

地震調査研究推進本部政策委員会第25回総合部会
(地震調査研究に係る国の施策の進捗状況)

総務省提出資料

資料 総25－(2)－1

消防研究センター提出資料

資料 総25－(2)－2

独立行政法人 情報通信研究機構提出資料

消防研究センターにおける地震調査研究について

平成 24 年 1 月 19 日

消防庁消防研究センター

1. これまでの(各所掌の)地震調査研究の進捗状況や成果、課題など(特に、平成 21 年 4 月以降～)

消防研究センターでは、「石油タンク等危険物施設の耐震安全性に関する研究」と題して、石油タンクの地震動被害を予測・推定するための「石油タンク被害シミュレータ」(ソフトウェア)の開発に取り組んできた。その結果これまでに、①石油コンビナート地域で観測された地震動情報を地震後速やかに自動収集するシステム、②全国の石油コンビナート地域を対象として石油タンクの被害をおおまかに予測・推定するシステム、③個々の石油タンクを対象として被害を詳細に予測・推定するシステム、④緊急地震速報を利用してスロッシング被害を早期に推定するシステムを構築した。今後、訓練等での試用を通じて実用性の向上を図り、実際に利活用されうるようなものにしていきたい。

2. 東日本大震災を踏まえての(各所掌の)地震調査研究に関する課題及び対応状況(平成24年度予算案、平成23年度補正予算等での対応状況を含む)

今次震災で石油タンクに津波被害が発生したことを受けて、これまでの石油タンクの地震動被害予測に関する研究開発に加え、今後は石油タンクの津波被害予測の研究(今次震災で津波で石油タンクに発生した被害の調査及び記録、津波による石油タンク被害の発生メカニズムの研究、津波による石油タンク被害シミュレータ(ソフトウェア)の試作)に取り組むこととしている。

これらに係る費用は平成 24 年度予算案に計上されている。

平成 23 年度補正予算については、地震調査研究関連予算は要求していない。

3. 東日本大震災への対応に係る(各所掌の調査研究に関する)各種検討会での議論の状況(ある場合)

消防研究センターとしては該当なし。

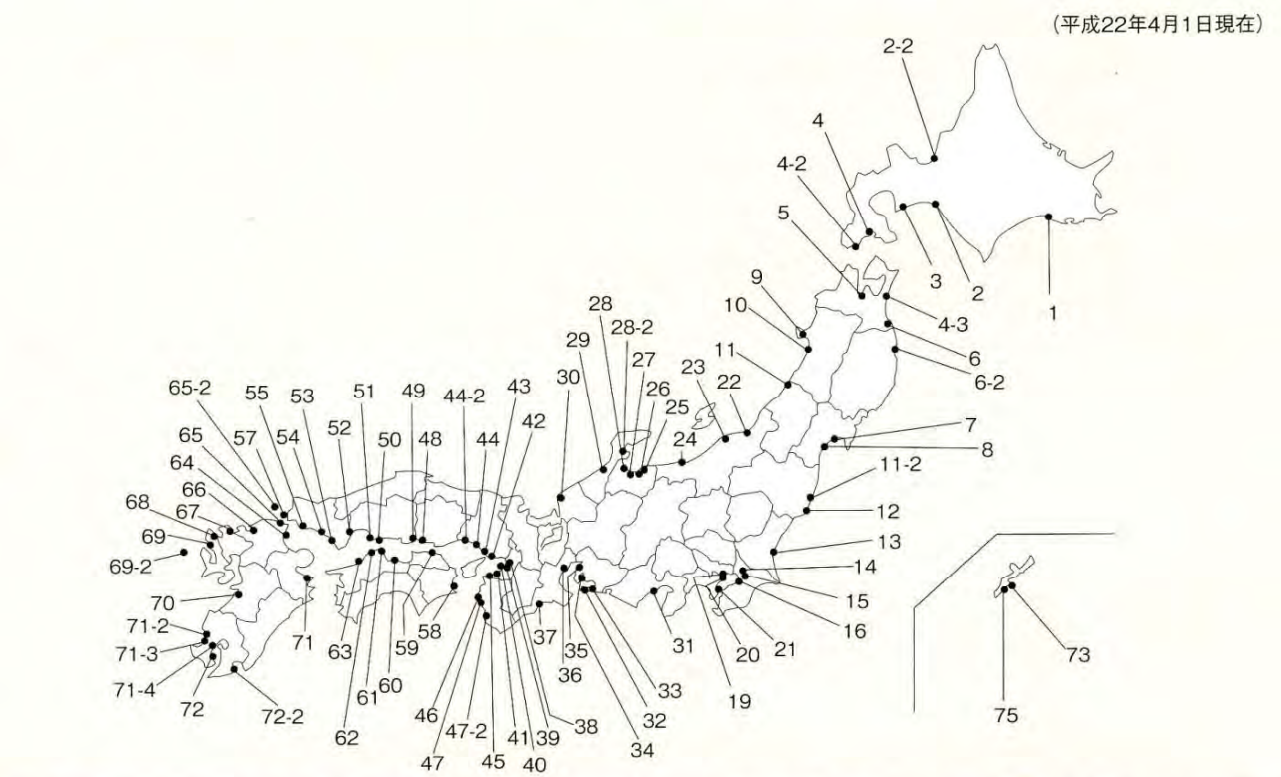
なお、消防庁においては「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会」を開催し、津波浸水深が一定程度以下であれば被害は配管に発生しタンク本体には及んでいなかったとの被害事例を踏まえ、浸水深が当該程度以下であるような場合には、緊急遮断弁の設置によって石油類の流出量を減らすことができるとの考え方を主な内容とする被害予防軽減対策案をとりまとめたところ。

4. 今後の取組の予定

これまで行ってきた地震動による石油タンクの被害予測に関する研究開発(石油コンビナート地域における強震観測及び強震動予測の研究、地震動と石油タンク被害の関係の研究、石油タンク被害シミュレータ(ソフトウェア)の開発)を引き続き実施するとともに、津波による石油タンクの被害予測の研究に取り組む。

以上

【消防研究センター 参考資料①】「石油コンビナート等特別防災区域」の指定状況【85区域】



番号	特別防災区域	番号	特別防災区域	番号	特別防災区域	番号	特別防災区域	番号	特別防災区域
1	釧路	14	京葉臨海北部	33	田原	49	福山・笠岡	67	唐津
2	苫小牧	15	京葉臨海中部	34	衣浦	50	江田島	68	福島
2-2	石狩	16	京葉臨海南部	35	名古屋港臨海	51	能美	69	相浦
3	室蘭	19	京浜臨海	36	四日市臨海	52	岩国・大竹	69-2	上五島
4	北斗	20	根岸臨海	37	尾鷲	53	下松	70	八代
4-2	知内	21	久里浜	38	大阪北港	54	周南	71	大分
4-3	むつ小川原	22	新潟東港	39	堺泉北臨海	55	宇部・小野田	71-2	川内
5	青森	23	新潟西港	40	関西国際空港	57	六連島	71-3	串木野
6	八戸	24	直江津	41	岬	58	阿南	71-4	鹿児島
6-2	久慈	25	富山	42	神戸	59	番の州	72	喜入
7	塩釜	26	婦中	43	東播磨	60	新居浜	72-2	志布志
8	仙台	27	新湊	44	姫路臨海	61	波方	73	平安座
9	男鹿	28	伏木	44-2	赤穂	62	菊間	75	小那覇
10	秋田	28-2	七尾港三室	45	和歌山北部臨海北部	63	松山		
11	酒田	29	金沢港北	46	和歌山北部臨海中部	64	豊前		
11-2	広野	30	福井臨海	47	和歌山北部臨海南部	65	北九州		
12	いわき	31	清水	47-2	御坊	65-2	白島		
13	鹿島臨海	32	渥美	48	水島臨海	66	福岡		

消防研「石油コンビナート等特別防災区域地震動情報システム」の概要



2011年4月7日 宮城県沖の地震(Mj7.4)の際の表示例

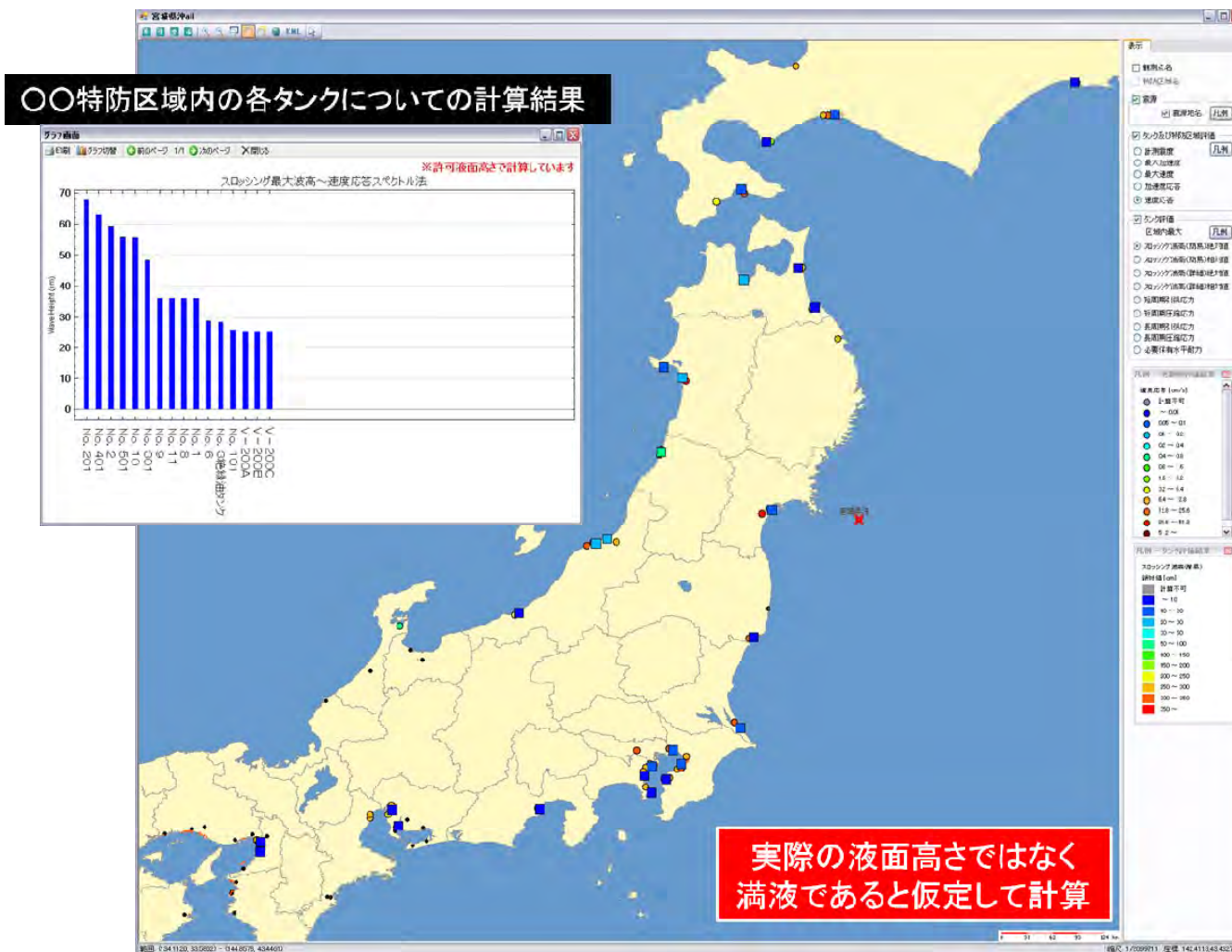
加速度応答 ($h=10\%$)
[周波数1~15Hzの最大値]

速度応答 ($h=0.5\%$)
[周期3~15秒の最大値]

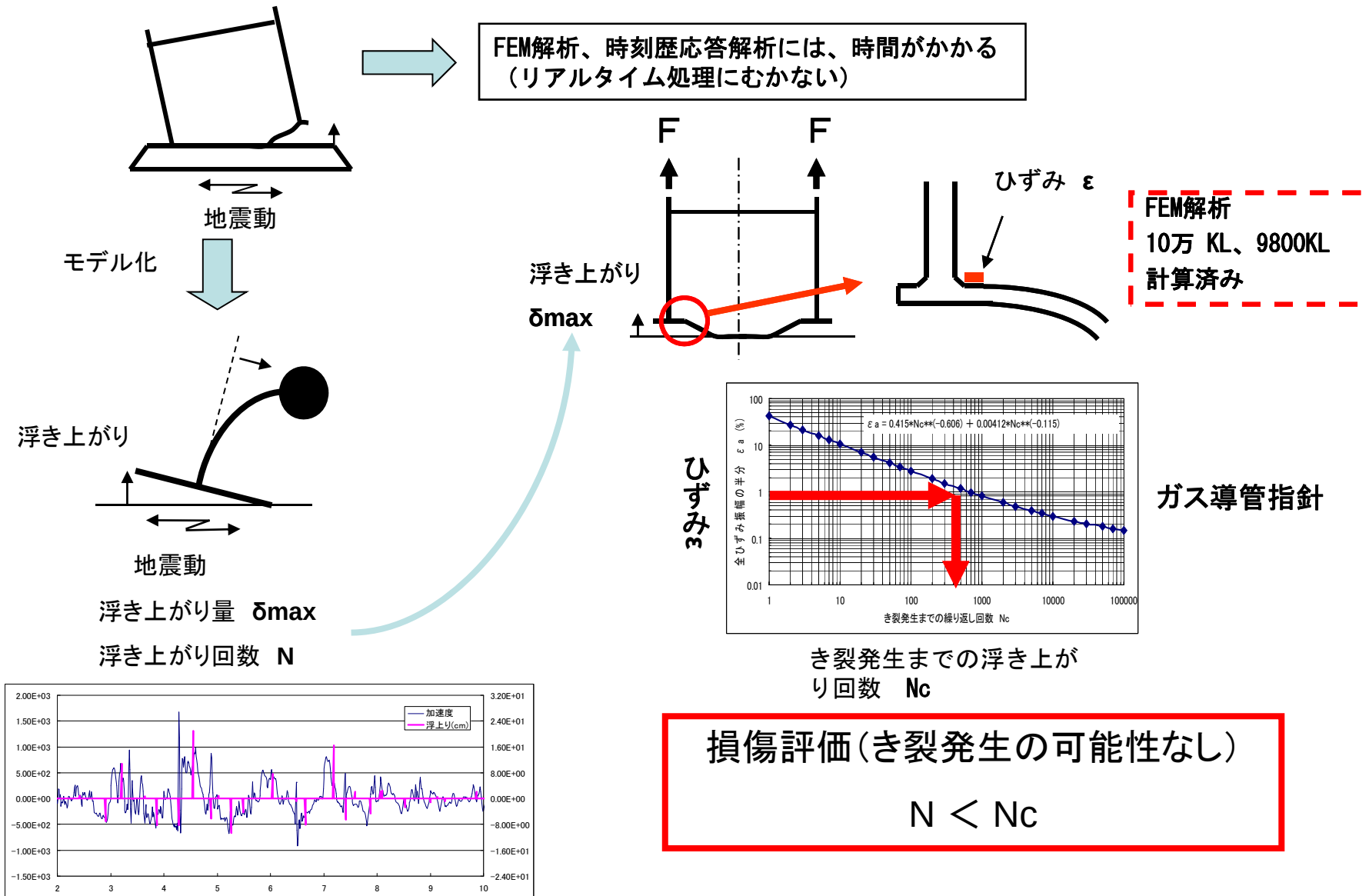


全国向け概略版による被害推定結果の一例

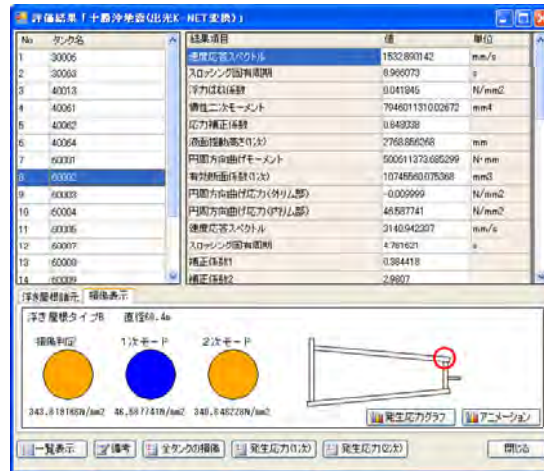
スロッシング高さ推定結果の例～2011年4月7日宮城県沖の地震(Mj7.4)



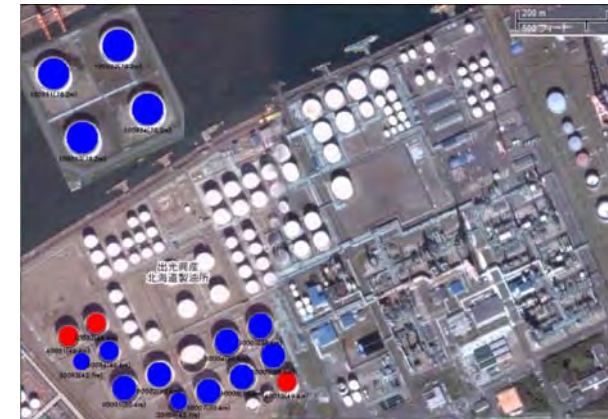
一事業所向け詳細版によるタンク浮き上がり被害推定結果の一例



一事業所向け詳細版によるスロッシング時の 石油溢流量及び浮き屋根被害推定結果の一例



損傷判定個別表示画面

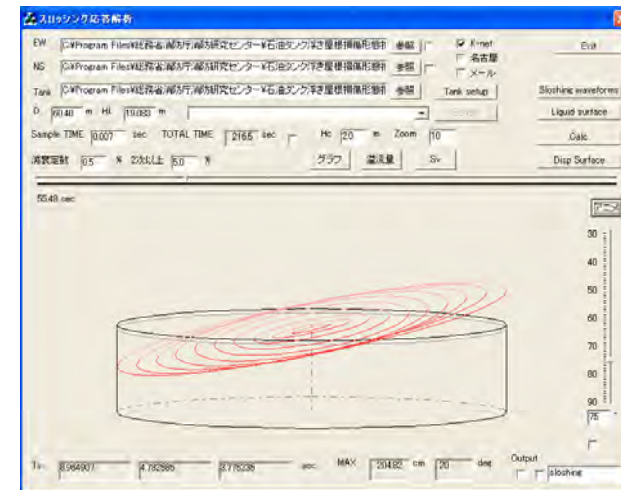


全タンクの溢流量表示画面
(製油所の配置図上に表示可能)

評価結果一覧

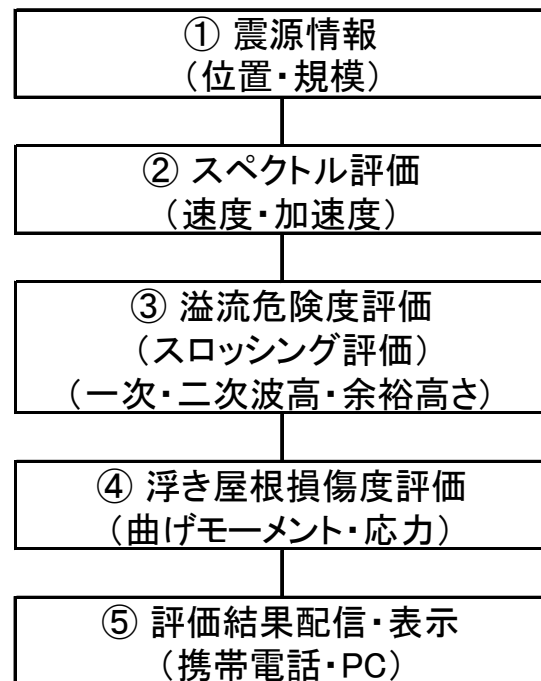
タンクID	速度応答スペクトル [m/s]	スロッシング固有 周期[s]	Wh0[m]	Δ ₀ [m]	Wh[m]	Hc[m]	η1	η5	δh[m]	液面レベル	溢流量[k]
1	1.957345	6.997501	3.202632	0.437177	3.639810	3.707074	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
2	1.930551	7.109996	3.108813	0.411939	3.520752	3.648420	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
3	2.045952	8.109774	3.341707	0.411416	3.753123	3.700535	1.000000	イ	0.052588	0.000176	8.342366
4	2.335214	7.625762	4.066253	0.606170	4.662423	3.935410	1.000000	イ	0.727013	0.003481	164.792644
5	2.333879	7.624182	4.064776	0.605729	4.660504	3.936226	1.000000	イ	0.724279	0.003464	163.973119
6	1.202112	10.061763	1.582532	0.092268	1.674800	2.852016	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
7	1.505102	9.241176	2.637730	0.209650	2.847380	3.970599	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
8	1.529499	8.966073	2.762731	0.229991	2.992722	4.092427	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
9	0.756735	12.784319	0.958645	0.027692	0.986337	1.435078	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
10	1.539685	8.710595	2.862698	0.246937	3.109635	4.212456	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
11	1.151250	10.431722	1.787332	0.096260	1.883591	2.586618	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
12	1.457695	9.465438	2.494121	0.187443	2.681564	3.876524	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
13	1.094632	10.807655	1.640318	0.081076	1.721394	1.929915	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
14	1.268869	9.936552	2.068105	0.128878	2.196984	3.692729	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
15	0.851352	12.078970	1.477885	0.050833	1.528718	1.966496	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
16	1.156156	10.370939	2.295654	0.126064	2.462619	3.401315	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
17	0.753887	31.295523	0.505271	0.005942	0.511212	0.759241	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000
18	0.857764	12.037038	1.494202	0.051962	1.546164	1.973347	1.000000	イ	0.000000	0.000000	0.000000

全タンクの溢流量リスト表示



液面揺動アニメーション表示画面

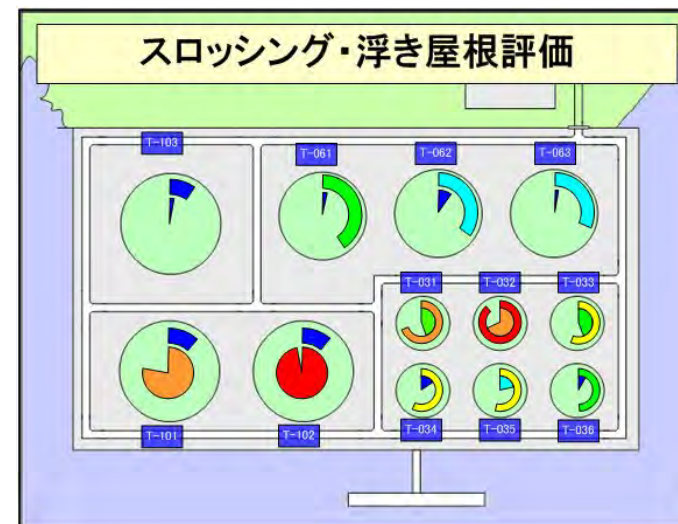
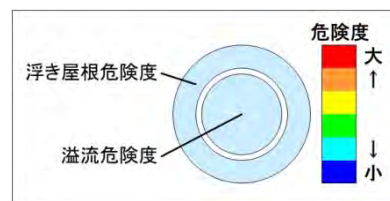
緊急地震速報を用いた石油タンクスロッシングの早期推定



スロッシング評価フロー



インターネットを介した緊急地震速報受信、スロッシング解析、結果配信装置
(12基のタンクの評価時間は地震情報を入手後0.4秒以下)



溢流・浮き屋根危険度評価結果

【消防研究センター 参考資料③】 2011年東北地方太平洋沖地震による石油タンク津波被害の発生事例



航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR)による被災状況の把握

H15~17

Pi-SAR

【特長】

- 1.5mの識別能力
- 2つのアンテナで立体視することができる(インターフェロトリ)
- 電波の振動の向きを使った詳細な分析可能(ホラリトリ)、識別能力の向上
- 一度に10km程度の幅での観測(通常の航空写真は2km程度)

【課題】

- 前兆現象や災害復興のためにはより高い精度(50cm以下)が必要
- データの迅速な提供が必要

H18~22

Pi-SAR2

【特長】

- 30cmの識別能力(世界最高性能)
- 2つのアンテナで立体視することができる(インターフェロトリ)
- 電波の振動の向きを使った詳細な分析可能(ホラリトリ)
- 一度に10km程度の幅での観測



研究開発の一環として被災地観

東日本大震災

新燃岳噴火

紀伊半島豪雨

災害後の状況把握に有効

Pi-SAR2の特長

レーダーによる観測

レーダーにより天候、昼夜関係なく、随時臨機の機動的観測が可能

航空機搭載

高度1万2千mの高さから10km程度の幅かつ飛行距離(50km以上)の領域を一度に観測することが可能

多機能観測

三次元画像解析、電波反射特性解析(地表面の材質判読等)が可能であり、被災地の状況把握に有効

地震災害：
被災前データの
差分解析が有効

航空機SARによる震災後の観測

将来想定される、震災等大規模災害時に比較となる平時の観測データを日本全域にわたり取得しデータベースを構築する活動を推進している。

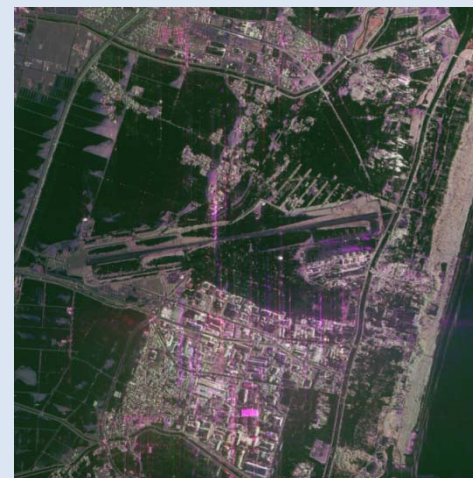
- 2011年2月22日 新燃岳
- 2011年2月26日 新燃岳
- 2011年3月9日 新燃岳
- 2011年3月12日 東北地方太平洋沿岸
- 2011年3月18日 東北地方太平洋沿岸
- 2011年3月30日-31日 関東・東海・大島・三宅島
- 2011年8月22日-26日 関東・東北・紀伊半島・四国
- 2011年10月5日-13日 東北・関東・東海・紀伊半島・四国・
沖縄・九州・瀬戸内海
- 2012年1月11日-13日 東北・関東・四国・九州・紀伊半島

東日本大震災を踏まえた課題

東日本大震災

- 2011年3月11日14:46
- M9.0の大地震に加え 10m以上の大津波による甚大な災害
- 死者・行方不明者2万人以上
- 復旧作業も困難な状況

- 翌朝(3/12)7:00に観測、3/18に追加・再観測
- 観測後、画像は直ちにデータを関係機関に送付
- 1日後に偏波画像(カラー化)をWebで公開(間引きデータ)



仙台空港周辺の
ポラリメトリ画像

東日本大震災を踏まえた課題

よりPi-SAR2が被災地
観測で活用されるために、
実用化に向けた取組を
進める必要がある

・高次解析処理に多大な時間を要する
(5km×5km範囲のデータ処理に数日)

高次解析処理の迅速化

・被災前後データの比較解析のために、
災害が予測される地域を中心に被災
前データの取得が必要

現状データの収集強化

・機材が比較的大きいこと、安定した航
空機軌道が必要なことから、ビジネス
ジェットクラスの航空機搭載が前提
・観測のために専門知識を有する者の
搭乗が必要

搭載航空機の自由度向上

課題への取組状況

課題及び取組状況

課題

高次解析処理の迅速化

取組状況

【NICT(H23～27)】

- ・地上、機上ともにデータ処理速度を向上。
- ・機上処理においては、一部の高次解析も可能とし、より多くのデータ速報を可能に。
- ・高次解析処理は、5km四方で1時間程度。

現状データの収集強化

【NICT(H23～27)】

- ・現状データの収集強化

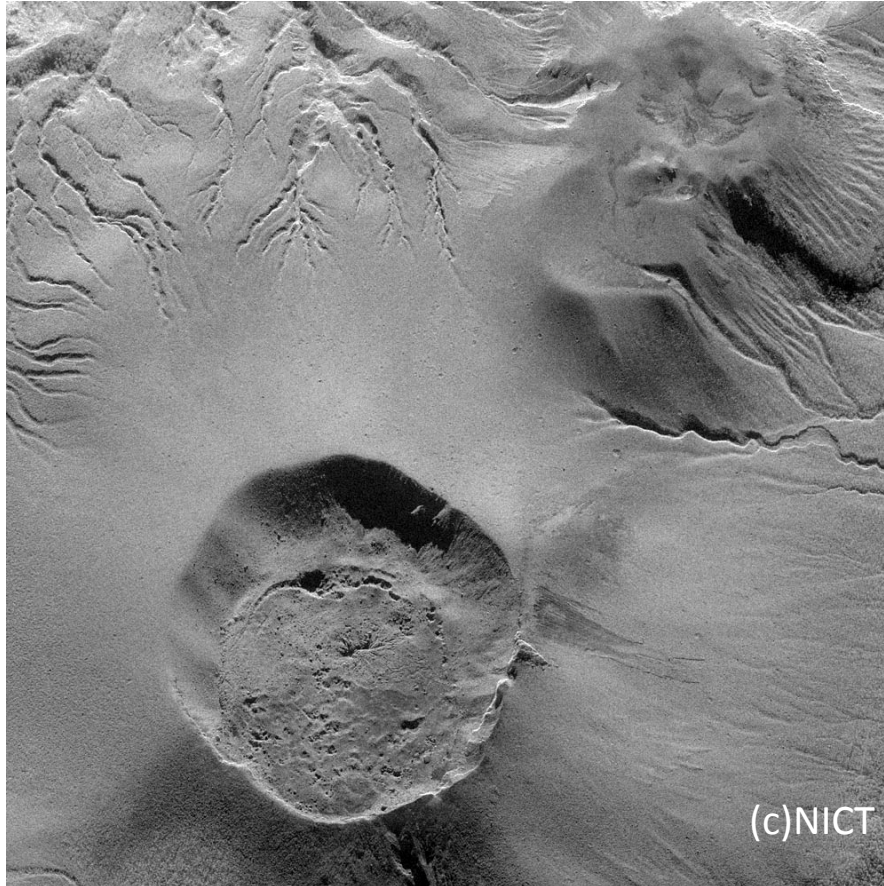
搭載航空機の自由度向上

【総務省(H24～26)】

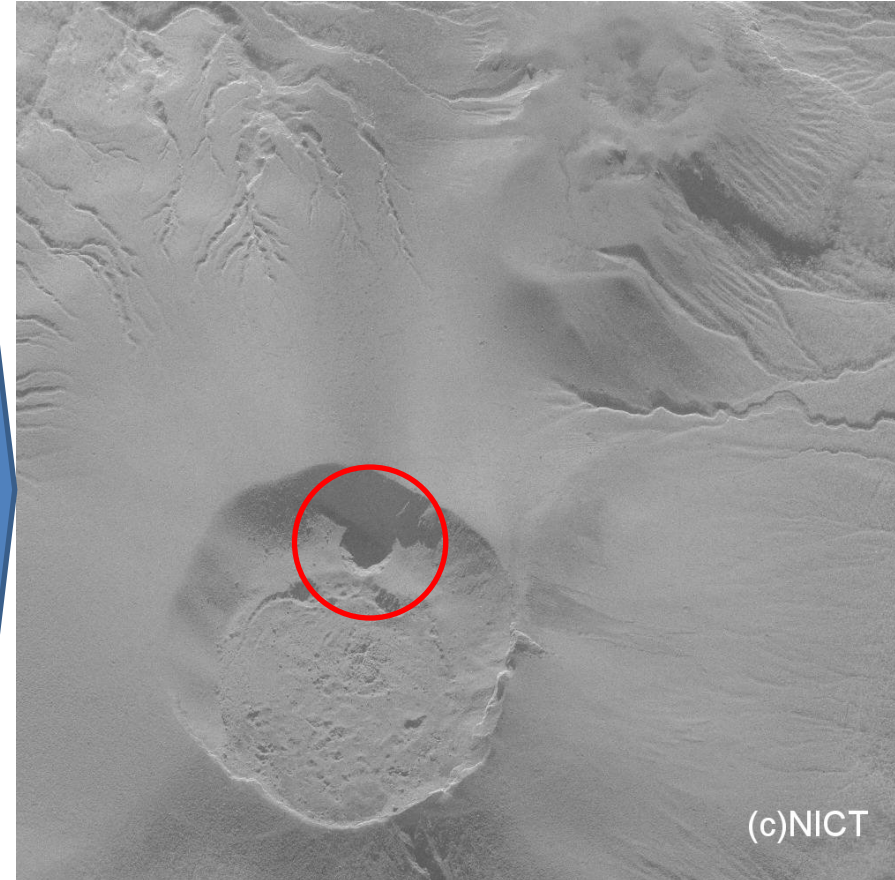
- ・アンテナや搭載機器を小型化
- ・航空機の動揺による観測画像の劣化補正
- ・観測・データ一次処理の自動化

新燃岳噴火

レーダー画像(H23.2.26)



レーダー画像(H23.3.9)



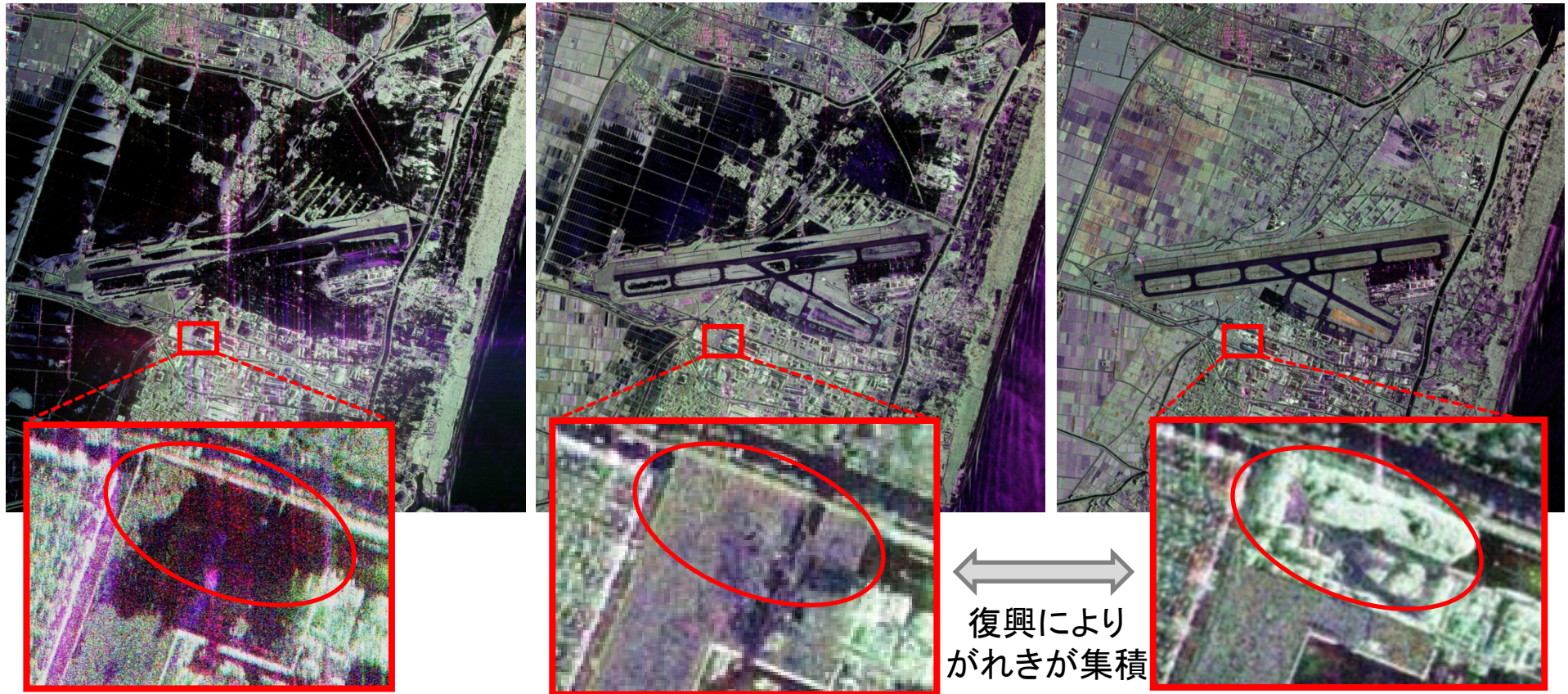
- ・3月9日の観測結果と2月26日の観測結果を比較すると、大きな穴(直径100m 以上)が出現している。

東日本大震災後の仙台空港付近

H23.3.12(大震災翌日)

H23.3.18(一週間後)

H23.8.25



- ・黒く見えているのは浸水地域。
- ・震災翌日は津波影響で大きく浸水し、一週間後は仙台空港はほぼ水が引いたものの、周辺にはまだ浸水が残っている。



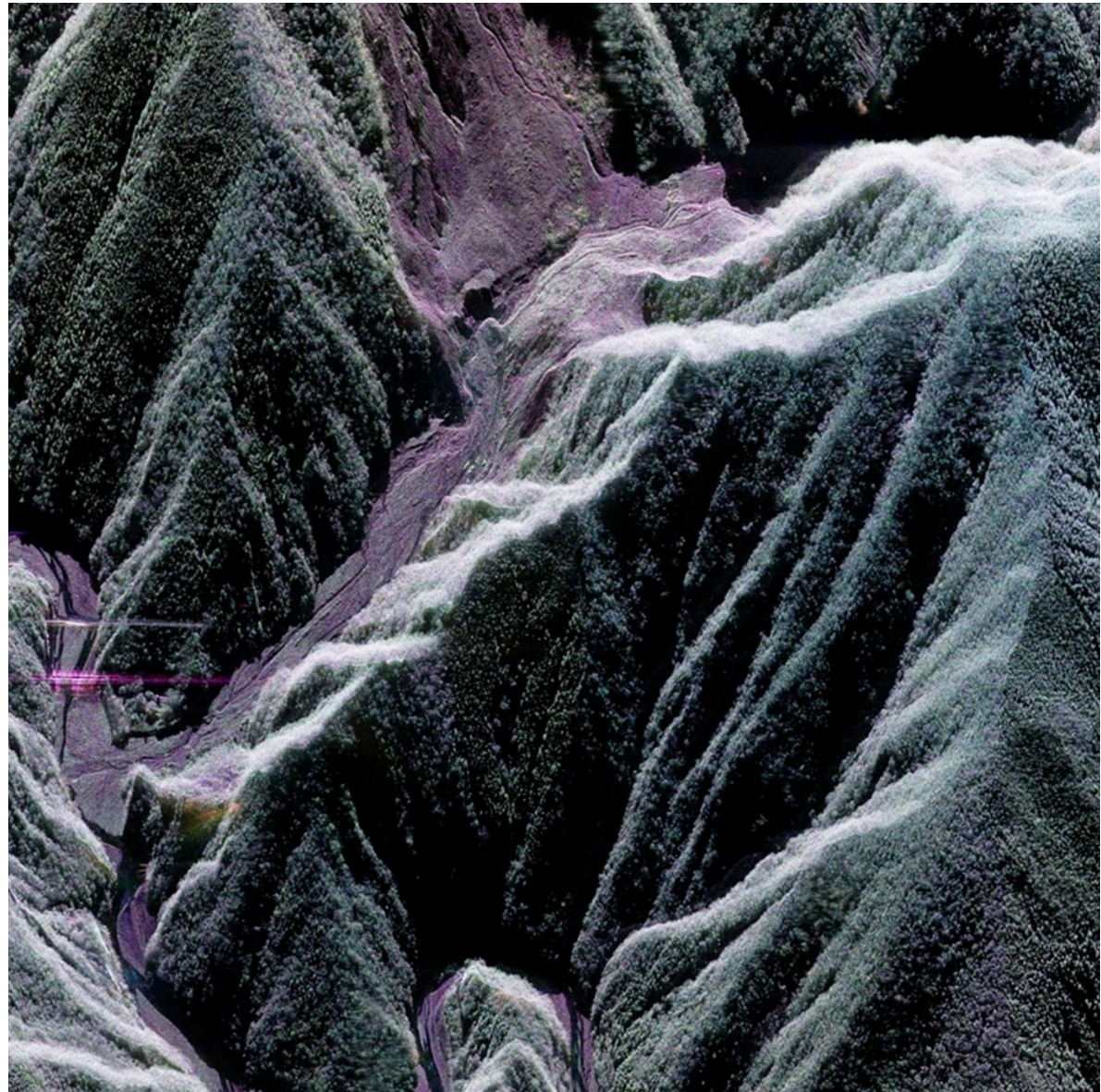
地上から見た同じ場所のがれ

紀伊半島豪雨後の土砂崩れダム

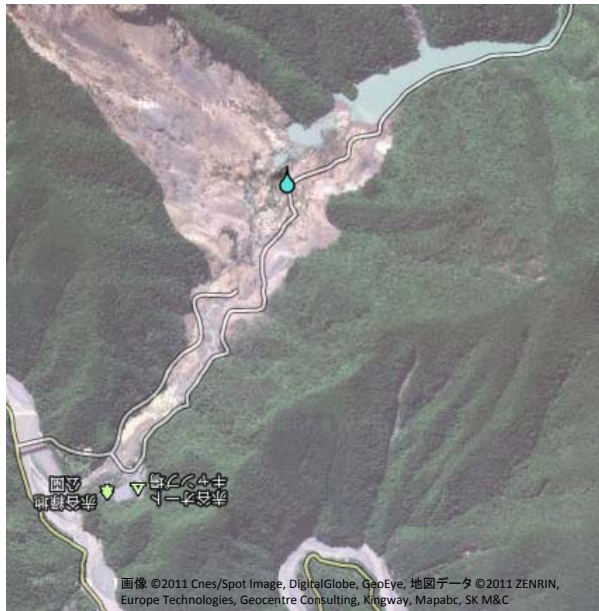
【奈良県五條市大塔長赤谷】

- ・左上部からの土砂により、土砂崩れダムが形成。
- ・水の流れた跡も見える。

レーダー画像(H23.10.7)



航空写真(Google Mapより)



画像 ©2011 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, GeoEye, 地図データ ©2011 ZENRIN, Europe Technologies, Geocentre Consulting, Kingway, Mapabc, SK M&C

総務省における研究開発について

参考資料

航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR2)と同等の性能を有しつつ、セスナ等の小型機にも搭載可能な、小型・可搬型Pi-SAR2実現のための技術の研究開発を行う。

航空機搭載合成開口レーダー (Pi-SAR2)

- ・世界最高の水平分解能(30cm)
- ・観測データの hoch 解析処理により、三次元画像化、地表面の材質や植生分析が可能

①システム最適化技術

アンテナの変更を含めたより搭載性の高い機材設計の見直し

②航空軌道動揺補正技術

動揺によるSAR画像の劣化を補正

③観測運用マンマシンインタフェース技術

自動観測・データ自動一次処理機能による機内での操作性の向上

小型・可搬型
Pi-SAR2の
実現

