

大項目	3	持続可能な地域づくりと私たち				
中項目	3-1	日本および世界の災害と防災を考えるための自然地理				
小項目	3-1-4-1	災害とリモートセンシング/GIS				
細項目 (発問)	3-1-4-1 原子力災害	環境モニタリングをアクティブラーニングで理解する				
作成者名	近藤昭彦・濱 侃	作成/修正年	2022/2023/2024 年	Ver.	1.2	
キーワード	東日本大震災 原子力災害 空間線量率 分布図 縮尺と分解能 人と自然の関係 山木屋地区 マイナー・サブシステム					

## 発問の意図と説明

### (1) 環境モニタリングとは何だろうか

モニタリングとは事象を継続的に観測、観察、測定し、記録することです。環境とは人、自然、社会が相互作用する周囲のことですから、環境モニタリングの目的はある広がりをもつ範囲（地域とってよいでしょう）において記録された事象の理解となります。そのために地理学では環境を構成する複数の要素の分布図を作成して解釈を試みます。

分布図の解釈には縮尺を考慮する必要があります。例として植生図を考えると、小縮尺の地図上に描かれた植生の分布は潜在自然植生図として描かれます。潜在自然植生とは人間による改変がないと仮定したときに、その地域の地理的条件によって成立することができる植生です。一方、大縮尺の地図の上に描かれる現存植生図は、その地域の微細な地理的条件の影響を受けた植生で複雑で多様な分布を呈します。地理的条件には気候、地形、地質等があり、異なるレイヤー（階層）として分布図に重ねると分布の要因を考察することができます（[参考 URL1](#)）。

### (2) 原子力発電所の事故によって放出された放射能分布図から何を読み取ることができるだろうか

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波によって東京電力福島第一原子力発電所が事故を起こし、高濃度の放射性物質が阿武隈山地北部に沈着しました。その結果、避難区域が設定され人の暮らし、人と自然の関係性が分断されました。避難指示は徐々に解除されてきましたが、まだ帰還することができない区域が残っています。[図 1](#) は阿武隈山地北部における 2011 年 4 月 29 日換算の空間線量率マップ ( $\mu$  Sv/h) です（[参考 URL2](#)）。空間線量率（単位はシーベルト、Sv）は人が受ける放射線影響の大きさです。[図 1](#) は航空機によって測定された空間線量率を分布図として示したものです。対地高度 150 から 300m で飛行する航空機により、航空機下部の直径約 400m から 1500m の円内の平均的空間線量率を飛行航路に沿って測定し、空間的に内挿して作成されています。

[図 2](#) は自動車にセンサーを搭載し、走行することによって計測した空間線量率マップです（[参考 URL3](#)）。地表面近くを走行する自動車道路に沿って空間線量率を計測しているのでひとつの測定値が計測している範囲（空間分解能）は図 1 よりはるかに小さくなり、場所ごとの特徴を読み取ることができます。

[図 3](#) は旧計画的避難区域であった福島県伊達郡川俣町山木屋地区北部の山地を歩行して測定した空間線量率です（[参考文献 1](#)）。この地域では空間線量率は福島第一原子力発電所の方向である南東に向けた斜面の上部で高く、地形の凹凸に対応して放射能雲の風下側斜面では低くなっていました。また、アカマツ林分における空間線量率は高く、落葉広葉樹林で低い傾向がありました。これは放射性物質が沈着した 3 月中旬に葉を付けている常緑針葉樹であるアカマツ林では樹冠に放射性物質が付着しやすかったためだと考えられます。

これらの分布図の比較から何を読み取ることができるでしょうか。また、それぞれの分布図で読み取ることができないものはあるでしょうか。いくつか挙げてみましょう。分布図の解釈では縮尺および空間分解能に注意する必要があります。小縮尺で空間分解能が大きな[図 1](#) では空間線量率の広域分布を概観することができ、政府による避難区域の線引きに用いられました。

## 図表のページ

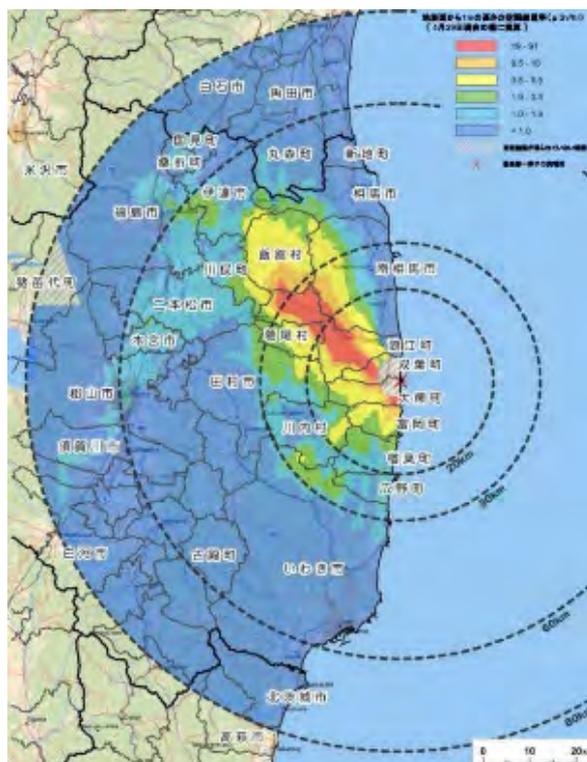


図 1 文部科学省及び米国エネルギー省(DOE)の航空機モニタリングによる東京電力福島第一原子力発電所から 80 km圏内の地上 1m における空間線量率分布図。この分布図は 2011 年 5 月 6 日に報道公開されました。

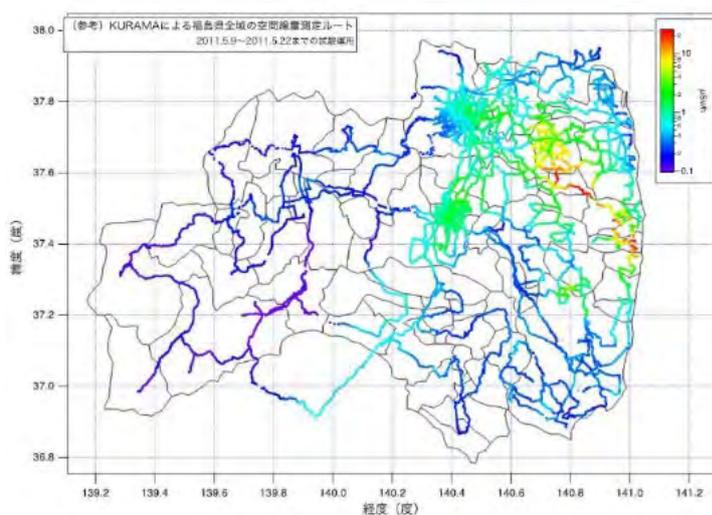


図 2 福島県内を自走車で走行して測定した空間線量率分布図(福島県原子力安全対策課)。道路沿い道路沿いの空間線量率を表しますが、道路から離れた山林の空間線量率はわかりません。

## 文章のページ

図3は旧計画的避難区域であった福島県伊達郡川俣町山木屋地区北部の山地を歩行して測定した空間線量率です(参考文献1)。この地域では空間線量率は福島第一原子力発電所の方向である南東に向けた斜面の上部で高く、地形の凹凸に対応して放射能雲の風下側斜面では低くなっていました。また、アカマツ林分における空間線量率は高く、落葉広葉樹林で低い傾向がありました。これは放射性物質が沈着した3月中旬に葉を付けている常緑針葉樹であるアカマツ林では樹冠に放射性物質が付着しやすかったためだと考えられます。

これらの分布図の比較から何を読み取ることができるでしょうか。また、それぞれの分布図で読み取ることができないものはあるでしょうか。いくつか挙げてみましょう。分布図の解釈では縮尺および空間分解能に注意する必要があります。小縮尺で空間分解能が大きな図1では空間線量率の広域分布を概観することができ、政府による避難区域の線引きに用いられました。

図2、図3のように縮尺が大きく、また空間分解能が小さくなるにつれて実際の分布は地形や植生によって複雑な分布を呈していることがわかります。遠方に居住する人々は図1を見て浜通りから阿武隈山地北部の広い領域が放射能によって汚染されている状況に深刻さを感じますが、地域に住む人々は図3を見て帰還の可能性を読み取ろうとします。地理学は人と自然の関係性を探究します。地域ごとに異なる人と自然の関係性によって環境モニタリングの結果の解釈は異なることを地理学で学びましょう。

なお、分布図は様々な地理情報と重ねることにより事象の理解が容易になります。地理院地図(参考URL4)で標高・土地の凹凸(陰影起伏図)や地形分類図、地質図などを重ねて分布図の解釈を試みてください。地理院地図の他にも様々な分布図がインターネット上に公開されています。地理情報の組み合わせによって、事象の新しい認識を発見する能力を獲得してほしいと思います。

### (3) 空間線量率マップの背後にはどんな地理的事象があるか

図4は阿武隈山地北部のある地域の山地における森林作業道(地域の人が森林における作業のために設けた作業道)と開拓地(地形改変によって平坦化された土地)の分布です(近藤原図)。航空レーザー測量という新しい技術によって作成された1m空間分解能のDEM(数値地形モデル)から目視で読み取ったものです。図5はこの地域の斜め写真ですが、落葉広葉樹を主体とする山林の樹冠の下には密な作業道のネットワークがあります。図5には平坦化された土地が見えますが開拓地です。これらの作業道と開拓地がある理由を考えてみましょう。

福島県はかつてシイタケ栽培の原木の供給地でした。山林の作業道は落葉広葉樹の伐採と運搬に利用されました。落葉も作物の品質を高めるために肥料として利用されていました。また、山林に自生するキノコや山菜の採取は地域の人々の生きがいを醸成する重要な活動でした(マイナー・サブシステムといいます)。阿武隈高地では花崗岩(地質については参考URL5参照)の特徴としてなだらかな地形が形成され、牧場や畑として利用されました。このように作業道や開拓地の分布には人の暮らしと山林の関係性とその歴史が記録されています。

地理学の道具である地理情報システム(GIS)では複数の情報を重ねて、それらの関係性を考察することにより、地域の特徴を発見することができます。地域を理解することが、様々な問題の理解と解決に繋がります。ある問題を地域(当事者)の視点と国や世界の視点で観察したときに見え方に違いはあるでしょうか。

## 図表のページ

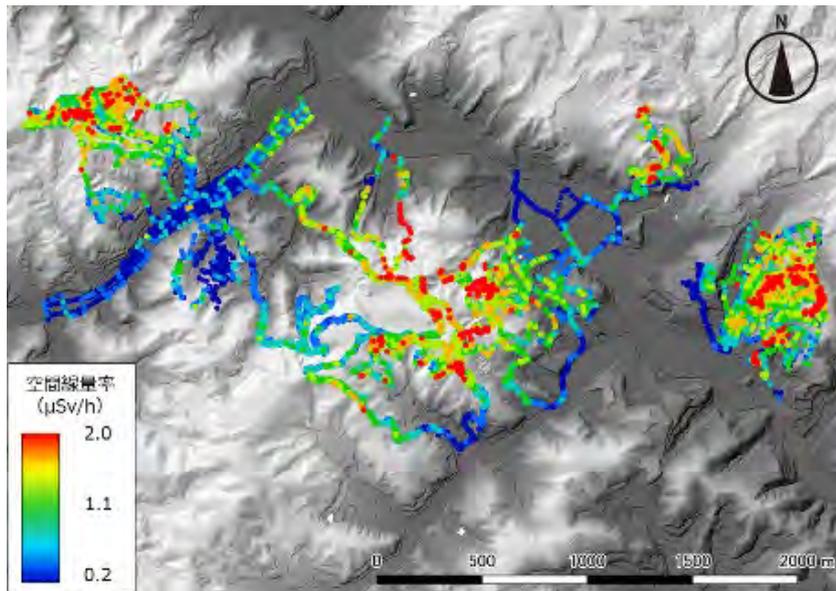


図3 山木屋地区北部の山林を歩いて測定した空間線量率分布図。その場所の地形や植生、土地利用によって空間線量率が影響を受けていることがわかります。(近藤・濱原図)

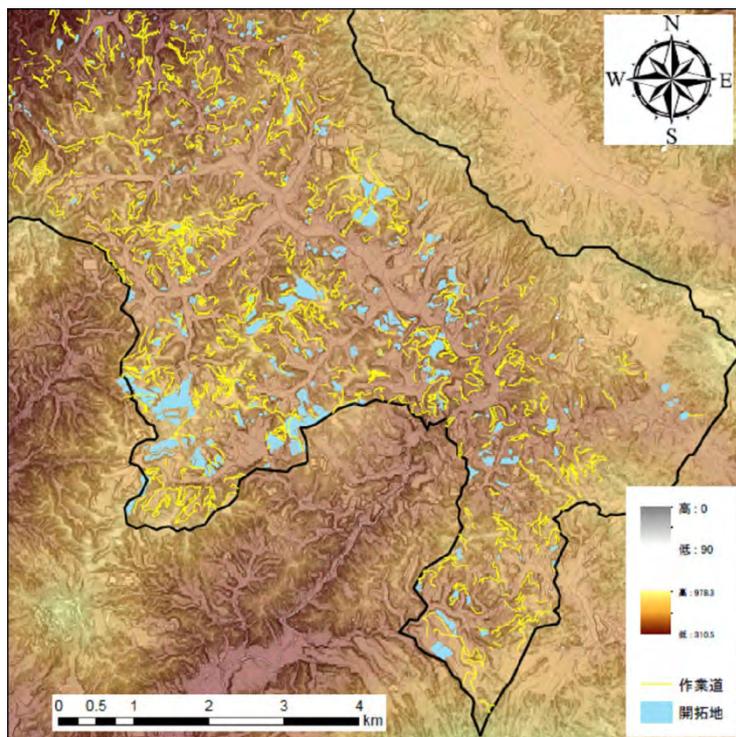


図4 山木屋地区における山林の中の作業道（イエロー）と、開拓地（シアン）の分布。開拓地はDEM(数値地形モデル)から地形変化が明らかな平坦地として読み取りました。(近藤・濱原図)

## 文章のページ

### (4) 福島と私たちの関係

東京電力福島第一原子力発電所の事故は近傍で暮らす多くの人々の暮らしを奪うことになりました。原子力災害被災地域の回復と復興は現在も進行中です。福島における事象と遠方で暮らす私たちの間には関係性はあるのでしょうか。地理学は人、自然、社会の間の関係性を探究する学問です。どのような関係性があるのか、考えてみましょう。

東京電力福島第一原子力発電所は首都圏に電力を供給していたので、首都圏に暮らす人々は便益を享受したといえます。20世紀後半には日本の高度成長にも寄与したといえるかも知れません。原子力災害被災地域と首都圏の人々の間には関係性があるといえます。

一方、原子力発電のリスクは発電所立地地域で最大になります。しかし、貨幣経済では価値を貨幣に変換することにより、関係性を分断するという考え方もあります。あなたはどのように考えますか。受益圏と受苦圏は環境社会学における重要な概念ですが、受益と受苦の関係を地理学の立場で考察すると何が見えてくるのでしょうか。

地理学は関係性を探究する科学です。ある事象が生じている地域の多様な要素を空間的に、および時間ごとに可視化し、関連する分野（地理学では系統地理学の諸分野）の知見と組み合わせて解釈します。関係性を探究する力を地理学を通じて醸成することにより、総合的、俯瞰的な視点を獲得し、様々な問題に対応する力を育むことができるでしょう。

#### 参考 URL サイト (2024年3月参照確認)

URL1 <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-009.html> 生物多様性センター：植生・植生図について

URL2 <https://radioactivity.nra.go.jp/ja/>

放射線モニタリング情報：航空機モニタリングによる空間線量率の測定結果

URL3 <http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/16025c/genan28.html> 福島県：走行サーベイシステム KURAMA による空間線量率測定について

URL4 <https://maps.gsi.go.jp/> 地理院地図

URL5 <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/>

日本シームレス地質図 ver.2 地理院地図に産総研の20万分の1地質図をオーバーレイ(重ねた地図)

<https://gbank.gsj.jp/seamless/> 産総研 日本20万分の一シームレス地質図

#### 参考文献

1 環境汚染と地球人間圏科学—福島原発事故を通して—、日本地球惑星科学連合編「地球・惑星・生命」、第V(19)章、東京大学出版会

## 図表のページ



図 5 川俣町山木屋地区北部を南東方向に向かって相対高度 150mからドローンで撮影した斜め写真です。阿武隈高地北部の典型的な地形と土地利用・土地被覆を写真から読み取ってみましょう。地理学の知識を活用すると、様々な人と自然の関係性が見えてきます。