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

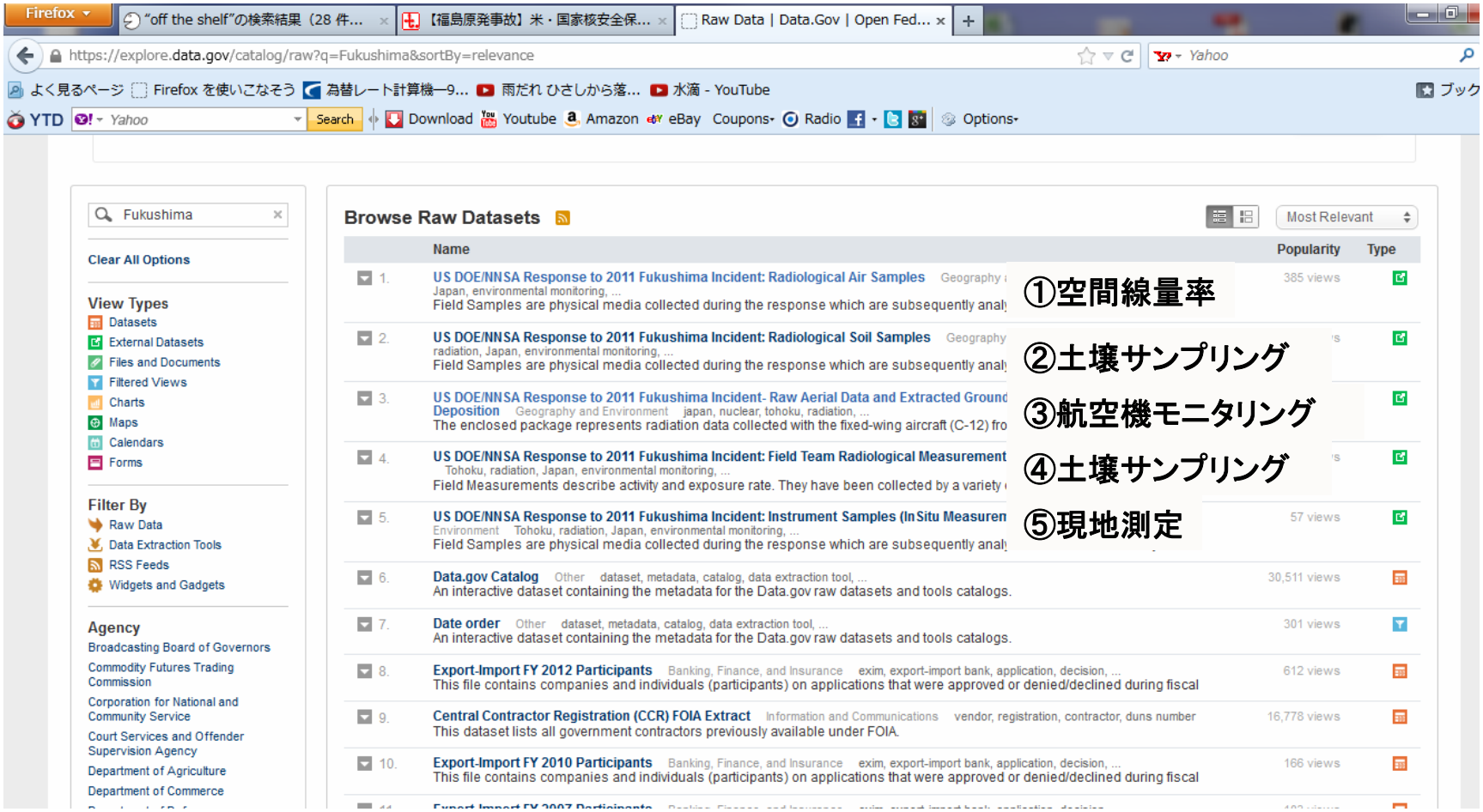
(A)沢野伸浩、(B)今中哲二、(C)城戸 寛子、(B)林剛平
(A)金沢星稜大学、(B)京都大学原子炉実験所、(C) (株)V.I.C.

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

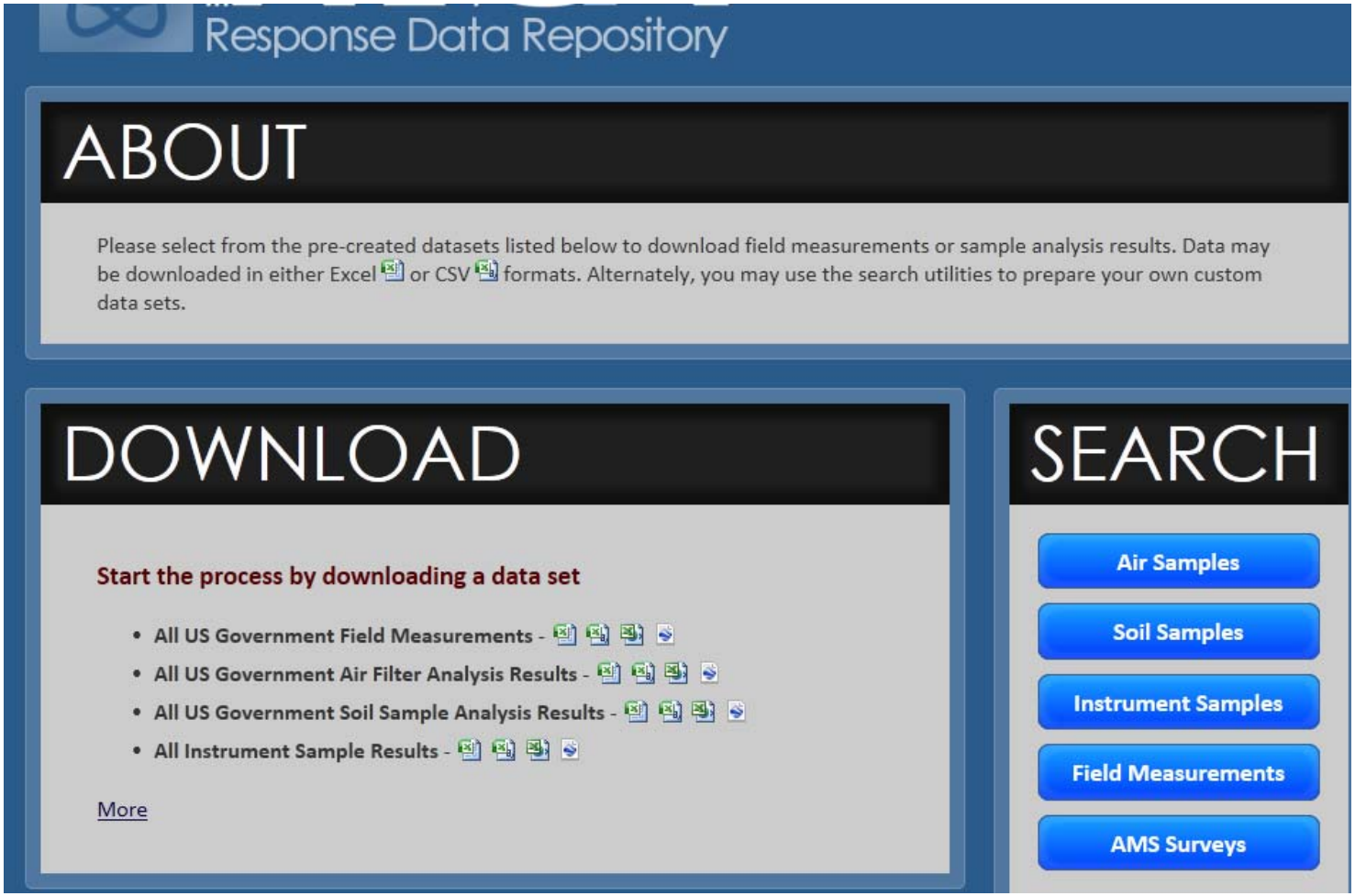
- Criag Lyons & David Colton: Aerial Measuring in Japan, Health Physics, 2012, 509-515.

実際の公開画面



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



http://www.nnsaresponsedata.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:

	Name	Type	Description	Source	SourceDate	Size
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

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

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

テーブル

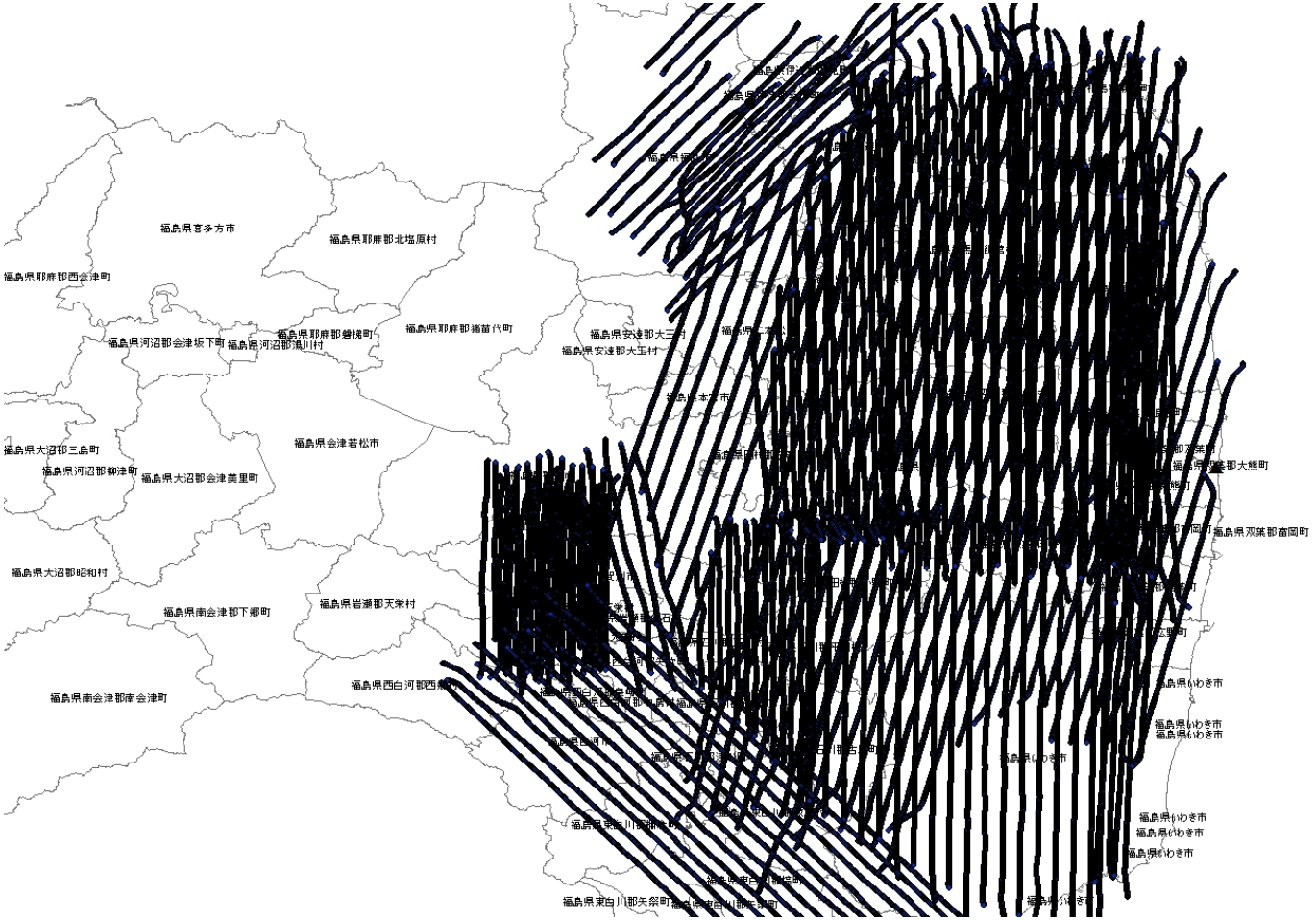
Cs137_NO_ZERO

FID	Shape	DATE	LATITUDE	LONGITUDE	ALT_HAE	AGL	LIVEUSEC	GC	EXPOSURER	EXPOSURE_1	CS134_UCI_	CS137_UCI_	CS137_BQ	Cs137_Log
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	41.6	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		09	14074	1.15952	0.789	34.9			073
8	F				9		51	15773	1.1011	0.749	33.1			43
9	F				9		05	17287	0.9906	0.674	29.8			92
10	Point	4/1/2011 5:30	37.621145	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	17197	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	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	200.56628	985318	12180	0.69815	0.475	21	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	5.896581
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	818.35	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	20053	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	23.3	862100	5.935558
41	Point	4/1/2011 5:30	37.641696	140.717953	755.807	160.785557	979339	17189	0.75395	0.513	22.7	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	23	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

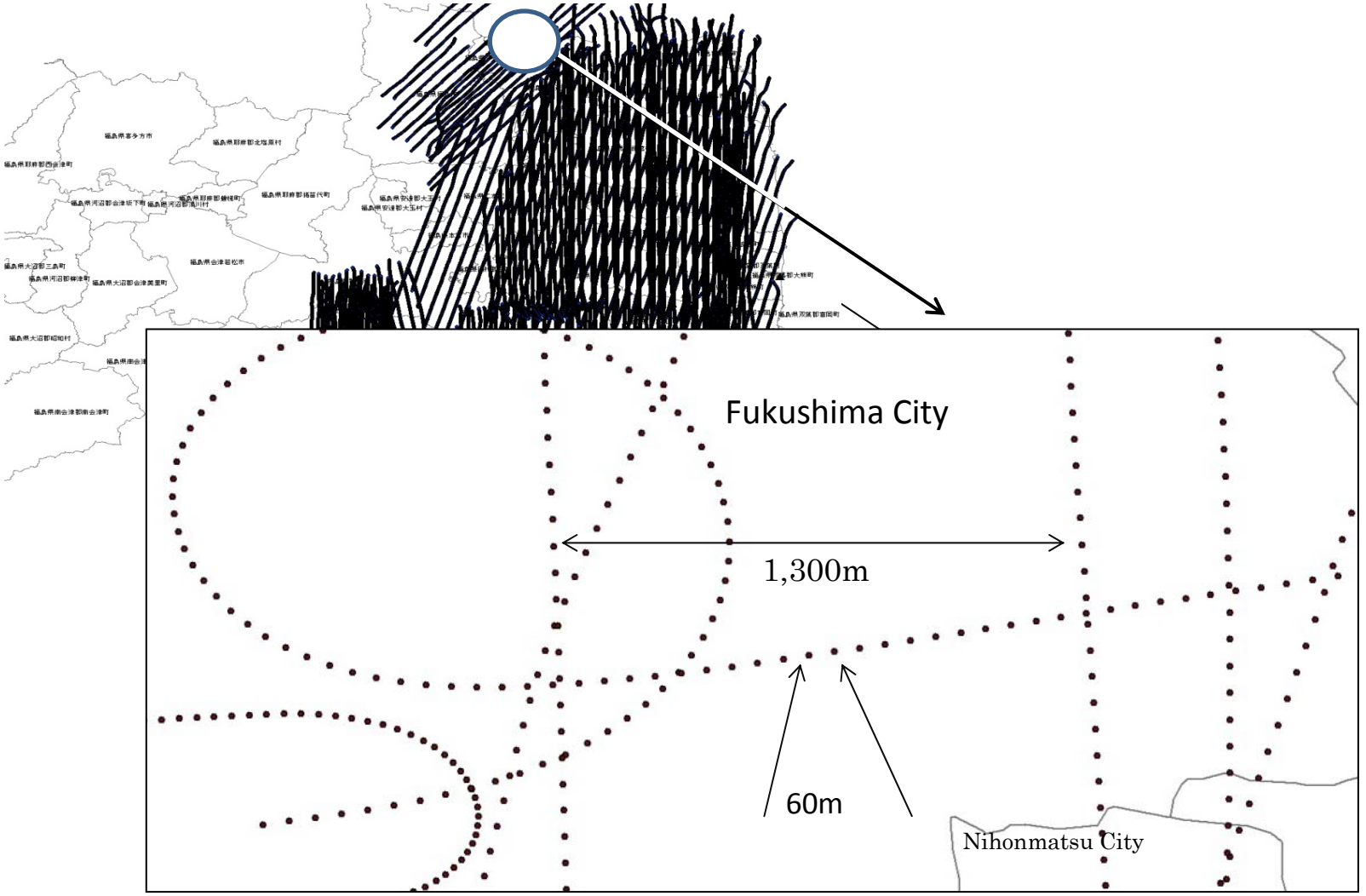
測定日時　緯度経度　飛行高度等　セシウム測定値

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


福島県喜多方市
福島県耶麻郡北塩原村
福島県耶麻郡西会津町
福島県耶麻郡猪苗代町
福島県耶麻郡磐梯町
福島県河沼郡会津坂下町
福島県河沼郡湯川村
福島県安達郡大玉村
福島県会津若松市
福島県大沼郡三島町
福島県河沼郡柳津町
福島県大沼郡会津美里町
福島県大沼郡昭和村
福島県南会津郡下郷町
福島県岩瀬郡天栄村
福島県南会津郡南会津町
福島県西白河郡西
福島県東白川郡矢祭町
福島県いわき市
福島県双葉郡富岡町
福島県双葉郡大熊町

拡大

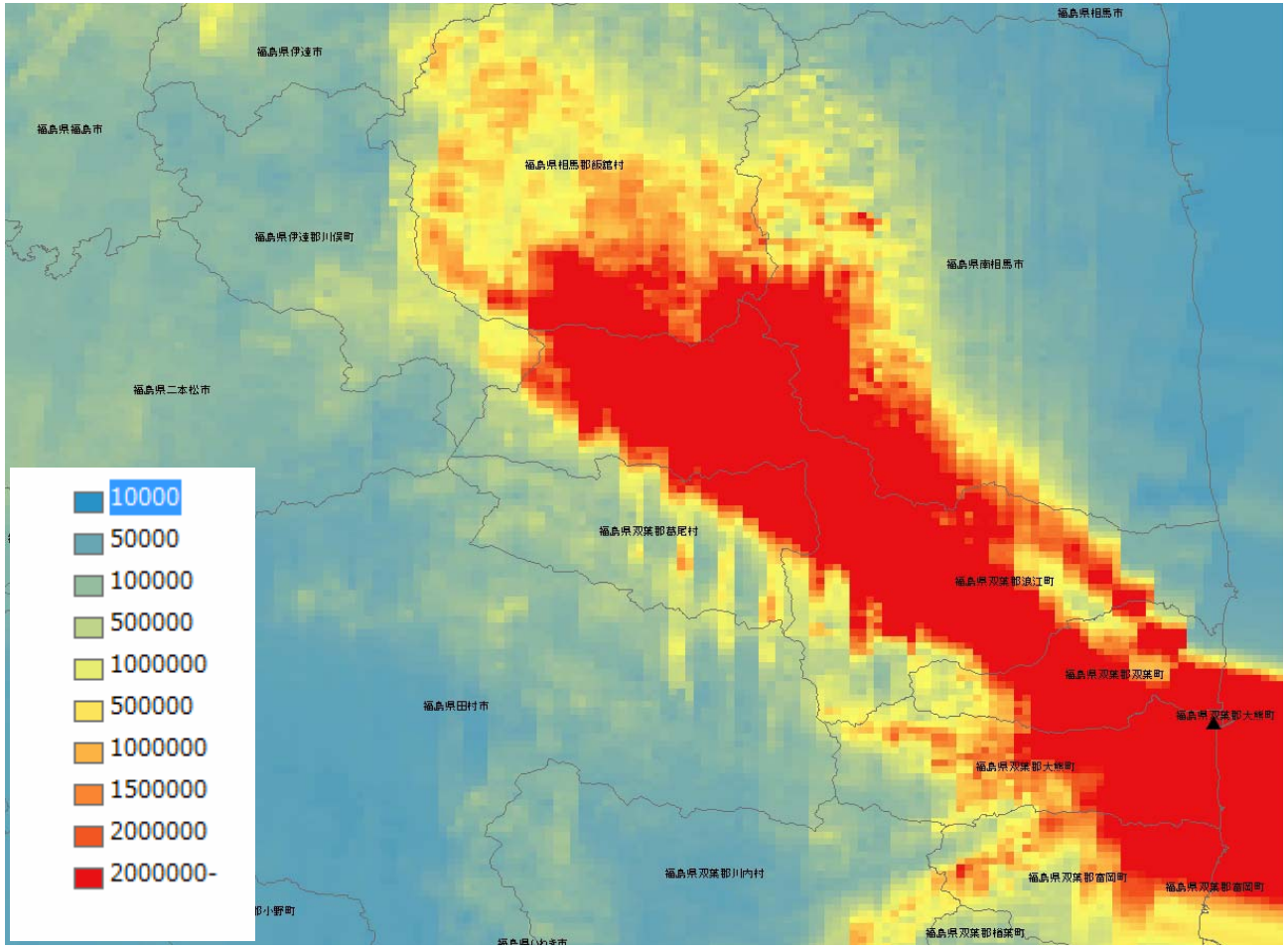


「生データ」が公開された意義

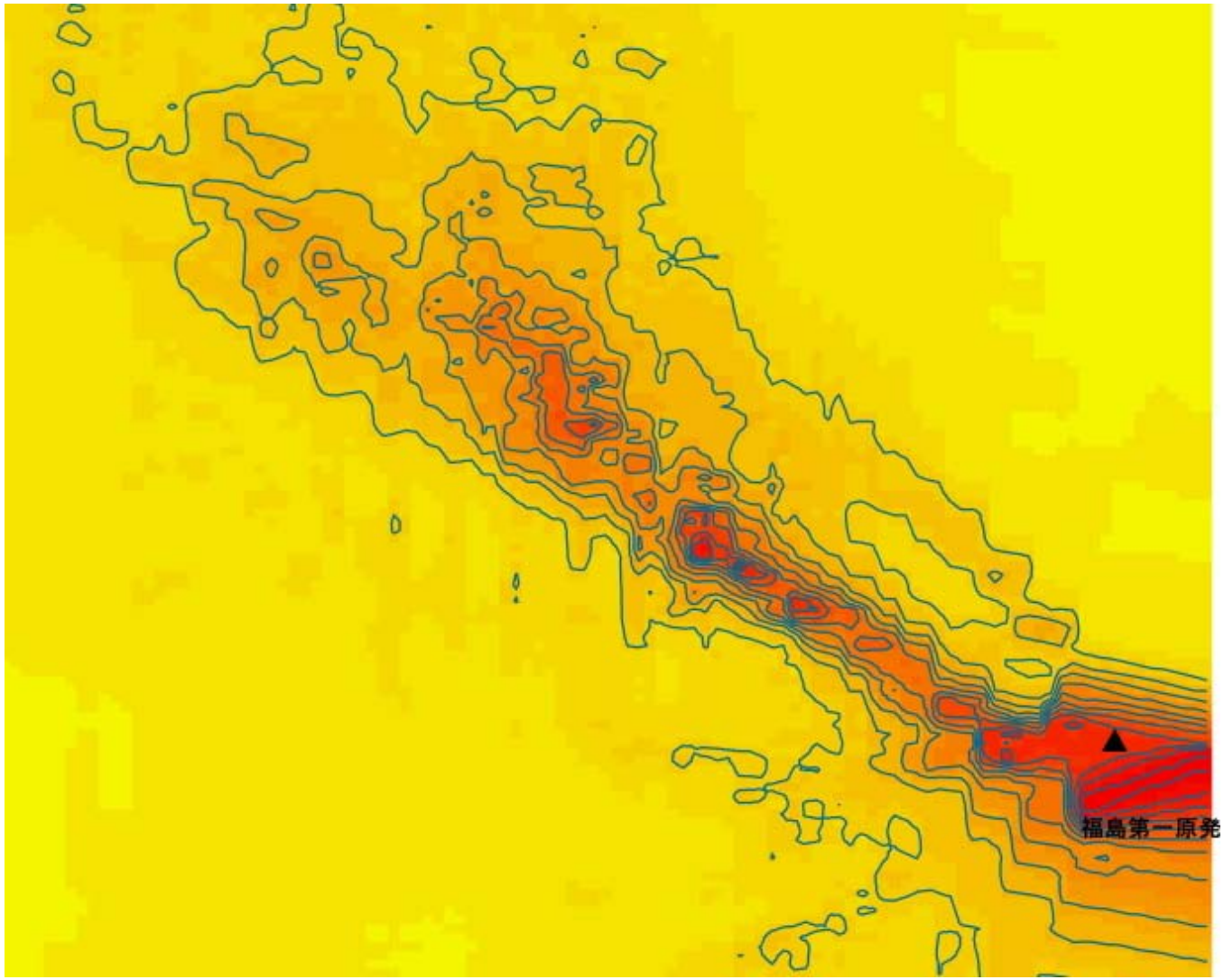
- 内挿により、「ある値」の範囲や面積を同定可能。
- コンター（等高線）図の作成が可能
- 適切な解像度により、想定範囲内の任意地点における推定値を得ることが可能

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			
	4	3	2	1
ロシア	56,920	48,800	5,720	300
ベラルーシ	46,500	29,900	10,200	2,200
ウクライナ	41,900	37,200	3,200	600
合計	145,320	115,900	19,120	3,100

	汚染レベル別被災住民数（万人）			
	4	3	2	1
ロシア	188.3	34.7	9.3	
ベラルーシ	148.5	31.4	4.1	0.0283
ウクライナ	173.2	65.3	1.9	
合計	510	131.4	15.3	0.0283

１：避難ゾーン：　148万Bq/m^2以上

２：移住義務ゾーン：55.5万Bq/m^2以上

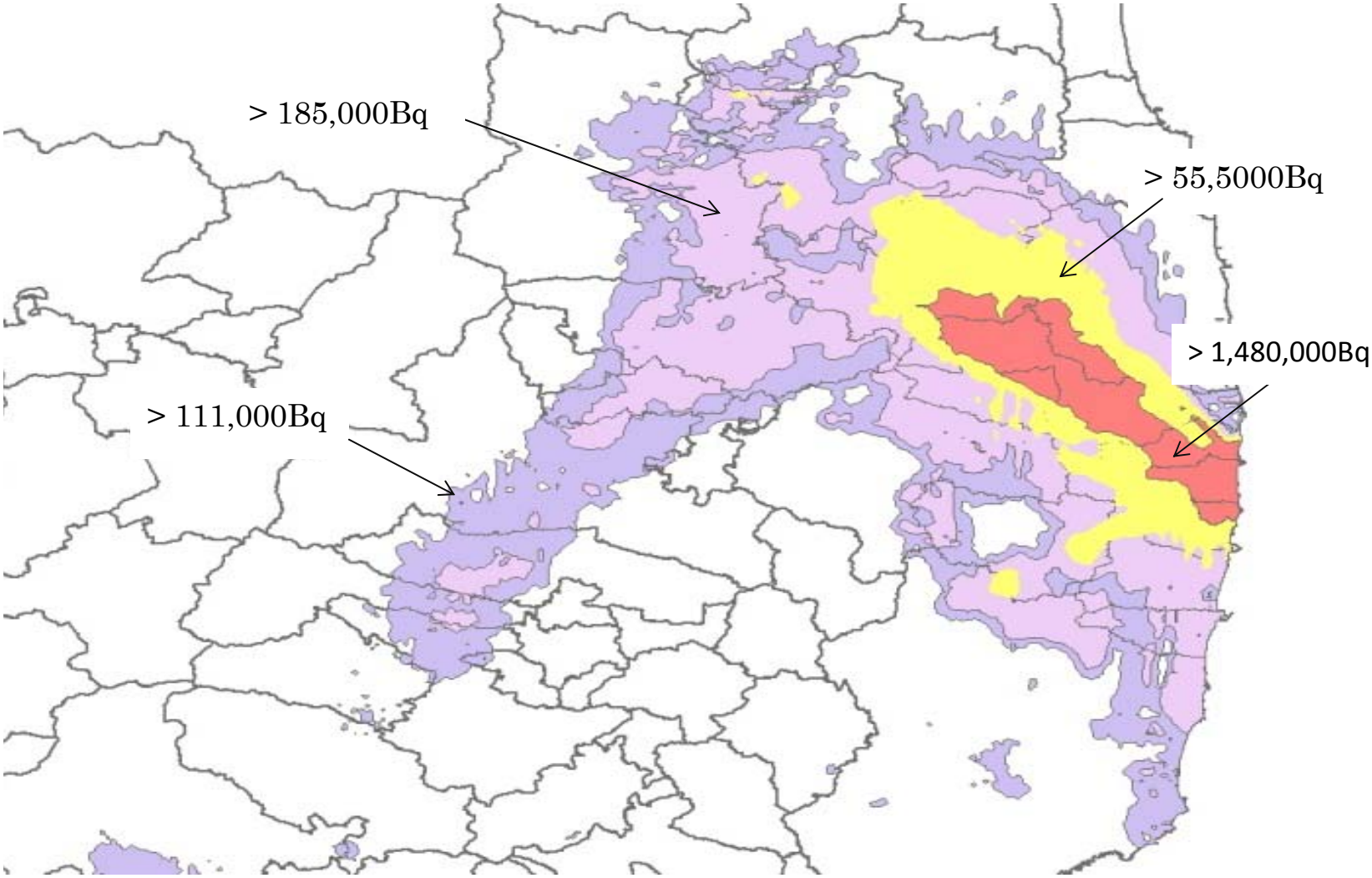
３：移住権利ゾーン：18.5万Bq/m^2以上

４：放射線管理ゾーン：3.7万Bq/m^2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/m^2の範囲は特定不可能なため、外挿値

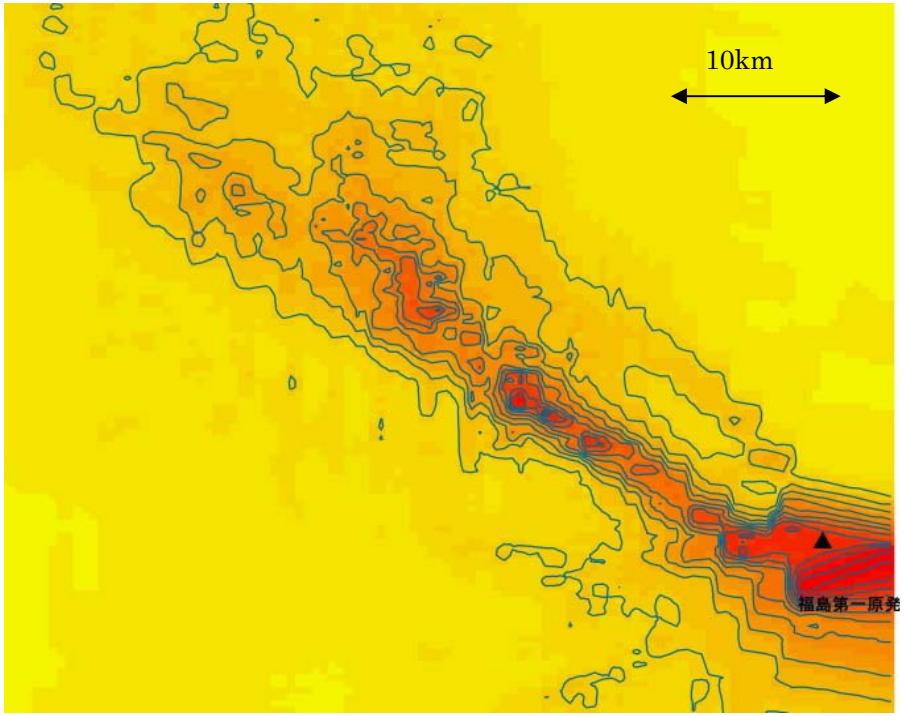
濃度別汚染エリア



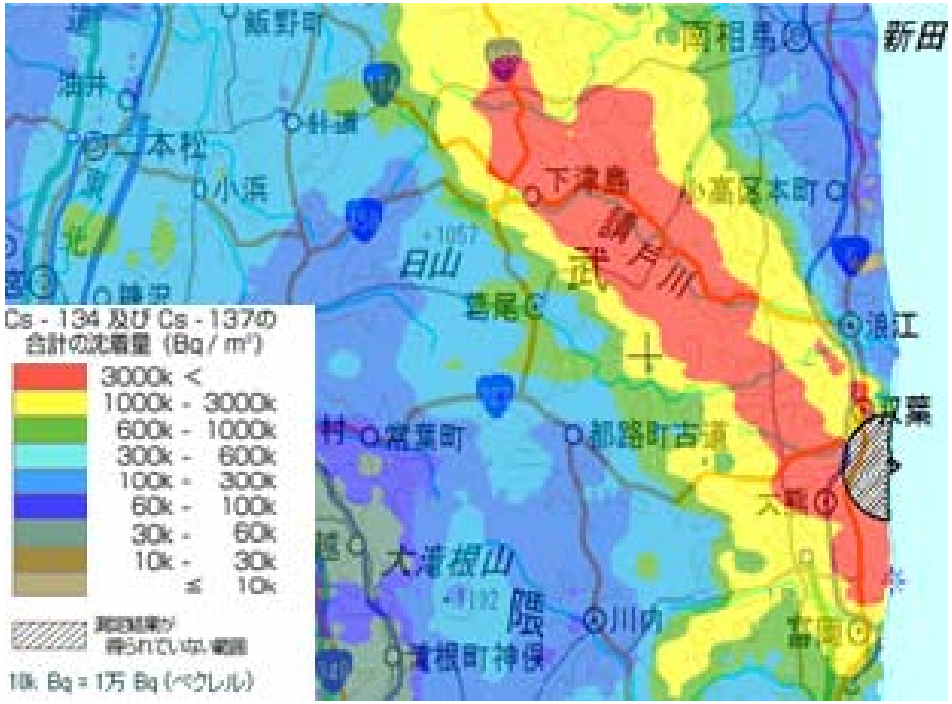
福島第一とチェルノブイリの比較

	^{137}Cs Contamination Area (ha)		
Case	> 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

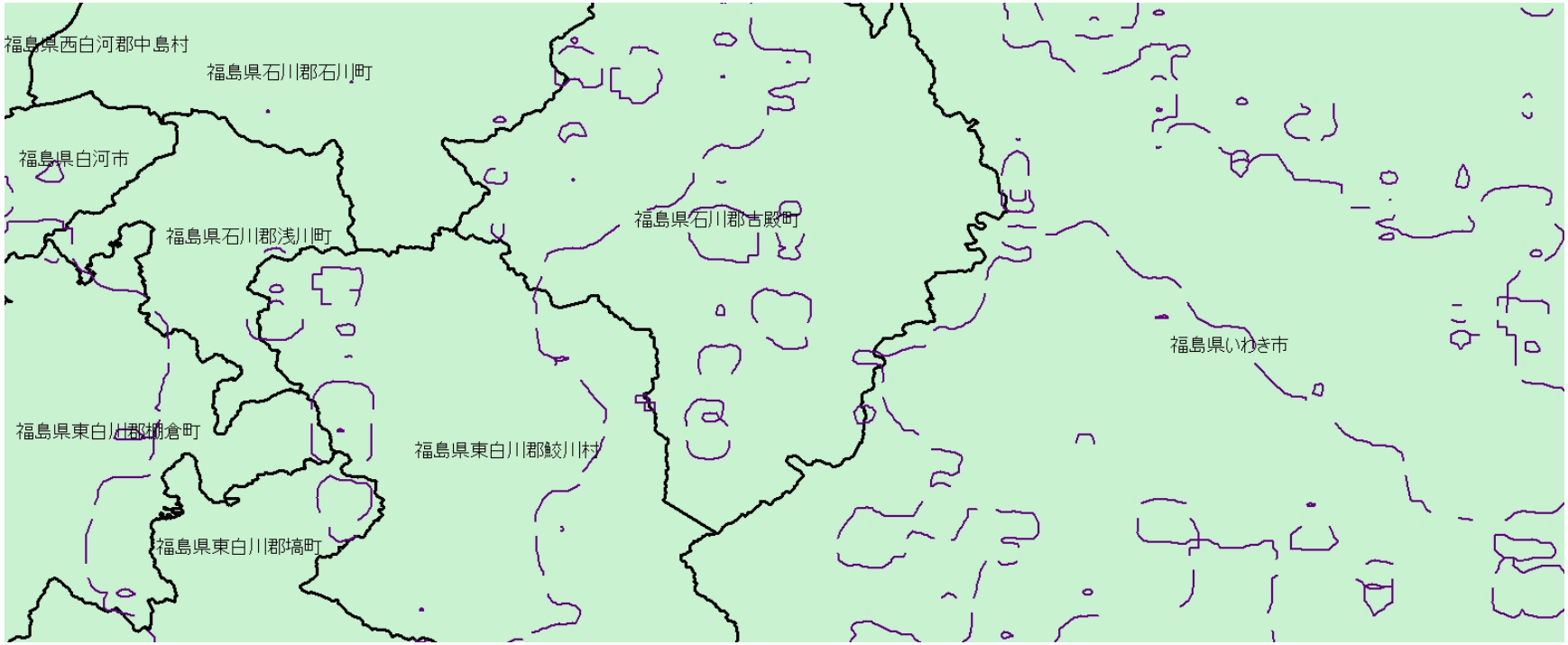


文科省作成（IDWにより内挿）

148万Bq/m^{2}以上の範囲の比較

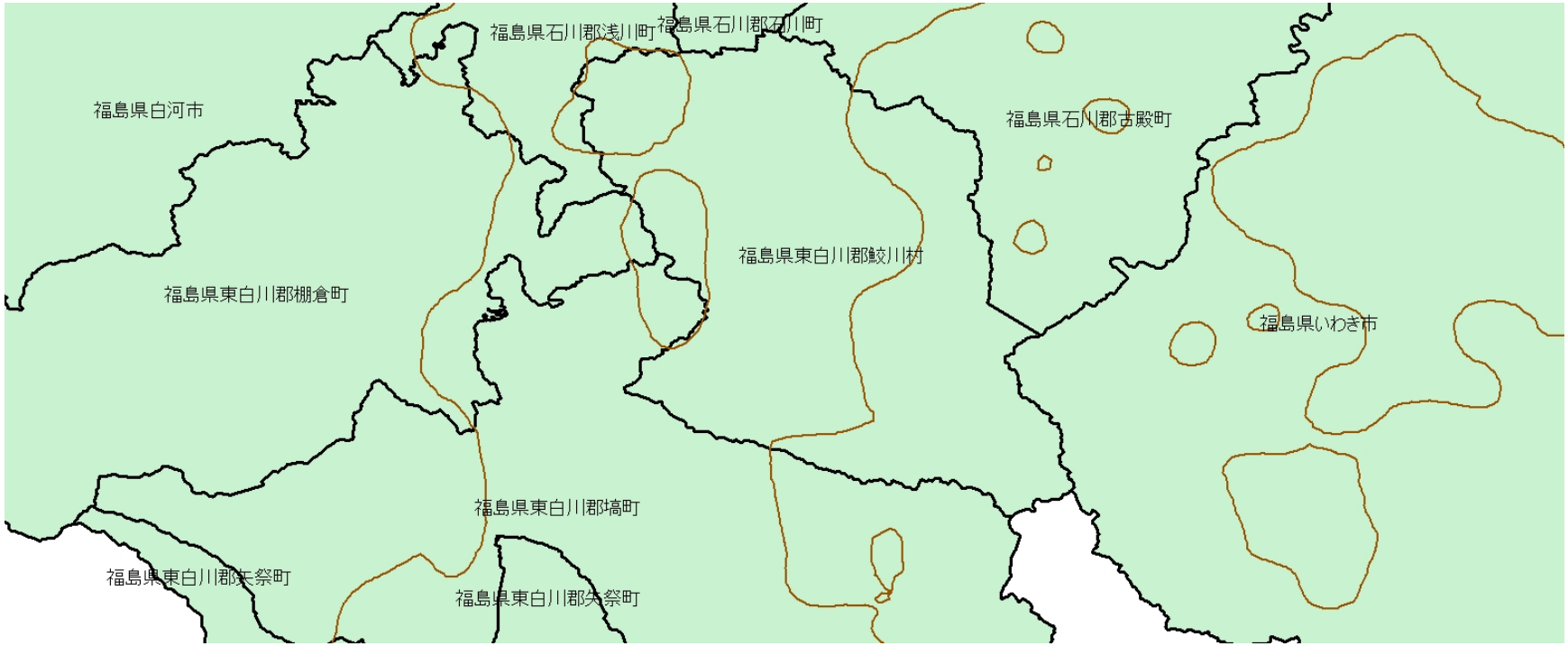
赤 : NNSA_Disjunctive Kriging
黒 : 文科省データ

文科省データの問題

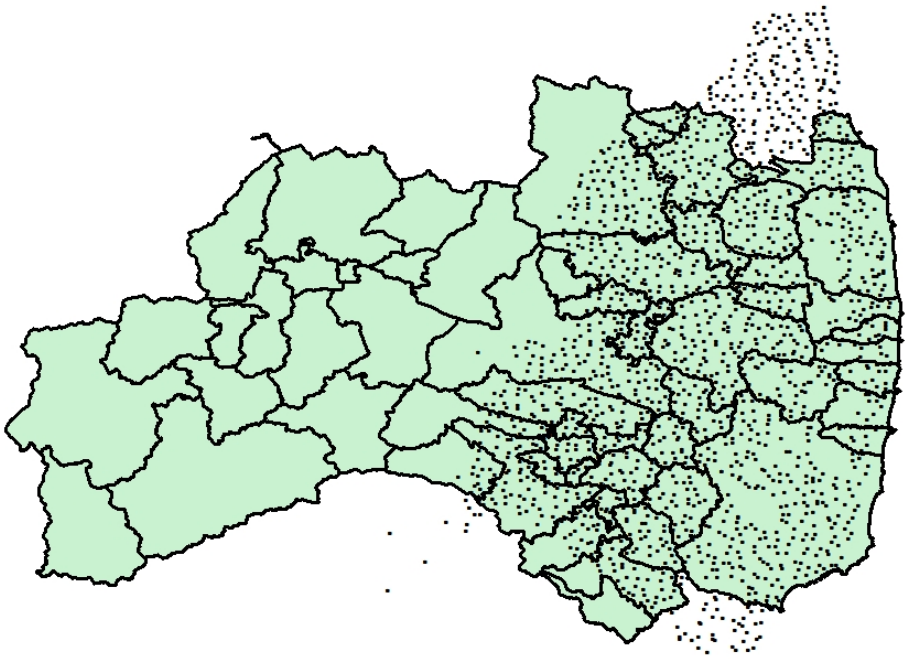


・http://radb.jaea.go.jp/mapdb/selectdata.htmlからダウンロードが可能
・航空機「測定データ」となっているが実際には、IDWによる内挿値
・IDWによる内挿データの場合、等高線を作ってもつながらない

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



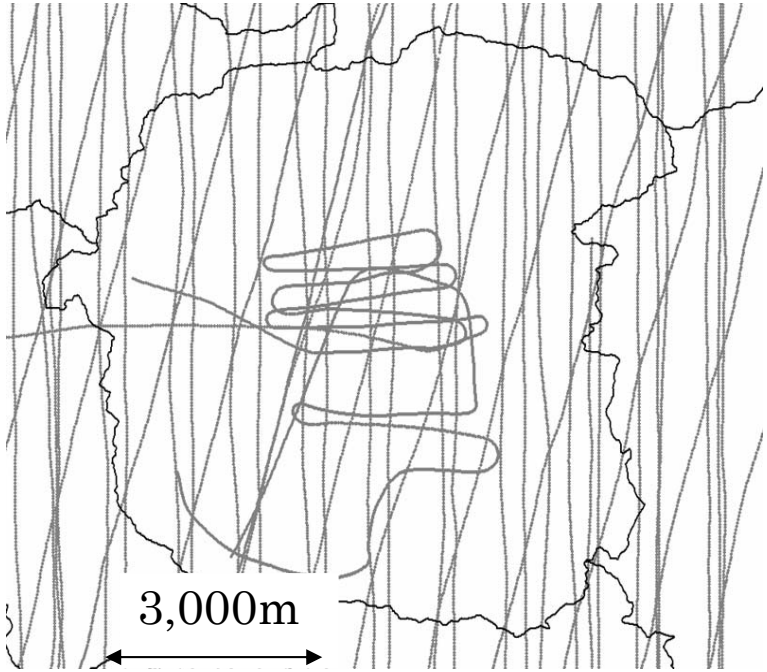
文科省が地上で実測した地点で今回の解析に使った
１５８６点（10,000Bq/m^{2}未満無視、NNSAの飛行範囲内）

解析結果

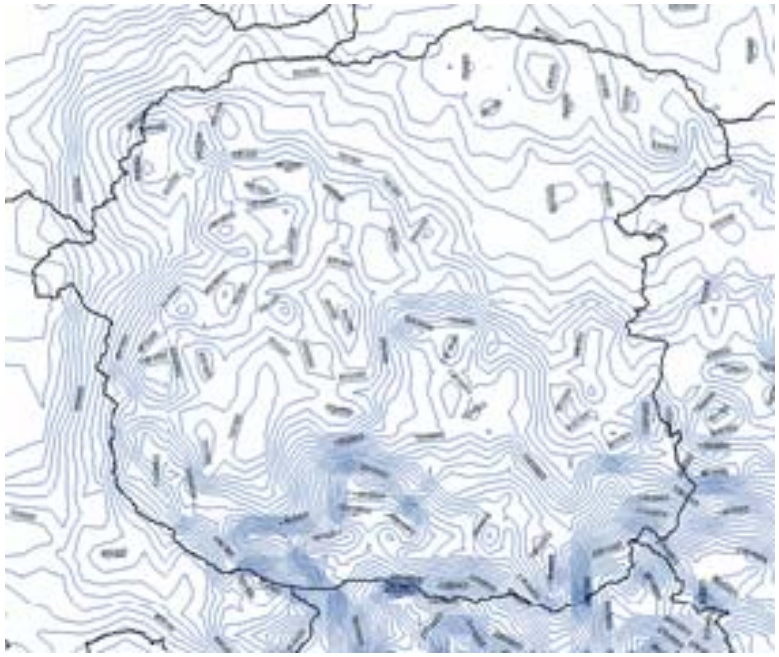
	文科省IDW	NNSA_DJK	NNSA_IDW
相関係数	0.819	0.866	0.858
RMS誤差	0.352	0.359	0.280

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

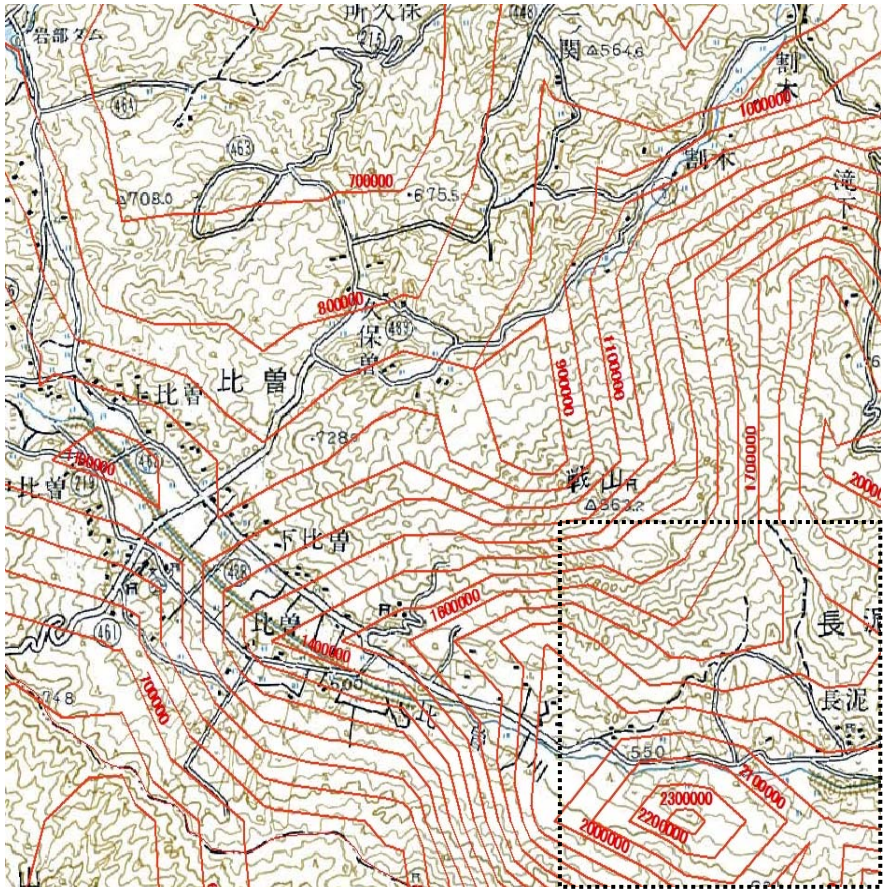


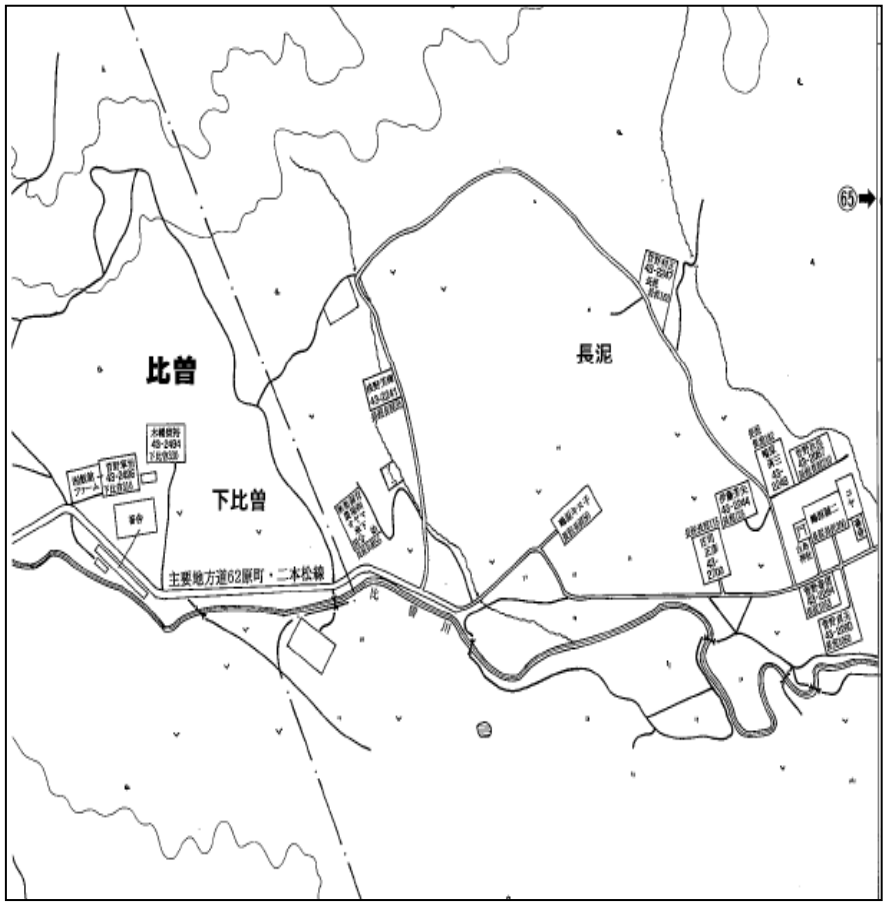
Data Sampling Path



^{137}Cs Contour with 50,000Bq/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。飯舘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