

調査結果を踏まえた消防活動の有効性等について（案）

I 防護資機材

1 防護服

（1）放射線防護用インナー（鉛ベスト・パンツ等）

① 現状の消防活動

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 γ 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 γ 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。

② 新しい資機材の活用の可能性

放射線遮蔽服・インナー（資料 1 服－1～3）

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。

③ 今後の方向性

理論上、遮へい効果と軽量化は相反するものであるが、消防活動時においては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ことから、これらを勘案し、遮蔽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必要がある。

（2）化学防護服等

① 現状の消防活動

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装着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（限定使用・再使用可能）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。[限定使用：活動後、使い捨てるもの]

② 新しい資機材の活用の可能性

陽圧式化学防護服（限定使用）（資料１ 服－４）

陽圧式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、従来の製品と比べ軽量となっていることから、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。

③ 今後の方向性

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当たっては、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。

（３）簡易防護服

① 現状の消防活動

一般的な簡易防護服は、機動性の観点では化学防護服に勝るが、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こととされている。

② 新しい資機材の活用の可能性

防水型簡易防護服（資料１ 服－５）

現在の簡易防護服は、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。

③ 今後の方向性

消防活動においては水を使用することが多く、雨天時以外でも水に濡れることは多いが、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、使いやすくなることが望まれる。また、強度の面でも、新たな素材の開発が望まれる。

２ 呼吸保護具

（１）空気呼吸器、酸素呼吸器

① 現状の消防活動

空気呼吸器及び酸素呼吸器は、放射線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ですが、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、酸素ボンベを使用するため火災時には使用できない。

消防活動対策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。

② 新しい資機材の活用の可能性

ア 切替式空気呼吸器（資料１ 呼－１）

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（放射線粉じん等の濃度）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。

イ 酸素発生形循環式呼吸器（資料１ 呼－２）

超酸化カリウムを利用した循環式の呼吸器であり、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。

③ 今後の方向性

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。そのため、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。

（２）全面マスク・半面マスク

① 現状の消防活動

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い時間活動可能だが、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。

② 新しい資機材の活用の可能性（資料１ 呼－３）

吸収缶や防じんフィルターの全面マスクにおいて、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、これを使用することにより、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、安全性も高いといえる。

吸収缶については、放射性ヨウ素対応や多くの有毒物質に対応するマルチタイプの吸収缶はあるが、全ての有毒物質に対応できるものではないため、一定の知見は必要である。

③ 今後の方向性

放射性ヨウ素に対応可能なＣ災害用吸収缶など、多くの物質に対応可能な吸収缶・フィルターの開発が望まれる。

Ⅱ 放射線測定器

1 個人警報線量計

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、喧騒とした災害現場では、警報音も聞こえづらい。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しなければならない。

活動隊員個人被ばく管理票（記載例）

○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 μ Sv
〇〇小隊	〇× 次郎	準危険区域内	13:45	14:50	35 μ Sv
〇〇小隊	△□ 三郎	準危険区域内	13:45	14:50	31 μ Sv
〇×救助隊	△× 四郎	危険区域内	13:55	15:05	62 μ Sv
〇×救助隊	□〇 五郎	危険区域内	13:55	15:05	59 μ Sv
〇×救助隊	□× 六郎	危険区域内	13:55	15:05	59 μ Sv
△□小隊	×〇 七郎	除染所内	14:02	15:15	45 μ Sv
△□小隊	×× 八郎	除染所内	14:02	15:15	46 μ Sv
△□小隊	×□ 九郎	除染所内	14:02	15:15	47 μ Sv
			:	:	μ 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。

② 新しい資機材の活用の可能性

ア 通信機能（資料 1 個－1～4）

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。

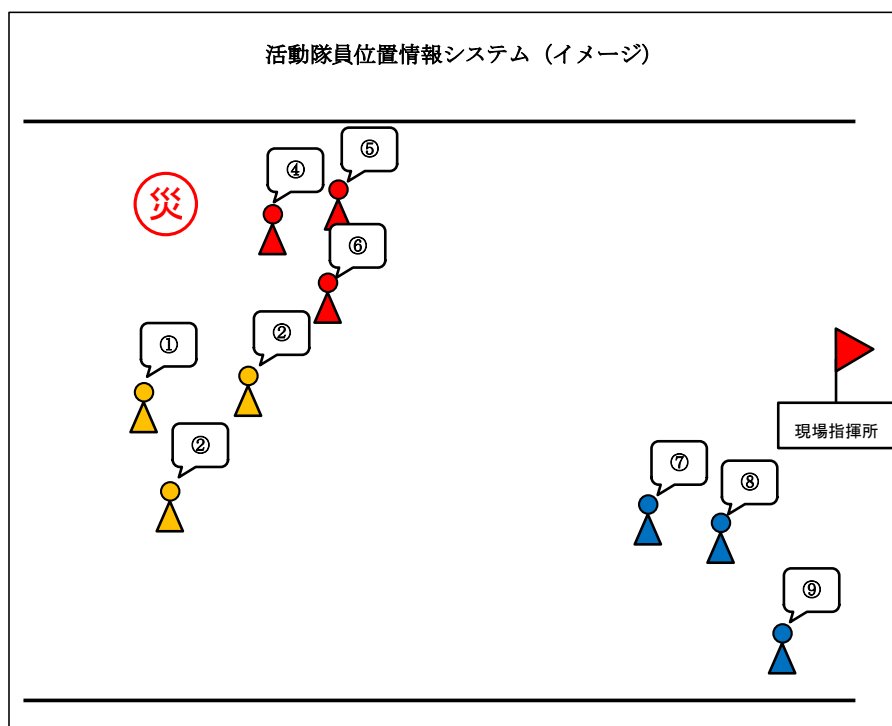
隊員管理システム（イメージ）						14 時 36 分現在
○第 1 回目進入隊						
	部隊名	隊員名	活動開始	活動終了	空間線量率	積算線量
①	〇〇小隊	〇〇 太郎	13 : 45	14 : 30	— $\mu\text{Sv/h}$	32 μSv
②	〇〇小隊	〇× 次郎	13 : 46	14 : 30	— $\mu\text{Sv/h}$	35 μSv
③	〇〇小隊	△□ 三郎	13 : 45	14 : 30	— $\mu\text{Sv/h}$	31 μSv
④	〇×救助隊	△× 四郎	13 : 55	:	59 $\mu\text{Sv/h}$	62 μSv
⑤	〇×救助隊	□〇 五郎	13 : 55	:	59 $\mu\text{Sv/h}$	59 μSv
⑥	〇×救助隊	□× 六郎	13 : 56	:	57 $\mu\text{Sv/h}$	58 μSv
⑦	△□小隊	×〇 七郎	14 : 02	:	42 $\mu\text{Sv/h}$	45 μSv
⑧	△□小隊	×× 八郎	14 : 03	:	41 $\mu\text{Sv/h}$	46 μSv
⑨	△□小隊	×□ 九郎	14 : 04	:	42 $\mu\text{Sv/h}$	47 μSv
			:	:	μSv	μSv

※通信（データ転送、GPS）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。

イ 位置情報測位(GPS)機能 (資料1 個－3, 4)

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、安全管理に有力な情報となる。ただし、現状においては屋内における活用は難しい。



※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、現場指揮者は活動方針の決定、隊員の安全管理に有効な情報となる。

ウ ヘッドマウントディスプレイ (資料1 個－5)

測定器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装着した状態で、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、前述のア及びイの機能と組み合わせることにより、活動の起動性や安全性の幅が広がることとなる。

③ 今後の方向性

情報通信技術を用いて、活動隊員の線量や位置を指揮所等において把握することは、安全管理上、極めて重要であり普及していくことが望まれる。

一方、Wi-Fi や Bluetooth 等の無線通信は電波出力が制限されており、比較的近距离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、屋内での活動は電波状況が不安定になり易く使用に不向きであり、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。

2 空間線量率計

① 消防活動の現状

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、指揮者や後着隊に共有できず、検出活動が終了までの間、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り、隊員の被ばくリスクが高い。

【現状の検出活動記録の記載例】

【様式例 4-1】

放射線測定記録票					
施設名	国道〇号線 〇〇町付近		測定器	〇〇空間線量率計	
測定日	2014.〇.〇		測定者	〇〇 〇〇	
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 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
B地点	13:48	53 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
C地点	13:49	54 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
D地点	13:51	82 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
E地点	13:53	71 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
F地点	13:56	66 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
G地点	13:59	105 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
H地点	14:02	112 μ Sv/h		:	☐ Sv/h
I地点	14:04	126 μ Sv/h		:	☐ Sv/h

施設及び測定地点図

風向

4

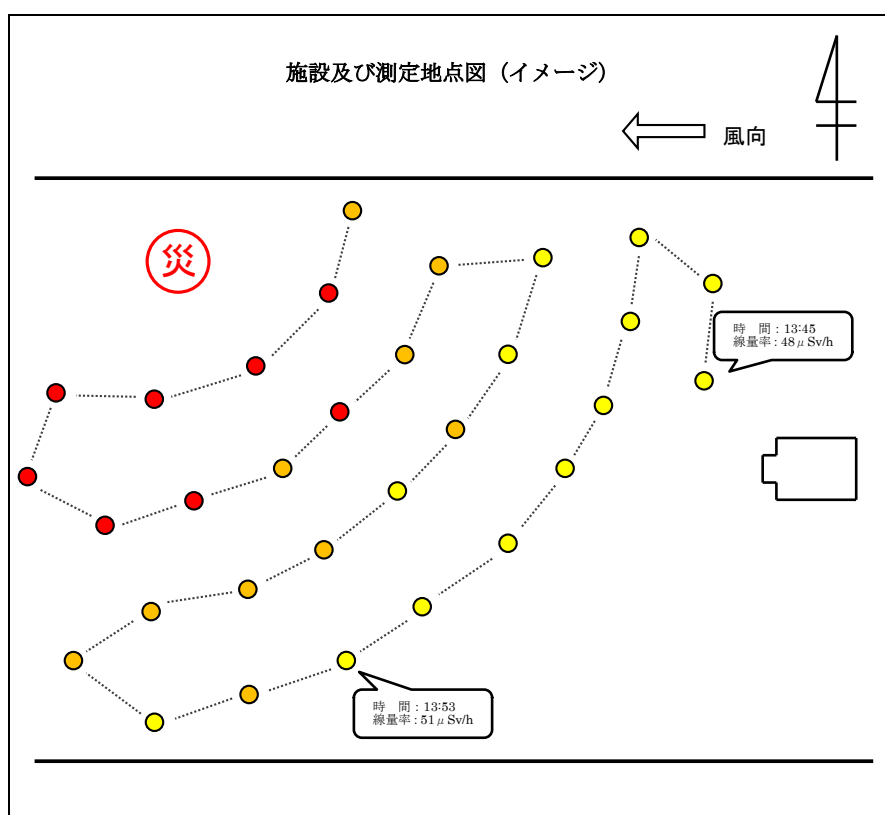
② 新しい資機材の活用の可能性

ア 通信（データ転送、GPS）機能（資料1 空-1～5）

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、検出員が記録票に書き込むことなく、定期的にその場の位置、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参考となる。

また、空間線量率計を消防車両等の外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計測しながら出動することもできる。

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。



※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、自動的にマッピング表示される。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。

イ 核種同定機能（資料１ 空－１～３，５）

災害活動の際、核種同定することで、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、消防活動対策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 α 核種）」が挙げられていることから、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る。

ウ 中性子線測定機能（資料１ 空－１～３，５）

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、中性子線測定機能があることは、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。

エ 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なことであるが、測定器で放射線源の位置(方向)を表示することができれば、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。

③ 今後の方向性

個人警報線量計と同様に情報通信技術を活用した状況把握が重要である。

線量率計の多機能化は有意義なことであるが、機能が増えることで大型化や操作の複雑化につながることは望まれない。

3 表面汚染検査計

① 現状の消防活動

消防活動対策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種類に整理されており、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されている。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。

② 新しい資機材の活用の可能性

ポール型・ゲート型体表面モニタ（資料１ 汚－１，２）

被検者がポール等の付近を通過することで、おおよその汚染状況を把握することができる。この設備で汚染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で、汚染検査にかかる時間と隊員数を減らすことができ、被ばく量を低減できる可能性がある。

③ 今後の方向性

表面汚染検査計の検出部は雲母等の薄板であり衝撃等に弱く、検出部の破損事例が多数報告されている。災害現場の混乱した状況下では、予期せぬ衝撃が加わることも考えられるため、今後、耐衝撃性の向上が望まれる。

Ⅲ その他資機材

１ ダストモニター

① 現状の消防活動

消防活動対策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されている。

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。

従って、放射性粉じんの有無等の判断は、事業者や関係機関からの助言・情報提供を元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）を選択しており、結果として活動可能時間に制限が生じている。

② 新しい資機材の活用の可能性

ポータブルダストモニター（資料１ ダ－１～３）

ポータブルダストモニターを活用することにより、活動前や活動中にリアルタイムに活動環境の放射性粉じん濃度が把握できるようになることで、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、活動環境の安全確認の向上が期待できる。

③ 今後の方向性

放射性粉じんの濃度（Bq/m³）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が判別可能になれば、より適切な呼吸保護具の選定や、医療機関への的確な情報提供が可能になることが望まれる。

2 遠隔探査装置

① 現状の消防活動

消防活動対策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の活用を考慮することとされているが、大部分の消防機関においては配備されていないのが現状である。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が課題とされている。

② 新しい資機材の活用の可能性

ア マルチコプター（資料1 マー1～3）

一般的には空撮などの用途に用いられることが多いが、放射線測定器を積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。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、より効率的に活動環境のモニタリングを行い、線量率の分布図等の作成が可能となる。

③ 今後の方向性

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分程度のため、連続飛行可能時間の向上が望まれる。

制御のために使用する電波がワイヤレスマイク等との干渉のおそれがあるとされているため、混線による落下やバッテリー切れ等、安全管理の点で課題が残る。また、熟練した操作者が必要となる。

3 放射線可視化装置（資料1 視－1～5）

① 現状の消防活動

消防活動対策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、Nテロ等、事業所関係者による助言がない場合は、放射線測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、大きな危険を伴う。

② 新しい資機材の活用の可能性

放射線可視化装置を活用することにより、汚染が広範囲にわたる場合は、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。ただし、現状では測定時間に5分程度要することや、基本的に定点から計測するため、機動性に欠ける部分がある。

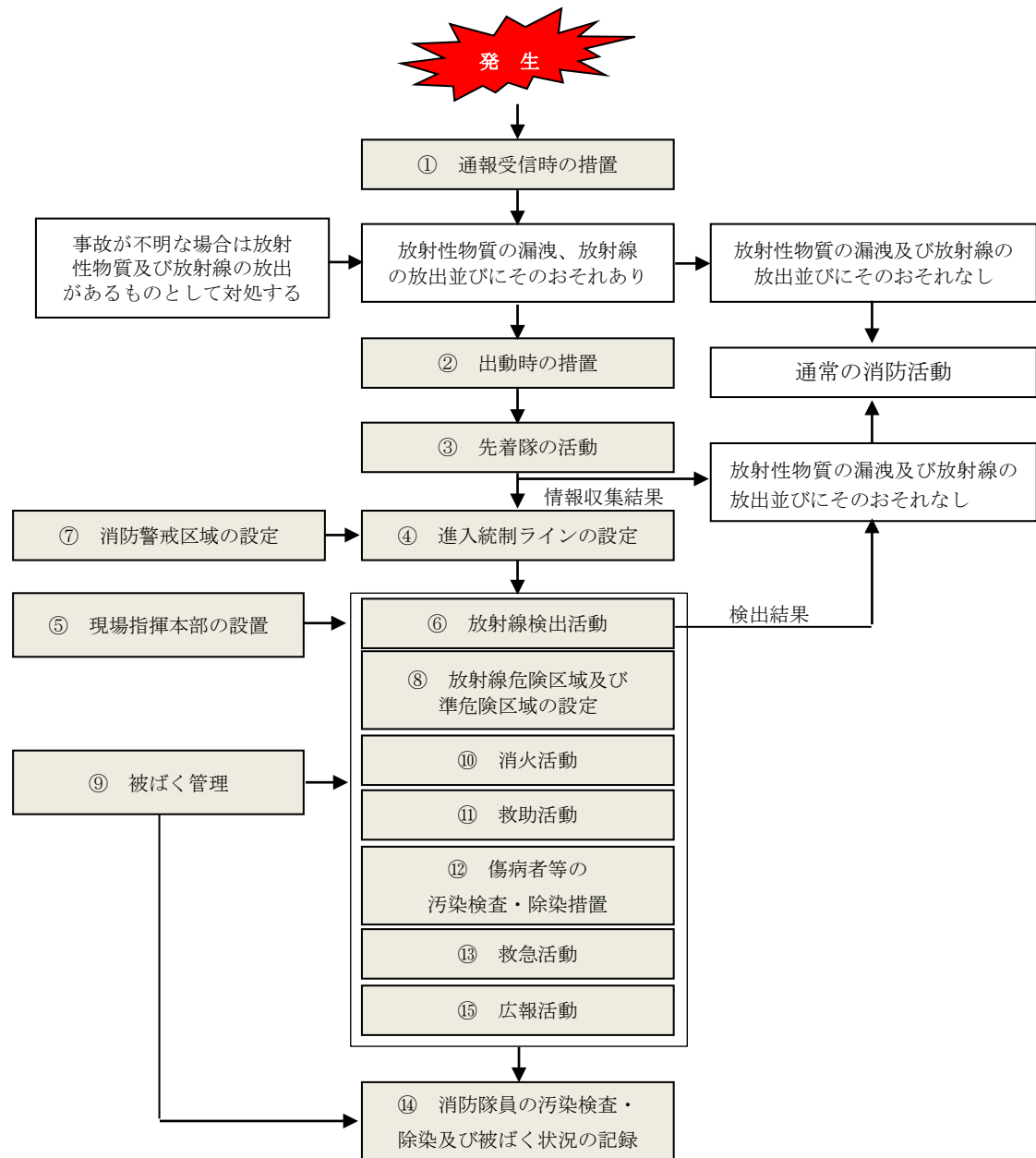
前述の通信機能付き放射線測定器やマルチコプターを使用したモニタリング結果と併せて使用することで、より充実したモニタリングが可能になる。

③ 今後の方向性

測定開始から放射性物質の位置が画面に表示されるまでのタイムラグが少なくなること、実際の災害現場でより活用しやすくなることが望まれる。

また、様々な機器（通信機能付き測定器やマルチコプター等）と情報通信機器活用し、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。

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

②：第2 出動時の措置

③：第3 先着隊の活動

④：第4 進入統制ライン

⑤：第5 現場指揮本部の設置

⑥：第6 放射線検出活動

⑦：第7 消防警戒区域の設定

⑧：第8 放射線危険区域及び準危険区域の設定

⑨：第9 被ばく管理

⑩：第10 消火活動

⑪：第11 救助活動

⑫：第12 傷病者等の汚染検査・除染措置

⑬：第13 救急活動

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

⑮：第15 広報活動