

飯舘村初期被曝評価(1)

米国NNSAによる空中サーベイデータを用いた飯舘村のセシウム汚染詳細マップ

(A)沢野伸浩、(B)今中哲二、(C)城戸 寛子、(B)林剛平

(A)金沢星稜大学、(B)京都大学原子炉実験所、(C) (株)V.I.C.

DOE/NNSAデータとは

- 米国エネルギー省(DOE)核安全保障局(NNSA: National Nuclear Security Administration)
- 2011年3月14日、全ての装備と33名の要員で Mississauga, Ontario) 発、日本時間16日01:55横田基地着
- 2011年3月17日から実際に調査を開始
- 実際に対策に使われることはほとんどなかった

- Criag Lyons & David Colton: Aerial Measuring in Japan, Health Physics, 2012, 509-515.

実際の公開画面

The screenshot shows a Firefox browser window with the URL <https://explore.data.gov/catalog/raw?q=Fukushima&sortBy=relevance>. The page displays a search for 'Fukushima' with various filters and a list of raw datasets. The datasets are sorted by relevance, and the first five results are highlighted with numbered callouts:

- ① 空間線量率 (Spatial Dose Rate)
- ② 土壌サンプリング (Soil Sampling)
- ③ 航空機モニタリング (Aircraft Monitoring)
- ④ 土壌サンプリング (Soil Sampling)
- ⑤ 現地測定 (On-site Measurement)

Name	Popularity	Type
1. US DOE/NNSA Response to 2011 Fukushima Incident: Radiological Air Samples	385 views	Geography
2. US DOE/NNSA Response to 2011 Fukushima Incident: Radiological Soil Samples	15 views	Geography
3. US DOE/NNSA Response to 2011 Fukushima Incident- Raw Aerial Data and Extracted Ground Deposition	15 views	Geography and Environment
4. US DOE/NNSA Response to 2011 Fukushima Incident: Field Team Radiological Measurement	15 views	Environment
5. US DOE/NNSA Response to 2011 Fukushima Incident: Instrument Samples (In Situ Measurement)	57 views	Environment
6. Data.gov Catalog	30,511 views	Other
7. Date order	301 views	Other
8. Export-Import FY 2012 Participants	612 views	Banking, Finance, and Insurance
9. Central Contractor Registration (CCR) FOIA Extract	16,778 views	Information and Communications
10. Export-Import FY 2010 Participants	166 views	Banking, Finance, and Insurance



<https://explore.data.gov/catalog/raw?q=Fukushima&sortBy=relevance>

さらに、2012年7月6日 専用ページより詳細データを公開

The screenshot shows the 'Response Data Repository' website. The page is divided into three main sections: 'ABOUT', 'DOWNLOAD', and 'SEARCH'. The 'ABOUT' section contains a paragraph explaining that users can download pre-created datasets in Excel or CSV formats, or use search utilities for custom data sets. The 'DOWNLOAD' section features a heading 'Start the process by downloading a data set' followed by a bulleted list of four data categories, each with icons for Excel, CSV, and other formats. A 'More' link is provided below the list. The 'SEARCH' section contains five blue buttons for 'Air Samples', 'Soil Samples', 'Instrument Samples', 'Field Measurements', and 'AMS Surveys'.













Response Data Repository

ABOUT

Please select from the pre-created datasets listed below to download field measurements or sample analysis results. Data may be downloaded in either Excel  or CSV  formats. Alternately, you may use the search utilities to prepare your own custom data sets.

DOWNLOAD

Start the process by downloading a data set

- All US Government Field Measurements -   
- All US Government Air Filter Analysis Results -   
- All US Government Soil Sample Analysis Results -   
- All Instrument Sample Results -   

[More](#)

SEARCH

Air Samples

Soil Samples

Instrument Samples

Field Measurements

AMS Surveys

<http://www.nnsaresponsesdata.net/Users/Home.aspx>

全5種類

2012年7月6日よりのデータ公開画面

DOCUMENTS

The following documents have been made available for general use:

	<u>Name</u>	<u>Type</u>	<u>Description</u>	<u>Source</u>	<u>SourceDate</u>	<u>Size</u>
Download	DOE AMS Helicopter	AMS Data Files	AMS Helicopter data	DOE	9/22/2011	18.23 MB
Download	DOE Mobile Set	AMS Data Files	The enclosed package represents radiation data collected with radiation detection systems mounted in ground-based vehicles used by survey teams from 10 April 2011 to 9 May 2011.	DOE	10/4/2011	45.06 MB
Download	US AMS Data: 4/2/2011-5/9/2011	AMS Data Files	Zip file containing a CSV file with ~107K AMS measurements; a Google Earth ready kmz file; and a PDF help document describing the data.	DOE	5/9/2011	9.81 MB

どのように測定されていたのか 試験飛行の様子がYouTubeに公開



お使いのブラウザは、このページを表示するために JavaScript を使用しています。詳細は、こちらをご覧ください。

検索 | Download | YouTube | Amazon | eBay | Coupons | Radio | Options

YouTube ログイン

ランキング | 映画 | アップロード

NNSA Aerial Measuring Systems

NNSA News | チャンネル登録 | 92本の動画

00:04 / 10:06

グッド! | 追加 | 共有 | 11,826 | 11

MNSA News さんが 2011/03/24 にアップロード

- DOE and NNSA Response Teams**
ユーザー: NNSA News
9,157 回再生
6:44
- NNSA B-Roll: MOX Facility**
ユーザー: NNSA News
2,229 回再生
8:20
- NNSA's Office of Secure Transportation**
ユーザー: NNSA News
4,995 回再生
2:00
- NNSA Completes Largest Highly**
ユーザー: NNSA News
1,154 回再生
1:28
- 【大切な人に伝えてください】小出裕章さん『隠さ』**
ユーザー: hakunamatataTJ
1,038,388 回再生
1:46:28
- 加来道雄氏『福島はチェルノブイリを超える史上』**

<http://www.youtube.com/watch?v=mnEQcXQLoFc>

どんなデータなのか AMS (Aerial Measurement System)

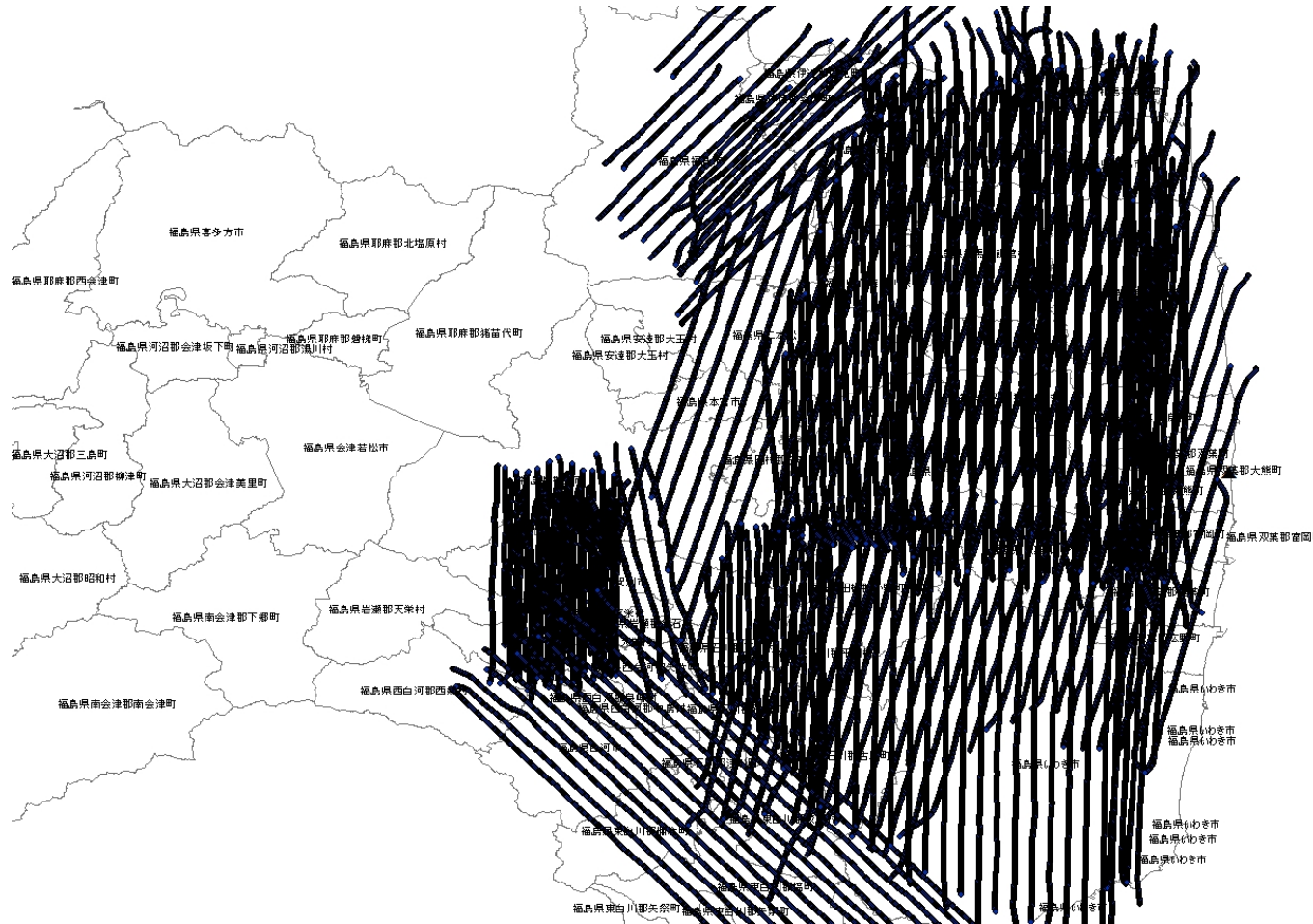
テーブル

Cs137_NO_ZERO

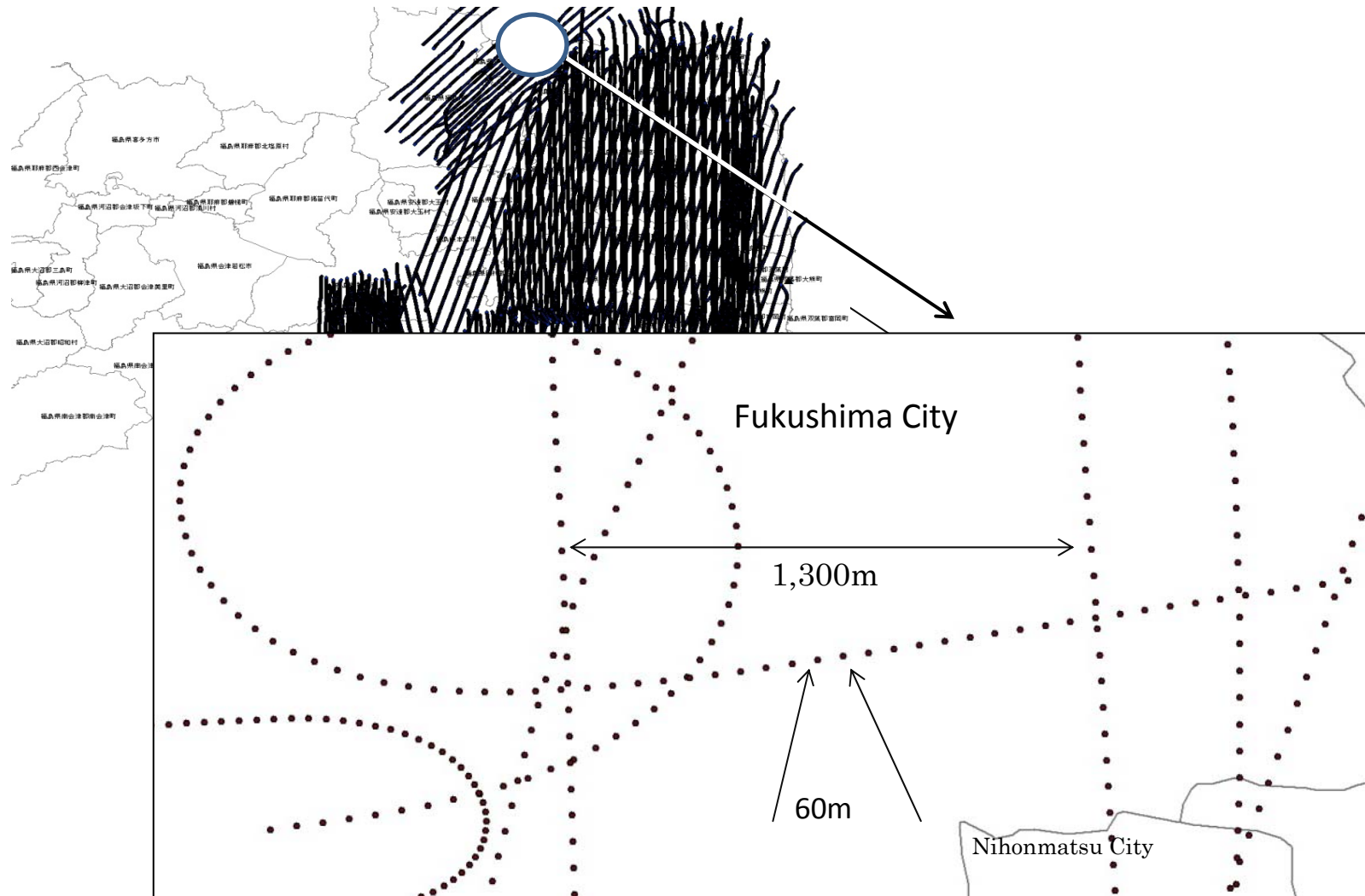
FID	Shape	DATE	LATITUDE	LONGITUDE	ALT_HAE	AGL	LIVEUSEC	GC	EXPOSURER	EXPOSURE_1	CS134_UCI	CS137_UCI	CS137_BQ	CS137_Loc
0	Point	4/1/2011 5:30	37.615508	140.70379	951.428	303.408709	987510	10122	1.20215	0.818	36.1	38.8	1435600	6.157033
1	Point	4/1/2011 5:30	37.616094	140.704165	953.543	307.359811	987847	10001	1.22082	0.83	36.7	39.4	1457800	6.163698
2	Point	4/1/2011 5:30	37.616677	140.704538	955.359	308.676693	987564	10010	1.23384	0.839	37.1	39.8	1472600	6.168085
3	Point	4/1/2011 5:30	37.61726	140.70491	957.014	307.017825	988037	10345	1.26156	0.858	37.9	40.7	1505900	6.177796
4	Point	4/1/2011 5:30	37.617842	140.705282	958.057	302.318993	985966	10902	1.29137	0.878	38.8	41.5	1539200	6.187295
5	Point	4/1/2011 5:30	37.618428	140.705654	958.154	293.263731	985353	11704	1.30407	0.887	39.2	42	1554000	6.191451
6	F				9		51	12740	1.22637	0.834	36.9			99
7	F				9		109	14074	1.15952	0.789	34.9			173
8	F				9		151	15773	1.1011	0.749	33.1			43
9	F				9		105	17287	0.9906	0.674	29.8			92
10	Point	4/1/2011 5:30	37.62145	140.70749	939.256	167.017128	977405	17970	0.82708	0.563	24.9	26.7	987900	5.994713
11	Point	4/1/2011 5:30	37.622076	140.707855	933.851	158.363524	980134	17137	0.74068	0.504	22.3	23.9	884300	5.9466
12	Point	4/1/2011 5:30	37.62271	140.708221	930.07	166.468875	980816	16019	0.72925	0.496	21.9	23.5	869500	5.93927
13	Point	4/1/2011 5:30	37.623348	140.708588	928.003	180.364433	981510	14857	0.74507	0.507	22.4	24	888000	5.948413
14	Point	4/1/2011 5:30	37.623988	140.708959	926.363	187.006597	983820	13888	0.72699	0.494	21.9	23.4	865800	5.937418
15	Point	4/1/2011 5:30	37.624628	140.709335	923.218	195.530796	983159	13191	0.73318	0.499	22.2	23.6	873200	5.941114
16	Point	4/1/2011 5:30	37.62527	140.709715	918.423	202.301804	985644	12650	0.7351	0.5	22.1	23.7	876900	5.94295
17	Point	4/1/2011 5:30	37.62592	140.710095	912.361	200.566928	985318	12180	0.69815	0.475	21.5	22.5	832500	5.920384
18	Point	4/1/2011 5:30	37.626579	140.710473	906.207	201.179001	986995	11546	0.66206	0.45	19.9	21.3	788100	5.895581
19	Point	4/1/2011 5:30	37.627245	140.710848	898.934	205.100828	986204	11032	0.64983	0.442	19.5	21	777000	5.890421
20	Point	4/1/2011 5:30	37.627916	140.711221	891.601	217.781092	987098	10857	0.69935	0.476	21	22.5	832500	5.920384
21	Point	4/1/2011 5:30	37.628591	140.711587	883.316	223.384224	986514	10990	0.73799	0.502	22.2	23.8	880600	5.944779
22	Point	4/1/2011 5:30	37.629268	140.711941	874.322	220.159362	986049	11526	0.7582	0.516	22.8	24.4	902800	5.955592
23	Point	4/1/2011 5:30	37.629946	140.712289	865.763	214.882588	986048	12581	0.79975	0.544	24	25.8	954600	5.979821
24	Point	4/1/2011 5:30	37.630626	140.712635	857.495	205.382145	982399	14270	0.85454	0.581	25.7	27.6	1021200	6.009111
25	Point	4/1/2011 5:30	37.631306	140.712984	848.816	181.240027	978703	16175	0.82098	0.558	24.7	26.5	980500	5.991448
26	Point	4/1/2011 5:30	37.631983	140.713332	840.214	158.923383	979326	17348	0.75098	0.511	22.6	24.2	895400	5.952017
27	Point	4/1/2011 5:30	37.632659	140.713677	831.994	153.046274	978788	17535	0.72832	0.495	21.9	23.5	869500	5.93927
28	Point	4/1/2011 5:30	37.633335	140.714014	824.625	158.577124	978372	17327	0.74889	0.509	22.5	24.1	891700	5.950219
29	Point	4/1/2011 5:30	37.634008	140.714344	818.25	161.816275	978660	17280	0.76427	0.52	23	24.6	910200	5.959137
30	Point	4/1/2011 5:30	37.63468	140.714668	812.282	161.52961	979733	17462	0.77002	0.524	23.1	24.8	917600	5.962653
31	Point	4/1/2011 5:30	37.635346	140.714987	806.104	158.758253	978456	17898	0.77527	0.527	23.3	25	925000	5.966142
32	Point	4/1/2011 5:30	37.636005	140.715301	802.312	158.269979	978558	18310	0.79075	0.538	23.8	25.5	943500	5.974742
33	Point	4/1/2011 5:30	37.636657	140.71561	799.524	158.223418	977981	18723	0.80928	0.55	24.3	26.1	965700	5.984842
34	Point	4/1/2011 5:30	37.637302	140.715916	795.688	153.335588	978194	19340	0.80763	0.549	24.3	26	962000	5.983175
35	Point	4/1/2011 5:30	37.637942	140.71622	791.244	147.387919	975327	19637	0.78835	0.536	23.7	25.4	939800	5.973035
36	Point	4/1/2011 5:30	37.638576	140.716518	786.056	140.473903	974995	20164	0.77106	0.524	23.2	24.9	921300	5.964401
37	Point	4/1/2011 5:30	37.639207	140.716812	780.042	133.638243	974553	20444	0.74485	0.507	22.4	24	888000	5.948413
38	Point	4/1/2011 5:30	37.639834	140.717103	772.933	130.602941	975907	20063	0.71347	0.485	21.4	23	851000	5.92993
39	Point	4/1/2011 5:30	37.640457	140.717393	766.187	135.554146	976310	18955	0.69763	0.475	21	22.5	832500	5.920384
40	Point	4/1/2011 5:30	37.641078	140.717677	760.474	148.512783	979886	17960	0.72177	0.491	21.7	23.2	862100	5.935558
41	Point	4/1/2011 5:30	37.641696	140.717953	755.807	160.785557	979339	17189	0.75395	0.513	22.3	24.3	899100	5.953808
42	Point	4/1/2011 5:30	37.64231	140.718222	750.995	166.698632	979171	16694	0.76353	0.519	22.7	24.6	910200	5.959137
43	Point	4/1/2011 5:31	37.642921	140.718487	745.851	171.674015	980891	16351	0.77314	0.526	23.2	24.9	921300	5.964401
44	Point	4/1/2011 5:31	37.643527	140.71875	739.579	173.225139	980891	16356	0.78213	0.532	23.5	25.2	932400	5.969602

GIS(地理情報システム)の利用が前提のデータ

GISに読み込ませる



拡大

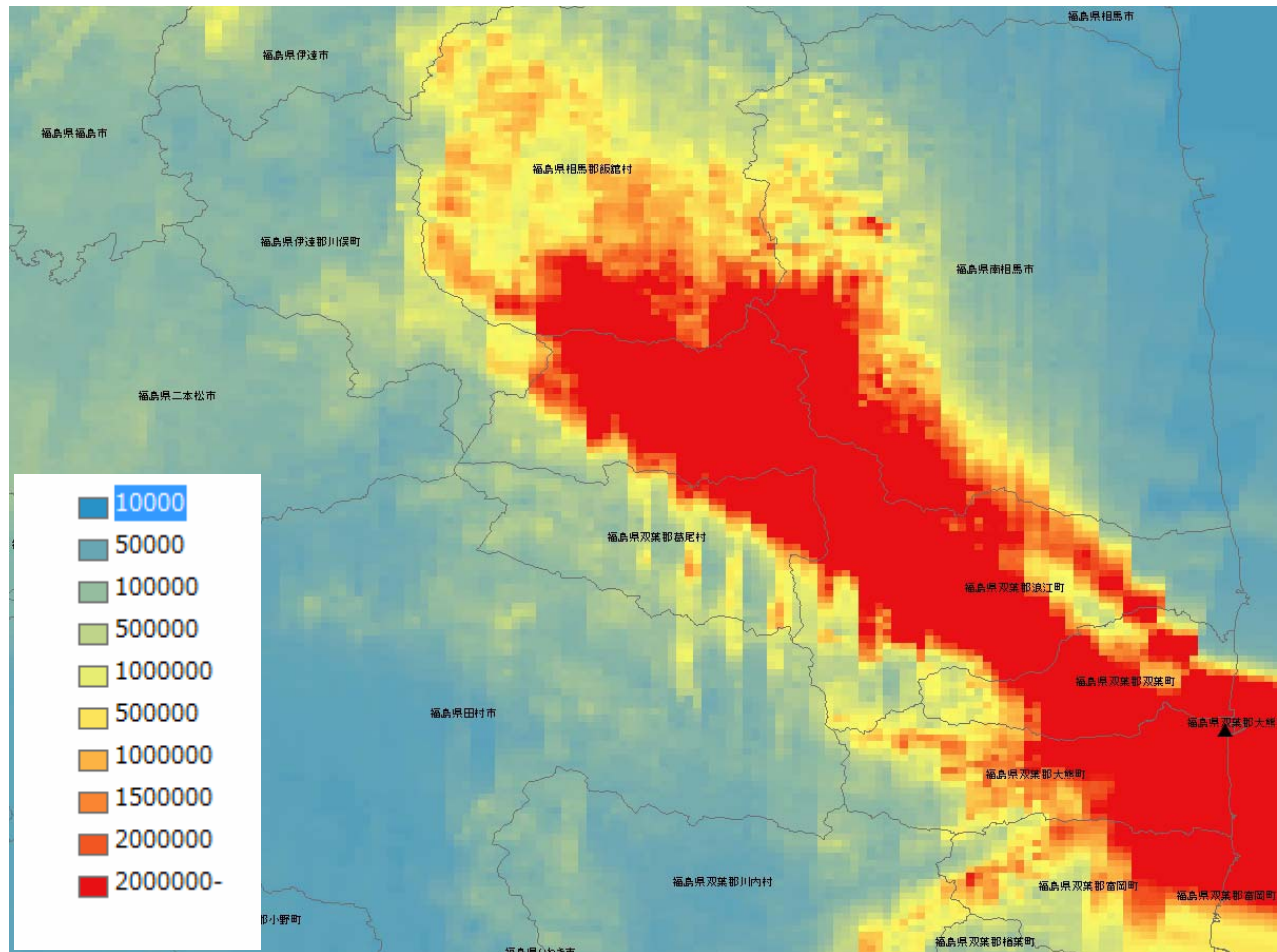


「生データ」が公開された意義

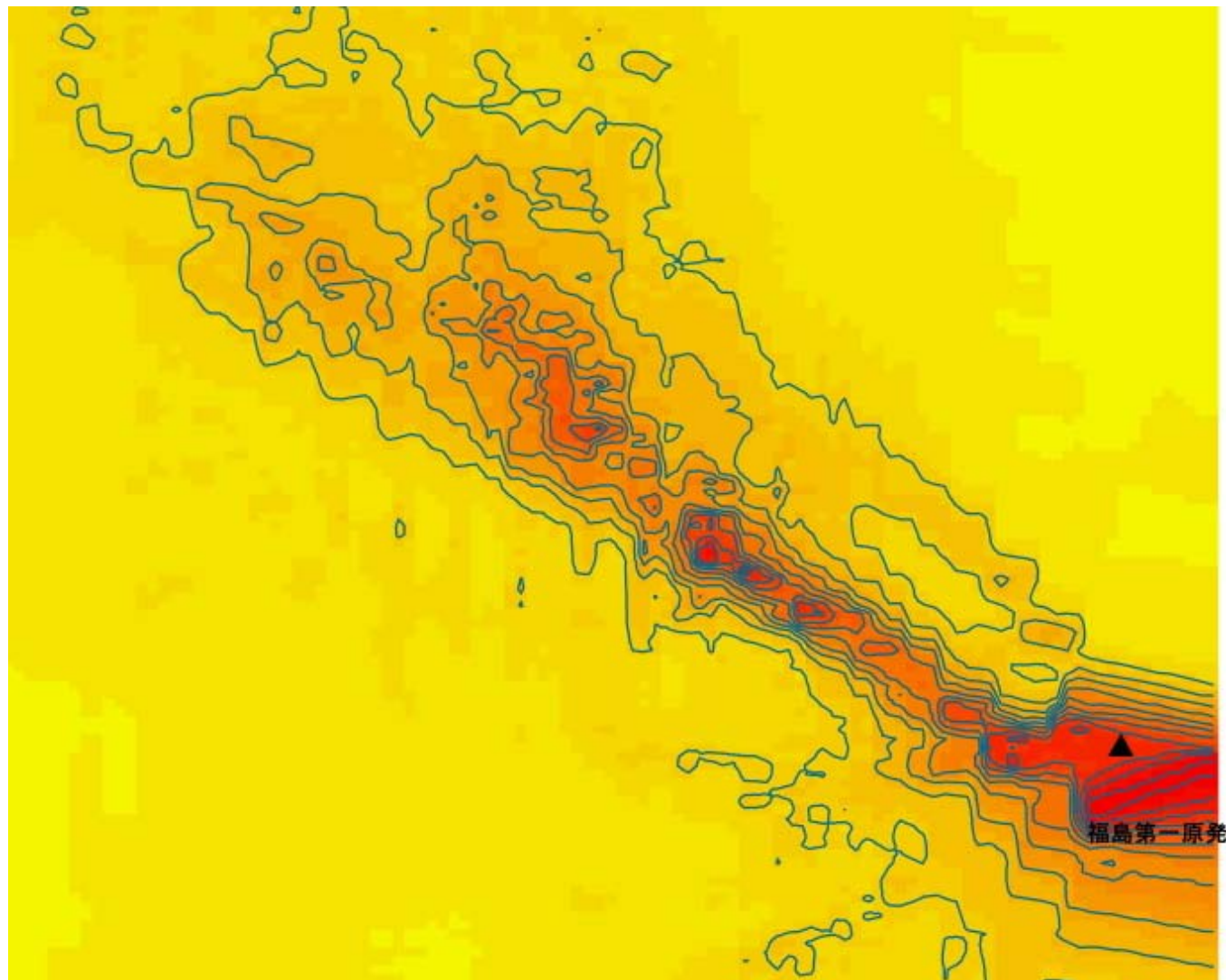
- 内挿により、「ある値」の範囲や面積を同定可能。
- コンター(等高線)図の作成が可能
- 適切な解像度により、想定範囲内の任意地点における推定値を得ることが可能

ただし、1)適切な内挿法の選択、2)地上データとの対比による精度の確認、等が必要

Disjunctive Krigingによる内挿結果



内挿値を使って ^{137}Cs コンター図



チェルノブイリ原発事故での汚染範囲とその基準・範囲・面積・人口(セシウム137)

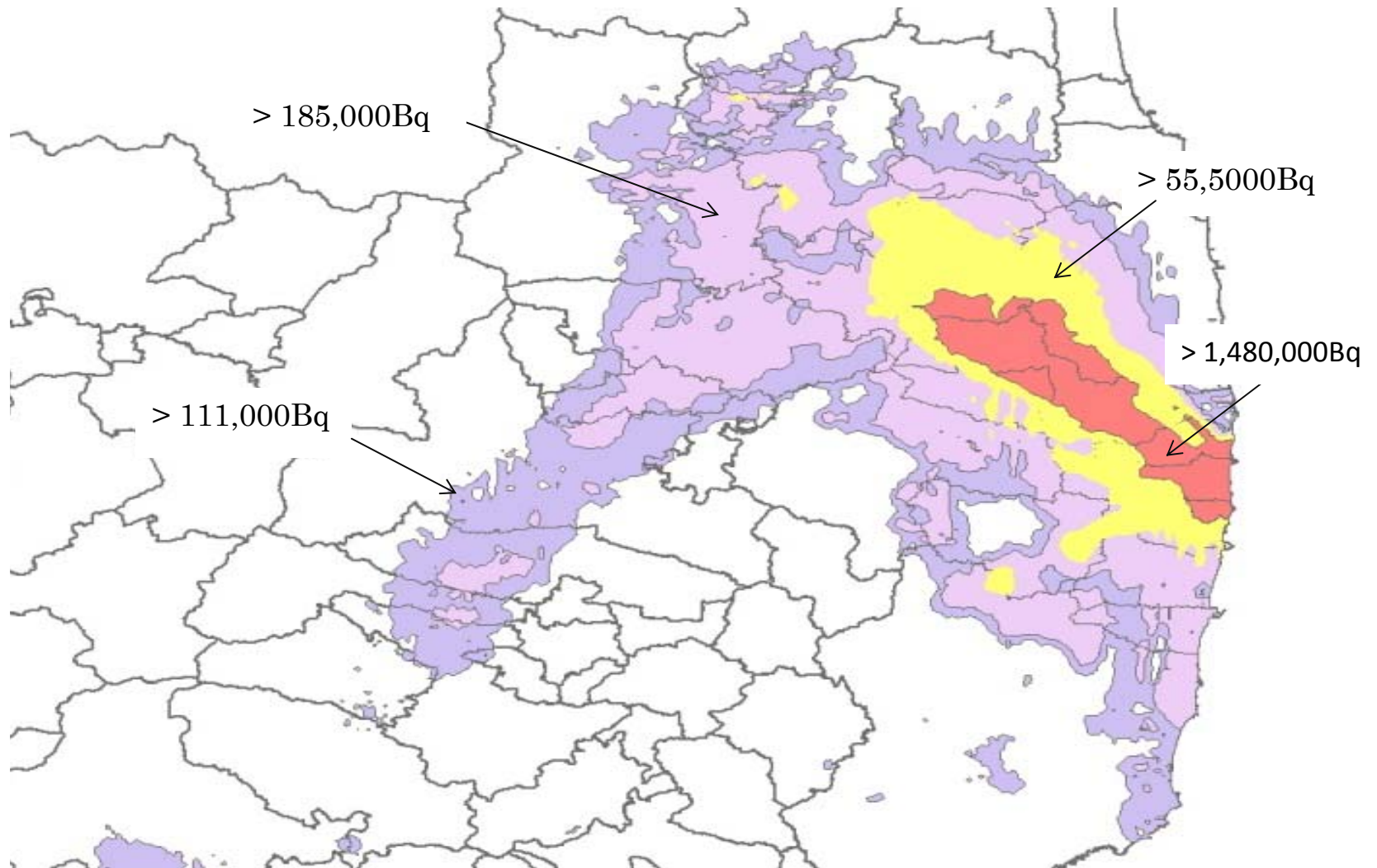
	汚染レベル別面積km ²					汚染レベル別被災住民数(万人)			
	4	3	2	1		4	3	2	1
ロシア	56,920	48,800	5,720	300	ロシア	188.3	34.7	9.3	
ベラルーシ	46,500	29,900	10,200	2,200	ベラルーシ	148.5	31.4	4.1	0.0283
ウクライナ	41,900	37,200	3,200	600	ウクライナ	173.2	65.3	1.9	
合計	145,320	115,900	19,120	3,100	合計	510	131.4	15.3	0.0283

- 1: 避難ゾーン: 148万Bq/m²以上
- 2: 移住義務ゾーン: 55.5万Bq/m²以上
- 3: 移住権利ゾーン: 18.5万Bq/m²以上
- 4: 放射線管理ゾーン: 3.7万Bq/m²以上*1

出典:『チェルノブイリ事故による放射能災害』(今中哲二編)

*1 日本の場合、3.7Bq/m²の範囲は特定不可能なため、外挿値

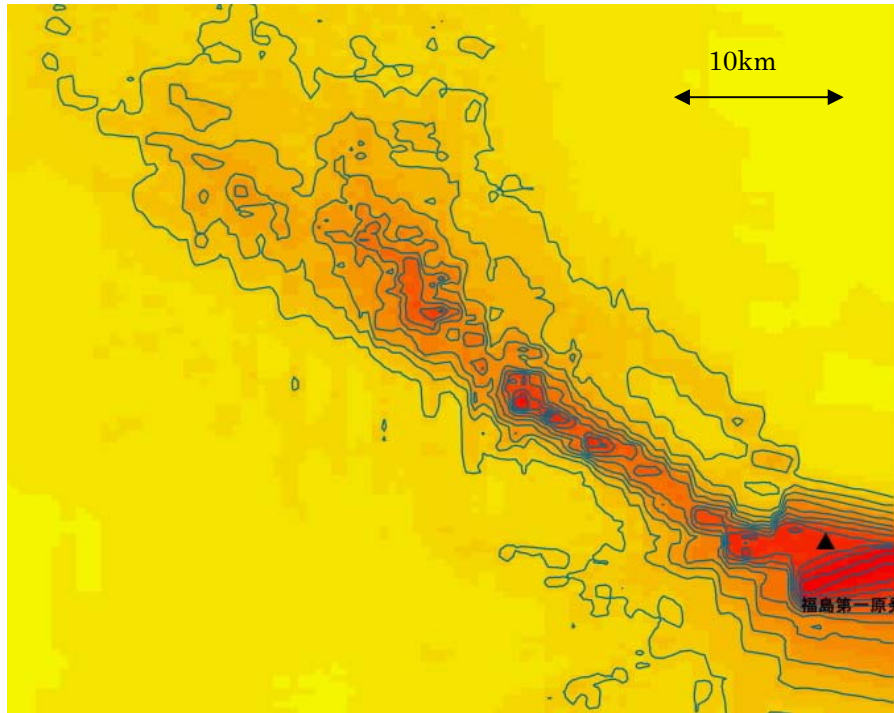
濃度別汚染エリア



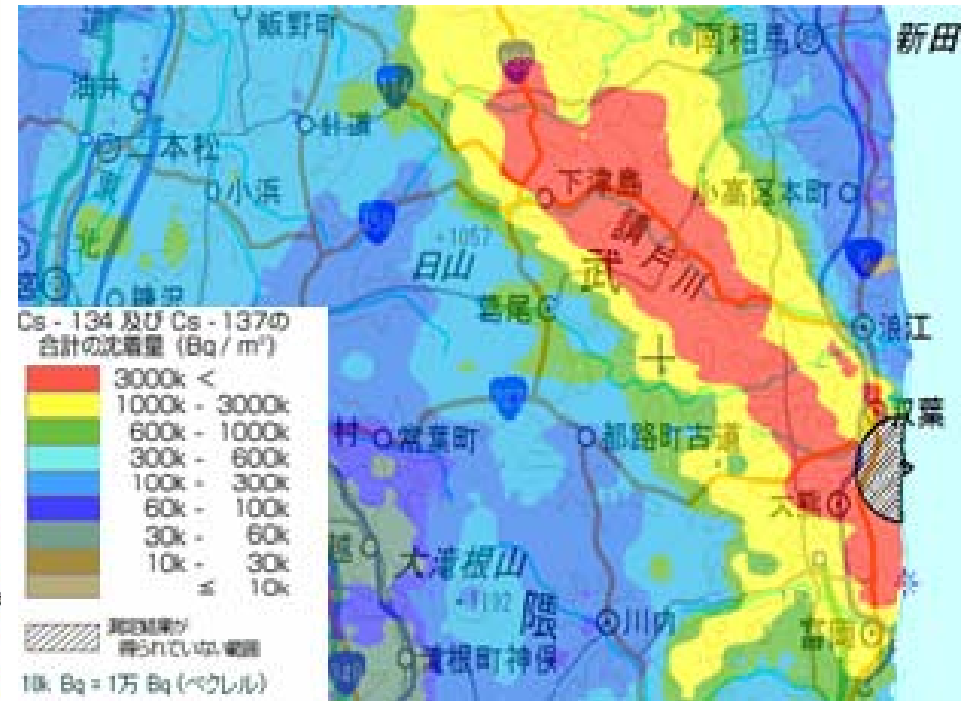
福島第一とチェルノブイリの比較

Case	¹³⁷ Cs Contamination Area (ha)		
	> 185,000Bq/m ²	> 555,000Bq/m ²	> 1,480,000Bq/m ²
Chelnobyl	1,912,000	720,000	310,000
Fukushima	218,601	67,450	25,603
Chenobyl / Fukushima	8.7	10.7	12.1

日本の公開データ



ラスター形式データで簡単に任意間隔のコンターを発生させ、その範囲を特定



文科省作成 (IDWにより内挿)

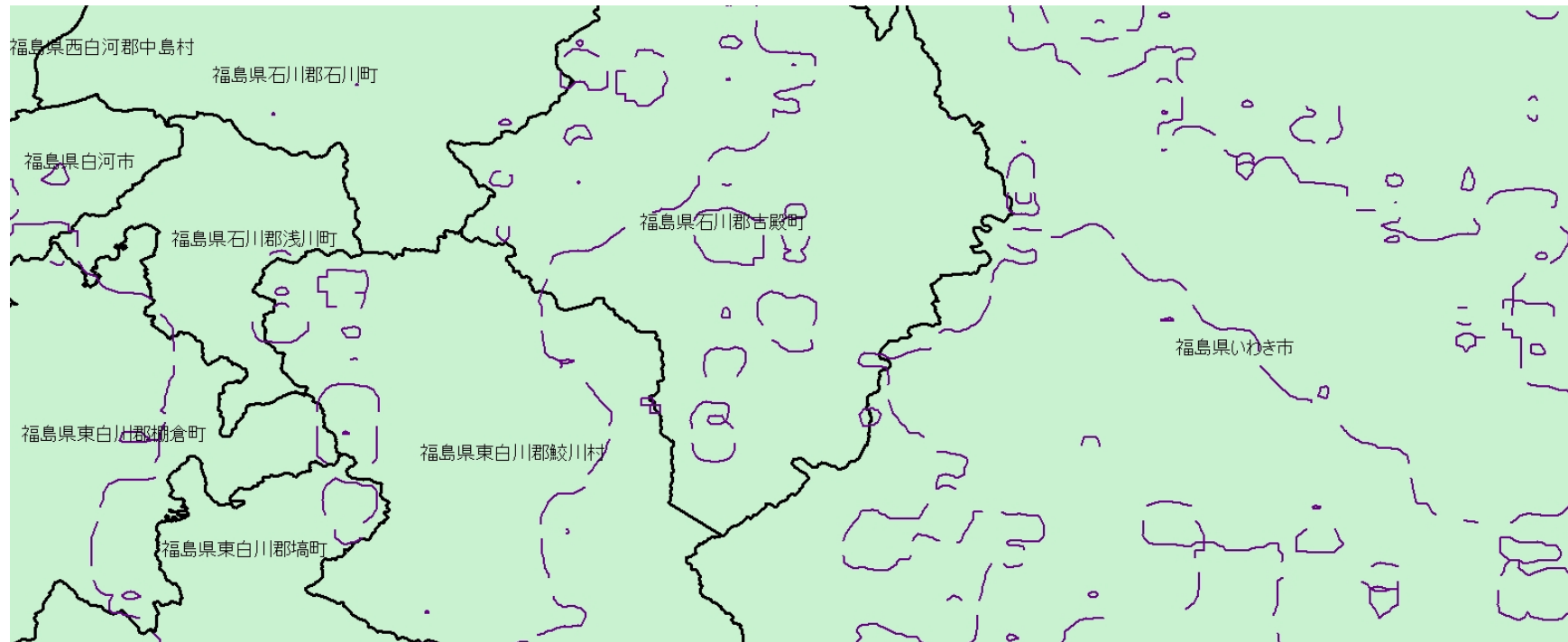
148万Bq/m²以上の範囲の比較



赤 : NNSA_Disjunctive Kriging

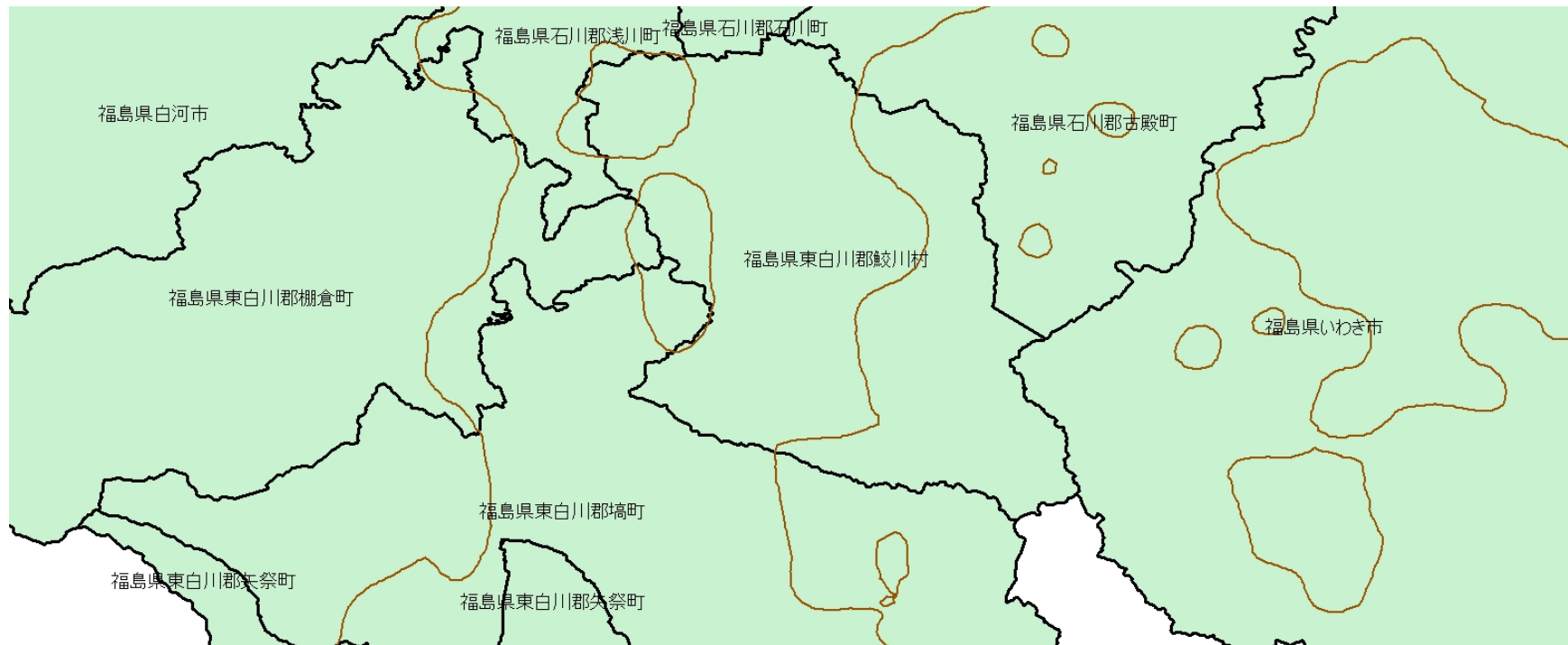
黒 : 文科省データ

文科省データの問題

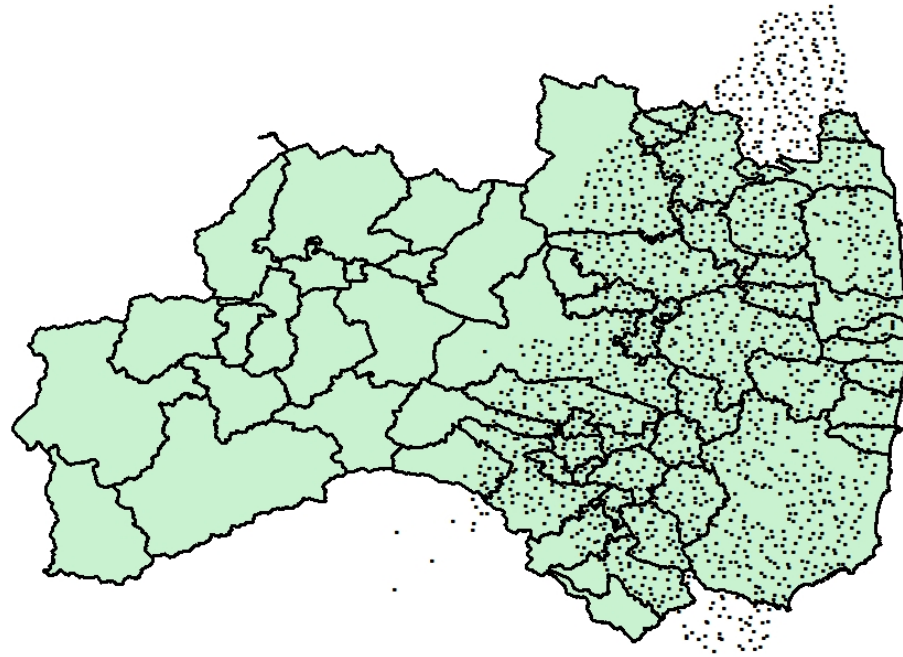


- <http://radb.jaea.go.jp/mapdb/selectdata.html>からダウンロードが可能
- 航空機「測定データ」となっているが実際には、IDWによる内挿値
- IDWによる内挿データの場合、等高線を作ってもつながらない

NNSAデータを使ってDisjunctive Krigingで内挿した場合



NNSAデータと文科省地上実測値 データの比較



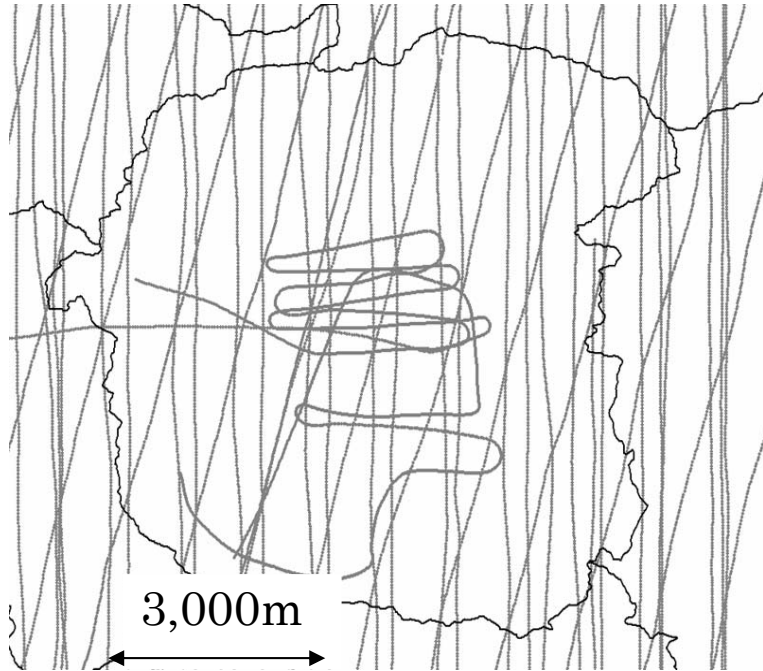
文科省が地上で実測した地点で今回の解析に使った
1586点(10,000Bq/m²未満無視、NNSAの飛行範囲内)

解析結果

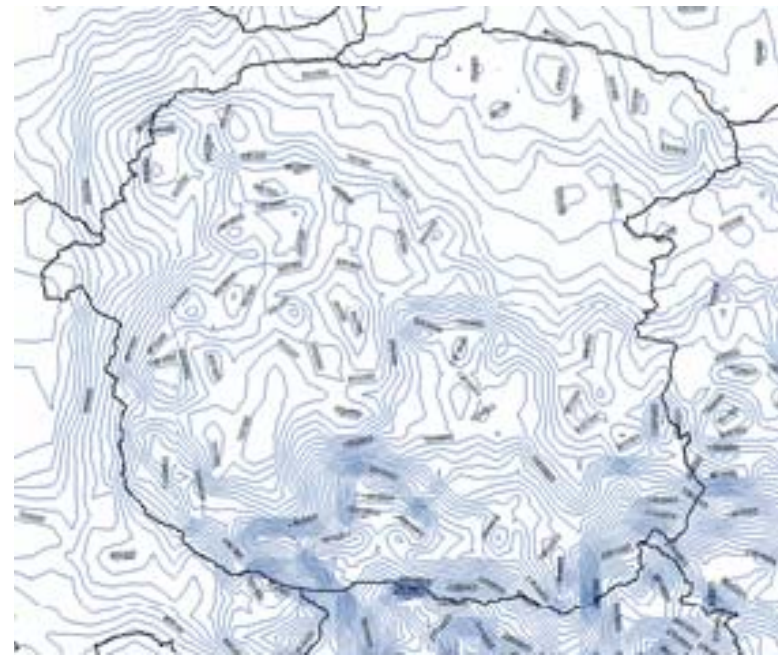
	文科省IDW	NNSA_DJK	NNSA_IDW
相関係数	0.819	0.866	0.858
RMS誤差	0.352	0.359	0.280

相関係数は、NNSAのデータをDisjunctive Krigingにより内挿したもの。2番目もNNSAのIDW内挿値。しかし、RMS誤差はNNSAのIDW内挿値が一番小さい。

飯舘村

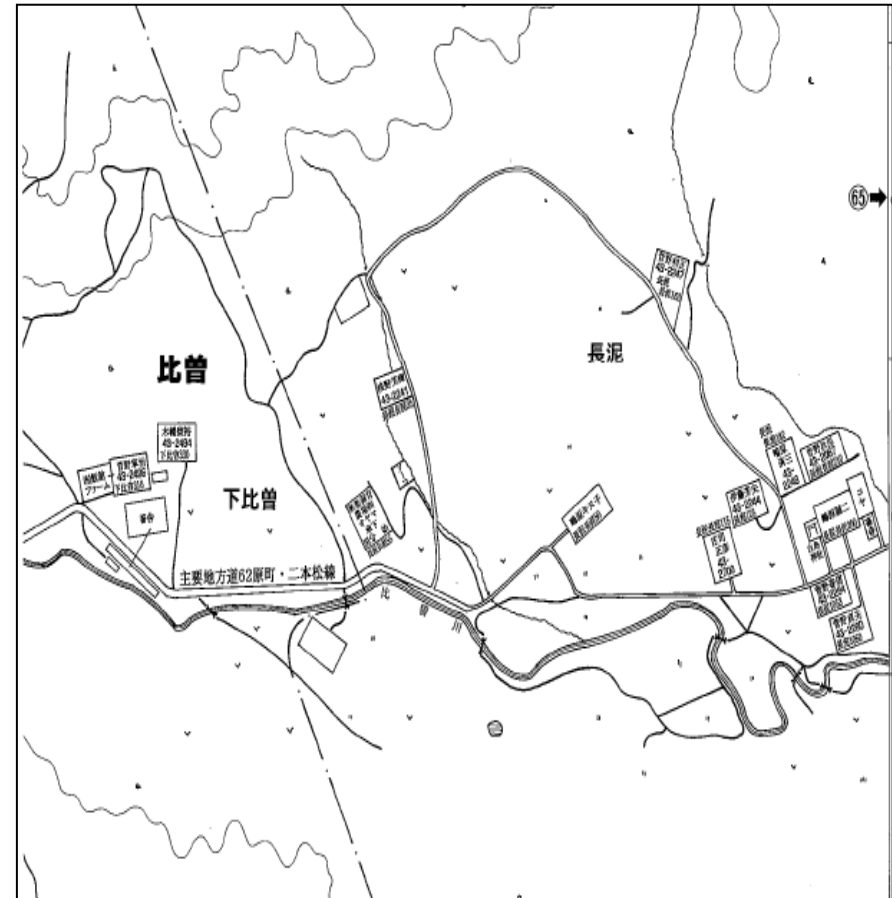
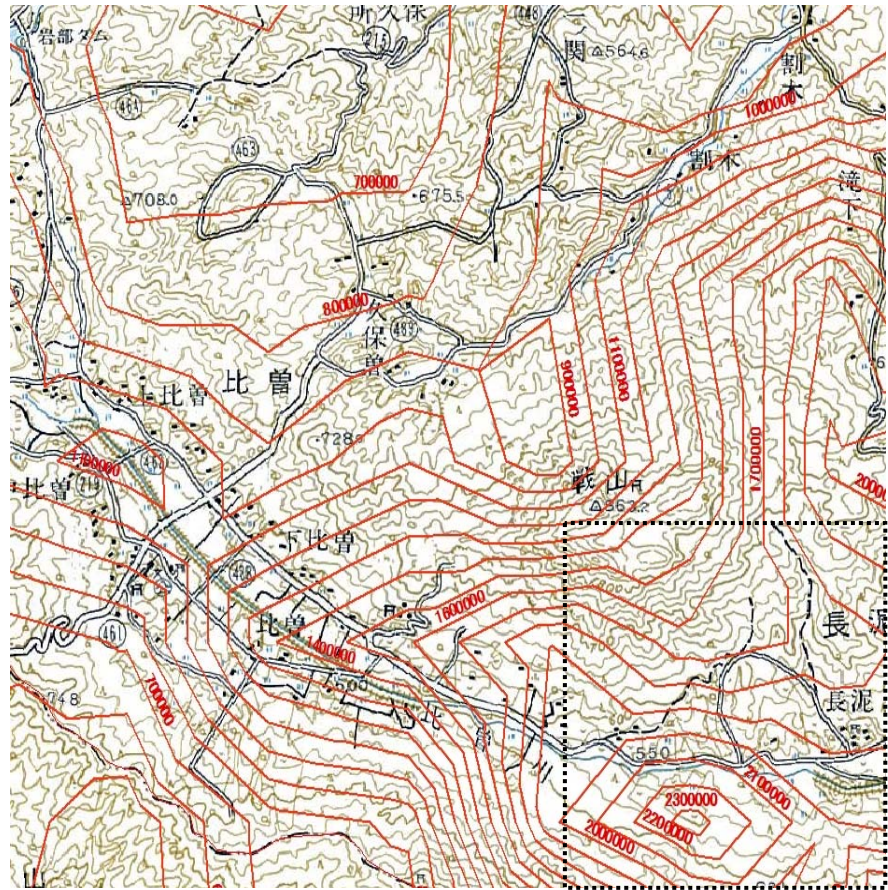


Data Sampling Path



^{137}Cs Contour with $50,000\text{Bq}/\text{m}^2$

空間解像度のレベル



基本的にどんな設定でも可能だが、飛行密度からみて数10m～100m程度が適切と考えられる。飯館村内各戸の点データを拾い、その地点の ^{137}Cs の値を取得

DEM(Digital Elevation Model)との 重ねあわせ

