

SPMによる日本海域側の 黄砂沈降量分布の推定と可視化

金沢工業大学
情報フロンティア学部
メディア情報学科

中野 侑 宮崎 綾子

研究の背景

黄砂が飛来することによって、人体に鼻水、痒みといった呼吸器官への被害や、目や耳への被害がある。[1]

このために黄砂がどのくらい日本に飛来しているかを調べる必要がある。

2006年度S-PLUS学生研究で、直江智宏が黄砂沈降量に関する発表[2]を行っていたが、問題点がいくつかあった。

問題点

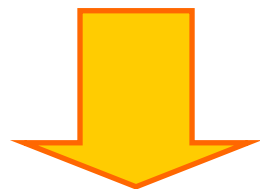
- ◆ 北陸三県の黄砂沈降濃度分布しか求めていない
- ◆ 面的な補間を行うのにクリギング法を使用しているが広域への適用が難しい



これらを改善したい！

研究の目的

1. 研究の対象を日本海域側にし、黄砂沈降量分布の推定と可視化を行う
2. 点的ではなく面的に解析を行う
3. 黄砂の流れのアニメーションをGoogle Earth上で表示する



多くの人に日本にどのように黄砂が飛来しているのかを知ってもらう

黄砂現象とSPMについて

黄砂現象

中国大陸西部のタクラマカン砂漠や、北部のゴビ砂漠などの乾燥地帯で巻き上げられた砂の粒子が、上空の強い偏西風に乗って運ばれる現象。

日本では冬の終わりから春先にかけて飛来し、日本の様々な地域で観測されている。

SPM

SPM (Suspended Particulate Matter) とは大気中に浮遊している粒子の直径が $10\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質。[3]

発生源は工場のばい煙、自動車排気ガスなどの人の活動に伴うもののほか、自然界由来（海塩の飛散、火山、森林火災など）のものがある。[1]

研究の流れ

観測局107局分のSPMデータの収集

SPMデータの整理(マクロ作成)

SPMデータから解析日の選定を行う

その期間のデータをS-PLUSによりデータ解析

等高線をもとにPhotoshopで色分けし日本地図と合成

KML言語を用いてGoogle Earth上にアニメーションとして載せる

SPMデータ収集

以下の条件でデータの収集を行った。

収集元	環境省ホームページ[4]
収集地域	日本海側11府県
収集期間	2007年の3月28日から5月31日の約2ヶ月間
格納データ	観測局ごとに1日につき24時間の値
観測した府県	青森、秋田、新潟、富山、石川、福井、京都、鳥取、島根、山口、福岡 ※同じ日本海側の県である山形県と長崎県はSPMデータが欠損していたため研究対象から省いた

データの整理

I. 各府県ごとの日別のSPM値を求める

下の図は3月28日～4月11日における日本海域側のSPM値の変化量を表したものである。

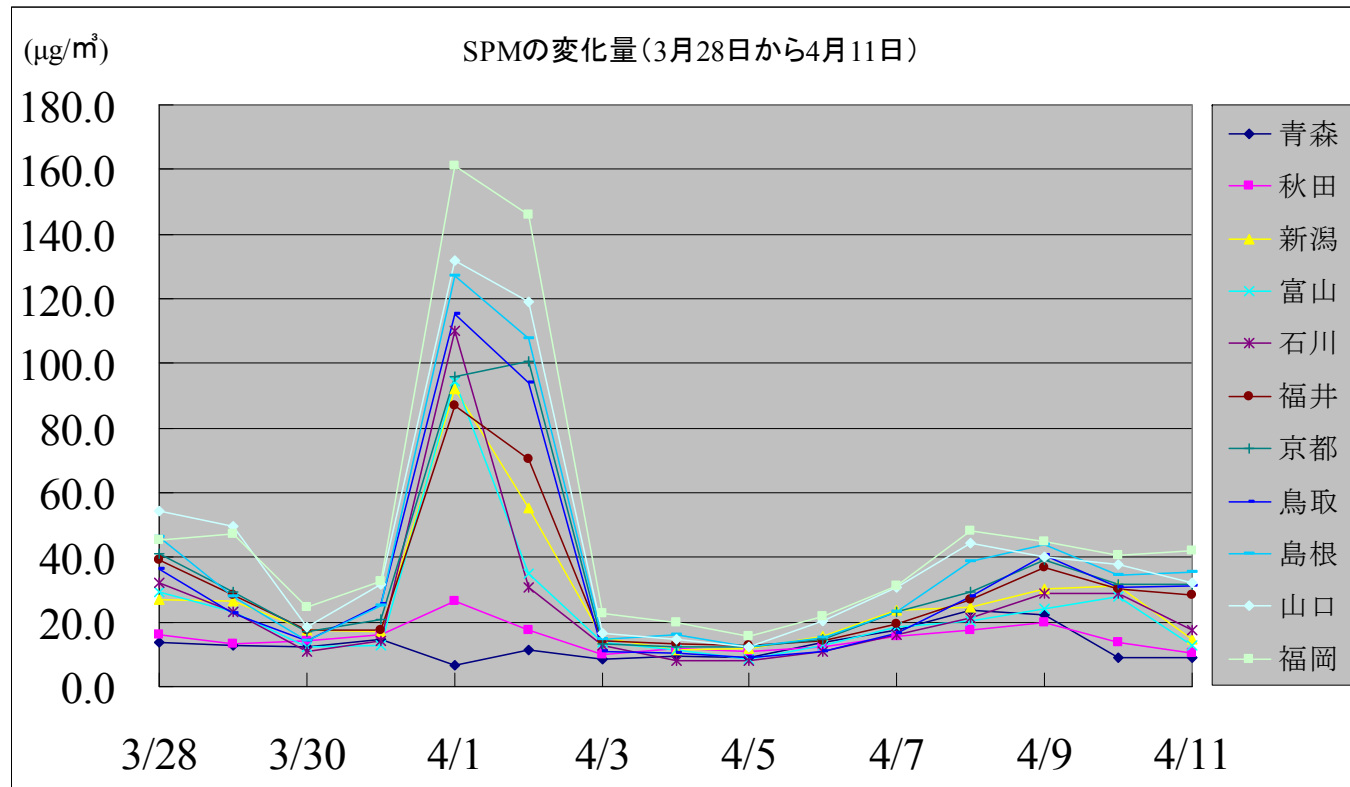


図1 SPMの変化量

データの整理

II. 黄砂飛来判定と境界値の設定

SPMデータには黄砂に関係の無い生活粉塵も含まれている。
生活粉塵はほぼ一定であるために、黄砂の飛来していない日を調べ、その日のSPM値からある一定以上の値は黄砂であるという境界値を求める必要がある。

境界値の求め方

直江智宏[2]が用いたのと同じ平成16年度の川口和男氏の放送大学修士論文[5]で求められた黄砂飛来判定の回帰曲線
 $C=1.4642 \mu 1+9.3471$ を使用。

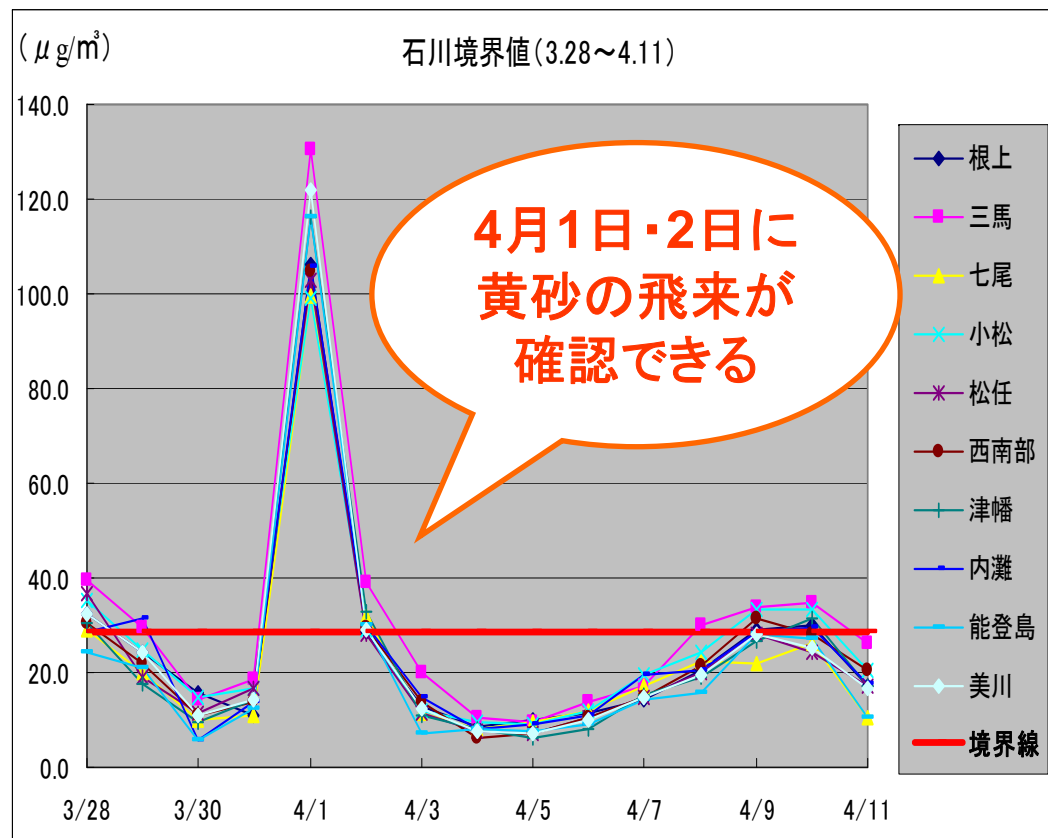
Cは境界値であり、 $\mu 1$ は黄砂未飛来日のSPM平均値である。

表1 各府県の境界値

府県名	青森	秋田	新潟	富山	石川	福井	京都	鳥取	島根	山口	福岡
境界値 ($\mu \text{g}/\text{m}^3$)	25.5	28.5	36.4	29.7	28.5	33.8	35.2	34.6	40.4	48.4	52.4

解析日の選定

SPMグラフに境界値を含めたグラフを作成した。



- ◆ 4月1日と2日に石川県に黄砂が飛来していることが確認されている。
- ◆ 他の府県のグラフも同じようなグラフになったが、秋田と青森は選定した日に黄砂が飛来していなかった。
- ◆ グラフより**3月31日から4月3日まで**がSPM値の差が分かりやすい為、**解析日に選定**した。

図2 石川県の日別SPM値(赤線は境界値を表している)

S-PLUS用データセットの作成

本研究では扱うデータの数が膨大であり、また境界値の設定や純粋な黄砂沈降量を手作業で求めるには時間と手間がかかるためにマクロの作成を行った。

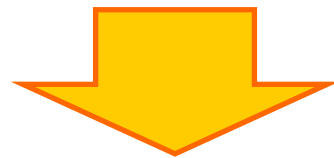
データの整理が終わるとS-PLUSに入力ができる形式に変換される。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
2		1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	x	y	
3	根上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136.4549	36.44655
4	三馬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.5	0	0	0	0	0	3.5	0	12	6.5	0	0	0	0	136.6363	36.53019
5	七尾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	136.9581	37.05199	
6	小松	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	38	4.5	9.5	0	136.4595	36.40783	
7	松任	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14	0	9.5	0	136.564	36.5193	
8	西南部	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136.6062	36.5527	
9	津幡	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	0	4.5	136.7281	36.66927	
10	内灘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0	136.6308	36.63439	
11	能登島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	136.9955	37.1224	
12	美川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	4.5	0.5	5.5	136.4756	36.47543	

図3 S-PLUS用データセット形式

解析の方法

- ◆ 本研究では黄砂を対象にしているため、地域によって沈降してくる時間が異なり、また範囲が青森から福岡では相当な距離がある。
- ◆ SPMデータの値にバラつきが生じ、バリオグラムがうまく機能しなかったため、結果的にクリギング法での広範囲の空間分布の推定は出来なかった。



今回は広域でのシミュレーションが可能な補間法を使用し、面的空間分布の推定を行う

黄砂沈降量の面的分布

空間的な情報を得るためにSPMデータを収集した全国の観測局の位置をプロットした。これをもとに面的分布を推定する。[6]



図4 全国の観測局をプロットした画像

補間の方法

- ◆ 等高線を表示させるためにS-PLUSによる補間を行う。
- ◆ 今回使用した補間方法は、不整三角網モデルのデローニ三角形を用いる。
- ◆ デローニ三角形は、多角形の一辺を共有する地形点同士を結んで作られる三角形群のことである。[7]

デローニ三角形による補間

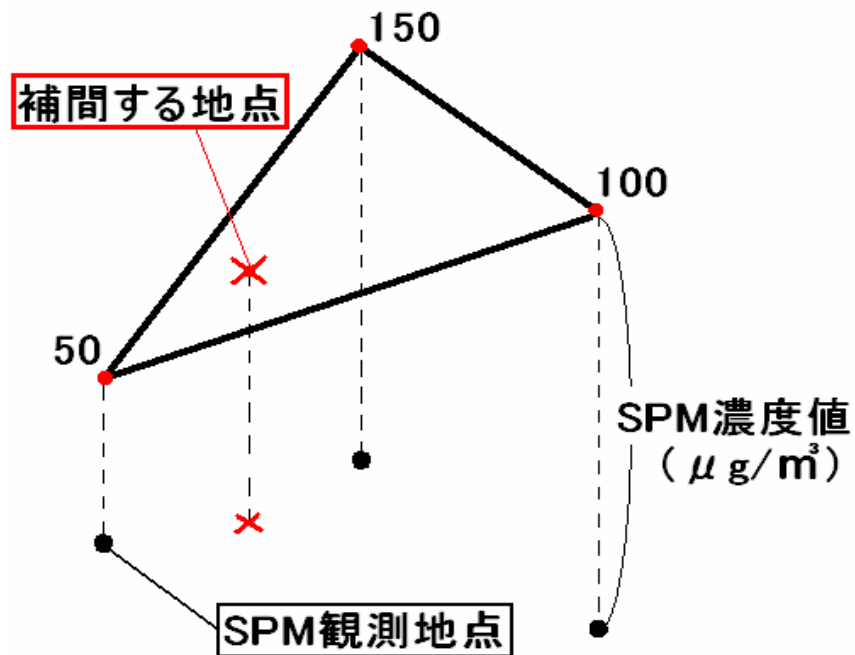


図5 デローニ三角形

- ◆ 図中の●のSPMを観測した地点はランダム状に配置されている。
- ◆ 値の分からない場所の面的な値を推定するには、補間する地点から一番近い3点のSPM値で三角形を作り、その三角形の面で補間する場所の値を推定する。[8]
- ◆ 補間を行う際の間隔は、S-PLUSのデフォルト間隔である0.05度間隔で行っている。

黄砂分布の等高線

図5の結果から補間を行い、黄砂の分布を等高線で表示させる。

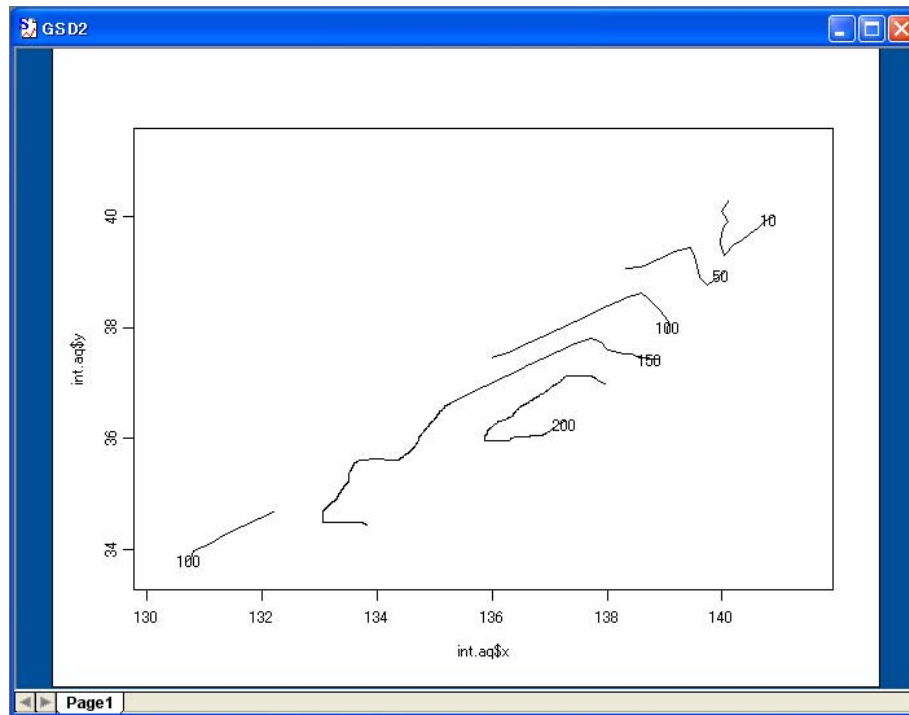


図6 等高線(4月1日12時)

x軸・y軸はそれぞれ経度・緯度を表している

- ◆ 補間されたデータを使用し、等高線を求めた。[8]
- ◆ 図中の数値はSPM値であり、数値が高いほど黄砂の沈降量が多いことを示す。
- ◆ これをもとに画像を加工し、アニメーション表示を行う。

SPMデータの可視化

SPMデータの等高線をもとに色を塗り日本地図と合成させ、等濃度図を作成する。

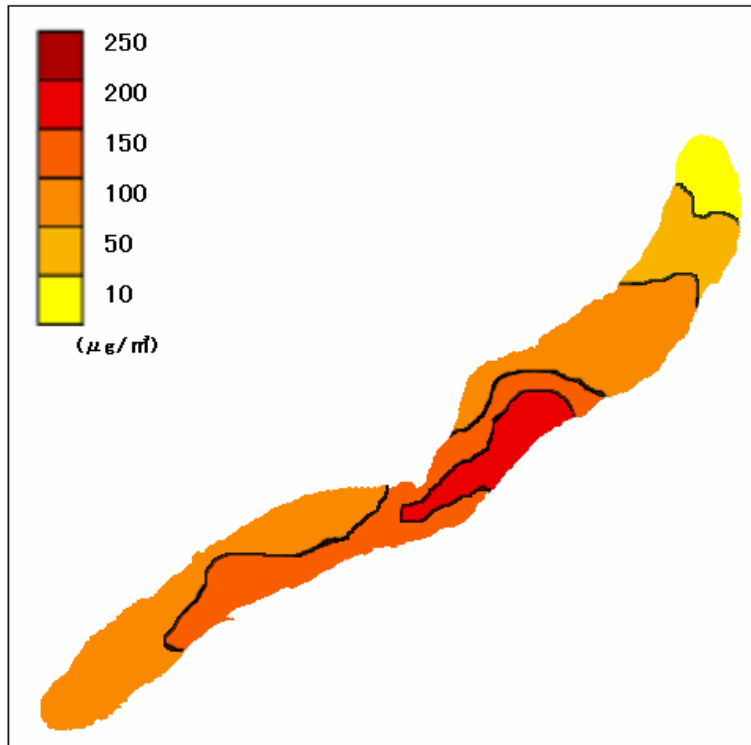
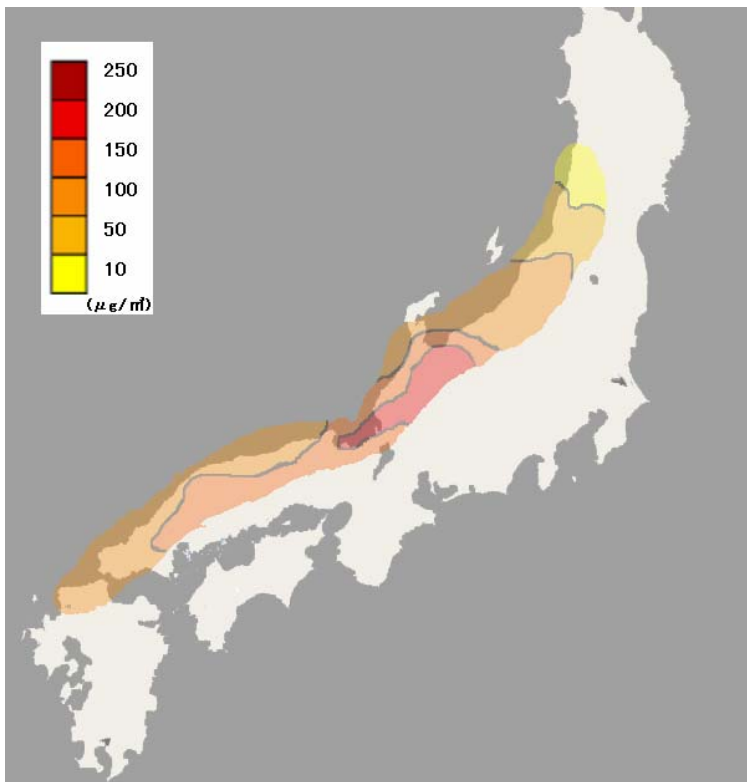


図7 等濃度図

- ◆ Photoshopを使用し色を塗る。
- ◆ 濃度値が薄いほど黄色に近く、濃いほど赤に近い色にする。
- ◆ 濃度値は10から250までで、50刻みで行う。

日本地図との合成

色分けした濃度図と日本地図を、Photoshopを用いて合成する。



- ◆ 図8のような画像を、3月31日から4月3日の各24時間分、合計96枚作成し、アニメーション表示を行った。[6]

図8 合成させた日本地図

アニメーション表示

例として3月31日の15時、4月1日、2日、3日の0時の画像を以下に示す。

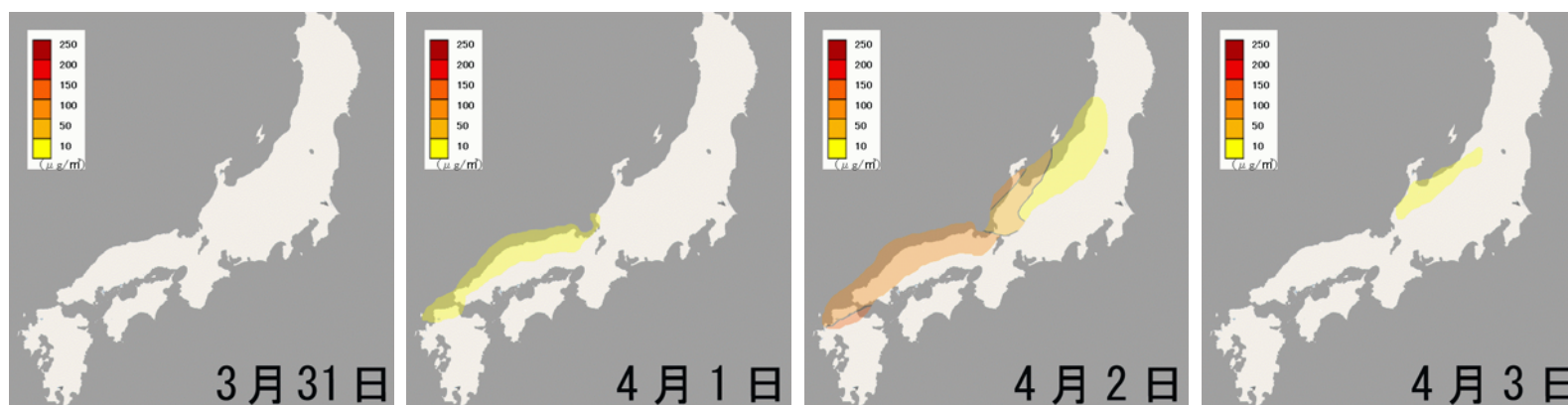


図9 黄砂沈降量アニメーション

アニメーションの結果から、西から東に黄砂が流れていることがわかった。

Google Earth上での表示

1. Google Earth上で日本のエリアに合うように、画像を配置する経度と緯度を設定する。
2. Time SpanというKML言語を用いて、全ての画像を時間別に表示させアニメーションにする。
3. 完成したKMLファイルをGoogle Earthで読み込む。

Google EarthとKMLについて^[9]

◆ Google Earthとは

Google社が配布している
バーチャル地球儀ソフト。
航空写真や衛星画像が使われ
ており立体図も表示可能。

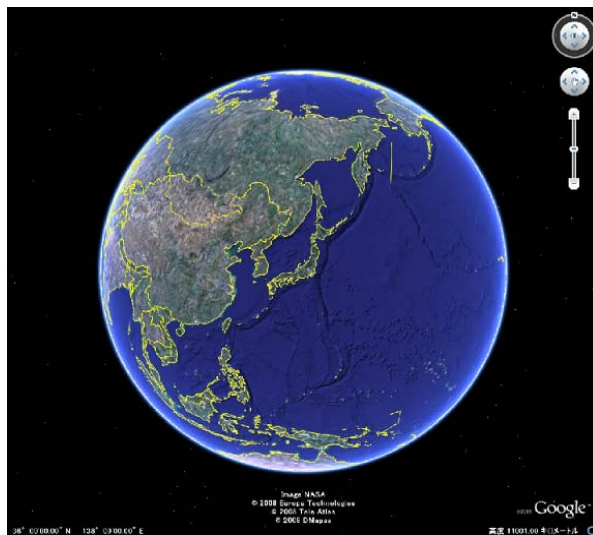


図10 Google Earth

◆ KMLとは

三次元地理空間情報の表示を管理
するために開発されたXMLベースの
マークアップ言語。
目印、イメージ、3Dモデルなどを
表示させることができる。

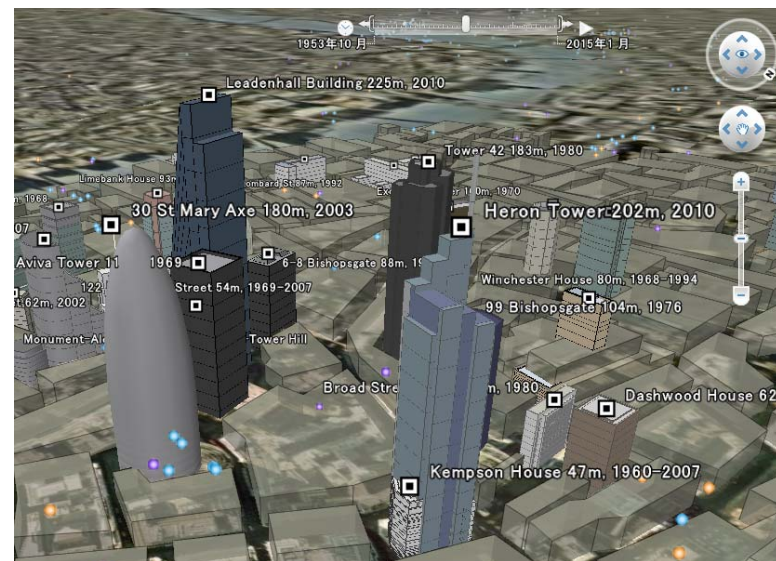


図11 KMLによる3Dモデルの表示

Time Spanを用いたアニメーション

Time Spanとは画像などを時間を指定して表示させることのできる機能である。[9]

今回はこれを用いてアニメーションを作成した。

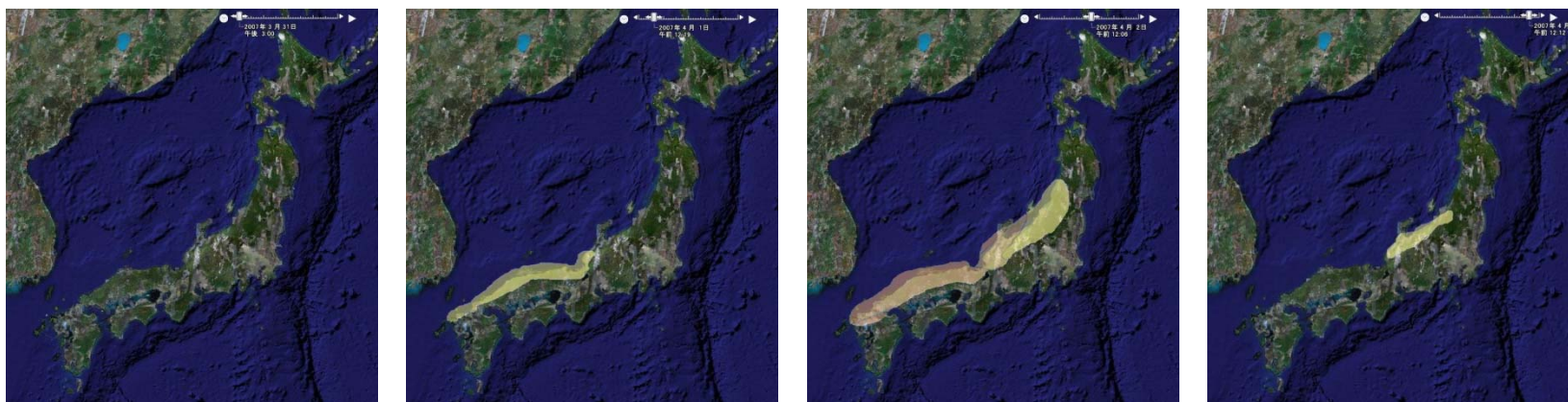


図12 Google Earth上のアニメーション

まとめ

- ◆ アニメーション結果から黄砂の動きを観察してみると、黄砂が西から東へ3月31日までと4月1日から二度繰り返して飛来していることがわかった。
- ◆ 各府県で収集した実際のSPM値とS-PLUSで解析したSPM値に多少の誤差が生じる府県もあった。
- ◆ S-PLUSでは補間法で観測所以外の場所の数値を推定しているが、場所が離れているため多少の誤差が生じたのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』 (<http://ja.wikipedia.org/wiki>)
- [2] 直江 智宏 (金沢工業大学 工学部) 「SPMによる黄砂沈降量の空間分布の確定」
2006年度 S-PLUS学生研究
(<http://www.msi.co.jp/splus/events/student/2006pdf/st06naoe.pdf>)
- [3] 大気汚染の発生源、沿道環境対策技術「SPMの対策技術」
(<http://www.mlit.go.jp/road/road/new5/01/1a.html>)
- [4] 環境省ホームページ 大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」
(<http://soramame.taiki.go.jp/>)
- [5] 川口和男 「SPMデータによる黄砂エアロゾル飛来現象の解析」 放送大学修士論文 2004年
- [6] 嶋田亮太, 松岡直樹 「SPMデータによる黄砂の空間分布の可視化とアニメーション」
金沢工業大学 メディア情報学科 2007年度工学設計Ⅲ論文 2007年
- [7] 村井俊治 「空間情報工学」 社団法人日本測量協会 2000年
- [8] (株)数理システム 「S+SPATIALSTATS ユーザーズマニュアル」 2002年
(株)数理システム 「S-PLUS6 ユーザーズガイド」 2002年
- [9] 茜丸／内部高志／森田アンナ 「Google Earth コンテンツ&アプリ作成ガイドブック」
株式会社技術評論社 2008年