

(提案7)

(案)

提 言

東日本大震災を教訓とした安全安心で
持続可能な社会の形成に向けて



平成26年(2014年)〇月〇日

日 本 学 術 会 議

地球惑星科学委員会

地球・人間圏分科会

この提言は、日本学術会議地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会の審議結果を取り纏め公表するものである。

地球惑星科学委員会 地球・人間圏分科会

委員長	氷見山幸夫	(第三部会員)	北海道教育大学教育学部教授
副委員長	佐竹 健治	(連携会員)	東京大学地震研究所地震火山情報センター長・教授
幹事	小口 高	(連携会員)	東京大学空間情報科学研究センターセンター長・教授
	碓井 照子	(第一部会員)	奈良大学名誉教授
	山川 充夫	(第一部会員)	帝京大学教授
	安成 哲三	(第三部会員)	大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所所長・教授
	荒井 良雄	(連携会員)	東京大学大学院総合文化研究科教授
	井田 仁康	(連携会員)	筑波大学大学院人間総合科学研究科教授
	入倉孝次郎	(連携会員)	京都大学名誉教授・愛知工業大学客員教授
	海津 正倫	(連携会員)	奈良大学文学部教授
	岡部 篤行	(連携会員)	青山学院大学総合文化政策学部教授
	沖 大幹	(連携会員)	東京大学生産技術研究所教授
	奥村 晃史	(連携会員)	広島大学大学院文学研究科教授
	鬼頭 昭雄	(連携会員)	筑波大学生命環境系主幹研究員
	熊木 洋太	(連携会員)	専修大学文学部教授
	小嶋 智	(連携会員)	岐阜大学工学部教授
	三枝 信子	(連携会員)	独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター 陸域モニタリング推進室長
	齋藤 文紀	(連携会員)	独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門 上席研究員
	柴崎 亮介	(連携会員)	東京大学空間情報科学研究センター教授
	鈴木 康弘	(連携会員)	名古屋大学減災連携研究センター教授
	平 朝彦	(連携会員)	独立行政法人海洋研究開発機構理事長
	高橋 桂子	(連携会員)	独立行政法人海洋研究開発機構研究グループリーダー
	寶 馨	(連携会員)	京都大学防災研究所教授
	田中 和広	(連携会員)	山口大学理事・副学長
	千木良雅弘	(連携会員)	京都大学防災研究所教授
	佃 栄吉	(連携会員)	独立行政法人産業技術総合研究所副研究統括
	津田 敏隆	(連携会員)	京都大学生存圏研究所教授
	春山 成子	(連携会員)	三重大学共生環境学科教授
	平田 直	(連携会員)	東京大学地震研究所教授
	松本 淳	(連携会員)	首都大学東京大学院都市環境科学研究科教授

丸山 茂徳 (連携会員) 東京工業大学大学院理工学研究科教授
村山 祐司 (連携会員) 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授
森田 喬 (連携会員) 法政大学デザイン工学部教授
山中 康裕 (連携会員) 北海道大学大学院地球環境科学研究院教授
若林 芳樹 (連携会員) 首都大学東京大学院都市環境科学研究科教授
渡邊 眞紀子 (連携会員) 首都大学東京大学院都市環境科学研究科教授

本件の作成に当たっては、以下の職員が事務を担当した。

事務局	盛田 謙二	参事官(審議第二担当)
	齋田 豊	参事官(審議第二担当)付参事官補佐
	沖山 清観	参事官(審議第二担当)付審議専門職 (平成26年6月30日まで)
	加藤 美峰	参事官(審議第二担当)付審議専門職付 (平成26年5月1日より)

要 旨

1 作成の背景

近年大規模な災害が世界的に増えている。地球惑星科学委員会は平成 20 年に提言『陸域－縁辺海域における自然と人間の持続可能な共生へ向けて』を取り纏め、陸域－縁辺海域の有限性を踏まえた土地利用・開発総合計画の推進等を提言したが、その成果を見る前に、我が国では平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震・津波に端を発する東日本大震災が起きた。この大震災を含む大規模災害を地球人間圏科学の視点から捉え、安全安心で持続可能な社会の実現に向け問題点を指摘し、提言を行う。

2 現状及び問題点

東日本大震災では上記の提言が活かされず、また地震規模の過小評価、津波高の過小予測、津波警報の伝達不備等が重なり、被害が拡大した。また東京電力福島第一原子力発電所の放射能漏れ事故が起き、未曾有の災禍をもたらした。後者に関連して地球人間圏科学ができることは、原子力発電所とその周辺の大気、土壌・地下水を含む地下地質環境、海洋環境、土地、地域社会等多岐にわたるが、この学際的領域の幅広い知見と応用能力は、原子力発電所の立地評価や事故への対処に十分活かされなかった。

放射能汚染の問題は放射性廃棄物の問題と深く関わる。我が国では平成 12 年に高レベル放射性廃棄物処分の方法として地層処分が公式に選択されたが、社会的合意に基づく処分場の立地選定は遅れている。日本学術会議は地層処分に関して平成 22 年 9 月に原子力委員会から審議依頼を受け、平成 24 年 9 月にその困難さと処分地選定等に関する国民的議論の重要性を指摘する回答を行っている。

我が国の都市・集落の大半は水害の危険性の高い沿岸域に集中しており、東日本大震災でも多くの都市・集落と農地が津波に飲み込まれた。地理空間情報や地質・地盤情報はそのような災害の減滅に役立つが、利用はまだ限られている。また原子力発電所の事故により大気中に放出された放射性物質は数十キロ先の土地まで汚染しており、汚染地域とその周辺の広い地域で、これからの地域の姿と土地利用が見通せない状況である。

我が国では地震や豪雨に伴う地すべり等の地表変動災害も頻発している。ハザードマップの作成は進んでいるが、十分ではない。地震時の地盤液状化、住宅盛り土の地すべり、地盤沈下等に関しても、発生危険個所の特定や地盤情報データの整備と公開は遅れている。気象・気候に関連する災害による経済的損失も増加しているが、その主因は人口・資産の集中と高齢化等の社会的脆弱性の増大である。人間活動は温室効果ガスの排出等により気候に影響し、災害リスクに繋がる大雨・熱波等の極端現象や脆弱性に影響する。しかし将来予測は不確実性が大きく、各種政策に十分活かされていない。

東日本大震災や原発問題等に関する議論や情報発信において、用語の定義や用法、現象の不確実性等に関する理解の相違が誤解や混乱を招いた。国民は災害の危険性やリスクを各種の情報や地図等を基に判断し、臨機応変に対応する科学力を持つべきだが、現在の初等中等教育は十分ではない。国際的な情報の共有・伝達や研究連携も遅れている。

3 提言

(1) 津波被害軽減に向けた学際的取組の推進と成果の社会還元

国と研究者は第一に、地球物理学的な調査・観測とともに、歴史記録等に基づく人文科学的研究や津波堆積物等の地質学的研究を強化し、その成果を地理情報システムに纏めるべきである。第二に、住民とのコミュニケーションに留意しつつ、自治体と共にハザードマップや津波警報システム等の早期警戒システムの高度化を図るべきである。

(2) 放射性物質の拡散の防止

国は第一に、放射性物質の拡散を防ぐ長期的戦略を持ち、また土壌放射能汚染の克服と土地の再生に関する詳細な記録を残すべきである。除染に際しては、土壌の特性と共に、放射性物質が濃集しやすい土地被覆の分布や人々の暮らしと流域環境の関係等を十分考慮すべきである。第二に、災害発生時、地理情報科学を含む広範な地球人間圏科学者と緊密に連携し、社会不安の軽減等に努めるべきである。

(3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究の見直しと国民的理解の向上

国と研究者は第一に、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する空間的・時間的な不確実性を低減する研究を推進し、処分場の立地選定方法を考えるべきである。特に、物理探査等の技術開発を進め、その適用限界を明確にし、断層の少ない地層や岩体を地質学的に探す方法を見出すべきである。第二に、教育界と連携し、エネルギー問題と高レベル放射性廃棄物に関する科学的な理解を深めるよう努めるべきである。

(4) 安全安心で持続可能な土地利用に向けた取組の強化

利便性や短期的利益に偏した土地利用が災害を増やしたことを踏まえ、国と自治体は第一に、地図等の地理空間情報や地質地盤情報を活用し、地域条件を減災・防災の観点から正確に把握し、災害に強い土地利用を目指すべきである。第二に、放射能汚染や使用済み核燃料と放射性廃棄物の問題を国土利用政策に反映させるべきである。

(5) 地震や豪雨等に起因する地すべり等の災害の軽減

地表変動に関して、国と研究者は第一に、そのメカニズム研究と共に発生場と時の予測研究を推進すべきである。その際、国土交通省、農林水産省、林野庁等の関連省庁の協働体制を築くべきである。第二に、地盤の液状化や地盤沈下、宅地盛り土の地震時地すべり等の災害に備え、地盤情報のデータベース化と公開を進めるべきである。

(6) 極端な気象・気候現象による災害リスク増大への対応

国と研究者は第一に、強い雨や台風の最大風速の変化等の極端な気象・気候現象の予測能力を更に高めるべきである。第二に、直近及び将来の極端な気象・気候現象による災害リスクを俯瞰する研究と、減災・防災の制度設計を進めるべきである。減災・防災のためには避難計画を含む気象・気候災害早期警戒システムの導入も必要である。

(7) 災害に対する理解と対応力を向上させるための教育・研究体制の改善

国と研究者は第一に、教育界と連携して、地学教育、地理教育、環境教育、防災・減災教育等を充実し、また住民対象の教育啓発活動により、災害情報や災害予測等を理解し意思疎通する力や合意形成能力などを高めるべきである。第二に、Future Earth や IRDR 等の国際研究計画と連携し、関連する共同研究を振興すべきである。

目 次

1	作成の背景	1
2	現状及び問題点	2
	(1) 津波に関わる問題	2
	(2) 放射性物質の拡散の問題	3
	(3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる問題	5
	(4) 安全安心で持続可能な土地利用に向けての課題	6
	(5) 地震や豪雨等に起因する地すべり等の問題	7
	(6) 極端な気象・気候現象による災害リスクの増大	8
	(7) 災害に関する理解の向上、教育、情報の共有と伝達に関わる問題	9
3	提言	11
	(1) 津波被害軽減に向けた学際的取組の推進と成果の社会還元	11
	(2) 放射性物質の拡散の防止	11
	(3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分にに関する研究の見直しと国民的理解の向上	12
	(4) 安全安心で持続可能な土地利用に向けた取組の強化	12
	(5) 地震や豪雨等に起因する地すべり等の災害の軽減	13
	(6) 極端な気象・気候現象による災害リスク増大への対応	13
	(7) 災害に対する理解と対応力を向上させるための教育・研究体制の改善	13
	<用語の説明>	14
	<英語略称>	15
	<参考文献>	15
	<参考資料 1>地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会審議経過	17

1 作成の背景

近年、大規模な災害が世界的に急増している。気候変化その他の理由により異常気象が増えたり海面が上昇したりしていることに加え、開発途上国を中心とした人口増加や経済成長等の社会経済的変化が直接的間接的に災害の程度と頻度を高めている。それに危機感を持った地球惑星科学委員会は、平成 20 年に提言『陸域－縁辺海域における自然と人間の持続可能な共生へ向けて』を取り纏め、自然・環境災害の増加に警鐘を鳴らし、多様な用途が競合する陸域－縁辺海域の有限性を踏まえた土地利用・開発総合計画の推進等を提言した^[1]。

しかし残念ながら、その成果を見る前に、東日本大震災が起きてしまった。2011(平成 23)年 3 月 11 日に発生した M9.0 の東北地方太平洋沖地震とそれに伴う大津波により引き起こされた東日本大震災は、死者・行方不明者 2 万名近く、全壊・半壊家屋約 40 万戸、最大約 50 万名の住民避難、被害総額約 20 兆円という凄まじい被害を東日本の太平洋沿岸域にもたらした。

自然現象としてのこの大地震と巨大津波は、人の力ではどうすることもできないが、それらがもたらした大きな災禍には、人為的な要因が多く見られた。この大震災の経験からしっかりと学び、より安全安心で持続可能な日本を目指し、英知を結集しなければならない。この震災を含む大規模災害を学際的領域である地球人間圏科学の視点から捉え、対策を検討することは、安全安心で持続可能な社会を実現する上で大きな意味がある。

東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質の拡散は、日本がそれまで経験したことのない類の災害であった。居住が不可能な地域が複数の市町村単位で生まれ、居住はできても農林漁業等に支障を来している隣接地域は非常に広大である。さらに放射性セシウムの半減期から見て、汚染の影響は今後数十年確実に継続する。従って、社会、産業経済、土地利用、環境への影響が極めて大きい災害といえる。この災害を理解するためには、陸地から河川を經由して海洋へと物理的に移動する土壌粒子と、粒子によって運ばれた生元素を活用する様々な生物の生化学的反応に関する知見が必要である。また、土壌が大気、植物、地下水との連関において開放系システムであることや、土壌が土地の性質と密接に関連することも十分に考慮すべきである。拡散された放射性物質を取り除く放射能対策(除染)が行われているが、その適切な方法を地球人間圏科学の視点を踏まえて検討することも必要である。さらに、長期的展望に立った土地利用の再編についても考えねばならない。これらの諸々の課題に対して、既に多くの取組が行われているが、それらが有機的に結びついているとは言い難い。地球人間圏科学は、その総合性を活かしてそれらの課題に取組、社会のニーズに応えるべきである。

近年我が国で起きた大災害は、東日本大震災だけではない。毎年のように地表変動(地すべり、崩壊、土石流等)による災害が発生している。例えば例えば、2011(平成 23)年台風 12 号による紀伊半島豪雨や 2013(平成 25)年伊豆大島豪雨時の崩壊や土石流はそれ

ぞれ 56 名と 39 名の犠牲者を生じた。また、2011(平成 23)年東北地方太平洋沖地震の時には事前降雨が少なかったことにも起因して自然斜面の地表変動災害は少なかったが、住宅の盛り土地盤の地すべりや地盤の液状化は都市部に著しい被害を生じた。さらに、2004(平成 16)年の新潟県中越地震の経験は地震時の地表変動災害が甚大であることを示した。今後、首都圏や西南日本で巨大地震が発生すると予測されており、地震動、さらに地震と豪雨の複合災害に対しても備えることが必須の状態にある。

以上の背景を踏まえつつ、東日本大震災をはじめとする大規模災害を地球人間圏科学の複眼的視点から捉え、安全安心で持続可能な社会の実現に向け、現状と問題点を指摘し、提言を行う。

2 現状及び問題点

(1) 津波に関わる問題

東日本大震災の特徴は、犠牲者の 9 割が津波による溺死だったことである^[2]。地震規模の過小評価、津波高の過小予測、津波警報の伝達不備等が重なり、被害が拡大した。三陸沿岸では過去にも大きな津波による被害が発生している。1896(明治 29)年の明治三陸津波の津波高は 2011(平成 23)年とほぼ同じで、岩手県を中心に 2 万 2 千名の犠牲者が出た。1933(昭和 8)年の昭和三陸津波も約 3 千人の死者をもたらした。仙台平野では、869 年に発生した貞観地震による津波が内陸まで浸水し、約 1000 名の溺死者が出たことが『日本三代実録』に記されており、その物的証拠である津波堆積物も海岸から数 km 内陸まで分布していることが知られていた^[3]。

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震発生後の 3 分後には、気象庁によって津波警報が発表されたが、予想される津波の高さは宮城県で 6 m、岩手・福島両県で 3 m と、実際の津波よりもずっと低いものであった^[4]。地震直後には、その規模が M7.9 と過小評価されていたのが原因である。このため、標高の低い位置にある避難所へ避難したり、防波堤を超える津波は来ないと信じて避難が遅れたりして、多くの命が失われた。気象庁は、津波発生 28 分後に沿岸の波浪計等のデータに基づいて津波高さの予想を引き上げたが、避難のために情報を聞く余裕がなかったり、地震による停電等により、津波警報の更新情報は沿岸の住民には十分に伝わらなかった。

発災当時、気象庁の津波警報では、きめ細かい防災対策を可能とするように、予想される津波の高さを 0.5 m から 10 m 以上までの 8 段階に分けていたが、受け手側でこれらの細かい予想高さに応じた対策が取られていたわけではなかった。そこで気象庁は 2013(平成 25)年から予想される津波の高さは 5 段階で発表し、大津波警報は、甚大な災害の危険性が著しく高まっている場合に発表する特別警報の一つとして位置づけられることとなった。

2011(平成 23)年 3 月末までには、関連する学会や機関によって、各地での被害状況の調査結果や津波浸水域がマッピングされ、公表された^[4]。これらの情報は、その後の被害把握・調査研究・復興計画に役立てられた。

東京電力福島第一原子力発電所（以下「福島第一原発」という。）の事故も、津波

によるところが大きかった。震災から約3年経つが、原子力発電所事故の影響を受けた福島県以外でも、復興は遅れている。特に、集落の高所への移転は、専門家の不足、移転先の土地の確保や住民の同意の困難さ等のため、なかなか進んでいない。明治三陸津波や昭和三陸津波で大きな被害を受けたため、集落ごと高台に移転し、東日本大震災の際には殆ど津波被害を受けなかった場所もある一方、移転先も東日本大震災で浸水した例や、漁業を生業とする住民が毎日の生活の便利のために海岸に戻ったため被災した例もある。過去に起きた災害、今後の発生頻度、住民の意見等を総合的に判断した上で、ハザードマップを整備したり、土地利用計画を立てたりすることが重要であり、そのためには専門家のアドバイスが不可欠である。

(2) 放射性物質の拡散の問題

原子力発電所の放射能漏れ事故に関連して地球人間圏科学の諸分野が出来ることは、原発とその周辺の大気、地盤、地下環境はもとより、海、土地、地域社会等、広域の自然・人文社会環境に及ぶ。実際、情報通信技術の専門家と連携して、東日本大震災発生の日から、被災地における情報交換に重要な役割を果たした^[5]。しかし地球人間圏科学諸分野のそのような幅広い知見と応用能力は、原発の立地評価や事故への対処に十分活かされなかった。その最大の理由は、大災害の際の対応を可能とするための事前の体制作りが、十分に行われていなかったためと考えられる。

原発における放射線漏れの事故と、地球人間圏科学の諸分野との関係を記す。事故の初期段階における放射性物質の大気中での拡散過程は、気象学や気候学の課題である。次に拡散後に地表で点的に計測された放射線濃度から、広域の濃度分布を示す適切な地図を作成するには地理情報科学の手法が必要である。また、航空機等から面的に放射性濃度を測定し、その結果を地図として示す際にはリモートセンシングの知見が必要であり、放射性物質の地表から地中にかけての分布を詳しく調べる際には、地球化学や土壌学の技法が必要である。そのような汚染された土壌が地表水によって運搬され、一部で集積する過程は、地形学や堆積学等の自然地理学の知識を用いて検討すべきである。更に湖沼や沿岸域における汚染物質の水中での拡散や沈積は、陸水学や海洋学の研究領域である。また、上記の自然的諸過程と住民の居住、避難、生活行動といった人文社会的な内容との関係は、地理学の検討課題であり、そのような自然と人文の諸要素を含む地理空間のデータを整理し、定量的に分析するには地理情報科学が重要な役割を果たす。

また、放射性物質の拡散を低減するためには除染や物質の流失防止といった土木工学等な手法の適用ができるだけ効果的になるように、地球人間圏科学の知見を提供していく必要がある。除染に関しては、その範囲の設定等に対して地理を含む斯学の視点が必要である。現時点での国による除染の範囲は、道路、田畑、屋敷から20mの範囲に限られており、初期段階としては妥当かもしれない。しかし、汚染が深刻な阿武隈山地北部では、暮らしが居住地だけでなく背後の里山も含む流域において成り立っており、流域全体の水・物質循環の正常化なしには地域の長期的な復興は実現しな

い。一方で広域の除染は非現実的でもあり、汚染物質の封じ込めと放置といった対応も併用する必要がある。そのような異なる対策の地理的分布を学術的な根拠に基づいて最適化する作業も重要である。

また、終息が困難な問題の一つに、福島第一原発から地下水を通じて放出されている放射性物質の問題があるが、現地の地形と地質に関する知見が地下水の流動の推定に非常に重要である。例えば、古地図を用いて土地を平坦化する前の地形を復元することは、地下水に埋積谷が与える影響の分析に重要な知見を与える。

さらに、放射線物質の拡散が社会に多大な不安を与えたこと等を考えると、学術的なアプローチのみならず、災害の発生時における社会の混乱を軽減するような活動も積極的に展開すべきである。東日本大震災の際に、関連科学分野で最も迅速にこのような行動をとったのは、地理情報科学であったと考えられる。震災の当日に、sinsai.info^[6]と呼ばれるウェブ・サイトが立ち上がり、一般人が携帯電話、スマートフォン、パソコン等から投稿した被災地の情報を、情報発信地の地図と共に見られるようになった。このサイトは地理情報科学の専門家と、情報通信技術の専門家が連携して作成したものであり、初期の被災地における情報交換に重要な役割を果たした。

また、放射線には自然のものと人為のものがあり、発生の原因も多様であるが、今回の災害では放射線量の評価について多くの立場からの意見が出され、その不明確さが社会的な不安の原因となった。自然放射線の強度は地域の地質や標高とよく対応する等、地球人間圏科学と密接に関連する内容である。従って、地域の放射線の適切な評価にも、地球人間圏科学の知見が有用といえる。

地球上における物質循環を多様な側面から扱ってきた地球人間圏科学は、様々な成果を取り纏め、社会に現象の全体像を伝え、有効な方策を考えていく上で効果があると考えられる。但しこのような総合的なアプローチに対して、それを積極的に支援する体制や予算があるとは言い難い。従来の科学予算は、特定の分野の絞られた課題に与えられる傾向があり、総合的な検討に必要な地理空間情報データベースの整備といった研究の下支えになるような課題に対しても科学予算はつかない傾向がある。また、社会貢献を中心とする内容も、やはり科学予算の枠組みから外れてしまうのが現状である。

また、日本の独自性に関する考慮も必要である。1960年代以降、我が国の試験機関の圃場において放射性物質のモニタリング調査が進められてきたことは、チェルノブイリ事故後の海外の研究報告と合わせて、福島原発の事故による放射性物質の土壤中での挙動を予測する上で貴重なデータとなった。しかしながら、日本で見られる多様な降雨強度条件、土壤の微細構造、放射性セシウム(Cs)の土壤固定力の全般をカバーするデータは十分にはなく、放射性Csの動態予測は困難である。また、日本では農耕地を対象とした土壤調査が行われてきたが、国民の大半が暮らす開発地(国土の約10%)に分布する人為活動の影響を強く受けた土壤については、基本特性の把握も不十分であり、世界的に見ても検討が遅れている^[7]。

(3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる問題

我が国には大量の放射性廃棄物が蓄積されており、それは国内で処分されねばならない。2000(平成 12)年には高レベル放射性廃棄物処分の方法として地層処分が公式に選択されたが、社会的合意による処分場の立地選定は進んでいない。日本学術会議は地層処分に関して 2010(平成 22)年 9 月に原子力委員会から審議依頼を受け、2012(平成 24)年 9 月にその困難さと処分地選定等に関する国民的議論の深化の重要性を指摘する回答を行った。

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発は、核燃料サイクル開発機構(以下「サイクル機構」と略記)を中核として進められ、2005(平成 17)年 10 月に、サイクル機構は日本原子力研究所と統合され、独立行政法人日本原子力研究開発機構 JAEA が発足した。その後、引き続き JAEA において、地層処分技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化に向けた研究開発が実施されている。また、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」^[8]に基づき高レベル放射性廃棄物処分の実施主体として 2000(平成 12)年 10 月に経済産業大臣の認可法人として原子力発電環境整備機構 NUMO が設立された。NUMO は、処分場候補地調査を 3 段階で進め、第 1 段階は文献調査、第 2 段階は地表からの調査、第 3 段階は坑道を用いての調査とし、段階を追って不確実性を低減して最終的な処分場を決定することとしている。

近年では、NUMO は、「地層処分事業の安全確保 2010～確かな技術による安全な地層処分の実現のために～」^[9]を取り纏め、日本原子力学会のレビューを 2010(平成 22)年 12 月下旬から 2011(平成 23)年 3 月上旬に受けた。そのレビュー結果は、1)地層処分事業の技術開発の総合的なマネジメント、2)安全性への信頼感醸成に向けた技術的取組、3)不確実性を含む事業の安全性の示し方とセーフティケースの示し方、4)地層処分事業の段階的实施と可逆性について、取組の記述が不十分であるという厳しいものであった^[10](引用)。さらに、2010(平成 22)年 9 月に日本学術会議会長は、内閣府原子力委員会委員長から「高レベル放射性廃棄物の処分に関する取組について」と題する審議依頼を受けた。その回答^[11]は、高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策の抜本的見直しを迫るものであった。この回答では特に、地球人間圏科学的な問題点が重視され、要約すれば、「処分場立地選定は、いかにして国民の合意を得るか、という段階には未だ至っておらず、処分場の長期安定性を確保できる地域を社会的合意をもって探せる科学技術的信頼性が高まるまで待つべき」との指摘であると考えられる。

高レベル放射性廃棄物の地層処分場立地選定を地球人間圏科学的に見ると、隆起、火山活動、断層活動等の処分場への直接的な影響を避け得る地域を選定することはできると考えられる。しかしながら、一方で、処分の安全性に対するこれらの間接的な影響、つまり、処分場から地下水によって放射性核種が運ばれて人間圏に接近する現象(地下水シナリオ)に対する影響の評価には大きな不確実性が伴う。特に、時間的また空間的な不確実性に関し、次のような点が大きな課題として浮かび上がってきている。それは、地下水の通路となる断層等の地質構造についての空間的不確実性、及び、処分に求められる隔離期間内での地殻変動や火山活動等が地下水移動に及ぼす影響

の不確実性である。地下水や核種移行に関するモデル計算手法が高度化したとしても、それらの前提となる地質構造に大きな不確実性があれば、計算結果の信頼性は低いものとなる。社会的合意をもって処分場を選定するには、これらの不確実性を低減することが不可欠となっている。

地球人間圏科学と社会との関係に目を移すと、我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分の社会的理解が不足していることも大きな問題である。日本の地質環境や、高レベル放射性廃棄物の地層処分に当って考慮されなければならないこと等に関する理解は十分であるとは言えず、結果的に、高レベル放射性廃棄物の地層処分にあたって考えるべき期間が万年オーダーと長いことから、一般社会人にとっては、理性を越えた恐怖感が先立ちかねない状態になっている。

(4) 安全安心で持続可能な土地利用に向けての課題

第二次世界大戦後、世界各地で人口と食糧生産が急激に増加し、経済が発展し、都市化が進行した^[12]。それらは人間の活動領域を環境破壊や災害のリスクが高い場所に押し広げている。我が国の都市・集落の大半は水害の危険性の高い沿岸域にあり、このたびの大震災でも多くの都市・集落と農地が津波に飲み込まれた。人口の増加に伴う人間と自然環境との不調和現象は、経済発展による人々の物質的生活水準の向上によって増幅されている。人々はさらに豊かな生活を求め、安全安心や持続性よりも利便性や目先の利益を追求するようになった。かつて沼沢地や水田だった低湿で水害のリスクが高い土地や、地震や大雨等で崩れやすい急斜面に盛り土をして家を建てるのはその例である。それぞれの地域の自然的・人文社会的土地条件と被害実態の正確な把握と、被害軽減のための対策が求められている。東日本大震災では、国土地理院をはじめ多くの機関や研究者らが被災地の様々な地図を作成し公開しており、防災や復興における更なる活用が期待されている。

宮城県女川町から北の三陸海岸に連なるリアス式海岸には、我が国有数の風光明媚で豊かな海が広がるが、明治期以降だけでも 1896(明治 30)年の明治三陸、1933(昭和 8)年の昭和三陸、1960(昭和 35)年のチリ地震津波、それに今回と 4 回の大津波を経験している。三陸海岸の都市・集落の多くは湾奥の低地にあるため、このたびの震災で甚大な被害を被った。

仙台から南に伸びる海岸平野には、海岸に平行に数百メートルもの幅の松を中心とした防潮林が作られていた。このたびの津波で甚大な被害を被ったものの、これは防災上大きな役割を果たしたと考えられる^[13]。この防潮林の内陸側には広大な農業地帯が広がるが、このたびの津波による農業被害の大半がこの地域に集中している。宮城県の津波による農地の浸水被害面積は 157 km²で、これは被災 6 県の約 3 分の 2 に及ぶ^[14]。世界の食糧需給が遠からず逼迫するのは不可避であり^[15]、津波で被災した農地の取扱は、それを十分考慮して考えるべきである^[16]。

地震災害リスクを軽減するためには、地表の地理空間情報とともに、地下の地質・地盤に関する情報を国民の共有財産として認識し、国土の基本情報として活用するこ

とが不可欠である。現状では、そのような情報は国・自治体・民間企業等様々な機関・組織が独自に管理・保有しており、公開は不十分であり、それらは十分に活用されていない。東日本大震災で関東地方を中心に広域的に発生した液状化現象では膨大な戸建家屋に被害を与えた。さらに、今後予想されている「南海トラフの巨大地震」においても液状化被害や地震動被害に関して、具体的に対策を進めることが求められており、地質地盤情報の共有と公開及びその活用の重要性が高まっている^[17]。

東京電力福島第一原子力発電所の事故では、原子炉の損傷と建屋の水素爆発により大気中に放出された放射性物質が、数十 km 遠方の土地まで高濃度で汚染し、200km も離れた東京湾をはじめ各地に汚染のホットスポットを作った。また太平洋に流れ出した放射能汚染水は、広域にわたる漁業被害をもたらした。放射能汚染は土地利用上非常に深刻な問題を引き起こしている。福島県の広い範囲で事故に伴い「警戒区域」、「帰還困難区域」、「居住制限区域」、「計画的避難区域」、「避難指示解除準備区域」が設けられ、居住や農業その他の産業を含む人間活動が著しい制約を受けている。原発事故の土地利用への影響は甚大であり、また長期に渡り続くことが予想される。事故はまだ終息には程遠い状況にあり、放射能汚染地域が今後拡大する可能性もある。また炉心溶融に伴う地下への汚染物質の拡散が懸念されるが、実態は未だ明らかになっていない。原発の老朽化、もともと抱えている欠陥、活断層が近くにある等の立地上の問題や、原発推進体制が内包する諸々の問題を考えると、福島第一原子力発電所だけでなく他の原子力発電所や関連施設が土地利用に甚大な影響を与える大きな事故を起こす懸念を払拭することはできない^[16]。また使用済み核燃料や放射性廃棄物の貯蔵や処分を、安全かつ社会的合意を得て行うことのできる場所は、地殻変動が活発で岩盤に割れ目の多い日本列島では、従来の科学的研究開発を基に示されてきた範囲よりも、かなり限定的になると考え方を变える必要がある。

(5) 地震や豪雨等に起因する地すべり等の問題

日本は湿潤変動帯にあり、人々は長い間斜面災害と共生してきた。そしてその結果として、研究方法や法的枠組みが出来上がって来た。いわゆる砂防 3 法一砂防法(明治 30 年制定)^[18]、地すべり等防止法(昭和 33 年制定)^[19]、急傾斜地法(昭和 44 年制定)^[20]とともに、平成 13 年からは新たに土砂災害防止法(平成 12 年制定)^[21]が施行され、ハード面だけでなくソフト面で土地利用を規制するようになった。これは、対策事業を実施するだけでは増加する危険性を低減することに限りがあるためである。このように斜面災害に対する法的枠組みが整っているのは我が国だけである。

現在、土砂災害防止法^[21]に基づいて、地すべり、急傾斜地の崩壊、及び土石流に対する警戒区域及び特別警戒区域の指定が都道府県によって進められている。しかしながら、このハザードマップは完全なものではなく、これらの地表変動自体の研究も十分ではない。実際、近年の九州、紀伊山地、伊豆大島等で豪雨によって発生した大小の崩壊、また、東北地方太平洋沖地震によって発生した流動的な崩壊には、殆どノーマークだった場所で発生したものも多く、かつ、移動が急速であったため、甚大な被

害を生じた^[19]。しかしながら、それらの発生メカニズムや発生場所と時に関する研究は遅れている。また、地震に先立つ降雨が地震時の地表変動災害に大きな影響を与えることが指摘されてきているが^[22]、この点に関する研究は極めて遅れている。地すべり等の地表変動による災害は、国土交通省、農林水産省、及び林野庁によって対応されてきているが、それらの対応はまちまちで連携は必ずしも十分ではない。

その他の地表変動として、東日本大震災の時に都市域で多数発生した地震時の地盤液状化や住宅盛り土の地すべり、さらに、地盤沈下等も、多大の経済的被害を及ぼすが、その発生危険個所の特定に関する研究は遅れている。また、そのために必要な地盤情報のデータベース整備も遅れている。結果的に、地表変動を避けた安全な土地利用計画が遅れている。

国民が地表変動に対するハザードマップを過信することなく、自らの身を守るためには、地表変動に関する理解が必須であるが、地表変動の現象は、地震、火山活動、地殻変動、地層の形成等の現象に比較して十分な教育がなされているとは言い難い。また、地表変動の背景となる地形の変化や岩石の風化等、身近な地表で起こる現象に対する教育不足も同様である。さらに、地学教育の衰退とともに、その機会はますます減少してきている。現状の教育体制では、国と自治体で様々な政策の意思決定を行う人々や対策事業に係る技術者の地球人間圏科学的素養が中学生レベルのまま、という状況が十分あり得る。

(6) 極端な気象・気候現象による災害リスクの増大

2011(平成23)年の台風第12号や第15号による大雨、2012(平成24)年7月の九州北部豪雨、2013(平成25)年の台風第18号や台風第26号による大雨等、近年日本では大雨による災害が毎年のように発生している。またフィリピンを襲った平成25年の台風第30号(ハイエン)のように、高潮をもたらす最悪コースを巨大台風が襲った例もあった。気象・気候に関連する災害による経済的損失は、場所や年によって大きな変動があるものの、長期的に増加している。経済的な損失は先進国で大きく、死亡者数と国の経済規模に対する損失の割合は途上国で大きい。経済的な損失の増加の主な原因は、人口・資産が都市部に集中していることであるが、人間活動は温室効果ガスの排出等により気候に影響を与えており、災害リスクに繋がる大雨・熱波等の極端な現象の増大、高齢化、インフラの老朽化等社会の脆弱性に影響を及ぼすことにもなっている。例えば例えば河川における治水について、気候変動による降水量変化予測の少しの違いが、治水計画における適応の困難度に増幅して現れる特性があるとされている。適応策等で求められる精度での気候変動予測は得られていない。そのため、将来予測される曝露・脆弱性・極端現象の変化に対しては、定性的な見通しはなされているものの、国土計画や土地利用計画等各種政策に活用されるまでには至っていない。

目に見える極端な気象災害に対処することの国民への説明は比較的容易で、防災への投資も合意がなされるが、長期的にじわりじわりと効いてくる気候変動・温暖化への投資は先延ばしにされやすい。そのため変化しつつある気候下での極端現象と災害

リスクに対する対応が必要である。気候変動に関する政府間パネルによる『気候変動への適応推進に向けた極端現象及び災害のリスク管理に関する特別報告書』^[23]は、「後悔の少ない対策と呼ばれる災害の早期警報、リスクコミュニケーション等は初動の取組となり、すぐに役立つとともに、将来の極端現象に対応する土台となる」と述べている。また、「モニタリング・評価・学習・研究・技術革新を反復するプロセスは、災害リスクを減らし、極端現象への適応を促進する」としている。

(7) 災害に関する理解の向上、教育、情報の共有と伝達に関わる問題

① 災害に関する理解の向上と教育

災害に関する理解の向上と教育とは密接に関係しているものと考えられる。まず理解の向上に向けて、情報を発信し、施策として行政に反映させる立場から現状と問題点について述べる。研究者同士で議論を行い、社会に対して情報発信する際に、相手との様々な不一致を解消すること(不一致の解決)が重要である。例えば、用いられる言葉の定義や適用方法等が研究者同士や情報を発信する側と受け取る側との間で異なったり、過度に専門的で難解であったりすると、互いに議論がかみ合わず、意図した情報が的確に相手に伝わらないことにより、誤解や過度な不安感を与え、混乱を引き起こす可能性がある。また、議論の根拠となる情報の中に、データの精度や情報量の異なるものが混在したり、事実と仮説が混在したりすることにより、社会に誤解や過度な不安感を与えることがある。例えば、高レベル放射性廃棄物の地層処分におけるサイト選定や安全性の評価においては、地質環境の将来予測が重要となるが、その際、地質環境の長期安定性という言葉がしばしば用いられる。ここで用いられる「長期」や「安定性」という言葉は受け取る側の知識レベルや日常的な感覚により理解は異なってくる。さらに、対象とする災害の時間・空間的な変動特性によっても、「安定性」の意味合いが異なることも予想される。一方、社会や個人の多くは一般に科学的知識を十分に持っているとは言えず、これらに対して科学の成果や知見をいかに伝達するかは安全・安心な社会の構築や人々の意識を高めるという点で重要な課題となる。特に、自然災害に関しては科学的に確実であることと、不確実ではあるが可能性があることとをきちんと整理して示すことが必要で、国と自治体は社会や個人が災害に対して何をしなければならないのか、何をしたら良いのか、何が大丈夫なのかを分かり易く伝える必要がある。また、対象となる社会や組織が置かれている地域の特性についてもしっかりと伝えることも重要である。最新の学術の成果は適切かつ迅速に施策に反映される必要があり、そのために国と自治体の果たす役割は大きい。一般に、行政に関わる機関や組織は各種の研究機関・研究組織や研究部門と密接に連携したりしているが、専門性の高い職員が十分確保されていない小規模な自治体等もあり、必ずしもスムーズに科学的知見の伝達が行われているとは言えない部分や、情報が伝達されてもそれが十分に理解されていないような場合も存在する。国民に対して具体的な対応を指示する自治体職員等の自然－人間システムに対する意識向上が重要である。

② 情報を受け取る社会や国民の立場からの現状と問題

社会や国民は災害に対する危険性やリスクを受け身的に理解するだけでなく、自らがそれらを判断し、臨機応変に対応することも必要であり、社会や国民の理解力を高める体制の構築が望まれる。東日本大震災を見るまでもなく、防災においては「ハザードマップ」の活用は重要である。しかし、実際には、「ハザードマップ」等、地図を読むことができる人ばかりではない。そこで、防災・減災教育の一環として地図の学習がなされることが必要であろう。利用者が判断し易いようにハザードマップの作成の目的、作成方法、データの精度、限界を知り、状況判断して主体的な行動を起こせるようになることが重要である。そのためには国民がしっかりした科学的知識を持てる教育が必要であり、国民の基礎的な科学的知識を底上げすることが切望される。とりわけ自然災害と深く関わる地球人間圏科学分野の教育科目である地学や地理の必修化が重要である。日本学術会議の『新しい高校地理・歴史教育の創造ーグローバル化に対応した時空間認識の育成ー』^[24]では、地理基礎・歴史基礎の必修化が提言されたが、地理基礎では、災害をはじめ、自然地理学的内容が重視されている。

③ 情報の共有・伝達と研究体制の現状と問題

前述のように、地震災害リスクを軽減するためには、地表の地形図等の地理空間情報に加え、地下の地質・地盤に関する情報を活用することが不可欠であるが、それらは十分に活用されていない。

国際的な情報共有・伝達と研究連携も遅れている。21世紀に入りM9クラスの超巨大地震がアジア・環太平洋地域で相次いで発生している。このような超巨大地震が発生した場合はもはや発生国だけではなく、周辺各国及び経済的に関係の深い国々に非常に大きな影響を与えると想定することは難しくない。大規模火山噴火ではその火山の近傍での溶岩流、火砕流、火山灰の降灰及び泥流による被害とともに、フィリピンのピナツボ火山1991年の大規模噴火に見られるように成層圏に達したエアロゾルの影響により、北半球の平均気温が0.5から0.6度下がった例もある。このような大規模な地震火山災害リスクについては、日本国民に十分な情報が提供されそのリスクを理解し十分な準備がなされているかということと必ずしもそうではない。国際的な研究協力の下で、リスク情報として日本社会・国民に正しく伝える努力が必要である。

3 提言

(1) 津波被害軽減に向けた学際的取組の推進と成果の社会還元

① 学際的研究と・地理空間情報システム(GIS)の活用の推進

数百年に一度発生する巨大地震・津波の履歴を調べるためには、地球物理学的調査・観測のみならず、歴史記録等に基づく人文社会科学や、津波堆積物等の地質学的研究、地理学による地図化等が重要であり、国と研究者はこれらの学際的連携を強化すべきである。これらの研究成果は地理情報システム(GIS)等を用いて地図化し、その情報を広く提供することによって、他の分野との共同研究や、津波被害軽減、復興・土地利用計画等に役立てることができる。国と研究者は、これらの研究成果や専門知識が政策に活かされるような情報提供・活用を推進すべきである。

② ハザードマップと早期警戒システム

上記の科学的研究成果は、ハザードマップとして社会に役立てることができる。例えば、869年貞観地震については、その津波堆積物の分布等がマッピングされていたが、仙台平野の住民にどれくらい知られていたであろうか。国と研究者は、自治体と連携して科学的な知識をハザードマップ等の形で住民に分かり易く伝えることによって、災害対策に役立てることができる。同時に、津波警報システムをはじめとする自然災害の早期警戒システムを高度化すべきである。特に、津波発生域に近い海底での地震・津波観測網の整備に務める必要がある。これらのハザードマップや早期警戒システムについては、精度・信頼性の向上は科学・技術的な課題として解決しつつ、情報が有効に避難行動に結びつけられるように社会科学的な検討を行う必要がある。国と研究者それに自治体は、これらの研究成果を政策に有効に活用するように協力すべきである。

(2) 放射性物質の拡散の防止

第一に、国は放射性物質の拡散を防ぐ長期的戦略を持つべきである。除染に関しては土壌の特性に関する科学的な知見とともに、放射性物質が濃集しやすい土地被覆(地衣類等)の分布や、地域の人々の暮らしと流域環境との関係を考慮した対策が必要である。従って、国が諸対策を行う際には、上記の諸問題に関して専門的な知識と見解を提供できる地球人間圏科学の研究者と連携することが望まれる。また、開発地の土壌といった既存のデータが少ない土壌について基本的なデータを早急に取得する必要がある。国はまた、土壌放射能汚染の克服と土地の再生に関する詳細な記録を、自らの責任で残すべきである。今後長期間にわたる事業である土壌放射能汚染の克服と土地の再生に関する詳細な記録を、事故を招いた国家の責任として残すべきである。この際には正確な位置情報の取得と情報公開が重要となる。

第二に、国は原子力発電所の事故のような大きな社会不安を与える災害の発生時、地理情報科学を含む地球人間圏科学者と緊密に連携すべきであり、さらには情報通信技術やコミュニケーション論といった、関連分野との連携も図るべきである。東日本

大震災発災時、地理情報科学と情報通信技術の専門家は社会の混乱を軽減する上で重要な役割を果たした。但し地理空間情報等の処理の多くがボランティアに行われ、関連する研究課題に、その総合的性格の故に科学予算がつきにくいという現状は問題である。国は地球人間圏科学とその関連領域が、災害時に発揮し得る広範な対処能力を正當に評価し、支援を充実すべきである。

(3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究の見直しと国民的理解の向上

高レベル放射性廃棄物の地層処分を社会的合意を以て進めるには、まず第一に、国と研究者は高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する空間的・時間的な不確実性を低減する研究を推進し、それに基づいて処分場の立地選定方法を考えるべきである。地殻変動や火山活動の間接的影響から処分の安全性を担保するためには、地下水や核種移行のシミュレーションに過度に頼ることなく、地下水の移行経路となる断層等の構造を立地選定調査の早い段階で避けておく必要がある。そのために、断層等の構造の少ない地層や岩体を地質学的に探す方法論を構築する必要がある。そして、処分場候補地は可能な限り地球人間圏科学的な不確実性の少ない地域から選定する必要がある。さらに、地表からの調査段階で、地下水シナリオの基本となる地質構造を解明する技術開発を迅速に進める必要がある。特に、処分場立地選定に当っては可能な限り少ないボーリング孔を用いて調査する必要があるために、物理探査手法の開発・高度化と、適用限界の明確化の必要がある。

第二に、国と研究者は教育界と連携し、エネルギー問題及び高レベル放射性廃棄物に関する科学的な理解を深めるための教育を充実すべきである。社会的合意を得て処分場を立地選定するためには、我が国の地質環境、エネルギー問題、及び高レベル放射性廃棄物に関する科学的な理解を促す教育が必要である。

(4) 安全安心で持続可能な土地利用に向けた取組の強化

安全安心で持続可能な土地利用に向けた取組を強化することは、災害が頻発する我が国にとって、とりわけ喫緊の課題である。利便性や短期的利益を過度に追求し、災害の危険性の高い沿岸の低平地等に重要施設を集中させるといった土地利用政策を推進してきたことが災害増加の一因であったことを反省する必要がある。また、地震災害リスクの軽減のために、地下の地質・地盤に関する情報を国民の共有財産として認識し、国土の基本情報として有効に活用するための社会システムを作ることが喫緊の課題であることを認識する必要がある。別途日本学術会議において審議されている、法整備を視野に入れた提言を考慮して、速やかな対応をすべきである^[17]。

以上を踏まえ、国と自治体は第一に、地形図等の地理空間情報や地質地盤情報等を活用し、地域条件を減災・防災の観点から正確に把握し、災害に強い土地利用を目指すべきである。そのため、被災地の多様な情報を地図化し提供する体制を構築し、学際的研究や復興・土地利用計画等、更には減災・防災教育にも活かすべきである。

また第二に、原子力発電所の事故による放射能汚染及び使用済み核燃料と放射性廃

棄物の問題を広域の人々と社会、土地、動植物、大気、海に長期間影響する国家的重大問題と認識し、国土利用政策に反映させるべきである^[16]。

(5) 地震や豪雨等に起因する地すべり等の災害の軽減

地表変動に関して、国と研究者は第一に、そのメカニズム研究と共に発生場と時に関する研究を更に進めるべきである。さらに、今後大地震が予期されており、地震時の崩壊発生メカニズムや事前降雨の影響に関する研究を進める必要がある。また、国土交通省、農林水産省、林野庁等、関連省庁によるまちまちな地表変動への対応を是正し、協働体制を築くべきである。第二に、地盤の液状化や地盤沈下、宅地盛り土の地震時地すべり等の災害に備えるため、地盤情報のデータベース化と公開を積極的に進める必要がある。豪雨や地震による地表変動災害への対応は、自治体やコミュニティ、また個人によって多様であるが、それぞれの人材が地表変動現象とその背景についての科学的素養を持つことが必要である。さらに、地表変動を引き起こす誘因は確かに地震や豪雨の場合が多いが、それらの理解とともに、地形の変化や岩石の風化等、身近な地表で起こる現象についての理解を促す教育が必要である。

地表変動による災害を避け、安全かつ安心な国民生活を確保するため、長期的な土地利用は、上記の研究成果やデータベースを反映して策定していく必要がある。

(6) 極端な気象・気候現象による災害リスク増大への対応

災害リスクを減らすためには、国と研究者は第一に、強い雨や台風の最大風速の変化等の極端な気象・気候現象の予測能力を更に高めるべきである。その上で、20～50年に一度という稀にしか起きない極端現象が温暖化でどう変化するかの確率的予測手法の構築が求められる。第二に、直近及び将来の極端な気象・気候現象による災害リスクを俯瞰する研究と、防災・減災の制度設計を進めるべきである。防災・減災のためには避難計画を含む早期警戒システムの導入、長期的観点からの適切な土地利用計画等の施策も必要であり、リスクの評価とコミュニケーションが課題となる。国と自治体は、災害の早期警報情報を出すべく、技術革新をしているが、住民としても各種ハザードマップを自ら確認し、災害に備えておくための行動も必要である。

(7) 災害に対する理解と対応力を向上させるための教育・研究体制の改善

国と研究者は第一に、災害を総合的に理解し対応力を高めるため、教育界と連携して、地学教育、地理教育、環境教育、防災・減災教育等を充実すべきである。また住民対象の教育啓発活動により災害情報を理解し意思疎通する力を高めること、災害予測等の不確実性を周知することも重要である。災害に関する理解の向上のためには、情報発信において、少なくとも学協会等で了解された、正しい知識や情報を共通の言葉を用いて、情報の質や精度、量、不確実性を正確にかつ分かりやすく説明し、情報を受け取る社会や国民の理解度を考慮しながら情報発信する必要がある。また、情報を受け取る側に対しても、子供たちを含む一般市民を対象とした教育・普及活動によ

り、情報を理解できる基本的な素養を養うと共に、共通の言語で、お互いが同じ土俵に立ち、意思疎通を図ることが重要である。

防災・減災教育は、地学、歴史学、地理学等を有機的に関連させたものとなることが望ましい。災害についてのメカニズムを理解し、その知識や過去の災害を基盤とした防災・減災のあり方を学習し、ハザードマップの限界を知ったうえでの利用法を学ぶことで、災害時の子どもたちの主体的な行動を保障することができる。今後は、教科ごとに行われている防災・減災教育を整理し、学習内容に関連性を持たせることで、持続性科学教育を進める必要がある。また地形図等の地図や地理空間情報等から地域の脆弱性等の特性を読取る能力や、地域条件と住民の意向を踏まえて合意形成を図るスキル等も高めることが望まれる。

一方、安全・安心な生活や社会を実現するためには学校教育を受けている世代のみならず、様々な階層の人々に対しての科学的知見の伝達もしっかりと考慮しなければならない。テレビや新聞等のマスメディアは科学的知識を分かり易く伝達する手段として身近なものであり、年齢階層に応じた番組や記事を工夫し、国民や社会の関心や知識を高めるよう実践することが望まれる。その際、既に述べたように、言葉の定義、使い方、精度、不確実性等に配慮し、混乱を招かないようにすることが肝要である。

第二に、Future Earth 用語 (1) や IRDR 用語 (2) 等の国際研究計画と連携し、関連する共同研究を振興すべきである。大規模地震・火山災害のリスクはアジア環太平洋地域に集中している。日本の経済もこの地域に依存しており、この地域のリスクを十分把握し、その情報を日本の国民や産業界に提供することも日本の地球人間圏科学コミュニティが海外機関との連携の下で行う必要がある。

<用語の説明>

(1) Future Earth :

国際科学会議(ICSU)と国際社会科学協議会(ISSC)が、国連環境計画(UNEP)、国連教育科学文化機構(UNESCO)、国連大学(UNU)、世界気象機関(WMO)、及び各国の地球環境研究資金配分機関からなる国際グループ(IGFA)、その中の有力国で構成されるベルモントフォーラム(BF)との連携で進めている統合的地球環境変化研究プログラムである。研究者コミュニティ以外のステークホルダー(政策・行政担当者、経済界、各種 NGO/NPO 等)との超学際的協働(トランスディシプリナリティ)を通して、地域から地球全体の環境保全と持続可能性を追求する。

(2) 災害リスク統合研究 : IRDR (Integrated Research on Disaster Risk) :

国際科学会議(ICSU)・国際社会科学協議会(ISSC)・国連防災戦略(UN/ISDR)と共同で 2008 年に開始した国際研究プログラムである。科学的行動により災害を軽減することを目標として、災害軽減に関わる意思決定過程に、いかに科学を生かしていくかを研究する。

<英語略称>

- 1) GIS：地理情報システム、地理情報科学
- 2) NUMO：原子力発電環境整備機構
- 3) JAEA：独立行政法人日本原子力研究開発機構

<参考文献>

- [1] 日本学術会議地球惑星科学委員会（2008）提言『陸域 - 縁辺海域における自然と人間の持続可能な共生へ向けて』
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t58-6.pdf#page=6> [2] 内閣府（2012）『平成23年度版防災白書』, 12頁
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/pdf/H23_zenbun.pdf
- [3] 宍倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・岡村行信（2010）平安の人々が見た巨大津波を再現する－西暦869年貞観津波－産業技術総合研究所, AFERSニュース, 2010年8月号, <https://unit.aist.go.jp/actfault-eq/Tohoku/no.16.pdf>
- [4] 災害緊急速報－東北地方太平洋沖地震・日本地理学会災害対応本部
http://www.ajg.or.jp/disaster/201103_Tohoku-eq.html
- [5] 平成24年度科学研究費補助金(新学術領域研究・研究領域提案型)『福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究』
<http://www.ied.tsukuba.ac.jp/hydrogeo/isetr/index.html>
- [6] sinsai.info 東日本大震災 みんなでつくる復興支援プラットフォーム
<http://www.sinsai.info/>
- [7] 谷川一郎（2011）農業環境技術研究所の放射線汚染に関する調査・研究の取組農業, 1550号, 6-14.
http://www.dainihon-noukai.jp/wp/wp-content/uploads/2012/04/110902_taniyama_ichiroh.pdf
- [8] 特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（平成十二年六月七日法律第百十七号）
- [9] 原子力発電環境整備機構(NUMO)（2011）『地層処分事業の安全確保 2010～確かな技術による安全な地層処分の実現のために』
<http://www.numo.or.jp/topics/2011/11093022.html>
- [10] 一般社団法人日本原子力学会『地層処分事業の安全確保 2010～確かな技術による安全な地層処分の実現のために～レビュー版』に対するレビュー報告書, 2011年4月.
- [11] 日本学術会議（2012）回答『高レベル放射性廃棄物の処分について』高レベル放射性廃棄物の処分に関する検討委員会、2012年9月11日

- <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-k159-1.pdf>
- [12] Brown, L. R. (2009) Plan B 4.0 - Mobilizing to Save Civilization, W. W. Norton & Company, New York and London, 368 pp.
http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/pb4book.pdf
- [13] 氷見山幸夫 (2012) 2011 年東北地方太平洋沖地震津波と土地利用, 地球環境, Vol.18, No.1, 35-44.
- [14] 国土交通省国土地理院 (2011) 津波浸水範囲の土地利用別面積について
<http://www.gsi.go.jp/common/000060371.pdf>
- [15] UNEP (2012) Global Environmental Outlook 5 - Environment for the future we want. Progress Press Ltd, Malta, 528pp.
http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GE05_FrontMatter.pdf
- [16] 氷見山幸夫 (2012) 東日本大震災を踏まえた安全安心で持続可能な国土利用への課題. 学術の動向, 第 17 巻第 8 号, 38-45.
- [17] 日本学術会議地球惑星科学委員会 (2013) 提言『地質地盤情報の共有化に向けてー安全・安心な社会構築のための地質地盤情報に関する法整備ー』
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t168-1.pdf>
- [18] 砂防法 (明治三十年三月三十日法律第二十九号)
- [19] 地すべり等防止法 (昭和三十二年三月三十一日法律第三十号)
- [20] 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律 (昭和四十四年七月一日法律第五十七号)
- [21] 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律 (土砂災害防止法) (平成十二年五月八日法律第五十七号) .
- [22] 千木良雅弘 (2013) 深層崩壊-どこが崩れるのか. 近未来社, 231 頁.
- [23] IPCC (2012) Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. -K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/direct-losses-from-weather-disasters-1/ipcc-2012-managing-the-risks>
https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf
- [24] 日本学術会議 (2011) 提言『新しい高校地理・歴史教育の創造ーグローバル化に対応した時空間認識の育成ー』 (2011 年 8 月 3 日)
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-t130-2.pdf>

<参考資料 1> 地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会審議経過

2011年

12月2日 地球・人間圏分科会（第1回）

○活動方針の検討等

2012年

2月11日 地球・人間圏分科会（第2回）

○学術フォーラム「巨大災害軽減と持続的社会的実現への道」について等

6月15日 地球・人間圏分科会（第3回）

○地球惑星科学委員会の東日本大震災に関する提言と分科会による提言について等

9月10日 地球・人間圏分科会（第4回）

○地球惑星科学委員会の提言について等

11月15日 地球・人間圏分科会（第5回）

○地球惑星科学委員会の提言と分科会による提言の内容に重複が少ないことを確認し、当面前者を主としつつ、後者にも取り組むこととした。

2013年

2月18日 地球・人間圏分科会（第6回）

○地球惑星科学委員会の提言と分科会による提言について等

4月26日 地球・人間圏分科会（第7回）

○地球惑星科学委員会の提言と分科会による提言について等。なお、前者提言案に完成の目処がついたため、分科会による提言の作成を本格化させ、年度内を目処に案を纏めることとした。

9月13日 地球・人間圏分科会（第9回）

○地球・人間圏分科会提言（案）について報告・審議

12月5日 地球・人間圏分科会（第10回）

○地球・人間圏分科会提言（案）「東日本大震災を教訓とした安全安心で持続可能な社会の形成に向けて」（仮題）について報告・審議

12月26日 地球惑星科学委員会企画分科会（第13回）

○地球・人間圏分科会提言（案）について報告・審議

12月26日 地球惑星科学委員会（第6回）

○地球・人間圏分科会提言（案）について報告・審議

2014年

3月31日 地球人間圏分科会（第11回）

○地球・人間圏分科会提言（案）「近年の巨大災害を教訓とした安全安心で持続可能な社会の形成に向けて」（仮題）について報告・審議

4月21日 地球人間圏分科会（第12回）

○地球・人間圏分科会提言（案）「東日本大震災を教訓とした安全安心
で持続可能な社会の形成に向けて」（仮題）について報告・審議

○月○日 日本学術会議幹事会(第○回)

○地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会 提言
「東日本大震災を教訓とした安全安心で持続可能な社会の形成に向けて」
について承認