

防災に関する研究開発基本計画

平成5年12月22日

内閣総理大臣

防災に関する研究開発基本計画

昭和56年 7月22日 決定

平成 5年 12月22日 改定

内閣総理大臣

防災に関する研究開発基本計画を別冊のとおり定める。

別冊

防災に関する研究開発基本計画

目 次

第 1 章 防災に関する研究開発を推進するに当たっての基本的考え方	1
1 . 防災に関する研究開発の総合的推進	1
2 . 自然現象の解明を含む幅広い研究開発の推進	2
3 . 総合防災に対応する研究開発の推進	2
4 . 環境と防災施設の調和	2
5 . 国際貢献・協力の推進	3
第 2 章 重要研究開発課題	4
1 . 自然現象の解明と予知・予測	4
(1) 地震予知	5
(2) 火山噴火予知	7
(3) 集中豪雨の予測	8
(4) 豪雪の予測	9
(5) 台風等の予測	9
(6) 気候変動等の予測	9
2 . 地変災害の防止技術	1 0
(1) 地震動の特性の解明	1 1
(2) 構造物の耐震技術	1 2
(3) 設備機器の耐震技術	1 3
(4) 津波災害の防止技術	1 3
(5) 地震時における地盤災害の防止技術	1 4
(6) 火山災害の防止技術	1 4
3 . 気象災害の防止技術	1 6
(1) 洪水氾濫災害の防止技術	1 6
(2) 土砂災害の防止技術	1 7
(3) 沿岸域の保全技術	1 8
(4) 雪氷害の防止技術	1 9
(5) 強風災害の防止技術	2 1
(6) 気候変動等への対応技術	2 2

(7) その他	2 3
4 . 総合防災に関する科学技術	2 4
(1) 都市の防災化のための技術	2 4
1) 都市構造の防災化技術の高度化	
2) 都市の大火・水害防止技術の高度化	
(2) 災害時の対応技術	2 5
1) 災害情報システムの開発・高度化	
2) 地震早期検知による対応技術の高度化	
3) 災害時の人間行動への対応技術の高度化	
4) 大災害時の応急対応技術の高度化	
(3) 災害の社会・経済的影響及び防災対策評価技術	2 9
第3章 研究開発を推進するに当たっての重要事項	3 1
1 . 基礎研究の振興	3 1
2 . 地域の特性に応じた研究開発の推進	3 1
3 . 国際共同研究開発の推進	3 1
4 . 関係研究機関の連携の強化	3 2
5 . 人材の育成・確保	3 3
6 . 研究施設・設備の整備	3 3
7 . 災害事例データベースの整備	3 3
8 . 他の計画との関係	3 4

第1章 防災に関する研究開発を推進するに当たっての基本的考え方

我が国はこれまで数多くの自然災害を経験し、これに対し各種の防災対策を講じてきた結果、被害の軽減、拡大防止において一定の成果をあげてきてはいるが、依然として災害による被害は大きい。今後とも、災害から人命・財産を守り、被害を軽減していくためには、国土全体のより高度な防災化を指向した努力を継続していくとともに、災害に強い生活習慣を工夫していくことが必要である。このような防災対策をより効果的に講ずるためには、災害の未然防止、災害が発生した場合における被害の拡大防止、災害復旧という一連の過程において、科学技術上の知見を十分活用することが重要である。

防災に関する研究開発は、災害から人命・財産を守るための効果的な対策を実現していくための科学技術体系を確立し対策に反映させることを目的としており、今後とも、防災上の要請を踏まえつつ、防災に関する研究開発を体系的かつ計画的に推進していく必要がある。本基本計画は、社会環境の変化及び科学技術の発展を考慮しながら、長期的な視野に立って、今後10年間程度を展望して我が国全体として取り組むべき研究開発の目標を明らかにしたものである。

本基本計画の対象とする災害の範囲は、自然現象に起因する災害及びこれに伴う一般的な二次的災害で、緊急な対応を要するものである。ただし、人為的原因に起因する災害についても、プラントの事故等に付随して発生し外部において急激に拡大する火災等の災害については対象とする。

今後とも、防災対策を一層効果的に進めるため、次のような視点に立って、防災に関する研究開発を強力に推進するものとする。

1. 防災に関する研究開発の総合的推進

防災に関する研究開発は、実地の防災対策として活用されてはじめてその成果を発揮するものであり、研究開発に当たっては、防災対策上の要請を十分踏まえつつ推進する必要がある。また、この分野は、地球物理、海洋・気象等の理学系分野、建築、土木、通信・情報等の工学系分野のほか、人文科学、社会科学等幅広い分野にわたっており、各分野の連携を深めつつ推進する必要がある。このため、研究開発の成果の実際の活用状況を踏まえ、多分野にわたる研究者の力を結集し、研究開発を多角的観点から総合的に推進することが重要である。

2. 自然現象の解明を含む幅広い研究開発の推進

自然災害は、その種類が多い上に、発生する地域の地形、都市構造等の地域特性によっても災害の発現状況が大きく変化する。また、被害の発生を防止する対象についても、構造物、河川、海岸等のハードなものばかりでなく、情報伝達、人間心理等ソフトな面まで広範囲にわたり、その対象によって災害を防止する技術が大きく異なる。さらに、時代や社会構造の変化により、被害の発生形態や求められる防災対策にも変化が生じる。

このような自然災害を防止するためには、基礎研究を充実しその原因となる自然現象の解明、災害の発生メカニズムの解明を進めるとともに、災害や被害の多様性に柔軟に対応できるよう、幅広い研究開発の推進が重要である。

3. 総合防災に対応する研究開発の推進

近年、自然災害による直接的な一次被害にとどまらず、これに起因する火災、ライフライン停止に伴う機能被害等の二次的被害、さらには社会経済活動の低下といった間接被害が増加傾向にある。このため、直接的な一次被害だけでなく二次的・間接的被害をも含めた総合的な対応（総合防災）が重要となっている。

地震対策については、著しい被害が数県にわたって発生するような巨大地震を想定した総合防災対策のほか、巨大地震に比べ発生頻度が高い中規模地震についても、その頻度や被害の規模・局地性を考慮し、地震発生後早期に平常時の生活に回復できるよう、総合防災対策の高度化を推進することが重要である。

また、台風、豪雨・豪雪、火山噴火、津波等の自然災害についても、施設関係等被害額や社会・経済的被害は依然大きく、このような被害を最小限に抑えるための総合的な防災対策を進めるための研究開発を推進することが重要である。

さらに、災害発生時の被害を最小限に抑えるためには、住民の防災意識の啓発とともに、住民等への災害情報の伝達が極めて重要であり、このための研究開発を推進することが重要である。

4. 環境と防災施設の調和

近年では、防災のための施設に対して、単に災害発生時に自然災害から人命や財産を守るといった防災機能だけでなく、平常時においても、レクリエ

ーションに利用できる等住民が親しめるとともに、生態系の保全や景観を考慮したものであることが求められている。このため、異常時の防災機能だけでなく、このような周囲の環境との調和をも考慮した研究開発を推進することが重要である。

5. 国際貢献・協力の推進

我が国は、自然災害の防止技術の分野においては、世界的にもトップレベルに達しており、海外からの研究・研修協力の要望も高まってきている。また、国連においても、1990年からの10年間を「国際防災の10年（IDNDR）」として、国際協調活動を通じ自然災害による被害の軽減に取り組んでいる。このような状況の中で、我が国は防災技術の先進国として、相手国のニーズの把握に努め、長年培ってきた防災技術を、技術協力や研究者・技術者の人材養成を通じてアジア・環太平洋地域をはじめとする災害頻発国に提供していくことが必要である。

また、地球温暖化等の地球規模の気候変動の問題についても、各国の様々な研究機関でこれらの現象・影響の解明が行われており、国際的協調のもとに研究開発を進める必要がある。さらに、火山噴火や大津波のように現象が多様な災害に関しても、海外の事例について共同研究し、より多くの事例を把握することにより現象の解明を進め予測・対策技術を確立しておくことは、国内で同様の現象が発生した際の被害軽減につながることを期待され、この観点からも積極的に国際共同研究開発を推進することが重要である。

第2章 重要研究開発課題

(注)

1. 自然現象の解明と予知・予測

地震、火山噴火、集中豪雨、豪雪、台風、気候変動等の自然現象は、特に顕著な被害をもたらす可能性をもつものであるが、適切に予知・予測して対策をとることにより、その被害を軽減することができる。このため、その現象を解明し、予知・予測技術を高度化することは、防災対策上非常に有効である。

地変現象の解明については、地殻構造に関する基礎調査の推進、人工衛星等を用いた宇宙技術やリモートセンシング技術の進展のほか、各種センサ技術及びテレメータ技術を用いた観測網の整備による現象把握能力の向上、コンピュータの高性能化・小型化に伴う観測データの解析技術等の高度化や、観測研究の充実強化により、着実に進んできている。しかし、地震及び火山噴火の予知の一般的手法の確立には至っていない。今後、さらに観測研究を推進するとともに、観測・解析技術の開発・高度化を進め、地震予知及び火山噴火予知の実用化を促進するとともに、津波の予知・予測技術についても一層の進展を図る必要がある。

また、気象現象の解明については、人工衛星や気象レーダを利用したリモートセンシング技術の進展、スーパーコンピュータ導入による膨大な観測データの解析や気象現象の数値シミュレーション等の情報処理技術の向上によりかなり進んできている。この結果、ある程度広域的な予知・予測は可能となってきたが、局地的な予測及び長期的な予測は不十分である。今後は、観測機器、観測手法や数値シミュレーション手法の一層の開発・高度化を図り、予測精度の向上や局地的な気象現象の解明及び予知・予測技術の高度化を推進する必要がある。

(注) 「自然現象の解明と予知・予測」では、特に顕著な災害をもたらす自然現象であり、かつ、その予知・予測自体が防災対策上有効な対応技術となるもののみを取り上げ、それ以外の自然現象の解明と予知・予測については、「2.地変災害の防止技術」及び「3.気象災害の防止技術」の中で取り扱うこととする。

(1) 地震予知

地震予知については、震源核形成過程などの地震現象に関する理論的・実験的研究が進展するとともに、宇宙技術を用いた測地測量の実用化、各種地震観測や歪計・傾斜計等による地殻変動連続観測のための観測網の整備及び機器の近代化、検潮観測システムの近代化等により広域地殻変動の連続的な高精度観測が可能となった。これにより震源決定精度の向上、地殻構造や歪集積の詳細把握を通して、地震発生機構の解明が進んでいる。また、史料地震学的調査や地殻活構造調査も進められている。

しかし、実用的な意味での地震予知手法の確立には、今なお多くの課題を残している。今後、地震予知の実用化を促進するため、日本列島及びその周辺における広域地殻活動の推移を常時把握し評価することにより、近い将来起こるであろう地震の「場所」及び「規模」を予測する長期的予知に有効な観測研究を推進する。同時に、異常が認められた地域等において、地殻活動の変化をその地域的特性に基づいて詳細に把握し的確に評価することにより短期的前兆現象を捕捉して地震発生「時期」を予測する短期的予知に有効な観測研究を推進する。さらに、地震発生サイクルの過程の中で現時点を位置付け、広域応力場との因果関係で地震発生の現在のポテンシャルを評価するための観測研究を推進するとともに、地震発生に係る諸現象に関する幅広い基礎研究の推進や、新しい観測技術・手法の開発、観測データの収集処理解析技術の高度化を図ることが必要である。

地震予知の基本となる観測研究

G P S (汎地球測位システム) 等を用いた地殻変動観測、大・中・小地震観測、微小地震観測等の地震観測、重力測量、地磁気観測等を行うとともに、地殻活構造等の調査を行い、広域地殻活動に関する観測研究を推進する。

また、東海地域、南関東地域及びその他の必要な地域において、G P S 等を用いた地殻変動測量、地殻歪、地殻傾斜、潮位差等の地殻変動連続観測、微小地震観測、海底地震観測等の地震観測、移動観測班による総合精密観測、地球電磁気学的観測、地球化学・地下水観測等を行う。

とくに、首都圏地域においては、深層観測施設、V L B I (超長基線電波干渉法) 等による相対位置観測施設等を整備し、地殻活動の観測研究を行うなど、新手法・新技術の導入を進めて、直下に発生する地震の

予知手法の開発を図る。

地震発生のポテンシャル評価のための特別観測研究

地震波速度構造調査、海底諸調査等を行い、プレート構造とプレート内応力分布を解明するとともに、GPS連続観測、広帯域地震観測、高密度地殻変動連続観測、プレート運動の数値シミュレーション等を行い、プレート境界でのすべり運動の実態把握を図る。それらを基に、海・陸プレート境界域のダイナミクスに関する観測研究を推進し、プレート境界地震の発生ポテンシャルを評価する手法の開発を図る。

また、活断層についてのトレンチ調査及びボーリング調査、活断層近傍での高精度距離測定等を行い、活断層の活動特性を解明するとともに、人工震源等を利用した構造探査、地殻応力測定等の能動的測定実験手法を積極的に導入し各種観測・調査を総合した大規模観測実験により、地殻・上部マントルの不均質微細構造、変形・流動特性、応力状態及び活動特性を解明する。それらを基に、内陸の地震テクトニクスを解明するための観測研究を推進し、内陸地震発生のポテンシャルを評価する手法の開発を図る。

地震予知の基礎研究

プレート収束域のテクトニクスを解明するための基礎研究を推進するとともに、高温高圧下での室内実験等を行い、地殻・マントルの物性に関する研究を推進する。また、地震発生サイクルをモデル化し前兆現象の発現機構の理解を深めるため、岩石破壊実験等を行うとともに地震場に関する観測研究・理論的研究を行い、地震発生サイクルの各過程で起こる場の変化やそれに随伴する現象の解明を図る。

地震観測、地殻変動観測等のための観測機器及び観測手法の開発・高度化

GPS、VLBI、SLR（人工衛星レーザ測距）等宇宙技術を利用した観測技術、海底観測及び超深層ボーリング等の地下深部における観測技術の開発・高度化を図るとともに、微小地震計等の地震観測機器、地殻歪計、傾斜計等の地殻変動連続観測機器等の観測機器及びこれらを用いた観測手法の開発・高度化を図る。また、海底における観測データの地上への伝送技術の開発・高度化を図る。

(2) 火山噴火予知

火山噴火予知研究においては、個々の火山の特性に応じて火山活動の観測研究を行うとともに、噴火機構の解明のための基礎的研究を推進することが重要である。

火山観測については、従来から、火山性地震や微動の観測を目的とした地震観測が、重点的に実施され、これに加え、測地、重力、熱、火山ガス、電磁気等の観測項目を中心に繰返し現地調査が進められてきた。最近では、傾斜計、伸縮計、辺長測量、GPS観測等においてもテレメータ観測が実施されるようになり、空振、地表面温度、火山ガス、地磁気などの連続観測も進展している。これらのテレメータ観測による多項目データは、迅速に活動を評価し、前兆現象の識別や活動の推移を予測する重要な手がかりとなっている。

また、火山に特有な現象の観測や研究のため、空中赤外映像装置による測定、二酸化硫黄放出量の測定、爆発映像の解析、噴出物の化学分析及び実験物理学的研究、温泉及び地下水の観測等、総合的な観測が行われている。

しかし、火山の構造把握や噴火機構の解明などには多くの課題が残されている。今後、噴火予知、噴火活動の推移の予測等噴火予知研究を進めるためには、新しい観測機器・手法の開発を図ることにより、観測のより一層の高精度・高密度・多項目化を図り、火山における点から面への観測を実現するとともに、マグマ供給システムを含む火山の構造把握をはじめとした幅広い基礎研究を推進する必要がある。

火山噴火予知の基本となる観測研究・調査

活動的な火山等において、火山性地震や微動の観測、傾斜・辺長・水準測量・GPS等地殻変動の観測、重力、火山ガス、電磁気、地熱、地表面温度、地下水・温泉の観測等、前兆現象などを把握するために有効な多項目について、個々の火山の特性に応じて高精度・高密度化を図りつつ、観測研究を推進する。さらに、歴史資料や火山地質学的手法により過去の火山噴火の時期・規模・様式・推移などを明らかにし、各種の地形図や火山地質図等の基礎資料の整備を進め、その活用を図るためデータベースの構築を図る。

噴火機構解明のための基礎研究

人工地震による火山体の精密な地下構造の探査、電磁気学的探査、ボーリング調査等を実施し、マグマの供給噴出機構を含む火山体の内部構造の解明を図るとともに、実験岩石学的手法等を用い、マグマの挙動・物性に関する研究を推進する。また、地震、地殻変動、空振等の物理観測や映像観測を実施し、火山の爆発機構の解明及び火山活動度の定量的評価に関する研究を行う。

さらに、低周波地震や微動等、火山に特有な現象を理解するため、広帯域地震観測等によりそれらの発生機構の解明を図るとともに、火山活動と広域テクトニクスとの関連を視点に、広域応力場や火山フロントの特性の解明を図る。

火山活動を観測する機器及び観測手法の開発・高度化

火山ガス、噴煙、地表面温度等、火山に特有な諸現象の観測に適した、人工衛星、航空機等を利用したリモートセンシングをはじめとする各種観測機器や観測手法の開発・高度化を図る。また、多項目・高密度観測を実現するために、軽量で低消費電力型の各種観測機器、可搬型観測機器等の開発を進め、自動計測等観測技術の高度化を図る。

(3) 集中豪雨の予測

集中豪雨については、雲の構造や降雨セルの把握ができるようになったことにより、降雨域の移動及び短時間の降雨量の分布予測がかなり進んでおり、その研究成果は日常の予報業務に取り入れられつつある。しかし、集中豪雨が発生する時間や場所を的確に予測することは困難であり、さらに現象の解明や予測技術の高度化に関する研究が必要である。

人工衛星、気象レーダ、地域気象観測システム等を利用した各種観測手法の開発・高度化を図る。それらを基に、集中豪雨の発生機構を解明するとともに、降雨量及び降雨域の移動の予測精度の向上を図る。

(4) 豪雪の予測

豪雪については、ドップラーレーダや特殊ゾンデ観測等により、発生機構の解明が進められており、地上気象データ（気温、風向風速、降雪量等）や高層気象データを用いた降雪予測については研究が進んでいる。しかしながら、降雪量及び局地的な降雪域の予測についてはまだ不十分であり、今後はさらに現象の解明及び予測技術の高度化を図る必要がある。

人工衛星、気象レーダ、地域気象観測システム等を利用した各種観測手法や降積雪観測のための地上観測機器及び降積雪データ収集システムの開発・高度化を図る。それらを基に、豪雪の発生機構を解明するとともに、降雪量の長期的及び短期的予測精度の向上を図る。

(5) 台風等の予測

台風については、気象衛星や気象レーダの利用により、発生時からその状況が把握され、内部構造の解明や進路予想精度がかなり向上してきている。しかし、台風の発達・衰弱や移動に及ぼす要因については、十分には解明されていない。このため、今後は台風と大規模場との相互作用や台風域内の降雨帯及び強風帯の微細構造の解明を行い、台風の発生、強度変化、移動に対する予測技術の高度化を図る。

また、竜巻や温帯低気圧についても構造の解明が進められ、竜巻についてはその前兆現象が捉えられつつあるが、今後これら内部構造の研究を推進する必要がある。

人工衛星、気象レーダ、航空機等を利用した各種観測手法の開発・高度化を図る。それらを基に、台風、竜巻、温帯低気圧等の内部構造、発生・発達機構、外的変動要因を解明し、それらの規模・変動・移動に関する予測精度の向上を図る。

(6) 気候変動等の予測

近年、地球温暖化等の地球規模の気候変動やそれに伴う異常気象の発生の問題がクローズアップされ、地球温暖化及びそれに伴う海面上昇や台風

の形態変化等により様々に災害が変質していくことが予想されている。しかし、これらの予想には、多くの不確定要素が含まれており、現状では科学的に十分解明されていない。このため、気候変動及び異常気象の実態解明とともに予測技術の高度化を図り、地球規模の気候変動による災害形態の変質や新たな発生が予測される災害の発生要因を解明する必要がある。

気候変動及び異常気象の予測技術の高度化

地球規模の気候変動及び大規模な気象災害をもたらす異常気象について人工衛星、気象レーダ、船舶、ライダー等による観測、資料収集、解析的研究を推進するとともに、気候システムに係る諸過程に関する実験的研究を推進する。

また、それらを基に、気候の変動特性の解明及びコンピュータを利用した気候モデルによる数値シミュレーション技術の高度化を図る。

地球規模の気候変動に伴う新たな災害発生要因の解明

各種観測調査により、地球温暖化に伴う海面上昇、台風の形態変化等のプロセスとその予測に関する研究を推進する。

また、数値モデルによるシミュレーションとともに、実体モデルによる実験的手法の利用を図り、気候変動予測と災害事例、地域固有条件（地形、地質、気候、土地利用等）を基にした災害形態の変質や新たな災害発生の可能性予測モデルの開発を推進する。

2. 地変災害の防止技術

地震・火山噴火等の地変現象に伴う構造物や産業施設の被害を軽減するためには、構造物等に作用する外力・荷重を明らかにし、発生する応力・変形を評価することが重要となる。このため、各種データを蓄積・分析し、想定すべき物理量を確立するための確率統計的な研究が必要である。また、理論的・基礎的研究を推進し、これらの外力・荷重を受ける構造物等の破壊メカニズムを解明するとともに、材料、工法、設計法等について信頼性工学等を導入し、災害の防止技術をより合理的に高度化する必要がある。さらに、被害を最小限に抑える上で、防災に関する情報を適時に発出・伝達することが

重要である。

(1) 地震動の特性の解明

地盤と構造物の耐震性能を評価するには、まず、地震動の特性及び地震動と構造物の振動との関係を解明することが重要である。地盤の深部から表層までの地質構造については東京・大阪において調査が進んでおり、東京湾、駿河湾の湾岸地域、仙台市等で高密度強震観測網の整備が進んでいる。また、地震動の伝播特性を解明する技法が進歩し、距離減衰、地形・地質構造による地震動への影響、長周期地震動の特性等、基本的な知見が得られつつあり、大都市圏での地震危険度マップも一部作成されるようになってきている。今後はさらに高密度な強震観測網の整備を推進するとともに、地盤の非線形特性や液状化を考慮した地震時の地盤挙動の解明等を図る必要がある。

地震基盤及び表層地盤内における地震動の伝播特性の解明

関東・東海地域、その他必要な地域において、人工震源、ボーリング、重力観測等による地震基盤及び表層地盤の構造、物性等の解明を行うとともに高密度な強震観測網を整備し、地震波動の震源特性及び伝播特性の解明を行う。

地震時の地盤の振動特性の解明

強震観測網の拡充・整備及び必要な強震計の改良を行い、これにより得られたデータを蓄積し、各地域における地盤について詳細なデータベースを構築する。それらを基に、地盤の非線形特性、液状化をも考慮した地震時の振動挙動の解明を行うとともに、地域ごとの地震動の予測手法の高度化を図る。また、史料及び地質学的研究による過去の地震時の地盤災害事例等に基づき、地盤の振動特性の解明を行う。

構造物の地震動による振動特性の解明

強震観測網の拡充・整備及び必要な強震計の改良を行い、それらを用いて各種構造物の地震動による振動特性の解明を行う。

(2) 構造物の耐震技術

構造物の耐震技術については、地震時の構造物の振動特性の解明が進み、耐震設計手法に取り入れられる一方、免震や構造物の振動を抑制する技術、各種構造形式に対する各種耐震診断・補強技術が開発され、実用化されつつある。今後、理論的研究、各種シミュレーション手法の研究、縮小モデルを用いた実験を含む大型振動実験手法の研究等を行い、それらの技術の高度化を図るとともに、既存構造物・産業施設の老朽化対策・被災度評価技術及び被災構造物の応急復旧技術の開発・高度化を図る必要がある。

構造物・施設の耐震技術の高度化

地震時における建築構造物、土木構造物及び石油プラント等の産業施設の振動特性及び破壊メカニズムを解明する。また、それらを基に、免震技術・振動抑制技術を含む耐震設計技術の高度化を図るとともに、当該設計に有効な新しい高強度・高品質材料及び高性能な構造システムを開発する。

また、大型産業施設に特有な、逐次破壊現象等の地震被害のメカニズムを解明し、その防止技術の高度化を図る。

さらに、既存構造物・産業施設に対する耐震点検技術及び補強、修復技術の高度化を図る。

構造物・施設の老朽化対策技術の高度化

既存構造物・施設の経年劣化の強度に与える影響を解明するとともに、経年劣化状況の点検技術の開発を行う。また、それらを基に、耐震点検技術及び補強、修復技術の高度化を図る。

被災した構造物・施設の被災度評価及び応急復旧技術の高度化

地震動を受けた構造物・施設の被災度評価技術の高度化を図るとともに、地震動により被災した構造物・施設の応急の強度・性能回復技術の高度化を図る。

大型振動実験のための設備・手法の高度化

各種構造物・施設の振動特性・破壊メカニズムを解明するための大型振動実験施設及びそれらを用いた実験手法の開発・高度化を図る。

(3) 設備機器の耐震技術

これまでに構造物の各種耐震技術はかなり高度化されてきているが、昨今のコンピュータ、情報通信機器等に代表される各種機器の重要性が増大する状況を考慮して、巨大地震発生時等に屋外設備及び室内機器の機能を保持するための技術を高度化する必要がある。

地震時における揺れがコンピュータ、通信施設等の設備機器に及ぼす影響の解明及び当該設備機器の耐震技術の高度化を図るとともに、振動抑制装置、免震床等設備機器の揺れを抑える技術の高度化を図る。

(4) 津波災害の防止技術

地震に伴う津波については、断層モデルが推定できる場合には海底及び沿岸の地形による波源域からの津波の伝搬、波高の増大及び遡上の特性についてほぼ明らかとなり、津波発生後の一連の変化を数値モデルで計算可能となってきているが、海底地形や沿岸境界条件の設定も含め、精度の向上を図る必要がある。一方、津波地震（マグニチュードの割には大きな津波を起こす地震）時の津波については、まだよく解明されておらず、今後、これらについても研究する必要がある。また、この数値モデルを基に、被害予測の研究を行い、被害影響度を考慮した対応技術の高度化が必要である。

津波の発生機構の解明

地震津波のほか、津波地震時の津波、火山噴火や大規模地すべりによる津波の発生機構の解明を行う。

津波の予測及び危険度評価技術の高度化

波高計、海底観測機器等の津波観測機器の開発・高度化を図り、潮位観測、津波の波高観測及び海底における津波観測を推進する。また、それらを基に、津波特性の解明を行うとともに、津波の大きさ、波形等の予測技術及び津波に伴い発生する火災をも考慮した沿岸地域の危険度評価技術の高度化を図る。

津波災害防止技術の高度化

津波を再現した模型実験から、津波の伝播機構及び遡上時の変形特性の解明並びに構造物の破壊機構の解明を行うとともに、海岸保全施設の耐波設計技術及び津波防護・避難施設の構造設計技術の開発・高度化を図る。

また、津波予報・警報等の情報を迅速・正確に発出・伝達する手法の高度化を図る。

(5) 地震時における地盤災害の防止技術

粘性土、軟弱地盤及び沖積砂層の解析が進み、液状化対策等の地盤改良技術の開発も進められている。斜面崩壊については、予測解析法に基づきハザードマップを作成する試みが行われている。今後は軟弱地盤等に設置する構造物の構造設計技術の高度化、改良地盤の有効性の確認、及び降雨と地震との複合災害を想定した斜面災害の予測解析法の開発を行うとともに、各種地盤の危険度評価手法の高度化等を図る必要がある。

地震時における軟弱地盤等の危険度評価及び対策技術の高度化

地震時における粘性土・軟弱地盤の挙動及び砂質土の液状化機構の解明を行うとともに、軟弱地盤、活断層等を考慮した各種地盤の地震危険度評価技術の高度化を図る。また、軟弱地盤等の地盤改良技術を高度化するとともに、軟弱地盤等に設置する人工台地を含む各種構造物及びライフラインの構造設計技術の高度化を図る。

地震時における斜面崩壊の危険度評価及び防止技術の高度化

地震時における地すべり、がけ崩れ及び山崩れの発生機構の解明を行うとともに、個別斜面、造成宅地等の地震危険地域の評価手法の高度化及び防止技術の高度化を図る。

(6) 火山災害の防止技術

火山災害は、降下噴出物、溶岩流、火砕流、火山泥流、火山体の崩壊、火山性津波等、幅広い現象によるものであり、最近の我が国の火山災害を

見ても、雲仙岳の火砕流・火山泥流、三宅島や伊豆大島の溶岩流等にみられるように、様々な要因による深刻な火山災害が発生している。最近新たに、航行中の航空機が火山灰に遭遇し事故寸前となる事例が多発し、新しい様式の火山災害も課題になっている。

また、災害要因となる現象を観測し状況を正しく把握することが重要であるが、雲仙岳の火砕流については、可視及び赤外映像や、合成開口レーダ、空振計、地震計及び傾斜計の組合わせ観測が、また、桜島等の爆発的噴火では、空振計、地震計、地殻変動の組合わせ観測が有効であった。

今後、これらの災害要因の解明と現象の観測・早期検知・警報技術、災害防止の設備、技術等の研究開発を進める必要がある。

火山体での高速流下現象の解明

火砕流、火山泥流及び火山体の崩壊とそれに伴う岩屑流等火山で発生する高速流下現象について、観測、モデル実験やシミュレーションにより、発生機構の解明を行う。

火山災害防止・軽減のための観測手法及び観測機器の開発・高度化

夜間、悪天候下、山岳地等視認が不可能な条件下を含め、観測によって災害要因の発生の有無やその規模の判断が迅速に行えるよう、火砕流、溶岩流、火山泥流等の観測手法や観測機器の開発・高度化を図るとともに、早期検知システムの開発・高度化及び火山観測において安全を確保するための自動化や遠隔化技術の開発を図る。また、火山灰等上空に放出された火山噴出物の観測技術の開発・高度化を図る。

火山災害の防止・軽減技術の高度化

個々の火山の活動史やマグマの特性に基づく危険度評価、さらに世界の噴火災害の事例統計に加え、シミュレーション等を活用し、火山災害の危険地域の評価技術や災害の防止・軽減技術の高度化を図る。また、現象の早期検知とその推移予測技術の開発を進め、情報や警報の内容の一層の充実を図るとともに、情報伝達の迅速化を図る。

さらに、航空機の安全航行に影響を与える噴出物の拡散を把握するとともに、その推移を予測する技術の高度化を図る。

3. 気象災害の防止技術

過去の災害の経験を生かし、防災に関する研究開発や防災対策が進んできたため、気象災害による死者・行方不明者の数は減少してきている。しかし、被害額については依然大きく、また、都市化の進展により災害形態も多様化している。このため、今後は災害の経済的影響度をも考慮した防止技術の研究開発が必要である。

また、最近では周辺環境と調和した防災が望まれていることから、防災機能と自然と親しむための機能を兼ね備え、環境や景観に調和した防災施設の設計技術の開発とその高度化が必要となる。このため、林木、草本や土材料など生態系を考慮した材料及び施工技術、コンピュータ・グラフィックスを用いた景観設計技術等の新しい技術の開発・導入を推進していく必要がある。

さらに、既設の堤防、海岸保全施設等の構造物については、経年劣化に対応していくため、劣化診断技術及び補修技術を開発・高度化する必要がある。

その他、適時に災害対策をとるための広域にわたる地上データを得るため、新しい観測・通信機能を持った衛星システム、搭載用センサー及び観測データの解析技術の開発・高度化を図る必要がある。

(1) 洪水氾濫災害の防止技術

都市化の進展に伴う水害危険区域内の人口・資産の増大により、洪水氾濫災害の影響度が増加してきている。このため、洪水氾濫災害発生時の被害予測技術の高度化を図り、その影響度を考慮した対応技術の高度化を図る必要がある。

洪水氾濫災害防止技術の高度化

都市化の進展等の流域条件が降水の河川への流入に与える影響を解明し、豪雨予測を基にした流入量予測の精度向上を図る。

また、貯水方式・流下方式・浸透方式等の各種手法の組み合わせによる洪水氾濫災害防止技術の高度化を図る。

さらに、地下河川等を含む都市における流域の形態、及び流木等を含む氾濫水の挙動を考慮した河川洪水の危険度評価技術の高度化を図る。

河道変動等への対策技術の高度化

土砂の生産・流送機構を解明し、生産土砂量・流出土砂量の予測を行

うとともに、構造物による河道変動機構の解明とその対策技術の高度化を図る。

また、局所変動だけでなく、流域全体としての土砂管理技術の高度化を図る。

堤防の強化技術の高度化

降雨、浸透水、漏水及び越水による堤防の破壊機構を解明し、堤防の強化技術及び応急復旧技術の高度化を図る。

浮遊砂・ウォッシュロードによる濁水・土砂堆積被害対策技術の開発

浮遊砂・ウォッシュロードによる濁水・土砂堆積の被害調査を推進することにより、被害発生機構を解明し、対策技術を開発する。

(2) 土砂災害の防止技術

斜面崩壊や土石流の発生機構については、その解明が進んできており、地形、地質調査と雨量観測により、ある程度予測できるようになってきている。また、数値シミュレーションモデルによる氾濫範囲の推定も可能となっていており、土砂災害危険度の判定手法の基礎として、災害軽減に役立っている。しかし、都市区域の拡大に伴う急斜面地域周辺への居住地域の拡大や雲仙普賢岳に見られる火山噴火に伴う土石流の発生等地域の特性を考慮した斜面崩壊や土石流に対する防止技術の高度化が必要となってきた。また、ハード的対策以外にも危険度評価による影響予測を基にした避難手法等のソフト的な対策技術の高度化を図る必要がある。

また、構造的な地すべりや幹線道路等における大規模な落石に対する対策技術についても高度化を図る必要がある。

斜面崩壊及び土石流の危険度評価技術の高度化

急傾斜地や火山地域で見られる降雨・融雪に伴う地すべり、がけ崩れ、山崩れ及び土石流に関する調査・観測・実験研究を推進し、それらの発生機構の解明及び危険度評価技術の高度化を図る。

斜面崩壊及び土石流の防止技術の高度化

降雨、融雪及び流水による危険斜面の動的挙動の観測及び実験手法を高度化するとともに、斜面崩壊・土石流発生の検知機器及び発生情報の伝達技術の開発・高度化を図る。それらを基に、地域的、個別的な予測・対策技術を高度化するとともに、斜面崩壊・土石流による被害発生の防止技術の高度化を図る。

河川上流部における土砂災害防止技術の高度化

土石流・土砂流等、種々の土砂移動現象に関し、土砂の流動・堆積機構を解明し、扇状地上の流路工技術・上流河道内での土砂のコントロール技術等の防止技術の開発・高度化を図る。

構造的に発生する地すべりの発生機構の解明と予測及び対策技術の高度化

構造的に発生する地すべりによる災害を調査・研究することにより発生機構を解明し、予測及び対策技術の高度化を図る。

幹線道路等における大規模な落石の危険度評価及び対策技術の高度化

幹線道路等沿線における落石調査により落石発生機構を解明し、大規模な落石の発生危険度評価技術の高度化を図るとともに、大規模な落石についての対策技術の高度化を図る。

(3) 沿岸域の保全技術

高潮災害に関しては、伊勢湾台風を契機に研究がさかんに行われ、数値モデルの高精度化が図られ、それに応じた沿岸構造物等による防災対策が取られてきている。今後はこれらの数値モデルを基に、大都市での被害予測の研究を行い、被害影響度を考慮した対応技術の高度化が必要である。また、海岸侵食については、各種の海浜安定化工法等の開発・施工が行われ、それぞれの工法の長短所が明らかにされつつある。

異常波浪の予測技術の高度化

現場における観測技術の開発はもとより、人工衛星及び航空機を利用したりリモートセンシング機器の開発・高度化を図り、沿岸波浪及び外洋

<p>波浪の観測研究を推進する。それらを基に、異常波浪の発生機構の解明を行うとともに、沿岸部及び外洋域における異常波浪の予測技術及び沿岸地域の危険度評価技術の高度化を図る。</p>
<p>高潮災害防止技術の高度化</p> <p>潮位の観測研究を推進し、高潮の予測技術及び沿岸地域の危険度評価技術の高度化を図る。それらを基に、高潮災害防止技術及び応急復旧技術の高度化を図る。</p> <p>また、高潮と河川洪水が複合した災害の防止技術及び危険度評価技術の開発・高度化を図る。</p>
<p>沿岸構造物の耐波技術の高度化</p> <p>模型実験等により構造物の破壊機構を解明し、消波性能や耐波安定性に優れた新しい構造を開発するとともに、不確定要素を考慮した信頼性設計法の導入による新しい設計法を開発する。それらを基に、臨海空間利用形態に応じた港湾・漁港施設、海岸保全施設等の設計手法の開発並びに耐波技術及び応急復旧技術の高度化を図る。</p>
<p>海岸侵食防止技術の高度化</p> <p>漂砂及びこれを引き起こす波や流れの総合的な観測により、砕波帯内における砂の移動機構と漂砂現象を解明する。それらを基に、海岸侵食による海浜変形の予測技術の開発・高度化を図るとともに、海岸侵食防止技術の高度化を図る。</p>

(4) 雪氷害の防止技術

雪氷害の防止技術については、長年の研究により積雪の性質や雪崩現象の解明等、かなり進展してきており、その研究成果は各種の融除排雪技術、雪崩発生監視システムや高速交通機関の事故防止及び着氷雪防止技術として利用されている。しかし、都市化の進展により降雪時の都市機能の確保は一層重要性を増してきており、利雪の観点を取り入れた雪氷処理技術等、今後も雪氷災害に対する防止技術の高度化が必要である。

豪雪時の雪氷処理技術の高度化

自然エネルギー等を利用した融雪技術及び除雪技術、流体輸送、機械輸送を用いた都市部の積雪処理技術並びに雪氷の冷熱等を利用する利雪技術を開発・高度化するとともに、構造物の耐雪設計技術及び積雪寒冷地における生活環境改善技術の高度化を図る。

また、融雪制御技術や出水の長期予報技術を確立し、利水・治水両面の総合管理システムの開発・高度化を図る。

豪雪時における交通等の機能確保技術の高度化

気象レーダ、人工衛星及び地上観測を組み合わせた降雪、吹雪及び地吹雪の短時間予測技術の開発・高度化を図る。

また、豪雪時に用いる緊急輸送車両、除雪車両等の開発・改良による道路、鉄道、港湾、空港等の交通輸送機関の機能確保技術の高度化、吹雪・地吹雪による視程障害や凍結防止に関する対策技術及び雪氷情報提供システムの開発・高度化を図る。

さらに、ライフライン機能確保のために、送電線及び通信線の着雪氷防止技術の高度化を図る。

雪崩災害防止技術の高度化

降積雪の地域特性及び気象変化に伴う積雪の変態と雪崩の発生についての調査研究を行うとともに、天然・人工雪崩の観測及びモデル実験を行う。それらを基に、雪崩の発生機構の解明及び発生予測技術の高度化を図るとともに、雪崩発生制御技術、雪崩発生の検知技術及び発生情報等の伝達技術の開発・高度化を図る。

また、雪崩の速度・密度分布の測定等、雪崩のダイナミックな運動形態を解明し、内部構造を考慮した雪崩モデルを開発することにより、雪崩防御技術、応急復旧技術及び雪崩危険度の評価手法の開発・高度化を図る。

雪泥流災害等の防止技術の高度化

雪泥流（水で飽和した雪の流れ）、融雪洪水の発生機構を解明し、予測技術を開発・高度化することにより、雪泥流災害、融雪洪水災害等の

防止技術の高度化を図る。

林木の雪害防止技術の高度化

豪雪による林木の被害状況調査・研究を行い、豪雪による林木被害の発生機構を解明することにより、林木の雪害防止技術及び被害木処理技術の高度化を図る。

(5) 強風災害の防止技術

強風災害に関する研究は、昭和34年の伊勢湾台風以降、構造物の耐風設計等多岐にわたり、盛んに研究がなされ、実際の構造物の設計に反映されてきた。しかし、昭和61年の温帯低気圧の強風による神奈川県厚木市付近での送電鉄塔倒壊事故、あるいは平成2年の千葉県茂原市での竜巻や平成3年の台風19号による多くの建物被害に見られるように、強風を受ける構造物の応答、破壊特性に関しての課題が明らかになってきている。そのため、構造物の応答や破壊特性を考慮した強風災害の防止技術の一層の高度化を図るとともに、強風による被害の予測技術の高度化を図る必要がある。

また、近年ダウンバーストによる建築物の倒壊や農業被害が目立ってきた。この現象は航空機の墜落事故に結びつく可能性があるため、探知技術及び発生予測技術の高度化を図る必要がある。

さらに、強風による被害発生機構を知る上では、局所風の立体分布の観測が重要であることから、その観測技術の開発・高度化を図る必要がある。

強風の予測技術の高度化

ドップラーレーダを利用した突風や局所風の観測を行うことにより、その発生機構の解明を行い、局所風の発生予測技術の開発・高度化を図る。

また、航空機事故、橋梁上の交通機関の事故等につながるような突風・強風についての発生予測技術及び発生の前兆現象の探知技術を高度化するとともに、都市部における高層ビル街などに発生するビル風の発生予測技術の開発を図る。

強風災害の防止技術の高度化

強風による林木・果樹等への被害発生機構を解明し、強風による被害予測技術及び対応技術の開発・高度化を図る。

また、強風が構造物に与える影響を解明し、構造物の耐風設計技術及び応急復旧技術の高度化を図る。

さらに、強風に伴う塩害による農作物、林木及び電力施設への被害発生機構を解明し、塩害発生予測技術及びその対応技術の開発・高度化を図る。

台風等の予測から発生する被害を想定し対策を講ずる技術の高度化

大気下層の風の立体分布観測技術の開発・高度化を図る。また、台風等の進路、規模等の予測から、風速分布及びこれに伴い発生する被害を予測する技術を開発し、影響のある地域に必要な情報を提供するシステムの開発を図る。

また、航空機事故につながる突風の探知・予測情報を適時・的確に航空機に伝達する技術の高度化を図る。

(6) 気候変動等への対応技術

地球規模の気候変動に伴う災害形態の変質と新たな災害の発生が危惧されており、それらの予測技術及び対策技術の開発・高度化が必要である。

また、異常低温、干ばつ、長雨等の異常気象の発生は、第一次産業の生産に大きな影響を与えることから、異常気象への対応技術として、農作物の品種改良等の研究が実施されており、低温障害の発生原因が解明されたり、防風林や防風網による減風が被害軽減に役立つことが明らかにされてきている。今後も異常気象に対する農作物等の障害要因を解明し、対応技術の高度化を図る必要がある。

異常気象への対応技術の高度化

農作物及び造林木の寒冷害及び干害を防止する各種対策技術の高度化を図るとともに、異常気象予測との関連に基づく生産予測手法の高度化を図る。

また、濃霧、ひょう等による農作物への被害発生機構の解明を行い、

予測技術及び対応技術の高度化を図る。

地球温暖化等への対応技術の高度化

予想される地球温暖化に伴う海面上昇、台風の形態変化等による災害の変質について、実体モデルや数値モデルを用いた予測技術の開発・高度化を図る。また、これら変質する災害の危険度評価技術の開発・高度化を図る。

(7) その他

落雷は停電や航空機運航阻害の原因となり、また人的被害も発生していることから、雷発生機構の研究が進められている。今後は落雷の予測技術の高度化や落雷を安全な場所に誘導する技術の開発・高度化が必要である。

また、環境との調和の観点から森林を利用した災害防止技術及び生態系に配慮した土木構造物の設計・施工等の防災技術の開発・高度化を推進する必要がある。

さらに、近年問題となっている酸性雨、酸性雪等による森林及び防災施設等の被害に対する対応技術の開発・高度化が必要である。

雷災害防止技術の高度化

雷雲及び雷の観測研究を進めるとともに、落雷災害の調査研究や落雷実験等を推進することにより、落雷の特性を解明し、上空における航空機への落雷を含め落雷予測技術の高度化を図る。

また、雷災害を防止するために、落雷誘導技術の開発・高度化を図る。

森林を利用した災害防止技術の高度化

森林が持つ災害防止機能の評価手法及び当該機能を改善する技術の高度化を図る。

また、大規模森林火災の発生機構を解明するとともに、発火防止・消火技術の開発・高度化を図る。

生態系に配慮した防災技術の高度化

生態系に配慮し少しでも自然に近い材料あるいは構造をもった土木構

造物を施工するための設計・施工法等の防災技術の高度化を図る。

酸性雨、酸性雪等に伴う災害の防止技術の高度化

酸性雨、酸性雪等の観測研究及びこれらの発生に伴う森林及び防災施設等の被害の調査研究を推進し、酸性雨、酸性雪等に伴う新たな災害の発生要因を解明する。それらを基に、これらの災害の予測技術及び対応技術の開発・高度化を図る。

4. 総合防災に関する科学技術

(1) 都市の防災化のための技術

近年、大都市への人口・社会経済活動が集中するとともに、都市構造の複合化・過密化が一層進展し、情報通信、電力、ガス、水道等のライフラインへの依存度がますます大きくなってきている。これにともない災害の様相も変遷し、大都市部、特に首都圏は、災害に対して非常に脆弱な体質になってきている。また、都市構造の変化により、少量の降雨でも河川流量が急激に増加する等、大都市特有の災害も見られるようになってきた。このため、ライフラインの防災能力向上や災害に強い都市計画等、都市構造の防災化技術、大火・水害対策技術をより一層高度化し、複雑多様化していく都市災害に的確に対応していくことが必要である。

1) 都市構造の防災化技術の高度化

現在、ライフラインは社会生活に不可欠な基盤となっており、また相互に依存しており、ライフラインの被災が二次的災害の拡大や復旧の大幅な遅れにつながるものが懸念される。このため、各ライフライン間の相互依存性と独立性のバランスを考慮した防災対策を行う必要がある。

また、工業集積地区、臨海地区、高層ビル、大規模地下空間、大規模複合空間等における災害分析と対策手法の開発を進めるとともに、都市計画、さらに複数の都道府県や地域の連携による防災体制の高度化を目指す地域計画について防災水準の高度化を図る必要がある。

都市災害の事例解析、災害危険度の地域別評価手法の高度化、ライフ

ラインの被害検知評価手法及びその相互依存性の低減を考慮した被災時の機能保持能力の向上、並びに工業集積地区、臨海地区、高層ビル、大規模地下空間、大規模複合空間等の災害の拡大シナリオ分析と対策手法の開発・高度化等を進めることにより、都市構造の防災化技術の高度化を図るとともに、交通システム、都市計画、地域計画等の計画技術の高度化を図る。

また、地震時の高層ビル、大規模地下空間、大規模複合空間等の大規模施設における生活機能の維持技術の高度化を図る。

さらに、複数の災害要因を考慮した地域全体の災害発生の危険度を評価する手法を開発する。

2) 都市の大火・水害防止技術の高度化

都市の密集市街地においては、大地震の際、同時多発的に発生する火災や危険物施設の破損による火災・爆発が大火災に発達する恐れがある。また、流域の都市化の進行にともなう降雨時の河川流量の急激な増加等による氾濫や、停電にともなう排水装置の停止による地下空間の浸水も懸念されることから、都市の大火・水害防止技術を高度化するための研究開発を進める必要がある。

都市の大火防止技術の高度化

巨大地震時や強風・異常乾燥条件下での出火・延焼拡大機構及び火災気流の性状の解明を行うとともに、都市における延焼遮断帯の配置手法及び不燃・難燃建築設計技術を改良・高度化し、火災拡大防止技術及び消火用水の確保を含む消防技術の高度化を図る。

都市の水害防止技術の高度化

都市部河川の氾濫を防止するため、地下河川の設計技術の高度化を図るとともに、都市全体の雨水貯留能力の向上に関する研究を行う。また、停電等が発生した場合の地下空間の浸水対策技術の高度化を図る。

(2) 災害時の対応技術

巨大地震等大災害の発生時には、輸送機関、ライフライン等の機能低下や一般住民の混乱、被害発生状況の的確な判断等により、被害の拡大や復旧遅延が懸念される。このため、災害時においても情報収集から分析、伝達までを的確に行うための総合的な災害情報システムの開発を図る必要がある。また、最近注目を集めているリアルタイムで地震規模を判定し直ちに被害を軽減するための措置をとる研究の推進、災害発生後の住民の避難誘導や必要な資機材・人員等の配置、応急復旧等についても高度化を図る必要がある。

この他、社会の高齢化、国際化に伴う、高齢者、外国人等災害弱者の増加への対応といった社会構造の変化に対応した技術開発も重要となってきている。

1) 災害情報システムの開発・高度化

地域において災害が発生した場合、被害を最少にとどめ、住民の混乱を防止するためには、都市防災データベース（都市防災のための地域情報データベース）の構築等により都市の構造や土地の利用形態を事前に把握するとともに、災害発生状況の的確な把握・情報収集、対処方針の検討・判断、情報伝達・対策の指示等を支援する総合的な災害情報システムの構築が必要である。

建築物の位置・用途・耐震強度等の建築物に関する情報、病院・独居老人等の災害弱者に関する情報、避難路・避難場所等避難に関する情報等の地域情報をデータベース化し、的確な被害発生状況の把握、住民の避難救護、応急復旧等を支援する災害情報システムの開発・高度化を図るとともに、同システムを平常時の行政用情報システムに組み込んでいく手法を開発する。

2) 地震早期検知による対応技術の高度化

巨大地震による被害の軽減を図るためには、地震発生をいち早く検知し、被害の拡大を防止するシステムの構築が有効である。例えば、鉄道の分野においては揺れ始めの小さな振動で即座にその地震規模を推定し警報を出す地震警報システムが既に実用化されている。

今後、震源近くで地震の発生を検知し、伝送する早期検知・警報技術に

関する研究開発を進めるとともに、輸送機関、病院、コンピュータ機器、ライフライン等の非常時対応技術の迅速化に関する研究開発を進める必要がある。

早期検知・警報技術の高度化

海溝型巨大地震の発生を震源近くの海底で検知する信頼性の高い地震計を開発するとともに、伝送技術を確立し、これらを用いて瞬時に地震規模を判定し、早期警報を発する技術を開発する。

地震早期警報による被害の防止・軽減技術の高度化

地震の早期警報に基づき、輸送機関、医療機関、ライフライン施設、コンピュータ、危険物・有害物の取扱い施設等の被害を防止・軽減する技術の高度化を図る。

3) 災害時の人間行動への対応技術の高度化

大災害時には、情報の混乱や途絶が予期しない被害の拡大を招くことが予想される。特に、大地震時等において、一般大衆の行動は平常時と異なるものとなり、流言等による心理的・社会的混乱、いわゆる「パニック現象」が発生する可能性があるため、災害発生時に必要な情報の伝達を確保することが不可欠である。また、防災意識・知識の低下や高齢者、日本語を十分理解できない外国人等の災害弱者の増加等、人間行動に伴う混乱・被害の拡大化要因が増加してきている。このため、災害情報伝達技術や群集避難誘導技術を高度化するとともに、流言の抑制や災害発生時における防災関連組織の的確な行動を可能とする手法の高度化が必要である。

また、災害時に住民がどう対応するかは被害の防止・軽減に大きく影響することから、一般住民への防災教育・訓練の充実を図る必要がある。

災害情報伝達技術の高度化

予知・予報及び災害情報に対する個人、家族、地域組織の対応を分析し、緊急時における効果的な情報伝達技術の高度化、及び非常緊急体制への切替えの最適化手法の高度化を図る。電話については、輻輳軽減による通信確保のための技術の高度化を図る。

群集の避難誘導技術の高度化

災害時における集団心理等による混乱の発生機構等の解明を行い、被害の拡大予測を行いつつ、避難誘導を行うシステムの高度化を図る。さらに、高齢者・外国人・身体障害者等の災害弱者の容易な避難を可能とする早期警報・避難・救護支援技術や防災シェルターの開発・高度化を行うとともに、災害発生直後の住民の判断を支援する手法の開発を行う。

流言の抑制や防災組織の構成に関する手法の高度化

災害発生時の流言による心理的・社会的混乱を回避・鎮静化するため、流言の発生・拡大のメカニズムを解明し、その発生拡大を抑えるための災害情報伝達の媒体の活用手法等の高度化を図る。また、防災に関連する組織間及び組織内の災害発生時の行動様態を解明し、緊迫した状況下において適切な行動を可能とする組織様式や訓練の方式の高度化を図る。

効果的な防災教育及び防災意識の啓発のためのツールの高度化

効果的な防災教育・訓練・広報のためのプログラム・ツールの高度化、及び住民の防災意識高揚のための被害想定を作成・公表手法の開発・高度化を図るとともに、外国人や子供でも容易に理解できる防災サイン等の開発を行う。

4) 大災害時の応急対応技術の高度化

災害時の応急対応策としては、資機材・人員の配備等を効率的に行い、一応の生活が維持できるようにすることが必要である。また、被災物の被災度を判定し、早期にその機能を回復することが必要である。

効率的な資機材、人員等の配備・供給システム、早期復旧に不可欠となる道路、橋梁等の選定手法及び各種ネットワークの分割・統合化手法を高度化するとともに、災害発生後に生活を維持する上で最低限復旧すべきライフラインの選定手法を開発し、該当するライフラインを早期に復旧する技術や人命救助・救護システムの高度化を図る。また、被災したライフライン、構造物等の被災度判定手法等を確立し、都市復旧技術

の高度化を図る。

(3) 災害の社会・経済的影響及び防災対策評価技術

巨大地震等による首都圏・大都市の社会的・経済的な被害による影響は一地域・一国にとどまらなくなっており、被害拡大現象を解明すること及び国全体の経済と国民生活に与える影響を予測・解析することは、今後の防災対策を進める上での基礎となるものである。また、防災対策を促進するためには、防災対策の費用対効果について、保険システム等を含め幅広く検討することが重要である。さらに、防災における目標レベルについては、災害の種類によって異なるが、これを合理的に設定することにより、企業等の防災意識向上と防災に対する社会的合意の醸成を図ることが必要である。

この他、災害復旧に当たっての中核機能の保全・代替や社会経済活動を支えているコンピュータデータ防護対策に関する技術も重要な課題である。

大都市災害の社会・経済に与える影響の予測・解析

巨大地震等によって大都市に発生した被害が国内外の社会・経済に与える影響を予測・解析する手法を開発・高度化するとともに、地震発生等の予知・予報及び災害の状況等防災に関する情報の提供が社会・経済に与える影響を予測・解析する手法を開発する。

被害の貨幣換算手法及びそれに基づく対策効果の評価解析

災害による物的被害及び社会・経済的被害の貨幣換算手法を開発するとともに、災害のシミュレーション等を用いて防災対策の有効性を評価する手法を開発し、防災対策の費用対効果を評価する手法を開発する。

防災における目標レベルの合理的な設定

防災対策により全ての被害の発生を防止することは不可能であるため、社会が許容する投資額により達成できる防災水準と社会が期待する防災水準の乖離を明らかにすることにより、防災対策策定に当たっての社会的な合意を得られる目標レベルを合理的に設定する手法を開発する。

その他

地震時に、社会・経済活動維持に必要なコンピュータデータを確保す

る技術を高度化するとともに、これらのデータを提供するための通信機能を維持するための技術を高度化する。

また、災害時の中枢管理機能等の保全、代替に関する技術及び手法を高度化する。

第3章 研究開発を推進するに当たっての重要事項

これまでに示した諸分野の研究開発を進めるに当たっては、以下の点を踏まえその効率的実施に努める必要がある。

1. 基礎研究の振興

自然災害の原因となる自然現象は、地震、火山噴火、津波、集中豪雨、豪雪、台風、地球規模の気候変動等非常に多様であるが、自然災害による被害を防止・軽減して行くためには、各々の自然現象を観測・解明し災害の発生メカニズムを解明することが必要である。このためには、基礎的データ・知見の蓄積が不可欠であり、基礎研究が非常に重要な役割を果たす。このため、広範な基礎研究を行っている大学・国立試験研究機関等の役割が極めて大きく、その一層の整備充実を図り、基礎研究の充実・振興を図ることが重要である。

2. 地域の特性に応じた研究開発の推進

地震活動や火山噴火活動は、プレート構造、地域の地殻構造、個々の火山の特性等によりかなり異なり、また、気象・海象現象に起因する災害や地盤災害についても、各地域の地形、気候等の違いによりかなり地域特性がある。さらに、地域における防災対策は、都市の規模、特徴等各地域の実態に即したものであることが必要である。このため、地域の特性に応じた観測及び研究を推進することが必要である。

このためには、政府関係機関、各地の大学、地方公共団体及び民間企業が連携・協力して各地域に密着した調査・研究開発を行うことが重要である。

3. 国際共同研究開発の推進

災害の発生原因である自然現象は、多様であり、地球規模の気象現象あるいは地球内部の活動といったように非常にスケールの大きいものが多いことから、二国間協力、多国間協力、国際機関の諸活動等を通じて、国際共同観測・研究、技術協力、研究者等の交流、専門家会議等の開催、情報交換等を積極的に推進することが重要である。特に、海外で発生した場合に現地へ赴き、国際的な共同研究や共同観測を行うことは、研究に必要なデータを得る上で効果的である。また、このような共同活動への途上国の研究者の参加を

促進することにより、人材育成に貢献するという視点も重要である。

さらに、宇宙技術、コンピュータ通信技術等を駆使し、国際的な防災情報の交流、自然災害情報の調査・分析等を通じた国際協力を推進し、諸外国の防災の分野における能力の向上に寄与していくことが必要である。特に、地震や火山噴火の研究に当たっては、国内外において過去に発生した事例を研究することが重要であり、過去の地震、火山噴火等のデータを迅速に検索・参照することが可能となるデータベースを充実することが必要である。

4. 関係研究機関の連携の強化

防災に関する研究開発は、基礎から応用、開発に及ぶ広範囲な分野にわたるものであり、大学・国立試験研究機関のほか、民間企業も含めて、産学官で連携協力し、総合的、効率的に推進することが重要である。また、防災の分野は、その性格上関係する機関が多く、かつ、ライフラインのように相互に依存し合っているものが多いため、防災対策上はもちろんであるが、研究開発の推進に当たっても、各関係機関間の協力・総合調整を十分にとることが重要である。

広域にわたる自然現象の解明に当たっては、各種データを総合的に分析することが必要であるが、このため、現在、関係研究機関が取得している観測データ及び過去の災害データの相互利用など、関係研究機関が連携協力を一層図ることが必要である。また、地震、火山噴火、津波、洪水氾濫、大規模雪崩災害等のような自然災害については、その発生直後の現地における調査研究が重要であり、このような大規模な災害発生の可能性がある場合や現に発生した場合等緊急な対応が必要な時に適切に対応できるよう、制度・研究連携体制を整備しておく必要がある。

また、各種災害・現象のシミュレーションを総合的に推進するため、人文社会系の研究者による社会構造の研究や心理学的・行動学的特性の研究に基づき工学系の研究者がシミュレーションするといった、学際的な総合研究を進め易い体制を整備することが重要である。

5. 人材の育成・確保

防災に関する研究開発は、非常に広い領域にわたる研究者の努力の結集により成果を上げ得るものであり、また、学際領域の研究開発課題も多いため、各分野において優れた人材が必要なのは言うまでもないが、複数の分野にわたる研究の連携を促進できる人材が必要であり、そのための人材の育成を強化することが必要である。このため、大学、国立試験研究機関等において、防災科学技術に関する教育、研修等の充実に配慮するとともに、共同研究等による研究開発の場の拡大、研究者の国際的な活動の促進により、研究者・技術者を育成・確保する土壌の醸成を図ることが重要である。

6. 研究施設・設備の整備

防災に関する研究開発においては、自然災害に関する各種の現象を様々に複合した現象も含め現実に近い大規模な模型等によって再現し、災害発生のメカニズム等を解明することが有効である。このため、大型実験施設の整備・性能向上を進め、その共同利用の推進を図る必要がある。

また、自然現象を解明するためには、広範囲にわたる多様な観測データが必要である。このため、人工衛星等の利用も含め、各種観測設備を整備・充実するとともに、これらにより得られた観測データの迅速な提供のためのシステムの整備、並びに観測データの解析やモデル等を用いたシミュレーションを行うスーパーコンピュータ等の整備を図る必要がある。

なお、実験施設・設備については、老朽化対応や科学技術の進歩に見合う性能向上という観点から、計画的に整備を進めていくことが重要である。

7. 災害事例データベースの整備

日本は過去に地震、火山噴火、津波、台風、集中豪雨、豪雪等の多くの自然災害を経験しており、それらの災害調査研究資料は、その後の地震対策、治水・治山等の防災技術の研究開発に生かされてきた。このように、災害調査資料の活用は、今後も大いに重要となる。このため、過去の災害データの収集・整理を行い、災害事例データベースを構築するとともに、その保管・管理・提供を総合的に行う体制を整備し、防災に関する研究開発の効率的推進を図る必要がある。

8 . 他の計画との関係

本基本計画に示された研究開発を推進するに当たっては、災害対策基本法に基づく防災基本計画をはじめとする関連する他の計画等との関係を十分配慮する必要がある。

なお、地震予知及び火山噴火予知については、測地学審議会が建議する予知計画の趣旨に沿って各種観測研究を推進する必要がある。

(参考)

防災対策推進に当たっての留意事項

〔「防災に関する研究開発基本計画」に関する意見（科学技術会議、平成5年）
（11月24日付け）より〕

「防災に関する研究開発基本計画」の改定についての検討を行う過程で、研究開発の推進そのものではないが、実際の防災対策を効果的に推進していく上で留意する必要がある、研究開発と密接な関係にあると考えられる事項を取りまとめたので、以下に示す。

1. 新しい防災技術の適用・導入の推進に関して

防災に関する研究開発の成果は、実際の防災対策、都市計画等に反映されてはじめてその効果を発揮するものであり、新しい防災技術の適用・導入を積極的に推進する必要がある。例えば、免震技術、振動抑制技術を含む各種構造物の耐震技術や液状化等の地盤災害への対策技術は、近年めざましい進歩を遂げており、各種の実験によりその有効性についても検証が進んでいる。これらの研究の成果は、実地に適用されてはじめて最終的に有効性を証明できるものであり、これらの技術の一般の構造物や地盤改良への適用・導入を積極的に推進していく必要がある。

防災に関する研究者・技術者は、研究開発の場と防災対策等の企画・実施部局の連携を促進できるよう、積極的に行動していくことが重要である。

2. 総合的な防災データベース等の整備に関して

過去の災害データや各種の地域情報を集積した総合的な防災データベースは、効果的な防災対策を立案する上で不可欠なものである。同時に、総合防災に関する研究開発の結果開発される応急対応技術等は、各地域でデータベースが整備されてはじめてその効果を十分に発揮するものである。このため、過去に発生した災害について、その被害についての事例データベースを作成しこれを利用できる体制にするとともに、その地域の人口構成や家屋、建屋の状態、病院、避難場所等、各機関が所有している多様な地域情報をデータベース化し、有効に活用できる体制を整備することが必要である。ただし、防災に関するデータの中には個人データ等機密に属すべきものもあり、利用

に当たっては十分配慮されなければならない。

また、災害発生時の危険度の評価を具体的に地図上に示し避難方法等の情報や災害に対する備え等を表示するハザードマップは、住民等の災害に対する認識を高め、災害時の対応を円滑に行う上で有用である。また、防災計画の策定に当たっても、危険度の評価に従って防災工事や災害の発生監視の優先順位を明確にする上で重要な基礎資料となるものである。このようなハザードマップは、地域に密着した調査・研究を進めていく上でも有用であり、信頼性の高いハザードマップの作成を推進することが重要である。

3. 複合施設等における防災管理体制の連携に関して

大規模店舗と鉄道施設が複合した施設等、異なる用途の施設が複合した大規模構造物において災害発生時に有効な対策を講じて行くためには、個々の施設が講ずる対策が重要であることは言うまでもないが、関連する施設との連携がとられていないと、有効な避難誘導や被害拡大防止対策を講ずることが難しい。このため、平常時から防災管理体制の連携を図っておくことが重要である。

また、ライフライン等、関係する機関が多く相互に依存している施設については、防災対策及びその研究開発を進めるに当たって、各機関との協力・総合調整を十分とることが必要である。

4. 防災対策の効率的実施に関して

防災対策のための施設を新たに設置するばかりではなく、平常時から使用する施設に防災的機能を付加することによって、災害発生時の被害拡大防止に大きな効果が期待される場合も多い。また、地域開発計画等を策定するに当たっても、個別に防災対策を行っていくのではなく、全体計画の中で当初から様々な対策に防災的要素を効果的に組み込んでいくことにより、さらに効率的な防災対策が可能となる。このように、防災に対する社会的な理解を得て、通常の開発に防災的観点を取り入れ、効率的に防災対策を推進していくことが重要である。

さらに、災害の拡大を防止する上で、防災対策として必要な諸データや災害発生時の復旧を管理する上で必要となるデータを有する都市防災データベースの整備が重要であるが、このようなデータベースの構築についても、常時使用している行政用データベースに防災対策に必要な諸データを組み込ん

でいくことが効率的である。

5. 民間企業の防災対策への参加の促進に関して

総合的な防災対策の推進のためには、民間企業についても防災対策のレベル向上が不可欠である。このため、防災ガイドライン等の設定や災害発生時の被害想定、復旧額試算等を示すことにより、民間企業の防災意識向上を図り、防災科学技術に係る民間企業の研究開発を促進することが必要である。

6. 防災教育の実施に関して

災害発生時に被害を最小限に抑えるためには、治山・治水事業や都市の耐震構造化等を進める必要があることは言うまでもないが、災害に対する住民の理解力、判断力の向上を図り、住民自らが自分の生命・財産は自分で守るという意識を形成することも必要である。特に、若年者については、近年の都市化によって、自然との触れあいの機会が減少し、危険への感覚や非常時の対応能力が極端に減少している。このため、いざという時に適切に対処できるよう、従来から学校教育の中で行われ成果をあげてきた防災訓練を今後とも継続していくとともに、平常時からバーチャルリアリティー、映画、コンピューターゲーム等を活用し、住民が関心を示すような教育プログラムを実施し、各人が防災に関する知識に基づき生活様式を工夫するように方向付ける必要がある。

また、自治体、報道機関等、直接住民に接する立場の機関においても、災害発生時や復旧の際に、一般住民に地域に密着した情報を適切に提供するとともに避難誘導、早期復旧等について適切な対応がとれるよう、日頃から教育・訓練しておくことが望まれる。

