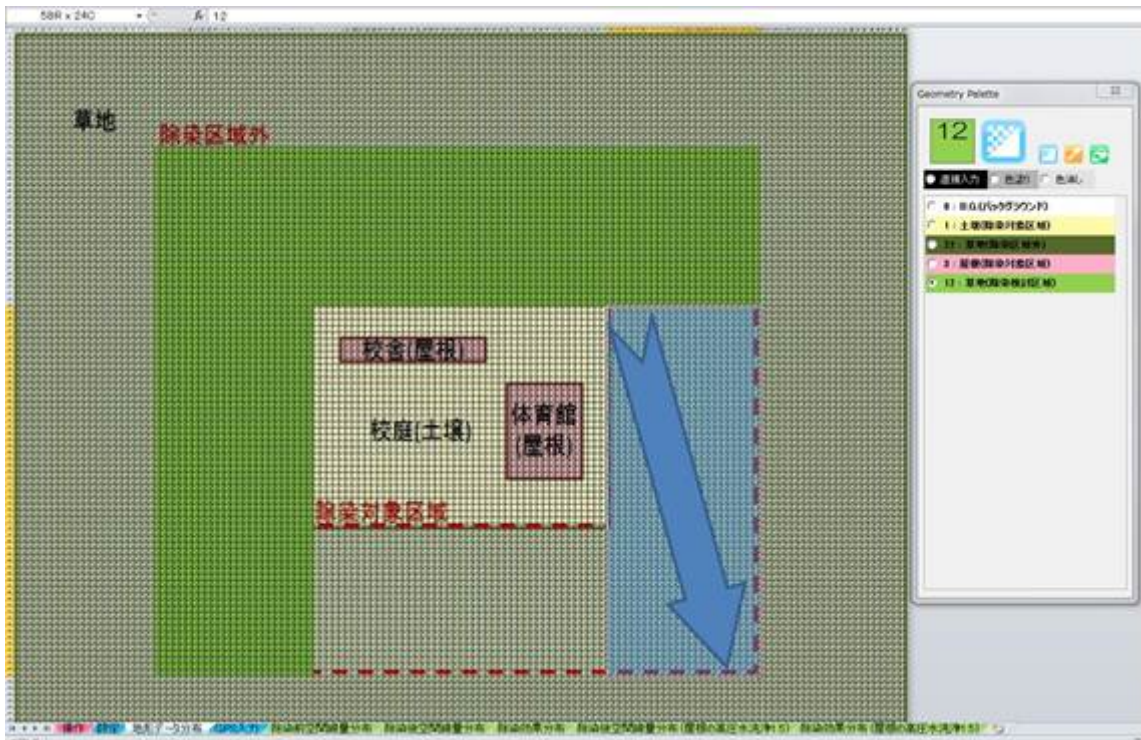
【STEP3】

3-3-2. 自動的に「地形データ分布」シートに移動します。STEP1で行った入力方法を用いて、「草地(除染検討区域)」のIDを変更していきます。ここではまず、「パレット」にてID=12 (=012)「草地(除染検討区域)」を選択します。マウスでドラッグする方法により、「草原(除染検討区域)」を入力します。

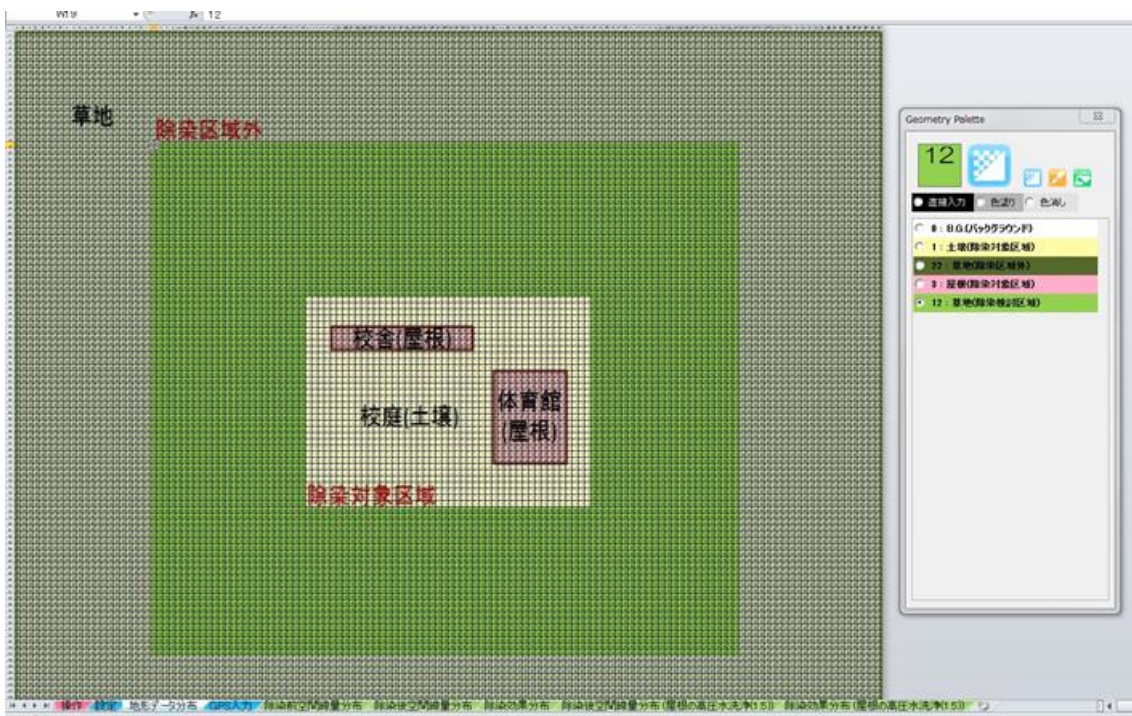
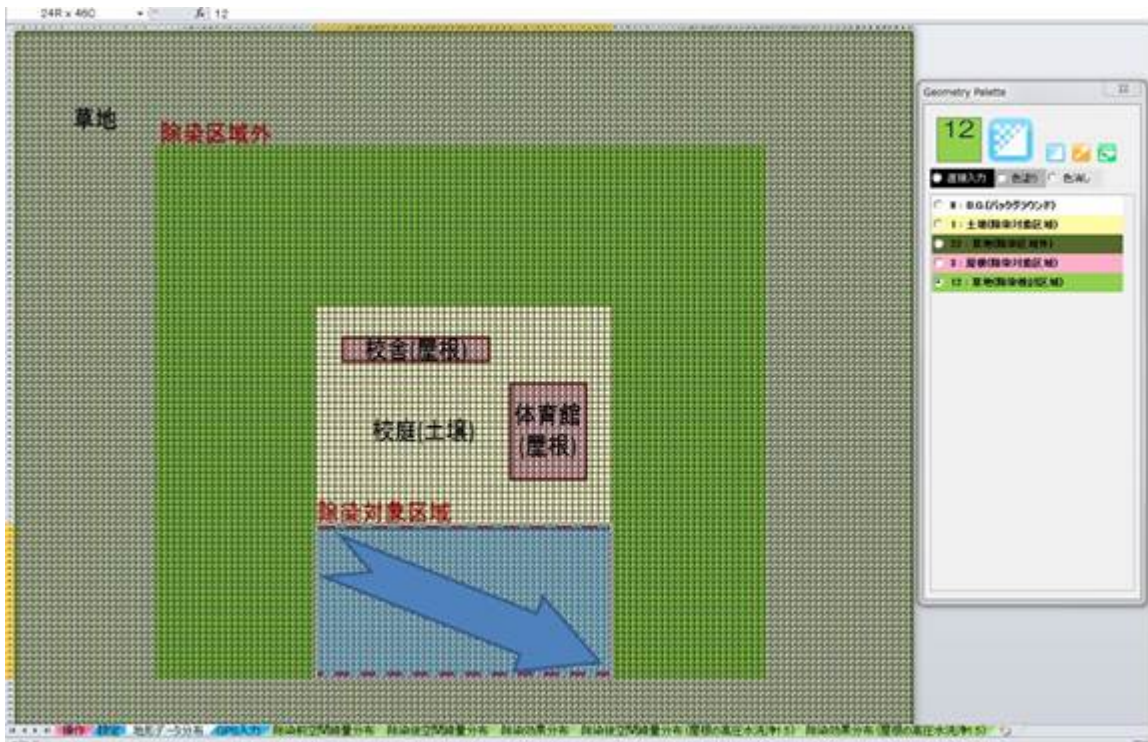




【STEP3】



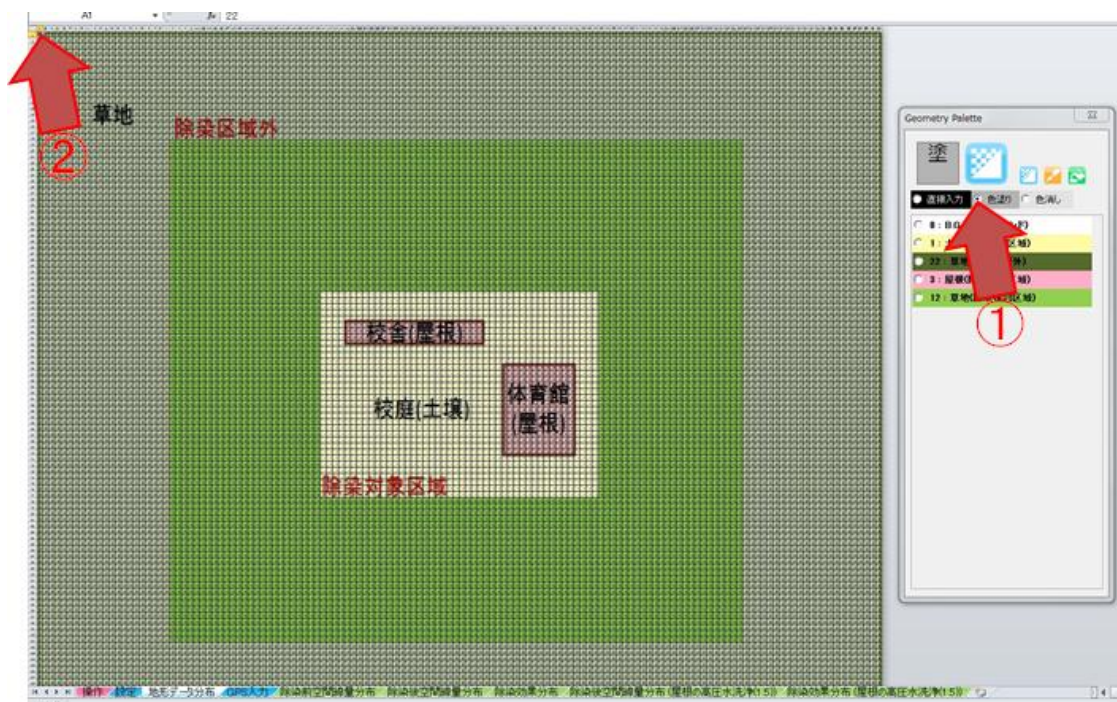
【STEP3】

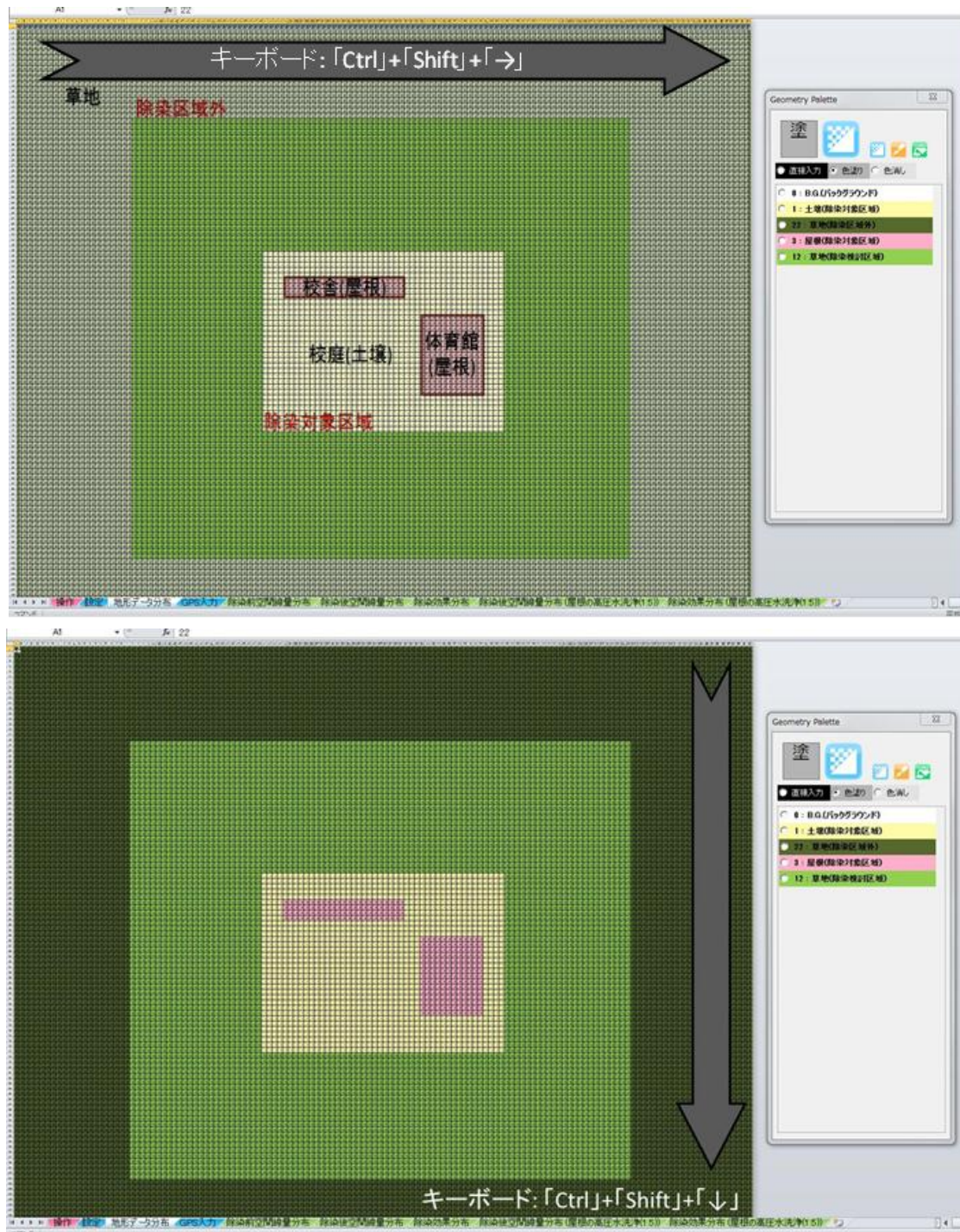


【STEP3】

3-3-3. 残りの「校庭(土壌)」、「校舎(屋根)」、「体育館(屋根)」、「草地(除染区域外)」に関しては、既にSTEP2で入力されたIDが残っていますので、「色塗り機能」を用いて着色します。

3-3-4. まず、「パレット」で「色塗り」を選択します。マウスで「A1」を選択した後、キーボード上で「Ctrl」+「Shift」を押しながら、「→」を押してカーソルを領域の右端まで進め、さらに「↓」を押してカーソルを領域の下端まで進めて、「Ctrl」、「Shift」カーソルキーを押すのをやめます。これにより、全域の着色が完了します。





3-3-5. 以上で、「地形データ分布」シートの入力は終了です。

3-4. 計算作業

3-4-1. 「設定」シートに移動し、「メッシュ塗残」は無いか、「汚染密度測定日」及び「線量を評価する日」に記入漏れはないか、確認します。

15		
16	メッシュ数	
17	縦方向	120 行
18	横方向	140 列
19	メッシュ合計	16800 個
20	メッシュ塗残	0 個
21	マップサイズ	
22	縦方向	600 m
23	横方向	700 m
24		
25	汚染密度測定日(YYYY/MM/DD)	
26	2011/3/11	
27	線量を評価する日(YYYY/MM/DD)	
28	2012/3/11	

3-4-2. 「操作」シートに移動し、STEP2 までと同じ手順で「計算実行」し、「カラーマップ作成」を行います。

線量率計算実行

計算実行 結果クリア

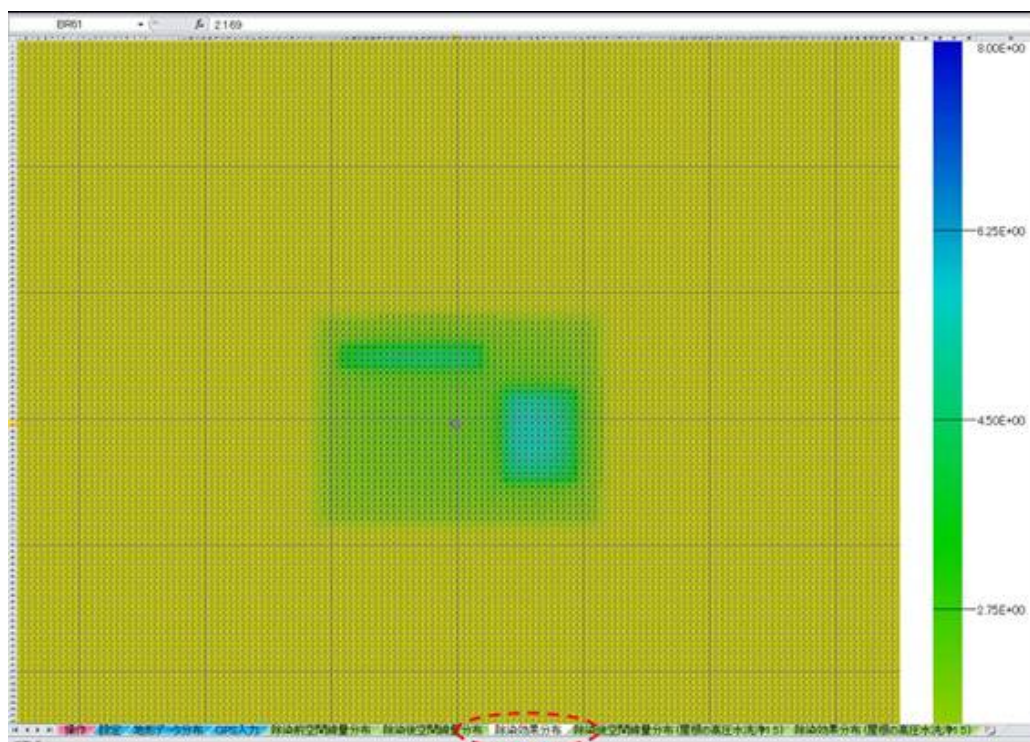
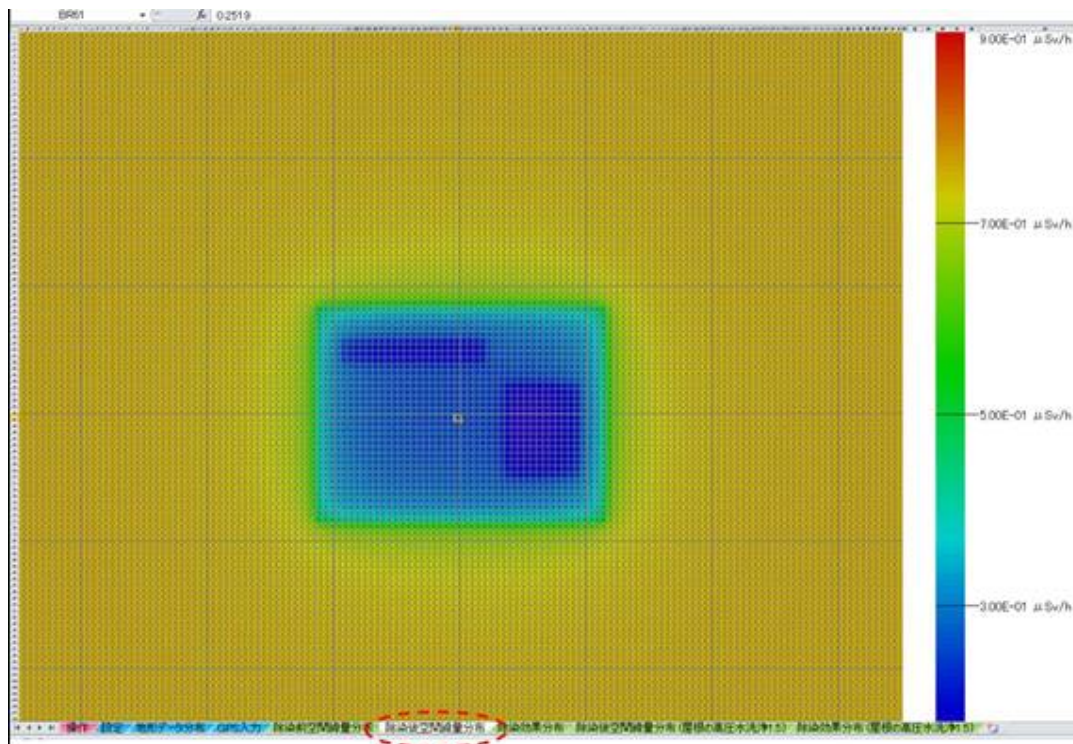
カラーマッピング

カラーマップ作成 カラーマップクリア

最大値・設定

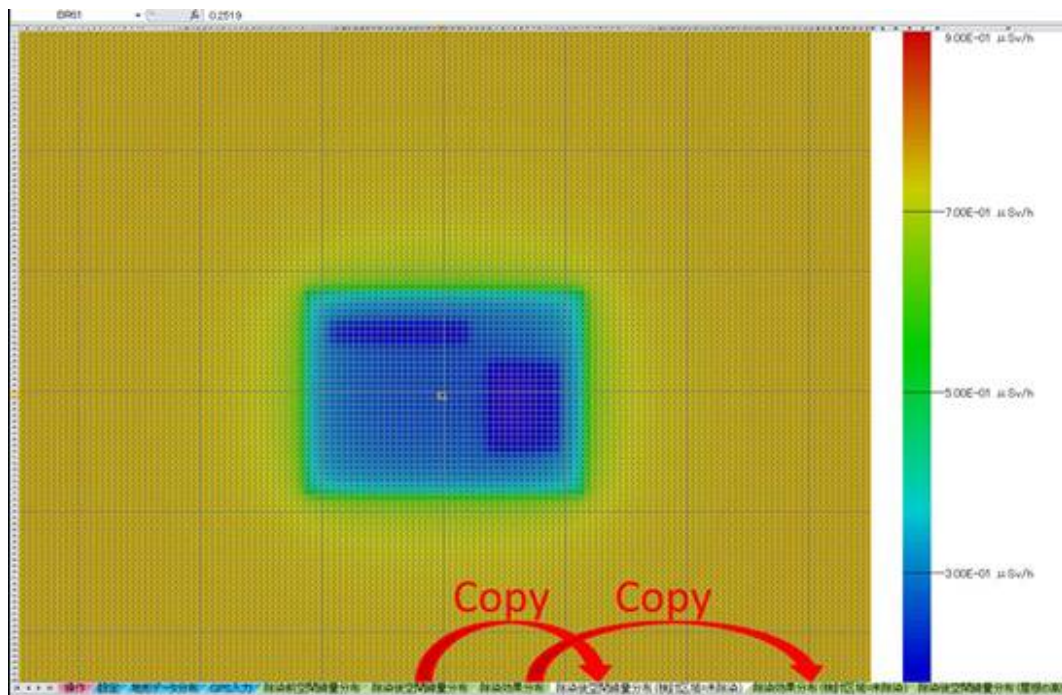
	空間線量率 (Sv/h)	除染効果
最小値		1.000
最大値	9.900	8.000

3-4-3. 「カラーマップ作成」終了後、「除染前空間線量分布」シート、「除染後空間線量分布」シート、「除染効果分布」シートを確認します。STEP2で、「屋根」の「除染技術」を「家屋の屋根 土砂・落葉除去+タワシ洗浄+高圧水除染(18.4)」に変更した後の計算結果と一致していることを確認します。



3-5. 計算結果出力用シートの複製

3-5-1. STEP2 と同様に、「除染後空間線量分布」シート、「除染効果分布」シートを複製します。ここで複製したシートの名前は、それぞれ「除染後空間線量分布(検討区域=未除染)」、「除染効果分布(検討区域=未除染)」とします。



3-6. 除染区域を変えた場合の比較検討

3-6-1. 「草地(除染検討区域)」の「除染技術」を変更し、上記の除染効果と比較していきます。

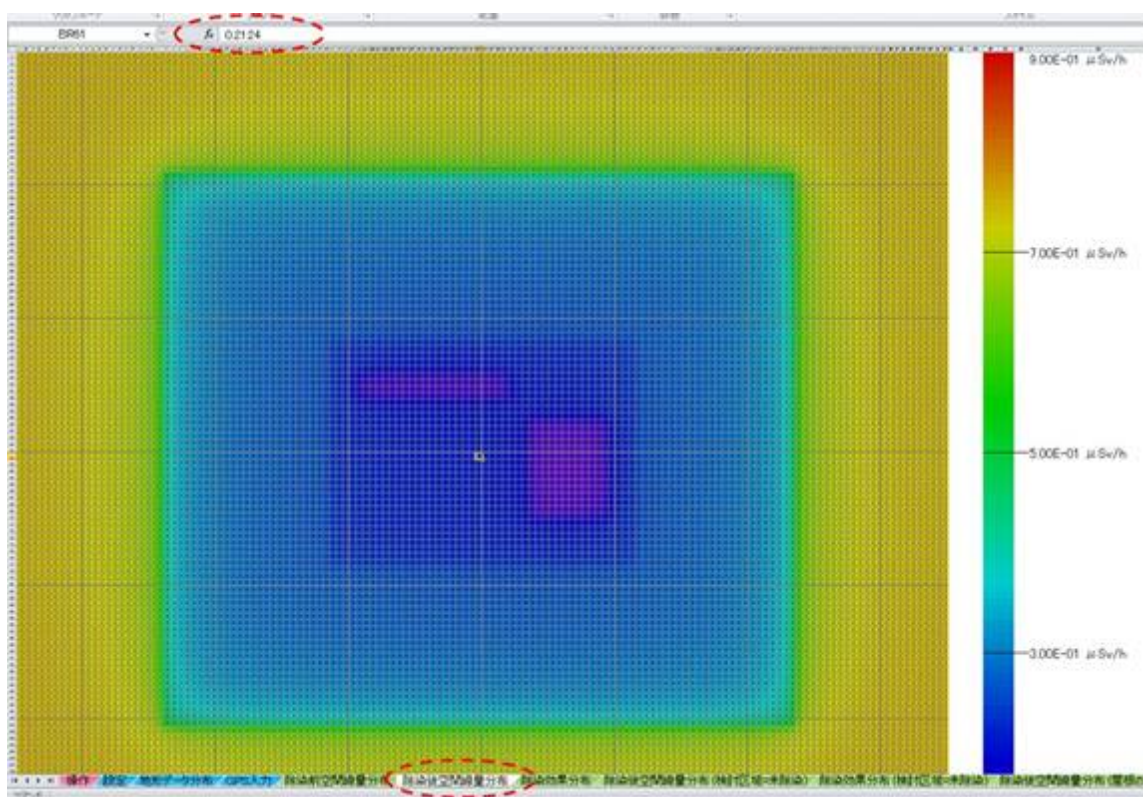
3-6-2. 「設定」シートに移動し、「草地(除染検討区域)」の「除染技術」を「草地 芝の除去(3.0)」に変更します。

地形データ(入力)									
ID	色	斜面効果	ラベル1	ラベル2	汚染密度		除染技術	除染係数	覆
					直接入力	Bq/cm ² μSv/h μSv/h (1cm) (100cm)			
000		<input type="checkbox"/>	B.G.	バックグラウンド	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	
001		<input type="checkbox"/>	土壌	除染対象区域	1.2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	土壌: 上下層の入れ替え(2.5)	2.5	
022		<input type="checkbox"/>	草地	除染区域外	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	なし(1.0)	1.0	
003		<input type="checkbox"/>	屋根	除染対象区域	2.3	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	家屋の屋根: 土砂・落葉除去+タワシ洗浄+高圧水洗浄	18.4	
012		<input type="checkbox"/>	草地	除染検討区域	1.8	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	草地: 芝の除去(3.0) なし(1.0) 土壌: 上下層の入れ替え(2.5) 土壌: 表土の除去(10.0) 土壌: 表土の除去+新表土補充(15.0) 草地: 芝生の葉及びサッチ層の除去(18) 草地: 芝の除去(3.0) 草地: 芝の除去+表土除去(10.0) 道路(舗装): 高圧水洗浄(3.0)	3.0	

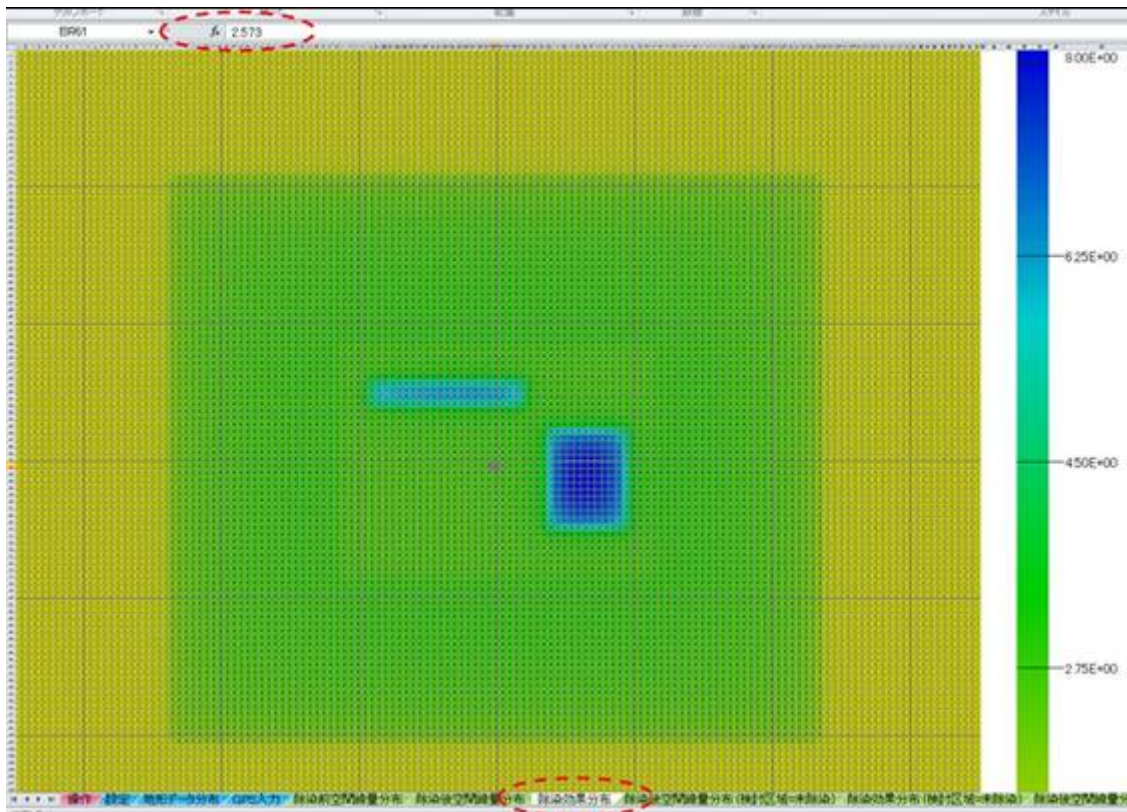
3-6-3. 「操作」シートに移動し、先ほどと同じ手順で「計算実行」し、「カラーマップ作成」を行います。



3-6-4. 「カラーマップ作成」終了後、「除染後空間線量分布」シートに移動します。「除染後空間線量分布(検討区域=未除染)」シートと比較すると、「草地(除染検討区域)」を除染させたことで、線量が低くなった領域が広がっているのが確認できます。また、新たに除染させた「草地(除染検討区域)」だけでなく、「除染技術」を変更していない「校庭(土壌)」、「校舎(屋根)」、「体育館(屋根)」においても線量が低くなっています。これは、STEP1でも説明したとおり、γ線の飛程が長いことに関係しています。「草地(除染検討区域)」を除染することにより、草地から飛んでくるγ線が減った分、土壌や屋根の「除染技術」を代えなくても、線量が小さくなります。また、「草地(除染検討区域)」近傍の「草地(除染区域外)」の線量も下がっていますが、こちらも理由は同じです。



3-6-5. 同様に、「除染効果分布」についても、「草地(除染検討区域)」の変更前後で「草地(除染検討区域)」の除染効果が異なるのは勿論ですが、土壌や屋根においても、変更後の方が効果が大きくなっているのが確認できます。



3-6-6. STEP3 は以上です。

3-6-7. 以上のように、「除染区域」を変えて計算させることで、線量の低減を予測するとともに、ケーススタディの結果を保持することができます。このような活用の仕方、目標とする線量の達成を目指して、除染を行う範囲を効率的に検討するのに役立てることができます。

チュートリアルは以上です。今回紹介した基本的な操作方法をいろいろ試していただき、操作方法についての理解が進められることを願っています。また、本チュートリアルで紹介した基本的な活用方法が、除染計画の検討において、CDE の活用の一助となれば幸いです。

お問い合わせ先

日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究部門
除染効果評価システム事務局
メールアドレス: nsed-josen@jaea.go.jp