

自然災害に起因する化学物質流出対策の抽出に向けた自治体・事業者における現状対応の整理

小島 直也¹・田渕 裕也²・豊田 真弘³・松浦 誠²・東海 明宏⁴

¹正会員 大阪大学 大学院工学研究科 助教 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 M3-510)
E-mail: kojima_n@sec.eng.osaka-u.ac.jp

²非会員 大阪大学 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 博士前期課程

³非会員 日本エヌ・ユー・エス株式会社

⁴正会員 大阪大学大学院工学研究科 教授

南海トラフ地震などの自然災害時に備え、地方自治体や事業者は、化学物質の流出による被害評価やその防護策の実施を進めている。本研究の目的は、被害評価で想定されている前提条件や被害過程、想定被害への防護策とその実施主体を整理し、対策が特定の地域や分野に偏在していないか、社会や環境に対する対策検討が十分であるかを調査する事とした。調査対象は多様な土地利用が混在する淀川流域圏内の京都府と大阪府とした。公開された報告書の内容に基づき、自然災害の発生から影響発現までの因果関係をマトリクスとして整理し、被害評価の現状に関して考察した。その結果、ヒト健康被害や二次被害の評価が達成されておらず、対策効果の評価が実施できていないという課題が明らかにされた。

Key Words : NATECH (Natural Hazard Triggered Technological Disasters), Lesirience, Chemical management, Risk evaluation, Prevention of chemical spill over

1. 序論

(1) 化学物質に係る脆弱性評価の必要性

阪神淡路大震災や東日本大震災において、化学物質の流出事故が確認され、トリクロロエチレンのばく露による死亡事故¹⁾、危険物施設における漏洩・流出²⁾や火災事故³⁾、などが確認された。このような自然災害に起因する産業事故 : NATECH (natural hazard triggered technological accidents) に関する研究が欧州を中心に行われている⁴⁾⁵⁾。

内閣府は「コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等 (5-3)」「有害物質の大規模拡散・流出 (7-5)」などの項目を含めた45項目を「起きてはならない最悪の事態」として定めた⁶⁾⁷⁾。この45の事態への対応として、各自治体はその地域特性や想定される自然災害リスクの大きさに基づき、脆弱性評価を行い、具体的に必要な取組みを整理し、目標年度までの達成に向けた進捗管理を進めている⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。ただし、5-3 および 7-5 に関する脆弱性評価結果を調査したところ、人的被害や建物被害は定量的な評価結果と目標値が明示されているのに対して、化学物質に係る評価結果においては、対策によるヒト健康影響や被害額の対策効果が数値として示されていない。そのため、化学物質の流出がもたらすヒト健康影響や被

害、ならびに対策効果の議論に必要な科学的根拠は十分と言えない。

以上の観点から、図- 1に示すような、自然災害に起因する事故の因果関係の把握、事故によって生じるヒト健康や二次被害に関する定量的な影響評価が必要である。

(2) 化学物質に係る脆弱性評価の阻害要因とその対応

このような化学物質流出およびその対策効果の評価が困難である理由は複数ある。例えば、化学物質は環境中で移動・反応するため、評価対象とする物質の選び方によって、検討すべき被害過程や被害指標が異なるという理由が挙げられる。2015年10月時点で、上市されている化学物質は28,000以上¹¹⁾であり、その利用状況も含めると、考える物質全てを評価することは現実的とは言え

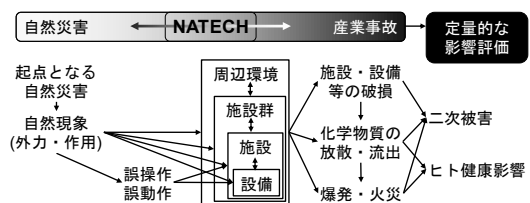


図-1 自然災害に起因する化学物質流出の影響伝播のフロー

ない。他の理由として、将来の自然災害を扱うため評価結果が確率的な分布を有する事⁹⁾や、化学物質の扱い方や貯留量は各企業の秘匿情報であるため、評価に必要な情報収集に未知性が残る事、などが挙げられる。

以上で挙げた評価の阻害要因に対して、筆者らは化学物質の取扱量や被害の発生確率に基づいて、考慮すべき前提条件の数を限定することで、代表的と考えられるシナリオを作成する必要があると考えた。そして、このようなシナリオ作成に向けた事前調査として、本研究では行政が現状で想定する被害過程や対策準備を整理する。

(3) 本研究の目的

本研究の目的は、地方自治体の公開資料に基づき、地方自治体の想定する自然災害に起因する化学物質流出事象、その流出対策、およびその実施主体を関連付けて整理する事を通じて、対策が特定の地域や分野に偏在していないか、社会や環境に対する対策検討が十分であるかを調査する事とした。調査対象として、工業・農業等の土地利用を含む広域圏として淀川流域圏から、大阪府と京都府を取り上げた。

なお以降において化学物質とは、急性・慢性を問わずばく露によるヒト健康への有害性を有する物質、または引火性や可燃性といった物理化学的危険性を有する物質を指す。また、放射性物質については対象としない。

(4) 本研究の構成

第1章では化学物質の流出によるヒト健康影響や二次被害の定量的評価のために、前提条件を限定したシナリオ作成の必要性について述べ、本研究の目的がシナリオ作成に向けた行政の想定する被害と対策整理であることを述べた。第2章では、資料収集と資料内の知見を抽出した際の手続きについて述べる。第3章では、収集した資料の内容に基づき、自然災害に起因する化学物質の流出による被害評価の現状、対策とその実施主体について整理し、ヒト健康評価の必要性や対策整理の枠組みについて述べる。

2. 大阪府と京都府の公開資料の収集と整理方法

(1) 資料収集

資料の収集は、検索エンジンgoogleを用いて、2018年7月12～8月19日にかけて実施した。検索範囲は、大阪府(www.pref.osaka.lg.jp/)と京都府(www.pref.kyoto.jp/)のホームページ内に限定した。この検索範囲内で、表-1内のGroup1から1もしくは2語、Group2から1語を入力し、

表-1 報告書の探索に用いた語

Group 1	自然災害、災害、安全、防災、減災、強靱化、化学物質、危険、危機管理、災害、地震、直下型、断層、南海トラフ、液状化、津波、水害、大雨、洪水
Group 2	報告、計画

上位20件の文献名から、自然災害および自然災害に起因する化学物質流出に関連する記述があると考えられる資料をダウンロードした。得られた文献を付表-1に示す。

(2) 化学物質の流出に関わる記述内容の整理

(1) で収集した資料内の記述のうち「化学物質」「危険物」「毒物」「劇物」の用語が見られる文章の前後の内容を調査し、自然災害に起因する化学物質流出事象、その流出対策、およびその実施主体がどのように位置づけられているか読み取った。3章で示す結果では、図-1に示す自然災害、の想定災害や対策に関する整理を行った。

3. 化学物質の拡散・流出に関する評価と対策状況の整理と考察

(1) 強靱化地域計画における脆弱性評価結果とその対応行動に関する整理

内閣府が定めた起きてはならない事態に対して、京都府、大阪府ともに強靱化地域計画を策定している⁹⁾。これらの資料から「コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等(5-3)」「有害物質の大規模拡散・流出(7-5)」に関する記述に着目し、脆弱性に関する現状とその対策を整理した。

a) 京都府：5-3に関する脆弱性

大規模自然災害発生後に、サプライチェーンを含む経済活動を機能不全に陥らないことを目標とし、重要な産業施設の損壊、火災、爆発等を起きてはならないとしている⁹⁾。しかし、付表-1の京都府の資料を含めても、「重要な産業施設」についての記述が見当たらなかった。京都府には石油コンビナートは立地していない事から、懸念する脆弱性は無いと考えられた。付表-1中の石油類流出事故対策計画においても、海難事故を想定しており、自然災害を起因とする流出は検討されていない。

b) 京都府：7-5に関する脆弱性とその対策

化学物質の拡散・流出に関する脆弱性評価に関して、強靱化地域計画では、有害物質の大規模拡散・流出を起してはならない事態と定めている⁹⁾。地震による産業施

表-2 京都府における化学物質の大量拡散・流出対策

				行動による効果・影響の受け手		
				行政		住民
				京都府	市町村	
行動の主体	行政	京都府	・アスベストやPCBなどの特別管理廃棄物の適正処理 ・広域受援計画の策定 ・合同訓練の実施	・適正管理の促進 ・必要な資器材の整備促進 ・訓練実施の促進 ・合同訓練の実施 ・マニュアル整備の促進 ・被害情報・環境モニタリングデータ等の収集 ・危険物貯蔵施設の調査と防災計画策定 ・（連携）二次被害回避のための危険情報の収集	・二次被害回避のための危険情報の提供 ・避難道路の確保	
		市町村				
	企業等	企業等		（連携）二次被害回避のための危険情報の収集	・合同訓練 ・化学物質の適正管理 ・非常用電源の準備と活用 ・他地域の事業所からの資器材の融通	避難道路の確保
			住民			合同訓練

設の倒壊や設備の破損などが拡散・流出につながると考えられるが、京都府が実施した被害想定においてこれらの被害量は示されていない。地域防災計画においても「産業構造の急激な変化に伴って、その態様も複雑多岐にわたり、規制事務も困難を極めている」としており、定量的な脆弱性評価結果は無いと考えられた。

化学物質の拡散・流出対策を、強靱化地域計画と地域防災計画¹²⁾から取り出し、表-2に整理した。第1～3行に行動の主体を、第1～3行に行動の受け手を示しており、主体側が交差するセルの行動を受け手側に行う形で対応が実施、計画されていることを示す。傾向として、化学物質の使用者である企業が責任をもって実施すべき対策が多く、行政はその立ち入り検査や調査を通じて、対応計画と関連法規の適切な実行を企業等に促していると言える。行政と企業等の連携対応として、二次被害を防ぐために危険情報を共有する考えが示されていた。

c) 大阪府：5-3に関する脆弱性評価と対策

大阪府は4つの地区(大阪北港、堺泉北臨海、関西国際空港、岬)から成るコンビナートを有する。このうちの堺泉北臨海地区での被害が最も大きくなると想定されていた¹⁴⁾¹⁵⁾。この被害想定を、図-1に示したNATECHの影響伝播フローに対応する形で、表-3および表-4に整理した。2つの表から、現在大阪府では自然災害に起因する事故の結果、施設がどの程度の影響を受けるかに関しては、定量的な評価を公表していると言える。一方で、化学物質、ここでは第1～4石油類が施設外へ流出した際にどのような影響を及ぼすかについては、評価されていないことが分かった。

表-3および表-4で評価された脆弱性に対して、大阪府が実施、計画する対策を表-5に整理した。対象地域

表-3 堺泉北臨海地区における南海トラフ地震による液状化の被害想定結果とその被害過程の整理

				結果			
○対象時間：－ ○対象地域：堺泉北臨海地区 ○対象物質：第1～4石油類				自然現象 (外力・作用)	周辺環境	施設・設備	外部影響
				地震動	典型的な液状化断面	危険物貯蔵施設流出防護設備	(不明)
原因	自然災害	南海トラフ地震	震度：6強～6強	液状化		地震動による施設被害	物質流出による影響
	自然現象 (外力・作用)	地震動		水平／垂直変位： 0～1.89／0.28～1.03 m		液状化による施設の破損	
	周辺環境	液状化による施設の破損					
	施設・設備						
					定量的な想定被害→定性的な想定被害		

表-4 堺泉北臨海地区における南海トラフ地震によるスロッシングの被害想定結果とその被害過程の整理

(※スロッシング：石油タンクなどの容器内の液体が、比較的長い周期の地振動によって揺れ動くこと)

			結果		
○対象時間：－ ○対象地域：堺泉北臨海地区 ○対象物質：第1～4石油類			自然現象 (外力・作用)	周辺環境 施設・設備 浅部地盤 浮屋根式危険物タンク	外部影響
			地震動		(不明)
原因	自然災害	南海トラフ地震	震度：6弱～6強 予測波形データ	速度応答スペクトル	物質流出 による影響
	自然現象 (外力・作用)	長周期地震動		スロッシングによる液状化： ～12 百万L	
	周辺環境・施設・設備	溢流			
			定量的な想定被害→定性的な想定被害		

表-5 大阪湾コンビナートにおける化学物質の拡散・流出対策

				行動による効果・影響の受け手			
				行政		特定事業所	周辺住民
				大阪府	市町村		
行動の主体	行政	大阪府	・地震、津波による災害想定 ・コンピュータ防災計画の策定 ・オイルフェンス、油処理用の備蓄 ・緊急応急活動体制の準備 ・防災訓練の充実		・地震、津波による災害想定 ・避難誘導 ・医療救護活動		
		市町村					
	特定事業所	市町村	特定事業所	・対策計画書の提出 ・対策の実施報告書の提出		・防災訓練の徹底 ・災害広報 ・住民の避難誘導	
			周辺住民			防災訓練	

や施設種別が特定されているためか、対策として具体的な設備名称が挙げられていた。また、「液状化対策」に関してはその対策後の水平/垂直変位量が評価されており、表-3の値と比較することで対策効果評価が可能であった。

d) 大阪府：7-2に関する脆弱性評価と対策

化学物質の拡散・流出に関する脆弱性評価に関して、大阪府も京都府と同様に、有害物質の大規模拡散・流出を起してはならない事態と定めているものの⁹⁾、定量的な被害評価結果は示されていない。

化学物質の拡散・流出対策を、強靱化地域計画¹⁰⁾と対策事例¹⁷⁾から取り出し、表-2に整理した。なお、対策事

表-6 大阪府における化学物質の大量拡散・流出対策

行動による効果・影響の受け手			
		行政	企業等
		大阪府	市町村
行動の主体	行政	・ 大阪府 ・ 市町村	・ アスベスト適正処理マニュアルの周知 ・ 対策事例の作成とその周知 ・ 立入り検査による対策推進指導 ・ 拠点施設周辺の立地規制誘導による危険物施設の遠隔化 ・ (連携) 化学物質管理計画書の届出促進
	企業等	・ 対策計画書の提出 ・ 対策の実施報告書の提出 ・ (連携) 化学物質管理計画書の届出	・ 化学物質流出の未然防止設備の設置 ・ プラントの安全停止方法の確保 ・ 非常時通信手段の確保 ・ マニュアルの整備と訓練 ・ 津波対策の実施 ・ 液状化対策の実施 ・ 設備・建物の補強
	住民		
			防災訓練

例では84の対策が紹介されているが、紙面の都合上全ては記載していない。

(2) 想定する被害とその評価に関する必要性の考察

大阪府および京都府では化学物質の拡散・流出に関する懸念の元、企業等に対して対策を促し、自然災害に起因する化学物質の流出リスクの低減が実施中である。一方で、どのような形で流出するのか、どのような被害をもたらすのか、に関する記述は大阪湾コンビナートの事例以外では見られなかった。

逆説的に言えば、想定する地震の規模、対象地域とそ

の地勢的な条件、施設の状態、対象物質、などの条件が決定されていれば、ヒト健康被害の前段階となる、化学物質の流出量が評価しうると言える。実際に、中久保らは工業的な利用が盛んな物質に限定して、上述した条件群を設定し、化学物質の流出による河川中の化学物質濃度がどの程度影響を受けるかについて、定量的に評価を実施している¹⁸⁾。

以上の考察から、考慮すべき前提条件の数を限定し、代表的と考えられるシナリオを作成することで、ヒト健康影響の評価実施を支援できることが示唆された。

4. 結論

化学物質の流出によるヒト健康被害および二次被害の定量的評価は、京都府・大阪府の公開する報告書や計画書においては明示されていなかった。科学的根拠に基づく政策決定のために、自然災害に起因する化学物質の流出がもたらす影響を定量的に評価するための基盤構築が必要と言える。

謝辞：本研究は、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（S-17）により実施された。

付録

付表- 1に、大阪府および京都府の公表する自然災害および自然災害に起因する化学物質流出に関する資料の一覧を示す。

参考文献

- 1) 目黒区：東日本大震災における区の対応結果等（第一次総括）について，p.10，2011.
- 2) 神戸市消防局：阪神・淡路大震災神戸市域における

消防活動の記録，pp.123-125，1995.

- 3) 東日本大震災を踏まえた危険物施設の震災等対策のあり方に関する検討会：東日本大震災における危険物施設の被害の状況，2013.
- 4) 岸本充生：Natech（自然災害起因の産業事故）リスクの評価と管理，安全工学，Vol.53，No.4，pp.214-219，2014.
- 5) Elisabeth Krausmann, Ana Maria Cruz, Ernesto Salzano: Natech Risk Assessment and Management, pp.157-175, 2017.
- 6) 内閣府国土強靱化推進本部：大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の結果，pp.資-1-資-84，2014.

付表-1 大阪府および京都府の公表する自然災害および自然災害に起因する化学物質流出に関する資料

大阪府		
(旧) 環境総合計画，2002.	企業による社会課題の解決に関する調査(大阪府内の中小製造業の防災と事業継続に関する調査結果報告書 no.160)，2017.	大阪府石油コンビナート等防災計画(2016年3月修正版)，2014.
「大阪府化学物質適正管理指針」の改正について，2013.	災害に強い都市づくりガイドライン(改訂版)，2005.	大阪府石油コンビナート等防災計画(2017年4月修正版)，2017.
BCPIによる防災力と企業活力の向上に向けて - 災害に強い産業都市を目指して -，2010.	災害に強い都市づくりガイドライン(第1版)，1998.	大阪府石油コンビナート等防災計画の進行管理(計画書のとりまとめ結果及び重点項目の概要)，2016.
大阪府化学物質管理制度(制度概要)，2013.	災害医療対策事業等実施要綱，2018.	大阪府石油コンビナート等防災計画の進行管理(第2期対策計画書)，2018.
大阪府強靱化地域計画，2016.	災害対策調査特別委員会報告書(平成23年6月～平成24年6月)，2012.	大阪府石油コンビナート等防災計画の進行管理(平成27年度分進捗状況)，2016.
大阪府強靱化地域計画の進捗状況(平成28年度末時点)，2017.	石油コンビナートにおける防災・減災対策，2016.	大阪府石油コンビナート等防災計画の進行管理(平成28年度分進捗状況)，2017.
大阪府強靱化地域計画の進捗状況(平成29年度末時点)，2018.	大規模災害に備えた化学物質による環境リスクの低減対策の進捗状況等(平成27年度取りまとめ資料)，2016.	大阪府地域防災計画基本対策(平成21年7月修正版)，2009.
地震防災アクションプログラム，2015.	大規模災害に備えた化学物質による環境リスクの低減対策の進捗状況等(平成28年度取りまとめ資料)，2017.	大阪府地域防災計画基本対策(平成24年3月修正版)，2012.
新環境総合計画(2018年7月改訂版)，2018.	大規模災害に備えた大阪府化学物質管理制度の見直し，2013.	大阪府地域防災計画基本対策(平成26年3月修正版)，2014.
対策事例集，2016.	大阪府化学物質適正管理指針，2013.	大阪府地域防災計画基本対策(平成29年11月修正版)，2017.
対策事例集に係るアンケート，2015.	大阪府化学物質適正管理指針(大規模災害に備えた環境リスク低減編)，2013.	大阪府地域防災計画基本対策(平成29年3月修正版)，2017.
化学物質対策セミナー 資料，2018.	大阪府化学物質適正管理指針の解説，2013.	大阪府庁業務継続計画 地震災害編(改訂版，一部補訂版)，2017.
化学物質対策セミナー 資料，2017.	大阪府化学物質適正管理指針の解説(大規模地震に備えた環境リスク低減編)，2013.	大阪府庁業務継続計画 地震災害編(改訂版)，2015.
化学物質対策セミナー 資料，2016.	大阪府危機管理対応指針(第1版)，2009.	大阪府庁業務継続計画 地震災害編(第1版)，2009.
化学物質対策セミナー 資料，2015.	大阪府危機管理対応指針(第4版)，2018.	大阪府庁業務継続計画 地震災害編(第1版補訂版)，2014.
化学物質対策セミナー 資料，2014.	大阪府自然災害総合防災対策検討(地震被害想定)報告書，2007.	地震・津波被害想定等検討部会報告(第1次)，2014.
化学物質対策セミナー 資料，2013.	大阪府震災復興都市づくりガイドライン(改訂版)，2015.	地震・津波被害想定等検討部会報告(第2次)，2016.
化学物質対策セミナー 資料，2012.	大阪府震災復興都市づくりガイドライン(第1版)，2006.	平成24年度災害時における化学物質のリスク低減事業報告書，2013.
化学物質対策セミナー 資料，2011.	大阪府石油コンビナート等防災計画(2012年3月修正版)，2014.	包括外部監査結果報告書，2017.
化学物質対策セミナー 資料，2010.	大阪府石油コンビナート等防災計画(2014年3月修正版)，2014.	防災都市づくり広域計画，2009.
京都府		
京都府地域防災計画(震災対策計画編)，2017.	社会資本総合整備計画(地域住宅計画)，2015.	新京都府環境基本計画，2010.
京都府地域防災計画(一般計画編)，2017.	日本海における最大クラスの地震・津波による被害想定(H29公表)，2017.	NPO等リスクマネジメントに係るアンケート調査報告書，2017.
京都府地域防災計画(資料編)，2017.	京都府地震被害想定調査(H20公表)，2008.	京都府庁地震業務継続マニュアル，2010.
京都府地域防災計画(事故対策計画編)，2017.	京都府戦略的地震防災対策指針(第1次)，2009.	京都府庁地震業務継続マニュアル(2011年2月改正)，2011.
災害からの安全な京都づくり条例，2016.	京都府戦略的地震防災対策推進プラン(第1次)，2015.	京都府庁地震業務継続基本指針，2009.
京都府国土強靱化地域計画，2016.	京都府戦略的地震防災対策指針(第2次)，2015.	京都府庁総合的危機管理指針，2007.
京都府国土強靱化地域計画 進捗情報(平成28年度末時点)，2017.	京都府戦略的地震防災対策推進プラン(第2次)，2015.	京都BCP行動指針(平成29年5月改正版)，2017.
京都府住宅・建築物安全ストック形成等整備計画(防災・安全)，2016.	環境基本計画，1998.	京都企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査，2017.

- 7) 内閣府国土強靱化推進本部：国土強靱化地域計画策定ガイドライン（第5版）資料編，pp.25-26，2018.
- 8) 京都府：京都府国土強靱化地域計画，2016.
- 9) 大阪府：大阪府強靱化地域計画，2016.
- 10) 大阪府：大阪府強靱化地域計画の進捗状況＜平成 29 年度末時点＞，2018.
- 11) 厚労省，経済産業省，環境省：化審法施行状況検討会（第3回）資料 2 新規化学物質の審査・確認制度の現状，p.2，2015.
- 12) 京都府防災会議：京都府地域防災計画 一般計画編，2017.
- 13) 京都府防災会議：京都府地域防災計画 震災対策計画編，2017.
- 14) 大阪府石油コンビナート等防災本部地震・津波被害想定等検討部会：地震・津波被害想定等検討部会報告（第一次），2014.
- 15) 大阪府石油コンビナート等防災本部地震・津波被害想定等検討部会：地震・津波被害想定等検討部会報告（第二次），2016.
- 16) 大阪府環境農林水産部環境管理室事業所指導課化学物質対策グループ：大規模災害に備えた化学物質による環境リスク低減対策の取組状況について，2017.
- 17) 大阪府環境農林水産部環境管理室：化学物質を扱う事業所で今日からできる対策事例，2016.
- 18) 中久保豊彦，多田悠人，東海明宏：地震に伴う PRTR 対象物質の流出による浄水場機能への影響評価とその対策効果分析，日本リスク研究学会誌，pp.131-140，Vol. 26，No. 3，2016.

(2018. 8. 24 受付)

Summarizing the Chemical Release Preventions by Municipal and Industries in the Serious Natural Hazard

Naoya KOJIMA, Yuya TABUCHI, Masahiro TOYODA, Makoto MATSUURA, Akihiro TOKAI

In order to mitigate the impact from chemical release caused by the serious natural hazard, both governmental sector and industrial sector are improving their resilience. Our objectives are to clarify the prerequisite assumption in the human health and social impact assessment, and stakeholder to be responsible to implement their prevention. For this objectives, we thoroughly collected the published report in Osaka Prefecture and Kyoto Prefecture in the web regarding with the keywords: resilience, NATECH (natural hazard triggered technological accident, chemical management, natural hazard, and so on. Based on the description of the reports, we made two matrix. The one is for understanding the mechanism from natural hazard, via technological accident, to concerning impact. Another matrix is for understanding the preventions and their respondent. These matrix implies that possibly effective preventions are prepared, however the way of evaluating their effectiveness is lacking.