

放射性物質事故等対応資機材に関する検討会  
報告書

平成 27 年 3 月  
消防庁特殊災害室

## はじめに

放射性物質事故等に対応する場合においては、五感で感じることができない放射線環境下での消防活動となるため、消防隊員の心理的不安等も大きくなることから、正確な情報把握、被ばく量の低減対策等を徹底し、安全確保を図ることが極めて重要となる。

福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて、消防庁においては、平成 26 年 3 月に「原子力施設等における消防活動対策マニュアル」を改訂したところであるが、その改訂の過程において、近年のNBC災害に対応するための個人防護、検知、除染等の資機材の高性能化等を踏まえ、今後、消防機関が整備していく資機材について、情報を的確に把握していくことが必要とされた。

このため、本検討会では、放射性物質事故等対応資機材について、最近の実情を調査し、その特徴や使用時の課題の整理を行うとともに、消防機関側のニーズを踏まえた対応資機材の今後の方向性を示した。

本報告書が、放射性物質事故等対応資機材の効果的・効率的な利活用に資するとともに、消防機関のニーズを満たす新たな資機材の開発に向けた契機となれば幸いである。

平成 27 年 3 月

放射性物質事故等対応資機材に関する検討会

座長 鶴 田 俊

# 目次

## 1 検討の目的と経過

(1) 検討の目的	1
(2) 検討事項	1
(3) 検討の流れ	1
(4) 検討体制	1
(5) 検討会の経過	2

## 2 放射性物質事故等対応資機材の調査・整理結果

(1) 現状の資機材	3
(2) 新たな資機材の調査・整理	5
① 調査対象とする資機材	
② 調査・整理結果	

## 3 調査・整理結果を踏まえた消防活動の検討

(1) 防護資機材	17
I 防護服	17
I-① 現状の消防活動	17
i 放射線防護用インナー	
ii 化学防護服等	
iii 簡易防護服	
I-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	19
i 放射線防護用インナー	
ii 陽圧式化学防護服	
iii 簡易防護服	
II 呼吸保護具	21
II-① 現状の消防活動	21
i 空気呼吸器、酸素呼吸器	
ii 全面マスク・半面マスク	

II-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	22
i	切替式空気呼吸器	
ii	酸素発生型循環式呼吸器	
iii	全面マスク・半面マスク	
(2)	放射線測定器	23
I	個人警報線量計	23
I-①	現状の消防活動	23
I-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	24
i	通信機能	
ii	位置情報測位(GPS)機能	
iii	ヘッドマウントディスプレイ	
II	空間線量率計	26
II-①	現状の消防活動	26
II-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	27
i	通信(データ転送、GPS)機能	
ii	核種同定機能・中性子線測定機能	
iii	放射線源指示機能	
III	表面汚染検査計	29
III-①	現状の消防活動	29
III-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	30
i	体表面モニター	
ii	ゲート型・ポール型モニター	
(3)	その他資機材	31
I	ダストモニター	31
I-①	現状の消防活動	31
I-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	31
i	ポータブルダストモニター	
II	遠隔探査装置	31
II-①	現状の消防活動	31
II-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	32
i	マルチコプター	
III	放射線可視化装置	32
III-①	現状の消防活動	32
III-②	新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性	32

## 4 消防の現場ニーズ等を反映した対応資機材の方向性

(1) 防護資機材	33
I 防護服	33
II 呼吸保護具	34
(2) 放射線測定器	34
I 個人警報線量計	34
II 空間線量率計	34
III 表面汚染検査計	35
(3) その他資機材	35
I ダストモニター	35
II 遠隔探査装置	35
III 放射線可視化装置	36

## 5 まとめ

### 参考資料

- 参考資料1 緊急被ばく医療支援チーム（REMAT）について
- 参考資料2 福島第一原発での教訓を踏まえた突入撤退判断システムの開発
- 参考資料3 原子力緊急事態支援センターについて

# 1 検討の目的と経過

## (1) 検討の目的

消防庁では、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故等の消防活動や近年のNBC 災害対応資機材の高性能化に伴う検知、除染、救助等の活動手法の進展などを踏まえ、これまでに作成していた各種マニュアルを統合して一本化し、平成 26 年 3 月に「原子力施設等における消防活動対策マニュアル」として示したところ。

このマニュアルの見直しのための検討の中で、放射性物質事故等が発生した場合に、消防機関が円滑かつ安全に消防活動を実施していくための課題の一つとして、「消防機関として整備する資機材の種類の見直し」が指摘されたところ。

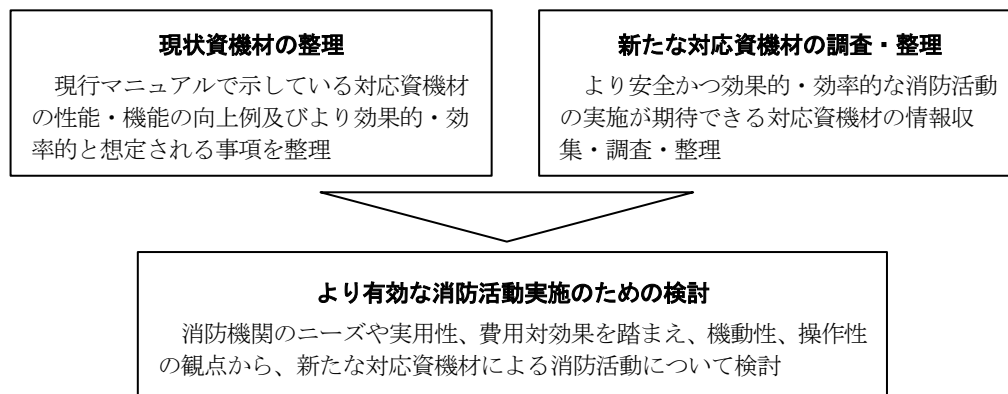
この指摘を踏まえ、現在マニュアルにおいて示している放射線環境下における消防活動が、より安全かつ効果的・効率的に実施することが期待できる対応資機材について検討を行うことを目的とする。

## (2) 検討事項

- ① 消防隊員が使用する新たな放射性物質事故等対応資機材について
- ② 上記①の資機材を活用した消防活動の有効性等について

## (3) 検討の流れ

現状の対応資機材及び新たな対応資機材の調査・整理を行い、その結果を踏まえ、より有効な消防活動実施のための検討を行った。



## (4) 検討体制

「放射性物質事故等対応資機材に関する検討会」を開催し検討を行った。検討会委員は次のとおり。

## 放射性物質事故等対応資機材に関する検討会 委員

(敬称略・五十音順)

委員	鹿志村 平	ひたちなか・東海広域事務組合消防本部 防災指導課長
〃	金澤 文男	双葉地方広域市町村圏組合消防本部 消防課長
〃	萱津 雅弘	東京消防庁 警防部 特殊災害課長
〃	立石 信行	全国消防長会 事業部 事業企画課長
座長	鶴田 俊	秋田県立大学 システム科学技術学部 教授
委員	富永 隆子	独立行政法人 放射線医学総合研究所 REMAT 医療室 医長
〃	中丸 浩昭	横須賀市消防局 消防・救急課長
〃	中村 力	公益財団法人 放射線計測協会 事業推進部 技術調査役
〃	松井 真	公益社団法人 日本アイソトープ協会 事業推進本部 技術部 技術課長
〃	武藤 重男	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 原子力緊急時支援・研修センター 副センター長
座長代理	山口 芳裕	杏林大学 医学部 救急医学 教授

## オブザーバー

(敬称略・五十音順)

オブ ザーバー	小山田 智哉	陸上自衛隊 研究本部 総合研究部 第2研究課 特殊武器研究室 2等陸佐
〃	木本 光彌	消防庁 国民保護・防災部 国民保護運用室 課長補佐
〃	熊谷 征則	電気事業連合会 原子力部 副長
〃	小林 信之	消防庁 国民保護・防災部 参事官補佐
〃	坂本 昌也	消防庁 消防・救急課 課長補佐
〃	島田 浩寿	消防庁 国民保護・防災部 広域応援室 課長補佐
〃	鈴木 健	消防研究センター 主任研究官
〃	鈴木 芳男	内閣府 政策統括官(原子力防災担当)付 参事官(地域防災・訓練担当)付 訓練専門官
〃	土屋 兼一	警察庁 科学警察研究所 法科学第二部 物理研究室 主任研究官

### (5) 検討会の経過

検討会の開催経過は次のとおり。

- ・平成26年9月17日(水) 第1回検討会
- ・平成26年12月1日(月) 第2回検討会
- ・平成27年2月16日(月) 第3回検討会

## 2 放射性物質事故等対応資機材の調査・整理結果

### (1) 現状の資機材

原子力施設等における消防活動対策マニュアル(以下「マニュアル」という。)では、放射性物質事故等における消防活動時の資機材として、すべての活動環境に共通する資機材(表1)を示している。また、放射線測定器については、活動環境の放射線測定のための空間線量率計(表2左)や、要救助者及び活動隊員が放射性物質により汚染しているかを測定するための表面汚染検査計(表2右)を示している。

(表1) 全ての活動環境に共通する資機材

必須携行資機材	状況に応じて選択する資機材
 (例) 個人警報線量計 (外部被ばく管理用)  (例) 携帯無線器 等	 (例) 冷却ベスト (暑熱対策)  (例) 放射線防護用インナー ベスト(鉛ベスト) (外部被ばくの低減)

(表2) 放射線測定器

空間線量率計の例	表面汚染検査計の例
  	 

また、マニュアルでは、消防活動時の活動環境の区分(表3)を示すとともに、当該区分に応じた消防活動スタイル例(表4)を示している。

(表3) 活動環境の区分

	活動環境	
	非火災	火災 (発生のおそれ含む)
有毒物質の発生 (発生のおそれ) がある場合又は 原因物質の推定が できない場合	P	FP
有毒物質の発生が ない場合	N	F

【図中の略号】N: normal(通常)、P: poison(有毒)、F: fire(火災)









(表4) 活動環境 (N、P、F及びFPの区分) に応じたスタイル例

【火災の発生がない場合】

	防護服の種類 (例) ※1	呼吸保護具の種類 (例)
<b>P</b> 有毒物質の発生 (発生のおそれ) がある場合又は原因物質の推定ができない場合	 (例1) 陽圧式化学防護服  (例2) 化学防護服 (再使用可能)  (例3) 化学防護服 (限定使用)	 (例1) 空気呼吸器  (例2) 酸素呼吸器  (例3) 全面マスク + 有毒ガス対応吸収缶 (※放射性ヨウ素が発生していない場合に限る)
<b>N</b> 有毒物質の発生がない場合	 (例1) 簡易防護服 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;">                           ※ 現場の環境に応じ、簡易防護服の二重着装や雨具を着装することを考慮する。                     </div>	 (例1) 空気呼吸器  (例2) 酸素呼吸器  (例3) 全面マスク + 放射性ヨウ素対応吸収缶 (防じん + 放射性ヨウ素)  (例4) 全面マスク + 防じんフィルタ  (例5) 防じんマスク

【火災の発生 (発生のおそれ) がある場合】

	防護服の種類 (例)	呼吸保護具の種類 (例)
<b>FP</b> 有毒物質の発生 (発生のおそれ) がある場合又は原因物質の推定ができない場合	 (例1) 放射線防護消火服又は耐熱服 + 化学防護服 (限定使用)  (例2) 防火衣 + 化学防護服 (限定使用)	 (例1) 空気呼吸器
<b>F</b> 有毒物質の発生がない場合	 (例1) 放射線防護消火服又は耐熱服 + 簡易防護服  (例2) 防火衣 + 簡易防護服	 (例1) 空気呼吸器

## (2) 新たな資機材の調査・整理

### ① 調査対象とする資機材

(1)の現状を踏まえ、新たな資機材(※)の調査・整理については、以下の資機材を対象とした。

※ 本検討会においては、マニュアルに示している資機材以外のものや、新たな機能を備えたものを「新たな資機材」として整理している。

#### 調査・整理の対象とする対応資機材

##### 防護資機材

- I 防護服 …表 1 及び表 4 の資機材（全ての活動環境に共通及び活動環境に応じ選定）
- II 呼吸保護具 …表 4 の資機材（活動環境に応じ選定）

##### 放射線測定器

- I 個人警報線量計 …表 1 の資機材（全ての活動環境に共通）
- II 空間線量率計 …表 2 左の資機材（活動場所の空間線量の把握に必要）
- III 表面汚染検査計 …表 2 右の資機材（傷病者や活動隊員、資機材等の汚染検査に必要）

##### その他

- I ダストモニター …適切な呼吸保護具の選定に有効
- II 遠隔探査装置 …放射線検出活動等において、安全確保の観点から有効
- III 放射線可視化装置…関係者等からの助言がない場合の放射線検出活動等において安全確保の観点から有効

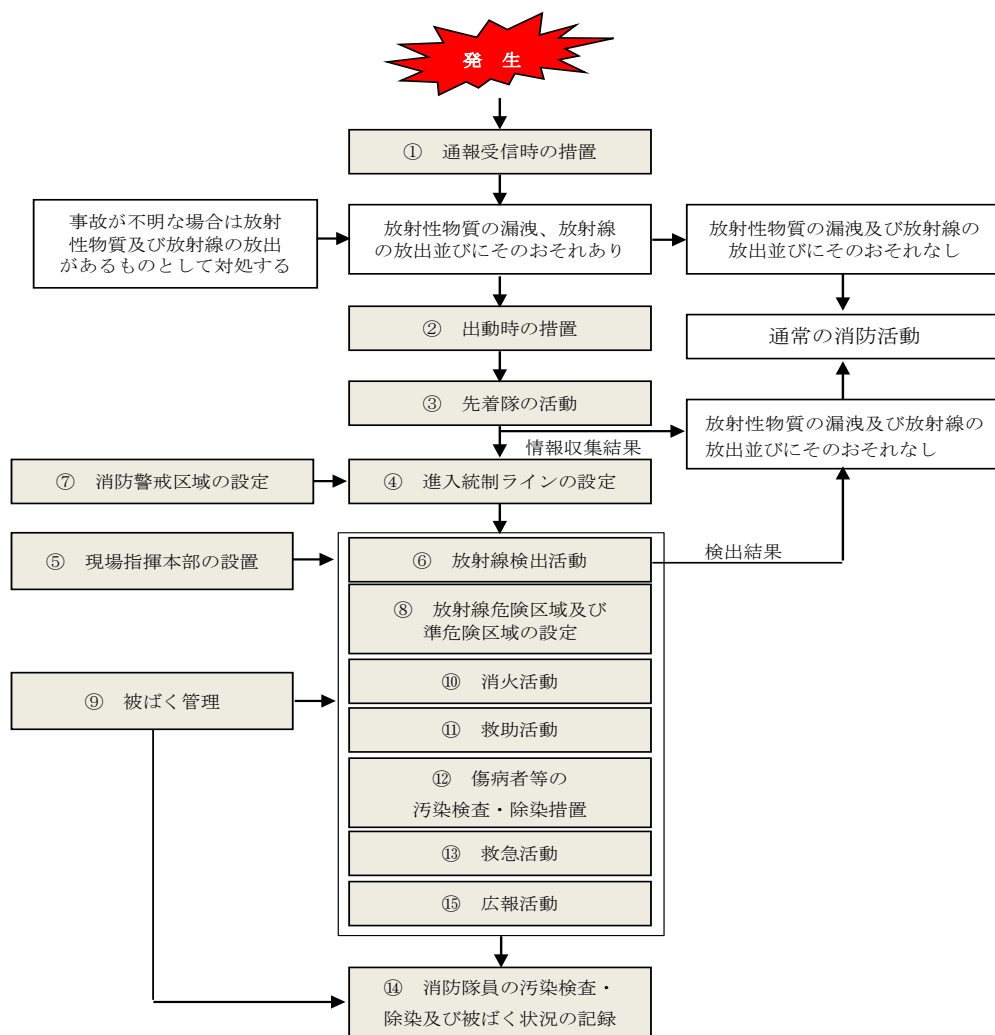
安全かつ効果的・効率的な消防活動の実施が期待できる資機材について、

- ① 消防隊員の身体的負担の軽減
- ② 各種機器類の操作性の向上
- ③ 新資機材の活用による活動能力の向上

の観点から、広く情報収集や文献調査を行い、製品の機能、性能や特徴、消防活動(※)における用途等を整理した。

※ 原子力施設等における消防活動全体フロー（図）に掲げる各区分の活動をいう。

(図) 原子力施設等における消防活動全体フロー (マニュアル抜粋)



- |                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| ①：第1 通報受信時の措置          | ⑨：第9 被ばく管理                     |
| ②：第2 出動時の措置            | ⑩：第10 消火活動                     |
| ③：第3 先着隊の活動            | ⑪：第11 救助活動                     |
| ④：第4 進入統制ライン           | ⑫：第12 傷病者等の汚染検査・除染措置           |
| ⑤：第5 現場指揮本部の設置         | ⑬：第13 救急活動                     |
| ⑥：第6 放射線検出活動           | ⑭：第14 活動隊員等の汚染検査・除染及び被ばく状況の記録等 |
| ⑦：第7 消防警戒区域の設定         | ⑮：第15 広報活動                     |
| ⑧：第8 放射線危険区域及び準危険区域の設定 |                                |

## ② 調査・整理結果

調査・整理の結果は、資機材調査結果一覧（表5）のとおり。

### 防護資機材

I 防護服	9種類
II 呼吸保護具	4種類

### 放射線測定器

I 個人警報線量計	7種類
II 空間線量率計	14種類
III 表面汚染検査計	5種類

### その他

I ダストモニター	3種類
II マルチコプター	5種類
III 放射線可視化装置	6種類

# (1)防護資機材

		素材	仕様・サイズ・重量	特徴	適合規格等	備考	
I 防 護 服	i 放射線 防護用 インナー	防護服-1	独立発泡体の重金属フリーラバー、表面は洗浄性に優れた特殊撥水加工仕様	着脱が容易な前面ファスナーの2ピーススタイル L・LL 7Kg	β線の遮へいを目的としたウェア	従来品より軽量	
		防護服-2	重金属配合クロロプレングム、クロロプレングム、ナイロン、ポリエステル	コア・プロテクター フリー 1.4Kg アンダープロテクター S・M・L・LL 2Kg	遮へい効果: γ線 (Cs137)4.4%、X線 92.2% 低レベル放射線汚染地域での除染活動などに適している	従来品より軽量	
		防護服-3	CBRNe防護繊維 PPEマルチハザード生地(金属粒子)	フルボディースーツ	使い捨てではなく、除染・クリーニングのうえ、繰り返し使用可能	従来品より軽量	
		防護服-4		コアプロテクター:F 約1.2kg アンダープロテクター:S・M・L・LL 約1.0kg(サイズによる)	γ線を含む放射線(低線量)環境下での作業時の被ばく低減放射線の影響を受けやすい体幹部のみ配置	従来品より軽量	
		防護服-5	特殊表面加工処理技術仕様	サイズ: L・LL ベスト:約5.0kg パンツ:約3.0kg アンダープロテクター:約0.5kg	遮へい効果:X線 92.2%、γ線4.4% 可動性と遮蔽性のバランスをとった形状	従来品より軽量	
		防護服-6	CBRNe防護生地2層または4層	フリー	放射性遮へい性能を有する金属粒子を含有するデムロン生地採用	従来品より軽量	
I 防 護 服	ii 陽圧式化学防護服 (限定使用)	ポリエチレン、ポリプロピレン	全身防護服 L・XL・2XL 5.4kg	陽圧式化学防護服	JIS T8115適合(タイプ1a)	防水性能 従来品より軽量	
	iii 簡易防護服 その他	防護服-8		簡易防護服	耐水性に優れる	JIS T8115適合(タイプ4,5,6) 耐水度2000mm以上(JIS L1092A低水圧法)	防水性能
		防護服-9		S・M・L・XL・XXL	一つの素材で3つの脅威(化学物質、火炎、電気アーク)に対応		難燃性を有する

(表5) 資機材調査結果一覧

(H27.2時点)

## (1)防護資機材

		機能	サイズ	重量	特徴	適合規格等	備考
II 呼吸 保護 具	i 呼吸器 空気	呼吸保護具-1 吸気はキャニスター(フィルター)と空気ボンベからの供給を、任意でマスク前面のスイッチから切り替えが可能			飲料用のパイプやコミュニケーション用スピーカーマイクのオプション有		吸収缶と空気ボンベからの供給を切替え可能
	ii 酸素発生型 呼吸器	呼吸保護具-2 長時間タイプ酸素発生型循環式呼吸器 酸素ボンベ不要で使用者の呼気とKO <sub>2</sub> の化学反応を利用して酸素を発生させる	600x360x190mm	15kg	使用時間4時間(呼吸量30L/分計算) 供給酸素温度30-45℃ 供給酸素湿度20-40%	粉塵防水 IP67	火災時でも使用可能
	ii 全面マスク・ 半面マスク	呼吸保護具-3 吸収缶又はフィルタと面体の間に取り付けられたファンユニットにより、使用者の呼吸を補助し、面体内を陽圧に保つ		700g以下	スイッチレス コードレス フィルタ交換インジゲーター付き 伝声器付き バッテリー残量表示	JIS T8157(電動ファン付き呼吸用保護具)適合品 漏れ率による等級S級(漏れ率0.1%以下)	隊員の負担を軽減
		呼吸保護具-4 吸収缶又はフィルタと面体の間に取り付けられたファンユニットにより、使用者の呼吸を補助し、面体内を陽圧に保つ		670g以下(バッテリー部を除く)	バッテリーをファンユニットに内蔵 バッテリーを含む重心を顔近くに配置し、首への負担を軽減 スピーカーを標準装備 バッテリーの残量低下を装着中に警報	JIS T8157-2009 電動ファン付き呼吸用保護具 準拠 JIS T8157-2009の漏れ率0.1%以下(S級)	隊員の負担を軽減

## (2)放射線測定器

		線種	検出器	測定範囲	特徴	寸法・重量・電源等	適合規格等	備考
I 個人警報線量計	i 通信機能	個人警報線量計-1	γ(X)線 半導体	積算線量:1μ~10Sv 対応線量率:0.1μ~10Sv/h エネルギー範囲:15KeV~7MeV	専用無線モジュール(iPAM-TX)を取り付けることにより、無線(2.4GHz)モニタリングが可能	寸法:86x56x21mm(装着クリップを除く) 重量(電池・クリップ込み):89g 電源:単4×1(2500時間)	IEC61526 Ed3 ANSI 4220A IP67(他振動・落下対策)	通信機能あり
	個人警報線量計-2	γ(X)線 CsI(Tl)シンチレータ、シリコン半導体	積算線量:1nSv~999.9mSv 線量率:0.001μSv/h~99.9mSv/h エネルギー範囲:50KeV~6MeV	空間線量率を測定し、そのデータをWi-fiを経由してリアルタイムで情報端末に伝送可能 ヘッドマウントディスプレイ(個人警報線量計-6)と連携可能			通信機能あり	
	個人警報線量計-3	γ(X)線、中性子線 Si半導体	γ線:20keV~10MeV 中性子線:0.025~15MeV	電磁波影響に優れた耐性あり 赤外線データコミュニケーションによりPCと接続可能	寸法:86×63×19mm(装着クリップ込み) 重量(電池・クリップ込み):108g 電源:単三アルカリ電池又は単三リチウム電池(3.6V)		通信機能あり 中性子線測定可能	
	個人警報線量計-4	γ(X)線 シリコン半導体	積算線量:1μSv~10Sv 線量率:0.1μSv/h~10Sv/h	隊員一人ひとりの被ばく線量をリアルタイムに管理可能 GPSはオプション		JIS Z4312(2013)適合 通信機能:赤外線、Bluetooth、Wi-fi、USB他	通信機能あり GPS機能あり	
	個人警報線量計-5	γ(X)線 CsI(Tl)シンチレーション式	エネルギー範囲:40k~3MeV 測定線量率:0.01μ~3mSv/h 半径約20m(1台当たり)	検知器+スマートフォン+PCからなるネットワーク スマートフォンによるGPS位置情報 Bluetooth通信、インターネット経由のデータ送受信	サイズ:23×67×121mm 重量:170g(保護カバー含まず) 電源:充電式バッテリー(4時間充電、監視モードで60時間連続使用可)	ANSI 42.48	通信機能あり GPS機能あり	
	個人警報線量計-6	γ(X)線 Si半導体	積算線量:1μ~10Sv 線量率:100μ~10Sv/h エネルギー範囲:50KeV~6MeV	中性子線の測定が可能	USBバスパワー 最大消費電力2W以下 重量64g	JIS Z4333(2006)	通信機能あり 個人線量計の指示値を常時確認可能	
	個人警報線量計-7	γ(X)線、中性子線 Si半導体	積算線量:1μ~10Sv 線量率:100μ~10Sv/h エネルギー範囲:50KeV~6MeV	中性子線の測定が可能		耐衝撃・振動、耐防水(IP67) IEC61526 Ed2	中性子線測定可能	

## (2)放射線測定器

		線種	検出器	測定範囲	特徴	寸法・重量・電源等	適合規格等	備考	
II 空間線量率計	i 通信(データ転送・GPS機能) ii 核種同定機能・中性子線測定機能	空間線量率計-1	$\gamma$ (X)線、中性子線 CsI(Tl)シンチレーション式、半導体式、LiI(Eu)シンチレーション式	$\gamma$ :0.01 $\mu$ ~10mSv/h n:0~99999cps エネルギー範囲 $\gamma$ :30KeV~3MeV 中性子:0.0025eV~15MeV	高線量測定可 核種同定機能:29核種以上	単3電池6本(アルカリまたは充電式Ni-MH) 電池寿命:30時間 (Bluetooth無効の場合)	耐衝撃・振動、防水・防塵(IP54)	通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能	
		空間線量率計-2	$\gamma$ (X)線、中性子線 CsI(Tl)、シンチレーション式 LiI(Eu)	$\gamma$ :0.01~100 $\mu$ Sv/h n:0~999cps	核種同定機能:23核種以上	単3電池6本(アルカリまたは充電式Ni-MH) 電池寿命:100時間	EMI(電磁環境対応)・耐衝撃・振動、耐防水	通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能	
		空間線量率計-3	( $\alpha$ 線、 $\beta$ 線-オプション) $\gamma$ (X)線、中性子線 NaI(Tl)シンチレーション式、GM管式、LiI(Eu)シンチレーション式	$\gamma$ :0.001 $\mu$ Sv/h~10mSv/h n:0~999cps エネルギー範囲: $\gamma$ 25KeV~3MeV 中性子:0.025KeV~15MeV	高線量測定可 核種同定機能:41核種以上	充電式(最大10時間)(他、単2電池4本でも可) 電池寿命:30時間(Bluetooth無効の場合)	耐衝撃・振動、防水・防塵(IP65) ANSI 42-34	通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能	
		空間線量率計-4	$\gamma$ (X)線 $\alpha$ ・ $\beta$ はオプション	エネルギー補償型GM管	0.01 $\mu$ ~0.1Sv/h (積算線量:0.01 $\mu$ ~10Sv) 48keV~3MeV	無線通信システムを使用することによって、遠隔モニタリングが可能	単3×2(バックグラウンド状態で1000時間程度)	規格:IP67 通信:2.4GHz(1mW)	通信機能あり 核種同定機能あり
		空間線量率計-5	$\gamma$ 線 中性子線(オプション)	ゲルマニウム(BEGe)検出器	(30keV ~ 3MeV)	ポータブルHPGe核種同定装置 高分解能放射性核種同定	ホットスワップ可能なバッテリーを2基搭載 最大8時間までの連続使用		通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能
		空間線量率計-6	$\gamma$ (X)線、中性子線(オプション)	先端用外部検出器:エネルギー補償型GM計数管 内部検出器:比例計数管	外部検出器:100nSv/h~10Sv/h 内部検出器:100nSv/h~100mSv/h	先端のプロープで最大4m先の線量率測定、同時に本体のGM計数管で測定者側の線量を同時測定 データ記録可能	単3電池2本(アルカリ電池;250時間、リチウム電池:500時間) 950×160×150cm 3kg	完全防水	遠隔操作型 中性子線測定可能
		空間線量率計-7	$\gamma$ (X)線、中性子線(オプション)	NaI、CeBrのいずれかから選択可能 中性子線検出器:He-3	エネルギー範囲:20keV~3MeV	オートキャリブレーション・スタビライズ機能 497核種オプション スマートフォン付核種定性装置	リチウムイオン電池(8時間以上) 防湿・防塵性:IP65 通信:Bluetooth,USB 防湿・防塵性:IP65 サイズ:25×12×15cm 重量:2.7kg(標準検出器の場合) 使用温度範囲:-20~50°C	ANSI N42.42/N42.43準拠	通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能
		空間線量率計-8	$\gamma$ (X)線	テルル化カドミウム亜鉛半導体	30keV~3.0MeV	ライブラリに94核種を掲載 核種の追加が可能	リチウムイオン充電式(連続使用8時間) 重量:約1kg 防水・防塵・耐落下・耐振動性能が高い		核種同定機能あり



## (2)放射線測定器

		線種	検出器	測定範囲	特徴	寸法・重量・電源等	適合規格等	備考
II 空間線量率計	ii 核種同定機能・データ転送・中性子線測定機能・GPS機能	空間線量率計-9	CsI(Tl)シンチレーション式	線量率範囲:0.01~250 $\mu$ Sv/h エネルギー範囲:40~3000keV	核種同定機能	単5電池2本(アルカリ電池で約170時間使用可能) 寸法:104×67×41mm (ラバーショックプロテクタ含む) 重量:190g	規格:防水・防塵(IP65)	核種同定機能あり
		空間線量率計-10	温度補償型 NaI、LaB、He-3(オプション)から選択 GM管内蔵	エネルギー: 30KeV~3MeV 測定線量率:0.1 $\mu$ ~100mSv/h	核種同定と同時にリアルタイムで線量と核種強度計算が可能	単5電池2本(アルカリ電池で約170時間使用可能) 寸法:19×16.5×6.4cm(本体のみ) 重量:2.4kg(標準)	規格:IP54	核種同定機能あり 中性子線測定可能
		空間線量率計-11	LaBr又はNaIとHe-3	0.01 $\mu$ ~120mSv/h(NaI)、200mSv/h(LaBr)	定期的なメンテナンス・校正不要 無線、Bluetooth、GPS	リチウムイオンバッテリー(8時間程度使用可能) 寸法:17.8×30.5×11.5cm 重量:2.3~2.4kg	規格:防水・防塵(IP65) 耐ショック構造(ANSI 42.34)	通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能
		空間線量率計-12	CsIシンチレーション式+GM管式	測定エネルギー: 33k~10MeV 測定線量率:0.01 $\mu$ ~13Sv/h	分単位での測定データの記録保存 核種を追加登録可能 音、光、振動アラームによる警告	単三乾電池×1(300時間程度使用可能) 寸法:13×6×4.6cm 重量:350g	規格:防水・防塵(IP65) 耐ショック構造(ANSI 42.32,33,34)	核種同定機能あり
	iii 放射線源指示機能	空間線量率計-13	テルル化カドミウム亜鉛半導体 He-3はオプション	測定エネルギー: 30k~3MeV 測定線量率:~100mR/h(約1mSv/h)	線源位置(方向)探知機能。 核種を追加登録可能 音、光、振動アラームによる警告	充電式バッテリー(モードによって6~16時間程度使用可能) 寸法:8.9×5.6×25.6cm 重量:約910g	規格:IP67	線源指示機能あり 中性子線測定可能
		空間線量率計-14	GM計数管	B.G.~10,000 $\mu$ Sv/h	複数の検出器(GM計数管)と遮へい体を組み合わせ、線量率と360° の方向を表示可能	9V電池(12時間稼働) 865g 76mm×76mm×79mm		線源指示機能あり

## (2)放射線測定器

		測定線種	検出器	測定範囲	特徴	寸法・重量・電源等	適合規格等	備考	
III 表面汚染検査計	i 体表面モニター	表面汚染検査計-1	$\beta$ 線・ $\gamma$ 線対応 (密着で $\alpha$ 線も可)	シリコン半導体	150keV以上 検出感度:4Bq/cm <sup>2</sup> (Cs137、5秒)	本体は折りたたみ可能 測定結果はPCに保存可能 緊急時対応組立式可搬型	AC100Vまたはバッテリー 使用時:W885×H2200× D655mm 収納時:W1100×H900× D300mm 約80kg	OIL4対応	迅速な汚染検査が可能
	表面汚染検査計-2	$\beta$ 線			検査場所を必要に応じて変更可能 身体の一部が一度に検査できる 約20cm単位で検出・測定・判定	運搬可能(六分割)、最大約 55kg		迅速な汚染検査が可能	
ii ゲート型・ポール型モニター※	表面汚染検査計-3	$\gamma$ 線	プラスチックシンチレータ検出器2本	60 keV ~ 2 MeV 1 $\mu$ Ci 137Cs(自然環境下において)	バックグランド自動補正機能 組立後自己診断機能 緊急時に屋外で使用可能	AC100Vまたはバッテリー 40時間測定可能 49kg(バッテリー含む) 1220W×270D×2130Hmm	規格:FEMA-REP-21	$\gamma$ 線放出核種の有無を検知	
	表面汚染検査計-4	$\gamma$ 線	プラスチックシンチレータ検出器	60keV~2MeV 1 $\mu$ Ci(自然環境下において)	バックグランド自動更新機能あり 緊急時対応組立式	AC90~264V(あるいはアルカリ単一形乾電池6本で24時間以上) 40kg 2,310×930×610mm 梱包時:2032×457×457mm		$\gamma$ 線放出核種の有無を検知	
	表面汚染検査計-5	$\gamma$ (X)線、中性子線(GNモデル)	CsI(Tl)シンチレーション式、半導体式、LiI(Eu)シンチレーション式	$\gamma$ :0.01 $\mu$ ~ 10mSv/h n:0~99999cps エネルギー範囲: $\gamma$ :30KeV~3MeV	(空間線量率計-1)を取り付けて使用することで、ポール型モニターとして機能する。	電源:85~264 VAC 寸法(SA):高さ:145 cm 本体直径:11 cm 底部直径:33 cm 重さ:10 kg 土台部:5 kg	規格:IP54	通信機能あり 核種同定機能あり 中性子線測定可能 $\gamma$ 線放出核種の有無を検知	

※表面汚染を測定するものではないが、ゲート型・ポール型モニターを通過することで、 $\gamma$ 線放出核種の有無を把握することができる。

### (3) その他

		測定線種	検出器	測定範囲	サイズ・重量	電源	流量率	特徴	備考
I ダストモニター	i ポ ー タ ブ ル ダ ス ト モ ニ タ ー	β線	Si半導体 (150mm <sup>2</sup> ) イオン注入型シリコン検出器		138mm×57mm ×32mm 携帯電話サイズ 300g	内蔵バッテリー(1時間充電で24時間使用可能)	0.25リットル/min	警報アラーム:検出器上部に装備された赤色LEDが点灯・アラーム(85デジベル)	災害現場で測定可能
		α線、β線、γ線	半導体検出器	α線:10 <sup>-2</sup> ~3.7×10 <sup>6</sup> Bq/m <sup>3</sup> β線:1~3.7×10 <sup>6</sup> Bq/m <sup>3</sup> γ線:0.1μGy/h~100mGy/h	1270mm×360mm×303mm 26Kg	AC100V(消費電力230W(瞬間最大310W))	35リットル/min (1.24Scfm)	環境ラドン・トロンの影響を弁別 α線・β線の空气中濃度が設定値を超えるとランプとアラームで発報 データ保存機能あり フィルター:FSLW型 自動交換期間:6か月 効率:99.99%(4μ粒子の場合)FSLW型	災害現場で測定可能
		α線、β線			245×535×170mm 12kg	AC100V(消費電力:43VA) (内蔵バッテリー時は最大30分(本体のみ))		規格:IP54 オプション:吸引ポンプ・専用台車・ガンマ線測定(補償)装置等	災害現場で測定可能

### (3) その他

		性能	航続時間	サイズ	重量	積載重量	特記事項等	備考	
II 遠隔探査装置	i マルチコプター	遠隔探査装置-1	耐風性能15m/s	10分～25分	1000mm× 1000mm× 400mm	3.8Kg	6kg	自律飛行可能な無人ヘリ 小型軽量安価	遠隔探査装置
		遠隔探査装置-2	耐風性能8m/s オートパイロット手動 選択式 GPS・3軸ジャイロ・加 速度センサー・高度 計搭載	20分	1470mm× 1470mm× 485mm	3.9～5.3kg	6kg	オートパイロット手動選択式 GPS・3軸ジャイロ・加速度センサー・高度計搭載	遠隔探査装置
		遠隔探査装置-3	オートパイロット 手動 選択式 GPS・3軸ジャイロ・加 速度センサー・高度 計搭載	5-7分	全長550mm	1180g	1220g	オートパイロット 手動選択式 GPS・3軸ジャイロ・加速度センサー・高度計搭載	遠隔探査装置
		遠隔探査装置-4	耐風速:10m/s	15分	モーター対角軸 間:940mm プロペラ径:18イ ンチ	機体本体約 4kg、バッテリー 約3kg	3kg	放射線測定器またはサンプリング装置を搭載 指定場所にて自動測定またはサンプリング 取得したデータは無線LANを使いコントロール 装置で受信し、本部端末へは衛星通信を使っ て転送 転送データは時間、位置(緯度・経度)、線量 率、計数率 スペクトルデータは検出器側のメモリ(microSD) に保存	遠隔探査装置 (放射線測定器付き)

### (3) その他

III 放射線可視化装置	線種	検出器	視野角	サイズ	重量	電源	特記事項等	備考	
	可視化カメラ-1	γ(X)線	高感度CdTe半導体式検出器	43°	193×295×327mm	32kg	バッテリー(4時間)		放射線源の可視化が可能
	可視化カメラ-2	γ(X)線	CsI(Tl)シンチレーション式検出器	60°	261×204×337mm	20kg	バッテリー(12時間以上)	撮影時間6分以下 IP規格:IP67(接続時)	放射線源の可視化が可能
	可視化カメラ-3	γ(X)線	高感度半導体	140°	138×150×150mm	2kg	バッテリー(12時間以上)	コンプトン散乱式、撮影時間6分以下 防水・防塵(IP67)	放射線源の可視化が可能
	可視化カメラ-4	γ(X)線	CsI(Tl)	60° (前後)	517×415×260mm	15kg	AC100V	コンプトン散乱式	放射線源の可視化が可能
		γ(X)線	CsI(Tl)	60° (前後)	600×420×400mm	20kg	AC100V	コンプトン散乱式	放射線源の可視化が可能
	可視化カメラ-5	γ(X)線	テルル化カドミウム(CdTe)半導体式検出器	60°	380×110×241mm	9.8kg	専用バッテリーにより連続3時間(充電10時間)	ピンホール式	放射線源の可視化が可能
可視化カメラ-6	γ(X)線	電気冷却式Ge半導体検出器			14kg	内蔵NiMHバッテリー バッテリー駆動時間:30~60分	エネルギー分解能(FWHM): 2.1keV(662keV 137Csにて) 感度:検出器から1mの距離にある 3.7MBqの137Csを5~10秒で検知 (バックグラウンド環境により変動) コンプトン方式(4π)であるが、オプションのコリメータを用いることによりピンホール式カメラ(2π)としても使用可能。	放射線源の可視化が可能	

### 3 調査・整理結果を踏まえた消防活動の検討

「2 放射性物質事故等対応資機材の調査・整理結果」を踏まえ、それぞれの資機材における現状の消防活動の課題及び新たな資機材を活用した消防活動の可能性について、以下のとおり整理した。

#### (1) 防護資機材

##### I 防護服

##### I-① 現状の消防活動

##### i 放射線防護用インナー

鉛ベスト等の放射線防護用インナーを着装して消防活動を行う場合、その重量による身体的負担が大きく、機動性や作業効率の低下に留意しなければならない。

また、遮へい効果については、主に体幹部分に限られることや、低エネルギーの $\gamma$ 線に対しては高い遮へい効果率を有するが、高エネルギーの $\gamma$ 線については遮へい効果率が低いことから、その性能や効果を勘案し、活動内容や専門家の意見等を踏まえ判断することとなる。

(放射線防護用インナーの例)



##### ii 化学防護服等

災害現場の状況が不明な場合や有毒物質が発生している場合に着装する消防活動時のスタイルとして、最も防護効果の高い防護服は陽圧式化学防護服であるが、陽圧式化学防護服はその重量、体に密着しないこと及び隊員の視野が制限されることなどから、機動性や作業効率の低下に留意が必要である。また、防護服内の温度が上昇しやすく、体温上昇による身体的負担も懸念される。

一方、化学防護服は、陽圧式化学防護服に比べると高い機動性や作業効率が期待できるが、気密性が劣ることから体表面汚染のリスクは高くなるといえる。

(化学防護服の例)

陽圧式化学防護服 (自給式呼吸器内装形気密服)

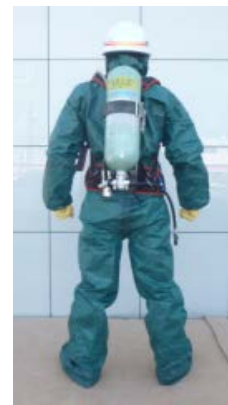
JIS T 8115:2010 ・ ISO16602 タイプ 1a 引張強さ クラス 4 以上 縫合部強さ クラス 5 以上 引裂強さ クラス 3 以上 摩耗強さ クラス 3 以上	EN943-1 ・ EN943-2 ただし、耐透過性少なくとも 1 種 類の化学物質でクラス 3 以上	NFPA1991:2005
---	---	---------------



(平成 25 年度 消防・救助技術の高度化等検討会報告書より抜粋)

化学防護服 (液体防護用密閉服)

JIS T 8115:2010 ・ ISO16602 タイプ 3 引張強さ クラス 3 以上 縫合部強さ クラス 4 以上 引裂強さ クラス 2 以上 摩耗強さ クラス 2 以上	EN943-1 ・ EN943-2 ただし、耐透過性少なくとも 1 種類の化学物質でクラス 3 以上	NFPA1994:2012 クラス 3
--	---	------------------------



(平成 25 年度 消防・救助技術の高度化等検討会報告書より抜粋)

### iii 簡易防護服

一般的な簡易防護服は、化学防護服より機動性はあるが、防水性能を備えていないことから、放射性物質により汚染された水の浸透による体表面汚染のリスクがある。現状では、雨天時には簡易防護服の外側に雨具を着装することを考慮するとされている。

#### (簡易防護服の例)

##### 簡易防護服（浮遊固体粉じん及びミスト防護用密閉服）

JIS T 8115:2010 ・ ISO16602 タイプ5及び6 適合品	EN14605	NFPA1992:2012
---	---------	---------------



(平成 25 年度 消防・救助技術の高度化等検討会報告書より抜粋)

## I ー② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

### i 放射線防護用インナー

放射線の性質上、遮へい効果の向上は見込めないが、全身を覆うことができるものや、従来製品と比較すると軽量で機動性が向上していることから、着装時における身体的負担の軽減や、消防活動の作業効率・迅速性・確実性の向上が期待できる。

#### (放射線防護用インナーのイメージ例)



【防護服-1】



【防護服-3】



【防護服-4】



【防護服-6】

※画像の資機材については、表4「資機材調査結果一覧」参照



## ii 陽圧式化学防護服

限定使用の陽圧式化学防護服の一部では、従来の製品と比べ軽量となっているものがあり、陽圧のため気密性が高く有毒物質等を防止する効果が大きいことに加え、着装時における身体的負担の軽減や、消防活動の作業効率・迅速性・確実性の向上が期待できる。

## iii 簡易防護服

近年、市販されている簡易防護服は、耐水性を高めたものや耐薬品性を持ったもの等、様々な種類が市販されているため、状況に応じて使い分けることが可能となっている。

## II 呼吸保護具

### II-① 現状の消防活動

#### i 空気呼吸器、酸素呼吸器

空気呼吸器及び酸素呼吸器は、放射性粉じん等による内部被ばくを防止する効果は高いが、ボンベの残量により活動時間に制約がある。

一般に酸素呼吸器は空気呼吸器と比較して活動可能時間が長いが、呼気を循環させるため、活動時間の経過にしたがって循環気体の温度が次第に上昇し、活動隊員の負担が大きくなる。また、助燃性が高い酸素を使用するため、火災時の活動には適さない。

マニュアルにおいては、放射線危険区域又は準危険区域では、原則として空気呼吸器を着装することとされている。

#### (空気呼吸器、酸素呼吸器の例)



#### ii 全面マスク・半面マスク

全面マスク・半面マスクは、一般的に空気呼吸器や酸素呼吸器よりも長く活動できるが、使用する吸収缶により対応可能な物質が異なるため、吸収缶の選定には一定の知見が必要である。

また、吸収缶や防じんフィルターは、放水活動や多湿等の活動環境により、フィルター等の隙間に水分が入ると呼吸しづらくなる場合がある。

#### (全面マスク、半面マスクの例)



## II-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

### i 切替式空気呼吸器

手元操作で空気ボンベからの給気と吸収缶（フィルター）を通じての外気からの給気を切り替えることができるため、活動現場の環境（放射性粉じん等の濃度）によって使い分けることで空気ボンベの消費を抑えることが可能となり、活動可能時間の拡大が期待できる。

また、後述のポータブルダストモニターと組み合わせて使用することで、より適切な呼吸保護具の選定が可能になり、更なる活動可能時間の拡大が期待される。

（切替式空気呼吸器のイメージ例）



【呼吸保護具-1】

### ii 酸素発生型循環式呼吸器

超酸化カリウムを利用した循環式の呼吸器で酸素呼吸器と同様に長時間の使用が可能であり、酸素ボンベを使用しないため、火災時にも使用できる。

（酸素発生型循環式呼吸器のイメージ例）



【呼吸保護具-2】

### iii 全面マスク・半面マスク

吸収缶や防じんフィルターの全面マスクは、呼吸のしづらさを解消するため、呼吸補助ファン付きのものがあり、現状のマスクに比べ楽に呼吸することができる。

また、面体内が陽圧になるため、有害物質の流入という観点から安全性の向上が期待できる。

さらに、多湿環境下であっても吸収効率が低下しづらい製品もあることから、装着時における身体的負担の軽減や、消防活動の作業効率・迅速性・確実性の向上が期待できる。

（呼吸補助ファン付き全面マスクのイメージ例）



【呼吸保護具-3】



【呼吸保護具-4】

## (2) 放射線測定器

### I 個人警報線量計

#### I-① 現状の消防活動

個人警報線量計は、放射性物質を伴う災害活動において、活動する全隊員が装着し、活動中の外部被ばく線量を測定するとともに、被ばく線量（積算線量）が設定した数値に達した場合に警報を発するものである。

しかし、現状の活動では、個人警報線量計を防護服の下に装着するため、活動終了後もしくは設定した警報値に達するまで線量が確認できず、騒然とした災害現場では警報音が聞こえづらい。

また、その測定値の管理は各隊員個人に委ねられており、各隊員は活動終了後、個人被ばく管理票を作成し、個人警報線量計の数値を記録することとなっている。このため、指揮本部等によるリアルタイムな被ばく線量の把握や一元管理ができないのが現状である。

(個人警報線量計の例)



【活動隊員個人被ばく管理票（現状の手書き記載の例）】

#### ○第1回目進入隊

部隊名	隊員名	活動場所	活動開始時間	活動終了時間	被ばく線量
〇〇小隊	〇〇 太郎	準危険区域内	13:45	14:50	32 $\mu$ Sv
〇〇小隊	〇× 次郎	準危険区域内	13:45	14:50	35 $\mu$ Sv
〇〇小隊	△□ 三郎	準危険区域内	13:45	14:50	37 $\mu$ Sv
〇×救助隊	△× 四郎	危険区域内	13:55	15:05	122 $\mu$ Sv
〇×救助隊	□〇 五郎	危険区域内	13:55	15:05	118 $\mu$ Sv
〇×救助隊	□× 六郎	危険区域内	13:55	15:05	120 $\mu$ Sv
△□小隊	×〇 七郎	除染所内	14:02	15:15	14 $\mu$ Sv
△□小隊	×× 八郎	除染所内	14:02	15:15	16 $\mu$ Sv
△□小隊	×□ 九郎	除染所内	14:02	15:15	12 $\mu$ Sv
			:	:	$\mu$ Sv

#### ※活動隊員個人被ばく管理票

危険区域及び準危険区域内で活動した隊員は、活動終了後、各自で測定した個人警報線量計を確認し、上記の活動隊員個人被ばく管理票に記録する。活動隊員及び責任者はこれを保管し、今後の活動に際し、適正に管理しなければならない。

## I-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

### i 通信機能

近年の個人警報線量計は、Wi-Fi や Bluetooth などの無線通信機能を備えたものがあり、それらの機能を用いれば活動中の各隊員の積算線量を指揮本部等で共有し、隊員の安全管理を一元化できる。

また、位置情報測位(GPS)機能と組み合わせることにより、各隊員の活動場所を把握することが可能となる。

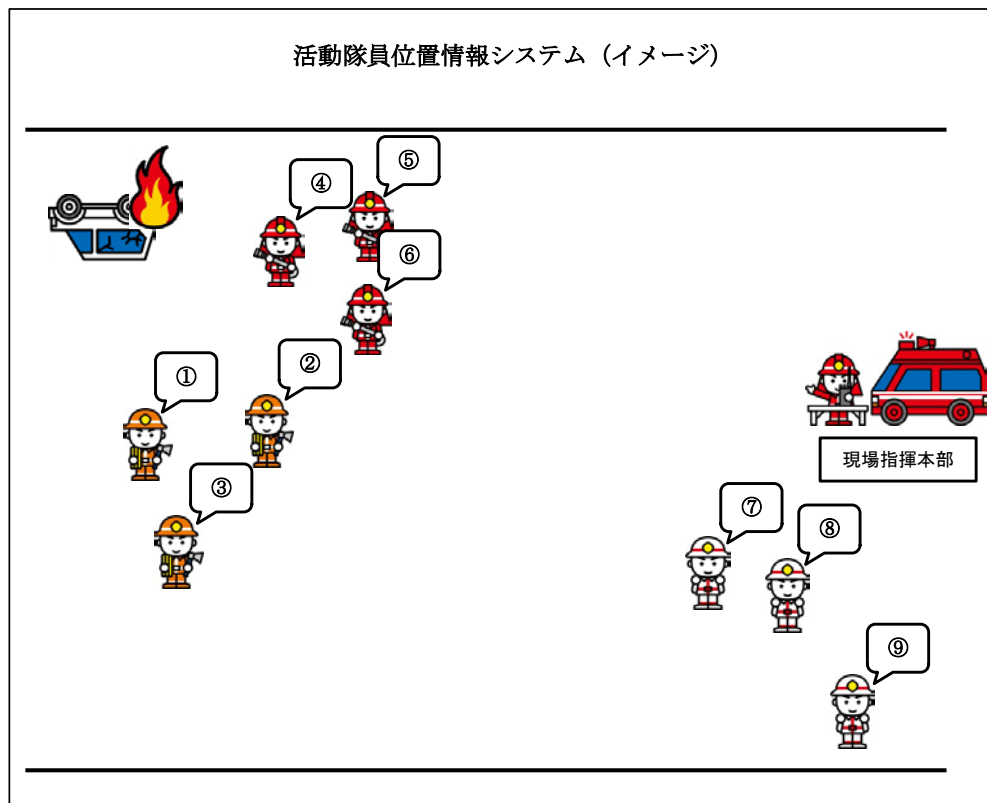
隊員管理システム (イメージ)						
						14時36分現在
○第1回目進入隊						
	部隊名	隊員名	活動開始	活動終了	空間線量率	積算線量
①	〇〇小隊	〇〇 太郎	13:45	14:30	— $\mu\text{Sv/h}$	32 $\mu\text{Sv}$
②	〇〇小隊	〇× 次郎	13:46	14:30	— $\mu\text{Sv/h}$	35 $\mu\text{Sv}$
③	〇〇小隊	△□ 三郎	13:45	14:30	— $\mu\text{Sv/h}$	31 $\mu\text{Sv}$
④	〇×救助隊	△× 四郎	13:55	:	59 $\mu\text{Sv/h}$	36 $\mu\text{Sv}$
⑤	〇×救助隊	□〇 五郎	13:55	:	59 $\mu\text{Sv/h}$	37 $\mu\text{Sv}$
⑥	〇×救助隊	□× 六郎	13:56	:	57 $\mu\text{Sv/h}$	34 $\mu\text{Sv}$
⑦	△□小隊	×〇 七郎	14:02	:	42 $\mu\text{Sv/h}$	22 $\mu\text{Sv}$
⑧	△□小隊	×× 八郎	14:03	:	41 $\mu\text{Sv/h}$	22 $\mu\text{Sv}$
⑨	△□小隊	×□ 九郎	14:04	:	42 $\mu\text{Sv/h}$	21 $\mu\text{Sv}$
			:	:	$\mu\text{Sv}$	$\mu\text{Sv}$

### ※通信機能の例

活動中に測定された放射線量のデータは、逐次、現場指揮本部等の端末に転送され、リアルタイムな情報を一覧表示することができる。現場指揮者はこの情報を基に交代要員の確保、進入撤退等の判断をすることとなり、安全管理上、有益な情報を共有できる。

## ii 位置情報測位(GPS)機能

災害が広範囲に及ぶ場合、個人警報線量計の位置情報測位(GPS)機能を活用することにより、出動各隊及び各隊員の活動位置を把握することができ、以後の災害活動の方針決定や安全管理に有力な情報となる。



### ※位置情報測位(GPS)機能の例

個人警報線量計のGPSで測位された位置情報は、現場指揮本部等の端末で各隊員の活動位置を確認することができ、活動方針の決定、隊員の安全管理に有効な情報となる。

## iii ヘッドマウントディスプレイ

測定器指示部のヘッドマウントディスプレイ化は、防護服や呼吸保護具を着装した状態で、個人警報線量計や空間線量率の数値を随時確認することができ、隊員の手を塞ぐことなく消防活動に専念できる。

また、前述の i 及び ii の機能と組み合わせることにより、活動の機動性や安全性の幅が広がることとなる。

なお、活動環境によっては、ディスプレイが視界の妨げとなる場合があるため、状況に応じて使用する必要がある。

(ヘッドマウントディスプレイのイメージ例)



【個人警報線量計-6】

## II 空間線量率計

### II-① 現状の消防活動

現状の放射線検出活動では、線量率計で測定した結果を検出隊が下記の放射線測定記録票に記録し、各地点の測定値を図に記載することとなる。そのため、測定結果は検出隊が(準)危険区域から退出した後でないとは指揮者や後着隊に共有できず、検出活動が終了するまでの間、時間のロスとなる。

また、検出活動は、その時点での状況が不明であることから、隊員の被ばくのリスクが高い。

(空間線量率計の例)



### 【検出活動記録（現状の手書き記載の例）】

【様式例 4-1】

放射線測定記録票					
施設名	国道○号線 ○○町付近		測定器	○○空間線量率計	
測定日	2014.○.○		測定者	○○ ○○	
消防本部			(参考) 事業者の測定結果		
測定地点	測定時間	線量率	測定地点	測定時間	線量率
A地点	13:45	48 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
B地点	13:48	53 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
C地点	13:49	54 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
D地点	13:51	82 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
E地点	13:53	77 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
F地点	13:56	66 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
G地点	13:59	105 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
H地点	14:02	112 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h
I地点	14:04	126 $\mu$ Sv/h		:	<input type="checkbox"/> Sv/h

施設及び測定地点図

風向
 

4

## II-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

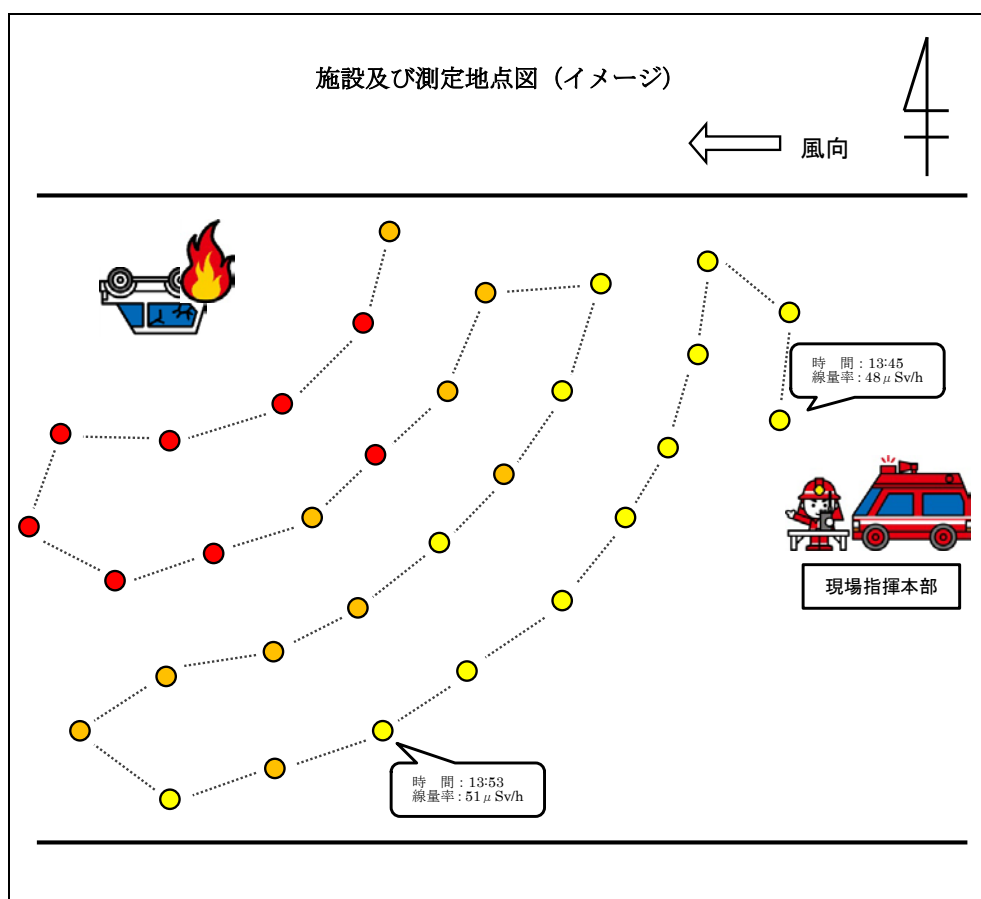
### i 通信（データ転送、GPS）機能

空間線量率計の通信（データ転送、GPS）機能を使用することにより、検出隊が記録票に記載するのを待たずとも、一定間隔で活動隊員の位置や線量の分布をマップ表示することができる。その結果は、活動隊員や指揮者等にリアルタイムに共有され、区域設定や活動方針決定の有力な情報となる。

また、空間線量率計を消防車両等に取り付ける（※）ことにより、隊員が車両から出ることなく、出動途上の線量率を測定しながら出動することができ、隊員の被ばく低減につながる事が期待できる。

さらに、無線ロボットやマルチコプターと組み合わせることにより、危険区域や準危険区域に隊員が立ち入ることなくモニタリングすることも可能となる。

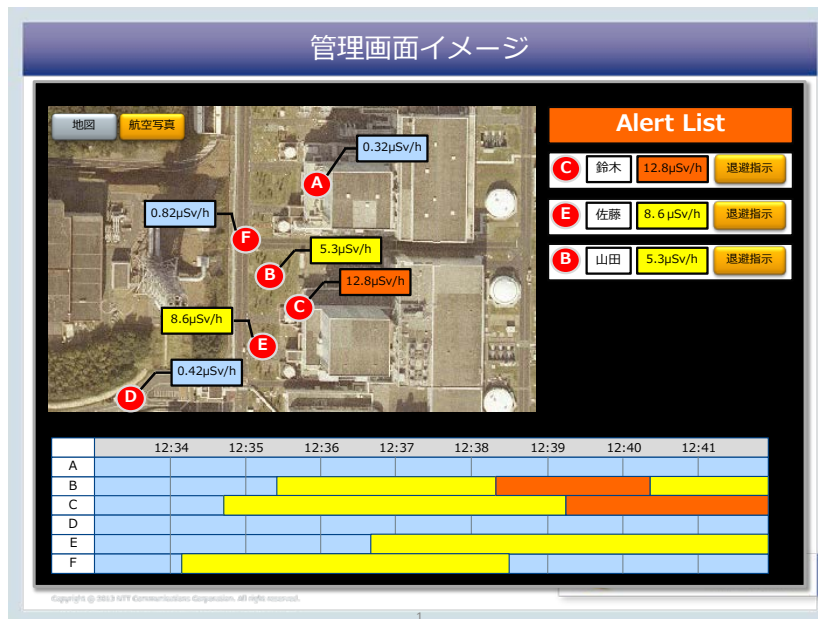
※ 空間線量率計を車外に取り付ける際には、汚染防止のためビニール袋等で被覆することに留意



### ※通信（データ転送、GPS）機能の例

検出隊が測定した空間線量率等の情報は、定期的に現場指揮本部等の端末に転送され、自動的にマップ表示される。検出隊は逐次、検出結果を指揮本部等に報告することなく、記録票に記載する手間や時間を簡素化することができる。





- ※1 (独) 放射線医学総合研究所の緊急被ばく医療支援チーム (REMAT) では、 $\gamma$ 線・中性子線線量率、 $\gamma$ 線エネルギースペクトル、位置情報、周辺映像の情報を収集し、地上通信網や衛星通信網によって、遠隔地へリアルタイムに情報を伝達するシステム (ラジプロブ) を構築し、運用している。(参考資料1 参照)
- ※2 福島第一原発事故での教訓を踏まえ、放射線量等の情報を収集する遠隔車両や測定結果を地図上にマッピングし、活動隊員のデータを指揮本部等で一括管理することができるシステムの開発が進められている。(参考資料2 参照)

## ii 核種同定機能・中性子線測定機能

マニュアルにおいて、傷病者を医療機関に搬送する際に医療機関側で必要とする情報の一つとして、「核種 (特に $\alpha$ 核種)」を挙げている。核種同定が可能な測定器があれば、医療機関に有効な情報提供ができるとともに、よりの確な助言を受けることができ、現場の状況把握や以後の活動方針の決定の資料となる。

また、中性子線が放出されるケースは臨界事故などに限られるが、中性子線測定機能を保有していることにより万が一の事態の際に有効であり、撤退判断等の重要な情報となる。

### (多機能型線量率計のイメージ例)



【空間線量率計-1】 【空間線量率計-2】 【空間線量率計-3】 【空間線量率計-7】

### iii 放射線源指示機能

放射性物質の局所的な事故において、放射線源の位置を特定することは重要である。測定器で放射線源の位置(方向)を表示することが可能であれば、活動時間の短縮が図れるとともに、遮へい物等を活用する際の有効な情報となる。

(放射線源指示機能付線量率計のイメージ例)



【空間線量率計-13】



【空間線量率計-14】

## III 表面汚染検査計

### III-① 現状の消防活動

マニュアルにおいて、汚染検査は「緊急検査（体表面の空間線量率を短時間で測定）」と「詳細検査（全身の計数率を確実に測定）」の2種類に整理しており、救命を優先すべき重症者以外については詳細検査を行うこととしている。

詳細検査には表面汚染検査計を用い、1名あたり5～10分程度の時間を要する。詳細検査の対象となる傷病者等の人数や事業者側検査員の人数等によっては、検査員として多くの隊員を割かなければならない。

(表面汚染検査計の例)



### Ⅲ-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

#### i 体表面モニター

体表面モニターを活用することで、汚染検査にかかる時間及び隊員数を減らすことができ、被ばく量の低減につながる可能性がある。

(体表面モニターのイメージ例)



【表面汚染検査計-1】



【表面汚染検査計-2】

#### ii ゲート型・ポール型モニター

ゲート型・ポール型モニターは、表面汚染を測定するものではないが、避難者や隊員がゲートやポールを通過することで、 $\gamma$ 線放出核種の有無を把握することができるため、 $\gamma$ 線が検出された者のみをGM管式等の表面汚染検査計で詳細に検査することにより、汚染検査にかかる時間及び隊員数を減らすことができ、被ばく量の低減につながる可能性がある。

(ゲート型・ポール型モニターのイメージ例) ※放射線検知(簡易検査)のイメージ



【表面汚染検査計-3】



【表面汚染検査計-4】



【表面汚染検査計-5】

### (3) その他資機材

#### I ダストモニター

##### I-① 現状の消防活動

マニュアルにおいては、活動環境における放射性粉じんの有無や濃度の大小によって、内部被ばく防止のために適切な呼吸保護具を選定することとしている。

通常、放射性粉じんの有無等を確認するためには、その活動環境の試料を採取し、測定器が設置されている施設まで運搬して測定する必要がある、任意の場所の放射性粉じん濃度をリアルタイムで測定することはできない。

このため、放射性粉じんの有無等の判断は、事業所関係者や専門家からの助言・情報提供を基に行われているのが現状であり、多量の放射性粉じんの存在が想定される環境においては、安全側の装備（空気呼吸器等）を選択することから、結果として活動可能時間に制限が生じている。

##### I-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

###### i ポータブルダストモニター

ポータブルタイプのダストモニターは、活動区域内の放射性粉じん濃度をリアルタイムで把握することが可能である。

これにより、活動環境に応じた適切な呼吸保護具の選択が可能になり、安全管理の向上が期待できる。

###### (ダストモニターのイメージ例)



【ダストモニターー1】



【ダストモニターー2】



【ダストモニターー3】

#### II 遠隔探査装置

##### II-① 現状の消防活動

マニュアルにおいては、隊員の安全確保の観点から、必要に応じ検出型遠隔探査装置を活用することとしており、一部の消防機関ではクローラー型のロボット等を運用しているものの、大部分では配備されていない状況である。

このため、現状の放射線検出活動は隊員自身が測定器を保持して行わざるを得ず、放射線検出活動時における隊員の被ばく低減が課題とされている。

※ 電気事業連合会では、万が一の災害発生に備え、多様かつ高度な災害対応を行う「原子力緊急事態支援組織」の設置に向け、遠隔探査装置（ロボット）等を整備している。（参考資料3参照）

## II-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

### i マルチコプター

一般的には空撮などの用途に用いられることが多いが、放射線測定器を搭載して飛行することで広範囲のモニタリングが可能になる。

従来のラジコン飛行機等と異なり、GPSで自動制御され、地上1～2m程度の高さを安定して飛行することができるため、実際に隊員が活動する空間の空間線量率を測定することができる。

また、前述の通信機能付き放射線測定器と併せて使用することで、より効率的な活動環境のモニタリングを行うことができるため、線量率の分布図等の作成が可能となる。

#### (マルチコプターのイメージ例)



【遠隔探査装置-4】



【消防研究センターの例】

## III 放射線可視化装置

### III-① 現状の消防活動

マニュアルにおいて、放射線危険区域等での活動を開始する前に放射性物質の位置を確認することとされているが、輸送中の事故やテロ災害時等、初動段階において事業所関係者や専門家による助言がない場合は、放射線検出活動の結果から放射性物質の位置を特定せざるを得ず、時間を要するとともに大きな危険を伴う。

### III-② 新しい対応資機材を活用した消防活動の可能性

汚染が広範囲にわたる場合は、放射線可視化装置を活用することにより、隊員が行う放射線検出活動よりも安全かつ迅速に、より適切な進入・退出経路の選定が可能になる。また、局所的な災害の場合は、放射線源の位置特定等にも有効に活用できる。

#### (可視化カメラのイメージ例)



【可視化カメラ-1】



【可視化カメラ-3】



【可視化カメラ-4】



【可視化カメラ-5】

## 4 消防の現場ニーズ等を反映した対応資機材の方向性

「3 調査・整理結果を踏まえた消防活動の検討」により、新資機材を活用して消防活動を行う場合には、現状資機材を活用して行う消防活動に比べて効果的・効率的に行うことが期待できることを確認した。

しかしながら、消防活動を行う現場からは、更なる身体的負担の軽減や作業効率等の向上を図ることが必要とのニーズがあり、より安全かつ的確な消防活動を行うためには、更なる技術の進展等による機能・性能の向上が図られることが望まれる。

本項目では、今後の方向性として、更なる機能・性能等の向上が図られることが望まれる事項について取りまとめた。

### (1) 防護資機材

#### I 防護服

##### i 放射線防護用インナー

放射性環境下における消防活動では、通常の消防活動時の空気呼吸器や防火衣などの装備に加え、放射線防護用インナーを併用することも考えられる。放射線防護用インナーは、従来製品と比較すると軽量で機動性が向上しているものの、これらの重装備での消防活動を踏まえると、依然隊員の身体的負担は大きく、機動性に優れているとは言いがたい状況にある。

理論上、遮へい効果と軽量化は相反するものであるが、遮へい効果を低下させることなく、更なる軽量化及び機動性の向上を図るための新素材の開発等が進められることが望まれる。

##### ii 化学防護服等

身体的負担の軽減や作業効率の向上を図る目的での軽量化にあたっては、iと同様、他の消防活動装備との併用を勘案したうえで、新たな素材の開発等による気密性・耐久性・耐薬品性等の維持・向上を図りつつ、軽量化されることが望まれる。

##### iii 簡易防護服

消防活動においては水を使用することが多いため、雨天時以外でも濡れることが多い。近年の簡易防護服は耐水性が向上しているものが普及してきているものの、通気性や機動性に配慮した撥水性素材の開発により、消防活動現場において更に使いやすくなることが望まれる。また、消防活動を行うためにより強度が向上した新たな素材の開発が望まれる。

## II 呼吸保護具

### i 空気呼吸器、酸素呼吸器

空気呼吸器や酸素呼吸器といった自給式の呼吸保護具は、ボンベ等の付属品が必要なため、資機材本体の大きさや重量が活動上の課題となる。このため、新素材の活用等による、より軽量で大容量なボンベや本体の小型・軽量化が望まれる。

### ii 全面マスク・半面マスク

放射性ヨウ素や多くの有害物質に対応するマルチタイプの吸収缶が流通しているが、全ての有害物質に対応しているものではないことから、吸収缶の選定に一定の知見が必要である。このため、より多くの有害物質に対応可能な吸収缶やフィルターの開発が望まれる。

## (2) 放射線測定器

### I 個人警報線量計

現場指揮本部等において活動隊員のリアルタイムな被ばく線量や位置を把握することは、活動隊員の安全管理の観点から極めて重要であることから、情報通信技術を用いた被ばく線量の測定データ等の共有手法について普及していくことが望まれる。

しかし、通信機能を活用する場合、測定値や映像、スペクトル等の各種情報を集約し記録することとなるが、その種類や時間により、記録されるデータ容量が膨大になる可能性があるため、サーバー管理等も考慮する必要がある。

一方、位置情報測位（GPS）機能は、現状では屋内には電波が届かないため、消防活動での活用は困難な状況にあるとともに、Wi-Fi や Bluetooth 等の無線通信は電波出力が制限されており、比較的近距離しか通信ができないため、遠距離の端末と通信するためには、携帯電話回線やインターネット回線を経由する必要があるという実情がある。

また、屋内での通信は電波状況が不安定になり易く、現場では使用に不向きな実態がある。さらに、通常の消防活動では想定できないが、高線量下における通信は、放射線により障害を受ける可能性がある。

このため、安定的な通信の確保や高線量下による通信不安などが改善されるような技術開発が望まれる。

### II 空間線量率計

現場指揮本部等において情報通信技術を活用したリアルタイムな状況把握が重要であるが、個人警報線量計と同様に、現状では通信距離やサーバー管理等の課題がある。

また、線量率計の多機能化は、消防活動を行ううえで有効な機能となる一方で、機能が増えることによる線量率計の大型化や操作の複雑化につながるものが考

えられる。

このため、多機能化を図りつつ、重量や操作性が活動隊員の負担にならないような機器の開発が望まれる。

### Ⅲ 表面汚染検査計

ハンディタイプの表面汚染検査計は、検出部が雲母等の薄板で衝撃等に弱く、少しの衝撃でも検出部が破損してしまうため、災害現場の混乱した状況下においても慎重な取扱いが必要である。機動性の観点から、消防活動を迅速に行うため、耐衝撃性の向上が望まれる。

体表面モニター及びポール型・ゲート型体表面モニターは、可搬式の組立てタイプではあるものの、資機材搬送車等に積載するには依然大きく、スペースを必要とする。災害現場で速やかに活用できるよう、組立て前の小型化や軽量化が図られるとともに、組立ての簡易化が望まれる。

## (3) その他資機材

### I ダストモニター

現在流通しているダストモニターは、ほとんどの消防機関では保有していない。空気呼吸器を着装しての消防活動は、活動時間に制限があることから、活動現場で活動環境の状況を簡易に把握でき、適切な呼吸保護具を選定できることが重要であり、より簡易で操作性に優れたダストモニターが開発されることが望まれる。

また、適切な呼吸保護具の選定や医療機関等への的確な情報提供が可能となるよう、活動環境の放射性粉じんの濃度 (Bq/m<sup>3</sup>) だけでなく、粉じんそのものの粒径分布、粉じんに含まれる核種、粉じんの化学的組成等の測定が可能になることが望まれる。

### II 遠隔探査装置

マルチコプターの連続飛行可能時間については、現状ではバッテリーの性能から 10 分～20 分程度である。このため、放射線測定器を搭載して消防隊員が活動する空間の空間線量を測定する場合、その空間が広範囲に及ぶほど連続飛行可能時間の向上が課題となる。

また、制御のために使用する電波は 2.4GHz 帯が一般的であるため、他の無線機器が発する電波との干渉が懸念される。さらに、混線やバッテリー切れによる落下等、安全管理の点で課題があるとともに、GPS による自動制御としない場合は、熟練した操作者が必要となる。

今後の技術進展等により、バッテリーの性能向上、電波干渉の回避、安全性の向上等が図られることが望まれる。



### Ⅲ 放射線可視化装置

放射線の測定開始から放射線の強さが画面に表示されるまでの時間にタイムラグが生じるため、リアルタイムな線量が把握できず、定点に固定した静止画の撮影しかできないため、機動性に欠けることが課題となっている。

このため、活動現場で迅速な消防活動を行えるよう、線量測定から画面に表示されるまでのタイムラグが解消されることが望まれる。

また、遮へい物により隠れた放射線は撮影できないため、正確に線源の位置を把握するためには、多方向から撮影する必要がある。リアルタイムでの画面表示が可能になった場合は、通信機能付き測定器やマルチコプター等の様々な機器と情報通信機能を活用して連携させることで、より充実したモニタリングが可能となる。

## 5 まとめ

本検討会においては、新たな資機材を活用した消防活動の可能性や資機材の今後の方向性について検討を行った。

近年、新素材の開発、情報通信技術やロボット技術の進歩は著しく、放射性物質事故等対応資機材として活用できる様々な資機材が供給されるようになっている。

新たな対応資機材は軽量化等が図られ、一定の消防活動の負担軽減効果や機動性の向上が認められるものも供給されている。さらに、無線通信機能や位置情報測位機能（GPS）付きの線量計により、現場指揮本部等において消防隊員の活動位置や積算線量などを、リアルタイムで一元管理するシステムや、無人のマルチコプターを活用し、空間線量率などを遠隔で計測するシステムの開発が進んでいる。除染活動においても、可搬式の体表面モニター等の活用により活動時間の短縮や活動隊員の人員を減らすことができるなど、放射線防護をより効果的に行う機器も普及しつつある。

しかしながら、過酷な消防活動の現場では、消防隊員の安全確保という基本的なニーズに加えて、更なる身体的負担の軽減、機動性や操作性の向上に係る潜在的なニーズが常にあることから、放射性物質事故等対応資機材については、メーカーや研究機関により、これらのニーズを反映させるような継続的な開発が行われることが望まれる。

このためには、消防として活用する可能性のある資機材の情報について、技術動向を踏まえつつ、継続的に収集・整理していくとともに、現場のニーズをメーカーや研究機関を含む関係者で共有していくことが重要である。

また、本報告書は、消防機関において、全国各地に所在するアイソトープ等の放射性物質取扱施設や放射性物質輸送時の事故等に備えた対応資機材を購入・更新等を行い、必要な対応体制を整備・強化するための参考となるものと考えている。

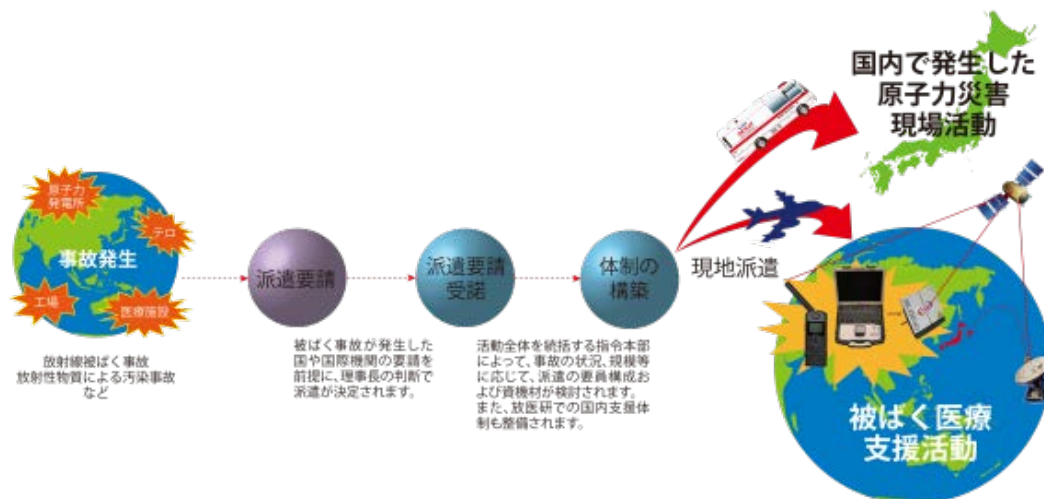
# 參考資料

## 緊急被ばく医療支援チーム（REMAT）について

放射線被ばく事故等が発生した際には、汚染物質の特定や被ばく線量の推定等の情報をもとに迅速に診断および治療を行うため、被ばく医療の専門医師、線量評価や放射線防護に関する専門家が、緊密に連携して活動する必要があります。

独立行政法人 放射線医学総合研究所（以下、放医研）は 2010 年 1 月、万が一の放射線被ばく事故や原子力災害の発生に備えて、被ばく医療の専門医師、線量評価や放射線防護の専門家を事故・災害対応の現場や関連施設、医療機関等に派遣するため、緊急被ばく医療支援チーム（REMAT; Radiation Emergency Medical Assistance Team）を発足させました。これは世界初の被ばく医療のチームです。

派遣されるチームは、REMAT 専任職員の他、各分野の専門知識を有する放医研職員で構成され、原子力災害に限らず、国内外の放射線被ばく事故、放射性物質による汚染事故等に対応します。



### <資機材>

REMAT は、派遣先での被ばく医療の支援および助言、そのための被ばく線量の推定や分析、放射線防護に必要な機材を装備し、派遣に備えています。

#### 1. REMAT 車両

すべての車両には、REMAT 隊員の過剰な被ばくを防ぐため、遠隔地からでも安全の確保を確認できるラジプロブシステムや複合災害時でも通信を確保するための衛星通話通信装置を装備しています。

**支援車**：約 40 台の放射線計測機を装備し、被災者や環境の放射線サーベイを展開することができます。また現場における REMAT の指揮機能も有しています。シャワー設備も備えていて、放射性物質で汚染した被災者の除染も可能です。

**大型救急車**：汚染の可能性のある複数の患者を搬送することが可能です。

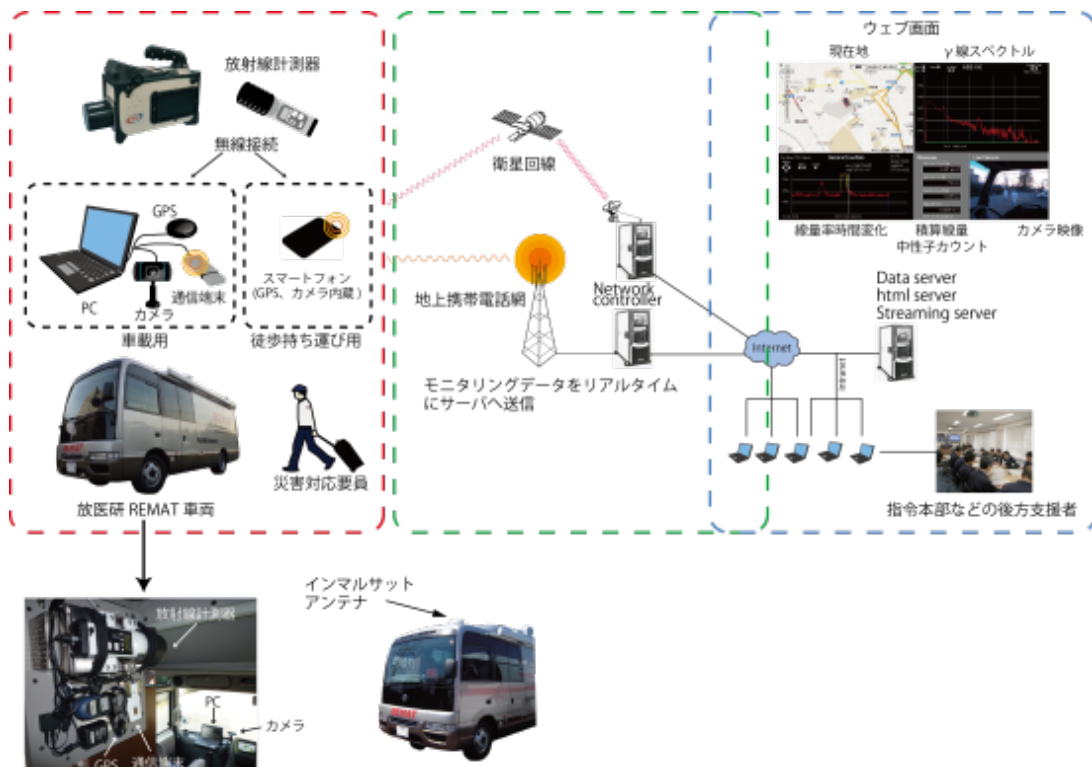
**検査測定車**：発災初期段階の支援活動で被災者の被ばく線量の推定と分析を行うことを主目的としています。現地活動用の高性能小型計測器等を搭載するほか、簡易ドラフト、薬品保管庫を設置しており、簡易な試料の計測、分析等も可能です。



## 2. ラジプローブ

可搬型の機材により、ガンマ線・中性子線線量率、ガンマ線エネルギースペクトル、位置情報、周辺映像の情報を収集し、地上通信網や衛星通信網によって、遠隔地へリアルタイムに情報を伝送するシステムです。

情報はリアルタイムにウェブページに加工され、インターネットに接続したPCなどから閲覧可能です。放医研等にいる後方支援者は現地の放射線情報、位置情報などを常に把握し、この情報を基に派遣者に指示を送ることができます。






### 3. 医薬品

主に除染剤等を準備しています。

	薬 剤	効 能
	プルシアンブルー	フェロシアン化第二鉄 体内から Cs-137 を体外
	アルギン酸ナトリウム	ラジウムの消化管吸収を抑制する。
	ヨウ化カリウム丸	放射性ヨウ素が甲状腺に蓄積するのを抑える。また、放射性ヨウ素の内部被ばくの治療剤。
	ジメルカプロール	体内に取り込んだ鉛、水銀、ポロニウム、金などの重金属を排出させる。
	ペニシラミン	体内に取り込んだコバルト、銅、金、鉛などの重金属を排出させる。
	メシル酸デフェロキサミン	体内に取り込んだ鉄を排出させる。
	CaDTPA ZnDTPA	ウランやプルトニウムなどの超ウラン元素を体外に排出させる。

### 4. 計測機器




	名 称	使用目的
	γ線線量率計 低レベルγ：Cs I 高レベルγ：半導体検出器 中性子：LiI (Eu)	1) 人体に密着させ、体内に摂取された放射能を測定する。 2) 空間線量率を測定する。
	γ線スペクトロメータ (LaBr <sub>3</sub> (Ce))	甲状腺に密着させ、摂取された放射能を測定する。
	γ線核種同定装置 (HPGe)	生体試料・水・土壌等に含まれる放射性物質を特定する。

	放射能個人線量計	空気中の $\alpha$ 放射能、 $\beta$ 放射能を計測し、設定値を超えた場合には警報を発する。
	放射線個人線量計	中性子線、 $\gamma$ 線に対し個人の被ばく線量を計測し、設定値を超えた場合には警報を発する。
	広帯域 $\gamma$ 線サーベイメータ	通常時から事故時に至るまで $\gamma$ 線の空間線量率をモニタする。
	$\alpha$ / $\beta$ / $\gamma$ 線汚染サーベイメータ	あらゆる表面汚染をモニタする。
	可搬式ウェル型NaI測定装置	放医研より派遣される人員や機材を運ぶためのスクリーニング車に搭載し、事故現場で所得した試料の測定を行うために用いる。
	CZT-He3 検出器採用スペクトロサーベイメータ	放医研より派遣される人員や機材を運ぶためのスクリーニング車に搭載し、事故現場で取得した試料の測定を簡易的且つ高精度で行うために用いる。
	$\alpha$ / $\beta$ / $\gamma$ 線空気汚染モニタ	モニタリングカーや救急車に搭載し、作業を行う場所における空気汚染状況を調べ、派遣者の安全を確保するために用いる装置である。
	可搬型 $\alpha$ 線スペクトロメータ	放射性物質に汚染された物から放出される $\alpha$ 線をエネルギー毎に分析し、放射性物質の核種と量を測定するために用いる。
	可搬型 $\gamma$ 線スペクトロメータ	放射性物質に汚染された物から放出される $\gamma$ 線をエネルギー毎に分析し、放射性物質の核種と量を測定するために用いる。

	半導体式サーベイメータ	1) $\alpha$ 線、 $\beta$ 線サーベイが可能 2) $\alpha$ 線、 $\beta$ 線カットフィルタを装着して $\gamma$ 線まで計測可能
	GM サーベイメータ	$\beta$ 線 ( $\gamma$ 線) の体表面汚染を測定する。
	NaI サーベイメータ	$\gamma$ 線の空間線量率を測定する。
	ZnS サーベイメータ	$\alpha$ 線の表面汚染を測定する。
	電離箱式サーベイメータ	$\gamma$ 線の空間線量率を測定する。
	ポータブル体表面汚染モニター	組み立て式の表面汚染モニターで、現地に輸送でき、活動後の表面汚染を一人当たり約 30 秒で検査する。
	エリアモニター (HDS-101GN)	携帯用 $\gamma$ 線・中性子線検出器を筒状のケースに入れて設置し、エリアの空間線量率を計測する。また、Bluetoothによる通信で、測定結果をリアルタイムで離れた場所のモニターに表示でき、さらにラジプロブシステムとしても活用できる。



## 5. 防護資機材

	名 称	使用目的
	電動ファン付き呼吸用保護具	放射性物質汚染防護、内部汚染防止のため。
	全面マスク	放射性物質汚染防護のため。 フィルターは別途準備あり。
	半面マスク	放射性物質汚染防護のため。 フィルターは別途準備あり。
個人装備	タイベックスーツ、マスク、 ゴム手袋、靴カバー、帽子、 ゴーグル等	個人装備一式を各サイズ準備している。
養生用資機材	ビニールシート、ポリろ紙シ ート、養生用テープ、ビニ ール袋等	養生に必要な資機材を各種準備してい る。

# REMAT における初動対応での放射線防護

REMAT の隊員が汚染のある地域や高線量率の地域において活動する可能性がある場合、各隊員は個人線量計の他、携帯型の空間線量率計および表面汚染サーベイメータを装備する。また車両および各隊にはラジプローブ（補足資料 2 参照）を装備する。

活動内容や防護装備によって現地の隊員による線量管理や状況報告が難しい状況であっても、遠隔地にある指揮本部から現地の活動状況や放射線量などの情報をリアルタイムに把握し、管理・指示できる体制を整え、隊員の放射線防護を実施している。



携帯して状況を確認しながら進入



進入に先行して場の安全を確認



現場指揮本部等での状況把握や放射線管理が可能



線量マップをリアルタイムに生成し、危険区域等のゾーニングを容易にすることが可能



活動状況を自動的に送信

リアルタイム送信



# 福島第一原発での教訓を踏まえた 突入撤退判断システムの開発

平成26年度 消防防災科学技術研究推進制度研究  
成果報告会資料(山口座長代理提出)から抜粋

## 研究背景・目的

### 福島第一原発事故発生時での教訓

- 空間線量率分布は、現地に入るまでわからなかった
- 隊員の被ばく線量は、活動終了までわからなかった  
各隊員の個人線量計による自己管理
- 隊員の体調の変調は、倒れるまでわからなかった



総被ばく線量は作業終了までわからなかった

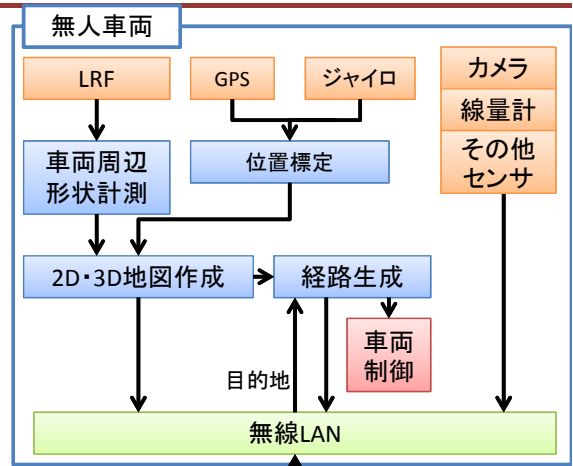


手書きで空間線量を書きとめ

### 以上の教訓を踏まえ

- 活動前に無人で現場の放射線量等の突入の可否を判断できる情報を収集する遠隔車両の開発
- 各隊員の体調、被ばく線量をセンサで把握し、地図上にマッピングした上で、指揮所で一括管理できるようにする撤退判断システムの開発
- 危険度判断基準のガイドラインの作成 本人の申告に頼らず早期に客観的に撤退判断できるようなガイドラインの作成

## 車両の制御性能向上を目的としたベース車両の変更、および電源等の艤装

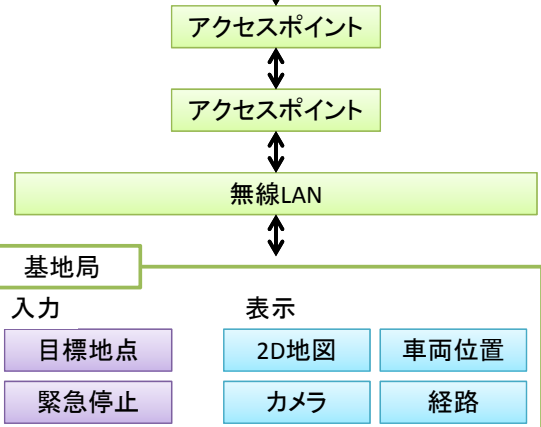


### 基地局



車両周辺の障害物2D地図

線量データを位置情報とあわせて基地局に送信



## 不整地における走行可能領域の認識ソフトウェアの試作

### 試験環境

・日本工業大学構内屋外実験場



A. 砂利道



B. 浅い草むら



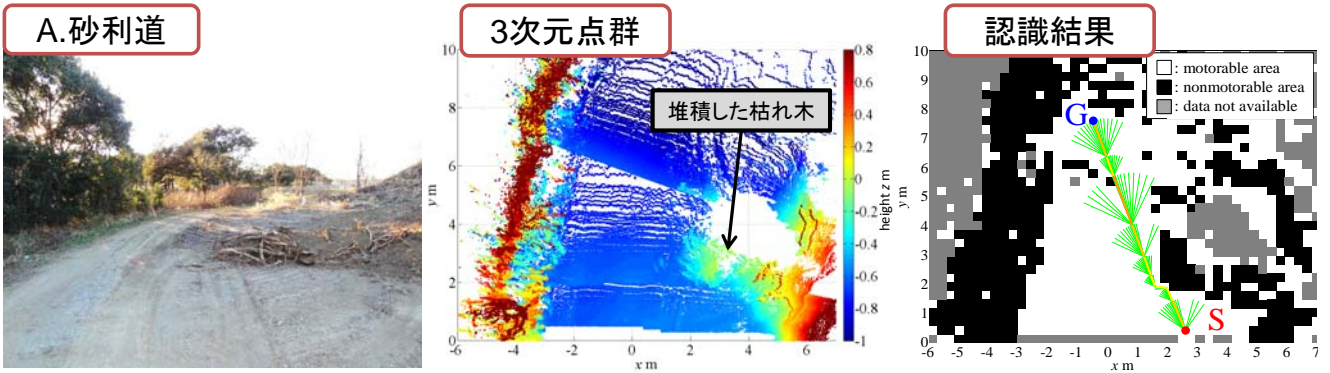
C. 急勾配の斜面



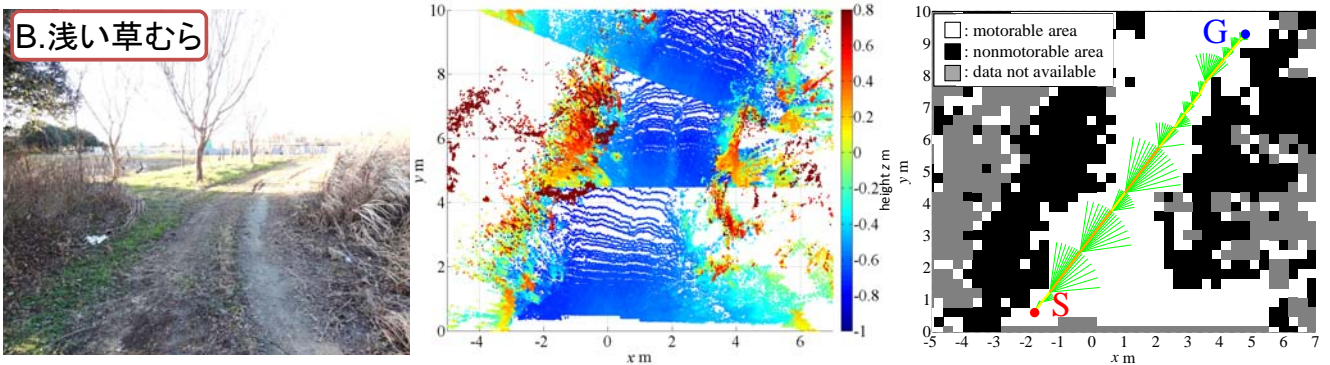
3Dレーザーキャナによる3次元計測データから、路面凹凸状況路面連続性等を判定し、走行可能領域を認識する。

# 不整地における走行可能領域の認識ソフトウェアの試作

A. 砂利道



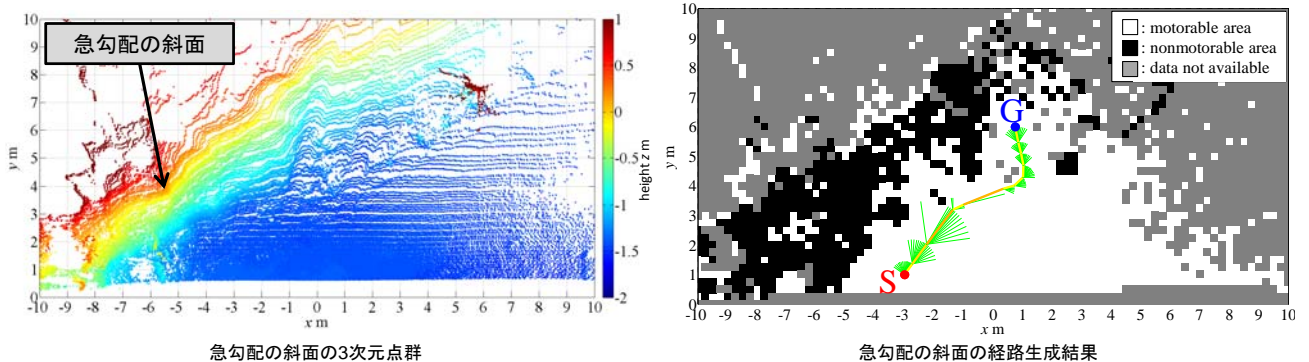
B. 浅い草むら



- ・スタート地点からゴール地点まで**障害物と干渉することなく走行可能**
- ・障害物との距離に応じて車速を調整可能

# 不整地における走行可能領域の認識ソフトウェアの試作

C. 急勾配の斜面



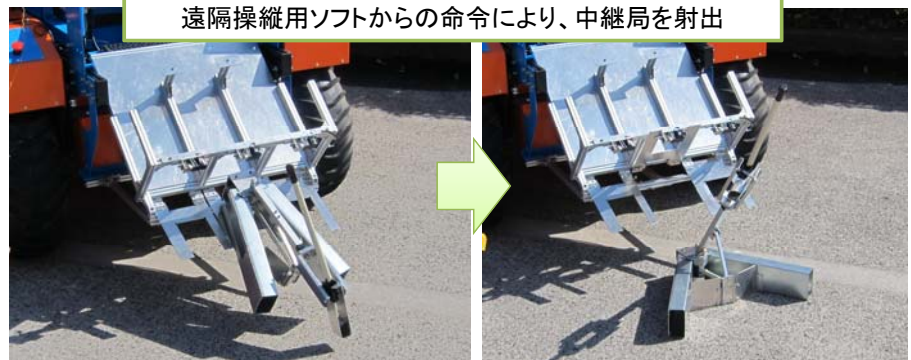
- ・急斜面は走行不可能と判定されている
- ・車両の登坂可能傾斜角度(35 deg)を超える領域を回避した経路生成が可能である

# 長距離遠隔操縦のための無線LAN中継局の試作



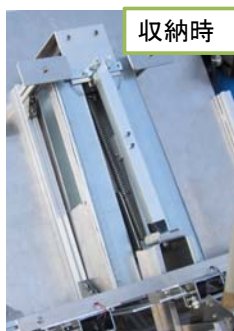
	現状	本研究	
		新開発無線	公衆回線
操縦距離	~200m	~2km	2km~
操縦方法	リアルタイム映像モニター  ジョイスティック	スキャナー映像 	
通信方式	一般無線LAN	特殊無線LAN 中継局から300m	公衆回線
データ量	1Mbps以上	0.01Mbps以上	
現場画像	◎	○  ○	○
中継数	1	10以上	---
連続走行	○	△	△

## 無線中継局設置



遠隔操縦用ソフトからの命令により、中継局を射出

既存インフラが破壊されている場合に通信網を作成手段として、無線LAN中継局設置機構を開発



収納時



展開時



機械的構造のみで展開し、アンテナを垂直に保つことが可能

## ウェアラブルセンサの評価および、改良



心電位センサ、  
加速度センサ  
呼吸センサ

### ■Hitoeの評価・改良

■消防活動時においても、安定に心電が取れるようにHitoeの形状を変更



SPO2の検討

心電位、呼吸、加速度が安定的に取得できることを確認

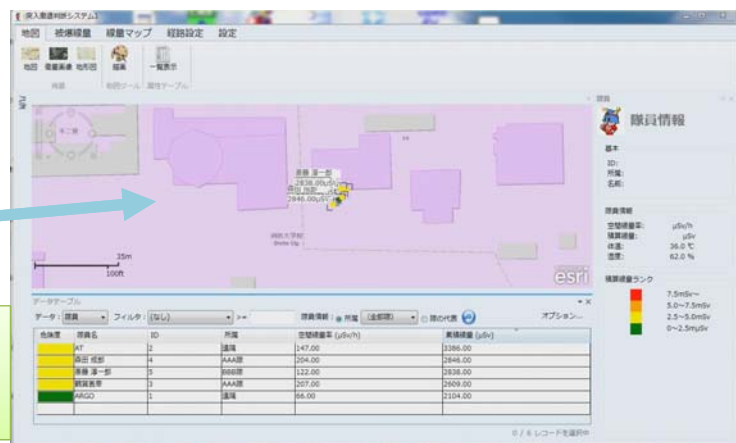
## ウェアラブルセンサの評価および、改良



GPSアンテナ

小型PC+無線LAN

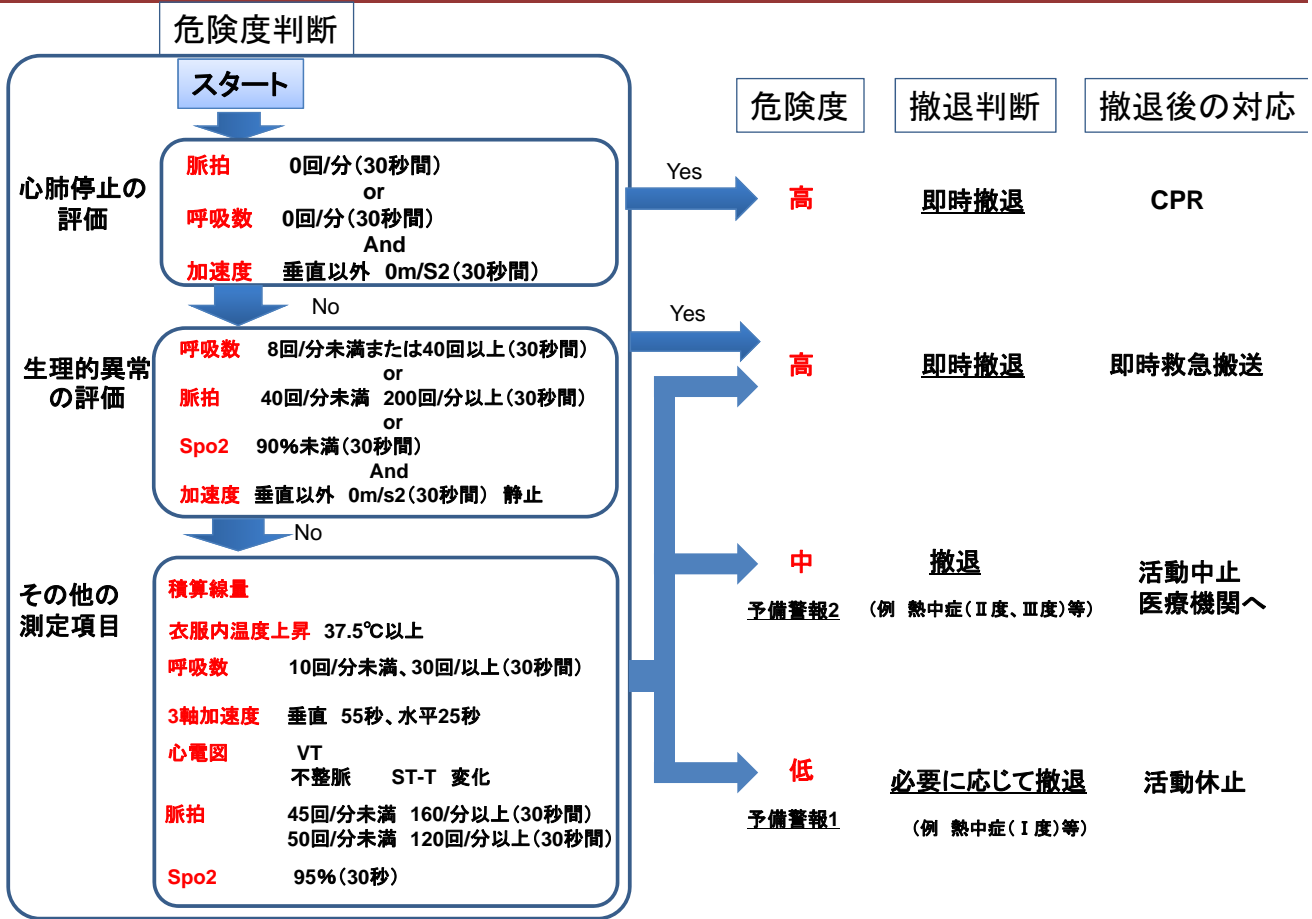
バッテリー  
放射線量計  
GPS受信機



隊員の位置情報、放射線量をリアルタイムに送信表示

線量データに応じ、LEDを点灯、要撤退時には赤色LEDが点灯

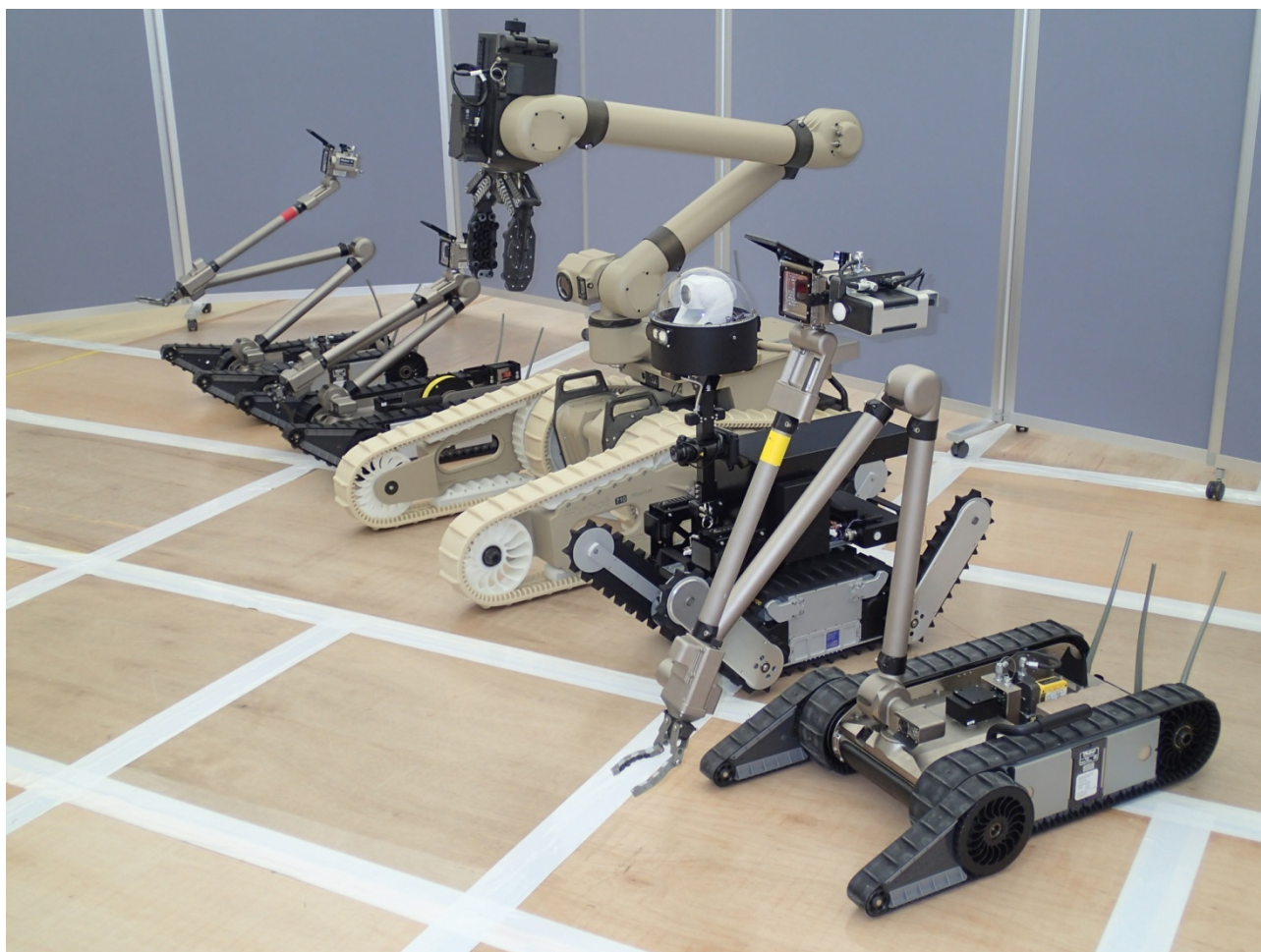
# 撤退判断システム 危険度判断基準ガイドラインの概要





# 原子力緊急事態支援センター

Nuclear Emergency Assistance Center (J-NEACE)



日本原子力発電株式会社  
The Japan Atomic Power Company

## 1. 経緯

電気事業連合会は、原子力発電所等で万が一原子力災害が発生した場合に、多様且つ高度な災害対応を行う「原子力緊急事態支援組織」を2015年度を目途に設置することとしました。



当社は、電気事業連合会からの依頼を受け、「原子力緊急事態支援組織」設置されるまでの間、資機材の整備・管理や操作訓練を行う専任チームを設置しました。（2013年1月23日発足）



## 原子力緊急事態支援センター

## 2. 役割

高放射線下における発災事業者の要員の被ばく低減に資するため、遠隔操作可能なロボットを用いて、現場状況の調査、空間線量率の測定及び瓦礫の撤去等の支援を行う。

### <緊急時の活動>

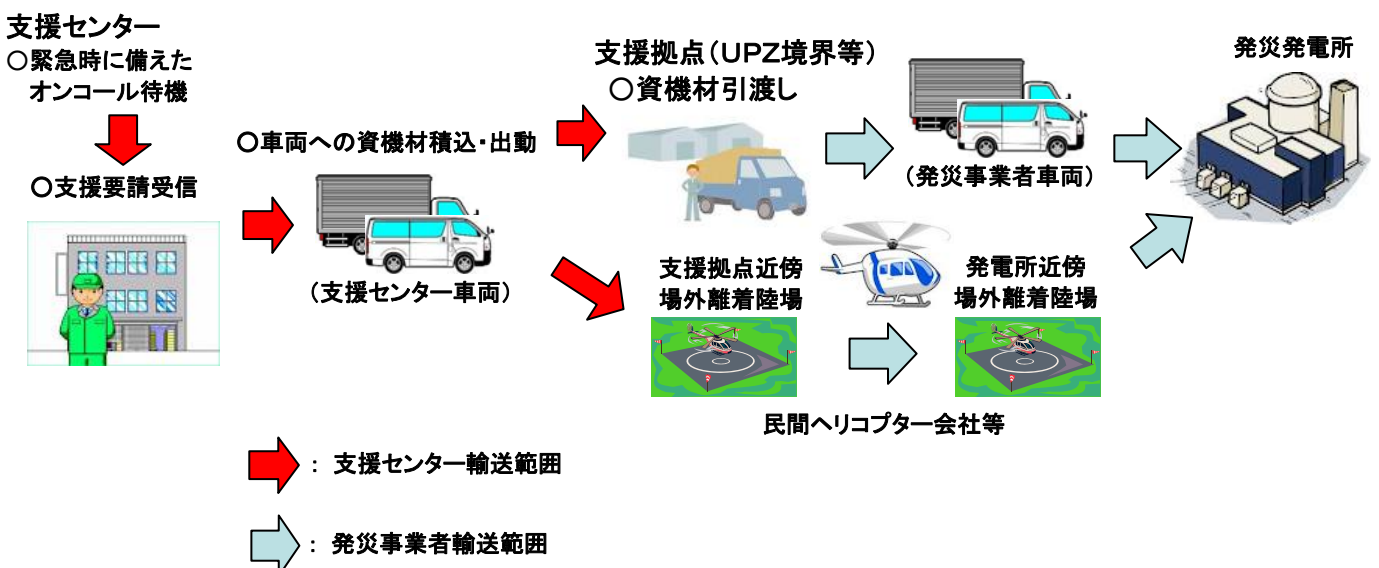
- 資機材輸送
- ロボット操作支援等

### <平時の活動>

- 緊急時に備えた必要な資機材の維持・管理（保守点検等）
- 各原子力事業者の資機材操作者のスキルの維持・向上（継続的訓練）
- 原子力緊急事態に備えた訓練（各原子力事業者の原子力防災訓練等に参加）

## 3. 緊急時の対応

☆着実な輸送が期待できる陸路を基本に輸送(状況に応じ空路を併用)



## 4. 保有資機材

### (1) ロボット等

#### ① 偵察用ロボット

被災現場の調査用（映像、放射線測定等）



<付属品>

a. 放射線測定器



b. 赤外線サーモカメラ



c. ガス検知器



#### ② 作業用ロボット

障害物撤去用



## (2)除染資機材

①高圧洗浄機（車両等の除染用）

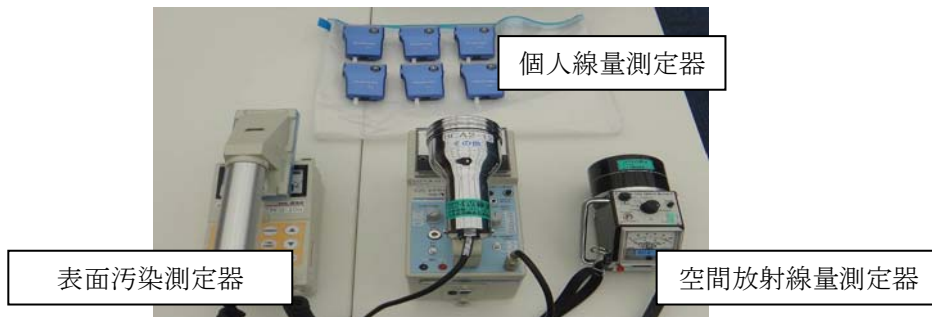


②シャワーテント他



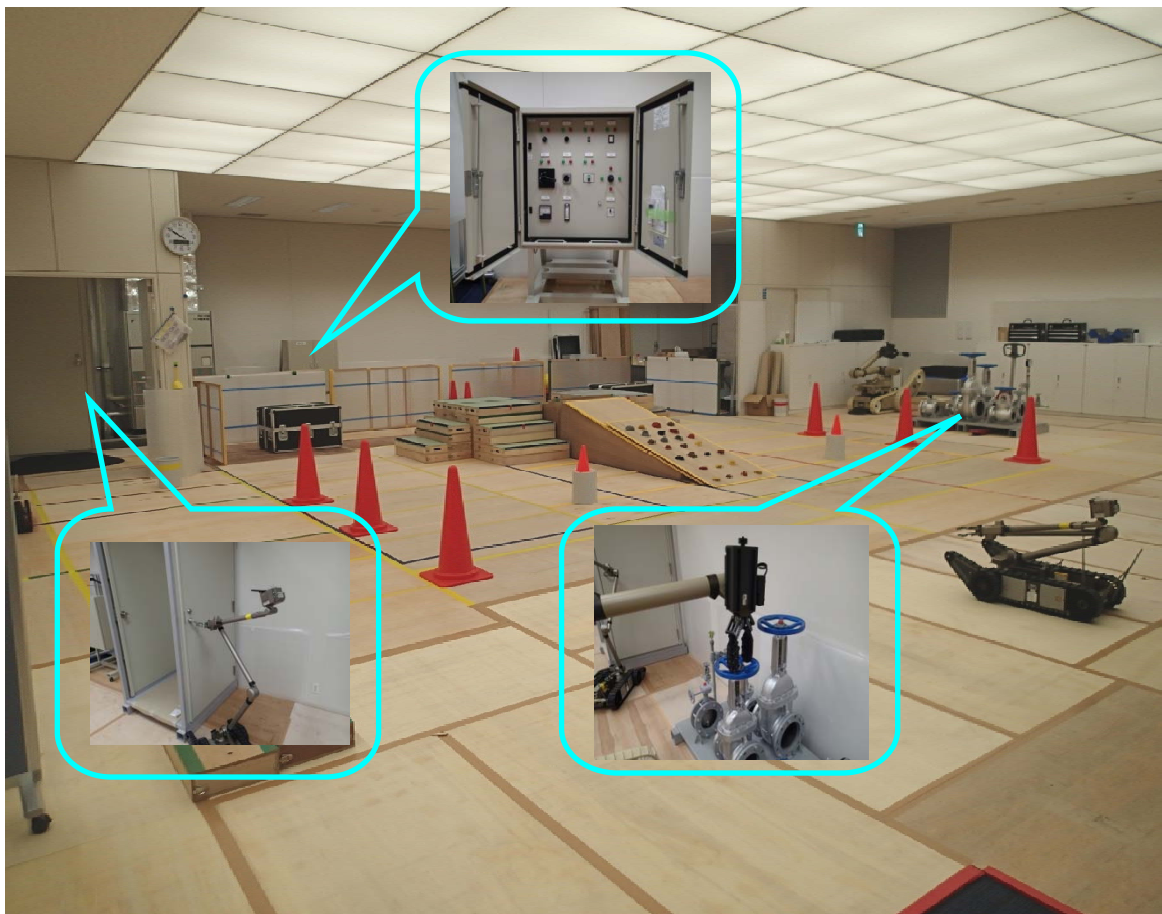
## (3)その他資機材

①放射線測定資機材（支援センター員被ばく管理用）



## 5. ロボット操作訓練

各原子力事業者の訓練生を受け入れ、習熟度に応じた訓練を実施。

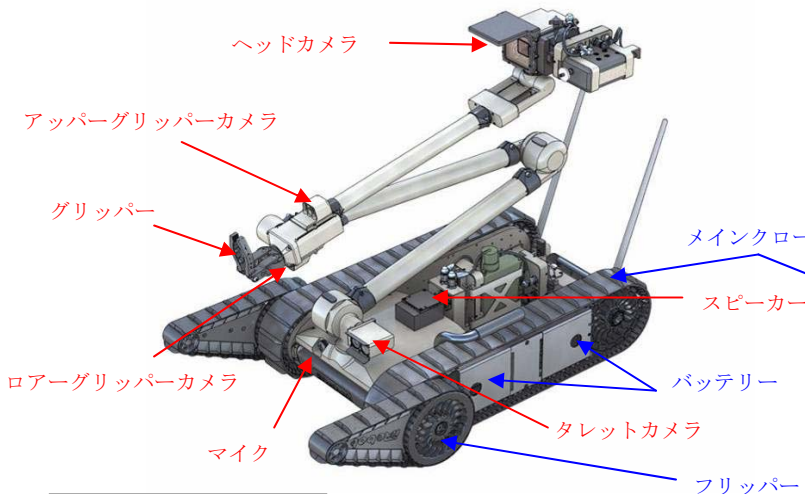


# ロボットの概要

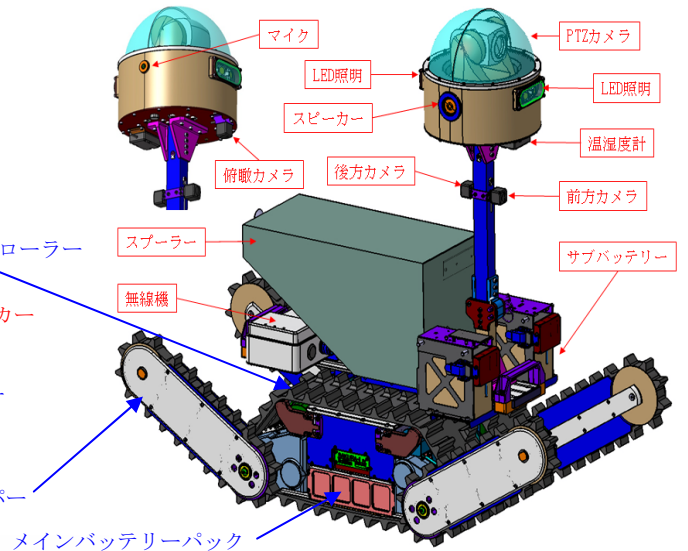
## 1. ロボット本体外観と概略機能

- シャーシー (青字) とマニピュレータ (赤字) に大別される。
- マニピュレーターには、カメラ (撮影) が標準装備されており、さらに偵察用ロボットには各種計測器 (放射線、温度等) を搭載することができる。また、PackBot®及び Warrior®にはグリッパー (把持) が標準装備される。

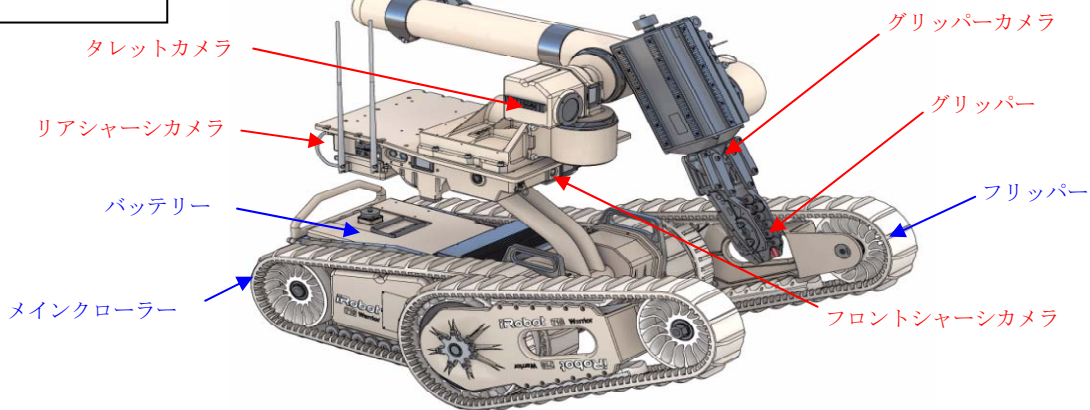
### PackBot®



### 櫻杏號

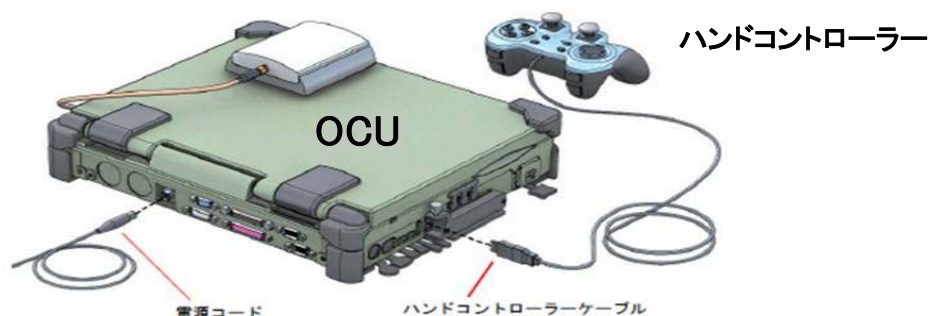


### Warrior®



## 2. 操作用 PC 等の外観と概略機能 (PackBot/Warrior 用)

- 操作はオペレーターコントロールユニット (OCU) とハンドコントローラーで行う。
- ハンドコントローラーで走行、フリッパーやマニピュレーターアームの位置決め、グリッパーによる把持・開放操作、カメラの操作 (選択、フォーカス、ズーム等)、画面に表示されるメニュー間の移動を行う。



## 遠隔操作ロボット概略仕様

用途	偵察用 (放射線、映像等測定)		作業用 (障害物撤去)
名称	PackBot®	櫻老號	Warrior®
保有台数	3台	1台	1台
主要機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>○走行 <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本走行に必要なメインクローラー及び2つのフリッパーを搭載</li> <li>・前後左右走行、変速機能</li> </ul> </li> <li>○データ測定 <ul style="list-style-type: none"> <li>・専用キット装着により放射線、温度等が測定可能</li> </ul> </li> <li>○監視 <ul style="list-style-type: none"> <li>・4個のカメラを装備し、リアルタイムに監視可能</li> </ul> </li> <li>○把持 <ul style="list-style-type: none"> <li>・グリッパー（掴み部）にて軽量物（約14kg）を把持可能</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○走行 <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本走行に必要なメインクローラー及び4つのフリッパーを搭載</li> <li>・前後左右走行、変速機能</li> </ul> </li> <li>○データ測定 <ul style="list-style-type: none"> <li>・専用キット装着により放射線、温度等が測定可能</li> </ul> </li> <li>○監視 <ul style="list-style-type: none"> <li>・4個のカメラを装備し、リアルタイムに監視可能</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○走行 <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本走行に必要なメインクローラー及び2つのフリッパーを搭載</li> <li>・前後左右走行、変速機能</li> </ul> </li> <li>○監視 <ul style="list-style-type: none"> <li>・4個のカメラを装備し、リアルタイムに監視可能</li> </ul> </li> <li>○把持 <ul style="list-style-type: none"> <li>・グリッパー（掴み部）にて重量物（約100kg）を把持可能</li> </ul> </li> </ul>
走行速度	3段階で切替え可能 高速 9.3km/h、標準走行は高速走行の約1/2、低速走行は高速走行の約1/15	3段階で切り替え可能 高速 1.4km/h、標準走行は高速走行の約1/2、低速走行は高速走行の約1/4	3段階で切替え可能 高速 12.8km/h、標準走行は高速走行の約1/2、低速走行は高速走行の約1/15
操作方式	操作用 PC 等による遠隔操作	同左	同左
通信方式	無線／有線式 無線：直線見通し約100m	同左	同左
稼働時間	走行・マニピュレータ（アーム部）操作を連続して <u>8時間程度</u> 実施可能	走行操作を連続して <u>8時間程度</u> 実施可能	走行・マニピュレータ（アーム部）操作を連続して <u>4時間程度</u> 実施可能
動力	リチウムイオンバッテリー（4個）	リチウムイオンバッテリー（メイン4個＋サブバッテリー2個）	リチウムイオンバッテリー（12個）
寸法	幅約50cm、長さ約90cm、高さ約20cm（台車部のみ）、重量約30kg	幅約42cm、長さ約66cm、高さ約89cm、重量約48kg	幅約80cm、長さ約140cm、高さ約50cm（台車部のみ）、重量約200kg
製造メーカー	米国 iRobot®社	株式会社日南	米国 iRobot®社