

原子力防災に係るシーズ技術について

平成23年5月31日

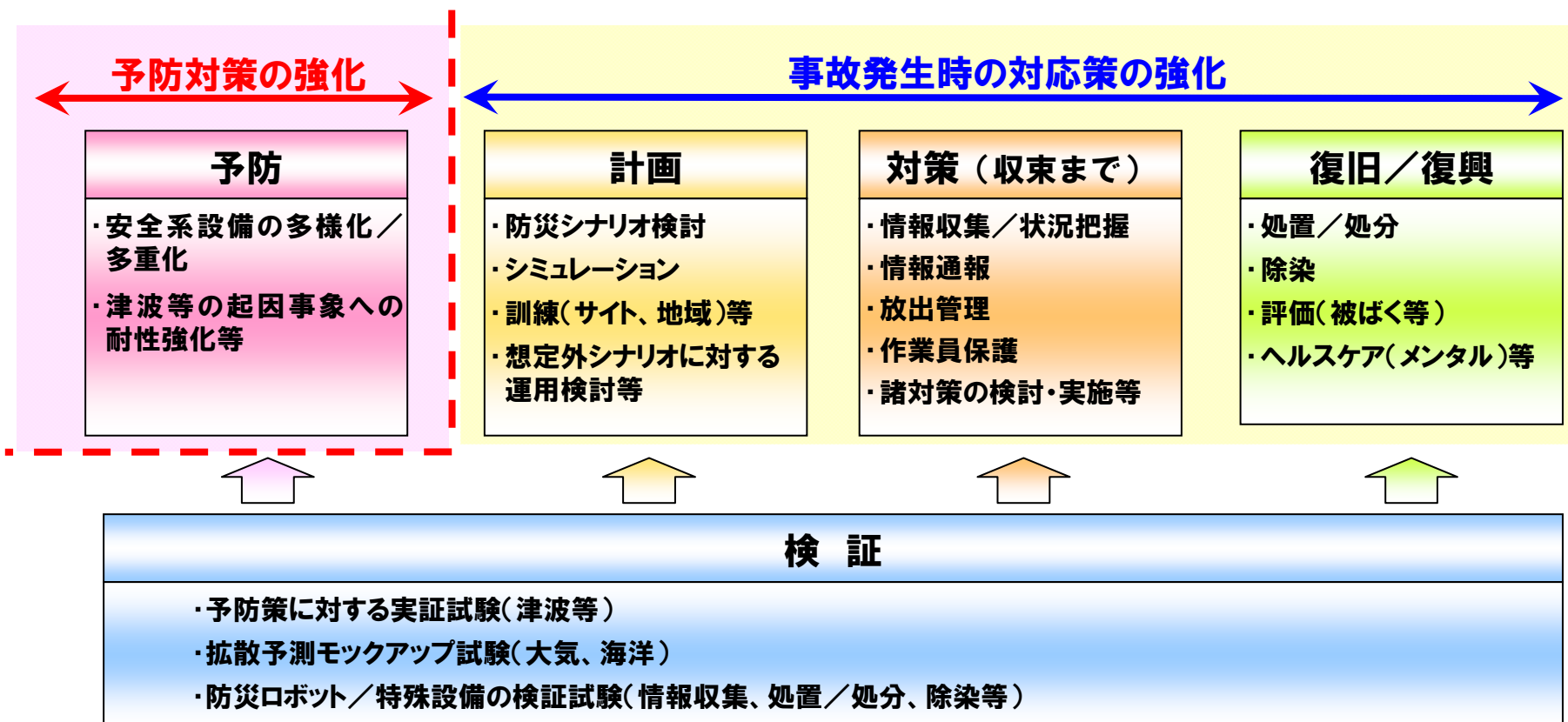
三菱重工業株式会社

原子力事業本部 副本部長 駒野 康男

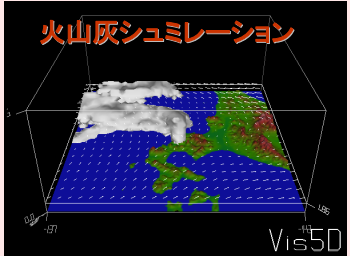
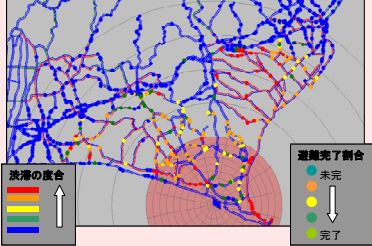



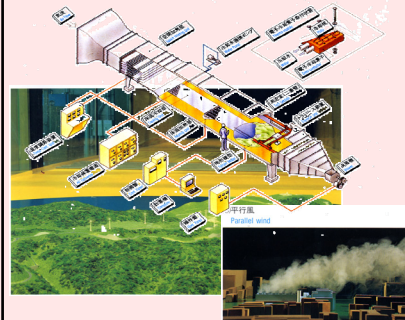
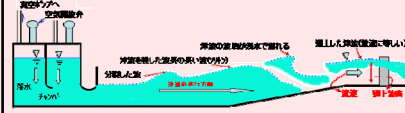
1. はじめに

■ 事故の予防と拡大防止: **予防策の強化** + **事故発生時の対応策の強化**

➡ 原子力防災対応としては、**事故発生時の対応策の強化**を中心に考える



2. シーズ技術の紹介

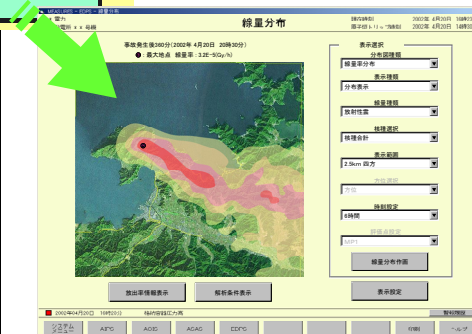
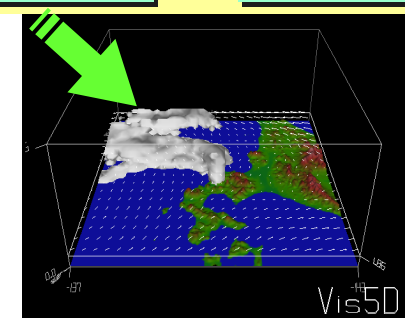
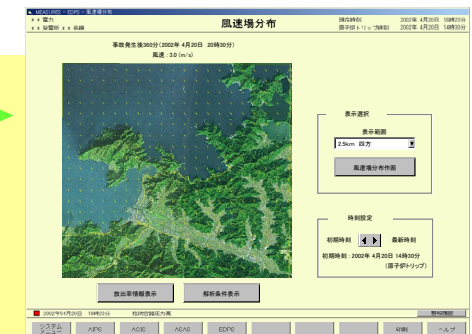
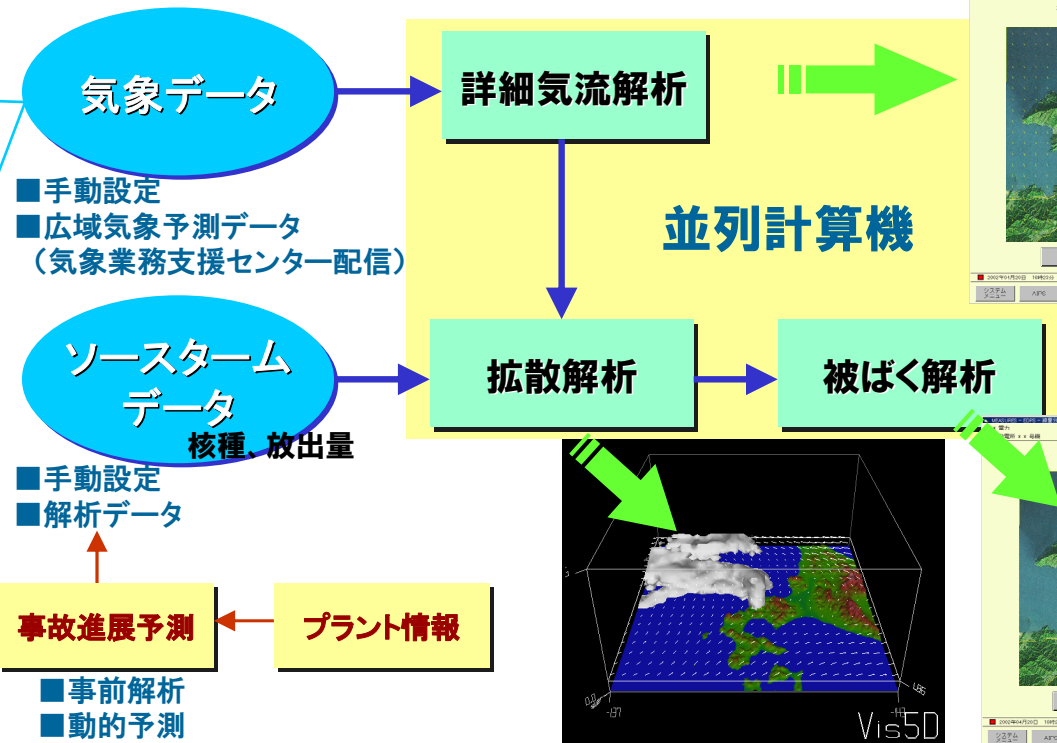
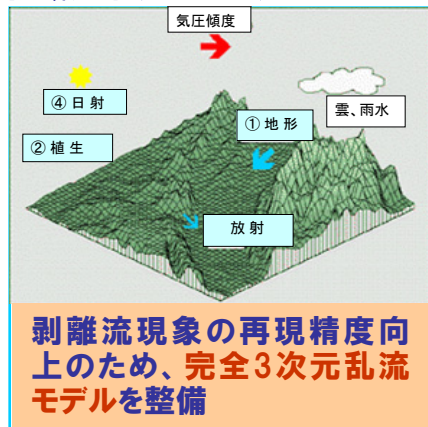
		技術分野			
		(1) シミュレーション技術	(2) 監視(センシング) / ロボット技術	(3) 特殊車両技術	(4) 検証技術
適用分野	計画	○			○
	対策		○	○	○
	復旧/復興			○	○
	検証				◎
適用例 (イメージ)		<ul style="list-style-type: none"> ・拡散予測シミュレーション 火山灰シミュレーション  ・避難シミュレーション  	<ul style="list-style-type: none"> ・複合センシング (赤外線・レーダ等) ・リアルタイム画像処理  ・自律作業/無人飛行機 ・遠隔/高精度作業 ・パワーアシスト等  	<ul style="list-style-type: none"> ・耐放射線車両 (対人・対電子回路遮蔽) ・遠隔操作重機 ・移動式操作室, 移動式電源装置  	<ul style="list-style-type: none"> ・風洞(拡散)実験装置  ・津波模擬実験装置 

(1) シミュレーション技術 (1/2)

原子力緊急時対応システム (MEASURES)

- 放射性物質の拡散状況、周辺被ばく状況を**高速かつ高精度**に予測解析
- 種々の形態で解析結果を表示
 - 原子力災害時の対策検討に資する情報の提供
 - 原子力防災訓練のためのシナリオ検討への活用

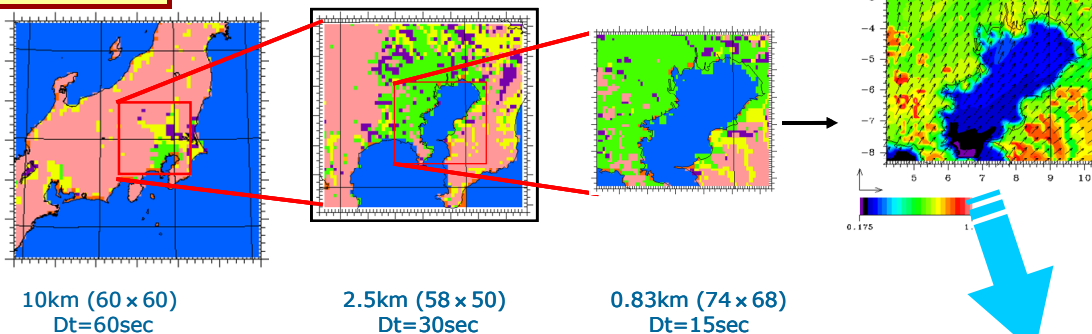
領域気象(RAMS*)モデル



※RAMS (Regional Atmospheric Modeling System)
米国のコロラド州立大学で開発された領域気象モデル

- 高速かつ高精度の解析のため、**多重ネスティング法**及び**時間分割法**を併用(**並列計算機**を利用)

多重ネスティング法

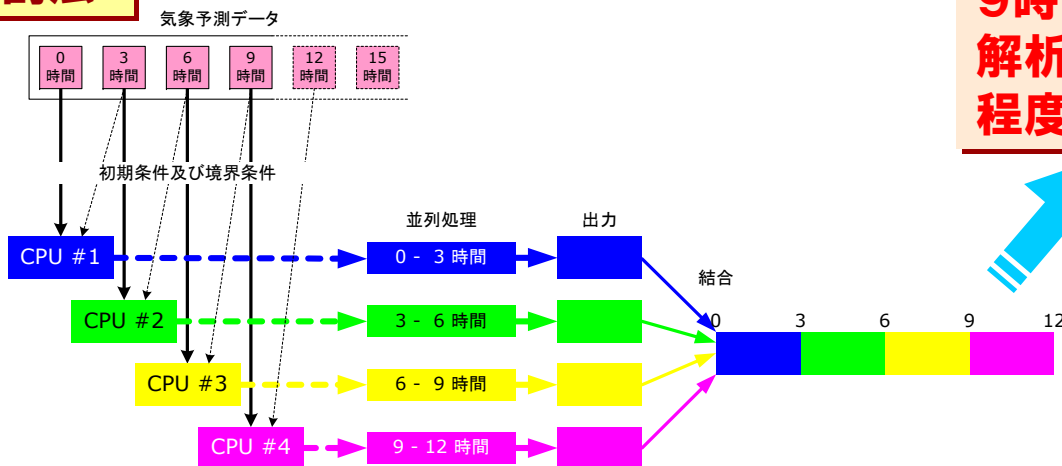


大領域

中領域

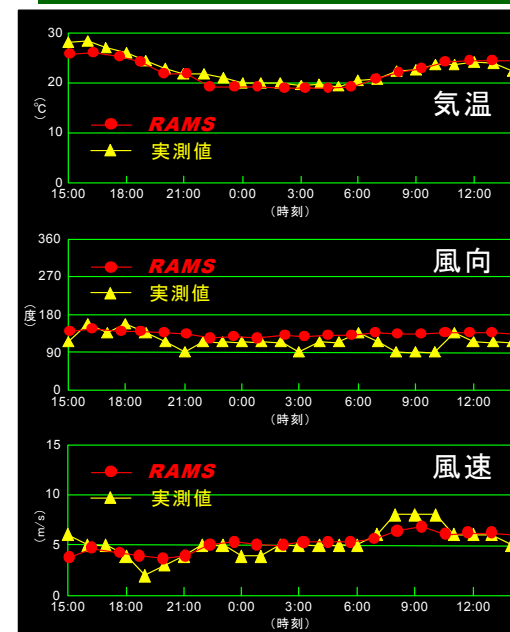
小領域

時間分割法



24台のCPUで
9時間先迄の
解析を10分
程度で実行

AMeDAS(実測値)との比較

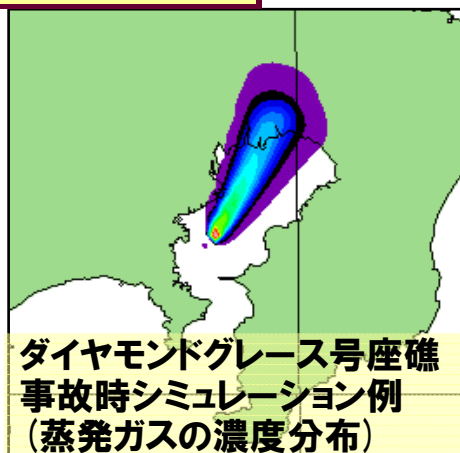
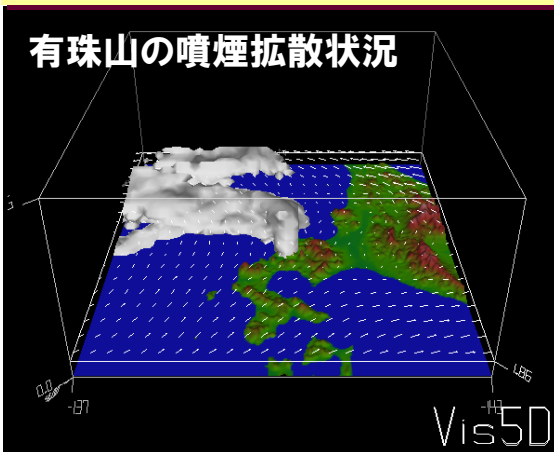


気温, 風向 及び 風速 の解
析結果はAMeDAS (観測値)
とよく一致

>>> 拡散解析／被ばく解析

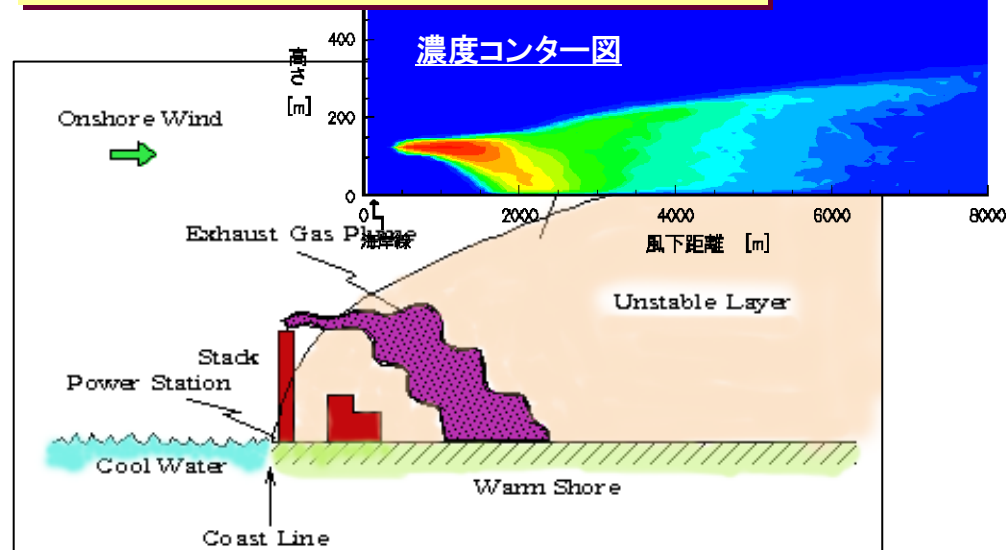
広域拡散の予測

- ◆ 数10km～数100kmのスケールの予測が可能。気象の変化も考慮。



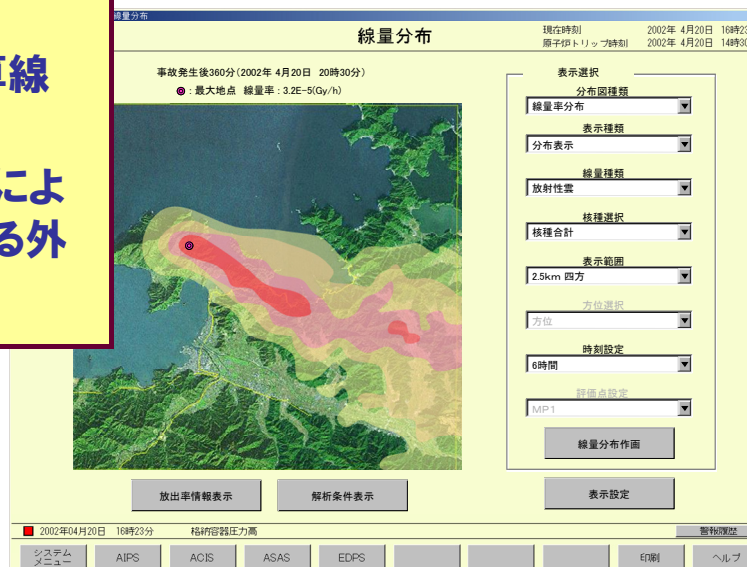
不安定時(混合層の拡散)の予測

- ◆ フュミゲーション※の予測が可能(平地上)



被ばく解析

- ◆ 空中濃度分布、線量率分布、積算線量分布の解析
- ◆ 放射性雲による外部被ばく、吸入による内部被ばく、地表沈着物質による外部被ばくの評価



※ フュミゲーション: 燻(いぶ)し現象。
安定気層内では、大気の乱れが弱く、汚染物質が上空に運ばれても、やがて沈降するので、高濃度が出現する。
特に、冬季における接地逆転が、地面の太陽放射による温度上昇で崩れる際に出現する早朝の現象をいう。(出典: 環境省HP/環境アセスメント用語集)

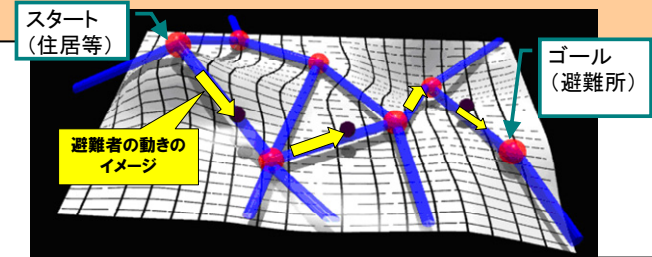
(1) シミュレーション技術(2/2)

避難シミュレーションシステム

- 人口密度分布、道路状況、避難経路の制限等の条件から、**人、車等の動きを予測**

【ネットワークポテンシャル法による高速解析】

- 全ての避難者は、車両もしくは徒歩などにより、道路(及びその歩道)上を、現在位置より安全な方向(低い方向)に移動すると仮定
- 避難車両十数万台、避難完了時間十数時間程度の予測を5分程度で解析



【入力①】

避難者数(分布) = 居住者 + 就労者 + 一時滞在者 + ...

避難指示の範囲	人口	世帯数
10[km]	約13,000	約4800
20[km]	約87,000	約32000
30[km]	約205,000	約69,000

【入力②】

道路の使用状況(道路工事、土砂崩れによる使用不能等)

【入力③】

交通規制(通行規制※1、避難誘導※2など)

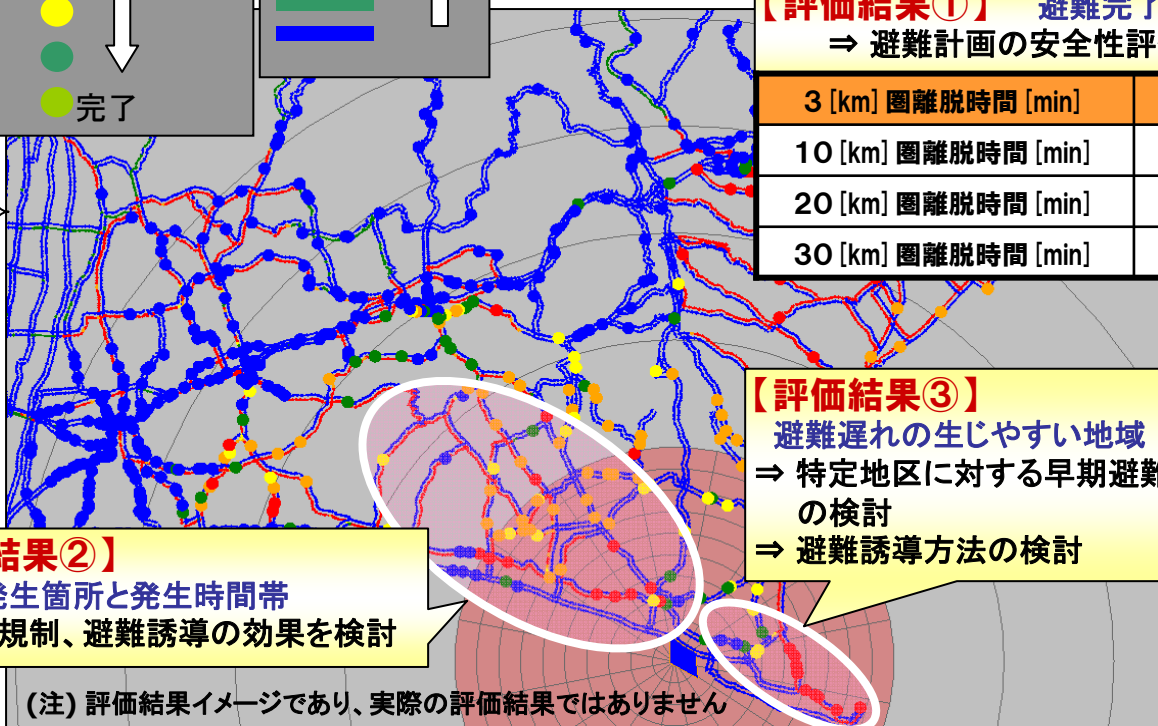
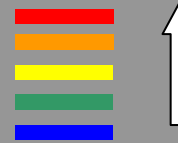
※1 通行制限区間の設定

※2 地区毎の避難先および避難経路の指定

避難完了割合

- 未完
- 完了

渋滞の度合



【評価結果①】 避難完了時間 ⇒ 避難計画の安全性評価

3 [km] 圏離脱時間 [min]	400
10 [km] 圏離脱時間 [min]	800
20 [km] 圏離脱時間 [min]	860
30 [km] 圏離脱時間 [min]	1000

【評価結果③】

避難遅れの生じやすい地域
⇒ 特定地区に対する早期避難指示の検討
⇒ 避難誘導方法の検討

【評価結果②】

渋滞発生箇所と発生時間帯
⇒ 交通規制、避難誘導の効果を検討

(注) 評価結果イメージであり、実際の評価結果ではありません

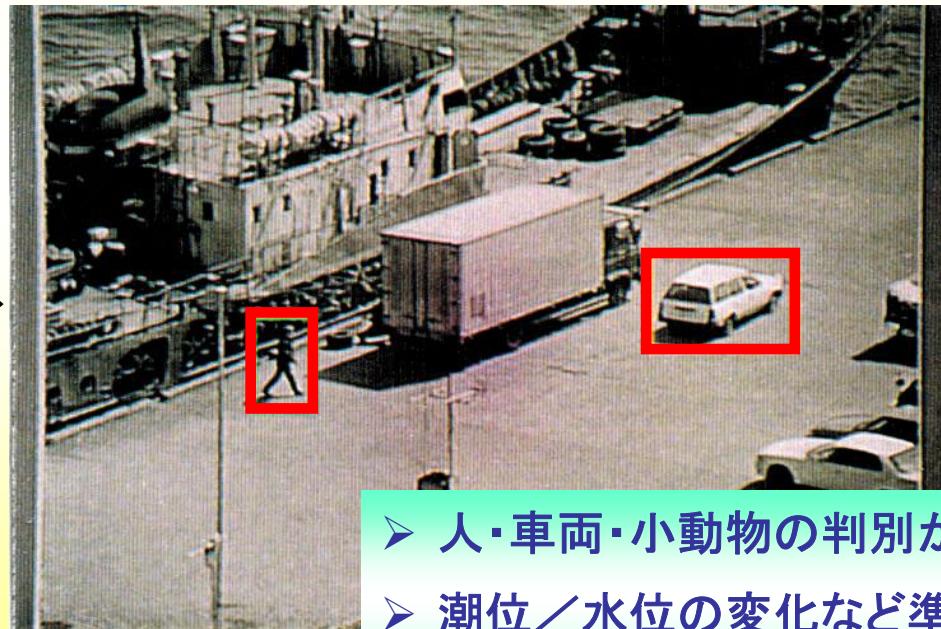
(2) 監視(センシング)/ロボット技術(1/2)

異常監視システム(画像処理/認識技術)

- ◆ 施設に設置された監視カメラにより時系列画像を記録
- ◆ 画像処理により移動体を検知
- ◆ 監視カメラにより移動体を自動追尾・警報を発する

時系列画像から移動体を検知・追尾

監視カメラ



早期異常検知

警報







- 人・車両・小動物の判別が可能
- 潮位/水位の変化など準静的な状況の変化にも応用が可能

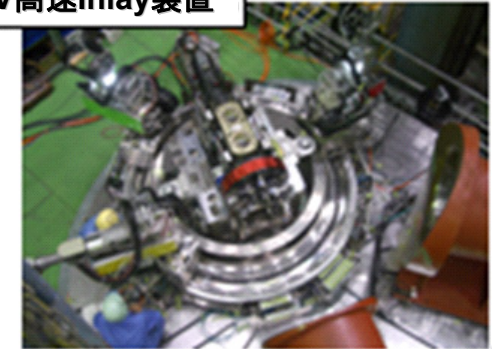
(2) 監視(センシング)/ロボット技術(2/2)

特殊用途ロボット技術

マミピューレータの制御技術を原子力プラント設備の補修溶接装置、検査装置やWakamaru等に応用

	MHI MARS-G	MHI MARS-i	MHI MARS-A	MHI MARS-T
				
作業機能	点検ロボット 目視点検 ※その他機能はオプション	点検ロボット 目視点検 ※その他機能はオプション	作業用ロボット ・ドア開閉 ・弁開閉 ・配管開口 ・拭き取り除染	運搬用ロボット ・重量物運搬(50kgまで) ・散水用ノズル操作
移動機能	・階段:角度45° ・踊り場で旋回 ・速度最大6km/h(平地)	・階段:角度40° ・踊り場奥行き90cmで旋回 ・速度最大1.6km/h(平地)	・階段:角度40° ・踊り場奥行き1mで旋回 ・速度最大2km/h(平地)	・階段:角度40° ・踊り場奥行き1mで旋回 ・速度最大2km/h(平地)
耐環境性	—	—	・最大放射線性:10Sv/h ・温度50℃ ・湿度100%RH	・最大放射線性:10Sv/h ・温度50℃ ・湿度100%RH
寸法・質量	・W500×L1000×H400 ・約55kg	・W400×L1600×H550 ・約80kg	・W700×L1300×H1400 ・約440kg	・H700×L1300×H1200 ・約390kg
納入実績	・国交省 北陸地方整備局 北陸技術事務所	・社内ファンドで開発	・原研 ・(財)製造科学技術センター (METI補助金で開発)	・(財)製造科学技術センター (METI補助金で開発)

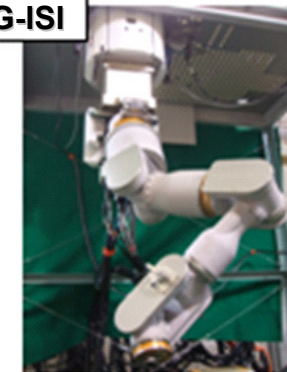
R/V高速Inlay装置



Wakamaru



SG-ISI



(3) 特殊車両技術(1/2)

耐放射線フォークリフト

原子炉建屋周辺のがれき撤去
作業におけるコンテナ搬送に活用



厚板鋼板

全辺溶接構造により
密閉性を確保

鉛ガラス

窓枠部の遮蔽性も確保

- ・三菱重工製15tonフォークリフト改造
- ・全方位の放射線遮蔽キャビン
(100mm厚鋼板, 230mm厚鉛ガラス)
- ・キャビン内与圧で外気の侵入を防止
- ・空気浄化装置搭載
- ・エアコン, 爪先確認カメラ搭載

荷役荷重 (奥行2440mmコンテナ)	9ton
最大揚高	3.0m
最小旋回半径	4.6m
全長	7.3m
全幅	2.5m
全高(マスト下降時)	3.8m
質量(遮蔽キャビン込)	30ton

(3) 特殊車両技術(2/2)

移動式放射線遮蔽操作室

原子炉建屋の近傍に配置し、遠隔操縦式建設機械を操作



3人のオペレータが重機を操作できる放射線遮蔽空間を確保

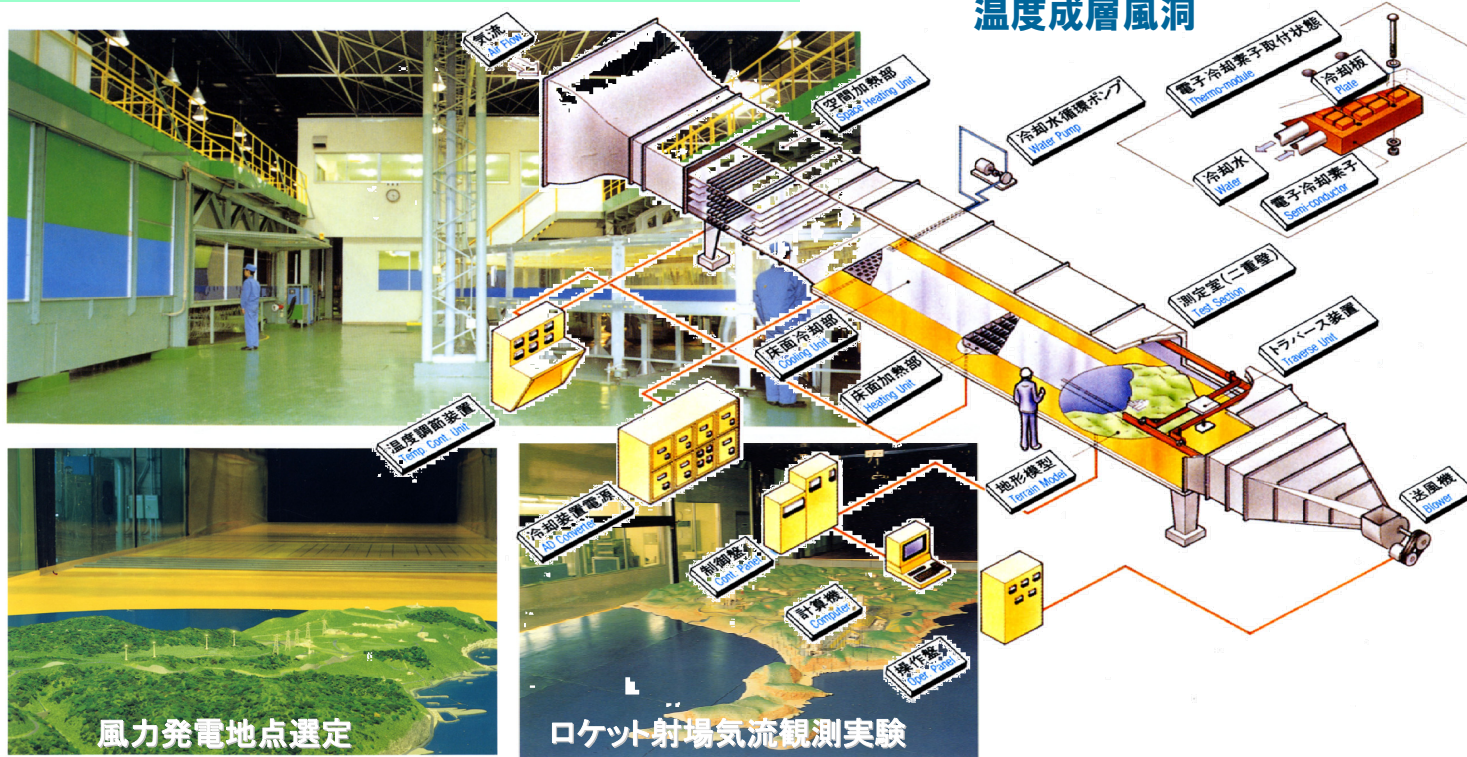


車両総重量	約70ton
操作室内寸	長さ2.7m, 幅1.6m, 高さ1.4m
最高速度	約4km/h
全長	10.9m
全幅	3.4m
全高	3.7m
操縦方式	運転席または操作室から遠隔
電源	400V50kVA(100Vもあり)
その他	エアコン, 室内灯あり

- ・全方位の放射線遮蔽操作室 (150mm厚鋼板, 250mm厚鉛ガラス)
- ・操作室内与圧で外気の侵入を防止
- ・空気浄化装置, エアコン搭載
- ・三菱重工製45tonアーティキュレートダンプに搭載
- ・ダンプの操縦は操作室からも可能

(4) 検証技術(1/2)

大型拡散風洞実験装置



温度成層風洞

3次元地形まわりの気流状況

a) 中立
Neutral stability



b) 安定
Stable stability



c) 不安定
Unstable stability



(a)高煙突 Tall stack



(b)低煙突 Short stack



都市内排煙拡散実験の例

煙突の高さの違いにより地上濃度が大きく異なる

(4) 検証技術(2/2)

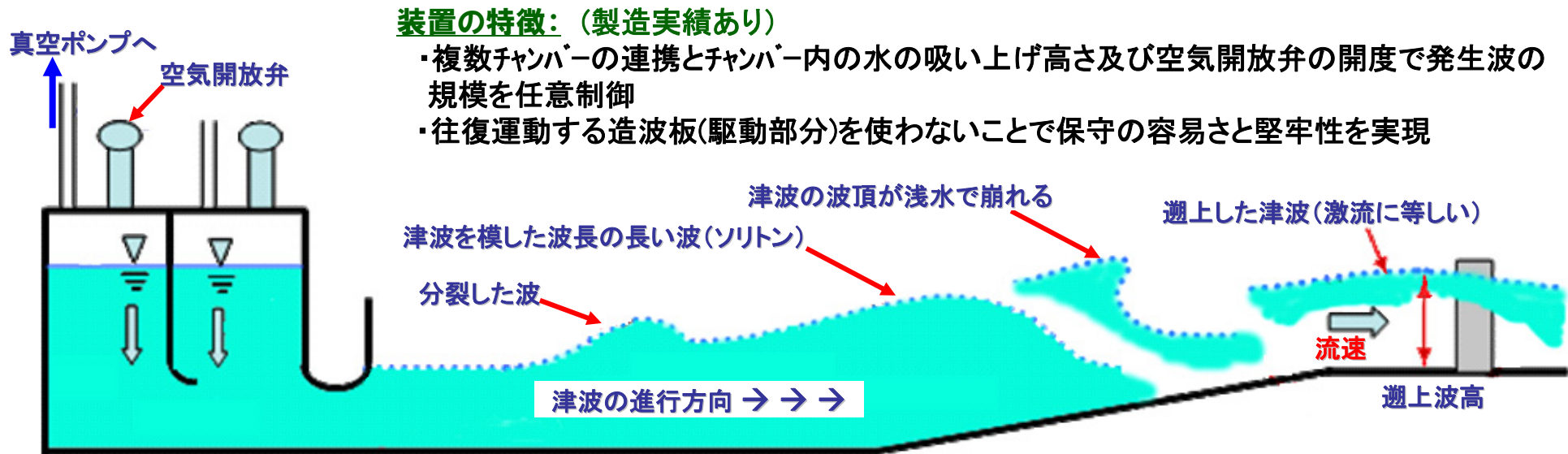
津波実験施設(W-Defence)

施設を使った研究テーマ案

- ・津波の遡上距離, 遡上波高, 流速の推測
- ・沿岸地区の浸水範囲予測によるハザードマップ
- ・発電所構内の浸水域予測による耐津波計画
- ・建物, 機器などに作用する流体力の推測構造強度設計



<津波発生技術>



浅水(波長に比して水深が浅い)域に入ると波高が増加して碎波に至る。碎波のあとは激流となって陸を遡上。

3. まとめ

- **三菱重工の製品分野は宇宙ロケットから発電設備、船舶、産業機器、家庭用エアコンまで、非常に幅広く、製品数は700品目にのびります。弊社は、このような多種多様な製品分野での事業を通じて、社会に貢献すると共に様々な要素技術を蓄積して来ました。**
- **原子力防災における技術分野も非常に幅が広く、様々な技術を高度に応用した製品やサービスの実現が期待されています。**
- **三菱重工は、これまでに培ってきた幅広い技術を使って、原子力防災の高度化にも貢献して行きたいと考えます。**



この星に、たしかな未来を

