

フィリピン共和国

フィリピン国  
マニラ首都圏における災害に対する  
公共インフラ強靱化のための  
損害保険活用に係る  
情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

平成30年6月  
(2018年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

SOMPO リスクアマネジメント株式会社  
国際航業株式会社

東大
JR
18-045

# 目次

<b>1</b>	<b>調査の概要</b> .....	<b>1</b>
1.1	背景.....	1
1.2	目的.....	2
1.3	実施方針及び作業手順.....	3
1.3.1	GSIS の意向 .....	3
1.3.2	実施方針の整理検討 .....	4
1.3.3	作業手順の整理 .....	5
1.4	調査対象及び関係機関.....	6
1.5	調査団の構成.....	7
1.6	調査工程.....	7
<b>2</b>	<b>フィリピンにおける災害リスクファイナンスの動向</b> .....	<b>8</b>
2.1	フィリピン政府の取組み .....	8
2.2	災害リスクファイナンスにおける GSIS の役割.....	10
<b>3</b>	<b>フィリピン公務員年金基金(GSIS)</b> .....	<b>13</b>
3.1	GSIS の概要 .....	13
3.1.1	概要.....	13
3.1.2	組織.....	13
3.1.3	財務状況.....	15
3.2	GSIS 公共インフラ保険に関する概要 .....	16
3.2.1	法的根拠.....	16
3.2.2	保険引受方式.....	17
3.2.3	保険料率.....	19
<b>4</b>	<b>公共インフラ保険における基本的な問題とその影響、解決の方向性</b> .....	<b>24</b>
4.1	保険未加入.....	24
4.1.1	保険未加入の実態 .....	24
4.1.2	保険未加入の問題 .....	26
4.2	一部保険.....	26
4.2.1	一部保険関連用語の定義 .....	26
4.2.2	保険約款上の一部保険規定 .....	27
4.2.3	一部保険の実態(公立学校、MRT3、NAIAT3 の再調達価額の算定) .....	28
4.2.4	一部保険による問題.....	43
4.3	根本的な課題と対策の整理 .....	44
4.4	保険未加入の問題解決に向けた GSIS 及び関係機関のこれまでの主な取組みと今後の対策の提案 .....	45

4.4.1	保険未加入是正に向けたこれまでの取組み	45
4.4.2	今後の対策の提案	49
4.5	一部保険解消に向けた GIS の取組みと今後の対策の提案	51
4.5.1	今後の対策の提案	52
4.6	保険未加入、一部保険の現状、問題、原因、対策のまとめ	55
4.6.1	保険制度の適正化に伴うその他の課題と対策	56
<b>5</b>	<b>リスクベース保険料率算定ツールの開発</b>	<b>58</b>
5.1	リスクベース保険料率算定ツールの概要	58
5.1.1	保険料の考え方と本業務で対象とする範囲	58
5.1.2	ツールの構成	59
5.2	リスクベース保険料率算定のための技術的情報収集	62
5.2.1	ハザードデータ	62
5.2.2	脆弱性カーブ	87
5.3	リスクベース保険料率算定ツール	113
5.4	現地調査に基づく公共インフラのリスク評価結果	119
5.4.1	公立学校のリスク評価結果	120
5.4.2	MRT3 のリスク評価結果	134
5.4.3	NAIAT3 のリスク評価結果	138
5.5	公立学校のリスク評価結果に基づく保険料率算定の試行	140
<b>6</b>	<b>リスクベース保険料率算定ツールの活用</b>	<b>151</b>
6.1	リスクベース保険料率での保険引受による主な効果	151
6.2	期待されるその他の効果や活用可能性	151
6.2.1	GIS を利用した保険引受リスクの可視化による GIS アンダーライティング能力向上	151
6.2.2	自然災害危険にもとづいた関係機関や再保険会社との損害保険に係る協議	152
6.2.3	運輸インフラなど再保険調達を行う大規模施設についての自然災害保険料率のベンチマークとして活用	152
6.2.4	自然災害による最大損害額評価にもとづいた支払限度額の設定	152
6.2.5	事前の防災投資の優先付けの参考資料としての活用	154
6.2.6	PIRA, Ltd. のタリフレート改定時の参考レートとしての使用	154
<b>7</b>	<b>事前の防災投資インセンティブ</b>	<b>156</b>
7.1	事前の防災投資を通じたリスクコントロールの必要性(熊本地震による学校被害)	156
7.2	GIS 公共インフラ保険の現状分析	157
7.2.1	国内外の自然災害保険制度における防災インセンティブ制度	157
7.2.2	防災インセンティブの観点からみた GIS 公共インフラ保険	159
7.2.3	マニラ首都圏公立学校の保険料率例	161

7.3	事前の防災投資促進インセンティブとなる方策の検討.....	161
7.3.1	リスクベース保険料にもとづく防災投資促進インセンティブ .....	161
7.3.2	防災投資促進インセンティブを補完する防災認定制度.....	166
7.3.3	政府の防災改修予算の確保と公立学校を例とした防災改修メカニズム....	176
<b>8</b>	<b>損害保険を活用した公共インフラ強靱化の推進に係る提言 .....</b>	<b>180</b>
8.1	公共インフラ保険課題解決のための提言(保険モデルプログラムの導入を計画する) .....	180
8.1.1	公共インフラ保険の未加入及び一部保険の解消により、災害保険の役割を向上する.....	181
8.1.2	事前の防災投資を促す仕組みを導入する .....	182
8.1.3	自然災害保険引受けに係る GSIS の能力強化を進める.....	183
8.2	公立学校の強靱化推進のための提言(保険モデルプログラムに防災改修基金を組込んだ統合的な防災改修メカニズムの構築) .....	184
8.2.1	公立学校の防災改修の必要性 .....	184
8.2.2	防災基金を導入した保険モデルプログラムと強靱化のメカニズム.....	185
<b>9</b>	<b>今後の支援・協力が必要な分野(案) .....</b>	<b>186</b>
9.1	公共インフラ保険の課題解決のための協力.....	186
9.1.1	一部保険解消を促すための公的機関の建物の再調達価額データベース整備支援.....	186
9.1.2	マニラ首都圏リスクベース保険料率ツールの活用支援.....	187
9.1.3	リスクベース保険料率ツールの拡張支援 .....	187
9.1.4	防災認定制度の制度設計支援 .....	190
9.1.5	GSIS 引受け部門のリスクエンジニアリングチームの役割拡充及び能力強化支援.....	190
9.1.6	GSIS の自然災害リスク集積管理強化や再保険調達の最適化支援 .....	190
9.1.7	大規模自然災害時の保険事故査定能力の強化支援.....	191
9.2	公立学校の強靱化推進のための協力(包括的な防災改修メカニズム導入に向けた協力) .....	191
9.2.1	公立学校防災改修実績に基づく日本の知見共有 .....	191
9.2.2	改修予算の必要性.....	191
9.3	緑の気候基金(GCF)を活用した総合災害リスク管理としての公立学校保険プログラムと災害に対する強靱化に係るプロジェクトの案件化	192

## 別添資料（Annex）

Annex A	合同調整会議（JCM）実施報告書（第1回、第2回）
Annex B	災害リスクファイナンス整理表
Annex C	社会インフラに対するGSISの損害保険概要
Annex D	マニラ首都圏の公立学校リスト
Annex E	公立学校再調達価額
Annex F	GSISの課題の整理
Annex G	フィリピン国大マニラ首都圏における主な建築種別の脆弱性カーブの生成（Development of Vulnerability Survey of Key Building Type in the Greater Metro Manila Area Philippines 和訳）
Annex H	リスクベース保険料率算定ツールマニュアル
Annex I	リスクベース保険料率算定ツール及びGIS基礎研修結果
Annex J	既存の学校の災害リスク評価手法
Annex K	脆弱性評価二次評価結果
Annex L	フィリピンの建築基準における耐震基準の変遷
Annex M	フィリピン耐震基準の日米との比較
Annex N	公立学校 サンプル10校の現地調査に基づく地震リスク評価結果
Annex O	洪水ハザードマップ開発報告書
Annex P	関係機関協議会（IAC）説明資料
Annex Q	最新の地図及び根拠データ

## 表目次

表 1-1	調査団員一覧.....	7
表 2-1	CATDDOII におけるフィリピン政府の災害リスクマネジメント取組みの評価項目.....	9
表 3-1	GSIS の損害保険分野の収支（2012 年～2014 年）.....	15
表 3-2	GSIS 損害保険事業の根拠法令.....	16
表 3-3	対象施設の保険概要.....	18
表 3-4	自然災害危険に対するタリフレート区分表.....	21
表 3-5	PIRA,Ltd.のタリフレートによるハザード及び施設の脆弱性区分.....	21
表 3-6	自然災害補償保険料率の算出方式例（日本の事例）.....	23
表 4-1	公共機関毎の公共インフラ保険加入・未加入状況及び加入義務.....	25
表 4-2	マニラ首都圏公立学校の災害種別保険加入状況.....	25
表 4-3	一部保険に関連する用語の定義.....	27
表 4-4	対象施設毎の再調達価額の算定と一部保険の評価方法.....	28
表 4-5	DepEd による校舎建設費の見積り結果.....	30
表 4-6	教室数と延床面積の関係.....	31
表 4-7	DPWH 標準設計による単位延床面積あたりの校舎再調達価額（階数、教室数ごと）.....	32
表 4-8	DPWH 標準設計による単位延床面積あたりの校舎再調達価額（階数ごと）.....	32
表 4-9	マニラ首都圏の公立学校リストの例（網掛け部分は同一学校の異なる校舎・フロア）.....	34
表 4-10	マニラ首都圏の学校数.....	34
表 4-11	GSIS が保険を引受けている学校リストと保険金額の例.....	35
表 4-12	GSIS が保険を引受けている学校リスト.....	36
表 4-13	マニラ首都圏の学校数と GSIS が保険を引受けている学校のうち DepEd 学校リストで確認出来た学校数.....	37
表 4-14	公立学校建築単価.....	37
表 4-15	建築延べ床面積計算用割増係数.....	38
表 4-16	マニラ首都圏の公立学校の再調達価額計算例.....	38
表 4-17	再調達価額と保険金額の比較.....	39
表 4-18	マニラ首都圏の学校再調達価額と保険金額の比較.....	39
表 4-19	再調達価額サマリー（MRT3）.....	40
表 4-20	現行保険金額と今回評価額の比較表（MRT3）.....	41
表 4-21	再調達価額サマリー（NAIAT3）.....	41
表 4-22	現行保険金額と今回評価額の比較表（NAIAT3）.....	42
表 4-23	フィリピン国内の他空港ターミナルの建設単価.....	42
表 4-24	本調査対象施設の一部保険割合.....	43
表 4-25	根本的な原因の抽出、分類、これまでの取組み及び今後の対策.....	45
表 4-26	保険未加入解決のため GSIS と関係機関が行っている取組み.....	49

表 4-27	一部保険解消に向けて今後取るべき対策案及び必要なアクションと対応機関	55
表 4-28	保険未加入及び一部保険の現状、問題点、原因、対策のまとめ	56
表 5-1	関係機関から収集したデータ一覧	62
表 5-2	購入したハザードデータ一覧	67
表 5-3	ハザードマップを作製した再現期間と雨量およびマリキナ川のピーク流量	74
表 5-4	マニラ首都圏における各ゾーンの特徴	87
表 5-5	構造種別の分類一覧	89
表 5-6	強風に対する脆弱性カーブの開発手法	90
表 5-7	部材ごとの耐力限界(例)	90
表 5-8	洪水に対する脆弱性カーブの開発手法	91
表 5-9	地震に対する脆弱性カーブの開発手法	92
表 5-10	構造種別の分類一覧	93
表 5-11	台風の脆弱性カーブパラメータ	94
表 5-12	地震の脆弱性カーブパラメータ	95
表 5-13	現地調査を実施した学校リスト	96
表 5-14	浸水によって損害が発生する設備	97
表 5-15	浸水レベルに応じた損害額の算定例	98
表 5-16	公立学校の再調達価額	98
表 5-17	浸水深ごとの損傷率	99
表 5-18	地震評価に採用した脆弱性の出典	101
表 5-19	地震の脆弱性カーブパラメータ	102
表 5-20	PGD (Permanent Ground Displacement、地盤変位) の算定方法	104
表 5-21	高架部の損傷率算定方法(1)	105
表 5-22	Bridge クラス	105
表 5-23	Bridge クラスに応じた K3D の適用式	105
表 5-24	高架部の損傷率算定方法(2)	106
表 5-25	Bridge クラスに応じた fragility curve の Median (基準値)	106
表 5-26	各損傷度区分の損傷率	106
表 5-27	台風評価に採用した脆弱性の出典	107
表 5-28	台風の脆弱性カーブパラメータ	107
表 5-29	地震の脆弱性カーブ	110
表 5-30	台風の脆弱性カーブ	111
表 5-31	公立学校の洪水脆弱性カーブ(1m の遮水壁対策済みの場合)	112
表 5-32	地震の脆弱性カーブ	115
表 5-33	台風の脆弱性カーブ	116
表 5-34	公立学校の洪水脆弱性カーブ	117
表 5-35	ツールへの Exposure データ入力フォーマット	118
表 5-36	VaR Table の出力結果サンプル	119
表 5-37	二次評価の対象とした学校リスト	122
表 5-38	フィリピンにおける耐震設計基準の変遷	126

表 5-39	RVS による耐震性能評価結果の要約	127
表 5-40	耐震性能判定基準	127
表 5-41	対策効果の詳細	130
表 5-42	二次評価（風災、洪水、土砂災害）結果の要約	134
表 5-43	評価対象施設	134
表 5-44	リスク評価のポイントによる脆弱性カーブの選択	140
表 5-45	フィリピンにおける耐震基準の改訂年	140
表 5-46	耐震設計基準とリスク評価結果ポイントの関係	141
表 5-47	インプット Exposure データ	142
表 5-48	地震の保険料率算定結果(現況施設)	143
表 5-49	地震の保険料率算定結果(対策実施後施設：リスク評価のポイントが 2.6 以上になる対策を実施したと仮定)	144
表 5-50	台風の保険料率算定結果(現況施設)	145
表 5-51	台風の保険料率算定結果(対策実施後施設)	146
表 5-52	洪水の保険料率算定結果(現況施設)	147
表 5-53	洪水の保険料率算定結果(1m 遮水壁設置対策実施後施設)	148
表 5-54	高潮の保険料率算定結果(現況施設)	149
表 5-55	津波の保険料率算定結果(現況施設)	150
表 6-1	MRT3 及び NAIAT3 の地震による最大損害額評価	153
表 7-1	熊本地震による学校被害状況	156
表 7-2	国内外保険制度と防災を促進する制度やインセンティブの事例	158
表 7-3	公共インフラ保険の特徴（防災インセンティブが有効に機能するか否かの観点）	159
表 7-4	公共インフラ保険の特徴のうち、インセンティブ制度が機能しにくいと考えられる観点	160
表 7-5	マニラ首都圏 Pasay 市の小学校の保険料率	161
表 7-6	マニラ首都圏公立学校の地震・台風リスクベース保険料率(既存施設及び改修後)	163
表 7-7	防災認定の判定の観点及び判定ツール、確認者	168
表 7-8	防災認定に係る評価ツール及び認定付与条件	170
表 8-1	問題は正に向けた追加的な対応：公共インフラ保険適正化	182
表 8-2	問題は正に向けた追加的な対応：防災投資促進	183
表 8-3	問題は正に向けた追加的な対応：GIS 能力強化	183
表 9-1	第 8 章提言項目と第 9 章支援・協力分野の関連	186
表 9-2	コンソーシアム機関の役割案	188

## 図目次

図 1-1	実施業務の作業手順.....	6
図 2-1	政府階層別災害リスクファイナンスの概観図及びプログラム実現状況.....	9
図 2-2	フィリピン政府災害リスクファイナンスにおける GSIS の役割.....	10
図 2-3	資金ニーズ発生時期と公共インフラ保険及び LGUs 保険プログラムの関係.....	12
図 3-1	GSIS の全体組織図 (2017 年 4 月現在).....	13
図 3-2	GSIS 保険グループの組織構成.....	14
図 3-3	ゾーン毎のタリフレート.....	20
図 3-4	地震に対するタリフレート.....	22
図 4-1	DPWH 図面の例.....	29
図 4-2	再調達価額に基づく延床面積単価と実際の保険金額に基づく単価比較.....	33
図 4-3	再調達価額に基づいた未保険、一部保険の状況.....	40
図 4-4	フィリピン国内他空港ターミナル建設単価比較.....	42
図 4-5	一部保険規定にアローワンスを設けることによる再調達価額評価インセンティブの仕組み.....	52
図 4-6	保険引受、更新時の保険金額妥当性の確認プロセス.....	53
図 4-7	関係機関による再調達価額机上評価システムの作成.....	55
図 5-1	保険料の内訳イメージ.....	59
図 5-2	リスクベース保険料率算定ツールのイメージ①.....	59
図 5-3	リスクベース保険料率算定ツールのイメージ②.....	60
図 5-4	イベントロステーブルの作成過程.....	61
図 5-5	年超過確率曲線と VaR テーブル.....	61
図 5-6	地震ハザードマップ (2014 年).....	63
図 5-7	津波ハザードマップ (2014 年).....	64
図 5-8	地滑りハザードマップ (2014 年).....	65
図 5-9	液状化ハザードマップ (2014 年).....	66
図 5-10	地震ハザードの年超過確率曲線(基盤面 PGA,単位:g).....	68
図 5-11	台風ハザードの年超過確率曲線.....	69
図 5-12	高潮ハザードの年超過確率曲線(マニラ湾の平均海面上の高潮高さ,単位:m).....	70
図 5-13	津波ハザードの年超過確率曲線(マニラ湾の平均海面上の津波高さ,単位:m).....	70
図 5-14	標高図 (航空測量成果).....	71
図 5-15	台風オンドイ時の浸水範囲と浸水深(シミュレーション結果).....	72
図 5-16	シミュレーションと実測浸水深の差: 単位(m).....	73
図 5-17	マニラ首都圏洪水浸水マップ (降雨再現期間 1.11 年).....	75
図 5-18	マニラ首都圏洪水浸水マップ (降雨再現期間 20 年).....	76
図 5-19	マニラ首都圏洪水浸水マップ (降雨再現期間 1000 年).....	77
図 5-20	Vs30:地表から深さ 30m までの平均 S 波速度.....	79
図 5-21	West Valley Fault からの距離分布.....	80

図 5-22	地震による地滑り危険地域.....	81
図 5-23	液状化危険地域.....	82
図 5-24	土地利用 .....	83
図 5-25	標高分布 .....	84
図 5-26	津波浸水予測範囲.....	85
図 5-27	河川の分布状況.....	86
図 5-28	台風の脆弱性カーブ.....	94
図 5-29	地震の脆弱性カーブ.....	95
図 5-30	学校モデル.....	96
図 5-31	洪水の脆弱性カーブ.....	99
図 5-32	学校の敷地高と床面の高さ関係.....	100
図 5-33	線路の地上、地下、トンネル部、空港のエプロンに利用している脆弱性カーブ	103
図 5-34	PL 値-MDR 関係 ( $\mu=10, \sigma=3.04$ の正規分布) .....	104
図 5-35	リスクベース保険料率算定ツールの画面イメージ.....	113
図 5-36	リスクベース保険料率算定ツールの画面イメージ.....	114
図 5-37	一次評価シート为例.....	122
図 5-38	二次評価 10 校の位置.....	124
図 5-39	二次評価シート例 (地震用) .....	125
図 5-40	二次評価シート (風災、洪水、土砂災害用) .....	128
図 6-1	MRT3 を例にした一部保険、再調達価額、自然災害支払限度額の関係イメージ	153
図 6-2	ウエストバレー断層地震シナリオによる MRT3 の路線区間毎の損傷割合.....	154
図 7-1	既存施設の改修や移転 (建替え) による自然災害リスクの低減と保険料の関係	162
図 7-2	台風危険保険料率.....	163
図 7-3	地震危険保険料率.....	163
図 7-4	防災認定証のイメージ.....	167
図 7-5	地震危険に関するリスクベース保険引受プロセスと防災認定フロー .....	171
図 7-6	洪水危険に関するリスクベース保険引受プロセスと防災認定フロー .....	172
図 7-7	台風危険に関するリスクベース保険引受プロセスと防災認定フロー .....	173
図 7-8	学校建設における防災認定.....	174
図 7-9	新設建物の保険引受時のプロセスと防災認定に至るフロー (地震危険の場合)	174
図 7-10	DepEd による DRRM の取組み.....	175
図 7-11	防災改修による割引保険料相当の被保険者負担のイメージ .....	177
図 7-12	防災促進基金による改修実施と損害保険コンセプト .....	178
図 8-1	モデルプログラムのコンセプトと効果.....	180
図 8-2	保険モデルプログラムと防災改修の推進.....	185
図 8-3	包括的な防災改修メカニズムのイメージ.....	185
図 9-1	総合災害リスク管理としての公立学校保険プログラムと災害に対する強靱化の 推進プロジェクトコンセプト .....	193

## 略語一覧

略語	英語名	日本語名
AIR	AIR Worldwide	AIRワールドワイド社
BTr	Bureau of Treasury	財務局
CATDDO	Catastrophie-Deffered Drawdown Option	災害危機繰延引出オプション付き 開発政策融資
COA	Commission on Audit	監査委員会
DBM	Department of Budget and Management	予算行政管理省
DepEd	Department of Education	教育省
DILG	Department of the Interior and Local Government	内務自治省
DOF	Department of Finance	財務省
DOST	Department of Science and Technology	科学技術省
DOTr	Department of Transportation	運輸省
DPWH	Department of Public Works and Highway	公共事業道路省
DREAM	Disaster Risk and Exposure Assesment for Mitigation Program	災害リスクとエクスポージャー削減 のためのアセスメントプログラム
DRF	Disaster Risk Financing	災害リスクファイナンス
DRFI	Disaster Risk Financing and Insurance	災害リスクファイナンス及び保険
DRR	Disaster Risk Reduction	災害リスク削減
FEMA	Federal Emergency Management Agency	アメリカ合衆国連邦緊急事態管理庁
EO	Executive Order	大統領令
GIIS	General Insurance Information System	GSIS保険契約情報
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GMMA READY	Enhancing Greater Metro Manila's Institutional Capacities for Effective Disaster/Climate Risk Management towards Sustainable Development Project	大マニラ首都圏における、防災・ 気候変動に係る、リスク分析に関 する関係者の能力強化プロジェク ト（オーストラリア政府等による 支援）
GMMA RAP	Enhancing Risk Analysis Capacities for Flood, Tropical Cyclone Severe Wind and Earthquake for Greater Metro Manila Area Project	上記プロジェクトの一部で、大マ ニラ首都圏のハザードに対するリ スク評価分析プロジェクト
GSIS	Government Service Insurance System	フィリピン公務員年金基金
HAZUS	Hazards United States	ハザス, FEMAが開発したハザード 毎の潜在的損失推定プログラム
IAR	Industrial All Risk policy	産業施設用オールリスク約款
IAC	Inter Agency Committee	関係機関協議会
IC	Insurance Commission	フィリピン保険委員会
IRR	Implemnetation Rules and Regulations	実施規則
ITV	Insurance-to -Value	再調達価額に対する保険金額の割合
JCM	Joint Cordination Meeting	合同調整会議
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
LDRRMF	Local Disaster Risk Reduction and Management Fund	地方政府の災害リスク軽減・管理基 金
LGUs	Local Government Units	地方政府
LiDAR	Light Detection and Ranging Technology	レーザー測距
MIAA	Manila International Airport Authority	マニラ国際空港局
MMEIRS	Study for Earthquake Impact Reduction for Metropolitan Manila in the Republic of the Philippines	フィリピン国マニラ首都圏地震防災 対策計画調査

MRT	Metro Rail Transit System	メトロレール・トランジット・システム
NAIA	Ninoy Aquino International Airport	ニノイ・アキノ国際空港
NAMRIA	National Mapping and Resource Authority	国土地理・資源情報庁
NDRRMC	National Disaster Risk Reduction and Management Council	国家災害リスク軽減管理評議会
NDRRMF	National Disaster Risk Reduction and Management Fund	国家災害リスク削減・軽減基金
NDRRMP	National Disaster Risk Reduction and Management Plan	国家災害軽減管理計画
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration	フィリピン気象天文庁
PCRAM	Philippines Catastrophe Risk Assessment and Modeling	自然災害リスク評価モデル
PGM	President and General Manager	総裁
PHIVOLCS	Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン地震火山研究所
PIRA	Philippine Insurers and Reinsurers Association	フィリピン損害保険・再保険協会
PIRA, Ltd	Philippines Insurance Rating association, Ltd.	フィリピン保険料率協会
PPR	Plan de prévention des risques naturels prévisible	フランス防災土地利用規制
RA	Republic Act	共和国法
RMS	Risk Management Solutions	RMS社
SNAP	Strategic National Action Plan	災害リスク軽減強化のための国家行動計画戦略
SVP	Senior Vice President	上級副総裁
TA	Technical Assistance	技術協力
UP	University of the Philippines	フィリピン大学
VP	Vice President	副総裁

# 1 調査の概要

## 1.1 背景

フィリピンは東南アジアにおいて最も自然災害の多い国の一つであり、ほぼ毎年発生する大規模災害による人的、経済的被害は甚大である。本調査が対象とするマニラ首都圏は、昼間人口が 2,000 万人を超えると推定されており、台風や洪水に対する脆弱性、ウエストバレー断層に起因する M7.2 直下型地震危険など、現実的で重大な災害シナリオが政府機関、JICA を始めとした開発機関から示されている。このような自然災害に対する脅威の下、フィリピン政府は、2010 年に成立させた「災害リスク軽減管理法」（共和国法（RA）No.10121）に従って、自然災害に対する脆弱性の低減に取り組んでいる。

フィリピン政府は、災害時の資金需要に対応する災害リスクファイナンスについても積極的に取り組んでいる。兵庫行動枠組（HFA）を受けた大統領令（EO）No.888<sup>1</sup>により採択された「災害リスク軽減強化のための国家行動計画戦略（SNAP<sup>2</sup>）」や 2010 年の RA 10121 にもとづく「国家災害軽減管理計画 2011-2028」（NDRRMP）の中で災害リスクファイナンスの取組み方針が規定されている。SNAP では、優先プログラムや計画として、災害対応基金の創設や地方政府での災害対応資金の確保、災害保険の活用などを実行計画に含めている。また、NDRRMP では、24 の成果項目のうち、成果 No.5 として、フィリピン社会が有効で適切な災害リスクファイナンスや保険を活用できるようになることを目指している。その達成指標として、政府資産への保険付保と地方政府において災害リスクファイナンスが選択可能な災害対応手段の一つとなることを挙げている。成果 No.5 の達成を主導する機関は財務省（DOF）である。これらの動きは ASEAN の災害リスクファイナンス及び保険（Disaster Risk Financing and Insurance : DRFI）に係るロードマップ<sup>3</sup>にも符合している。

フィリピン政府の災害リスクファイナンスは、フィリピン政府が世界銀行と 2016 年 1 月に締結した「第 2 回災害危機繰延引出オプション付き開発政策融資（CAT DDOII<sup>4</sup>）」でもフィリピン政府が取組むべき事項として規定されている。この中で自然災害に対する包括的な財務防護策として、中央及び地方政府や家計など社会の各層に応じた災害リスクファイナンス戦略（世界銀行では「災害リスクファイナンス及び保険（DRFI）」と呼んでいる。）の策定、具体的な DRFI プログラムの構築に取り組んでいる。DRFI プログラム実現のため、DOF を中心に、中央政府、地方政府、企業、家計の各レベルに合わせた金融や保険の枠組の導入が現在も進められている<sup>5</sup>。

2015 年 3 月に仙台で開催された第 3 回国連防災世界会議では、Build Back Better 実現の

<sup>1</sup> Executive order No. 888, <http://www.gov.ph/2010/06/07/executive-order-no-888-s-2010/>

<sup>2</sup> Strengthening disaster risk reduction in the Philippines: Strategic National Action Plan 2009-2019, National Disaster Coordinating Council, 大統領令 No.888 によって採択

<sup>3</sup> Implementing the ASEAN DRFI Roadmap, ASEAN Secretariat, April, 2015

[http://mddb.apec.org/Documents/2015/FMP/SEM1/15\\_fmp\\_sem1\\_011.pdf](http://mddb.apec.org/Documents/2015/FMP/SEM1/15_fmp_sem1_011.pdf)

<sup>4</sup> <http://documents.worldbank.org/curated/en/275701468285630446/pdf/PH0CAT0DDO0LAdocx.pdf>

<sup>5</sup> Strategic priorities of the department of financing in managing disaster risk ASEAN Policy Forum on DRFI in the Philippines – Department of Philippines. February 2-3, 2017

ためには、事前投資の重要性の観点から、災害に対する強靱性向上のための融資の必要性に加え、災害発生直後に支払が可能なインデックス保険や、復旧・復興に係るより大規模な資金調達ニーズをカバーするための自然災害に対する損害保険の活用を含めた総合的なアプローチが必要であると議論された<sup>6</sup>。

こうした災害リスクファイナンスにかかる取組みや国際場裡における議論の展開の下、フィリピン政府資産の損害保険機関であるフィリピン公務員年金基金（Government Service Insurance System: GSIS）においては、今後取り組むべき課題のひとつとして、自然災害に対する損害保険の料率算定能力向上を掲げている<sup>7</sup>。この背景には、GSIS が自然災害危険に応じた保険料率の算定や保険条件の設定を系統立て行うための手段を GSIS が持っていないこと、大型公共インフラでは保険料率の設定は主に市場相場に依拠して決定され、災害危険に応じた適切な保険料となっていない可能性があることなどが挙げられる。

以上を踏まえて、今般、GSIS から、公立小中学校及び運輸省<sup>8</sup>（Department of Transportation: DOTr）が所管する公共インフラ施設に関する損害保険（以下、「公共インフラ保険」という）について、保険数理計算手法を用いた自然災害保険料率の算定改善支援の要請があった。同要請を受け、JICA はこの分野における取組みが限定的であることも踏まえ、まずは本業務を通じて、具体的な支援の可能性に関する情報の収集を行うこととした。

## 1.2 目的

本調査の目的は、公共インフラ強靱化のための事前の防災投資を促すインセンティブ制度を組み入れた公共インフラ保険の実現に向けた検討及び提言である。具体的なアプローチとして、下記のとおり、自然災害リスクに応じた保険料率の導入をベースに、事前の防災投資を促す仕組みを検討し、提言を行う。

### a. 自然災害に対するリスクベース保険料率の導入検討

公立小中学校及び DOTr が所管する公共インフラ施設に対する公共インフラ保険について、自然災害危険分析、対象構造物の脆弱性分析、及び損害防止対策等の整備状況等の検証を踏まえ、保険数理計算手法を用いた基準保険料率の算定を試行する。その結果により、GSIS において、将来的に公共インフラ保険に自然災害に対する施設の強靱性に応じた保険料率の導入が可能となるかどうかについて情報収集及び課題分析を行う。対象地域はマニラ首都圏とする。

### b. リスクベース保険料率導入を通じた事前の防災投資促進プログラムに係る提言

上記 a. の取組みが、自然災害に対する公共インフラ施設の強靱化に向けた事前投資を

<sup>6</sup> 第三回国連世界防災会議ワーキング・セッション 16 「防災の事前投資」  
[https://www.jica.go.jp/topics/feature/2014/150320\\_02\\_report01.html](https://www.jica.go.jp/topics/feature/2014/150320_02_report01.html)

<sup>7</sup> 2015年5月 GSIS とのミーティングでの聴き取り

<sup>8</sup> 2016年5月23日付共和国法 10844号により、運輸通信省 Department of Transportation and Communication (DOTC) から改名した。

促す適切なインセンティブを、施設を所管する政府機関に与え、結果として脆弱性の克服に寄与することが可能かどうか情報収集及び課題分析を行う。また、GSIS に対して課題解決に向けた段階的能力強化計画案を含む提言を取りまとめる。

### 1.3 実施方針及び作業手順

#### 1.3.1 GSIS の意向

上記目的を踏まえ、2016 年 4 月に実施した第一次現地調査において、本調査に対する GSIS の意向を下記のとおり確認した。

##### a. 公共インフラ保険に係る基本的な問題への対応

- 1) GSIS は 1951 年公布の RA 656 の規定にもとづいて、政府の保険契約が可能なすべての資産や権益<sup>9</sup>について保険を提供することを負託されている。一方、現実には、保険に加入していない施設も多いため、自然災害に備えたりリスク移転である公共インフラ保険として改善の余地がある。(保険未加入の問題)
- 2) 保険金額が実際の再調達価額<sup>10</sup>より低い「一部保険<sup>11</sup>」となっている場合もある。GSIS の保険約款は、同等のものを新たに（新品材料で）建築あるいは購入する費用を保険価額とし、損害時の支払保険金査定の基本とする方式である。一方、保険契約時に、過去の取得価格や減価償却を控除した簿価をそのまま保険金額としている保険契約が多い。この場合、保険金額が実際の再調達価額より低くなるため、保険事故発生時には、契約条項にもとづいて一部保険として支払い保険金が減額調整される。これは復旧資金の不足に繋がるため、災害保険機能として、改善の余地がある。

例として、大規模インフラでは、1999 年に完成したメトロレール・トランジット・システム 3 号線 (MRT3) が、現在でも当時の取得価格を保険金額としているため、相当な一部保険となっていると推定されるが、GSIS は合理的な再調達価額を把握できていない。自然災害に対しては、保険金額に基づき、保険金支払限度額を内枠で設定しているが、再調達価額が不明なため、保険金額が妥当かどうかを合理的に示す資料もない。保険金額の妥当性に懐疑があるなかでは、再保険者との毎年の保険更新にも支障がある。(一部保険の問題)
- 3) 本業務の趣旨である損害保険を活用した公共インフラ強靱化スキーム、事前投資を促すメカニズムの必要性は理解するが、GSIS が保険を引受ける公共インフラ保険において、まずは解決すべき基本的な課題があることも踏まえて業務を進めて

<sup>9</sup> 2 級以下の Municipalities (町) の資産は強制加入の対象外。

<sup>10</sup> 再調達価額とは取得年度に拘らず、同等の物を新たに建築あるいは購入するのに必要な金額をいう。減価償却分の控除はされない。米国の保険業界の教育・研究団体である The Institutes では、再調達価額 (Replacement cost) を以下の通り定義している。

“The cost to repair or replace property using new materials of like kind and quality with no deduction for depreciation”

<sup>11</sup> 一部保険とは、保険金額が保険の対象（建物や設備など）の実際の価額（保険価額）に満たないこという。保険価額の設定は、現金価値、再調達価額、合意価額などがあるが、GSIS の保険約款では、再調達価額を採用し、損害補償のベースとしている。

ほしい。

#### **b. リスク料率算定ツールの拡張性担保**

教育省（Department of Education: DepEd）が所管する公立学校は保険に加入していない場合が多い。本業務の成果品のひとつであるマニラ首都圏を対象とするリスク料率算定ツールを、マニラ首都圏以外の地域に拡充可能なものにして欲しい。フィリピンの広い範囲に立地する施設のリスク評価が可能になり、それにもとづいて保険引受けが出来れば、東海岸（Eastern Seaboard）のような自然災害に脆弱な地域に対しても、災害リスクの分散が可能になる。その結果、GSIS が保険料率を低減することが可能になり、保険加入の促進にもつながる。

#### **c. 保険の役割や機能に関する認識の向上**

GSIS は引受けた保険リスクについて、社内規定上、保有可能なリスク量を超える部分については、海外再保険市場にリスクを移転している。このように公共インフラ保険は、政府資産の災害リスクを国外に移転するリスクファイナンス機能であるが、保険の役割や機能に関する各政府機関（被保険者）の認識は不十分である。本業務を通して、その認識が進むことを望む。

### **1.3.2 実施方針の整理検討**

第一次現地調査の結果、公共インフラ保険制度に保険未加入や一部保険の問題があることを把握した。また、その状況を踏まえた調査も GSIS が望んでいることが明らかになった。本業務はリスク移転機能としての公共インフラ保険に、事前防災投資による施設の強靱化を促すというリスクコントロール機能を組込むことを検討するものであるが、そのためには、未加入や一部保険の是正による保険の適正化が必要である。このため、GSIS の意向を踏まえ、公共インフラ保険に係る保険未加入や一部保険の状況を反映した作業の実施について調査団の認識を以下のとおり整理した。

#### **a. 公共インフラ保険に係る基本的な問題への対応**

- 1) 1.3.1a で述べた保険未加入に関しては、LDRRM 基金（地方政府の災害リスク軽減管理基金）を保険料の支払いに充当することが法令で認められるなど、政府の施策が徐々に進んでいる。一方、公共インフラ保険に加入している地方政府でも基本補償である火災・落雷危険のみを付保し、自然災害危険は補償されていない機関も多い。これは保険未加入の状態と同じであり改善が必要な課題である。（保険未加入への対応）
- 2) 一部保険の状態を解消するには、被保険者（保険申込者）が適切な再調達価額を保険金額として提示することが必要である。保険引受判断を行う保険者である GSIS が再調達価額を決定することは公平ではなく、被保険者または被保険者の委託を受けた第三者が実施すべきものである。一方、適切な再調達価額にもとづいて保険金額が適切に設定されていることは、本業務で実施するリスクベース保険料率算定ツ

ルの開発・試行にも必要である。また、ツールから得られる最大損害額は、保険設計の際、支払限度額の設定に活用できる。したがって、本業務の一部として、調査対象施設の再調達価額評価を実施する。本調査で対象とするのは、一般の商業建築物と比べ、その評価が複雑な MRT3、NAIAT3（マニラ国際空港第3ターミナルビル）及び公立学校建物とし、本調査を通じて得られた評価結果や評価方法を GSIS が活用することにより、保険金額の適正化を促すことが可能になる。（一部保険への対応）

#### **b. リスク料率算定ツールの拡張性担保**

GSIS が保険引受対象とする施設はフィリピン全土に立地する。ツールを拡張することにより、台風危険の高い東海岸地域の保険料率や引受けリスクの集積管理をリスク評価にもとづいて行うことが可能になる。本調査はマニラ首都圏を対象としてツールを開発するが、GSIS の意向に沿ってフィリピン全土のハザードや施設の脆弱性に関するデータを将来的に組み込むことが可能なツールを設計、開発する。

#### **c. 保険の役割や機能に関する認識の向上への取り組み**

公共インフラ保険の役割について被保険者である関係機関の理解を促すことは、フィリピン政府が取組んでいる災害リスクファイナンスの構築にとっても重要である。また、本業務で作成するツールを GSIS や関係機関が活用することは、損害保険制度を活用した公共インフラ強靱化を上位目標とする本業務の目的にも合致する。このため、情報共有を通じて GSIS の公共インフラ保険の重要性を示す機会として、本調査内で、関係機関を招いた合同調整会議（Joint Coordination Meeting: JCM）の機会を設ける。JCM での協議を通じて公共インフラ保険の役割について関係機関の認識向上を図る。

### **1.3.3 作業手順の整理**

上記を受け、業務目的達成のための作業手順を以下のとおりに整理した。

#### **1) STEP 1: 保険未加入や一部保険の状況の評価（適切な再調達価額の設定）**

公共インフラ資産の損害保険への加入は RA 656 で定められているにもかかわらず、現実には保険未加入や保険金額が保険契約上の資産価値（再調達価額）に満たない一部保険の状態が発生している。ここでは、公共インフラ強靱化のために損害保険の活用を検討するための課題として、保険未加入の状況を調査する。また、一部保険の現状を明確にするため、再調達価額の評価を行う。

#### **2) STEP 2: 自然災害リスクベースの保険料率算定ツールの開発**

対象地域の自然災害分析、対象構造物の脆弱性分析及び損害防止対策等の整備状況等の情報収集、評価を踏まえ、保険数理計算手法を用いた保険料率のベンチマーク算定を試行する。また GSIS が将来的に公共インフラ資産の自然災害に対する強靱性に応じた保険料率の設定が可能かどうかを検討する。

#### **3) STEP3: 保険の適正化、リスクベース保険料の検討**

公共インフラ保険の未加入や一部保険の状況の評価結果にもとづいて、適正化に向けた対策の検討を行う。また、上記2)の試行結果をもとに、自然災害リスクに応じた保険料率が、対象となる公共インフラを所管する政府機関に対して、自然災害に対する強靱化への対応を促す適切なインセンティブを与え、自然災害に対する脆弱性の克服に寄与することが可能かどうかについて、情報収集及び課題分析を行う。

上記1)~3)の作業をもとに、GSIS に対して、公共インフラ強靱化のための損害保険活用における課題解決及び、効果的な資金メカニズムの導入を含む、事前投資促進メカニズムの推進に向けた段階的能力強化計画案の提言を行う。

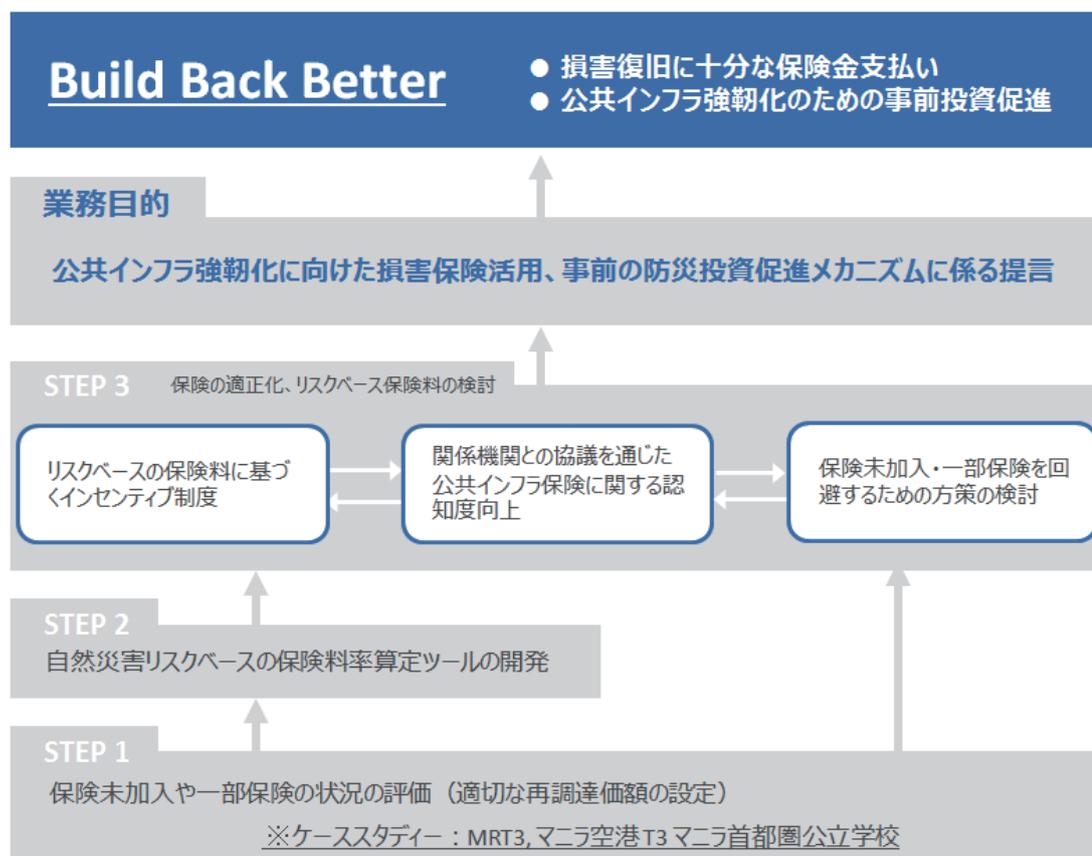


図 1-1 実施業務の作業手順

#### 1.4 調査対象及び関係機関

本調査はマニラ首都圏を対象に、フィリピン公務員年金基金（GSIS）を実施機関とし、業務を実施した。また、支援機関としては、当初予定していた運輸省（DOTr）、教育省（DepEd）、気象天文庁（PAGASA）、地震火山研究所（PHIVOLCS）に加え、DOTr 管轄のマニラ国際空港局（MIAA）、国土地理・資源情報庁（NAMRIA）、メトロレール・トランジット・システムライン 3（MRT3）、フィリピン大学（UP）、公共事業道路省（DPWH）等からもハザードや脆弱性評価に係るデータや資料の提供を受けた。

## 1.5 調査団の構成

調査団員の構成は以下のとおり。

表 1-1 調査団員一覧

担当	氏名
総括/保険/災害リスクファイナンス1	桑原 健
副総括/保険/災害リスクファイナンス2	藤井 裕之
構造物脆弱性評価（公共小中学校）	河野 一郎
災害リスク分析（風水害等）	西嶋 一欽
構造物脆弱性評価（運輸インフラ）	坂井 健介
災害リスク分析（地震等）	山田 進二
データ収集/GIS	増田 一稔
構造物脆弱性評価	杉本 和城
セミナー企画・運営	桑原 詩央

## 1.6 調査工程

GSIS の意向にもとづき、本業務実施手順を再整理した結果、本業務を2つのフェーズに区分し、実施スケジュールも見直した。第1フェーズは、2016年9月までとし、フィリピンにおける災害リスクファイナンスの動向、GSIS 公共インフラ保険に関する情報収集、施設の再調達価額評価のための図面等の情報収集及び再調達価額評価、リスクベース保険料率算定ツールプロトタイプの開発及びこれに必要な想定災害のハザードや対象施設の脆弱性を評価するための技術的情報の収集を主な作業とした。第2フェーズでは、保険料率算定ツールの完成版の開発作業、保険料率を始めとしたインセンティブスキームのGSIS 公共インフラ保険への適用検討、GSIS が課題と捉えている適切な保険価額の把握やリスクベースの保険料率評価手法及びインセンティブスキームに関するGSIS の能力向上案の検討を行った。

2016年11月には、関係機関への中間報告として、リスクベース保険料率算定ツールの概要、公共インフラ保険の保険未加入や一部保険の状況をテーマに第1回JCM（Joint Coordination Meeting）をGSIS 本部で開催した。第2回JCMは、公共インフラ保険においてリスクベース保険料率による事前防災投資促進インセンティブの方策や施設の強化を促すプログラム案を主題に、調査結果の報告を2017年3月に実施した。（詳細はAnnex A JCM 実施報告を参照）

その後、2017年8月に発出された行政命令2017/No.4によって、重要な公共資産に包括的に十分な損害保険を付保するための施策を協議する関係機関協議会（IAC, Inter Agency Committee）が、2017年11月に設置された。本調査の調査結果及び提言を2018年5月10日開催のIACにおいて報告を行った。

## 2 フィリピンにおける災害リスクファイナンスの動向

### 2.1 フィリピン政府の取組み

フィリピン全体の災害リスクファイナンスの概況や課題については、Annex B 災害リスクファイナンス整理表に記載した。ここでは、本業務に関係する範囲内で、フィリピン政府の災害リスクファイナンス (Disaster Risk Financing: DRF) に関する取組状況を記す。

オンドイ・ペペン台風 (2009 年) による甚大な被害を契機に、フィリピン政府はそれまでの復旧主体の災害対策から災害軽減管理に防災政策の重点を移した。2010 年には RA 10121 を施行し、国家災害リスク軽減管理評議会 (National Disaster Risk Reduction and Management Council: NDRRMC) が発足した。NDRRMC の責務のひとつとして、災害によって発生する偶発債務リスクの外部移転メカニズムの開発や災害準備金の事前投資への用途拡大などが含まれた<sup>12</sup>。

政府は、地方政府が海外保険市場や金融市場に直接アクセス可能なスキームを構築することによって、災害による偶発債務の顕在化が政府予算に過度な影響を与えないようにすることを目指している。自然災害が与える影響は、中央政府、地方政府、家計、貧困層など階層によって異なることから、最適なリスクファイナンス手法を組み合わせることにより統合的な DRF の構築を目指している。効率的な DRF を構築するには、損害額が最大となる自然災害シナリオの把握に加え、将来発生する損害額を定量的に評価し、年間期待損害額として把握することが必要である<sup>13</sup> <sup>14</sup>。多くの国が、最大損害シナリオのみにもとづく DRF に取り組むなか、フィリピン政府は世界銀行の支援の下、地震及び台風による損害予測モデルの開発「Philippines Catastrophe Risk Assessment and Modeling: PCRAM」 (2014 年) に取組み、これを DRF 戦略に活用している。これらの点で、フィリピン政府の DRF の取組みは、他国をリードするものといえる。なお、DRF は、物理的な災害復旧や防災対策とは異なり、財務省 (DOF) が主導的な役割を持つことが出来る防災施策であり、DOF が世界銀行との連携の下、その推進役を担っている。

前述のとおり、フィリピン政府は、防災・減災への取組みを強化するとともに、総合的な DRF の構築を進めている。これは、対象とする階層によって異なる災害時の多様な資金ニーズに迅速に対応できるように、借入枠や保険プログラムの導入を階層毎に組み合わせた計画である。階層別の DRF の取組みに係る概観及び各取組みが制度として既に成立しているかどうかについて図 2-1 に整理した。

<sup>12</sup> 共和国法 No. 10121 Section 6 (f)、Section 21、<http://www.gov.ph/2010/05/27/republic-act-no-10121/>

<sup>13</sup> DOF Purisima 長官から世界銀行への開発政策に関する公式レター (2015 年 11 月 4 日) <http://documents.worldbank.org/curated/en/807991468327417071/pdf/RAD881922199.pdf>

<sup>14</sup> Disaster Risk Financing and Insurance Strategy in the Philippines [http://mddb.apec.org/Documents/2015/FMP/SFOM13/15\\_sfom13\\_023.pdf](http://mddb.apec.org/Documents/2015/FMP/SFOM13/15_sfom13_023.pdf)

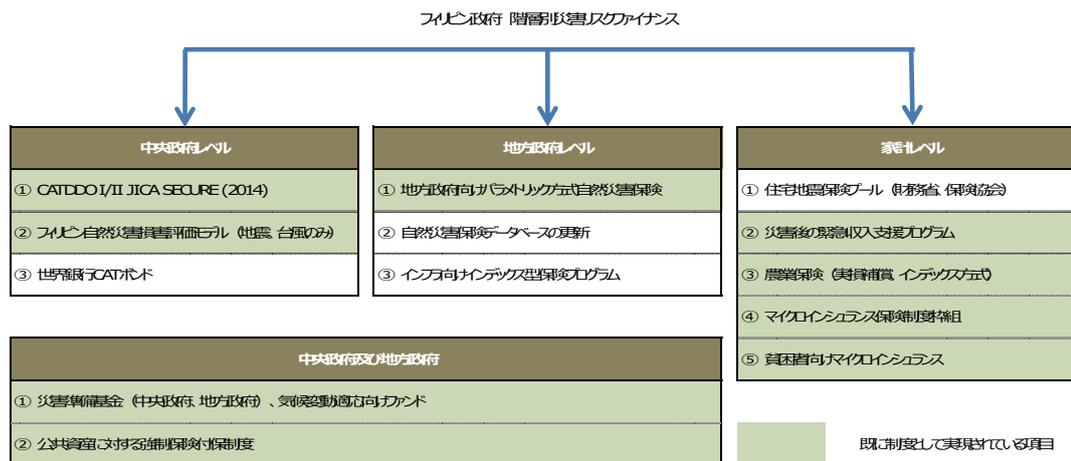


図 2-1 政府階層別災害リスクファイナンスの概観図及びプログラム実現状況

フィリピン政府が取り組んでいる災害リスクファイナンスのひとつとして、災害時の資金を事前に確保するための融資予約が挙げられる。世界銀行の CAT DDO I/II<sup>15</sup>や JICA のスタンバイ円借款がこれに該当する。CAT DDO は、「災害危機繰延引出オプション付き開発政策融資」と呼ばれ、開発途上国政府に災害後の資金調達手段を提供するために融資枠予約を行う世界銀行の商品である。CAT DDO は US\$500Million または GDP の 0.25%のいずれか低い金額を限度として融資予約を行うものである。CAT DDO は、災害発生後、途上国政府が大災害宣言を発令することをトリガーとして融資を実行するもので、宣言後、短期間で融資の実行が可能である。CAT DDO の契約は、途上国政府が政府としての災害リスクマネジメントに取り組んでいることが前提条件であり、その進捗は世界銀行がモニターすることを取り決めている。フィリピン政府は、第 2 回の CAT DDO II (US\$500Million) を 2016 年 1 月に契約締結している。政府が取り組む災害リスクマネジメントの進捗を評価する指標として、以下の項目が規定されている。

表 2-1 CAT DDO II におけるフィリピン政府の災害リスクマネジメント取組みの評価項目

Pillar A: 災害軽減に寄与する開発計画や規制の促進	
A1	自然災害リスク情報を考慮した国家レベルの開発投資計画手法を開発
A2	災害リスク軽減策を織り込んだ国家建築基準の開発
A3	eVSA ツールを用いた PCIPs の開発、地方開発プログラムに沿って農政省に承認
A4	災害後の復旧・復興過程での災害後シエルター支援の政策枠組を作る
A5	優先度の高い文化遺産施設についてマルチハザード脆弱性評価を行う
Pillar B: 自然災害リスクに応じたファイナンス力を備える	
B1	DOF による LGUs 保険プールプログラムの開発
B2	多くの政府機関が DRFI 戦略を策定し、試行運用する
B3	DOF 及び IC が、家計の自然災害保険を開発する
B4	災害後の緊急収入支援プログラムの開発及び運用開始
B5	自然災害保険データベース更新、保険委員会による採用

出典：世界銀行 CAT DDO II プログラムドキュメント (2015 年 12 月)<sup>16</sup>

<sup>15</sup> [http://treasury.worldbank.org/bdm/pdf/Handouts\\_Finance/CatDDOProductNote\\_2015.pdf](http://treasury.worldbank.org/bdm/pdf/Handouts_Finance/CatDDOProductNote_2015.pdf)

<sup>16</sup> <http://documents.worldbank.org/curated/en/989761468196182551/pdf/96587-PGD-P155656-R2015-0243-1-Box393264B-OUO-9.pdf>

これらの評価項目は、自然災害に対する脆弱性を軽減するための開発計画や規制の推進分野と災害発生時の財務的な対応能力向上を目指す分野に分かれているが NDRRMP の成果項目と呼応している。このように、CAT DDO は災害リスクファイナンスであるとともに、開発途上国政府の防災水準や DRF 能力の向上を図る取組みを促すプログラムと言える。世界銀行によると、CAT DDO は、この枠組みを通じて、対象国の災害管理政策に世界銀行がより深く関与出来るメリットもあるとしている。

一方、図 2-1 に示すように、DRF 分野すべての取組みが実現している訳ではない。フィリピン自然災害損害評価モデル、CAT DDOII、地方政府向け自然災害保険プログラム（LGUs 保険プログラム）のように実現済みの取組みもあるが、家計地震保険制度など、導入の実現に至っていない取組みもある。

## 2.2 災害リスクファイナンスにおける GISIS の役割

GISIS はフィリピン政府が推進する DRF で重要な役割を果たしている。ひとつには、政府資産の唯一の保険引受機関としての役割である。災害によって政府資産に発生した損害を GISIS が補償し、復旧資金として保険金を被保険者である政府機関に支払うものである。各政府機関が持つ資産の損害リスクが保険の仕組みで GISIS にリスク移転され、GISIS は保険機関として引受けたリスクの一部を再保険購入によって民間保険市場、すなわち、フィリピン政府の外にリスク移転を行うものである。このように、政府の災害に係る資金リスクを保険市場に移転する仕組みを GISIS が担っている。

### フィリピン政府リスクファイナンス戦略

出典： DOF/ ASEAN DRFI Forum 2/2/2017

開発目標		<ul style="list-style-type: none"> <li>○財務の健全性を適切に維持</li> <li>○継続可能なリスクファイナンスの仕組みを開発</li> <li>○貧困層や脆弱層へのインパクトを軽減し、貧困化を防ぐ</li> </ul>		
戦略上の優先課題	目的	中央政府	地方政府	個人、SME
		罹災後の緊急対応及び復旧に必要な資金能力を改善する	罹災後の復旧・復興資金の確保	貧困層、脆弱な家計、SMEへの生計手段の支援
1	キーステップ	災害による中央政府の偶発債務の定量化	地方政府向けの自然災害保険スキームの開発	私有財産の損害保険及びマイクロ保険の拡充
	イニチアチブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●フィリピンCATリスクモデル</li> <li>●リスク分析</li> </ul>	●地方政府災害強靱化基金	●家計用保険プール
2	キーステップ	中規模災害に備えた災害資金借入枠	地方政府災害基金プール	災害リスクファイナンスと社会保障の連携
	イニチアチブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●CAT-DDO (世界銀行)</li> <li>●SECURE (JICA)</li> </ul>		
3	キーステップ	国際再保険市場や資本市場にアクセスするリスク移転システムの確保	<b>政府資産の保険の改善</b>	
	イニチアチブ			

政府保険機関としてのGISISの役割

出典： ASEAN DRF フォーラム、2017年2月 DOF プレゼンテーションスライドをもとに調査団が作成

図 2-2 フィリピン政府災害リスクファイナンスにおける GISIS の役割

もうひとつは、自然災害発生時に地方政府（LGUs）に生ずる資金需要に対応することを目的として GSIS が DOF と計画していた地方政府を被保険者とする保険プログラムの保険機関としての役割である。これは、災害発生により必要になる LGUs の災害対応資金を、中央政府からではなく、LGUs が GSIS を通じて直接保険市場から調達する計画である。この計画では世界銀行が導入に向けて保険プログラム（以下、「LGUs 保険プログラム」という）の開発、導入を支援している。背景には、地方政府が災害後の緊急対応資金を地方災害積立基金から調達できない場合には、中央政府の支援を仰ぐことになるが、中央政府は、地方政府向け資金を捻出するための年度予算の大幅な組替など、財政への過度な影響を軽減したいとの意向を持っていることにある。すなわち LGUs 保険プログラムは、災害による中央政府財政への影響を軽減することを目的として、地方政府の災害リスクを保険化し、リスクを海外保険市場に直接移転しようとするものである。GSIS によると、LGUs 保険プログラムの枠組みは 2015 年時点には既に出来ていたが、保険料負担について、LGUs の同意が得られなかったので実現していなかった。政府は 2017 年 NDRRM 予算に政府資産の自然災害保険料 1 Billion PHP を計上し、その使用方法の決定を DOF/DBM/GSIS による検討チームに委ねた。その結果、この予算を LGUs 保険プログラムの保険料に充当することになり、25 州政府が参加する 1 年間のパイロットプログラムが 2017 年 7 月 28 日に開始された<sup>17</sup>。

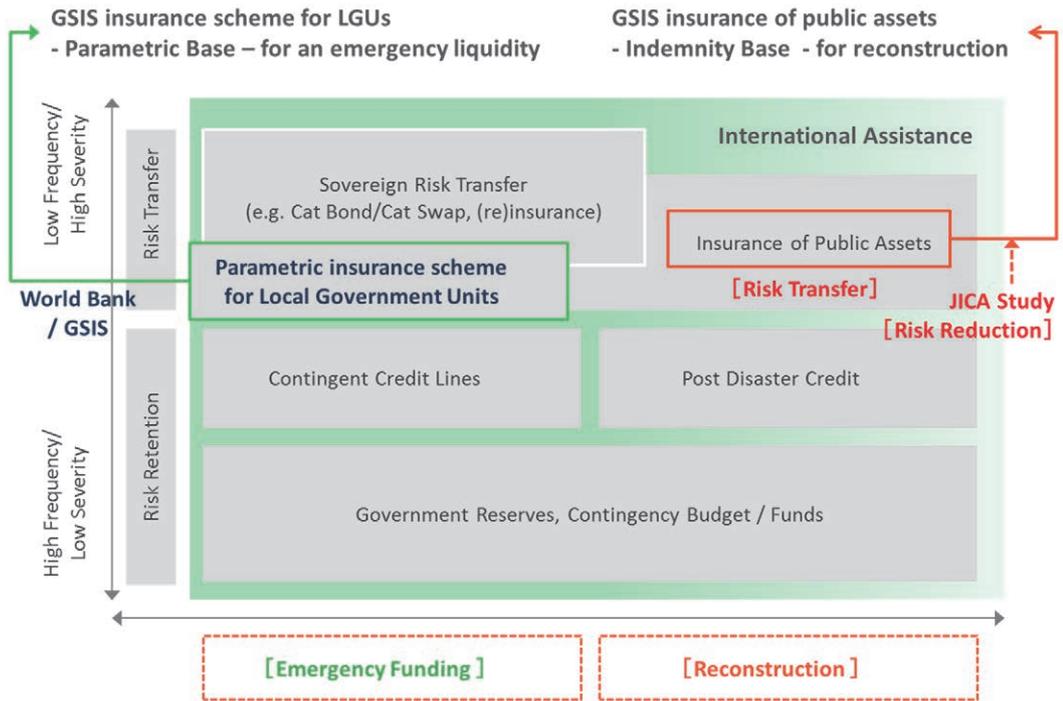
LGUs 保険プログラムは、フィリピン政府が世界銀行の支援で開発した自然災害損害予想モデル「PCRAM」が予め設定した保険支払条件に達した場合に所定の保険金支払を実行する、パラメトリック方式の保険プログラムである。従来の GSIS による政府資産の保険が実損補償方式であるのに対し、本プログラムは実損補償方式ではないため、災害現場での損害査定は不要であるため、災害発生後 3 週間以内の保険金支払が可能である。一方、損害予想モデルの試算結果を保険金支払のトリガーとするため、実際に LGUs に発生した損害額は支払保険金とかい離する可能性がある。なお、対象とする災害種は、地震、台風及び台風に伴う洪水であり、通常の河川洪水は対象にしていない。

本 LGUs 保険プログラムは、災害発生後の資金ニーズ発生時期と公共インフラ保険及び LGUs 保険プログラムの関係を表した下図に示すように、災害発生後、ただちに必要となる緊急対応資金のニーズに応えようとするものである。これに対して、GSIS が従来から提供している公共インフラ保険では災害後の損害査定や被保険者からの必要書類受領に相当な時間を要するため、保険金で緊急対応費用を賄うことは難しいが、再調達価値ベースでの保険金支払であるため、適切に保険を購入している場合には、自己負担なし<sup>18</sup>に損害復旧が可能な資金調達方法である。この点で、異なる方式の 2 つの保険制度は競合するものではなく、それぞれが DRF として重要な役割を受け持つものである。

---

<sup>17</sup> 中央政府に発生する損害についても一部対象としている。

<sup>18</sup> 保険契約で規定される免責額（GSIS の約款では、自然災害を原因とする損害に対する免責額は、影響を受けた建物や施設の現金価値の 2%と規定している）



Source: Financial Protection Against Natural Disasters, GFDRR/World Bank

出典: GFDRR/ World Bank Financial protection against natural disasters – Three-tiered risk layering strategy for governments をもとに、調査団が加工

図 2-3 資金ニーズ発生時期と公共インフラ保険及び LGUs 保険プログラムの関係



本調査が対象とする損害保険分野は、Insurance Group（保険グループ）<sup>21</sup>が担当し、責任者である SVP Atty. Maria Obdulia V. Palanca 及び VP Mr. Leopaldo A. Casio Jr.が業務を指揮、監督している。Insurance Group の組織体系は、SVP オフィス（OSVP）と VP オフィス（OVP）から成り、保険引受、営業、支払分野は、OVP が実務を担っている。OVP には Marketing、Underwriting、Claims の3つの部門が設けられ、それぞれ部門責任者が配置されている。保険グループ内の組織構成を図 3-2 に示す。本件調査においては、保険グループの長である、SVP の Ms.Palanca をチーフ・カウンターパートとし、グループ内組織である、マーケティング・保険引受・クレーム室 (Marketing Underwriting and Claim Office) を統括する OVP の VP Mr.Casio をカウンターパートとして、調査を行った。GSIS には、総勢 3,104 名の職員がおり、その約半数はマニラの本社に就業しており、フィリピン全国に 42 の地方事務所を構えている。

GSIS が対象とする損害保険営業種目は通常の火災保険及び自然災害に加え、工事保険、組立保険、ボイラー保険、機械保険、電気設備保険、土木構造物保険、財産保険特約、海上保険（海上貨物、船舶及び賠償責任、航空機及び賠償責任）、自動車保険、個人賠償責任保険、包括賠償責任保険、美術品保険、現金等価証券盗難保険、銀行職員向け包括ボンド、役員責任賠償保険、入札保証ボンド、履行保証ボンドなど幅広い。保険引受マニュアルは、整備、更新され、引受プロセス及び承認権限が文章及びフロー図で明確に規定されている。役職毎の引受権限も明確である。すべての保険契約情報は、GIIS（General Insurance Information System）に組み込まれており、端末から保険契約情報へのアクセスが可能である。アカウント情報にはロケーション情報も入っており、財産保険の場合には、端末からグーグルマップで所在地の確認が出来る。

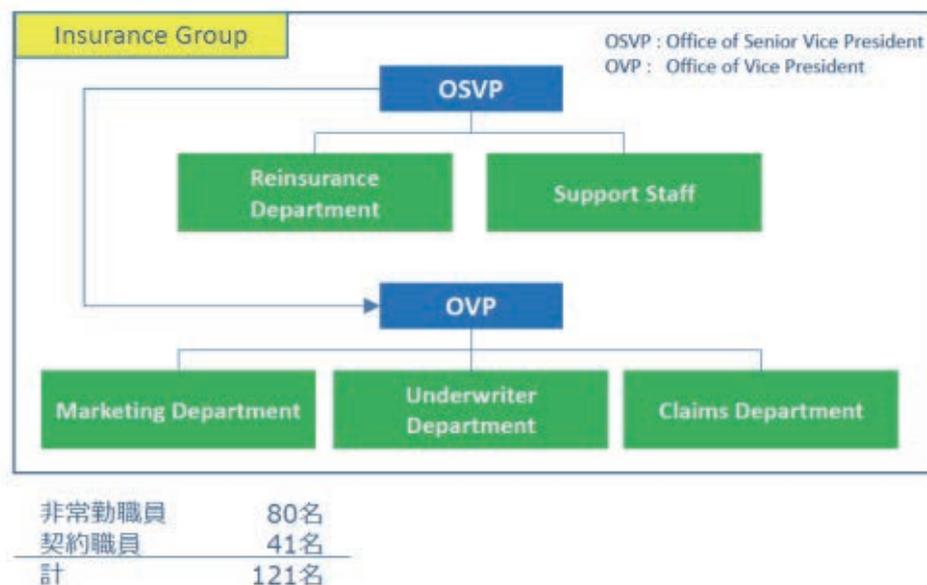


図 3-2 GSIS 保険グループの組織構成

保険グループ以外で、損害保険業務に関係する部門としては、IT グループとリスクマネジメントグループが挙げられる。IT 部門は保険グループをはじめ、GSIS 全体の IT シ

<sup>21</sup> GSIS の組織単位は、「グループ」が最も大きく、その下に「オフィス」、「部門」と続く。

システムを担当し、保険グループの引受管理システムである GIS の構築や運用管理を行っている。リスクマネジメントグループは、社会保険機構としての GIS 全体のリスク管理を行う部署である。保険グループとの関係では、再保険購入（出再）に関して、出再保険会社への出再保険金額のモニタリングや評価を行っているが、自然災害リスクの集積管理やポートフォリオ分析を行っているのではなく、出再保険会社毎の出再保険金額の累計であり、再保険会社自体の与信についてモニタリングを行っている。

### 3.1.3 財務状況

#### a. GIS 全事業

社会保険部分を含む GIS 全体の収支としては、保険引受収益や資産運用収益を含む、2014 年の経常収益は、約 140 Billion PHP、一方、保険引き受け費用や資産運用費用、一般管理費を含む経常費用は約 93 Billion PHP である。経常利益は約 47.9 Billion PHP、純利益は約 48.3 Billion PHP である。その結果経営指標である総資産経常利益率は 4.9%、経常収益計上利益率は 33.5%である。

#### b. 損害保険分野

損害保険分野に関する 2012 年から 2014 年の収支を GIS の会計監査報告から以下のとおり抜粋した。

表 3-1 GIS の損害保険分野の収支(2012 年～2014 年)

Statements of Financial Position – General Insurance Section Only				Php in Million	
	2012	2013	2014	2015	
<b>ASSETS</b>					
Cash and cash equivalents	5,753	5,025	9,817	5,707	
Premiums and loans receivables – net	965	949	474	551	
Financial assets	10,769	13,907	17,619	22,121	
Other receivables – net		12,074	5,096	4,869	
Investment property	2,877	3,008			
Property and equipment – net					
Other assets	5,733	320	216	216	
<b>TOTAL ASSETS</b>	<b>26,097</b>	<b>35,283</b>	<b>33,222</b>	<b>33,464</b>	
<b>LIABILITIES</b>					
Insurance liabilities	5,690	13,399	10,627	7,722	
Other liabilities	227	676	527	492	
Deferred liabilities	813	667	581	1,372	
<b>TOTAL LIABILITIES</b>	<b>6,730</b>	<b>14,742</b>	<b>11,735</b>	<b>9,586</b>	
<b>SURPLUS</b>					
Appropriated	4,685	10,558	9,456	9,849	
Unappropriated	14,682	7,474	11,871	13,869	
	19,367	18,032	21,327	23,718	
Revaluation surplus		2,509	160	160	
<b>TOTAL NET WORTH</b>	<b>19,367</b>	<b>20,541</b>	<b>21,487</b>	<b>23,878</b>	
<b>TOTAL LIABILITIES AND NET WORTH</b>	<b>26,097</b>	<b>35,283</b>	<b>33,222</b>	<b>33,464</b>	
<b>Profit and Loss Statement</b>					
	2012	2013	2014	2015	計
<b>REVENUE</b>					
Revenue from insurance	4,173	4,452	3,407	3,723	15,755
Revenue from loans					0
Revenue from financial assets	239	2,494	1,619	547	4,899
Revenue from investment property	19	152	25		196
Other revenues	18	31	(38)	(18)	(7)
	4,449	7,129	5,013	4,252	20,843
<b>EXPENSES</b>					
Claims and benefits	650	1,684	266	(16)	2,584
Investment expenses				2	2
Insurance expenses	2,425	2,380	1,984	1,192	7,981
Personal expenses					0
Operating expenses	327	96	1		424
	3,402	4,160	2,251	1,178	10,991
					0
<b>OPERATING INCOME/(LOSS) BEFORE GIS FEES AND COMMISSION</b>	<b>1,047</b>	<b>2,969</b>	<b>2,762</b>	<b>3,074</b>	<b>9,852</b>
<b>GIS FEES AND COMMISSION</b>					
Management fee					
Administration fee	(170)	(176)	(125)	(227)	(698)
Marketing commission	(339)	(352)	(249)	(455)	(1,395)
	(509)	(528)	(374)	(682)	(2,093)
<b>NET OPERATING INCOME/(LOSS)</b>	<b>538</b>	<b>2,441</b>	<b>2,388</b>	<b>2,392</b>	<b>7,759</b>

出典: GIS データを基に調査団作成

2012年から2015年の計4年間の合計保険料収入は15.8 Billion PHPに対して、支払保険金が、2.6 Billion PHP、再保険手数料や経費が8.0 Billion PHP、手数料支払いが2.1 Billion PHPである。その結果、4年間の収益計は7.8 Billion PHPである。支払保険金が少ないことが特徴のひとつであり、スーパー台風ヨランダやボホール地震など大規模な自然災害が発生した2013年から2014年にも黒字を確保している。リスクを保有する保険契約では、付保建物の用途や構造上から火災危険の低い施設が多いこと、タリフベースの保険料率を適用していること、付保施設が集積する都市圏での大規模地震が発生していないこと、リスクを再保険に移転する契約（個別の保険契約やポートフォリオに係る再保険契約）の再保険コミッション収入などがGSISの安定した収益に貢献していると思われる。

## 3.2 GSIS 公共インフラ保険に関する概要

### 3.2.1 法的根拠

GSISの公共インフラ保険事業を規定する法令は下記のとおりである。1951年に制定されたRA 656 財産保険法（Property Insurance Law）がそのベースであり、中央政府及び1級以上のすべての地方政府（町）が有する資産や権益に対する損害保険の引受けを法令で負託されている。保険機関としての引受け業務範囲（すべての保険、再保険）や保険が対象とする資産が順次拡大され現在に至っている。GSISは、フィリピンにおける公的資産に対する損害保険を提供する唯一の政府系損害保険機関である。

表 3-2 GSIS 損害保険事業の根拠法令

	法令等	公布日	要旨
1	共和国法 No.656 (財産保険法)	1951年6月16日	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府資産に対する損害・損失補償（火災、地震、風災、その他）用の保険基金を設立</li> <li>中央政府及び1級以上の地方政府（町）が有する資産や権益は、保険に加入することを規定</li> <li>2級以下の地方政府（町）については、申請ベースで加入可能</li> </ul>
2	大統領令 245 (改正令 RA 656)	1973年7月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>GSISが業務可能な範囲をすべての保険、再保険と規定</li> </ul>
3	行政命令 33	1987年8月24日	<ul style="list-style-type: none"> <li>保険の対象資産を政府が権益を有する資産と規定</li> </ul>
4	行政命令 141	1994年8月12日	<ul style="list-style-type: none"> <li>民営化した政府資産やBOT(Build, Operation and Transfer)事業による資産も保険の対象と規定</li> </ul>
5	行政命令 No. 4/2017	2017年8月7日	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府資産の損害保険に関する関係機関協議会（Inter Agency Committee: IAC）の設置。現行の保険制度の改正を含めた検討を大統領に提言（会議招集後1年以内）</li> </ul>

### 3.2.2 保険引受方式

本業務で対象とする GSIS 公共インフラ保険（公立学校、NAIAT3 及び MRT3）について保険引受方式を以下のとおり整理する。

#### a. 保険引受方式

本調査で対象とする公立学校と鉄道や空港などの運輸インフラでは、保険の引受方式や保険証券が異なる。公立学校の保険は「Named Peril（列举危険）」方式、NAIAT3 及び MRT3 は「All Risk Policy（オールリスク担保）」方式である。列举危険方式は、火災・落雷危険を補償する標準保険約款をベースに、台風、洪水、地震及び拡大補償範囲として約款を追加する方式である。発生した事故の原因が火災・落雷危険によるもの、または、列举されている特約条項に含まれている場合には保険金支払の対象になる。オールリスク担保方式は「不測・突発的な事故」という財産保険上の原則の範囲で付保施設に物理的な損害が発生した場合に、その原因が保険約款上で、対象から除外された危険に該当（免責項目）しない限りにおいて、保険事故として取り扱う方式である。このため、列举方式では発生事故の原因が列举担保危険に該当することを被保険者が示すことが必要であるが、オールリスク担保方式では、保険事故に該当しないとする場合には、保険者は事故原因が免責項目に該当することを示すことが必要である。

GSIS の保険対象となる公立学校には、教育省（DepEd）直轄の学校と地方政府が所有する学校が存在する。また、同じ学校内に教育省と地方政府が管轄する校舎が存在する場合もある。地方政府が所有する公立学校では、保険の引受けは市庁舎など他の公共建物と一体となったブランケット（包括保険）方式での契約が多い。保険引受方式は、列举危険方式であるため、基本となる火災・落雷以外に補償する自然災害危険は地方政府によって異なる。マニラ首都圏内の例では、ケソン市やマカティ市の保険プログラムでは、火災・落雷のみを担保、マニラ市では、火災・雷、地震、洪水、台風、その他拡張担保など、契約者単位で異なっている。自然災害危険に限定した場合、地震や洪水危険が高いとされるケソン市でも自然災害カバーには未加入の状態である。

なお、NAIAT3 や MRT3 では、機械的事故や損害賠償責任を補償する保険も併せて契約されているが、自然災害による保険事故とは直接関係しないため、本報告書では省略する。

#### b. 補償方式

損害保険では付保施設の保険金額を評価する方法として、時価や再調達価額、協定価額などを使用するが、今回対象とする施設ではすべて「再調達価額」での保険金額、補償方式である。「再調達価額」での保険契約は、施設設置時に要した金額に拘らず、保険事故発生時に同等の施設に戻すために実際に要した費用を補償額とするものである。従って、保険金額が適切に設定されている前提では、保険事故があっても、被保険者による追加の金銭負担なし（規定の免責額は除く）で原状復旧が可能になる。一方、保険金額が、実際の再調達価額を大きく下回っている場合が多い。一部保険の契約については、様々な問題が発生するが、自然災害危険に対する保険未加入の問題と併せて今回の調査

結果にもとづく課題や対策について第4章に記す。

**c. 保有限度額及び出再方式**

GSIS の社内規定上の保険リスク保有限度額は、リスク当り 2 Billion PHP である。これを超える保険契約はすべて再保険として出再される。GSIS は公的機関であるため、再保険調達である出再は、公共入札手続きによって行われる。該当する保険プログラムとしては、本調査で対象とする都市鉄道 MRT3、マニラ国際空港のほか、フィリピン港湾局、フィリピン国営電力公社、フィリピン大学、BOT (Build, Operation and Transfer) 方式で実施されている発電所など、大規模なインフラ施設がこれに該当する。

**d. 調査対象施設の保険概要**

調査対象施設毎の保険概要を下表に示す。詳細は Annex C (社会インフラに対する GSIS の損害保険概要) を参照。

表 3-3 対象施設の保険概要

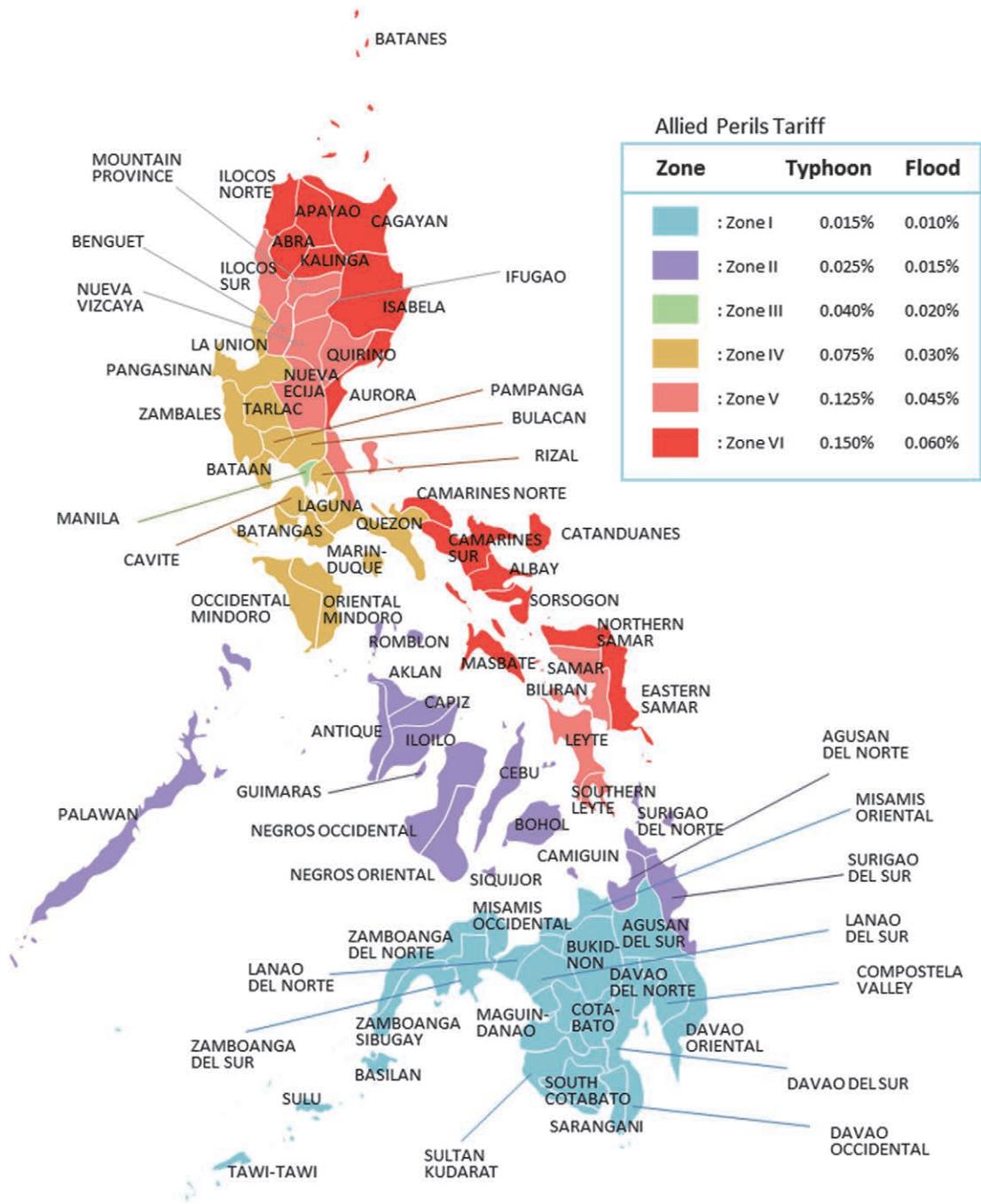
対象施設		公立学校	MRT3	NAIAT3
プログラム		地方政府施設の一部	専用プログラム	NAIA プログラムの一部
再保険調達方式		保有	競争入札	競争入札
引受方式		列挙危険	オールリスク担保	オールリスク担保
主な対象危険		火災・雷	オールリスク担保	オールリスク担保
(特約)		洪水、地震、台風他		
補償方式		実損補償 (再調達)	実損補償 (再調達)	実損補償 (再調達)
附帯担保		なし	賠償責任保険	賠償責任保険
		なし	破壊妨害行為・テロ	破壊妨害行為・テロ
		なし	事業利益(12 か月)	-
		なし	機械的事故	機械的事故
免責	火災・落雷	なし	3.5 百万 PHP	500 千 PHP
	自然災害	損害影響範囲価額の 2%	損害影響範囲価額の 2%	損害影響範囲価額の 2%
	機械的事故	-	15 百万 PHP	3.5 百万 PHP
	事業利益	-	15 暦日	-
一部保険条項		有り	有り	有り
保険金額			25,168 百万 PHP	7,880 百万 PHP
サブリミット (1 事故)			5,500 百万 PHP	1,500 百万 PHP

### 3.2.3 保険料率

保険料率は、年間期待損害率と付加保険料率の組合せである。年間期待損害率は、対象施設の所在地の自然災害ハザードの状況とハザードに対する施設の強度によって生じる施設の損害率がそのベースとなる。フィリピンでは、政府の保険委員会（Insurance Commission : IC）が承認した保険料率（タリフレート）が存在する。また、直近では、保険会社が自然災害保険引受時に順守すべき最低保険料率が IC から提示されており、民間の保険会社はこれを順守することが求められている。一方、GSIS は IC の管轄下にはないため、IC が承認したタリフレートを用いる義務はなく、リスクベースの保険料率の設定は可能である。ただし、現在の運用としては、GSIS の保有規定を超える保険契約については、公的調達手続により再保険を調達する。調達価格は、入札予定価格または承認予算額を最大とする市場レートである。保険契約の大多数を占める公的調達以外保険契約では、上記のタリフレートを用いている。

タリフレートは、自然災害危険は火災保険に付帯する引受け方式の下、地震危険、洪水危険、台風危険については、施設の構造種別と所在地、地震の場合にはこれに建物階数によって料率が規定されている。この点、保険料率は自然災害ハザードと施設の強度に応じて決定されていると言えるが、そのハザード区分や構造区分は下表のとおり限られており、個別施設のリスクを十分に反映しているとは言い難い。

台風や風災は 6 ゾーンに分かれ、ゾーン間の保険料率の差異は大きいですが、Zone III に属するのはマニラ首都圏のみであり、さらに、マニラ首都圏内では場所による料率の差異はない。また、建物構造による料率の差異はない。



出典：PIRA, Ltd タリフレートをもとに調査団が作成

図 3-3 ゾーン毎のタリフレート

表 3-4 自然災害危険に対するタリフレート区分表

自然災害危険に対するPIRAタリフレート区分表

区分	地域	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	Zone V	Zone VI
台風		0.015%	0.025%	0.040%	0.075%	0.125%	0.150%
洪水		0.010%	0.015%	0.020%	0.030%	0.045%	0.060%

地震	建物階数	1/2F	3/4F	5-8F	9-12F	13-16F	17-20F	21F<
AREA I		0.144%	0.192%	0.240%	0.288%	0.336%	0.384%	0.432%
AREA II		0.144%	0.240%	0.288%	0.336%	0.384%	0.432%	0.480%

マニラ首都圏

地震については、2区分あり、マニラ首都圏はAREA Iに属する。こちらは、建物構造による保険料率の差異はなく、建物高さによってのみ決定される。また、建物の建築年による区分はないため、建設時に準拠した建築基準の差異は考慮されていない。適用保険料率を特定するためのハザード区分及び施設構造による脆弱性の考慮項目について、PIRA, Ltd.のタリフレートとリスクベース保険料率算定ツールを比較すると、次表のとおりとなる。

表 3-5 PIRA, Ltd.のタリフレートによるハザード<sup>22</sup>及び施設の脆弱性区分

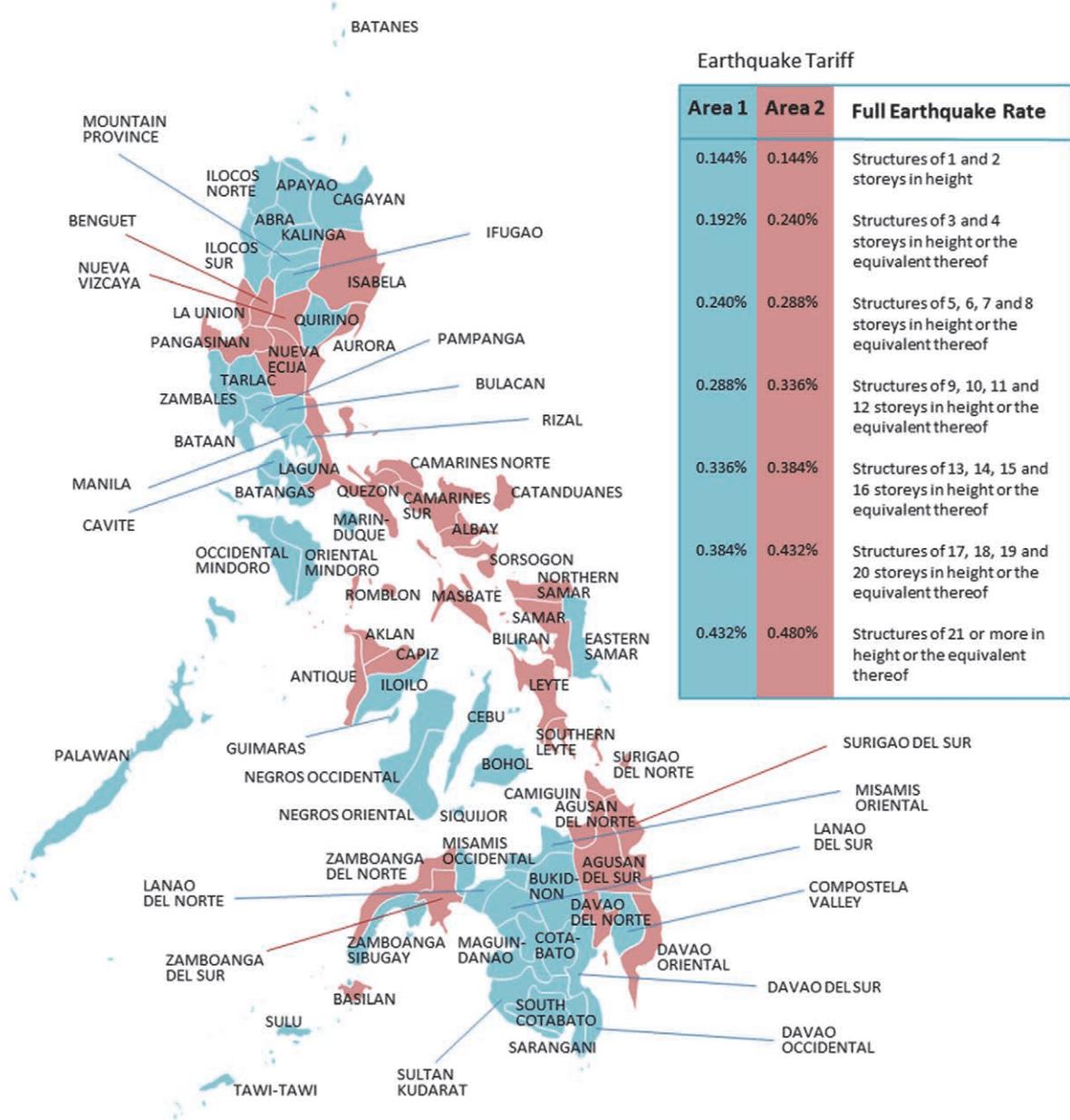
災害種	地震			台風・洪水		
	PIRA Ltd.		ツール	PIRA Ltd.		ツール
料率ベース	全国	マニラ首都圏	マニラ首都圏	全国	マニラ首都圏	マニラ首都圏
区分	2区分	1区分	マニラ首都圏	6区分	1区分	マニラ首都圏
施設の脆弱性	建物階数のみ考慮		UP脆弱性曲線	考慮しない		UP脆弱性曲線

ハザードモデル：注釈及び第5章リスクベース保険料率算定ツールの開発参照

現行の保険料率は、地震、台風、洪水については、州単位で自然災害ハザードを考慮した料率制度といえるが、対象建物の災害に対する脆弱性の考慮は、建物の階数による地震料率区分(図 3-4)のみである。建物の建設年度によって準拠した建築基準は異なり、そのため建物の地震に対する強さも異なるが、現行の保険料率は、その差異を反映していない。その結果、旧基準で建設された災害に脆弱な建物が、新基準を満たすために実施する防災改修工事(地震の場合には、耐震改修)を促す仕組みは、保険料率制度には含まれていないと言える。

なお、日本では自然災害補償特約の保険料率は、保険会社独自に決定しているが、一般例としては、下表のように、災害ハザードと付保施設の災害に対する強さをより細かい区分に分類し、これらの組み合わせや調整によって保険料率を算定している。(表 3-6)

<sup>22</sup> ハザードモデル：本調査ツールで開発したリスクベース保険料率算定ツール(ツール)では、地点毎の発生頻度を考慮したハザード強度を組み込んだハザードモデルとして開発した。第5章参照。



出典: PIRA, Ltd のタリフプレートをもとに調査団が作成

図 3-4 地震に対するタリフプレート

表 3-6 自然災害補償保険料率の算出方式例(日本の事例)

保険料率		災害補償種別			
		風災	水災（洪水）	水災（高潮）	地震
基本料率	所在地	6区分	-	12区分	7区分
	構造種別	4区分	4区分	4区分	5区分
	建物床高	-	個別考慮	12区分	-
	影響河川	-	3区分	-	-
保険料率調整係数 割引・割増		周辺状況	床高	防潮堤	火災危険
		建物高さ	罹災歴	波浪	類壊危険
		屋根構造	-	建物階数	類焼危険
		その他	-	地下室	-

## 4 公共インフラ保険における基本的な問題とその影響、解決の方向性

損害保険を通じた事前の防災投資を促すには、自然災害リスクに応じた保険料率を施設毎に適用することによって保険料軽減インセンティブを保険制度に組み込むことが必要である。加えて、第7章で示すように、他国の自然災害保険事例からは、保険料率の調整に加え、政府の関与や保険料軽減以外の仕組みを保険制度に組み込むことが、事前の防災投資を促すインセンティブにつながると考えられる。さらに、防災計画を実行するための効果的な資金メカニズムも必要である。しかし、本調査が対象とした公共インフラ保険では、リスクに応じた保険料率を適用し、事前防災投資を促すインセンティブの仕組みを導入するに際し、そもそも強制加入となっているはずの公共インフラ保険に加入していない政府機関や地方政府の存在（保険未加入の問題）、保険引受けのベースとなる再調達価額が適正に算定されていない（一部保険の問題）といった「基本的な問題」を抱えている。

公共インフラ保険制度は政府資産の災害リスク移転制度として機能しているが、保険未加入や一部保険の問題など、解決すべき課題の原因としては、政府機関や施設所有者による自然災害リスク及び損害保険の有効性に対する理解が十分に浸透していないことが挙げられる。加えて、公共インフラ保険制度において、執行順守を促す仕組みが不十分であることも原因のひとつである。公共インフラを強靱化し、その安全性の向上に向けて損害保険を活用するためには、これらの基本的な問題の解決が必要である。本章では、これらの基本的な問題の解決に向けた対策や課題を整理する。

### 4.1 保険未加入

#### 4.1.1 保険未加入の実態

RA 656（財産保険法）は、中央政府及び2級以下の Municipal Government（町）地方政府を除いて、保険の対象となる資産や権益すべてについて、GSISによる損害保険に加入することを義務付けているが、強制加入義務のある政府機関（1,014機関）の内、25.8%（262機関）が火災保険に未加入である。2016年12月現在のGSIS損害保険への加入・未加入状況を機関区分毎に下表に示す。なお加入率には、基本の保険契約である火災保険のみ加入し、自然災害危険の補償には加入していない機関も含まれている。

表 4-1 公共機関毎の公共インフラ保険加入・未加入状況及び加入義務

2016年12月現在

公共機関区分	法規制 RA656	計	施設の財産保険			
			加入	率	未加入	率
1ST CLASS MUNICIPALITIES	強制	331	194	58.6%	137	41.4%
CITIES	強制	144	127	88.2%	17	11.8%
PROVINCES	強制	81	58	71.6%	23	28.4%
OTHER MUNICIPALITIES	任意	1,159	340	29.3%	819	70.7%
<b>Subtotal</b>	<b>強制</b>	<b>1,715</b>	<b>719</b>	<b>41.9%</b>	<b>996</b>	<b>58.1%</b>
NATIONAL GOV'T. AGENCIES						
GOCCs	強制	60	52	86.7%	8	13.3%
NATIONAL OFFICES	強制	285	246	86.3%	39	13.7%
STATE COLL. & UNIV.	強制	113	75	66.4%	38	33.6%
<b>Subtotal</b>	<b>強制</b>	<b>458</b>	<b>373</b>	<b>81.4%</b>	<b>85</b>	<b>18.6%</b>
TOTAL with Other Municipalities	全数	2,173	1,092	50.3%	1,081	49.7%
TOTAL without Other Municipalities	強制のみ	1,014	752	74.2%	262	25.8%

出典: GSIS 保険グループ管理資料をもとに調査団が作成

本調査の対象であるマニラ首都圏の16地方政府のうち、公立学校の火災保険未加入は4、火災のみ補償し自然災害危険を補償しない保険契約を持つ地方政府は3、自然災害危険も補償される地方政府は9で、そのすべてが地震危険の補償を契約している。

表 4-2 マニラ首都圏公立学校の災害種別保険加入状況

Location	# of school			Policy coverage for natural hazard			
	Total	Insured	Not insured	Fire Lighting	Earth-quake	Typhoon	Flood
1 Manila	106	85	21				
2 Quezon	142	140	2				
3 Pasay	32	28	4				
4 Calocan	88	11	77				
5 Mandaluyong	29	5	24				
6 Marikina	31	0	31				
7 Makati	37	35	2				
8 Pasig	40	39	1				
9 SanJuan	9	8	1				
10 Paranaque	32	4	28				
11 Las Pinas City	32	0	32				
12 Valenzuela City	58	18	40				
13 Malabon	40	0	40				
14 Navotas	21	0	21				
15 Taguig	44	10	34				
16 Muntinlupa	26	18	8				
Total	767	401	366				

出典: 調査団加工、元ソース: GSIS Underwriting Information received from JICA and GSIS in March 2016 and March 2017, respectively

マニラ首都圏にある DepEd 所管の公立学校合計 767 校のうち、366 校 (47.7%) が損害保険に未加入、さらに自然災害危険の補償がない学校の合計数は 518 校 (67.5%) に上る。

以上から、GSIS 損害保険の基本補償である火災・落雷のみ契約し、地震、台風、洪水などの自然災害危険補償を契約していない機関も多いと推測される。

#### 4.1.2 保険未加入の問題

損害保険は火災や自然災害発生時に、損害を受けた施設の復旧資金を被保険者が確保するものである。火災とは異なり、自然災害では一定範囲の複数施設が同時に損傷を受ける可能性が高いため、公的機関には多数の施設の損傷を早期に復旧することが求められる。自然災害保険未加入の場合には、予算規模の小さな地方政府では、多額の復旧資金を政府予算では賄えず、中央政府への依存など不確かな支援に頼ることになる。復旧資金が確保できなければ復旧は進まない。復旧資金を手当てする方法は、損害保険だけではないが、最も確実に、また、事前に確保可能な手段として、損害保険の活用が一般的である。

特に、災害発生時の資金負担能力の観点からは、規模の小さい地方政府ほど、自然災害によって発生し得る財政負担リスクを、予め保険に移転しておくことが望ましい。一方、現行の RA 656 では規模の小さい町は損害保険の強制加入対象ではなく、任意加入である。その結果、全国で RA 656 対象外の 2 級以下の町を含めると、機関数で約半数 (49.7%) の公的機関が損害保険に未加入である。

強制加入の維持は、自然災害危険を補償する保険制度において「逆選択」を排除する仕組みでもあり、適切に維持されない場合には逆選択を助長する。逆選択はリスクが大きい人の方が、リスクが小さい人よりも、より大きな保険補償を求める傾向をいう。洪水、地震、台風などの自然災害の場合、逆選択はリスクを集積させるため、保険制度がうまく機能するためのリスクの分散を阻害することになる。

第 2 章で記したように、フィリピン政府は DRF の構築を進めている。政府資産の災害保険についてもその戦略の一部を担うものであるが、法令が求める強制加入が順守されない場合には、公共インフラ保険制度が十分に役割を果たせないことになり、結果として、構築した DRF が計画どおりに機能しないことにつながる。

## 4.2 一部保険

### 4.2.1 一部保険関連用語の定義

一部保険に関連する用語の定義は下記のとおり。

表 4-3 一部保険に関連する用語の定義

使用用語	定義
保険金額	保険契約金額をいい、支払う保険金の限度額（補償限度額）をいう。
再調達価額	損害を受けた施設を同種、同等の新品資材を用いて修理する、または、再調達するのに必要な金額をいう。減価償却分は控除しない。
保険価額	対象施設の評価額を金銭的に評価した額。GSIS 保険契約では再調達価額と規定している。
一部保険	保険金額が保険の対象（建物・家財など）の実際の価額（保険価額）に満たない保険契約。保険対象施設毎に保険金額が再調達価額に達していない状況の保険契約をいう。
評価鑑定	保険の対象となる財物に関する保険価額の評価業務。GSIS 保険約款では「再調達価額」を保険価額の評価基準としている。
免責	損害額のうち保険契約者が負担する金額をいう。
アンダーライティング（U/W）	保険リスクを審査、引受けまたは拒絶し、引き受けたリスクに対して適切な保険料を課すために分類すること。
包括保険契約	1 所在地における複数の財物、または異なる所在地における複数の財物に対する保険契約をいう。
サブリミット	保険約款の条項のひとつであり、保険の特定に目的や補償について、保険金額よりも低い額を支払限度額として設定したものをいう。

出典：損害保険ジャパン日本興亜株式会社、日本損害保険鑑定人協会及び The Institutes ホームページをもとに調査団が作成

#### 4.2.2 保険約款上の一部保険規定

保険未加入の問題の他に、もうひとつの基本的な問題として、一部保険の問題がある。財産保険では、対象施設が全損となるような保険事故の発生頻度は低いため、被保険者が再調達価額より低い保険金額で保険を購入することによって保険料を下げようとするインセンティブが働きやすい。この場合、保険料は実際の保険価額に相応する金額に達していないことになる。こういった状態を「一部保険」と呼ぶが、極端な一部保険の状態は別として、保険事故が発生した時点で一部保険の状態であることが判明する。このような場合に備えて、保険契約には、「Co-Insurance」または「Average Clause」という支払保険金を減額調整する契約条項が含まれている。これは、一部保険割合（保険金額/再調達価額）に応じて支払保険金額を減額する方式であり、不足保険料分の補償は被保険者の自家保険であるとの考え方である。

GSIS 財産保険の標準火災約款（Standard Fire Policy - 第 20 項）では、一部保険の場合の支払い保険金の調整が以下の通り規定されている。

（第 20 項） If the property hereby insured shall, at the breaking out of any fire, be collectively of greater value than the sum insured thereon, then the Insured shall be considered as being his own insurer for the difference and shall bear a ratable proportion of the loss accordingly. Every item, if more than one, of the Policy shall be separately subject to this condition.

GSIS が大型インフラ施設の損害保険に使用している産業施設用オールリスク約款 (Industrial All Risk policy: IAR) でも以下のとおり同様に規定されている。  
(Average 条項)

If the Reinstatement Value of Property Insured shall at the time of any loss destruction or damage be collectively of greater value than the Sum Insured thereon, then the Insured shall be considered as being his own Insurer for the difference between the Reinstatement Value and the Sum Insured and shall bear a rateable proportion of the loss accordingly. Every Item if more than one on the Policy shall be separately subject to this Condition.

支払保険金は以下の数式に従って調整される<sup>23</sup>。

$$\text{Amount Payable} = \left( \frac{\text{Sum Insured}}{\text{Replacement Cost}} \times \text{Loss} \right) - \text{Deductible}$$

**4.2.3 一部保険の実態（公立学校、MRT3、NAIAT3の再調達価額の算定）**

一部保険の実態を把握するため、本調査では公立学校、MRT3、NAIAT3の再調達価額について評価を行った。対象施設毎に以下の方法で再調達価額を評価し、GSIS 保険契約金額と比較し、一部保険の状況を把握した。

表 4-4 対象施設毎の再調達価額の算定と一部保険の評価方法

対象施設		再調達価額の算定と一部保険の評価方法
1	公立学校（マニラ首都圏）	DPWHから入手した標準学校図とDepEdの教室毎の建設工事費見積をベースに単位延床毎、教室単位や建物階数別の再調達価額を推計した。DepEdの学校施設データベースに含まれている建物規模等のデータを適用し、GSISが付保している施設について、再調達価額を算定し、学校毎に保険契約金額と比較した。
2	MRT3	MRT3から入手した設計図から、施設種別毎に、概略の工事数量を把握した後、類似施設の建設単価を適用し、対象施設の再調達価額とした。再調達価額をGSISの保険金額と比較した。
3	NAIA T3	NAIAから入手した設計図から、施設種別毎に、概略の工事数量を把握した後、類似施設の建設単価を適用し、対象施設の再調達価額とした。再調達価額をGSISの保険金額と比較した。

**a. 保険再調達価額（公立学校）**

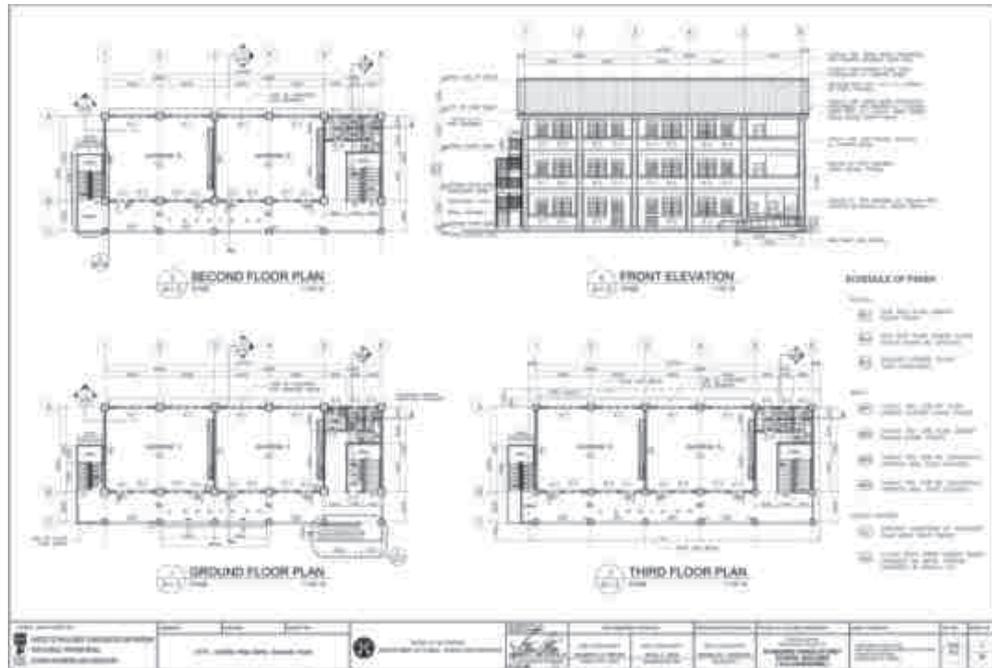
**a.1 再調達価額算定に利用したデータ**

再調達価額の推定に当たっては、以下の情報を利用した。  
DPWHによる標準設計（DPWH 図面）：2008年に公共事業・道路省によって作成され

<sup>23</sup> 超過保険（再調達価額＞保険金額）の場合は、保険金額が支払限度額である。

た公立小中学校の標準設計図面集。1階建～4階建（教室数1～20）までを網羅している。図面は以下のリンクから入手可能である。

<http://www.dpwh.gov.ph/schoolbldg/index.htm>



出典： Various DPWH Proposed Projects; Standard Three-storey School Building, DPWH

図 4-1 DPWH 図面の例

DepEdによる学校建設費見積り結果（DepEd見積り）：上記のDPWH標準設計を元に、教育省教育施設局（Educational Facility Division: EFD）が校舎建設費の見積りを行っており、2016年3月時点の建設費用データを入手した。

表 4-5 DepEd による校舎建設費の見積り結果

 		
REPUBLIC OF THE PHILIPPINES DEPARTMENT OF EDUCATION		
<i>Cost Comparison of School Buildings</i>		
<b>SINGLE STOREY SCHOOL BUILDING</b>		
SINGLE STOREY	DepED COST (5% VAT, 22% IC)	PAGCOR DESIGN COST
1 classroom	1,012,049.65	
2 classrooms	1,814,740.17	3,045,822.85
3 classrooms	2,640,828.12	4,182,436.13
4 classrooms	3,464,886.58	5,313,780.76
5 classrooms	4,273,392.24	6,333,226.22
6 classrooms	5,036,544.64	7,357,880.62
<b>TWO STOREY SCHOOL BUILDING</b>		
TWO STOREY	DepED COST (5% VAT, 17% IC)	PAGCOR DESIGN COST
2 classrooms	4,422,048.49	No Data Available
4 classrooms	6,160,708.08	8,452,340.56
6 classrooms	8,075,291.28	10,814,623.08
8 classrooms	10,813,386.61	14,744,047.17
10 classrooms	12,723,662.56	17,031,301.39
12 classrooms	14,447,404.35	No Data Available
<b>THREE STOREY SCHOOL BUILDING</b>		
THREE STOREY	DepED COST (5% VAT, 17% IC)	PAGCOR DESIGN COST
3 classrooms	6,869,914.85	No Data Available
6 classrooms	10,360,088.48	No Data Available
9 classrooms	15,458,157.20	23,207,431.54
12 classrooms	18,660,225.43	27,766,227.66
15 classrooms	21,923,943.03	32,458,050.94
18 classrooms	25,497,559.98	37,073,257.77
<b>FOUR STOREY SCHOOL BUILDING</b>		
FOUR STOREY	DepED COST (5% VAT, 17% IC)	PAGCOR DESIGN COST
8 classrooms	14,819,916.37	No Data Available
12 classrooms	22,107,847.77	28,618,646.52
16 classrooms	26,678,453.91	33,871,440.32
20 classrooms	31,099,362.44	39,084,503.88
24 classrooms	35,613,164.12	44,513,497.44
28 classrooms	40,105,307.06	No Data Available
32 classrooms	44,590,061.86	No Data Available
<i>Source: Educational Facilities Division (EFD) as of March, 2016</i>		

出典： Education Facility Division of DepEd

## a.2 単位面積当たり建設単価

上記のデータを元に、単位延床面積（m<sup>2</sup>）あたりの建設費用を建物の階数ごとに算定した。具体的には、まず DPWH 図面から学校規模（階数、教室数）ごとの延床面積を算定した（下表参照）。

表 4-6 教室数と延床面積の関係

Number of Stories	Number of Classrooms	Classroom Area (m <sup>2</sup> )	Total Floor Area from DPWH Drawings (m <sup>2</sup> )	Ratio	Number of Stories	Number of Classrooms	Classroom Area (m <sup>2</sup> )	Total Floor Area from DPWH Drawings (m <sup>2</sup> )	Ratio
1	1	63	82	1.31	3	3	189	435	2.30
	2	126	159	1.26		6	378	691	1.83
	3	189	241	1.28		9	567	1,039	1.83
	4	252	325	1.29		12	756	1,295	1.71
	5	315	402	1.28		15	945	1,552	1.64
	6	378	478	1.27		18	1,134	1,808 *	1.59
2	2	126	292	2.32	4	8	504	920	1.83
	4	252	463	1.84		12	756	1,374	1.82
	6	378	634	1.68		16	1,008	1,716	1.70
	8	504	867	1.72		20	1,260	2,058	1.63
	10	630	1,038	1.65		24	1,512	2,400 *	1.59
	12	756	1,209	1.60		28	1,764	2,742 *	1.55
					32	2,016	3,084 *	1.53	

\* Estimated due to unavailability of DPWH design

出典： DPWH 標準図面をもとに調査団作成

次に、階数・教室数ごとに算定されている DepEd 見積りと対応させて単位延床面積あたりの建設単価に変換した。

また、再調達価額には建設費の他に M&E 費（機械と設備費）が含まれる。公立小中学校における M&E とは、机・イス、家具類、照明設備、視聴覚機器（テレビ）などである。この M&E 費については、現地の建設マネジメント会社からの情報や、調査団による学校視察結果を参考に、建設費の 10%とした。

単位延床面積あたりの建設単価は、以下のとおりとなった。

表 4-7 DPWH 標準設計による単位延床面積あたりの校舎再調達価額(階数、教室数ごと)

Number of Stories	Number of Classrooms	Construction Cost (PHP)	M&E Cost (PHP) (10% of Const. Cost)	Total Cost (PHP)	Total Floor Area (m <sup>2</sup> )	Const. Cost per Unit Floor Area (PHP/m <sup>2</sup> )	M&E Cost per Unit Floor Area (PHP/m <sup>2</sup> )	Total Cost per Unit Floor Area (PHP/m <sup>2</sup> )
1	1	1,012,050	101,205	1,113,255	82	12,303	1,230	13,533
	2	1,814,740	181,474	1,996,214	159	11,431	1,143	12,574
	3	2,640,828	264,083	2,904,911	241	10,957	1,096	12,053
	4	3,464,887	346,489	3,811,375	325	10,655	1,065	11,720
	5	4,273,392	427,339	4,700,731	402	10,638	1,064	11,702
	6	5,036,545	503,654	5,540,199	478	10,532	1,053	11,586
2	2	4,422,048	442,205	4,864,253	292	15,122	1,512	16,634
	4	6,160,708	616,071	6,776,779	463	13,294	1,329	14,623
	6	8,075,291	807,529	8,882,820	634	12,729	1,273	14,001
	8	10,813,387	1,081,339	11,894,725	867	12,479	1,248	13,727
	10	12,723,663	1,272,366	13,996,029	1,038	12,264	1,226	13,490
	12	14,447,404	1,444,740	15,892,145	1,209	11,955	1,195	13,150
3	3	6,869,915	686,991	7,556,906	435	15,785	1,579	17,364
	6	10,360,088	1,036,009	11,396,097	691	14,993	1,499	16,492
	9	15,458,157	1,545,816	17,003,973	1,039	14,882	1,488	16,370
	12	18,660,225	1,866,023	20,526,248	1,295	14,407	1,441	15,848
	15	21,923,943	2,192,394	24,116,337	1,552	14,129	1,413	15,542
	18	25,497,560	2,549,756	28,047,316	1,808	14,101	1,410	15,511
4	8	14,819,916	1,481,992	16,301,908	920	16,102	1,610	17,713
	12	22,107,848	2,210,785	24,318,633	1,374	16,093	1,609	17,702
	16	26,678,454	2,667,845	29,346,299	1,716	15,549	1,555	17,104
	20	31,099,362	3,109,936	34,209,299	2,058	15,113	1,511	16,625
	24	35,613,164	3,561,316	39,174,481	2,400	14,840	1,484	16,324
	28	40,105,307	4,010,531	44,115,838	2,742	14,628	1,463	16,090
	32	44,590,062	4,459,006	49,049,068	3,084	14,460	1,446	15,906

出典：調査団

上表に示すとおり、階数が多い建物ほど単位延床面積あたりの建設費用が高い。また、同じ階数で見ると、教室の数が多いほど単位延床面積あたりの建設費用は安くなる。

上表からは階数と教室数を指定することで単位延床面積あたりの再調達価額を推定できる。

さらに、より簡便に建物階数のみから再調達価額を推定するために以下の関係を提案する。これは、各費用を各階数規模ごとにまとめて単純平均したものである。

表 4-8 DPWH 標準設計による単位延床面積あたりの校舎再調達価額(階数ごと)

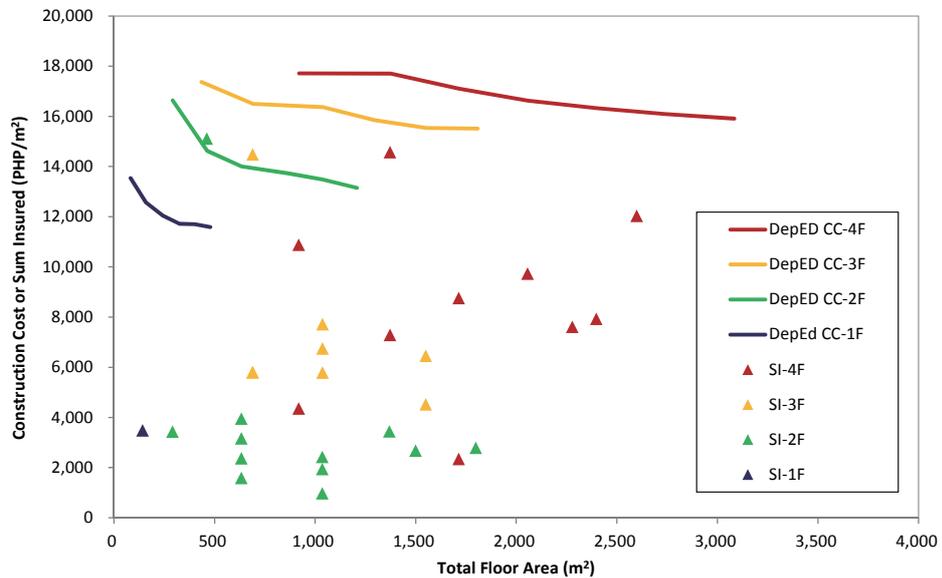
校舎階数	建設費(PHP/m <sup>2</sup> )	M&E 費(PHP/m <sup>2</sup> )	合計(PHP/m <sup>2</sup> )
1 階建	11,000	1,100	12,200
2 階建	13,000	1,300	14,300
3 階建	14,700	1,500	16,200
4 階建	15,300	1,500	16,800

出典：調査団

### a.3 保険金額(単位面積当たり単価)との比較

本来、保険でカバーされるべき金額は再調達価額を基本とすべきと考えられるが、実際の保険金額(Sum Insured)は再調達価額に比べて相当低く設定されている。下図はマ

ニラ首都圏内 Muntinlupa 市<sup>24</sup>が GSIS に保険加入している保険金額の延床面積単価と上記で推定した再調達価額に基づく延床面積単価を比較したものである。



出典: 調査団

図 4-2 再調達価額に基づく延床面積単価と実際の保険金額に基づく単価比較

図中の線は建物階数ごとの単位延床面積あたりの再調達価額、三角印は Muntinlupa 市の公立学校校舎の延床面積当たりの保険金額単価の関係をプロットしたものである。また、青色、緑色、黄色、赤色はそれぞれ 1 階建、2 階建、3 階建、4 階建の校舎であることを示す。

図からは、現在契約されている保険金額は再調達価額と比較して低い設定となっていることが判明した。GSIS によると、Muntinlupa 市に限らず、その他の地方政府においても、このような傾向が見られるとのことである。

#### a.4 GSIS による保険引受対象公立学校の再調達価額の算定

マニラ首都圏の公立学校リストは、DepEd が National Schools Building Inventory というデータベースを整備しており、その中から必要なデータを入手した。学校には ID 番号が付与されており、校舎毎に階数、教室のサイズ、各階毎の教室数、建築年などの情報が入手可能となっている。以下にそのデータ項目と一部を示す。

<sup>24</sup> Muntinlupa 市のポリシーペーパーには校舎（階数、教室数情報あり）ごとの保険金額が記入してあったため、同市の情報を使用した。

表 4-9 マニラ首都圏の公立学校リストの例(網掛け部分は同一学校の異なる校舎・フロア)

Division Name	School ID	Building Type	Dimension	W	L	Year Constructed	Building No	Storey No	Classrooms
Manila	136418	3 Storey Reinforced Building Type 1	7x6	7.0	6.0	0	1	1	5
Manila	136418	3 Storey Reinforced Building Type 1	7x6	7.0	6.0	0	1	2	7
Manila	136418	3 Storey Reinforced Building Type 1	7x6	7.0	6.0	0	1	3	7
Manila	136419	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	2014	1	1	3
Manila	136419	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	2014	1	2	3
Manila	136419	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	2014	1	3	3
Manila	136419	Practice House	8x10	8.0	10.0	1989	2	1	1
Manila	136419	Hele Building	7x8	7.0	8.0	2003	3	1	3
Manila	136419	Hele Building	7x8	7.0	8.0	2003	3	2	3
Manila	136419	Hele Building	7x8	7.0	8.0	2003	3	3	3
Manila	136419	Rc Building	7x9	7.0	9.0	1976	4	1	13
Manila	136419	Rc Building	7x9	7.0	9.0	1976	4	2	18
Manila	136419	Rc Building	7x9	7.0	9.0	1976	4	3	18
Manila	136419	Rc Building	7x9	7.0	9.0	1976	4	4	5
Manila	136419	Reading Center	5x10	5.0	10.0	2003	5	1	1
Manila	136419	Mbl Building	7x8	7.0	8.0	1989	6	1	3
Manila	136419	Mbl Building	7x8	7.0	8.0	1989	6	2	3
Manila	136419	Mla. Jaycees Building	6.5x8.5	6.5	8.5	2003	7	1	1
Manila	136419	Mla. Jaycees Building	6.5x8.5	6.5	8.5	2003	7	2	1
Manila	136419	Ptca Building	7x7	7.0	7.0	1996	8	1	1
Manila	136420	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	0	1	1	25
Manila	136420	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	0	1	2	18
Manila	136420	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	0	1	3	17
Manila	136420	Deped School Building (Standard)	7x9	7.0	9.0	0	1	4	14
Manila	136421	Deped School Building (Modified)	7x9	7.0	9.0	0	1	1	7
Manila	136421	Deped School Building (Modified)	7x9	7.0	9.0	0	1	2	7
Manila	136421	Deped School Building (Modified)	7x9	7.0	9.0	0	1	3	8

出典： National School Buildings Inventory Data received from DepEd on 21st Jun 2016.

このデータベースによると、マニラ首都圏の公立学校数は以下のとおりとなっている。

表 4-10 マニラ首都圏の学校数

Division	Total Number of Schools	Total Number of Buildings	Total Number of Storeys	Total Number of Classrooms
1 Manila	106	479	1,193	7,069
2 Quezon City	142	858	2,055	7,098
3 Pasay City	32	195	405	1,817
4 Caloocan City	88	554	1,216	3,798
5 Mandaluyong City	29	112	329	1,830
6 Marikina City	31	126	310	1,438
7 Makati City	37	64	233	2,245
8 Pasig City	40	265	1,022	3,672
9 San Juan City	9	52	95	416
10 Paranaque City	32	108	273	1,280
11 Las Piñas City	32	150	333	1,108
12 Valenzuela City	58	251	590	1,889
13 Malabon City	40	204	343	999
14 Navotas	21	128	211	641
15 Taguig	44	288	616	1,902
16 Muntinlupa City	26	193	399	1,275
<b>Grand Total</b>	<b>767</b>	<b>4,027</b>	<b>9,623</b>	<b>38,477</b>

## a.5 GISIS による保険引受け学校リスト

マニラ首都圏における公立学校のうち、GISIS により保険を引受けている学校のリストとして、以下のデータを GISIS より入手した。データ項目としては、保険金額、災害種別、保険料率、保険料金、位置情報となっている。下にそのデータ項目の一部を示し、全体のデータベースは、Annex D マニラ首都圏の公立学校リストに記載する。

表 4-11 GISIS が保険を引受けている学校リストと保険金額の例

	INSURED	LINE OF INSURANCE	TERM OF POLICY	SUM INSURED (MATERIAL DAMAGE, BUSINESS INTERRUPTION, CGL, S&T)	PERILS (IAR, F/L, EQ, TYP, FLD, EC, RSMO, OTHERS)	PREMIUM RATE	PREMIUM	GEOCODE	
								LATITUDE	LONGITUDE
	<b>QUEZON CITY GOVERNMENT</b>								
	<b>PUBLIC ELEMENTARY SCHOOL</b>	FIRE	2014-2015						
1	BALINGASA ELEMENTARY SCHOOL			11,040,000.00	F/L	0.0736%	8,125.44	14° 39'7"N	121° 0'4"E
2	DEMETRIO TUAZON ELEMENTARY SCHOOL			3,680,000.00	F/L	0.0736%	2,708.48	14° 37'45"N	120° 59'57"E
3	RAMON MAGSAYSAY ELEMENTARY SCHOOL			31,100,000.00	F/L	0.0736%	22,889.60	14° 37'44"N	120° 59'54"E
4	SAN JOSE ELEMENTARY SCHOOL			29,600,000.00	F/L	0.0736%	21,785.60	14° 38'23"N	120° 59'36"E
5	PAG-IBIG SA NAYON ELEMENTARY SCHOOL			3,800,000.00	F/L	0.0736%	2,796.80	14° 38'47"N	120° 59'47"E
6	DALUPAN ELEMENTARY SCHOOL			7,000,000.00	F/L	0.0736%	5,152.00	14° 38'40"N	121° 0'47"E
7	CONG R. A. CALALAY ELEMENTARY SCHOOL			8,700,000.00	F/L	0.0736%	6,403.20	14° 38'18"N	121° 0'53"E
8	MASAMBONG ELEMENTARY SCHOOL			29,000,000.00	F/L	0.0736%	21,344.00	14° 38'22"N	121° 0'26"E
9	SAN FRANCISCO ELEMENTARY SCHOOL			4,750,000.00	F/L	0.0736%	3,496.00	14° 38'26"N	121° 0'51"E
10	BAYANIHAN ELEMENTARY SCHOOL			13,500,000.00	F/L	0.0736%	9,936.00	14° 38'42"N	121° 1'17"E
11	BUNGAD ELEMENTARY SCHOOL			2,750,000.00	F/L	0.0736%	2,024.00	14° 39'4"N	121° 1'29"E
12	ESTEBAN ABADA ELEMENTARY SCHOOL			62,462,278.13	F/L	0.0736%	45,972.24	14° 39'14"N	121° 1'27"E
13	PAL TOK ELEMENTARY SCHOOL			15,459,639.88	F/L	0.0736%	11,378.29	14° 38'34"N	121° 1'20"E
14	SINAGTALA ELEMENTARY SCHOOL			8,000,000.00	F/L	0.0736%	5,888.00	14° 39'7"N	121° 0'59"E
15	BAGO BANTAY ELEMENTARY SCHOOL			29,110,000.00	F/L	0.0736%	21,424.96	14° 39'37"N	121° 1'22"E
16	SAN ANTONIO ELEMENTARY SCHOOL			41,261,000.00	F/L	0.0736%	30,368.10	14° 39'22"N	121° 1'2"E
17	TORO HILLS ELEMENTARY SCHOOL			67,925,367.02	F/L	0.0736%	49,993.07	14° 39'54"N	121° 1'14"E

上記データベースによると、マニラ首都圏で GISIS が保険を引受けている学校数は、地方政府毎に、下表のとおりである。

GISIS が保険を引受けている公立小中学校は 401 校であるが、保険が補償する災害は、各地方政府によって異なる。火災・落雷補償だけを選択している地方政府もあれば、地震、洪水、台風などすべての自然災害の補償に対して保険に加入しているところもある。保険料率は補償範囲により異なるため、地方政府によって 0.0736%/年から、0.444%/年までの開きがある。401 校の平均保険料率は、0.205%/年となっている。

表 4-12 GSIS が保険を引受けている学校リスト<sup>25</sup>

Name of City	Type of School	No	Sum Insued	Premium	Premium Rate	Perils	
			Php	Php/year	%		
1	MANILA	Public Elementary School	63	1,017,952,740	3,792,790	0.3726%	F/L, FE, T, F, EC
		Public High School	22	290,226,153	1,081,354	0.3726%	F/L, FE, T, F, EC
2	QUEZON	Public Elementary School	95	4,663,491,246	3,432,330	0.0736%	F/L
		Public High School	45	3,206,700,798	2,360,132	0.0736%	F/L
3	PASAY	Public Elementary School	19	671,168,200	2,141,027	0.3190%	F/L, FE, T, Flood
		Public High School	9	742,170,645	2,367,524	0.3190%	F/L, FE, T, Flood
4	CALOOCAN	Public Elementary School	5	24,616,250	90,342	0.3670%	F/L, FE, T, F
		Public High School	6	43,367,240	159,158	0.3670%	F/L, FE, T, F
5	MANDULYONG	Public Elementary School	5	179,484,728	658,709	0.3670%	F/L, T, Flood FE
6	MARKINA						
7	MAKATI	Public Elementary School	27	2,499,891,821	6,639,713	0.2656%	F/L, FE,
		Public High School	8	1,283,973,687	3,410,234	0.2656%	F/L, FE
8	PASIG	Elementary School	31	942,536,265	4,047,469	0.4294%	F/L, T/F, FE, EC
		Public High School	8	333,770,277	1,394,519	0.4178%	F/L, T/F, FE, EC
9	SAN JUAN	Public Elementary School	8	275,000,000	202,400	0.0736%	F/L,
10	PARANAQUE	Public Elementary School	2	26,848,000	30,875	0.1150%	F/L,
		Public High School	2	69,576,000	80,012	0.1150%	F/L,
11	LAS PINAS						
12	VALENZUELA	Public Elementary School	9	163,038,699	410,957	0.2521%	F/L, FE, T, F
		Public High School	9	373,096,322	1,260,720	0.3379%	F/L, FE, T, F
13	MALABON						
14	NAVOTAS						
15	TAGUIG	Public Elementary School	10	92,320,870	67,948	0.0736%	F/L, FE, T, F, EC
16	MUNTINLUPA	Public Elementary School	13	209,055,000	928,204	0.4440%	F/L, EQ, TYP, FLD
		Public High School	5	178,000,000	790,320	0.4440%	F/L, EQ, TYP, FLD
Total		Elementary School	287	10,765,403,820	22,442,764	0.2085%	
		High School	114	6,520,881,122	12,903,973	0.1979%	
		Total	401	17,286,284,942	35,346,737	0.2045%	

Note: F/L: Fire & Lightning FE: Full Earthquake EQ: Earthquake T or TYP: Typhoon  
F or FLD: Flood EC: Extended Coverage (Falling aircraft, vehicle impact and so on)

出典： 調査団加工、元ソース： GSIS Underwriting Information received from JICA and GSIS in March 2016 and March 2017, respectively

#### a.6 DepEd と GSIS の学校データベースのリンク

GSIS の保険契約のデータベースには、学校の校舎のサイズや階数、建築年などのデータが含まれていないため、DepEd のデータベースとの合体を試みた。

学校名の一致を条件に両者のデータベースの合体を試みた結果、GSIS の保険に加入している 401 校のうち、378 校については DepEd の学校リストと一致させることができた。そこでこの 378 校について、さらに分析を進めることとした。

保険に加入している学校が全学校数に占める割合は、Quezon 市で最も高く、99%となっている。保険に加入する学校がない地方政府は 4 市である。また、保険加入率が高い Quezon 市の場合でも、その補償範囲は Fire/Lightning のみであり、落雷以外の自然災害は補償されないことに注意が必要である。

<sup>25</sup> 調査団は GSIS が保険を引受けている学校リストについて、2016 年 6 月に再確認したが、その Policy 等必要情報が提出されなかったため、今回の分析は 2016 年 3 月に JICA から受領したこのデータおよび 2017 年 3 月に追加で提出されたデータ (Caloocan と Valenzuela) を基にして行った。

表 4-13 マニラ首都圏の学校数と GSIS が保険を引受けている学校のうち DepEd 学校リストで確認出来た学校数

	Name of LGUs	Number of Schools			
		Total	with GSIS Insurance		Without GSIS Insurance
1	Manila	106	83	78%	23
2	Quezon City	142	140	99%	2
3	Pasay City	32	26	81%	6
4	Caloocan City	88	9	10%	79
5	Mandaluyong City	29	5	17%	24
6	Marikina City	31	0	0%	31
7	Makati City	37	35	95%	2
8	Pasig City	40	31	78%	9
9	City of San Juan	9	8	89%	1
10	Paranaque City	32	4	13%	28
11	Las Piñas City	32	0	0%	32
12	Valenzuela City	58	11	19%	47
13	Malabon City	40	0	0%	40
14	Navotas	21	0	0%	21
15	Taguig	44	8	18%	36
16	Muntinlupa City	26	18	69%	8
	Total	767	378	49%	389

出典：調査団加工、元ソース：GSIS

#### a.7 マニラ首都圏公立学校の再調達価額の算定

マニラ首都圏の公立学校の再調達価額の算定にあたり、以下の条件を設定した。

- 単位床面積当たり建築単価は、前述のとおり以下の単価を使用した。なお、この単価は DepEd の標準校舎建設費を延べ床面積で除して標準建築単価とした。

表 4-14 公立学校建築単価<sup>26</sup>

Stories	Cost per m2		Total Unit Cost
	Building	M&E	
1 story	11,100	1,100	12,200
2 stories	13,000	1,300	14,300
3 stories	14,700	1,500	16,200
4 stories	15,300	1,500	16,800
5 and above	15,300	1,500	16,800

出典：調査団加工、元ソース：Education Facility Division of DepEd

- 建築延床面積は、教室面積からの割り増し係数を、DPWH 標準設計を基に計算し、以下のとおりとした。

<sup>26</sup> 5階建て以上は、4階建てと同じと仮定した。

表 4-15 建築延べ床面積計算用割増係数

Stories	Coefficient
1 Story	1.279
2 Stories	1.800
3 Stories	1.819
4 Stories	1.664
5 and above	1.500

出典: 調査団加工、元ソース:DPWH

上記条件の下、DepEd リストにあるマニラ首都圏の公立学校 767 校の再調達価額を Excel で計算した。その一部を以下に示し、全体計算結果は Annex E に記載する。

表 4-16 マニラ首都圏の公立学校の再調達価額計算例<sup>27</sup>

Sl No	Division Name	School Name	W	L	Year Constructed	Number of Buildings	Building No.	Number of Storey	Number of Rooms	Unit Room Area	Total Room Area	Con. Factor	Estimated Total Floor Area	Estimated Replacement Cost by Bldgs (PHP)
1	Manila	A. C. Herrera Elementary School	7.0	6.0	-	1	1	3	21	42	882	1.82	1,604	25,987,046
2	Manila	Barrio Obrero Elementary School	7.0	9.0	2014	8	1	3	9	63	567	1.82	1,031	16,705,959
			8.0	10.0	1989		2	1	1	80	80	1.28	102	1,247,937
			7.0	8.0	2003		3	3	9	56	504	1.82	917	14,849,741
			7.0	9.0	1976		4	4	72	63	4,536	1.66	7,549	126,822,330
			5.0	10.0	2003		5	1	1	50	50	1.28	64	779,961
			7.0	8.0	1989		6	2	6	56	336	1.80	605	8,650,911
			6.5	8.5	2003		7	2	2	55	111	1.80	199	2,845,017
			7.0	7.0	1996		8	1	1	49	49	1.28	63	764,362
3	Manila	F. G. Calderon Integrated School	7.0	9.0	-	1	1	4	100	63	6,300	1.66	10,485	176,142,127
4	Manila	Lapu-Lapu Elementary School	7.0	9.0	-	1	1	3	24	63	1,512	1.82	2,750	44,549,221
5	Manila	Antonio Luna Elementary School	7.0	9.0	1945	2	1	2	12	63	756	1.80	1,361	19,464,550
			6.0	8.0	1984		2	3	18	48	864	1.82	1,571	25,456,698
6	Manila	Mariano Ponce Elementary School	7.0	7.0	1988	3	1	2	20	49	980	1.80	1,764	25,231,825
			6.0	5.0	2000		2	1	1	30	30	1.28	38	467,977
			7.0	7.0	1990		3	2	20	49	980	1.80	1,764	25,231,825
7	Manila	Melchora Aquino Elementary School	7.0	9.0	1959	1	1	3	36	63	2,268	1.82	4,125	66,823,837
8	Manila	Plaridel Elementary School	7.0	7.0	1994	5	1	3	9	49	441	1.82	802	12,993,523
			7.0	9.0	2002		2	4	20	63	1,260	1.66	2,097	35,228,423
			8.0	7.0	2001		3	1	1	56	56	1.28	72	873,556
			8.0	7.0	1995		4	1	2	56	112	1.28	143	1,747,112
			7.0	9.0	1995		5	3	21	63	1,323	1.82	2,406	38,980,570
9	Manila	Francisco Benitez Elementary School	7.0	9.0	1999	7	1	3	12	63	756	1.82	1,375	22,274,610
			7.0	9.0	2001		2	4	16	63	1,008	1.66	1,678	28,182,738
			7.0	9.0	1999		3	4	44	63	2,772	1.66	4,613	77,502,534
			7.0	9.0	2002		4	3	15	63	945	1.82	1,719	27,843,264
			7.0	9.0	2007		5	1	2	63	126	1.28	161	1,965,501
			7.0	9.0	2014		6	2	2	63	126	1.80	227	3,244,092
			7.0	9.0	2014		7	1	1	63	63	1.28	81	982,751

出典: DepEd 学校リストをもとに調査団作成

次に、GSIS が保険を引受けている学校を対象に、再調達価額を計算し、保険契約に記載してある保険金額 (Sum Insured) と比較すると以下のとおりとなる。

<sup>27</sup> 設計は DPWH の標準設計、建設単価は DepEd の標準建設単価を使用し計算

表 4-17 再調達価額と保険金額<sup>28</sup>の比較

No	Division Name	School Name	Total Replacement Cost by Schools (PHP)	Sum Insured by GSIS (PHP)	%
1	Manila	A. C. Herrera Elementary School	25,987,046	16,149,518	62%
2	Manila	Barrio Obrero Elementary School	172,666,219	12,952,282	8%
3	Manila	F. G. Calderon Integrated School	176,142,127	3,130,714	2%
4	Manila	Antonio Luna Elementary School	44,921,248	3,297,507	7%
5	Manila	Mariano Ponce Elementary School	50,931,626	9,753,332	19%
6	Manila	Plaridel Elementary School	89,823,184	16,446,000	18%
7	Manila	Francisco Benitez Elementary School	161,995,490	7,848,595	5%
8	Manila	Lakan Dula ES	111,253,925	294,570	0%
9	Manila	Gregoria de Jesus ES	95,685,520	11,766,807	12%
10	Manila	Librada Avelino ES	29,660,267	11,407,604	38%
11	Manila	T. Paez Integrated School (Elem.)	111,085,230	9,552,906	9%
12	Manila	J. P. Rizal Elementary School	161,465,857	13,945,945	9%
13	Manila	Gen. Vicente Lim Elementary School	196,965,861	56,101,147	28%

以上の結果を地方政府毎に集計すると、以下のとおりとなった。

表 4-18 マニラ首都圏の学校再調達価額と保険金額の比較

Name of LGUs	Number of Schools			Replacement Cost (PHP)		Sum Insured (PHP)	%
	Total	w/ GSIS Insurance	w/o GSIS Insurance	All Schools	Schools w/ Insured		
1 Manila	106	83	23	13,923,104,379	11,166,006,154	1,289,950,930	11.6%
2 Quezon City	142	140	2	12,047,106,608	12,001,498,861	7,859,420,237	65.5%
3 Pasay City	32	26	6	3,405,833,368	2,985,694,508	1,319,737,147	44.2%
4 Caloocan City	88	9	79	6,262,852,863	573,176,277	67,983,490	11.9%
5 Mandaluyong City	29	5	24	3,285,781,008	660,908,619	179,484,728	27.2%
6 Marikina City	31	0	31	2,402,620,785	0	0	-
7 Makati City	37	35	2	4,322,120,141	3,761,752,024	3,013,523,113	80.1%
8 Pasig City	40	31	9	6,099,722,276	4,359,855,903	1,022,383,144	23.4%
9 City of San Juan	9	8	1	759,231,018	589,435,401	258,832,924	43.9%
10 Paranaque City	32	4	28	2,382,531,317	655,538,244	96,424,000	14.7%
11 Las Piñas City	32	0	32	1,803,390,524	0	0	-
12 Valenzuela City	58	11	47	3,131,265,862	683,527,359	536,135,022	78.4%
13 Malabon City	40	0	40	1,540,540,028	0	0	-
14 Navotas	21	0	21	938,776,268	0	0	-
15 Taguig	44	8	36	3,211,800,327	691,277,984	75,061,827	10.9%
16 Muntinlupa City	26	18	8	2,313,456,625	1,869,588,917	387,055,000	20.7%
<b>Total</b>	<b>767</b>	<b>378</b>	<b>389</b>	<b>67,830,133,397</b>	<b>39,998,260,251</b>	<b>16,105,991,562</b>	<b>40.3%</b>

上記計算結果から、マニラ首都圏の公立学校全体（767校）の再調達価額は、約 67.8 Billion PHP、GSIS が保険を引受けている学校（378校）の再調達価額は、約 40.0Billion PHP、

<sup>28</sup> 保険金額については、校舎毎の内訳がなく、学校によっては LGU が建てた校舎は保険に入っているが、DepEd が建てた学校については保険に入っていない場合がある（2016年7月 GSIS 担当者への聞き取り調査結果）。従って、保険金額は校舎すべてをカバーしていない場合があることに注意。

さらに GSIS の保険契約書に記載の保険金額は、約 16.1 Billion PHP となった。すなわち、全体の再調達価額の約 41%分にあたる 389 校が保険に未加入、保険が付与されている 378 校についても再調達価額の約 60%分については保険が掛けられていない、一部保険の状況にあるため、再調達価額全体の約 24%しか保険で補償されていないことが分かった。

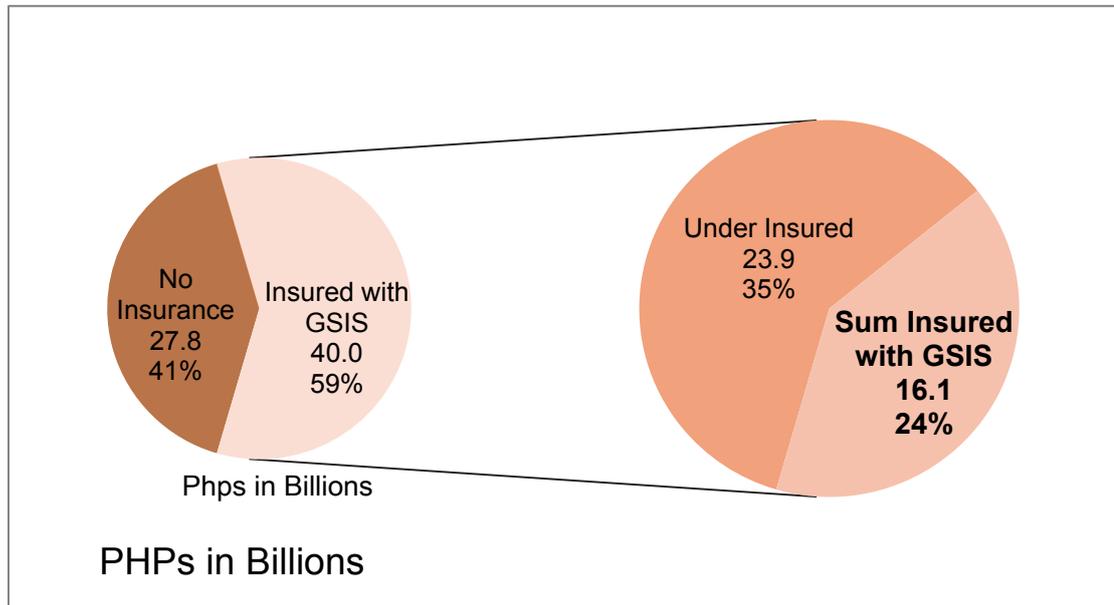


図 4-3 再調達価額に基づいた未保険、一部保険の状況

**b. MRT Line 3**

MRT3 については、再調達価額を以下に示す。

表 4-19 再調達価額サマリー(MRT3)

Item	Description	OVERALL COST Total Cost (Php)
A	Build Value	
<b>1</b>	<b>Original Construction Cost</b>	
1.1	Stations	3,790,179,576
1.2	Track Sections	18,606,542,222
1.3	Depot Maintenance Building	5,150,119,618
1.4	Viaducts and Guideways	366,537,248
1.5	Terminal Head House (CFA 148, 696m2)	420,333,897
1.6	Trains	8,596,041,668
		36,929,754,229
<b>2</b>	<b>Retrofitting and Refurbishment Cost</b>	
2.1	Retrofitting and Refurbishment Works	162,600,000
	<b>SUB TOTAL (Php)</b>	<b>37,092,354,229</b>
	Contingencies (10%)	3,709,235,423
	Additional Cost Allowances (Design, Consultancy and Professional Fees) (10%)	3,709,235,423
	<b>TOTAL (Php)</b>	<b>44,510,825,075</b>
	Track Length (km)	16.9
	<b>TOTAL COST / Track Length (Php/km)</b>	<b>2,633,776,632</b>
	<b>TOTAL (USD)</b>	<b>947,038,831</b>
	Track Length (km)	16.9
	<b>TOTAL COST / TRACK LENGTH (USD/km)</b>	<b>56,037,801</b>

現行の保険契約の保険金額との比較は以下のとおりであり、再調達価額に対する現行の保険金額は54%程度である。また、現行の保険契約では、MRT3については、自然災害に起因する保険事故1事故当たりの支払限度額<sup>29</sup>5.5 Billion PHP が設定されている。GSISによると、これは再調達価額と保険金額の大幅なかい離が推定されていたこと、支払限度額の合理的な算定を出来なかったことから、従前の保険条件を継続していたものである。今回の保険料率算定ツール及び再調達価額の更新によって、自然災害危険に対して、どの程度の支払い限度額の設定が妥当かの評価が可能になる。

表 4-20 現行保険金額と今回評価額の比較表(MRT3)

項目		現行保険契約	今回評価額	差額	一部保険割合
保険金額	PHP	23,958,144,000	44,510,825,075	20,552,681,075	54%
軌道延長	km	-	16.9		
単価(km)	PHP/km	-	2,633,776,632		
	USD/km	-	56,037,801		

### c. NAIAT3

NAIAT3については、再調達価額を以下に示す。

表 4-21 再調達価額サマリー(NAIAT3)

Item	Description	OVERALL COST Total Cost (Php)
	Build Value	
<b>1</b>	<b>Original Construction Cost</b>	
1.1	Preliminaries (10%)	2,059,832,914
1.2	Site Development	B. SUM 408,789,872
1.3	Terminal North Concourse (CFA 17,472 m2)	C. SUM 997,550,095
1.4	Terminal South Concourse (CFA 28,710m2)	D. SUM 1,589,246,467
1.5	Terminal Head House (CFA 148, 696m2)	E. SUM 7,600,201,758
1.6	Multi-Level Carpark (CFA 44,580m2)	F. SUM 744,766,906
1.7	G. Specialty Systems	5,897,884,532
1.8	H. Airside Infrastructure	1,998,032,119
1.9	I. Landside Infrastructure	1,361,857,392
		22,658,162,054
<b>2</b>	<b>Retrofitting and Refurbishment Cost</b>	
2.1	Retrofitting and Refurbishment Works	2. SUM/1…… 3,213,521,269
	<b>SUB TOTAL (Php)</b>	<b>25,871,683,323</b>
	Contingencies (10%)	2,587,168,332
	Additional Cost Allowances (Design, Consultancy and Professional Fees) (10%)	2,587,168,332
	<b>TOTAL (Php)</b>	<b>31,046,019,988</b>
	CFA/ Construction Floor Area (m <sup>2</sup> )	239,458
	<b>TOTAL COST / CFA (Php/m<sup>2</sup>)</b>	<b>129,651</b>
	<b>TOTAL (USD)</b>	<b>660,553,617</b>
	CFA/ Construction Floor Area (m <sup>2</sup> )	239,458
	<b>TOTAL COST / CFA (USD/m<sup>2</sup>)</b>	<b>2,759</b>

CFA: Construction Floor Area (m2)

現行の保険契約の保険金額との比較は以下のとおりであり、再調達価額に対する現行の保険金額は25%程度である。また、現行の保険契約では、NAIAT3については、保険

<sup>29</sup> MRT3 に関しては、自然災害に起因する事故の支払限度額である。

事故1事故当たりの支払限度額<sup>30</sup>1.5Billion PHP が設定されている。GSISによると、これは再調達価額と保険金額の大幅な乖離を再保険者も含めて認識していたことから、T3の支払限度額の撤廃について再保険者との交渉には至っていなかったからである。今回の保険料率算定ツール及び再調達価額の更新によって、自然災害危険に対して、どの程度の支払い限度額の設定が妥当かの評価が可能になる。

表 4-22 現行保険金額と今回評価額の比較表 (NAIAT3)

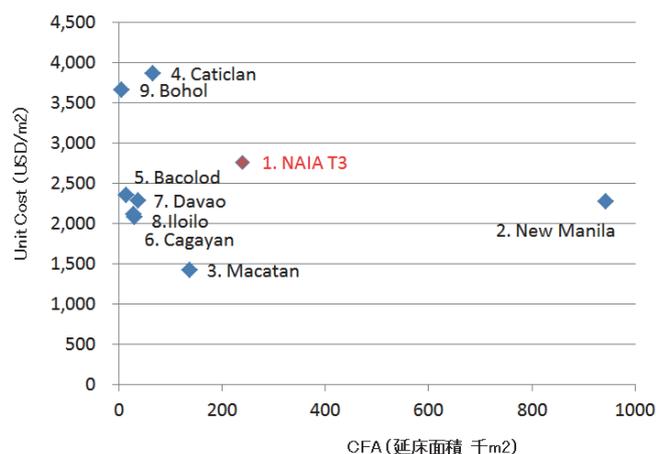
項目		現行保険契約	今回評価額	差額	一部保険割合
保険金額	PHP	7,880,530,246	31,046,019,988	23,165,489,742	25%
建物延床面積	m2	-	239,458		
面積単価	PHP/m2	-	129,651		
	USD/m2	-	2,759		

なお、建設単価の比較参考用として、フィリピン国内の他の空港ターミナルの建設コストを下表に示す。

表 4-23 フィリピン国内の他空港ターミナルの建設単価

No.	Description - Airport	CFA(m2)	Total Cost	Unit Cost	Total Cost	Unit Cost
		(m2)	(Php)	(Php/m2)	(USD)	(USD/m2)
1	NAIA Terminal 3	239,458	31,046,019,988	129,651	660,553,617	2,759
2	Proposed New Manila International Airport	942,252	100,437,121,895	106,593	2,136,960,040	2,268
3	Macatan Ceby International Airport	137,610	9,155,904,421	66,535	194,806,477	1,416
4	Proposed Caticlan International Airport	66,475	12,074,511,391	181,640	256,904,498	3,865
5	Bacolod Airport	15,319	1,694,827,000	110,636	36,060,149	2,354
6	Cagayan Airport	30,194	2,952,292,000	97,777	62,814,723	2,080
7	Davao Airport	37,697	4,050,509,000	107,449	86,181,043	2,286
8	Iloilo Airport	28,987	2,876,894,000	99,248	61,210,511	2,112
9	Bohol Airport	6,059	1,042,622,000	172,078	22,183,447	3,661

PHP 47 = 1USD 0.0212766



出典: ARCADIS Asia Limited

図 4-4 フィリピン国内他空港ターミナル建設単価比較

<sup>30</sup> NAIAT3 に関しては、保険事故となるすべての T3 の事故に対して、1 事故当たりの支払限度額である。

#### d. 再調達価額及び一部保険の実態のまとめ

今回調査対象としたマニラ首都圏の公立学校、MRT3 及び NAIAT3 の一部保険の実態は表に示すとおりである。公立学校についてはマニラ首都圏で GSIS が保険を引受ける 378 校の平均値を示した。地方政府別にみた一部保険率は、マニラ市の 11.6%からマカティ市の 80.1%までと幅広いが、すべてが一部保険の状態である。

表 4-24 本調査対象施設の一部保険割合

評価施設	再調達価額	保険契約	一部保険割合	備考
MRT3	44,510,826	23,958,144	53.8%	
NAIA	31,958,371	7,880,530	24.7%	
公立学校	40,000,000	16,100,000	40.3%	GSIS が保険を引受ける 378 校の合計

単位:千 PHP

NAIAT3 は、PPP 方式で実施された事業であり、竣功前から、政府、事業者及び建設会社間の係争が発生した。このため、事業費が確定しておらず、係争の過程で用いられた空港ターミナル価値を保険価額としていたことが現在の大幅な一部保険の原因であり、特殊な例である。一方、MRT3 や公立学校では建設時の取得価格やそれにもとづく減価償却を反映した数値であり、取得年度の古い施設のかい離が大きいと考えられる。

#### 4.2.4 一部保険による問題

保険制度や DRF 機能の観点から、一部保険によって生じる問題として、以下が挙げられる。

##### a. 保険制度

再調達価額を補償基準とする保険契約において、保険金額が再調達価額と大きくかい離することは保険会社にとって、引受リスクに応じた保険料を得ていないことになり、規定の保険料率の根拠を崩すことになる。実際の保険料が適切な保険料に不足する場合、保険者には保険料率を上げようとするモチベーションが働く。保険料率は、保険金額が保険支払条件（公共インフラ保険の補償基準は再調達価額である）に応じた適切な額であることを前提として算定され、保険料率制度が成り立っている。このため、不適切な保険金額を放置すると保険料率が正しく設定できないことから、保険市場の適正さを阻害する要因になる。

##### b. 災害リスクファイナンス機能

- 一部保険では、被保険者にとっては、事故が発生した場合に、施設の損害回復に必要な保険金受領が出来ず、自身での資金調達が必要になる。

- 保険契約上の一部保険の仕組みを予め理解していない場合、保険事故発生後に、保険者である GSIS と被保険者（政府機関）の間で、保険金支払額の合意に時間を要し、保険金支払の遅延や訴訟等に至る可能性がある。
- MRT3 のように大規模な施設の保険では、自然災害危険補償に関して保険金額より低い支払限度額を設ける場合（サブリミット）がある。これは高額な補償額を保険市場から調達しにくい自然災害危険の補償について、保険会社の責任限度を設けることによって、保険の調達を容易にすることや保険料の増加を抑えるといった目的がある。サブリミットは、自然災害によって発生し得る最大予想損害額をリスク評価によって推定し、保険者・被保険者の協議で決めることになる。一部保険の状態、すなわち、保険金額が再調達価額を下回る場合、保険金の減額調整が行われる。減額調整は保険事故発生時の一部保険の程度によって決定されるため、保険契約時に一部保険を考慮せずに決定されるサブリミットに意味がなくなる可能性がある。

なお、フィリピンと類似の保険約款を使用する米国では、事故発生時点の保険金額が再調達価額の 80%以上（20%のアローワンス）あれば、一部保険による減額調整が行われないのが一般的<sup>31</sup>である。一方、GSIS が使用する公立学校及び MRT3、NAIAT3 の保険約款ではこのアローワンスを認めていないため、保険金額と再調達価額の差額割合に応じ支払保険金額が減額される。

このように一部保険は、規定の保険料率を保険商品のベースとして成立している損害保険制度に影響を与えることに加え、被保険者である政府機関にとっては、施設の復旧に必要な保険金が得られないことになる。これは、保険未加入の場合と同様に、公共インフラ保険制度が DRF 機能としての役割を十分に果たせないことにつながるため、適正化が必要である。

#### 4.3 根本的な課題と対策の整理

現状の公共インフラ保険には保険未加入、一部保険といった基本的な問題があるが、これらは、1) 自然災害危険や公共インフラ保険に関して政府機関や施設所有者が認識不足である、2) 現在の公共インフラ保険制度が法令順守向上を促す十分な規則を有していない、ことが根本的な原因・課題と考えられる。その解決に向けた政府や GSIS のこれまでの取組み及び今後の対策として GSIS が貢献可能な項目について整理した。具体的な内容については、Annex F に示すが、取組みの有無や今後の対策への貢献が可能な項目について下表に示した。

<sup>31</sup> 米国での保険標準約款を発行している ISO (Insurance Services Office)標準約款の規定

表 4-25 根本的な原因の抽出、分類、これまでの取組み及び今後の対策

想定する原因の分類				原因に対応する主な結果		これまでの取組み			今後の対策へのGIS貢献可能性			ANNEX F		
大分類	中分類	小分類	具体的事例	未保険	一部保険	政府	GSIS	具体例	継続	追加	具体例			
政府機関及び施設所有者の理解不足	自然災害リスクに対する認識不足	自然災害ハザードへの認識不足		●		●		NDRRMP防災取組、フィリピンCATモデル開発		●	リスクツールを活用したNDRRMC、施設所有者への自然災害情報・損害評価提供、共有	①		
		発生する損害規模が実感できない		●		●				●		②		
	公共インフラ保険に関する理解不足	自然災害保険の有効性に関する理解不足	災害後、保険金受領に長期が必要、手続きが煩雑		●			●	GSIS保険広報全国キャラバン	●			③	
			災害保険がなくとも何とかなる、これまでも何とかなった		●			●	GSIS保険広報全国キャラバン	●	●	自然災害補償の免責額規定変更の検討	④	
			災害後の復旧は中央政府の資金が期待でき、これを活用した方が得		●		●	●	NDRRMP防災取組、GSIS保険広報全国キャラバン	●			⑤	
			保険料支払いに関する理解不足	LDRRMファンドは保険料に充当できない、LDRRMファンド額は不十分である	●		●		RA10121 (KDRRM) フンドの適用 自然災害保険料 2017年政府予算計上	●			⑥	
		再調達価額の適正化によって、保険金額が増加、保険料率は同じでも保険料が増加する	再調達価額の適正化によって、保険金額が増加、保険料率は同じでも保険料が増加する		●						●		リスクベースによる保険料率低減	⑦
			一部保険に関する理解不足	一部保険による支払保険金減額について保険契約の認識がない		●		●	保険契約・更新時の一部保険事項や影響の説明、価額評価の推奨	●	●		保険キャラバンによる保険契約内容理解促進	⑧
			施設全損事故の発生頻度は低いため、一部保険でも十分であるとの考える		●		●			●	●			⑨
			必要最低限の保険としたい		●						●		リスクツール活用による自然災害保険補償の設計	⑩
公共インフラ保険制度が適正に機能していない	公共インフラ保険の強制加入が徹底されていない	法令で強制加入となっていない機関がある	RA656財産保険法では2級以下の町は任意加入	●		●	●	RA656改正案 RA10121改正案	●	●	改正法令の実施規則 (IRR) の作成	⑪		
		RA656財産保険法は、付保対象保険カバーを明記していない		●					●	●	自然災害補償の強制加入を改正後の実施規則 (IRR) に明記	⑫		
	法令順守が不徹底	加入義務がある機関でも未加入が存在するなど法令順守が不徹底			●	●	●	COA監査 DILG通達	●	●		GSISによる自然災害補償加入率モニタリング (及び改善状況のモニタリング、未加入機関リストの整備)	⑬	
		未加入機関のリストが整備されていない			●		●	GSIS未加入機関リスト更新	●	●			⑭	
		未加入機関の罰則制度がない			●		●	RA656改正案	●			法令改正後の実施規則作成	⑮	
	再調達価額が適切に算定されていない	再調達価額の評価鑑定を実施する要請や規定がない			●		●	保険更新時に3年毎の再調達価額評価実施の推奨	●	●		一部保険の最正を保す保険契約上のインセンティブ設定	⑯	
		再調達価額を把握するシステムがない			●				●			GSISによる再調達価額の確認	⑰	
		再調達価額を行う予算がない			●				●			被保険者による再調達価額評価実施	⑱	

RA656: 財産保険法、RA10121: 国家災害軽減管理法

#### 4.4 保険未加入の問題解決に向けた GSIS 及び関係機関のこれまでの主な取組みと今後の対策の提案

##### 4.4.1 保険未加入是正に向けたこれまでの取組み

自然災害保険未加入を是正するために、GSIS 及び関係機関がこれまでに実施した主な取組みは以下のとおり。

##### a. 国家災害リスク軽減管理計画 2011-2028 (NDRRMP) にもとづく防災取組み (表 4-25 ①、②)

RA10121 によって、国家災害リスク軽減・管理評議会 (NDRRMC) の責務のひとつとして「多様な参加者による政策、計画に関する意思決定に役立つツールとしてGIS ベー

スの国家リスクマップやDRRM 情報管理システムの開発、アップデート及び共有（第6条(d)）」が挙げられている。これにもとづいて、フィリピン政府、大学、研究機関によって、多様な災害ハザード・リスクアセスメントが実施されてきた<sup>32</sup>。国家災害リスク軽減管理計画では、PHIVOLCSやPAGASAを始めとした技術系機関の責務のもと、フィリピン全土の自然災害ハザードやリスク情報の整備、Webツールによる自然災害リスク情報へのアクセスの改善などに取組んでいる。また、DOFはDRFの整備を進めるため、世界銀行の支援の下、台風や地震による損害額の定量評価を行うフィリピン自然災害リスク評価モデルを2014年に導入している。

**b. GSIS による保険広報全国キャラバン（表 4-25 ③、④、⑤、⑧、⑨）**

RA656 法令改正実現の有無に拘らず、公共インフラ保険や GSIS の役割に関する政府機関の認識向上が重要である。このため、GSIS 保険部門では、年 6 回の広報キャラバンを実施している。目的は政府機関に対する損害保険のプロモーションである。訪問地及び周辺の関係機関からの参加を募り、午前は講義、午後は質疑応答のセミナー形式で実施している。対象は、中央政府、地方政府、軍などすべての公的機関である。2016 年はセブ、バギオ、ダバオ等で実施した。また、保険引受けに関するミーティングも適宜実施している。政府機関の損害保険に関する認識を促すこと、GSIS のプロモーションを進めることを目的に今後も継続して実施する。

保険の意義や活用について、GSIS による保険広報全国キャラバンの活動の継続が必要である。

**c. 公共インフラ保険未加入機関首長宛てに DILG（内務自治省）が RA656 順守要請通達を发出（表 4-25 ⑥、⑬、⑭）**

GSIS が集計する未加入機関記録にもとづいて、内務自治省（Department of the Interior and Local Government:DILG）から地方政府の首長や管理者に RA656 の順守を求める通達を送付（2016 年 5 月）している。通達では、RA656 の順守を求めるとともに、各地方政府の 2017 年予算に保険料を予算化することを求めている。また RA10121 により、保険料を地方政府の災害リスク軽減・管理基金（LDRRMF）に予算化することが認められていることも付記している。

地方政府を管理する DILG が、GSIS の記録をもとに、首長宛て通達などによって地方政府への保険加入を継続的に促すことが必要である。

**d. 監査委員会（COA）監査時の RA656 の法令順守確認の強化に係る通達の发出（2016 年 12 月）（表 4-25 ⑬）**

政府機関に対する COA（Commission on Audit）監査時に、中央政府各機関及び地方政府が RA656 を順守し、火災や自然災害に対する損害保険を GSIS が付保していることの確認を COA 監査員に求めるメモランダム（No.2016-024）を 2016 年 12 月 14 日付で发出

<sup>32</sup> JICA「フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査」ファイナルレポート p.15（2017 年 2 月）

している。この結果、2016年度の監査時に各機関の順守状況がCOA監査員によって点検されるため、指摘を受けた機関については、2018年予算で保険未加入の是正が期待できる。

GSISの今後のアクションとして、監査結果を継続的に把握し、未加入機関への加入を促すことが必要と考える。

**e. RA10121（災害リスク軽減・管理法）改正案によるリスク移転メカニズムの監督強化、強制加入範囲拡大（表 4-25 ⑩）**

フィリピン政府が取り組む災害リスクの削減、災害管理強化の基本枠組みを制定した「災害リスク軽減・管理法」（2010年5月）のサンセットレビュー（同法第27条で規定されている、議会の監督委員会による法律の妥当性と効力評価を目的とした見直し。施行開始から5年以内もしくは必要性が生じた場合に実施）が実施されている。公共インフラ保険と直接関係する内容として、第21条でLDRRM基金を災害事前準備に使用することを認めていること、事前準備費用には災害保険の保険料支払いも含まれることを明記している。

RA10121改正案では、21条a)で権限者は政府の資産や人命の災害からの防護のため、リスク移転メカニズムやその他のイニシアチブを監督すること、同b)では、権限者は中央政府及び付属機関のすべての資産について、政府保険制度（GSIS公共インフラ保険）による保険加入を強制とすることを草案している。また、同c)では地方政府についてもLDRRMファンドを保険料に使用することにより地方政府資産の保険加入が進むよう権限者が地方政府に促すことを義務付けている。

中央政府やすべての付属機関の保険加入義務は現行のRA656によって規定されているが、RA10121改正法案によって、加入状況がNDRRM法の下に監視されることが期待できる。その結果、中央政府や付属機関の自然災害保険の加入が期待できる。地方政府の保険加入についても、NDRRM法の枠組みのもと、これまで以上に促される可能性がある。法改正による加入率向上の進捗についてGSISがモニタリングすることが必要である。

**f. RA656（財産保険法）改正に向けた法案制定の動きと関係省庁検討会議の設置（表 4-25 ⑪、⑫）**

第17期国会にて、公共インフラ保険の根拠法であるRA656の改正案がCagayan州選出のTing下院議員から提出されている。同改正案は、RA656による強制加入範囲を、現在は対象外である2級以下の地方政府（町）も対象に加えることを改正の趣旨としている。

2017年1月16日時点では、法案の主管機関であるGSISが法案に対するコメントを準備している段階である。改正法案はフィリピン第17期国会での立法プロセス<sup>33</sup>を開始したばかりであるが、本法案が成立すれば、自然災害危険が高く、また財政上も脆弱な町の自然災害保険加入率向上を促す可能性がある。2017年では地方政府計1,715に対して、計1,159が、2級以下の町であり、強制加入の対象外である。この内、GSISとの保険取引が全くない町は計228であるが、火災保険未加入の町は計819に上る。また、火災保

<sup>33</sup> <http://www.congress.gov.ph/legisinfo/?l=process#PREPARE>

険には加入していても自然災害危険の補償を契約していない町は更に多い。

法令改正が成立すれば、火災保険の加入数は大幅に増加することが期待できる。保険加入手続きを通して、GSIS が自然災害危険の説明を行うことにより、自然災害危険を補償する保険の加入率向上も促すことができる。GSIS によると、RA10121（災害リスク軽減・管理法）改正の流れや近年の自然災害の中、本法案の国会通過、大統領の承認が十分に期待出来るため、法案成立に向けた準備を始めている。本法案自体は現在、ペンディングになっているが、政府資産の適切かつ十分な付保のための規則の見直しや、規則実施の適切なモニタリング、財産保険ファンド（GIF）の活用などを検討し、重要な政府施設の付保を確実にを行うための法制度の提案を取りまとめる関係機関協議会

（Inter-Agency Committee, IAC）が大統領行政命令によって設置されている（大統領行政命令 2017-04、2017 年 8 月 7 日付）。IAC は DOF (BTr) を議長とし、大統領府 (OEC)、DBM、IC 及び GSIS が構成機関であり、検討結果及び法規制案の提言を会議招集後 1 年以内に大統領に行うことが本行政命令で規定されている。IAC は同保険制度の改善に取り組んできた機関で構成されているため、多くの課題の解決に向けた方向性が示されると考える。第一回の IAC は 11 月 18 日に召集され、その後、定期的に開催されている。公共資産の資産台帳の改善や保険引受けに必要なデータ様式の選定など、公共インフラ保険の改善に向けた協議が行われている。

**g. 政府資産向け自然災害保険料 1Billion PHP を 2017 年政府予算に計上（DBM 発出 2016/12/29 Official Gazette - General Appropriations Act 2017 XL. NDRRM Fund）し、地方政府向け自然災害保険制度が開始（表 4-25 ⑥）**

2017 年の国家災害リスク削減・軽減基金 (NDRRM) 枠の政府承認予算 15,755 Million PHP の内、1 Billion PHP が、政府の施設に対する自然災害保険の購入費用に割り当てられた。引受保険機関は GSIS と明記され、その使用方法は、予算行政管理省 (Department of Budget and Management: DBM)、DOF 及び GSIS が作成するガイドラインに従うことになった。関係機関による協議の結果、本保険料予算は従来から計画が進んでいた地方政府向け自然災害保険プログラムに使用されることになった。この結果、25 の州政府を被保険者とし、台風及び地震による損害評価をトリガーとするパラメトリック方式の保険プログラムが組成された。付保機関は、2017 年 7 月 28 日から 2018 年 7 月 27 日で、最大補償額は USD 206 Million である。

公共インフラ保険の加入促進のため、GSIS や関係機関が取組んでいる上記対策について、GSIS が今後とるべきアクションや連携する関係機関を下表に整理した。

表 4-26 保険未加入解決のため GISIS と関係機関が行っている取組み

現行取り組んでいる対策	状況	GISISの今後のアクション	関係機関							
			GISIS	DOF	DBM	COA	DILG	NDRRM	国会	
a 国家災害リスク軽減管理計画2011-2015 (NDRMP) にもとづく防災取組	実施中	継続実施		○					●	
b GISISによる保険広報全国キャラバン	継続	継続、2017年実施計画作成	●							
c 公共インフラ保険未加入機関首長宛てにRA656順守要請通達をDILGが発出	済み	未加入機関の監視を継続実施	○					●	○	
d COA監査時のRA656の法令順守の確認強化通達の発出	実施中	監査結果把握、加入推進	○				●	○	○	
e RA10121(災害リスク軽減・管理法)改正案によるリスク移転メカニズムの監督強化、強制加入範囲拡大	審議中	立法プロセス関与、加入監視	○	○					●	●
f RA656(財産法)改正に向けた法制制定の動きと関係省庁検討会議(IAC)の設置	審議中	RA656の実効性向上に向けた提言	●	●	●				○	○
g 政府資産向け自然災害保険料1Billion PHPを2017年政府予算に計上し、地方政府向け自然災害保険が開始	済み	2018年以降の付保対象拡充	●	●	●				○	○

●： 主導機関、 ○： 連携機関

#### 4.4.2 今後の対策の提案

##### a. リスクツールによる自然災害リスク情報、損害評価を被保険者に提供 (表 4-25 ①、②)

本調査で開発したリスクベース保険料率算定ツール(リスクツール)では、自然災害ハザード情報を地図上で視認し、対象施設の損害評価ができる。保険契約・更新やGISIS保険広報全国キャラバンで施設所有者の自然災害リスクに対する認識を向上させるツールとしての活用を提案する。

##### b. 自然災害補償の免責額規定変更の検討 (表 4-25 ④)

現在、大型公共インフラで用いているIAR約款及び一般の建物に対する火災保険約款特約ともに、自然災害の免責額は災害によって影響を受けた施設の現金価値の2%となっている。これは自然災害保険の免責額規定として一般的な範囲内であるが、大型施設の場合には、大きな免責金額になるため、屋根の一部損傷など小規模な損傷の修理費は自己負担になる。

損害保険は、リスクマネジメントにおいてリスク移転の代表的な手段と捉えられるが、保険条件の中には、被保険者によるリスクの低減を促すための工夫も盛り込まれている。

例えば、被保険者による建築基準の順守や屋根の損傷部位の速やかな修復などの実施義務や法令点検義務などがこれにあたる。保険料と直接関係する部分では、被保険者が自己負担する免責額の増額によって被保険者の損害防止意識の向上を促す手法がある。

自然災害に関して大きな免責額を導入することによって、小規模な事故では保険金の支払いがないため、被保険者のリスク意識が高まり、損害軽減活動を促すとの考え方が出来る。一方、免責額以下の損害では、保険金の支払がないため、被保険者が損傷部の修理を十分に行わず、仮修理や放置の結果、その後の自然災害に対する脆弱性が増加する可能性もある。

低い免責額にすると、小規模な事故でも保険金が支払われるため、損傷部は適切に修理されることが期待できる。一方、保険金請求、事故査定回数が増すため、GSIS の費用増、その結果保険料の上昇につながる。また、被保険者にとっては、災害時の自己負担が軽減されるため、防災投資に対する意識が向上しない、保険依存意識を助長することにもつながる。

以上を考慮して、発生頻度は低いものの一旦発生すると大きな損害に繋がる地震危険に関しては、被保険者の財務リスクを保険に移転することを主に考え、現在の免責規定を継続する一方、発生頻度が高いが損害規模は地震程大きくない台風や洪水については、免責額を下げることによって、小規模事故への保険金支払を行うことを提案する。これによって、台風や洪水災害による施設の小規模な損傷への保険金支払が適切な修理を促し、施設の脆弱性の軽減に貢献すると考える。また、被保険者にとって保険金請求機会が増すことにより、リスク移転メカニズムである損害保険の魅力が増し、日常的に必要なものとの意識が増加すると考える。

GSIS は保険料率の設定とともに、保険約款を変更する権限も有しており、免責額の変更は可能である。保険料率算定ツールでは免責額の設定を考慮して保険料率を算定する仕組みを有している。GSIS が被保険者のニーズに応じて、免責額の設定（及びこれに伴う保険料の設定）を行うことを提案する。

なお、免責額の引下げは、保険金査定案件や支払保険金の増加を伴うため、GSIS の管理費用や保険料率自体の上昇にもつながる。このため、保険料率スキーム全体の検討にもとづいて決定することが必要である。今回開発したリスクベース保険料率算定ツールは、免責金額の変更による保険料率の増減も評価できる。

### **c. 自然災害補償の強制加入を改正後の RA656 実施規則 IRR に明記（表 4-25 ⑫）**

本調査が対象としたマニラ首都圏の公立学校 767 校では、401 校（52.3%）が損害保険に加入している。その中で、自然災害危険の補償にも加入しているのは 249 校（32.5%）にとどまる。RA656 の強制保険順守義務は、火災保険のみでも果たされるように理解出来ることから、RA656 改正後に管理担当機関として GSIS が作成する IRR（Implementing Rules and Regulations）では、自然災害補償の強制加入を明記する。

### **d. GSIS による自然災害補償加入率のモニタリング（表 4-25 ⑬、⑭）**

保険加入率の向上については、GSIS や関係機関が表 4-26 に示すと通りの取組みを行

っている。主な取組みは、(a) 国家災害リスク軽減管理計画、(b) GISIS による保険プロモーション、(c) RA656 順守通達による自発的な加入の促進、(d) COA 監査による現行 RA656 の執行管理強化、(e, f) RA656/RA10121 法改正による規制強化、(g) 保険加入のための政府予算の計上である。今後、加入率の向上、特に自然災害に係る補償の加入率向上について、GISIS がその監視を強化していくことが望まれる。

GISIS によると、マニラ首都圏の公立学校の例では、火災保険の加入率は 52.3% (767 校中 401 校)、自然災害補償の加入率は 32.5% (767 校中 249 校) に留まっている。(表 4-2 参照)

フィリピン全土のすべての政府機関では、表 4-1 に示すように、火災保険の加入率は 50.3% (2,173 機関中 1,093 機関) である。この内、自然災害を補償する保険の加入率は不明で、モニタリングの仕組みはないが、マニラ首都圏公立学校の例から、自然災害補償の加入率はさらに低いと考えられる。

現在の保険加入・未加入管理システムでは、火災保険と自然災害カバーが分離されていない。GISIS によると、GISIS の保険契約管理システムである GIIS (General Insurance Information System) 上では、分離管理が可能であるが、これまでは実施していないとのことである。現在も実施している火災保険の加入率の管理に加え、自然災害補償の付帯率についてもモニタリングを行うことを提案する。

#### 4.5 一部保険解消に向けた GISIS の取組みと今後の対策の提案

一部保険については、JCM や関係機関へのヒアリング結果や GISIS の経験から、「保険制度の認識不足」や「再調達価額評価の欠如」が根本的な原因であると考えられる。加えて、一部保険の是正を促す制度やインセンティブが公共インフラ保険に乏しいことも原因のひとつと考える。

一部保険を抑制する保険契約上の仕組みとして、事故発生時点の一部保険状態に応じた支払保険金の減額調整条項があるが、被保険者は保険金査定時に初めてその影響を減額保険金として認識できる。一部保険を解消するために、GISIS は保険契約・更新の際に一部保険の規定や影響を被保険者に説明を行い、3 年毎の定期的な再調達価額評価の実施を促す取組みを行っているが、前述のとおり、是正すべき一部保険の状況が存在する。

(表 4-25 ⑧、⑨、⑩) 一部保険は、再調達価額を補償のベースとする保険契約でありながら、復旧に必要な資金を支払保険金では賄えず、結果的に、部分的に保険未加入の状態と同じになる。今後、保険未加入問題の是正に合わせ、一部保険の是正にも注力していくべきである。

保険契約の申込みに際し、適切な保険価額の提示は、施設を所有または権限を持つ被保険者が適切に行うことが、原則であるが、保険金額の妥当性について、保険者である GISIS が保険引受プロセスの中で、判断する能力を有することは一部保険契約の解消に役立つ。ここでは、一部保険解消に向け、GISIS 及び関係機関がこれまでの取組みに加え、今後取るべき対策を示す。

#### 4.5.1 今後の対策の提案

##### a. 一部保険の是正を促す保険契約上のインセンティブ設定 (表 4-25 ⑯)

事故発生時点の施設の再調達価額に対する保険金額の割合 ITV (Insurance-to-Value) が 100%に達しない場合に一部保険に該当する。GSIS の保険約款では、ITV が 100%を少しでも下回ると、その割合に応じて一部保険として扱われ、支払保険金の減額が行われる。再調達価額の評価時点は、保険契約時ではなく事故発生時点であるため、ITV=100%とすることは難しく、ある程度のアローワンスが必要である。GSIS の約款では、このようなアローワンスはないが、GSIS の約款が類似する米国の標準的な保険約款では、ITV が 80%を上回っていれば一部保険による減額はせずに保険金額を支払限度額とすることを定めている。日本の従来型の火災保険である普通火災保険約款でも、ITV80%を一部保険による支払保険金調整の閾値としている。なお、米国では約款上の閾値を 80%に代え、90%とした場合には、保険料を割引く制度も ITV を 100%に近づけるためのインセンティブとして成立している。

GSIS の保険約款でも、被保険者が再調達価額評価 (GSIS が認める簡易評価や外部専門業者による評価鑑定) を実施していることを条件に、ITV が 80%以上の場合には、一部保険による減額調整条項は適用しないという契約上の取決めを、一部保険是正のインセンティブとして保険契約に組み込むことを提案する。

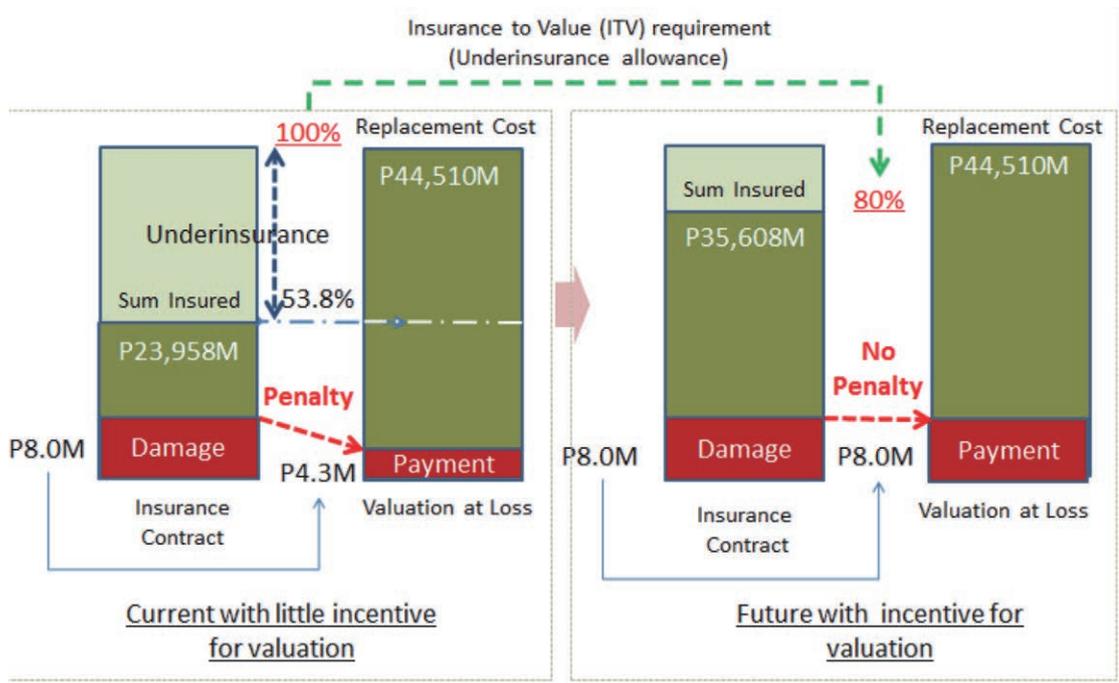


図 4-5 一部保険規定にアローワンスを設けることによる再調達価額評価インセンティブの仕組み

##### b. GSIS による再調達価額の確認 (表 4-25 ⑰)

GSIS は政府の保険機関である。強制加入保険制度の下、被保険者からの加入申請を拒

否することは出来ない。一方、現行の保険引受手続きにおいて、公共入札手続きにもとづいて再保険に出す大型保険プログラムを除いて、保険対象施設に関して入手する情報は、申告保険価額、場所、名称、構造種別、階数などのみであり、申告保険価額の妥当性は確認出来ない。

保険引受時に申告保険金額の妥当性を検証出来れば、一部保険の抑制につながるため、保険契約上の補償方式（GSIS 保険契約では再調達価額）に従って保険金額が妥当かどうかの確認を保険引受、更新時のプロセスの一部とすることを提案する。具体的には、大型公共インフラの場合には、外部機関による鑑定評価書有無の確認、学校や事務所など一般的な建物の場合には、前項の机上評価データベースにもとづいて確認する。保険金額が再調達価額から大幅に下回る場合には、被保険者による評価の実施を求めることを保険引受プロセスに含める。

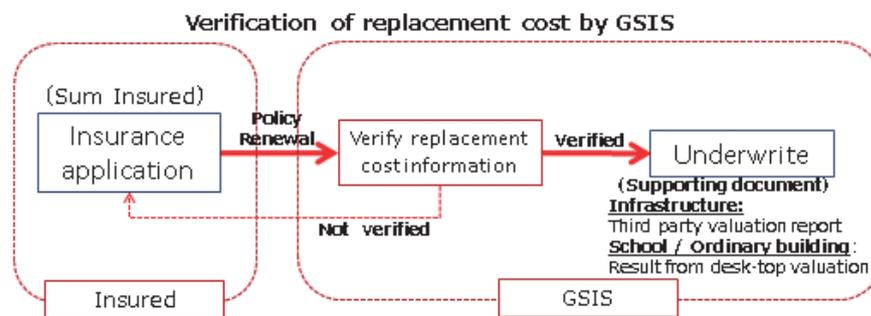


図 4-6 保険引受、更新時の保険金額妥当性の確認プロセス

### c. 被保険者による再調達価額評価の実施（大型公共インフラ）（表 4-25 ⑩）

運輸インフラ管理機関である NAIA や MRT3 によると、両機関とも評価を内製で行う機能はなく、また、内部で実施することのメリットはないと考えている。一方、GSIS が推奨する 3 年毎の保険価額の評価鑑定を外部の鑑定機関に依頼し、実施することに障害はない。外部機関への発注や評価用資料の提供は可能である。年度予算として、鑑定費用を確保することにも問題はない。再調達価額での保険価額鑑定評価に外注費用が発生する場合には、予算を計上しておくことが必要になる。DBM へのヒアリングによると、保険契約に必須であることが説明出来れば、保険料と同様に扱うことは可能とのことである。

本調査では上記 2 機関の施設のみを対象としたが、民間が建設・運営し、GSIS が保険を引受ける発電施設などでは外部機関による定期的な保険価額の評価鑑定が実施されており、港湾など他の大型公共インフラでも定期的な鑑定評価の実施が必要である。

定期的な評価鑑定の実施を被保険者に促す手段として、現在の実施推奨ではなく、被保険者の責務とすることを検討する。具体的には、保険契約に被保険者側の責務 (Warranty) として、再調達価額鑑定実施を規定することが望ましい。また、適切な評価鑑定を実施している場合には、一部保険条項を適用しないとするインセンティブの付与も検討すべきと考える。

なお、2016 年 11 月に実施した第 1 回 JCM で提示した MRT3 の再調達価額試算結果に

基づいて、MRT3 と GSIS の協議が実施されている。GSIS によると MRT3 の意向は、① 同機関でも本調査での評価とは別に外部機関に評価を発注する、②得られた結果が同様であれば保険金額を変更する、とのことである<sup>34</sup>。

#### d. 被保険者による再調達価額評価の実施（公立学校）（表 4-25 ⑩）

公立学校については、DepEd が DPWH 標準教室ベースでの校舎建設費を設定しており、これを基準に再調達価額を評価、申告することが可能である。第 4 章で示したように、標準教室ベースでの、教室数や建物階数、建物面積にもとづいて、再調達価額を推定することが出来る。

2017 年 1 月現在、DepEd が、全国の公立学校の 2017 年インベントリ調査を実施中である（DepEd Order 2017 年 No.1）。調査項目には、学校内の構内レイアウト、建物構造、建築年、面積や教室数、建物階数、付帯施設など、再調達価額の評価に必要な情報が含まれている。これらは、2017 年 1 月 16 日を評価時点とし、2017 年 3 月までに DepEd のデータベースに集約される。これらの情報をもとに、DepEd エンジニアリング部門が再調達価額を机上評価することが出来る。また、これらのデータをもとに、GSIS が既契約の保険契約金額を学校規模（延床面積など）と比較参照することにより、一部保険の概要を把握することが可能である。学校には ID 番号が割り振られているため、GSIS 内の IT 部門で比較表の作成が可能である。

現時点では DepEd が所管する公立学校は保険に加入していない<sup>35</sup>が、マニラ首都圏の 16 地方政府のうち、12 については所管する公立学校が GSIS の保険に加入している。これらの保険契約の更新も毎年であるため、2017 年後半の更新案件については、DepEd のデータを利用して、再調達価額を GSIS が予め点検したうえ、更新作業に臨むことを提案する。

#### e. 被保険者による再調達価額評価の実施（公的機関所有の事務所棟一般建築物）（表 4-25 ⑩）

カスタムメイドの構造物である運輸インフラや土木構造物などへの適用は難しいが、マニラ首都圏において、GSIS が保険を引受けている政府、地方政府のリストによると、大半の施設は、低層の事務所建物である。DPWH によると、このような建物の再調達価額の評価については、建物建設の役割を有する DPWH が実施体制を構築することは可能であるが、現時点でこれに対応する組織はないとのことである。

再調達価額の評価手法としては、以下の 2 通りが挙げられる。

- ① 取得価額をベースにインフレ等の調整係数を適用して再調達価額とする方法、
- ② 類似建物の現在の建設費用をもとに再調達価額を推定する方法

政府機関の施設の大半を占める事務所建物については、建設または取得当時の図面や数量表は入手困難と思われることと、建物構造上、標準類型化がしやすいことから、評

<sup>34</sup> GSIS へのヒアリング（2017 年 2 月 17 日）

<sup>35</sup> DepEd DRRM 部門へのヒアリングによると、保険の必要性は認識しているが、多くの学校や建物の災害リスクを評価することが出来ず、また、保険料率も不明である。本調査成果物の共有をお願いしたいとのこと（2017 年 3 月 17 日面談）。

価手法②を適用することが合理的であると考え。評価手法②では、建物をその構造や規模、階数や地下階の有無、使用用途、所在地域によって類型化し、同類型の建物の建設単価をベースに再調達価額を評価するものである。

平均的な建設費用が算定しやすい学校や事務所建物については、建物種別や用途による標準平均単価を DPWH や DepEd が作成し、GSIS と共同して、データベース化（机上評価データベース）し、これに基づいて、保険金額を決定することを提案する。

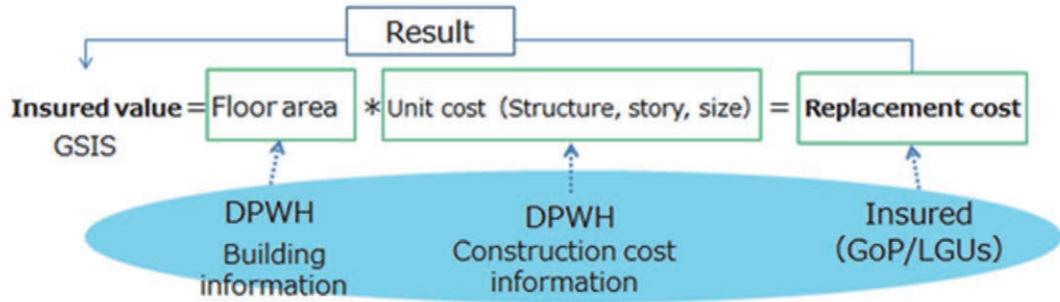


図 4-7 関係機関による再調達価額机上評価システムの作成

表 4-27 一部保険解消に向けて今後取るべき対策案及び必要なアクションと対応機関

今後取り組むべき対策案	必要なアクション		対応機関						
	GSIS	被保険者	GSIS	DPWH	DepED	MRT	NAIA	IC	DBM
a 一部保険の是正を促す保険契約上のインセンティブ設定	一部保険アローワンスの設定、保険料割引	-	●					△	
b GSISによる再調達価額の確認	保険引受時の点検項目に追加、確認用再調達評価DB作成	-	●	○	○	○			
c 被保険者による再調達価額評価の実施（大型公共インフラ）	約款変更（鑑定評価責務）	外注評価、予算設定	○			●	●	△	○
d 被保険者による再調達価額評価の実施（公立学校）	約款変更（鑑定評価責務）	再調達価額机上評価	○		●			△	○
e 被保険者による再調達価額評価の実施（公共一般建物）	約款変更（鑑定評価責務） 確認用再調達評価DB作成	再調達価額DB作成	○	●				△	○
DB: データベース、ITV: Insurance to Value			●: 主導機関、○: 連携機関						
			△: GSISは、IC傘下の保険機構ではないが、約款変更の連携先とした。						

#### 4.6 保険未加入、一部保険の現状、問題、原因、対策のまとめ

保険未加入及び一部保険について、その現状、問題点、原因及び主な対策（取組み中、実施提案）について、下表に整理した。今後、これらの取組みによる改善状況を GSIS がモニタリングしていくことが必要である。

表 4-28 保険未加入及び一部保険の現状、問題点、原因、対策のまとめ

未加入		一部保険				
現状	強制的加入対象機関以外の保険未加入率 25.8%(全国)	マニラ首都圏公立学校 平均 40.1%				
	任意加入対象機関を含む保険未加入率 49.7%(全国)	運輸インフラ MRT3 53.8%、NAIA T3 24.7%				
	マニラ首都圏公立学校未加入率 47.7%(火災)、72.1%(自然災害)	-				
問題点	災害時の施設復旧費用を自己負担	災害時の施設復旧費用は、一部保険の積立を通じて、自己負担				
	強制的加入を規定する法令に違反（保険の適正性による災害補償の実施を助長）	再調達価額を補償ベースとする保険制度に反する（保険者が引当ナシリスクに見合った保険料を受領しないため、保険制度の健全性を阻害）				
	フィリピン政府が推進するDRF実施を阻害	フィリピン政府が推進するDRF実施を阻害				
原因	法令遵守不徹底、是正を促すメカニズムの不足	A	保険料率の認識不足（一部保険の場合の支払保険金額超過）	E		
	小規模な地方政府（2級以下の町）に強制的加入の対象外	B	再調達価額を促す仕組みの不足	F		
	保険料支払の優先順位低い	C	一部保険の状況に即座する仕組みの不足	G		
	自然災害、潜在的な損害認識不足	D	再調達価額を補償ベースとする不足	H		
対策	参照項目	未加入 対策概要	原因との対応	参照項目	一部保険 対策概要	原因との対応
	4.4.1 a	国家災害リスク管理政策第10画(2011-2028)に基づいた防災組	D	4.4.1 b	GSISによる保険広報全国キャンペーン	E
	4.4.1 b	GSISによる保険広報全国キャンペーン	D	4.5.1	保険更新時ご3年毎に再調達価額を補償実施を推奨	F
	4.4.1 c	公共インフラ保険未加入機関間でDILGからRA656順守要請書を送出	A	4.5.1 a	一部保険の是正を促す保険契約上のインセンティブ決定	F
	4.4.1 d	監査委員会監査時のRA656の法令順守確認の通知に係る通達の実施(2016年2月)	A	4.5.1 b	GSISによる再調達価額の承認	G
	4.4.1 e	RA10121改正案によるリスク移転メカニズムの監督強化、強制的加入範囲拡大	B	4.5.1 c	被災者による再調達価額の実施(大型公共インフラ)	F
	4.4.1 f	RA656改訂に向けた法案制定の進捗と関係省庁連絡会議の設置	B	4.5.1 d	被災者による再調達価額の実施(公立学校)	F/H
	4.4.1 g	政府資金向け自然災害保険1Billion PHPを2017年政府予算に計上し、地方政府向け自然災害保険制度を開始	C	4.5.1 e	被災者による再調達価額の実施(一般建築物)	F/H
	4.4.2 a	リスクソーリによる自然災害リスク情報 損害額を被災者へ提供	D			
	4.4.2 b	自然災害補償の免責額見直し変更の検討	C			
	4.4.2 c	自然災害補償の強制的加入を改訂後のRA656実施規則IRRIで明記	D			
	4.4.2 d	GSISによる自然災害補償加入率のモニタリング	A			

	現在実施中の対策、取組み
	今後、実施を促すべき対策

#### 4.6.1 保険制度の適正化に伴うその他の課題と対策

##### a. 一部保険の是正による保険料への影響

##### a.1 課題

一部保険を是正することにより、保険料が大幅に増加する可能性がある。これは適切な保険料に是正するものであるが、被保険者にとっては、保険料の値上げとして映りかねず、加入率向上を妨げる可能性がある。

## **a.2 対策**

被保険者の2018年予算の策定に当たり、保険料根拠についてGSISによる被保険者への十分な説明が必要になる。また、リスクベース保険料率での保険引受けや最大責任限度額の導入、評価実施による一部保険のペナルティ（保険金支払い減額）の免除制度、自然災害に係る免責額設定方式の変更など、公共インフラ保険プログラム全体の魅力化の検討も必要になる。

## **b. GSISの引受リスク管理**

### **b.1 課題**

フィリピンのように様々な自然災害が襲来する地域の保険プログラムでは、引受けリスクの集積管理が重要である。GSISでは、一定以上の引受けリスクを再保険購入によって再保険市場にリスク移転するなど、リスク管理に取り組んでいる。一方、本調査で開発した損害モデルを用いたリスクの定量的な集積管理は行っていない。地震危険に関しては、多くの政府資産が集中するマニラ首都圏で大きなリスクが集積している。政府の取り組みによって、公共インフラ保険の加入率は今後、増加するものと思われる。このため、リスクの集積管理は更に重要になる。

### **b.2 対策**

本調査で開発したリスクベース保険料率算定ツールを活用することにより、引受けリスクの集積管理が実施出来る。多くの政府資産が集中する一方、ウエストバレー断層による地震危険の高いマニラ首都圏において、現在の保険料率で十分な支払い原資を確保出来ているかを検証することが可能である。ただし、自然災害の集積損害の再保険プログラムは、マニラ首都圏だけでなく、フィリピン全土の引受リスクを対象としているため、集積リスク評価にはツールの拡張が必要である。

## 5 リスクベース保険料率算定ツールの開発

自然災害に対する施設の強靱性を保険料率算定スキームに取り込むことにより、強靱化への事前投資を促す適切なインセンティブとする。そこで自然災害リスクを定量的に示すための保険料率算定ツールを開発した。

損害保険分野では建物やその内容物などの財物に対して、所在地や建物の強靱性に応じた保険料率を算定することが一般的である。保険料率を算定する方法として、自然災害リスクを評価するためのモデルをリリースしている RMS 社(Risk Management Solutions) や AIR 社(AIR Worldwide)のツールを利用することが一般的である。しかし、各社のモデルライセンスフィーは高額であり、細かな強靱性の違いに応じた保険料を分析する機能までは備わっていない。そこで、本業務ではマニラ首都圏に限定してして GSIS が無料で利用し続けることができ、強靱化対策を保険料率に反映させることができるツールを開発した。

### 5.1 リスクベース保険料率算定ツールの概要

#### 5.1.1 保険料の考え方と本業務で対象とする範囲

損害保険の保険料は一般的に①純保険料、②付加保険料といった内訳で構成されている。各々の保険料には以下のような意味合いがある。

①純保険料：年平均の支払い保険金を意味している。長期間の保険契約を想定した場合、各年で支払う保険金はばらつきがあり異なるが、その保険金を平均したものが純保険料である。つまり、保険会社は最低でも純保険料以上の保険料を設定していなければ長期的には保険事業で赤字を出すことになる。

②付加保険料：純保険料には保険会社の事務等にかかる費用などが含まれていないため、純保険料だけでは保険会社が事業を継続することはできない。そこで保険会社は、事業を運営するために必要な費用(社費)や損害保険代理店に支払う手数料(代理店手数料)、保険会社の利益(利潤)などから構成される付加保険料を保険料に加えている。

純保険料には対象とする保険補償に応じた内訳がある。具体的に GSIS の保険であれば火災、地震、台風、洪水などに対する補償が提供されているので、火災の純保険料、地震の純保険料といった形で内訳が明示されている。

本調査で対象とするのは純保険料のうち、地震、台風による強風、台風による洪水、津波、台風による高潮の災害とする。一般的に行われている海外の自然災害リスクの取引では地震、台風のリスクをモデルにより定量化しているが、その他の災害まではモデルで定量化されていないことが多い。なお、今回対象としていない災害としてモンスーン性の長雨による洪水、地滑り、液状化については現時点で定量的に評価する十分な情報が得られないので、今後の課題として整理した。

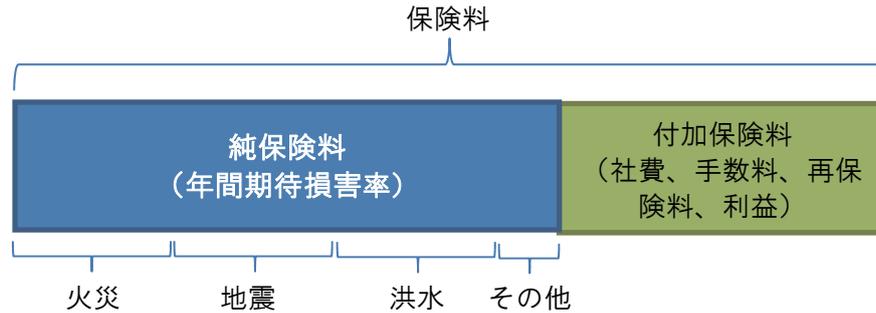


図 5-1 保険料の内訳イメージ

### 5.1.2 ツールの構成

リスクベース保険料率算定ツールの構成は自然災害の強度(震度や風速など)を分析する Hazard Module、自然災害の強度と財物の損害程度の間係を整理した Vulnerability Module、保険の免責や支払限度額および引受割合を適用する Financial Module に大別される。

各モジュール<sup>36</sup>に保険契約データである Exposure データをインプットすることで純保険料や年超過確率に応じた保険損害額を分析することができる。

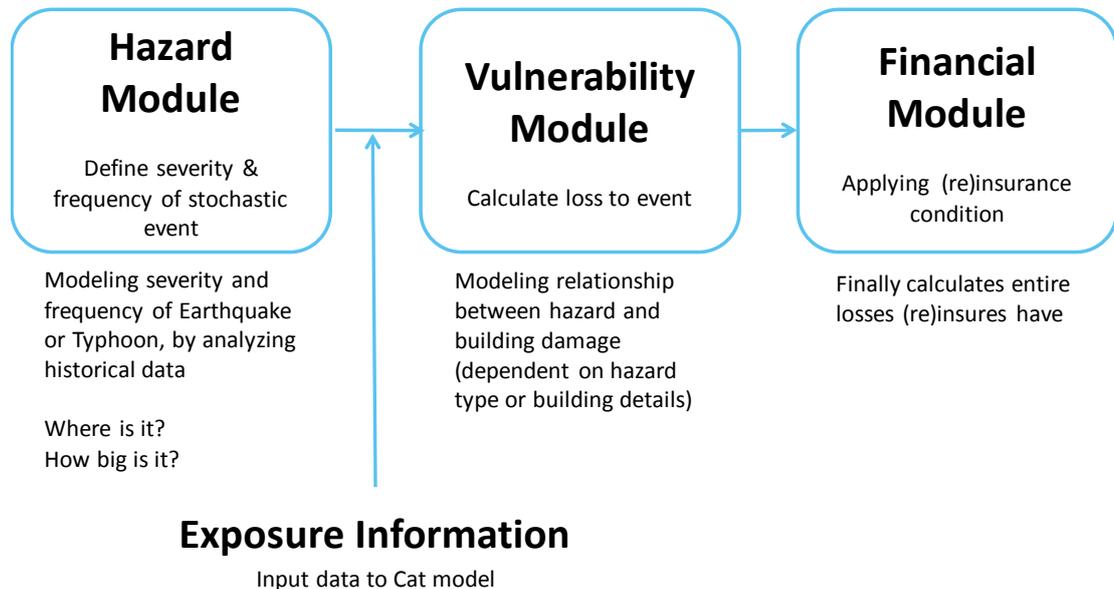


図 5-2 リスクベース保険料率算定ツールのイメージ①

地震や洪水など他の災害種別であってもモデルの構成は大きく変わらないので、ここでは台風による強風モデルを例として Hazard Module、Vulnerability Module について具体的なイメージを下図に示す。台風による強風モデルでは、これまで太平洋で発生した台風の発生地点、通過経路データから仮想的に台風のイベントを数千~数万生成する。各

<sup>36</sup> ここではリスクベース保険料率算定のためのリスク評価システムをモデルといい、モデルを構成するパーツをモジュールという。

台風イベントには年間発生確率が割り振られている。次に台風イベントが発生した場合の風速を分析する。下図中央に記載しているのが、日本に上陸したひとつの台風イベントによって発生する風速分布の分析結果である。このように生成した台風イベント毎に風速分布を分析して、モジュールの中に格納していく。ここで、前述した保険契約データ(Exposure データ)をツールに入力して、対象施設地点での風速を抽出する。Vulnerability Module は自然災害の外力と施設の損害率の関係を格納しており、各施設の損害率を算定する。Exposure データには財物の再調達価額を含んでいるため、再調達価額に損害率を乗じることで損害額を算定することができる。

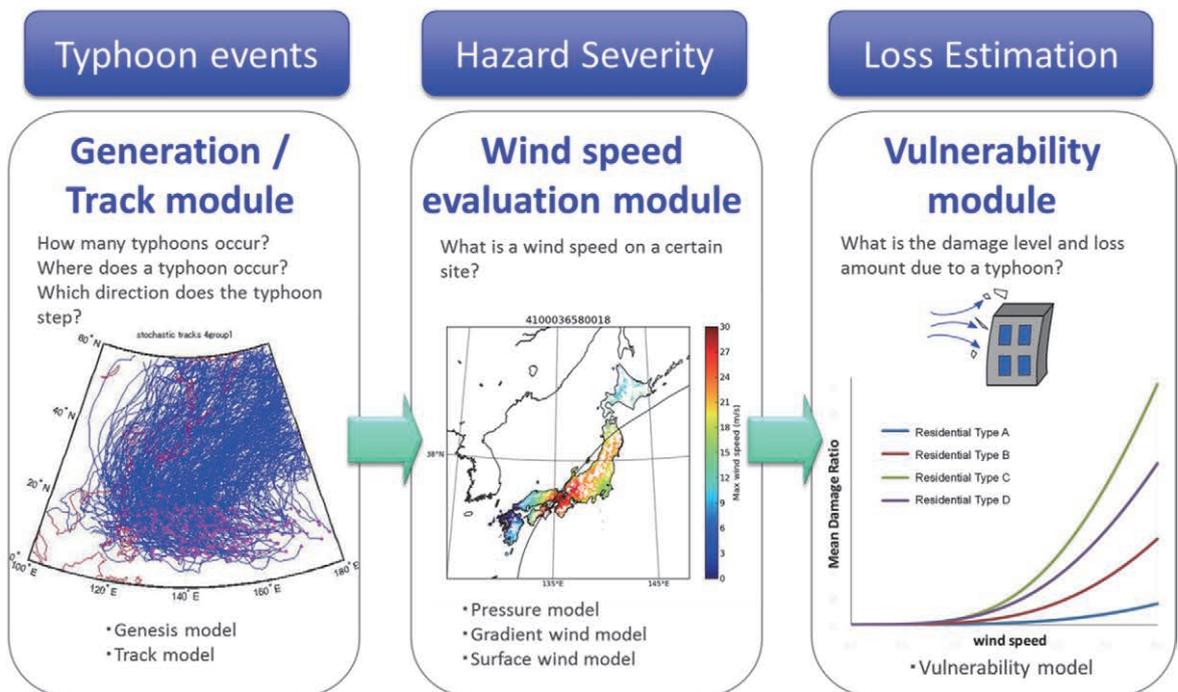


図 5-3 リスクベース保険料率算定ツールのイメージ②

#### 対象施設の保険料算定手順（1施設の場合）

- ① 対象施設の位置を入力し、その位置における台風などの外力事象（イベント）とその発生確率を Hazard Evaluation module で得る。
- ② イベント毎の対象施設の損傷率を Vulnerability module で得る。
- ③ イベント毎の発生頻度を損傷率の大きい順に集計することにより、年超過確率毎の損害率を得る。入力した再調達価額によって、損害率を期待損害額とする。
- ④ 純保険料はイベント毎に発生確率と期待損害額を乗じた損害額の合計することで算定する。

台風イベント毎にポートフォリオ全体の損害額を算定することでイベント毎の総損害額を一覧表にまとめることができる。これを Event Loss Table と呼ぶ。Event Loss Table は仮想台風のイベント毎に台風の発生確率と期待損害額(Mean Loss)が整理されている。前述の純保険料はイベント毎に発生確率と期待損害額を乗じた損害額をすべて合計するこ

とで算定することができる。

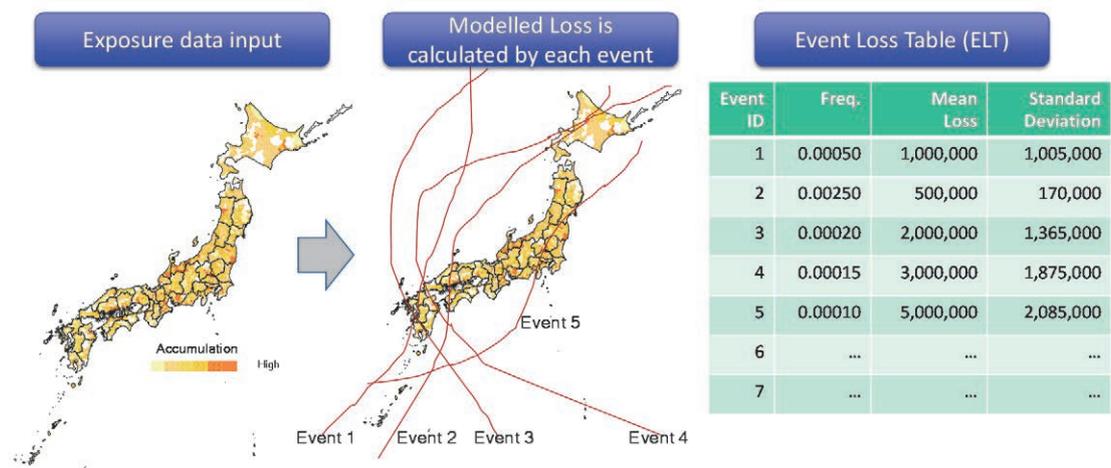


図 5-4 イベントロステーブルの作成過程

また、Event Loss Table を期待損害額の降順に並べ直し、台風イベントの頻度を損害額が大きい方から集計していくことで年超過確率ごとの損害額を整理することができる。年超過確率曲線と一覧表を下図に示す。このようにして得られた純保険料や超過確率ごとの保険損害額(VaR: Value at Risk)の関係を分析して、保険会社は保険料や再保険の手配を行っている。

Exceedance Probability curve (EP curve) can be generated by arranging Event Loss Table in descending order.

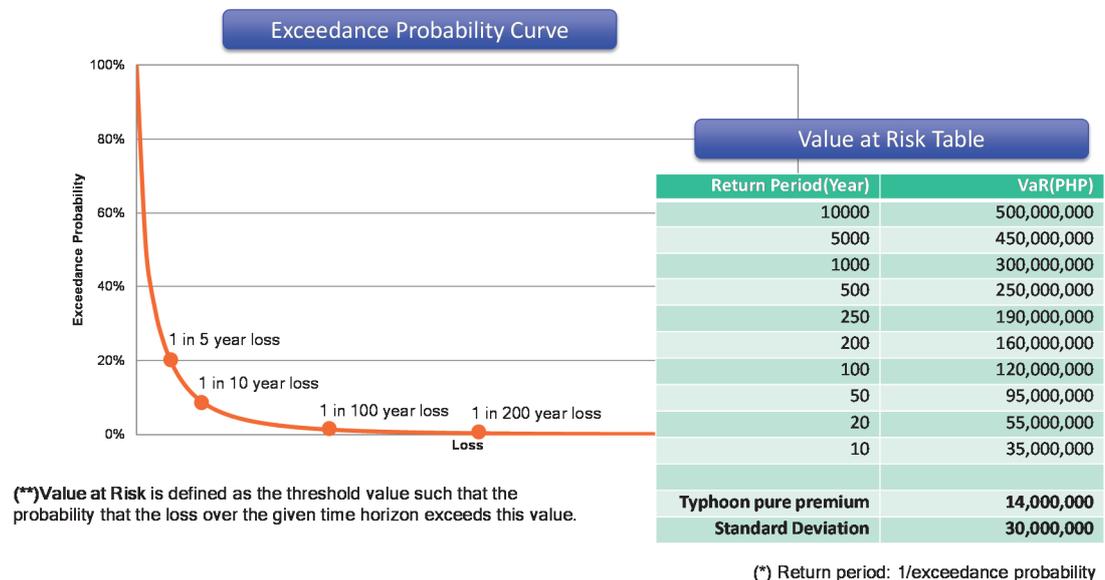


図 5-5 年超過確率曲線と VaR テーブル

## 5.2 リスクベース保険料率算定のための技術的情報収集

本調査では、リスクベース保険料率算定のためのツール開発に必要となる学校リスト、地形データ、ハザードデータ、土地被覆データ、などを関係機関から入手した。次表に入手したデータの一覧を示す。それに加えて、前述の AIR 社から自然災害ハザードカーブを購入した。自然災害ハザードカーブとは自然災害の強度(地震であれば震度や加速度、強風であれば風速)と年間超過確率の関係を示した曲線である。

表 5-1 関係機関から収集したデータ一覧

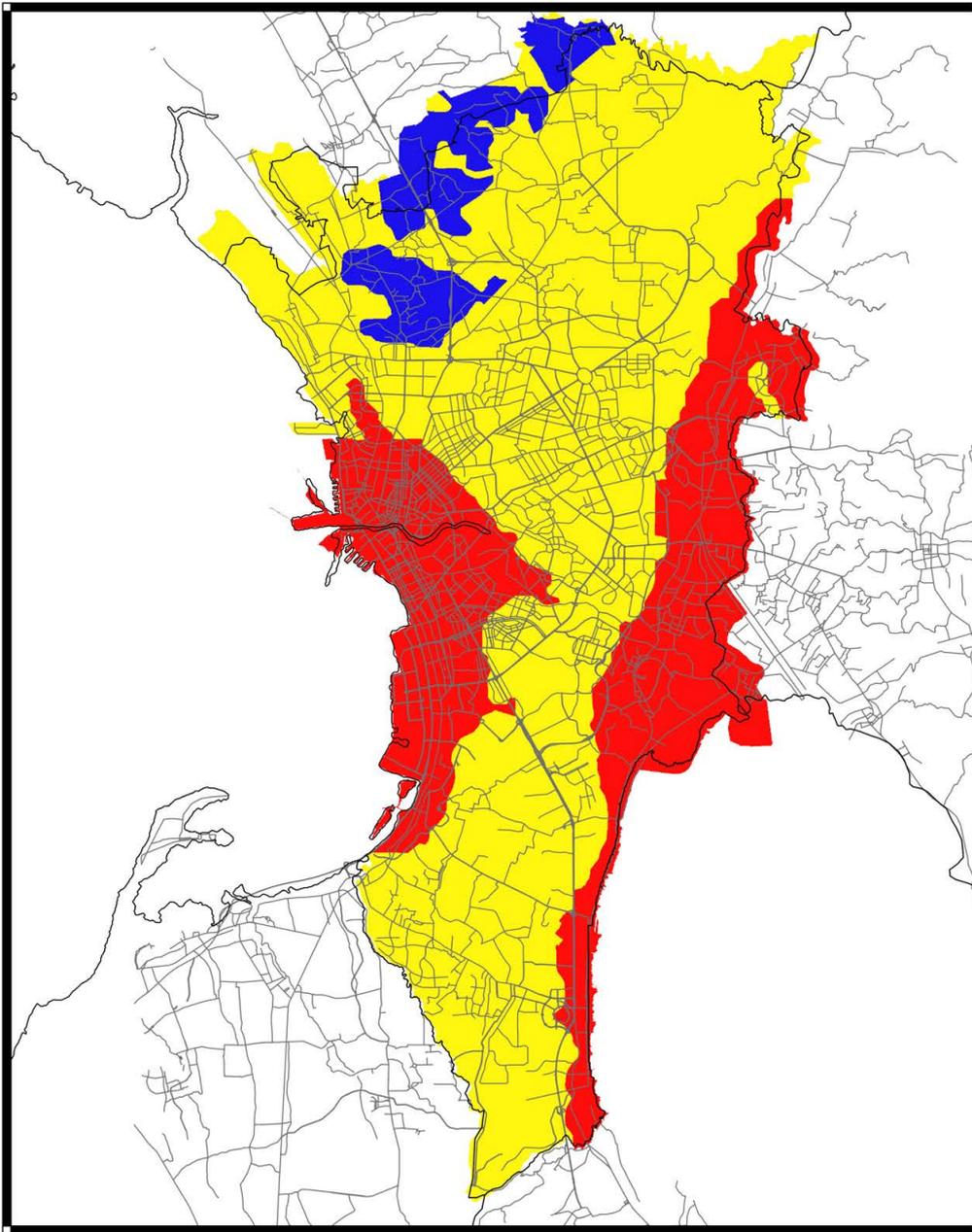
No	収集したデータ	入手先	データ形式
1	GSIS の学校リスト	GSIS	Excel
2	DepEd の学校リスト	DepEd	Excel
3	地震ハザードマップ	PHIVOLCS	画像データ及び GIS データ
4	断層ハザードマップ		
5	津波ハザードマップ		
6	地滑りハザードマップ		
7	液状化ハザードマップ		
8	標高データ	NAMRIA	画像データ
9	表面データ		
10	オルソフォト画像		
11	土地被覆データ	PAGASA	画像データ

### 5.2.1 ハザードデータ

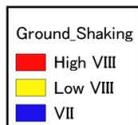
#### a. データ収集

##### a.1 フィリピン国政府機関から入手したデータ

PHIVOLCS から GMMA READY のプロジェクトで作成した地震、津波、地滑り、液状化のハザードマップデータを入手した。入手したデータはリスクベース保険料率算定のためのツールで視覚的に確認できるよう、GIS データとして整理してツールに格納した。入手したハザードマップは、下図のとおりである。



Source Data:  
Ready for GMMMA project from PHIVOLCS



Explanation:  
This map was prepared under the project on  
Insurance Mechanism for Incentivizing Disaster  
Resilient Public Infrastructures in Metro Manila.

Projected coordinate system, UTM Zone 51 was  
applied. Details are shown below

- False Easting : 500,000m
- False Northing : 0m
- Central Meridian : 123
- Scale Factor : 0.9996
- Latitude of Origin : 0
- Zone No. : 51
- Datum : WGS84
- Unit : Meter

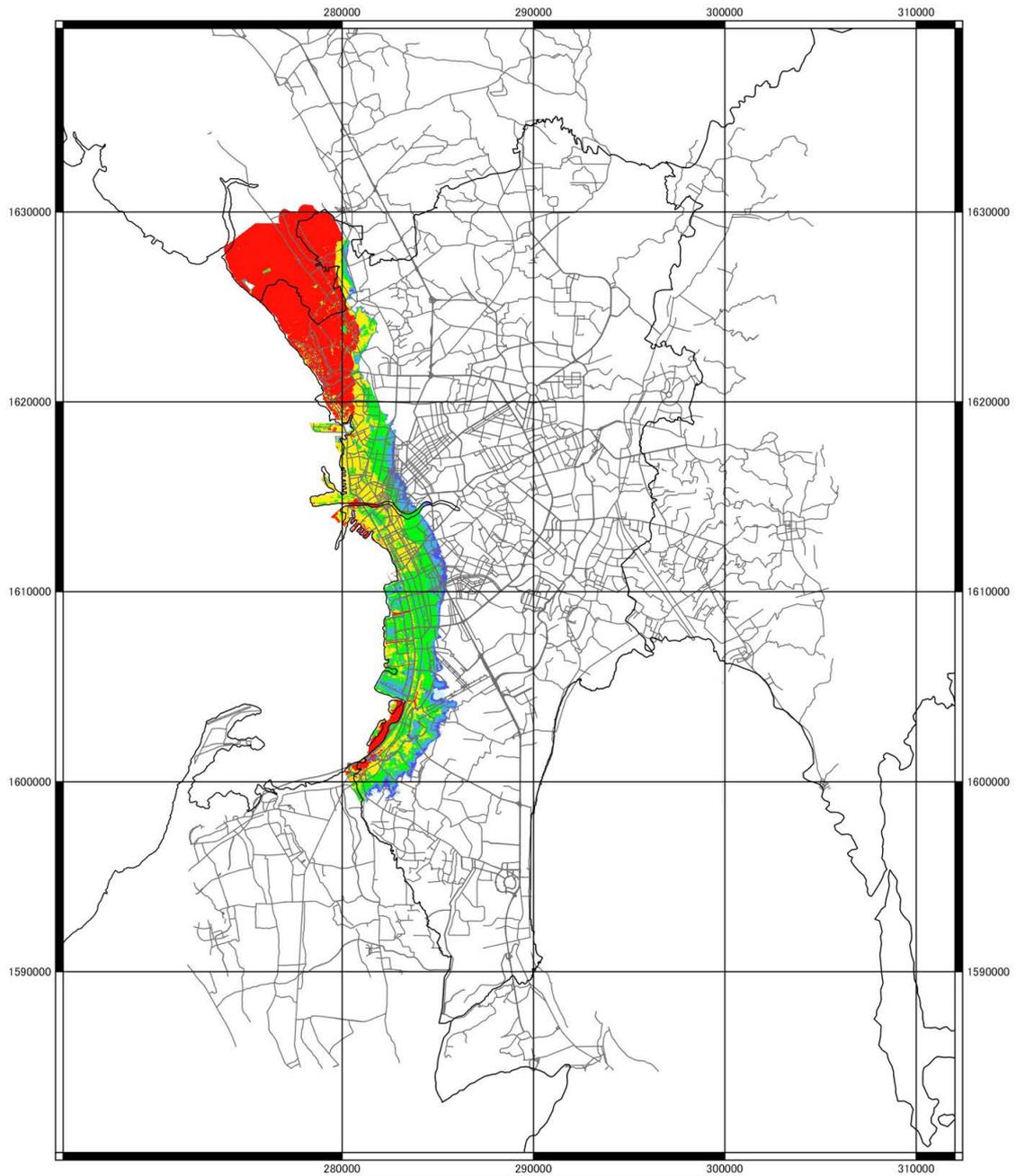


METRO MANILA  
National Capital Region (NCR)



出典： GMMMA READY, PHIVOLCS

図 5-6 地震ハザードマップ(2014 年)



Source Data:  
Ready for GMAA Project from  
PHIVOLCS

**Legend**

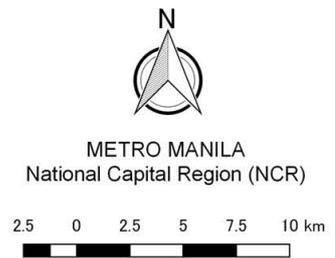
Tsunami

0 - 1m
1 - 2m
2 - 3m
3 - 4m
4 - 5m
5 - 6m

**Explanation:**  
This map was prepared under the project on  
Insurance Mechanism for Incentivizing Disaster  
Resilient Public Infrastructures in Metro Manila.

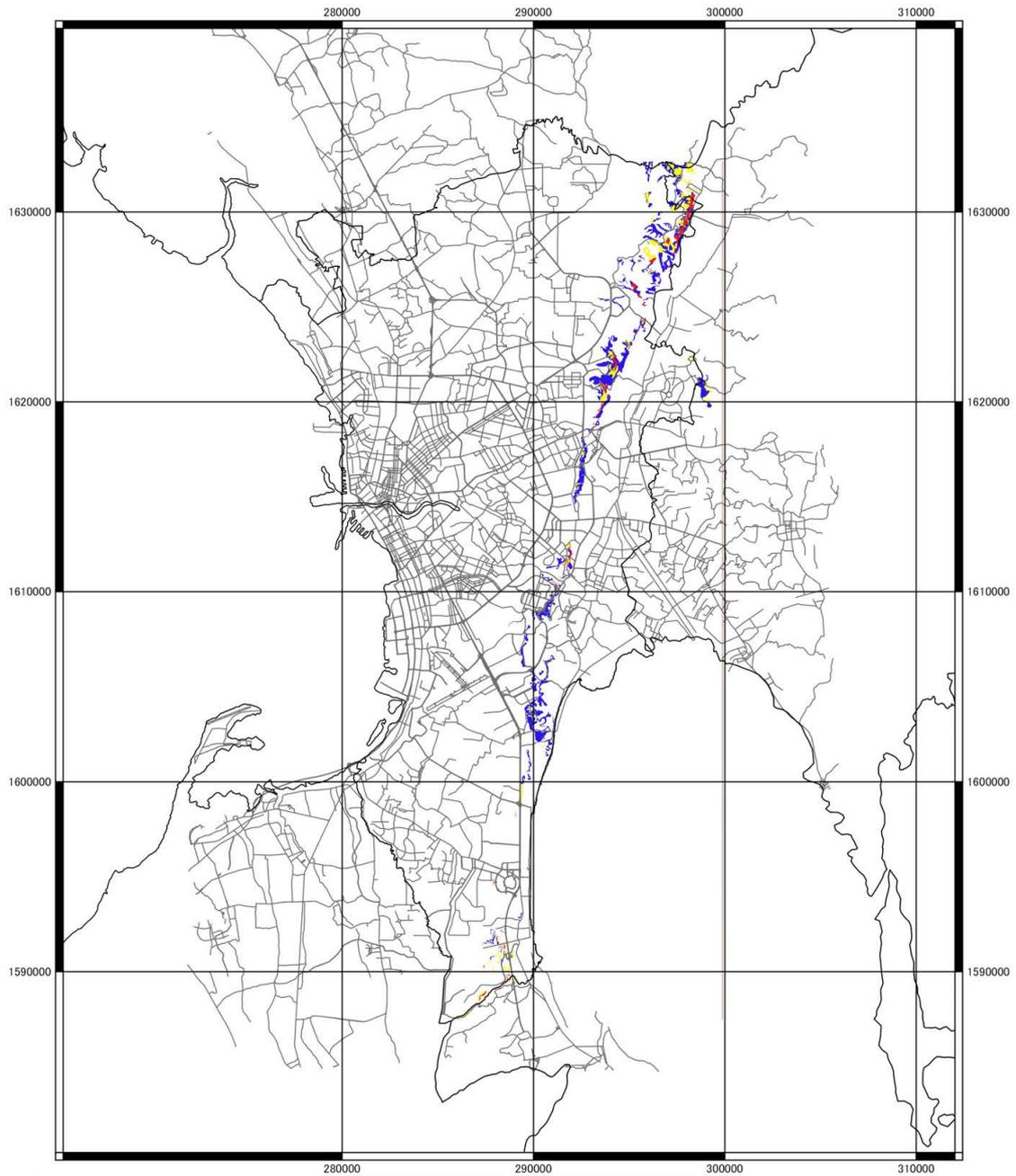
Projected coordinate system, UTM Zone 51 was  
applied. Details are shown below

- False Easting : 500,000m
- False Northing : 0m
- Central Meridian : 123
- Scale Factor : 0.9996
- Latitude of Origin : 0
- Zone No. : 51
- Datum : WGS84
- Unit : Meter



出典：GMAA READY, PHIVOLCS

図 5-7 津波ハザードマップ(2014 年)



Source Data:  
Ready for GMA Project from PHIVOLCS

**Legend**

DataSet for Pricing

Induced Landslide

- High Susceptibility
- Moderate Susceptibility
- Low Susceptibility

**Explanation:**  
This map was prepared under the project on Insurance Mechanism for Incentivizing Disaster Resilient Public Infrastructures in Metro Manila.

Projected coordinate system, UTM Zone 51 was applied. Details are shown below

- False Easting : 500,000m
- False Northing : 0m
- Central Meridian : 123
- Scale Factor : 0.9996
- Latitude of Origin : 0
- Zone No. : 51
- Datum : WGS84
- Unit : Meter

N

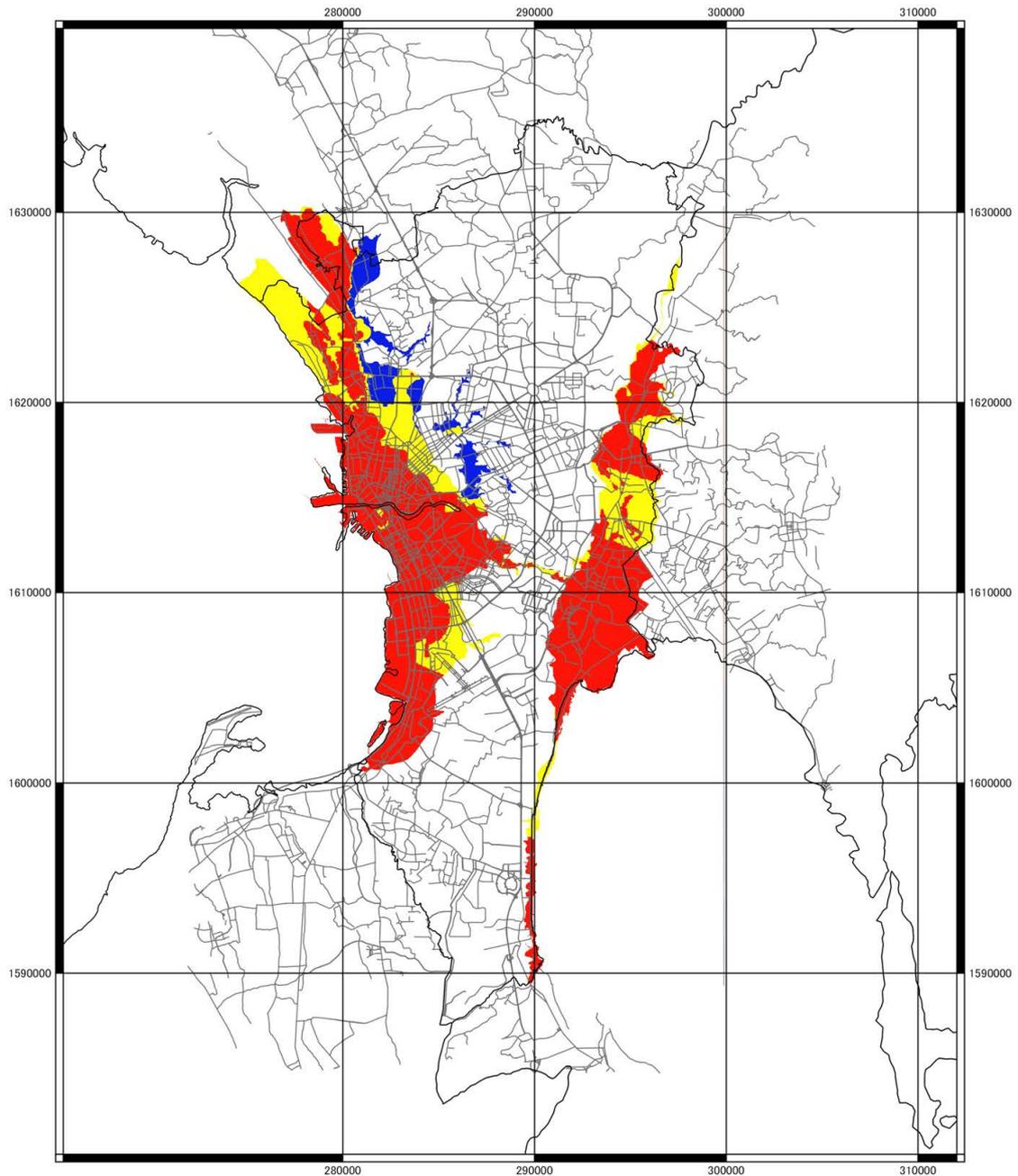


**METRO MANILA**  
National Capital Region (NCR)



出典：GMA READY, PHIVOLCS

図 5-8 地滑りハザードマップ(2014 年)



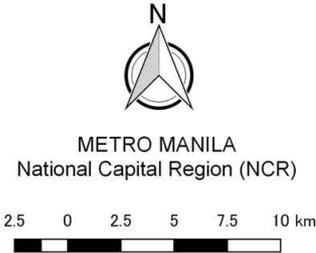
Source Data:  
Ready for GMAA Project from PHIVOLCS

Legend	
Liquefaction	
<span style="color: red;">■</span>	High Potential
<span style="color: yellow;">■</span>	Moderate Potential
<span style="color: blue;">■</span>	Low Potential

Explanation:  
This map was prepared under the project on Insurance Mechanism for Incentivizing Disaster Resilient Public Infrastructures in Metro Manila.

Projected coordinate system, UTM Zone 51 was applied. Details are shown below

- False Easting : 500,000m
- False Northing : 0m
- Central Meridian : 123
- Scale Factor : 0.9996
- Latitude of Origin : 0
- Zone No. : 51
- Datum : WGS84
- Unit : Meter



出典： GMAA READY, PHIVOLCS

図 5-9 液状化ハザードマップ(2014 年)

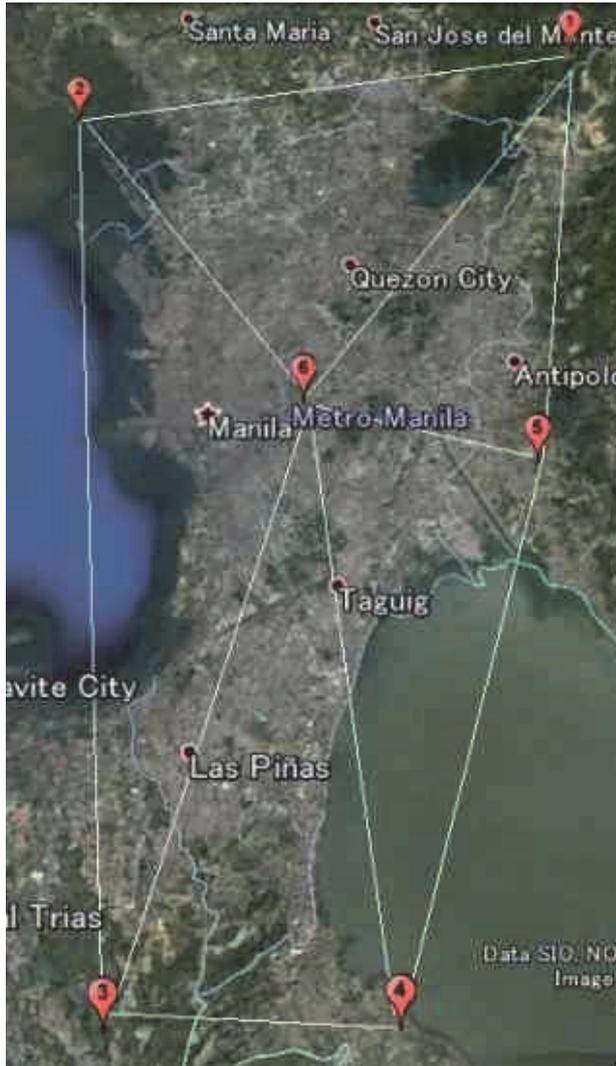
表 5-2 購入したハザードデータ一覧

項目	説明
地震動ハザード情報	マニラ首都圏代表 6 地点のイベントー地震動ハザード（最大地震動加速度）テーブル
台風強風ハザード情報	マニラ首都圏代表 6 地点のイベントー強風ハザード（最大風速）テーブル
津波ハザード情報	マニラ首都圏海岸線代表 4 地点のイベントー津波ハザード（津波高）テーブル
台風高潮ハザード情報	マニラ首都圏海岸線代表 4 地点のイベントー高潮ハザード（高潮高）テーブル

第一次現地調査においてフィリピン大学、PAGASA、PHIVOLCS を訪問して、既存のハザード検討状況について調査を行い、地震や洪水についていくつかのハザードマップを確認した。例えば PAGASA が所有している風災ハザードマップでは 20 年、50 年、100 年、200 年、500 年に一度発生する風速についてハザードマップを作成している。これは被害想定や防災対策、構造物設計等の目的のために作られているものと思われる。一方で、保険料の算定時には 2 年に一度発生するような小規模な風災や 1000 年に一度発生するような大規模な風災についても考慮しなければならない。つまりリスクベース保険料率算定のためのツールを開発するために、既存のハザードマップでは情報が不足していることが確認された。

AIR 社は既に保険料率算定ツールや損害評価モデルを開発しており、保険料率算定に必要なハザード情報を所有していた。また、AIR 社のモデルはアジア域の損害保険マーケットで広く利用されており、保険料率を算定するという本業務の目的に合致した情報を所有している。技術的には本調査団でハザード評価を行うこともできたが、当初の業務予定の通り、時間と費用の両面から AIR 社から購入した方が効率よく、より良い保険料率算定ツールが開発できるため、AIR 社のハザードデータを購入する方針とした。

購入したハザードデータを年超過確率曲線（自然災害ハザードカーブ）にして下図に示す。



出典：調査団(背景画像 Google Earth)

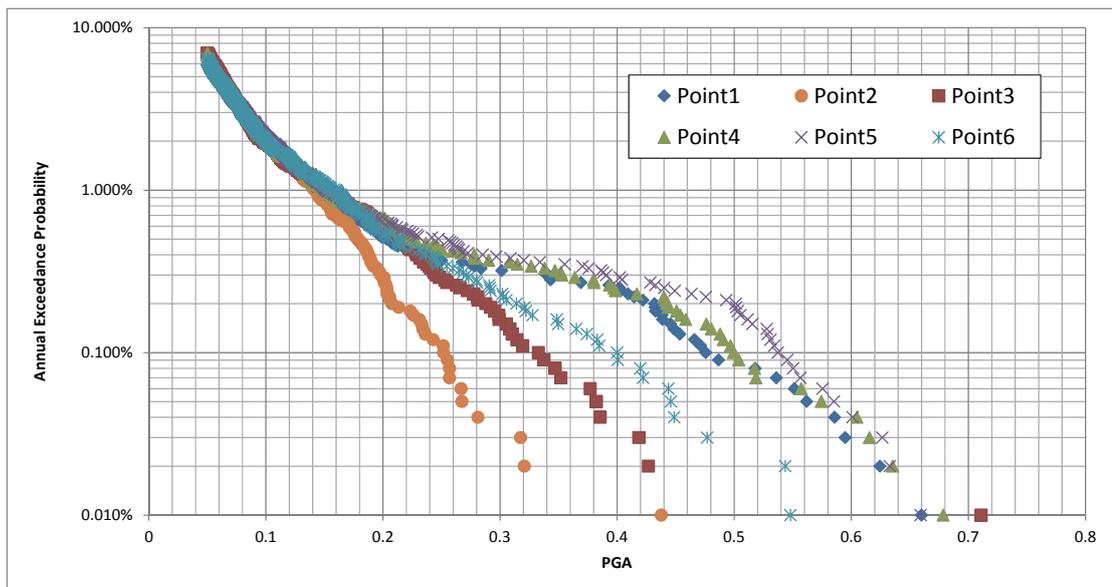


図 5-10 地震ハザードの年超過確率曲線(基盤面 PGA,単位:g)

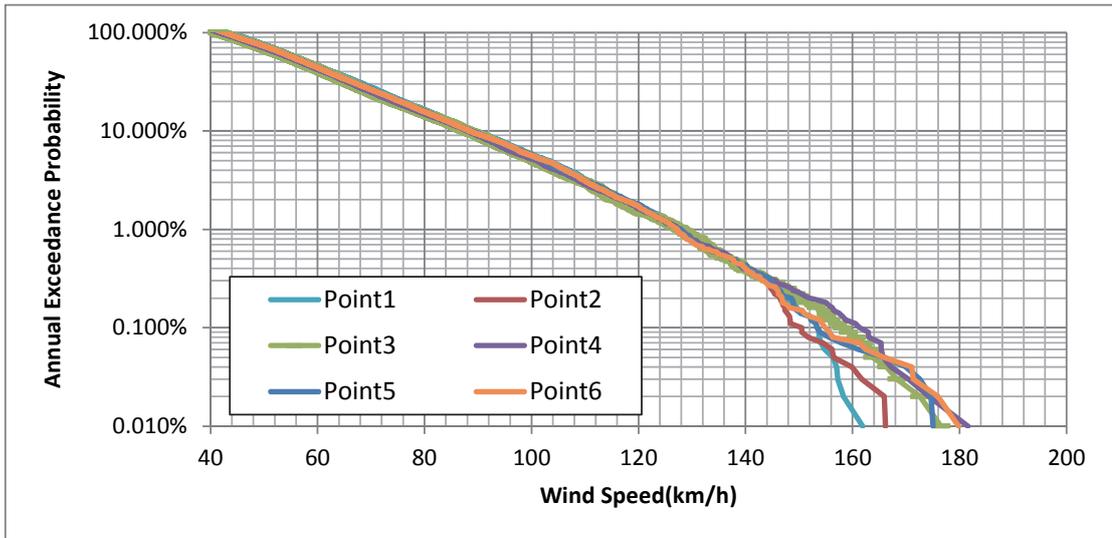
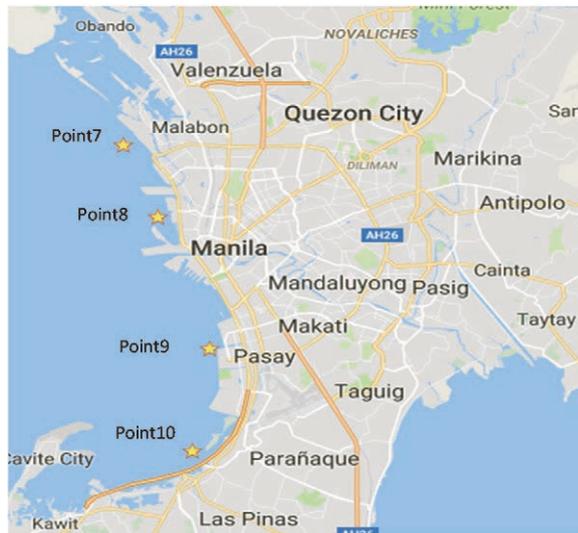


図 5-11 台風ハザードの年超過確率曲線  
 (10m 上空の1分平均風速,単位: km/h,粗度長:20mm)



出典: 調査団(背景画像 Google Map)

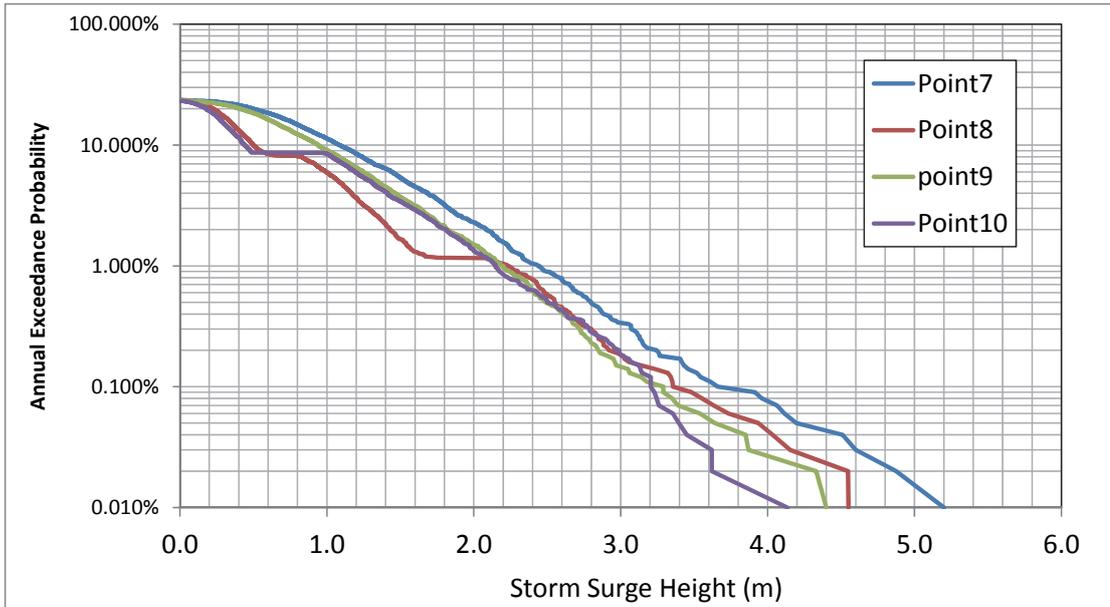


図 5-12 高潮ハザードの年超過確率曲線(マニラ湾の平均海面上の高潮高さ,単位:m)

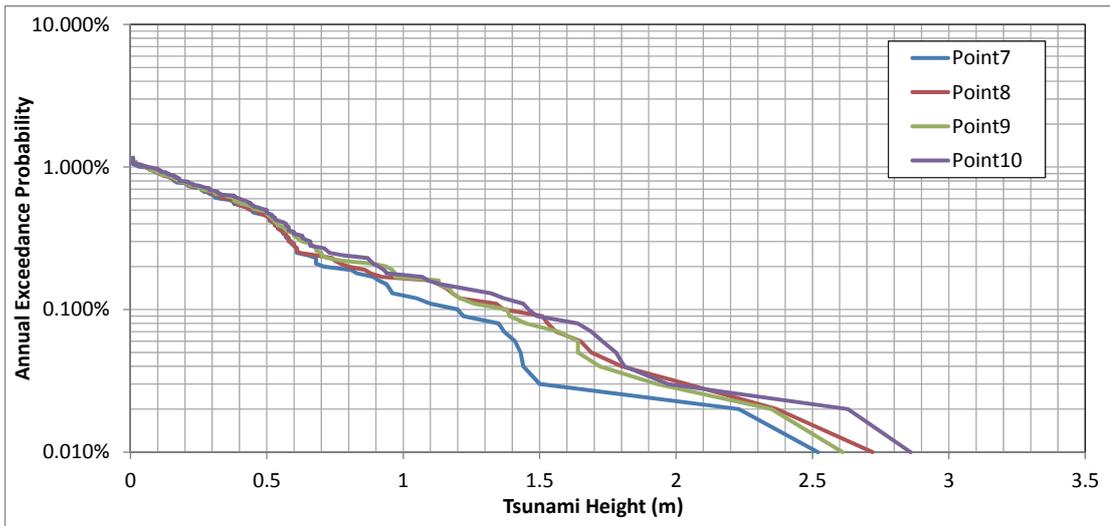
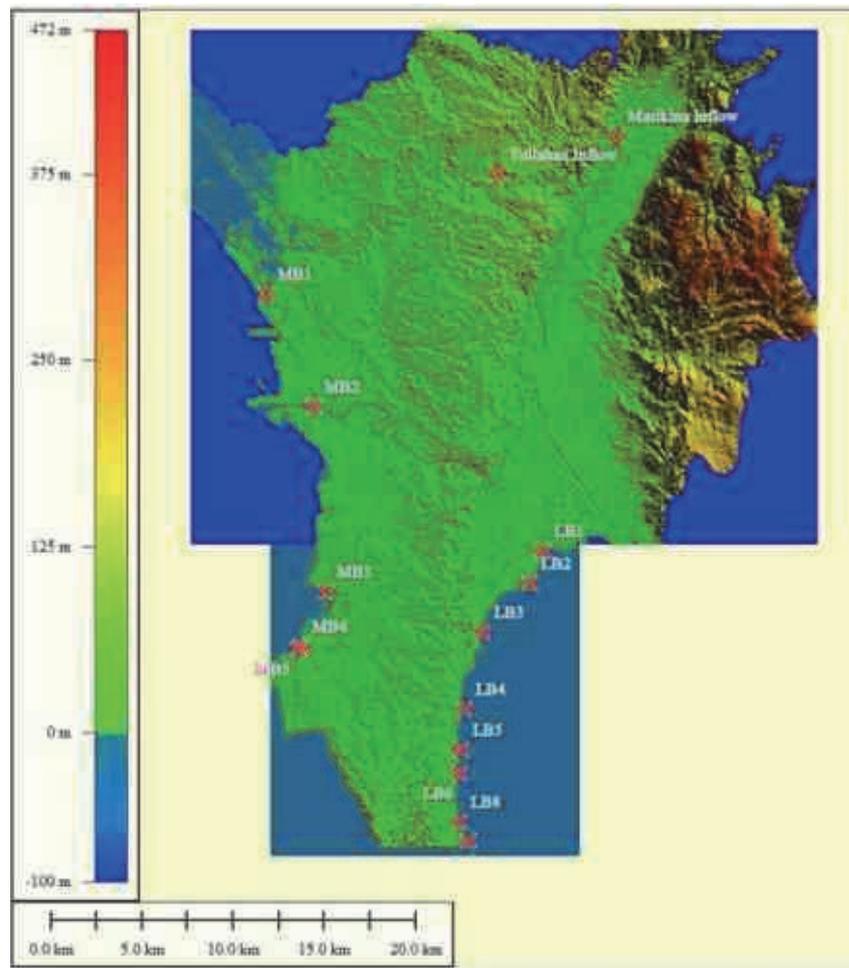


図 5-13 津波ハザードの年超過確率曲線(マニラ湾の平均海面上の津波高さ,単位:m)

### a.3 フィリピン大学から入手したデータ(洪水)

第一次現地調査においてフィリピン大学が洪水リスクを評価するための洪水ハザードモデルを開発していることを確認した。2014年の Enhancing Risk Analysis Capacities for Flood, Tropical Cyclone Severe Wind and Earthquake for Greater Metro Manila Area (GMMA RAP) で整備された河川データなどの入力データと再現期間別の降雨データをフィリピン大学に提供することで、各再現期間の洪水ハザードマップの作成が可能であることも確認した。GMMA RAP で作成されている洪水ハザードマップの再現期間は限られており保険料率算定には不十分であった。そこで保険料率算定に適うようハザードマップの再現期間を拡充する業務をフィリピン大学に委託することにした。

フィリピン大学には GMMA RAP で取得された航空測量成果(LiDAR データ：水平方向の解像度 1m)を提供して、詳細な地形データを利用した洪水ハザードマップの作成を依頼した。ただし、洪水の分析には多くのシミュレーションコストがかかるのでシミュレーションに用いる水平方向の解像度は 10m とした。なお、日本の自治体で公表されているハザードマップの解像度は 50m 程度であるので、非常に高精度の分析を実施したと言える。



出典：GMMA RAP LiDAR, NAMRIA から調査団が受領

図 5-14 標高図(航空測量成果)

フィリピン大学モデルの妥当性は2009年台風オンドイの洪水イベントを再現することで確認した。再現計算から得られた浸水域図、再現計算結果の確からしさを下図に示す。

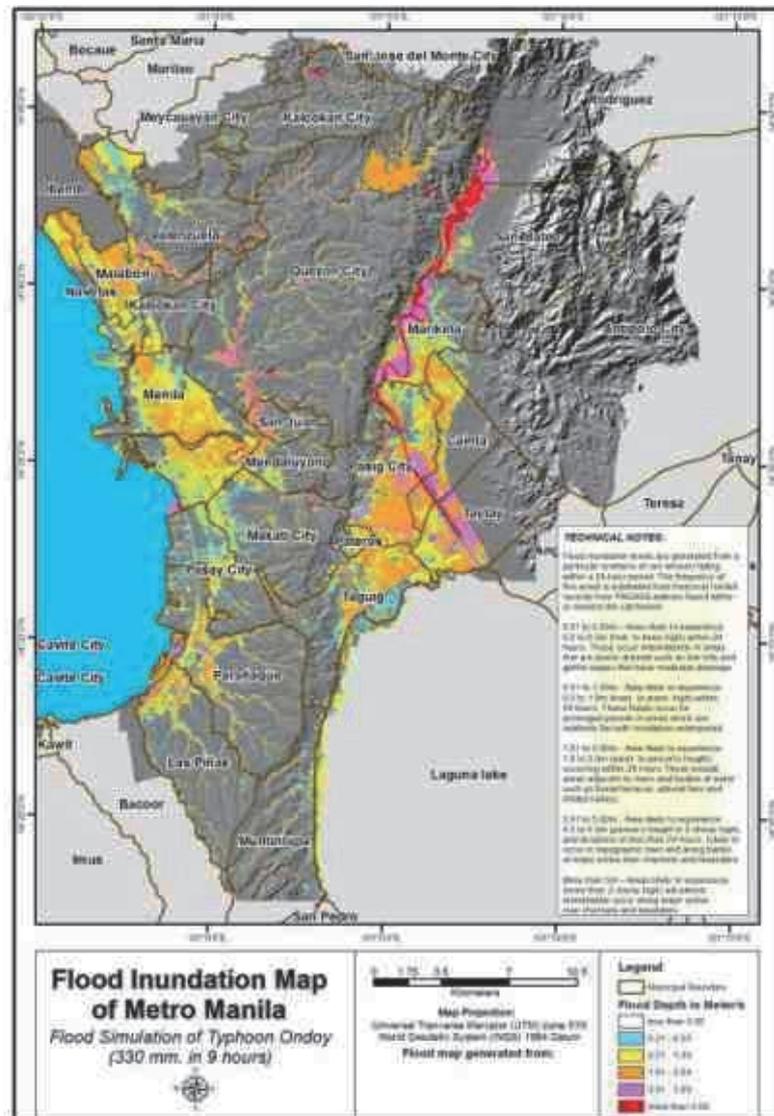


図 5-15 台風オンドイ時の浸水範囲と浸水深(シミュレーション結果)

再現計算の確からしさを確認するために PAGASA などが行っている洪水ハザードマップのプロジェクトである <http://nababaha.com/> の浸水時実測データを利用した。下図は実測データとシミュレーションの浸水深が同程度であれば図の 45° 線上に円が集まるようになり、同程度の浸水深が多ければ円が大きくなるように作成した図である。45° 線上に大きな円が集中しており、実測と同程度の浸水深がシミュレーションで再現できていることが確認できる。このように確認したシミュレーションモデルで再現期間ごとのハザードマップを作製した。

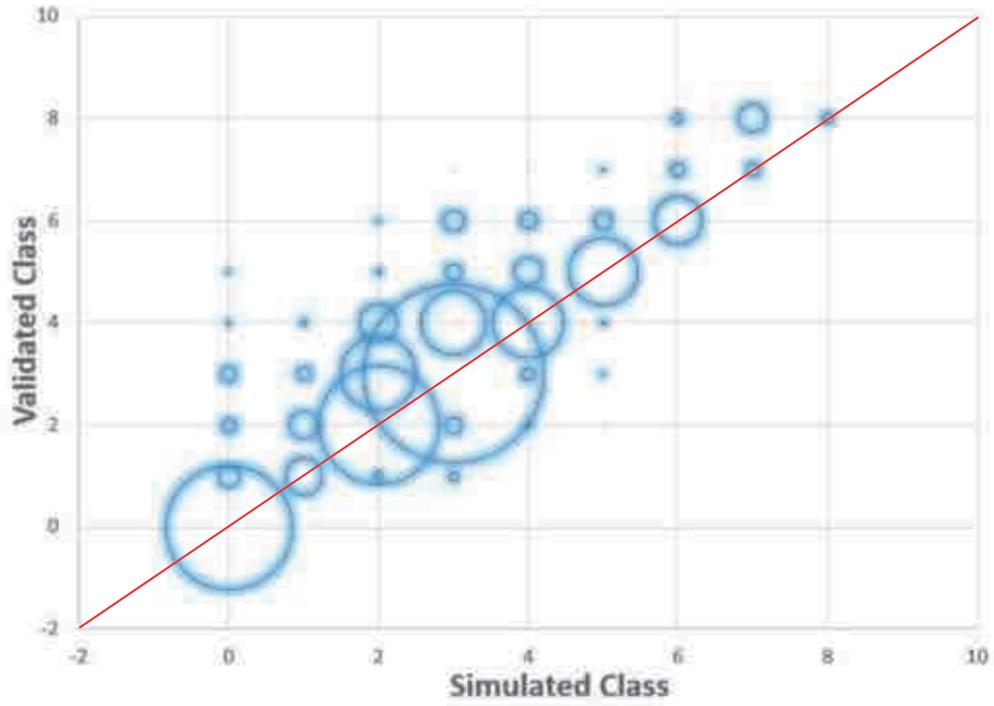


図 5-16 シミュレーションと実測浸水深の差:単位(m)

ハザードマップを作製した再現期間及び各再現期間の総雨量、ピーク雨量、マリキナ川のピーク流量を下表に示す。なお、本モデルではマリキナ川だけでなく、タラハン川の洪水も考慮している。また、川から氾濫する外水だけでなく市街地に降る豪雨で発生する内水氾濫も考慮している。なお、本シミュレーションでは BosoBoso と PAGASA(Science garden)に設置された雨量計のデータをもとに再現期間ごとの外力を設定している。雨量のデータには台風およびモンスーンによる降雨が含まれている。

表 5-3 ハザードマップを作製した再現期間と雨量およびマリキナ川のピーク流量

RRP	Total Precipitation (mm)	Peak rainfall (mm/10min)	Peak discharge (m3/s)
1.11	99.56	18.96	733.5
1.25	123.08	23.45	1027.6
1.33	132.43	25.24	1146.1
2	177.82	33.90	1744.9
3	212.66	40.55	2209.3
4	234.95	44.81	2510.7
5	251.46	47.96	2734.4
10	300.22	57.27	3390
20	346.99	66.20	4018.8
25	361.82	69.03	4220.9
50	407.53	77.76	4838
75	434.09	82.83	5195.4
100	452.89	86.42	5449.2
150	479.34	91.47	5803.9
200	498.09	95.05	6054.6
250	512.62	97.83	6246.9
475	554.39	105.80	6805.3
500	557.72	106.44	6851.6
1000	602.79	115.04	7448.7

RRP: Rain Return Period (降雨量再現期間)

再現期間ごとの洪水ハザードマップの例を以下に示す。作成したハザードマップはすべてツールの中に格納している。

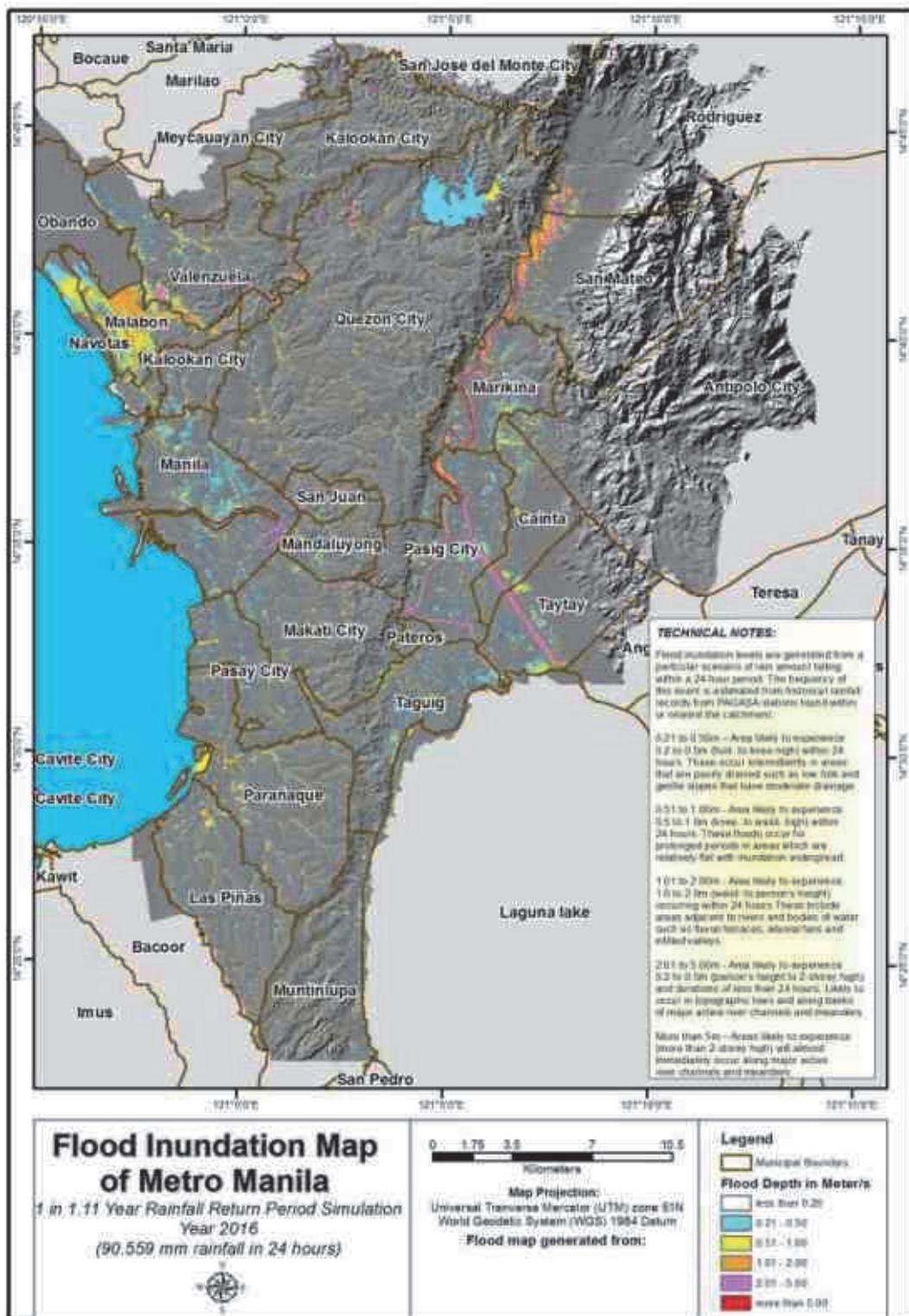


図 5-17 マニラ首都圏洪水浸水マップ(降雨再現期間 1.11 年)

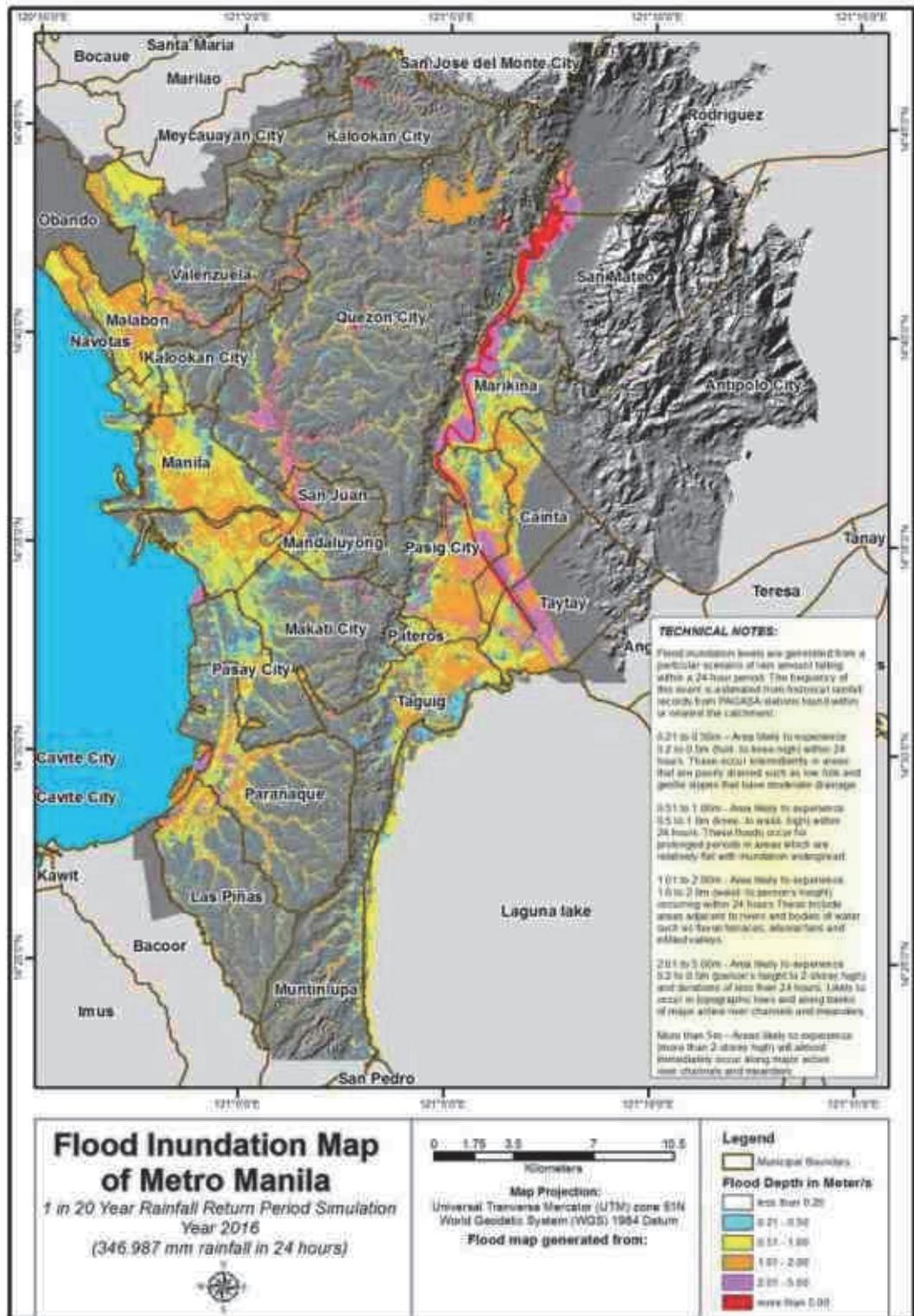


図 5-18 マニラ首都圏洪水浸水マップ(降雨再現期間 20 年)

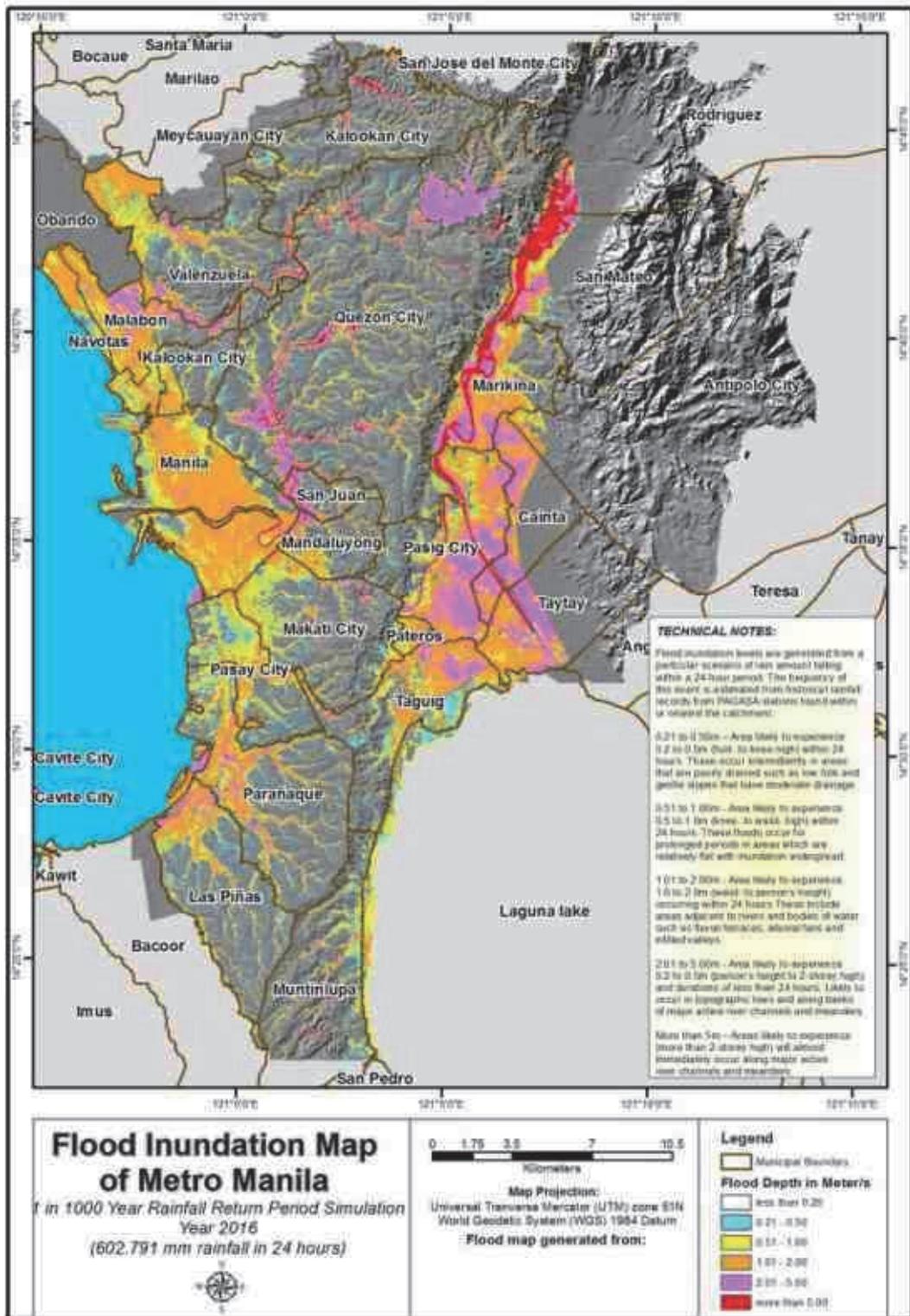


図 5-19 マニラ首都圏洪水浸水マップ(降雨再現期間 1000 年)

## b. マニラ首都圏のゾーニング

収集したデータを利用してマニラ首都圏を自然災害の危険度に応じてゾーニングした。

### b.1 地震

マニラ首都圏近郊で確認されている活断層はマリキナ断層であり、その他の震源としてはマニラ湾沖に位置しているマニラ海溝の地震である。既存の JICA の調査(2004,フィリピン国マニラ首都圏地震防災対策計画調査)では10年に1度程度の間隔で被害を発生させる地震が発生しているものの、上述のマリキナ断層による被害ではなく、あらかじめ震源を特定できないタイプの地震による被害が発生している。そこで地盤特性に着目して地震動に対する危険度をゾーニングすることにした。

基盤面から地表面への地震の増幅特性を決定する表層地盤の VS30<sup>37</sup>を確認すると、マニラ首都圏の中央を南北方向に VS30 の値が大きい地域が帯状に伸びている。この地域は標高が高く、河川および海進・海退に起因する軟弱層の堆積がほぼないため、VS30 の値が大きくなっている。一般に地震動は軟弱な地盤で増幅されるため、このような VS30 が大きい地域では表層地盤による地震の増幅が比較的小さいものと考えられる。

一方で、マニラ湾周辺やバイ湖北部の低平地では軟弱な地盤が厚く堆積しており、VS30 の値が小さい。このような VS30 が小さい土地では地震動が表層地盤で増幅し、揺れによる被害が大きくなる可能性が高い。

地盤の液状化は緩い砂質地盤で生じる可能性がある現象である。緩い砂質地盤は河川が氾濫し易い低平地に分布している可能性が高いため、低平地は液状化の危険性が高い地域と考えられる。PHIVOLCS から収集したハザードマップにおいても、VS30 が小さい低平地、および埋立地で液状化危険度が高い地域であることが確認できる。

地滑りの危険地帯はマリキナ断層の西側に南北方向に点在している。

---

<sup>37</sup> Vs30 とは、表層地盤（地表からおよそ 30m 程度の深さまで）の平均 S 波速度を指す。軟弱地盤ほど値が小さくなる。

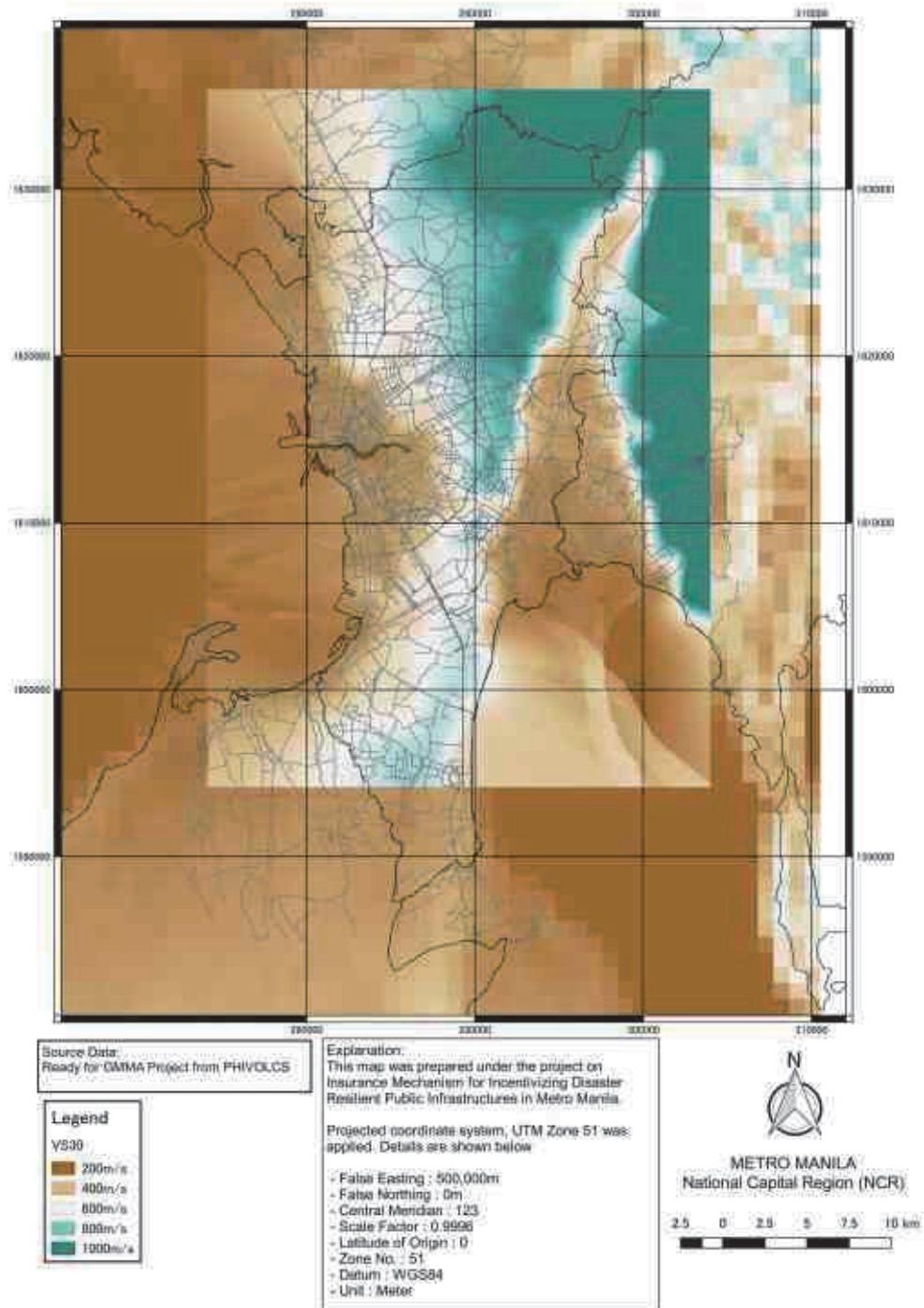


図 5-20 Vs30:地表から深さ 30m までの平均 S 波速度

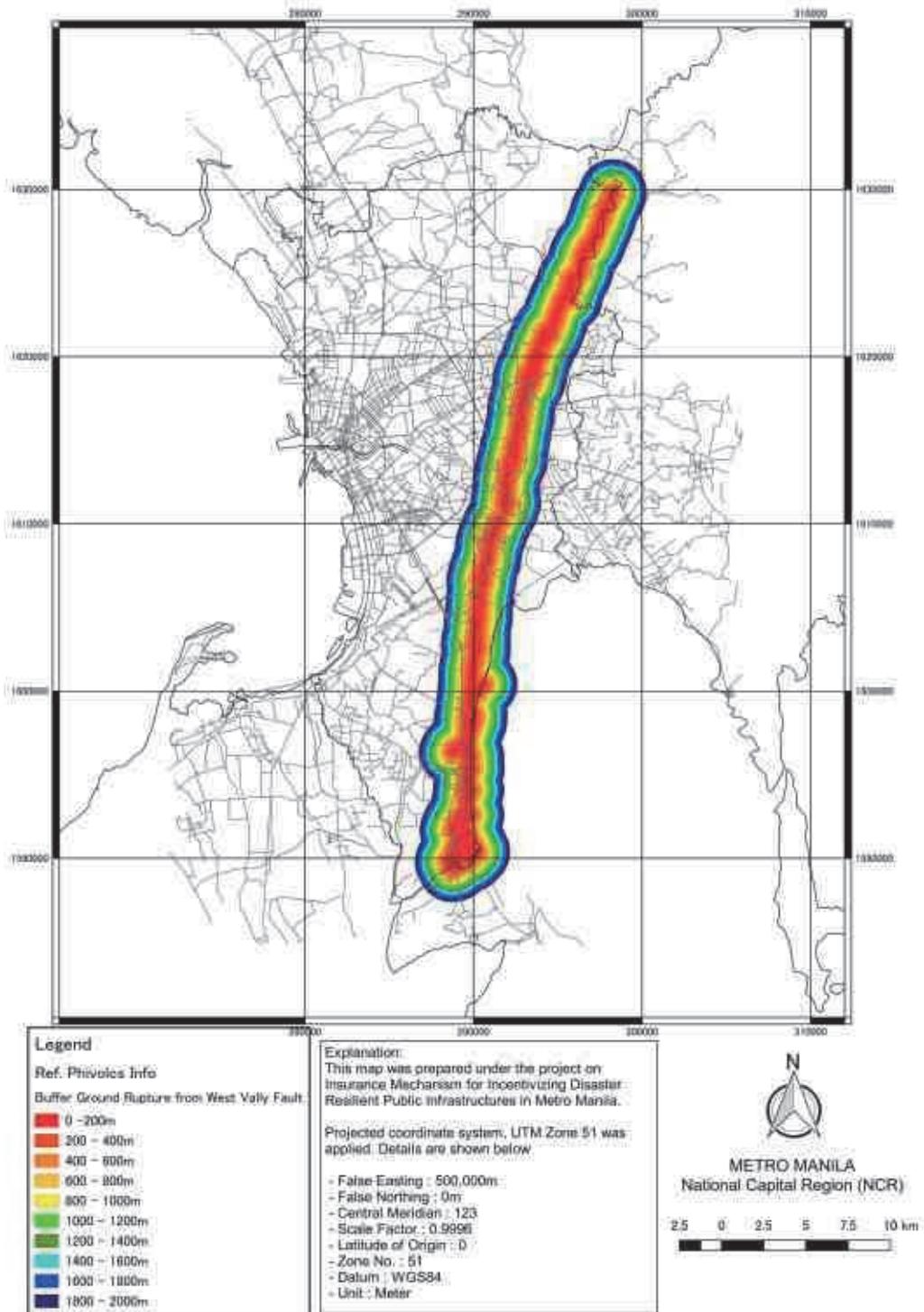


図 5-21 West Valley Fault からの距離分布

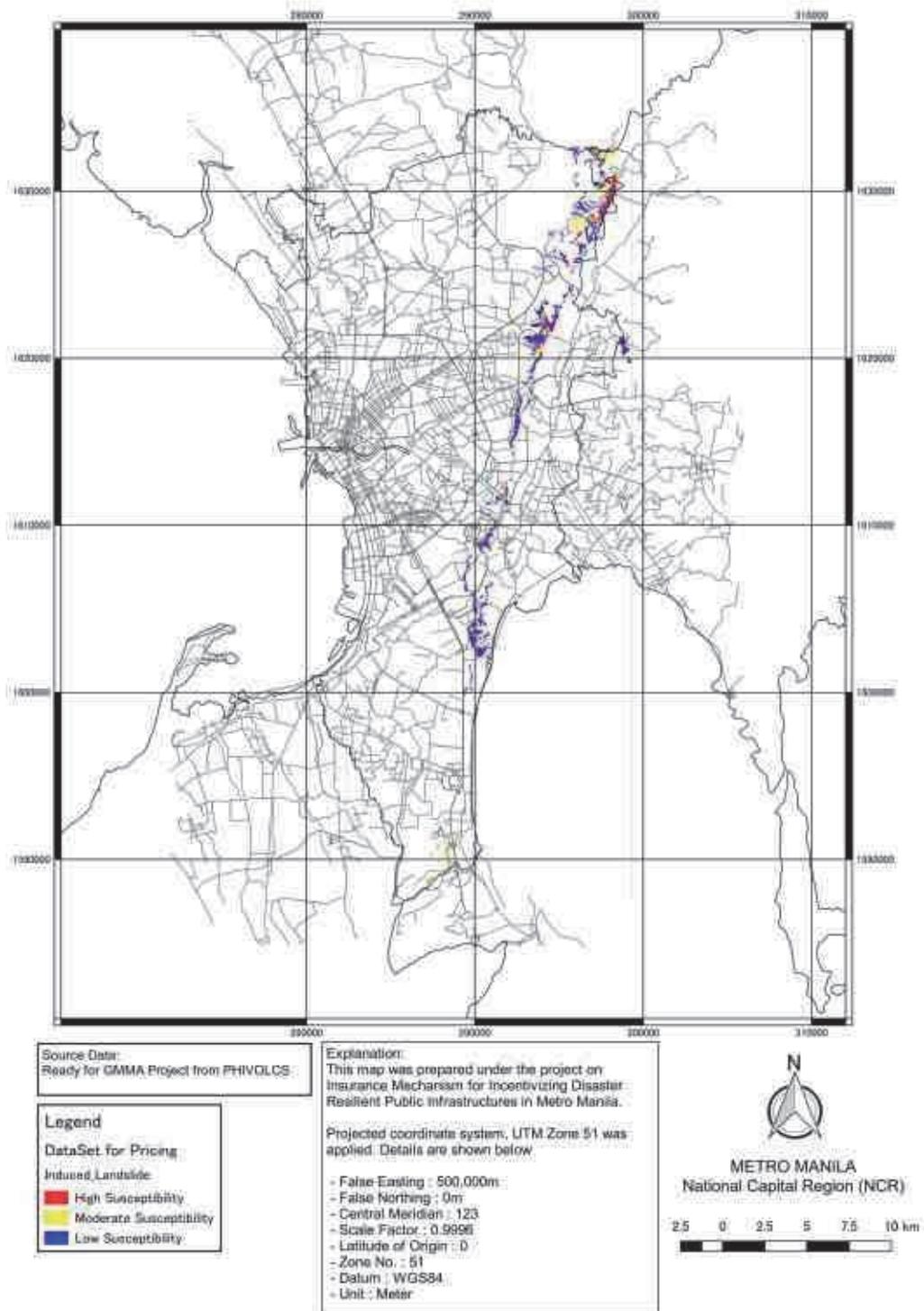


図 5-22 地震による地滑り危険地域

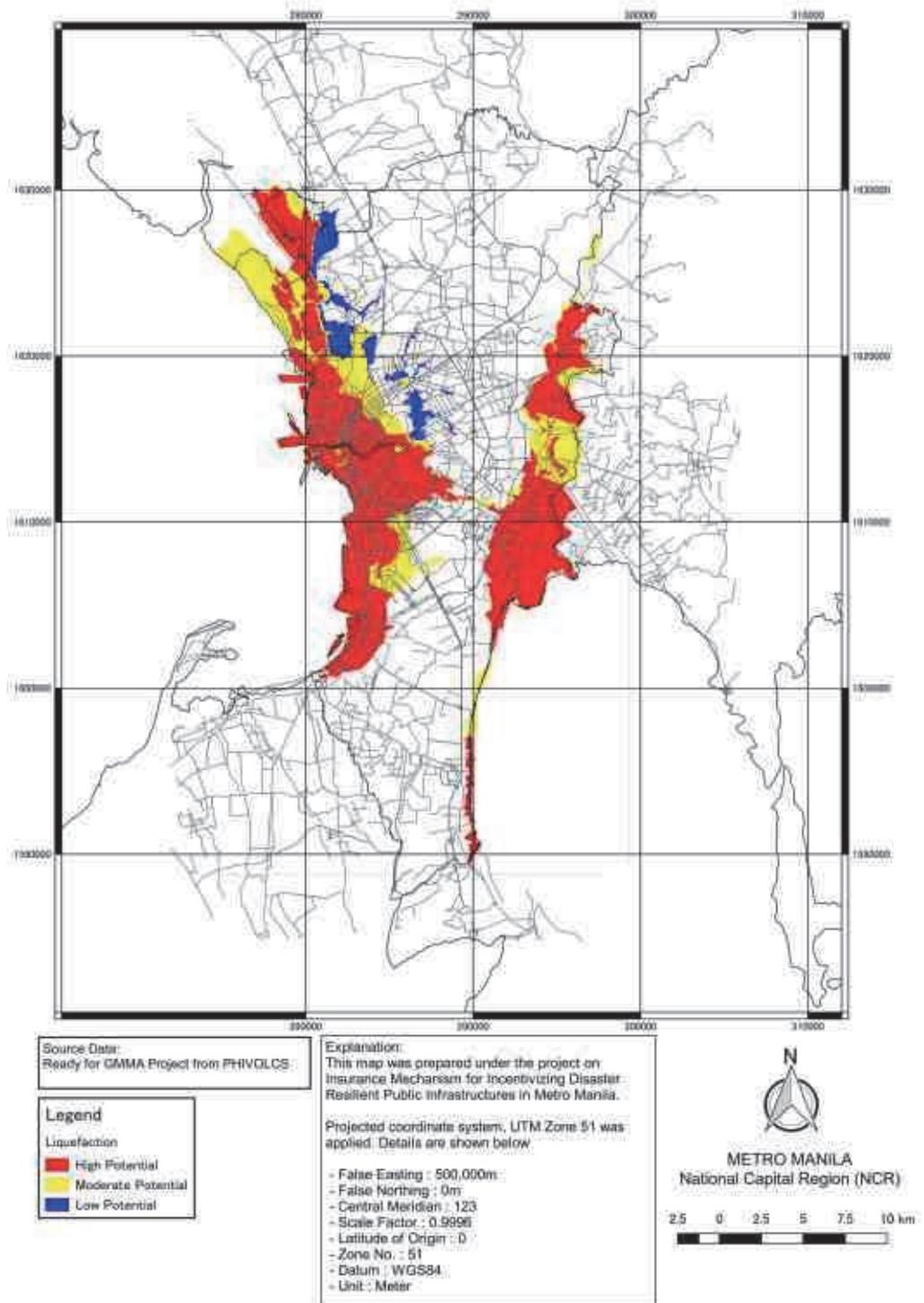


图 5-23 液状化危険地域

## b.2 風災

風災については土地の利用状況に応じて風の強さが異なるため、土地利用状況に応じたゾーニングが可能となる。しかし、マニラ首都圏はほぼ全域において高密度に都市利用された地区として整理されており、自然災害強度に関連する土地利用という観点からは地区ごとに大きな違いは見られない。なお、後述するリスクベース保険料率算定ツールでは AIR 社から購入した風速を、下図の土地利用に応じて風速に変換してリスク量の分析を行っている。

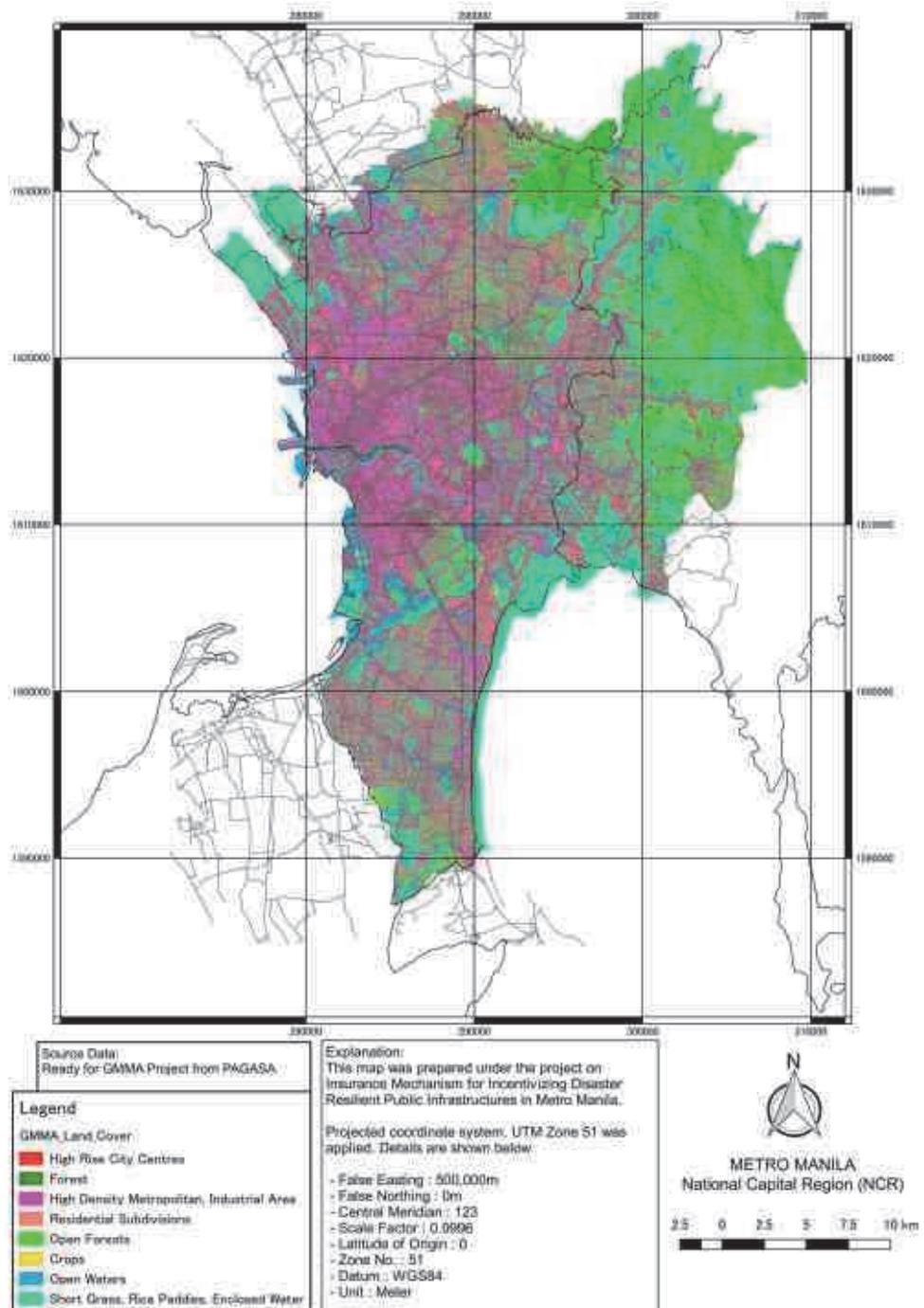


図 5-24 土地利用

### b.3 水災

前述のとおり、マニラ首都圏ではマニラ湾沿岸およびバイ湖北部に低平地が広がっている。マニラ湾沿岸は津波や高潮の来襲が想定されていることから、これら低平地では海に起因する水災リスクが高い。特に沿岸北部のゼロメートル地帯(海面下の地盤高)のリスクが高い。この地域は海岸堤防などの対策が進行中のため将来的には高潮や津波のリスクが低減していくことが見込まれている。

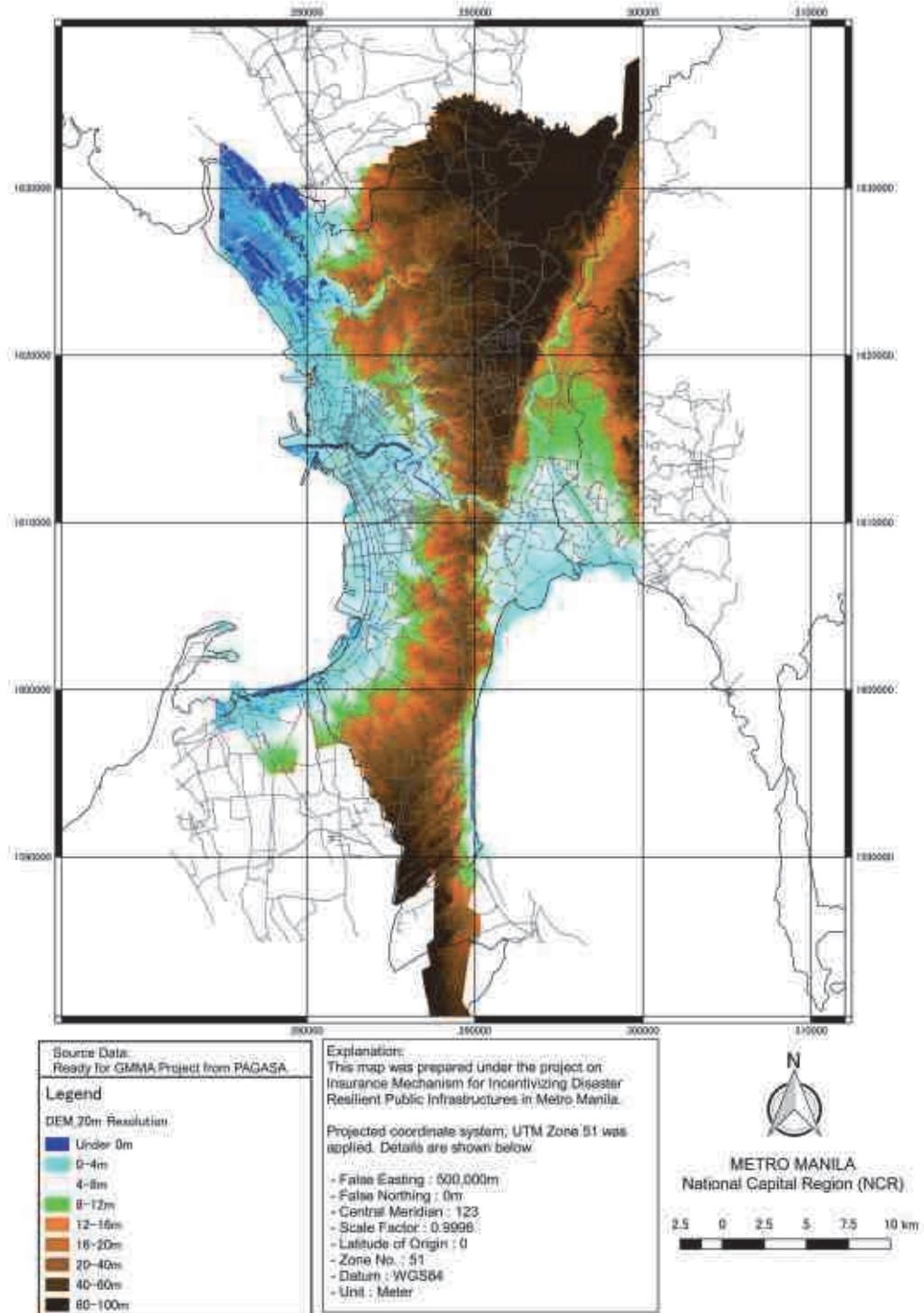


図 5-25 標高分布

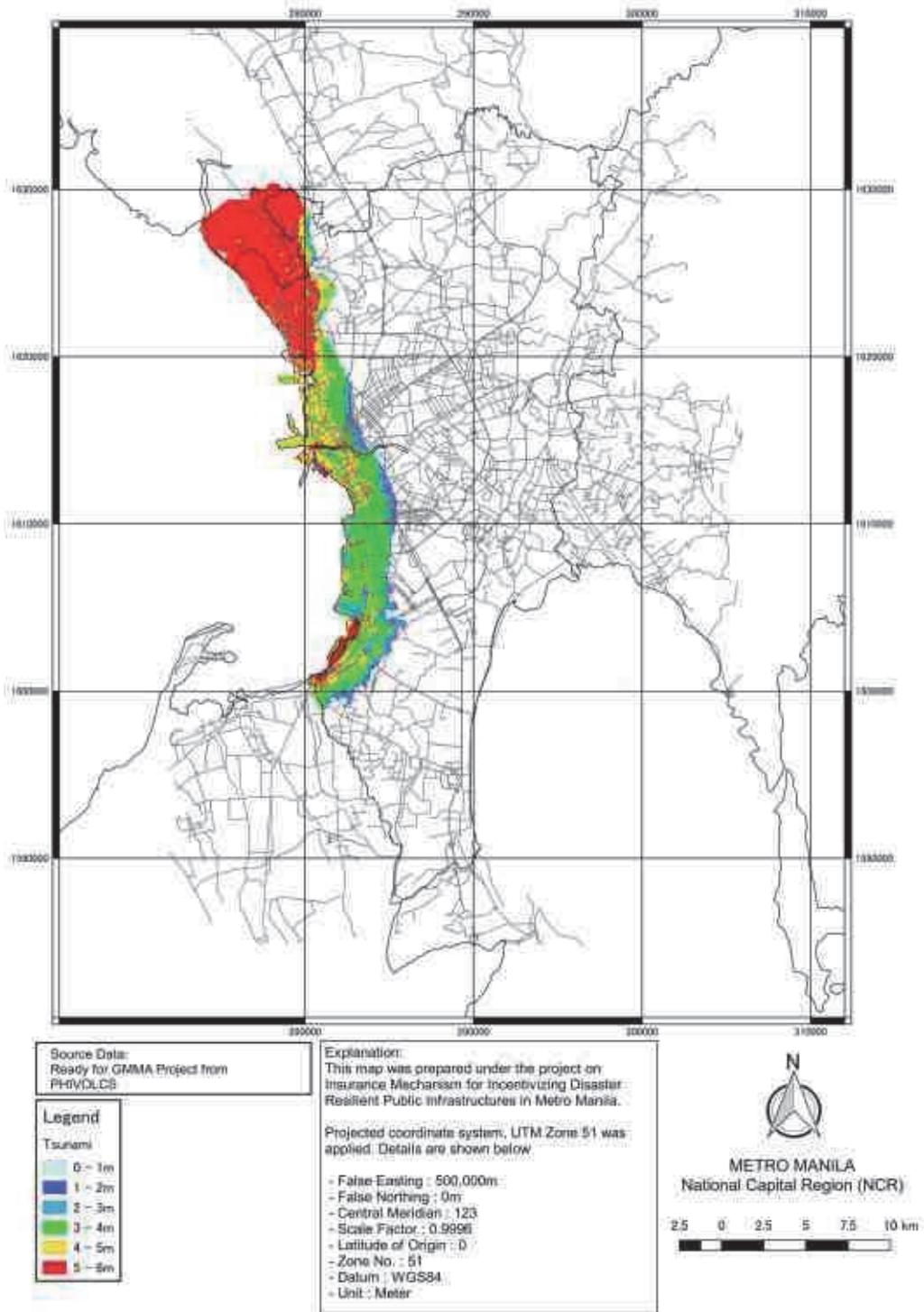


图 5-26 津波浸水予測範囲

マニラ首都圏の内陸部はマリキナ川だけでなく、小河川も入り組んでおり、小河川からの越水による洪水リスクも高い。フィリピン大学が実施した台風オンドイ時の洪水シミュレーション結果でも、小河川の周辺とマニラ首都圏東西に分布する標高 4m 以下の低平地で洪水が発生していることが確認できる。洪水シミュレーションの結果は前述の通りである。

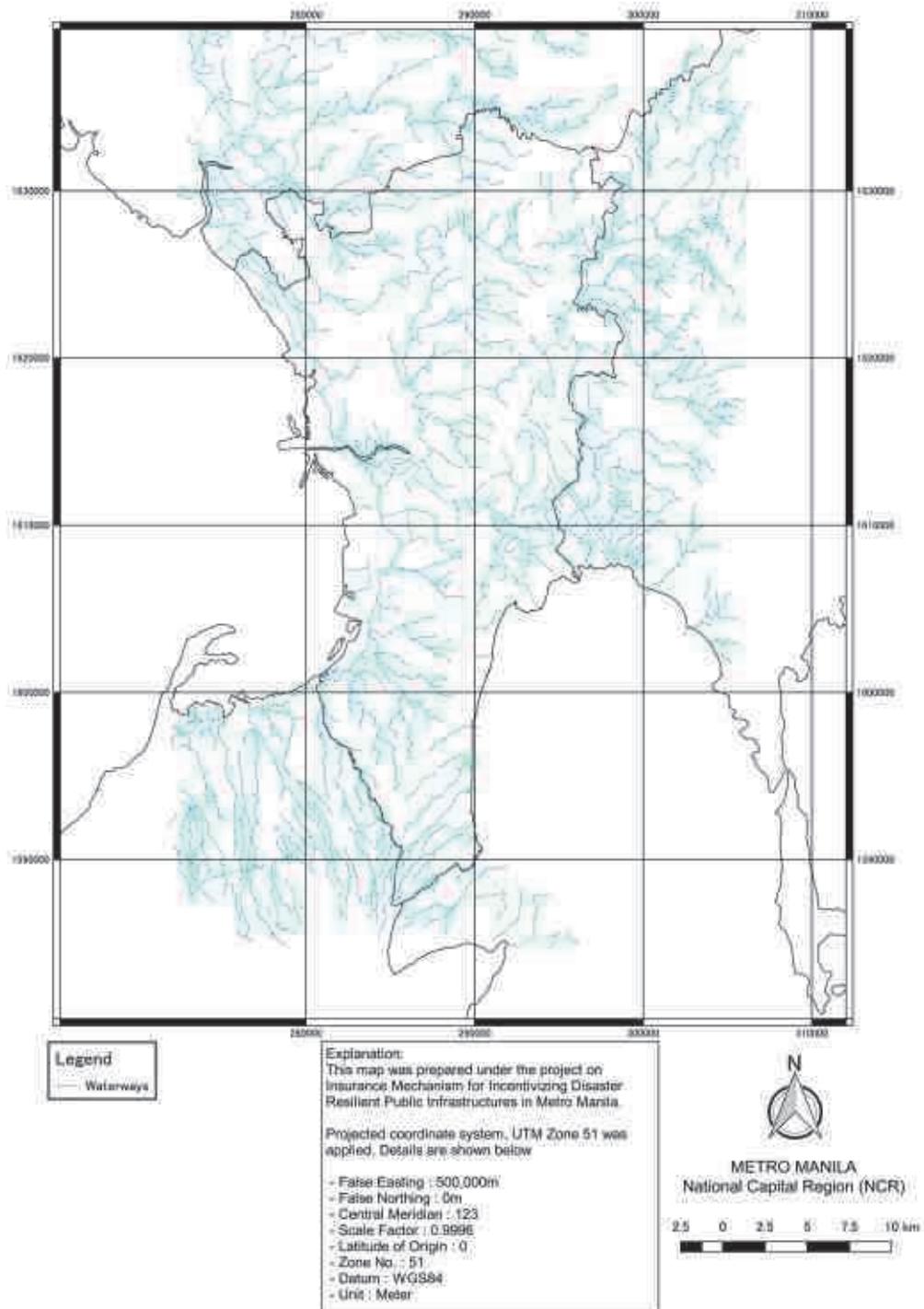


図 5-27 河川の分布状況

#### b.4 ゾーニングの結果

以上の整理からマニラ首都圏はマニラ湾沿岸の低平地ゾーン、マニラ首都圏を南北方向に分布する標高の高いゾーン、バイ湖北部の低平地ゾーンに分類することができる。各々の特徴を以下の表に再整理した。また、前述した AIR 社のハザードデータは、以下のゾーンごとの特性を配慮しながら、マニラ首都圏を包含するように購入することで、いずれの地点でもハザードが評価できるようにした。

表 5-4 マニラ首都圏における各ゾーンの特徴

	マニラ湾沿岸の低平地ゾーン	マニラ首都圏を南北方向に分布する標高の高いゾーン	バイ湖北部の低平地ゾーン
地震	地盤が軟らかく、地震動が増幅する地域である。液状化のリスクも高い	地盤が固く、地震動があまり増幅しない地域である。地盤が固いため液状化のリスクも低い	地盤が軟らかく、地震動が増幅する地域である。液状化のリスクも高い。地震時にマリキナ断層西側の地域で地滑りが発生する恐れがある。
風災	土地利用に大きな差はなく、風による損害に地域的な差は大きく出ない。		
水災	標高が低く洪水のリスクが高い。さらにマニラ湾に面しているため、津波や高潮によるリスクもある。とくに沿岸北部の標高は0m以下となっており、現在進行中の海岸堤防事業が完成するまではリスクの高い状態が続く。	小河川が入り組んでおり、小河川周辺では水災リスクがある。ただし、全体的には標高が高く、広範囲に浸水することは考えにくい。標高も4m以上あり、津波や高潮の想定最大イベントが発生しても浸水リスクは低い。	標高が低く、洪水のリスクが高い。ただし、マニラ湾からは大きく離れており、津波や高潮によるリスクはない。

#### 5.2.2 脆弱性カーブ

業務指示書では脆弱性カーブを作成するに当たり、GSIS の保険金支払いデータを収集し、グルーピングした上で曲線を構築することになっていた。本調査において GSIS へヒアリングを行った結果、GSIS ではマニラ首都圏で発生した自然災害に対する保険金支払いを行った実績が乏しい事が確認された。したがって、保険金支払いデータを収集してその特性から脆弱性のグルーピングを行い、統計的に脆弱性カーブを作成することは困難であった。

メトロマニラ地域内の主要構造物については、AusAID（豪州国際開発庁）支援のプロジェクト（大マニラ首都圏リスク分析プロジェクト、以下 GMMA RAP）にてフィリピン大学を中心とした研究機関により脆弱性カーブが開発されている。同プロジェクトの成果は” Development of Vulnerability Survey of Key Building Type in the Greater Metro Manila Area Philippines, 2014” として報告書にとりまとめられている（同報告書の和訳を Annex G として収録した）。そこで、既にフィリピン大学が実施している研究成果から脆弱性カーブを収集・整理して本業務で構築したツールに格納した。

#### a. 脆弱性カーブのグルーピング

脆弱性のグルーピングについては既にフィリピン大学の成果で実施されており、構造種別、建築年代、階高に応じた分類がされている。これは一般的に損害保険の料率を算定する際のグルーピングと整合している。

GMMA RAP では、まずメトロマニラ地域内の建物を次頁の表のように類型化している。ただし、これらは一般的な建物(ビルなど)に限定されており、鉄道、空港、港湾などの特殊構造物については検討がなされていない。そこで、本業務で検討対象としている MRT3、NAIAT3 については別途米国の検討成果を利用することとしている。詳細は後述する。

フィリピン大学が脆弱性カーブを作成する場合には、3つの方法でアプローチしている。具体的にはコンピュータシミュレーションを利用した方法(計算による手法)、これまでの災害記録を利用した統計的な方法(経験的手法)、有識者へのヒアリングに基づく方法(思考的手法)が利用されている。最後に、これら3手法で開発した脆弱性カーブからひとつを選ぶことで GMMA RAP として推奨する脆弱性カーブを提案している。なお、いずれの脆弱性カーブも今後、実際の被害データを蓄積した上で継続的に更新することの重要性が明記されている。

表 5-5 構造種別の分類一覧

Material	Type	Sub-Type	Description	Year of Construction			
				Pre-1972	1972-1992	Post-1992	
Wood	W1*	W1-L	Wood Frame with Area ≤ 500 sq. m (1-2 storeys)		✓		
	W2*	W2-L	Wood Frame with Area > 500 sq. m (1-2 storeys)		✓		
	W3	W3-L	Bamboo (1-2 storeys)		✓		
	N	N-L	Makeshift (1-2 storeys)		✓		
Masonry	CHB	CHB-L	Concrete Hollow Blocks (1-2 storeys)		✓		
	URA	URA-L	Adobe (1-2 storeys)		✓		
	URM*	URM-L	Brick (1-2 storeys)		✓		
	RM1*	RM1-L	Flexible Diaphragm (1-2 storeys)		✓		
	RM2*	RM2-L	Rigid Diaphragm (1-2 storeys)		✓		
		RM2-M	Rigid Diaphragm (3-7 storeys)		✓		
	MWS	MWS-L	Half-Masonry/Half-Wood/Metal (1-2 storeys)		✓		
Concrete	CWS	CWS-L	Half-RC Frame/Half-Wood/Metal (1-2 storeys)		✓		
	C1*	C1-L	Moment Frame (1-2 storeys)		✓		
		C1-M	Moment Frame (3-7 storeys)	✓	✓	✓	
		C1-H	Moment Frame (8-15 storeys)	✓	✓	✓	
	C2*	C2-L	Shear Walls (1-2 storeys)		✓		
		C2-M	Shear Walls (3-7 storeys)	✓	✓	✓	
		C2-H	Shear Walls (8-15 storeys)	✓	✓	✓	
	C4	C4-M	Shear Walls and Frames (3-7 storeys)	✓	✓	✓	
		C4-H	Shear Walls and Frames (8-15 storeys)	✓	✓	✓	
		C4-V	Shear Walls and Frames (16-25 storeys)		✓	✓	
		C4-E	Shear Walls and Frames (26-35 storeys)		✓	✓	
		C4-S	Shear Walls and Frames (36+ storeys)		✓	✓	
	PC1*	PC1-L	Precast Tilt-up (1-2 storeys)	✓	✓	✓	
	PC2*	PC2-L	Precast Frame (1-2 storeys)	✓	✓	✓	
		PC2-M	Precast Frame (3-7 storeys)	✓	✓	✓	
	Steel	S1*	S1-L	Moment Frame (1-2 storeys)	✓	✓	✓
			S1-M	Moment Frame (3-7 storeys)	✓	✓	✓
S1-H			Moment Frame (8-15 storeys)	✓	✓	✓	
S2*		S2-L	Braced Frame (1-2 storeys)	✓	✓	✓	
		S2-M	Braced Frame (3-7 storeys)	✓	✓	✓	
		S2-H	Braced Frame (8-15 storeys)	✓	✓	✓	
		S2-V	Braced Frame (16-25 storeys)	✓	✓	✓	
		S2-E	Braced Frame (26-35 storeys)	✓	✓	✓	
		S2-S	Braced Frame (36+ storeys)	✓	✓	✓	
S3*		S3-L	Light Metal (1-2 storeys)		✓		
S4*		S4-L	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall (1-2 storeys)			✓	
		S4-M	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall (3-7 storeys)			✓	
		S4-H	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall (8-15 storeys)			✓	
	S4-V	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall (16-25 storeys)			✓		
	S4-E	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall (26-35 storeys)			✓		
	S4-S	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall (36+ storeys)			✓		

\* - very similar to a HAZUS-MH Model Building Type with the same label (e.g. W1)

出典： フィリピン大学ディリマン校工学研究所(2014)

## a.1 強風

強風に対する脆弱性カーブの開発アプローチは以下のとおりであり、ほとんどの構造種別でコンピュータシミュレーションによる手法が採用されている。シミュレーションによる手法では、数値流体力学の理論をもとに、強風下の建物の挙動を分析して損傷率を評価している。耐力の評価は部材ごとに耐力の限界値を設定してシミュレーションによって得られた風速と耐力の比較から損傷度合いを設定している。

表 5-6 強風に対する脆弱性カーブの開発手法

構造種別	タイプ	サブタイプ	推奨カーブの開発手法			備考
			計算による手法	経験的手法	思考的手法	
木造	W1	W1-L	○	○		計算による手法（低被害率部分）と経験的手法（高被害率部分）を組み合わせる。
	W3	W3-L			○	
	N	N-L	○			計算による手法を元に微調整。
石積み工	MWS	MWS-L-W	○			
		MWS-L-S	○			
	CHB	CHB-L-W	○			
		CHB-L-S	○			
鉄筋コンクリート	CWS	CWS-L-W	○			
		CWS-L-S	○			
	C1	C1-L-W	○			
		C1-L-S	○			
		C1-M	○			
鋼構造	S1	S1-L	○			
		S1-M	○			
	S3	S3-L	○			

表 5-7 部材ごとの耐力限界(例)

Material	Threshold values (Pa)	Reference
Roof nail	1200	Lee and Rosowsky, 2005
Roof screw	4300	Baskaran, Ko and Molleti, 2009
Glass windows	3332	Cope, 2004

## a.2 洪水

洪水に対する脆弱性カーブの開発には試算に対する被害額を積上げる手法と思考的手法が用いられ、木造については思考的手法が、その他の構造種別については積上げによる手法が推奨されている。計算による手法では、浸水深ごとに被害を受けた部材の復旧費（清掃費、修理費、取替え費用など）を見積りその合計と建物再調達価額の比率を被害率としている。

なお、GMMA RAPにおいては洪水による構造被害は想定しておらず、被害は電気設備、仕上げ（床、壁面）、建具（窓、ドアなど）、固定備品（戸棚など）、動産（家具、備品）などの水没・流失に伴うものとされている。

表 5-8 洪水に対する脆弱性カーブの開発手法

構造種別	タイプ	サブタイプ	推奨カーブの開発手法		備考
			積上げ手法	思考的手法	
木造	W1	W1-L-1		○	
		W1-L-2		○	
	W3	W3-L		○	
	N	N-L-1		○	
		N-L-2		○	
石積み工	MWS	MWS-L	○		
	CHB	CHB-L-1	○		
		CHB-L-2	○		
鉄筋コンクリート	CWS	CWS-L	○		
	C1	C1-L-1	○		
		C1-L-2	○		
		C1-M	○		
鋼構造	S1	S1-L-1	○		
		S1-L-2	○		
		S1-M	○		

### a.3 地震

地震に対する脆弱性カーブの開発は下表のとおりである。コンピュータシミュレーションによる手法では、建物タイプごとに建物構造をモデル化し地震時の建物被害を評価している。

表 5-9 地震に対する脆弱性カーブの開発手法

構造種別	タイプ	サブタイプ	推奨カーブの開発手法			備考
			計算による手法	経験的手法	思考的手法	
木造	W1	W1-L			○	
	W3	W3-L			○	
	N	N-L			○	
石積み工	MWS	MWS-L		○		
	CHB	CHB-L		○		
	URA	URA-L		○		
	URM	URM-L			○	
鉄筋コンクリート	CWS	CWS-L	○			
	C1	C1-L	○			
		C1-M	○			
	C4	C4-M			○	
		C4-H			○	
	PC2	PC2-L			○	
		PC2-M			○	
鋼構造	S1	S1-L			○	
		S1-M	○			
	S3	S3-L			○	
	S4	S4-M			○	

## b. 保険料率算定ツールに使用した公立学校の脆弱性カーブ

本調査では、学校施設に対する脆弱性カーブは GMMA RAP で構築されたカーブを有効活用することにした。入手した資料は、”Development of Vulnerability Survey of Key Building Type in the Greater Metro Manila Area Philippines, 2014”である。フィリピン大学が構築している脆弱性カーブは地震、台風、洪水を対象としている。以下に入手した脆弱性カーブを示す。

マニラの公立学校は鉄筋コンクリート造であることを確認しており、下表に基づき利用するカーブは C1-L(鉄筋コンクリート造：1-2 階)、C1-M(鉄筋コンクリート造：3-7 階)が基本となる。

表 5-10 構造種別の分類一覧

Material	Type	Sub-Type	Description	Year of Construction		
				Pre-1972	1972-1992	Post-1992
Concrete	CWS	CWS-L	Half-RC Frame/Half-Wood/Metal (1-2 storeys)		✓	
	C1*	C1-L	Moment Frame (1-2 storeys)		✓	
		C1-M	Moment Frame (3-7 storeys)	✓	✓	✓
		C1-H	Moment Frame (8-15 storeys)	✓	✓	✓
	C2*	C2-L	Shear Walls (1-2 storeys)		✓	
		C2-M	Shear Walls (3-7 storeys)	✓	✓	✓
		C2-H	Shear Walls (8-15 storeys)	✓	✓	✓
		C2-V	Shear Walls (16-25 storeys)		✓	✓
		C2-E	Shear Walls (26-35 storeys)		✓	✓
		C2-S	Shear Walls (36+ storeys)		✓	✓
	C4	C4-M	Shear Walls and Frames (3-7 storeys)	✓	✓	✓
		C4-H	Shear Walls and Frames (8-15 storeys)	✓	✓	✓
	PC1*	PC1-L	Precast Tilt-up (1-2 storeys)	✓	✓	✓
	PC2*	PC2-L	Precast Frame (1-2 storeys)	✓	✓	✓
		PC2-M	Precast Frame (3-7 storeys)	✓	✓	✓

出典：フィリピン大学ディリマン校工学研究所(2014)

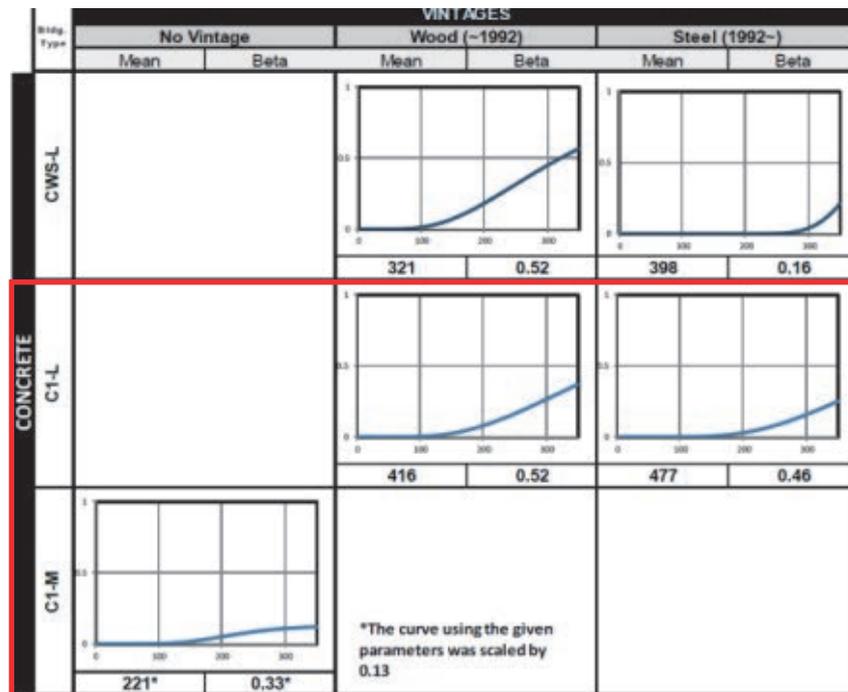
### b.1 強風

台風についても脆弱性カーブは対数正規分布で作成されており、各々のパラメータは下表に示す通りである。地震同様にフィリピン大学は3通りのアプローチで脆弱性曲線を構築している。GMMA RAP のレポートによると3通りのアプローチの脆弱性カーブは大きな違いを見せるものもある。その理由は経験的な脆弱性カーブでは推定における誤差があり、シミュレーションによる脆弱性カーブではシミュレーションで設定された仮定による累積誤差、過去の損害ベースの曲線に置いては収集された損害データの偏りなどが挙げられている。その上で、利用が推奨される曲線の選択は研究者のエキスパートジャッジによると整理されている。GSIS がマニラで引き受けている学校施設の大半はコンクリート構造物であるため、コンクリート構造物のカーブに対する推奨を確認した。その結果、コンピュータシミュレーションによる脆弱性カーブが推奨されている。その理由として、シミュレーション以外の曲線は高風速時の損傷率が過大評価するためだと記載されている。GMMA RAP の記載だけでなく、フィリピン大学 Jaime Y. Hernandez, Jr. 准教授にヒアリングを行ったところ、マニラの公立学校に対して適用すべき脆弱性カー

ブはコンピュータシミュレーションで構築したカーブとのコメントを得た。そこで、リスクベース保険料率算定のためのツールには GMMA RAP のレポートに記載されている C1-L、C1-M を利用することを推奨する。

表 5-11 台風の脆弱性カーブパラメータ

Bldg Type	No Vintage		Wood (~1992)		Steel (1992~)	
	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta
W1-L	176 <sup>†</sup>	0.09 <sup>†</sup>				
W3-L						
N-L	136	0.2				
MWS-L			321	0.52	398	0.16
CHB-L			456	0.59	469	0.44
CWS-L			321	0.52	398	0.16
C1-L			416	0.52	477	0.46
C1-M	221 <sup>†</sup>	0.33 <sup>†</sup>				
S1-L	379	0.61				
S1-M	180 <sup>†</sup>	0.24 <sup>†</sup>				
S3-L	387	0.37				
BB	381	0.27				
PT	369	0.15				



Mean, Beta: 対数正規分布で脆弱性カーブを構築する際のパラメータ  
 出典: フィリピン大学ディリマン校工学研究所(2014)

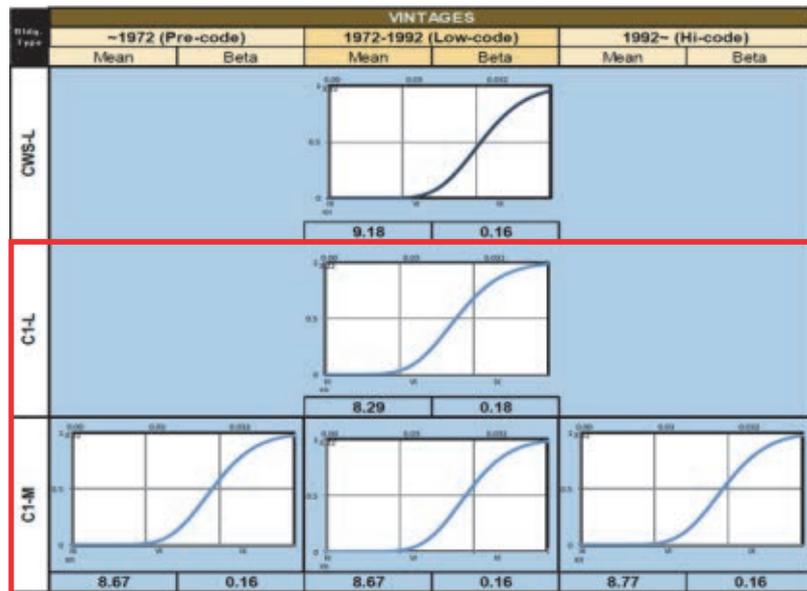
図 5-28 台風の脆弱性カーブ

## b.2 地震

脆弱性カーブは対数正規分布で作成されており、各々のパラメータは下表に示す通りである。先述の通り、フィリピン大学は3通りのアプローチで脆弱性曲線を構築している。ただし、低層、中層のコンクリート構造物に対してすべてのアプローチで曲線を用意できているわけではなく、利用できるのはコンピュータシミュレーションに基づく曲線だけであった。したがって、リスクベース保険料率算定のためのツールでは Computational VC Parameters in MMI に記載されている C1-L、C1-M を利用することを推奨する。

表 5-12 地震の脆弱性カーブパラメータ

Bldg Material	Bldg. Type	COMPUTATIONAL VC Parameters in MMI						HEURISTIC VC Parameters in MMI						EMPIRICAL VC Parameters	
		Pre-code (~1972)		Low-code (1972-1992)		Hi-code (1992~)		Pre-code (~1972)		Low-code (1972-1992)		Hi-code (1992~)		Parameters	
		Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta
Wood	W1-L			-					8.15	0.25			6.92	0.13	
	W3-L			-					8.11	0.24			-	-	
	N-L			-					7.62	0.29			-	-	
Masonry	MWS-L			-					7.74	0.26			7.09	0.21	
	CHB-L			-					7.74	0.26			7.09	0.21	
	URAL-L			-					-	-			7.56	0.26	
Concrete	URM-L			-					7.72	0.25			-	-	
	CWS-L			9.18	0.16				7.75	0.25			-	-	
	C1-L			8.29	0.18				8.40	0.22			-	-	
Concrete	C1-M	8.67	0.16	8.67	0.16	8.77	0.16	-	-	8.33	0.23	-	-		
	C4-M	9.86	0.13	9.89	0.13	9.91	0.13	8.03	0.26	8.43	0.24	8.89	0.23	-	-
	C4-H	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.88	0.25	8.36	0.23	8.64	0.21	-	-
	PC2-L	-	-	-	-	-	-	-	-	8.72	0.21	8.72	0.21	-	-
	PC2-M	-	-	-	-	-	-	-	-	8.22	0.25	8.22	0.25	-	-
Steel	S1-L	9.32	0.11	9.54	0.11	9.23	0.14	8.28	0.23	8.36	0.23	8.83	0.19	-	-
	S1-M	9.26	0.13	9.40	0.13	9.44	0.12	8.15	0.23	8.52	0.22	8.75	0.20	-	-
	S3-L	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	0.16	9.00	0.16	-	-
	S4-M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.90	0.17	-	-



出典：フィリピン大学ディリマン校工学研究所(2014)

図 5-29 地震の脆弱性カーブ

### b.3 洪水・津波・高潮

”Development of Vulnerability Survey of Key Building Type in the Greater Metro Manila Area Philippines, 2014” では洪水に対する脆弱性カーブも構築している。カーブ作成を担当した Richmark N. Macuha 准教授にヒアリングしたところ、2009 年台風オンドイの際の洪水であってもコンクリート建造物の躯体が損傷した事例はなく、損傷を仮定しているのは躯体以外の仕上げ材や電気設備といった内容物であった。さらに既存のカーブは一般家庭を想定したカーブとなっており、ベッドや台所用具など学校にはないような財物の被害も含んでいた。

そこで本業務では、フィリピン大学に依頼し、マニラ首都圏の公立学校を想定した脆弱性カーブを再構築してもらうこととした。公立学校については DPWH の資料を参考に 1~4 階の一般的な学校を想定してカーブを作成してもらうこととした。カーブの作成に当たっては、学校の仕上げ材や電気施設の実態を把握するため、下表に示す学校に対して現地調査を実施してもらった。現地調査時の状況を次頁写真に示し、調査の結果から損傷を受けると考えられる項目を下表に示す。想定される損害は、床面、壁面などの清掃、シーリング・黒板・窓等の取替え、電気設備の修理である。



図 5-30 学校モデル

表 5-13 現地調査を実施した学校リスト

Name of School	Location
Balara Elementary School	H. Ventura St., Brgy. Pansol, Quezon City
Balara High School	H. Ventura St., Brgy. Pansol, Quezon City
Concepcion Integrated School	J.P. Rizal, Concepcion Uno, Marikina City
Ernesto Rondon High School	Road 3, Project 6, Quezon City
H. Bautista Elementary School	J.P. Rizal, Concepcion Uno, Marikina City
Mines Elementary School	Brgy. Vasra, Quezon City
Project 6 Elementary School	Road 7, Project 6, Quezon City



写真 学校の現地調査状況

表 5-14 浸水によって損害が発生する設備

Attribute	Damage Response	Attribute	Damage Response
Floor	Clean	Electrical Outlets	Replace
Interior Wall	Clean (d=0.1) / Repaint (d≥0.5)	Electrical Switch	Replace
Exterior Wall	Clean (d=0.1) / Repaint (d≥0.5)	Other Electrical Fixtures	Replace
Door	Clean (d=0.1) / Repair (d=0.5) / Replace (d≥1)	Lighting Fixtures	Replace
Window	Clean and Repair	Fire Alarm System	Repair
Blackboard	Replace	Septic Tank	Maintenance
Ceiling	Replace (Wood) / Clean& Repaint (Concrete)	Roof	Clean

フィリピン大学が既に作成している脆弱性カーブでは被害が発生すると想定される設備ごとに作成当時の再調達価額を調査して、浸水深ごとに被害額を算定していた(下表)。

表 5-15 浸水レベルに応じた損害額の算定例

Inundation Depth (m)	Component with Damage	Damage Response	Unit	Quantity	Unit Cost	Damage Cost
0.0	None	None	N/A	N/A		-
0.1	Floor	Clean	sq.M	565	32.83	18,550.08
	Interior Wall	Clean	sq.M	25.71	42.68	1,097.34
	Exterior Wall	Clean	sq.M	50.785	42.68	2,167.59
	Door	Clean	sets	18	79.38	1,428.84
	Subtotal					-
0.5	Floor	Clean	sq.M	565	32.83	18,550.08
	Interior Wall	Repaint	sq.M	822.72	362.88	298,548.63
	Exterior Wall	Repaint	sq.M	464.32	362.88	168,492.44
	Door	Repair	sets	18	648.00	11,664.00
	Electrical Outlet	Replace	lot	1	17,551.99	17,551.99
	Septic Tank	Maintenance	lot	1	10,800.00	10,800.00
Subtotal					-	525,607.14
1.0	Floor	Clean	sq.M	565	32.83	18,550.08
	Interior Wall	Repaint	sq.M	822.72	362.88	298,548.63
	Exterior Wall	Repaint	sq.M	464.32	362.88	168,492.44
	Door	Replace	lot	1	610,829.10	610,829.10
	Electrical Outlet	Replace	lot	1	17,551.99	17,551.99
	Blackboard	Replace	sets	6	10,461.15	62,766.90

そこで本業務では、DPWH の資料を基に設定した公立学校の再調達価額(下表)を利用して、浸水深に応じた損傷率の整理をフィリピン大学に依頼した。

表 5-16 公立学校の再調達価額

PROJECT: 12-CLASSROOM TWO-STOREY BUILDING  
SUBJECT: BILL OF QUANTITIES  
DATE: AUGUST 13, 2016

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	UNIT COST	TOTAL
A.	TWELVE CLASSROOMS				
I.	Mobilization/ Demobilization	lot	1.00	81,270.0	81,270.00
Subtotal					81,270.00
II.	Temporary Facilities and Billboard	lot	1.00	103,950.0	103,950.00
					-
					103,950.00
III.	Safety and Health				
	Item SPL-1 Personal Protective Equipment	md	1920.00	22.8	43,835.90
	Item SPL-2 Safety and Health Personnel	md	16.00	2,800.0	44,800.00
	ITEM SPL-3 Signages and Barricades	sets	7.00	1,606.5	11,245.50
Subtotal					99,881.40
IV.	Earthworks				
	Item 803 Excavation of Column Footing, WF and SW Footing	m <sup>3</sup>	283.98	420.0	119,271.60
	Item 804(a) Backfilling of Excavated Materials	m <sup>3</sup>	175.37	350.0	61,379.50

その結果得られたのが下図に示す脆弱性カーブである。

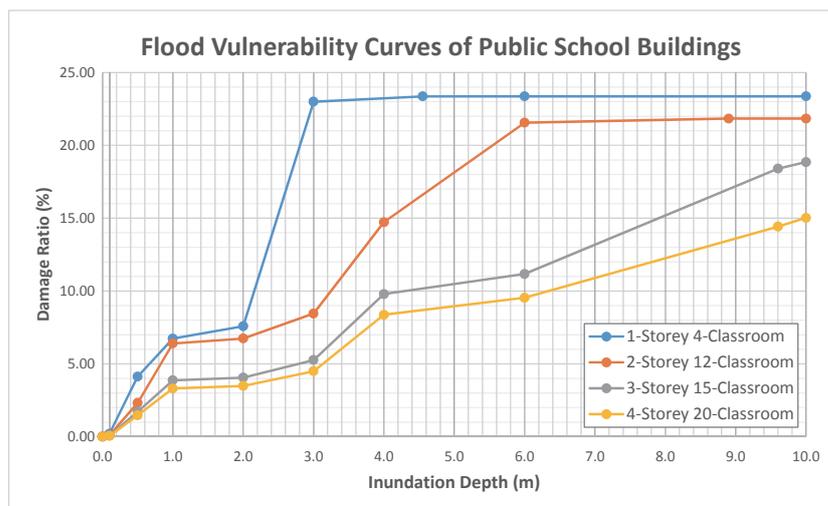


図 5-31 洪水の脆弱性カーブ

表 5-17 浸水深ごとの損傷率

MODEL: 1-Storey 4-Classroom Building		
Construction Cost (Php) 5,550,551.83		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	11,779.53	0.21
0.5	229,552.01	4.14
1.0	373,853.06	6.74
2.0	420,881.96	7.58
3.0	1,276,125.92	22.99
4.6	1,296,875.74	23.36
6.0	1,296,875.74	23.36
10.0	1,296,875.74	23.36

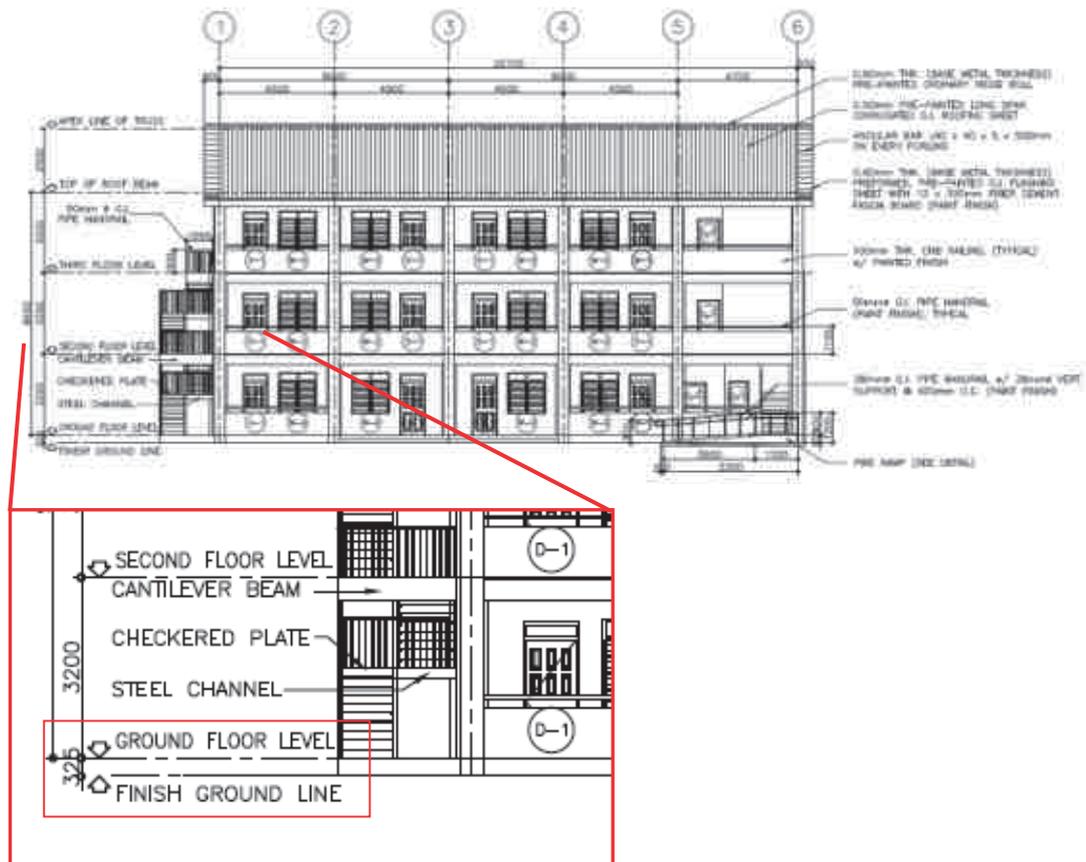
MODEL: 2-Storey 12-Classroom Building		
Construction Cost (Php) 22,608,887.36		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	23,243.85	0.10
0.5	525,607.14	2.32
1.0	1,446,840.66	6.40
2.0	1,524,562.35	6.74
3.0	1,911,518.22	8.45
4.0	3,328,702.84	14.72
6.0	4,873,260.57	21.55
8.9	4,935,769.57	21.83
10.0	4,935,769.57	21.83

MODEL: 3-Storey 15-Classroom Building		
Construction Cost (Php) 29,776,120.41		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	21,308.45	0.07
0.5	512,427.69	1.72
1.0	1,153,081.48	3.87
2.0	1,206,889.38	4.05
3.0	1,566,649.26	5.26
4.0	2,915,345.86	9.79
6.0	3,325,673.64	11.17
9.6	5,479,609.93	18.40
10.0	5,611,903.01	18.85

MODEL: 4-Storey 20-Classroom Building		
Construction Cost (Php) 34,816,448.99		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	21,308.45	0.06
0.5	512,427.69	1.47
1.0	1,153,081.48	3.31
2.0	1,213,722.48	3.49
3.0	1,564,392.06	4.49
4.0	2,913,088.66	8.37
6.0	3,321,159.24	9.54
9.6	5,020,542.83	14.42
10.0	5,229,634.29	15.02

なお、損傷率の計算に利用する浸水深は1階床面からの高さであり、敷地の高さからではない。洪水ハザードマップで整理されている浸水深は敷地の高さを基準面としているため、下図に示す DPWH 標準図面を参考に、32.5cm 分だけ浸水深を補正して保険料を算定することとした。

なお、AIR 社から購入したハザード情報では、東日本大震災時に発生したような大規模な津波はマニラで想定されておらず、コンクリート構造物の躯体被害までは発生しないと考えられるため、津波についても洪水の脆弱性カーブを利用することとした。また高潮も台風の接近に伴い徐々に海面が上昇する現象であるため、脆弱性カーブは洪水のものを利用することとした。



出典：DPWH

図 5-32 学校の敷地高と床面の高さ関係

#### b.4 液状化、地滑り

液状化、地滑りについてはフィリピン大学でも脆弱性の評価を行っておらず、学校施設に対する脆弱性に対して参考になる情報は収集できなかった。一方、DPWH から入手した学校の図面およびマニラの建設コンサルタント(Avseneca Construction)へのヒアリングから、学校施設には杭基礎が使われていないことを確認できた。

液状化が発生すれば直接基礎のコンクリート構造物は傾斜してしまう。傾斜した学校施設を長期間にわたって利用し続けることは困難なので、液状化が発生した場合の損傷率は100%と仮定することができる。同様に地滑りに巻き込まれてしまうと学校を再利用

することは困難だと考えられるので損傷率は100%と仮定することができる。一方で、保険料率算定のためには液状化や地滑りが発生する確率を求める必要があるが、発生確率に関する有益な情報を本調査で求めることはできなかった。そこで、本調査では PHIVOLCS から入手した液状化危険地域および地滑り危険地域の位置情報をツールに落とし込み、視覚的に危険個所を把握するにとどめることにした。

### c. MRT3(鉄道)及び空港ターミナルの脆弱性カーブ

#### c.1 地震

鉄道および空港の特殊構造物についてはフィリピン国内の研究成果を確認することができなかった。一方で、フィリピンの設計基準は米国の基準がベースとなっている。米国ではリスク評価を行う際に FEMA(アメリカ合衆国連邦緊急事態管理庁)が作成している HAZUS と呼ばれるリスク評価手法を整理している。そこで本業務では HAZUS で整理されている脆弱性カーブをツールに組み込むこととした。なお、駅舎、ターミナルビルについては先述のフィリピン大学の研究成果 (GMMA RAP 成果) を利用している。

表 5-18 地震評価に採用した脆弱性の出典

種別	対象	対象物	対応	指標	備考
鉄道	建物	駅舎	GMMA RAP	MMI <sup>※1</sup>	S1-L (下図)
	線路	高架部	HAZUS*1	Sa <sup>※2</sup>	LRT の Bridge
		地上	HAZUS	PGD <sup>※3</sup>	LRT の Roadway
		地下	HAZUS	PGD	LRT の Tunnel
		トンネル	HAZUS	PGD	LRT の Tunnel
空港	建物	ターミナルビル	GMMA RAP	MMI	C1-M (下図)
	駐機場	エプロン	HAZUS	PGD	Highway の Roadway

※1 The Modified Mercalli Intensity Scale

※2 Acceleration Response Spectrum

※3 Permanent Ground Displacement

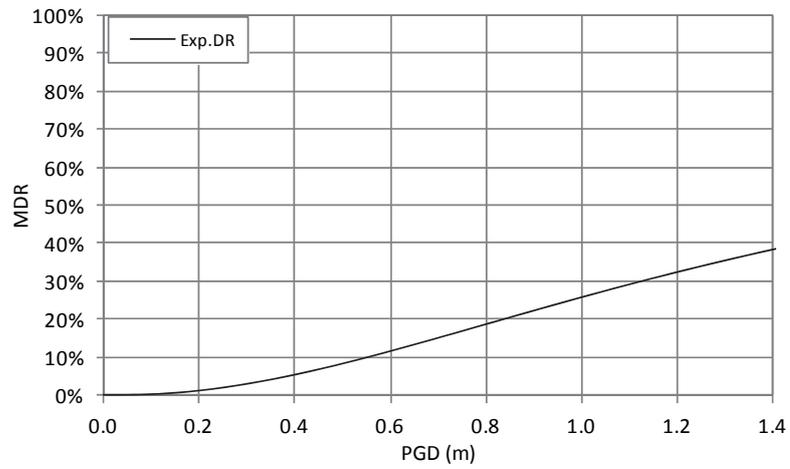
\*1 HAZUS is Multi-hazard Loss Estimation Model coded by Federal Emergency Management Agency (FEMA), [https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1820-25045-6286/hzrh2\\_1\\_eq\\_tm.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1820-25045-6286/hzrh2_1_eq_tm.pdf)

表 5-19 地震の脆弱性カーブパラメータ

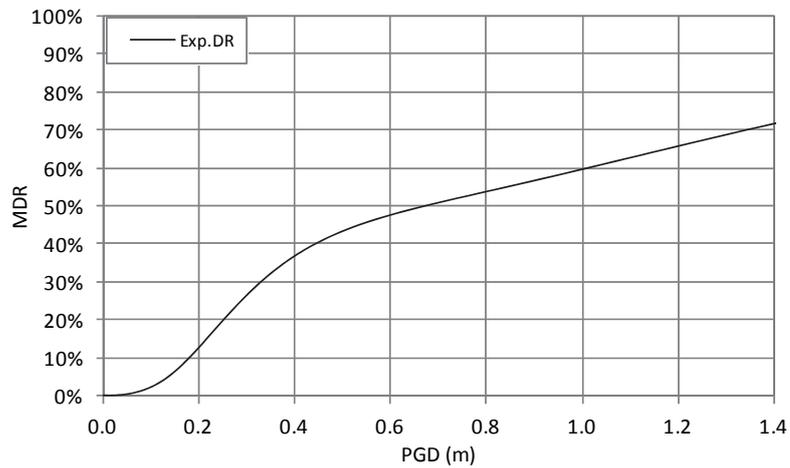
Bldg. Material	Bldg. Type	COMPUTATIONAL VC Parameters in MMI						HEURISTIC VC Parameters in MMI						EMPIRICAL VC	
		Pre-code (-1972)		Low-code (1972-1992)		Hi-code (1992~)		Pre-code (-1972)		Low-code (1972-1992)		Hi-code (1992~)		Parameter	
		Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta
Wood	W1-L	-	-	-	-	-	-	8.15	0.25	-	-	-	-	0.92	0.13
	W3-L	-	-	-	-	-	-	8.11	0.24	-	-	-	-	-	-
	N-L	-	-	-	-	-	-	7.62	0.29	-	-	-	-	-	-
Masonry	MWS-L	-	-	-	-	-	-	7.74	0.26	-	-	-	-	7.09	0.21
	CHB-L	-	-	-	-	-	-	7.74	0.26	-	-	-	-	7.09	0.21
	URA-L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.56	0.26
	URM-L	-	-	-	-	-	-	7.72	0.25	-	-	-	-	-	-
Concrete	CWS-L	-	-	9.18	0.16	-	-	7.75	0.25	-	-	-	-	-	-
	C1-L	-	-	8.29	0.18	-	-	8.40	0.22	-	-	-	-	-	-
	C1-M	8.67	0.16	8.67	0.16	8.77	0.16	-	-	8.33	0.23	-	-	-	-
	C4-M	8.86	0.13	8.89	0.13	8.91	0.13	8.03	0.26	8.43	0.24	8.89	0.23	-	-
	C4-H	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.89	0.25	8.36	0.23	8.64	0.21	-	-
	PC2-L	-	-	-	-	-	-	-	-	8.72	0.21	8.72	0.21	-	-
	PC7-M	-	-	-	-	-	-	-	-	8.22	0.25	8.22	0.25	-	-
Steel	S1-L	9.32	0.11	9.54	0.11	9.23	0.14	8.28	0.23	8.36	0.23	8.83	0.19	-	-
	S1-M	9.26	0.13	9.40	0.13	9.44	0.12	8.15	0.23	8.52	0.22	8.75	0.20	-	-
	S3-L	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	0.16	9.00	0.16	-	-
	S4-M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.90	0.17	-	-

出典：フィリピン大学ディリマン校工学研究所(2014)

線路の地上、地下、トンネル部、空港のエプロンに利用している HAZUS の脆弱性カーブは以下の通りである。



MRT, MRT の Roadway



Highway の Tunnel

図 5-33 線路の地上、地下、トンネル部、空港のエプロンに利用している脆弱性カーブ

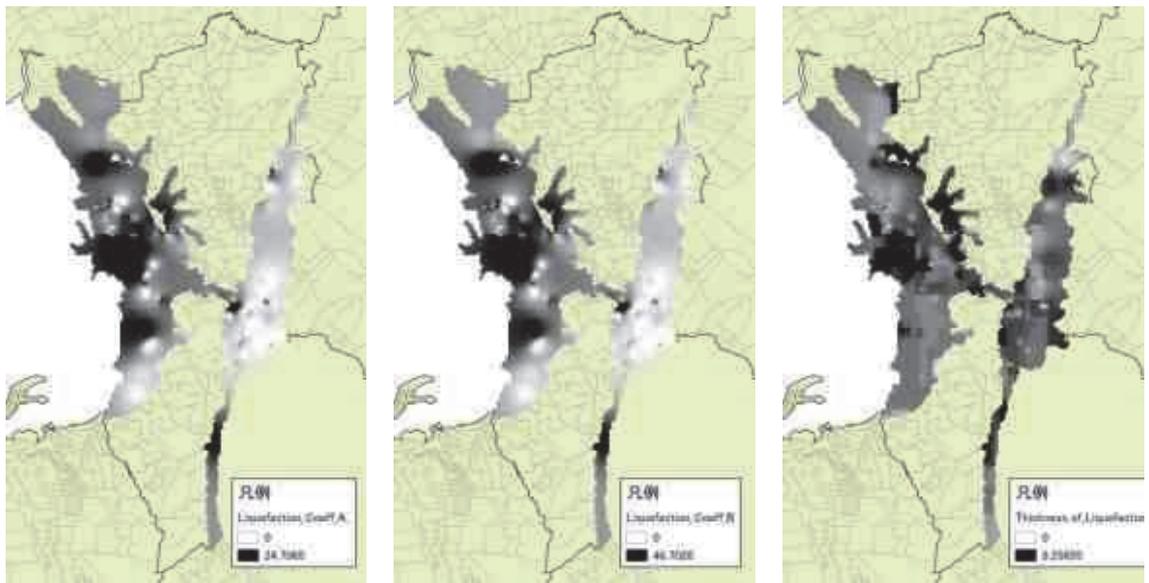
\*MDR : Mean Damage Ratio (期待損失率)

なお、損傷率を求めるための指標が PGD(永久地表面変位)となっているので、ここでは以下の仮定に基づいて AIRWorldwide から購入した PGA を利用して算定することとした。

表 5-20 PGD(Permanent Ground Displacement、地盤変位)の算定方法

PGD は液状化による MDR(Mean Damage Ratio、期待損失率)と液状化層厚分布を用いて下式で算定する。

$$PGD = \text{液状化による MDR} \times \text{液状化層厚} \times 5\%$$



PL値の係数A

PL値の係数B

液状化層厚

液状化による MDR は以下のとおり PL 値 (Liquefaction potential) から算定する。

$$PL \text{ 値} = A \times \ln(PGA) + B$$

MDR は下図より算定する。

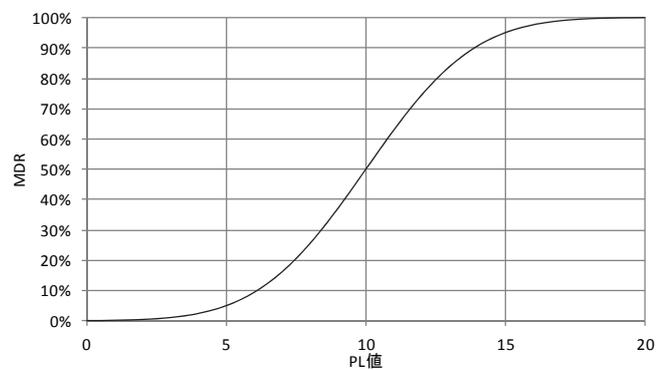


図 5-34 PL 値-MDR 関係( $\mu=10, \sigma=3.04$  の正規分布)

MRT3 の高架部については HAZUS の分析方法に従い、以下のように算定することとした。

表 5-21 高架部の損傷率算定方法(1)

○計算手順

・ Step1 : Bridge クラスの設定

入力値に応じて、Bridge クラスを設定する。MRT3 の高架部については下表の赤枠のクラスを利用するため、ツールには赤枠の設定が実装されている。

表 5-22 Bridge クラス

構造	橋梁長 (m)	建築年	Design	CLASS	K <sub>3D</sub>	lshape	Description
RC	<30	< 1990	Conventional	HWB5	EQ1	0	Multi-Col. Bent, Simple Support - Concrete
		>= 1990	Seismic	HWB7	EQ1	0	Multi-Col. Bent, Simple Support - Concrete
	>=30	< 1990	Conventional	HWB10	EQ2	1	Continuous Concrete
		>= 1990	Seismic	HWB11	EQ3	1	Continuous Concrete
Steel	<30	< 1990	Conventional	HWB12	EQ4	0	Multi-Col. Bent, Simple Support - Steel
		>= 1990	Seismic	HWB14	EQ1	0	Multi-Col. Bent, Simple Support - Steel
	>=30	< 1990	Conventional	HWB15	EQ5	1	Continuous Steel
		>= 1990	Seismic	HWB16	EQ3	1	Continuous Steel
PC	<30	< 1990	Conventional	HWB17	EQ1	0	Multi-Col. Bent, Simple Support - Prestressed Concrete
		>= 1990	Seismic	HWB19	EQ1	0	Multi-Col. Bent, Simple Support - Prestressed Concrete
	>=30	< 1990	Conventional	HWB22	EQ2	1	Continuous Concrete
		>= 1990	Seismic	HWB23	EQ3	1	Continuous Concrete

・ Step2 : 加速度応答スペクトル「Sa」の推定 (T=0.3sec , 1.0sec) \*2

T=0.3sec の推定

$$\log_{10}(Sa_{T=0.3s}) = 1.077 \times \log_{10}(PGA) + 0.19$$

T=1.0sec の推定

$$\log_{10}(Sa_{T=1.0s}) = 0.99 \times \log_{10}(PGV) + 1.0$$

$$\text{ここで、} \log_{10}(PGV) = 0.89 \times \log_{10}(PGA) - 0.74$$

・ Step3 : 修正係数「K<sub>shape</sub>」「K<sub>3D</sub>」の計算

$$K_{shape} = 2.5 \times \frac{Sa_{T=1.0sec}}{Sa_{T=0.3sec}}$$

K<sub>3D</sub>は Bridge クラスの適用式に応じて、下表に示す式を用いる。

$$N = \text{橋梁長} / 30 \quad (1)$$

スパンを 30m と仮定、N は整数に丸める [Roundup])

MRT3 の高架部については橋梁長 500m と仮定したパラメータがツールには実装されている。

表 5-23 Bridge クラスに応じた K3D の適用式

Equation	K <sub>3D</sub>
EQ1	1 + 0.25 / (N - 1)
EQ2	1 + 0.33 / (N)
EQ3	1 + 0.33 / (N - 1)
EQ4	1 + 0.09 / (N - 1)
EQ5	1 + 0.05 / (N)

表 5-24 高架部の損傷率算定方法(2)

・ Step4 : fragility curve の Median を修正

下表に示す各クラスの Median を下式により修正する。

$$New\_Median [slight] = Old\_Median [slight] \times Factor_{slight}$$

ここで、 $I_{shape}=0 \rightarrow Factor_{slight}=1$

$$I_{shape}=1 \rightarrow Factor_{slight} = \text{Min}(1, K_{shape})$$

$$New\_Median [moderate] = Old\_Median [moderate] \times K_{3D}$$

$$New\_Median [extensive] = Old\_Median [extensive] \times K_{3D}$$

$$New\_Median [complete] = Old\_Median [complete] \times K_{3D}$$

表 5-25 Bridge クラスに応じた fragility curve の Median (基準値)

Sa [1.0 sec in g's] for Damage Functions due to Ground Shaking				
CLASS	Slight	Moderate	Extensive	Complete
HWB5	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB7	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB10	0.60	0.90	1.10	1.50
HWB11	0.90	0.90	1.10	1.50
HWB12	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB14	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB15	0.75	0.75	0.75	1.10
HWB16	0.90	0.90	1.10	1.50
HWB17	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB19	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB22	0.60	0.90	1.10	1.50
HWB23	0.90	0.90	1.10	1.50

・ Step5 : 修正した Median を用いて期待損傷率の算定

Median= (修正後の各クラスの値)、 $\beta=0.6$  として  
損傷率を算定した

各 Damage State (損傷度区分) の DR (損傷率) は右  
表の数値を採用した。

表 5-26 各損傷度区分の損傷率

Damage state	DR
slight	2%
moderate	10%
extensive	50%
complete	100%

\*2 Ooi et al. 2002. Relationship among the various  
intensity indexes of the strong motion,

[http://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/first\\_project/works/paper/JEES02\\_121.pdf](http://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/first_project/works/paper/JEES02_121.pdf)

## c.2 強風

台風による強風損害については、既往の GSIS の保険金支払いも確認できず、現地調査の結果からも強風によって土木構造物部分に損傷が発生することは考えにくいことを確認した。ただし、駅舎およびターミナルビルについては一定程度の損傷が見込まれる。

そこで、台風による損害については GMMA RAP の研究成果を利用して、駅舎およびターミナルビルのリスク評価を行うようツールを開発した。

表 5-27 台風評価に採用した脆弱性の出典

種別	対象	対象物	対応	指標	備考
鉄道	建物	駅舎	GMMA RAP	km/h	S1-L(下図)
	線路	高架部	損傷なし		
		地上	損傷なし		
		地下	損傷なし		
		トンネル	損傷なし		
空港	建物	ターミナルビル	GMMA RAP	km/h	C1-M(下図)
	駐機場	エプロン	損傷なし		

表 5-28 台風の脆弱性カーブパラメータ

Bldg Type	No Vintage		Wood (~1992)		Steel (1992~)	
	Mean	Beta	Mean	Beta	Mean	Beta
W1-L	176 <sup>1</sup>	0.09 <sup>1</sup>				
W3-L						
N-L	136	0.2				
MWS-L			321	0.52	398	0.16
CHB-L			456	0.59	469	0.44
CWS-L			321	0.52	398	0.16
C1-L			416	0.52	477	0.46
C1-M	221 <sup>1</sup>	0.33 <sup>1</sup>				
S1-L	379	0.61				
S1-M	180 <sup>1</sup>	0.24 <sup>1</sup>				
S3-L	387	0.37				
BB	381	0.27				
PT	369	0.15				

出典：フィリピン大学ディリマン校工学研究所(2014)

### c.3 洪水・津波・高潮

台風と同様に洪水についても GIS が MRT3 や空港ターミナルに保険金の支払いを行った実績は確認できず、台風 Ondoy の際にも支払を行った実績は確認できなかった。現地調査では空港ターミナル、MRT3 デポおよび地下で浸水が発生する危険性は確認されたものの、浸水の実績が確認できず、該当するような施設の脆弱性について、既往の調査結果も収集できなかった。洪水、津波、高潮については料率に与える影響が軽微と考えられ、今後の課題として整理し、脆弱性カーブはツールに実装していない。

### c.4 液状化・地滑り

液状化については空港ターミナル、MRT3 とともに杭基礎となっており、揺れによる被害は発生しても、液状化による被害は極めて軽微だと考えられる。本業務では、特殊構造物である空港設備、MRT3 について、液状化被害はないものとしてツールの作成を行った。なお、空港滑走路などの液状化は発生する可能性があり、空港機能のすべての液状化アセスメントを行う場合には本ツールでは十分に対応することができない。地滑りについては PHIVOLCS が公表している地滑り危険地域に MRT3、空港ターミナル 3 が位置していないため、リスクの評価を行っていない。

## d. 利用推奨する脆弱性カーブと対策効果の反映方法

本業務では公立学校、MRT3、NAIAT3 に着目して業務を進めてきたので、次ページ以降には各々の施設で利用すべきと考えられる脆弱性カーブを抽出して整理している。なお、本調査では既存資料を収集して、ツールに利用できるかと判断したものを利用することになっているが、個別の建築物を詳細に分析した結果をツールに取り込んでいるわけではない。保険実務上利用すべきカーブの推奨は記載するが、今後も最新の科学技術的な成果などを取り込んで、脆弱性カーブを精緻化する必要はある。

### d.1 公立学校

コンクリート構造が基本となっているため、下表のようにコンクリート構造のカーブ利用を推奨する。GMMA RAP のカーブでは 1992 年以降の建物の脆弱性はすべて同じと整理されているが、本業務で実施した設計コードの変遷整理の結果、2001 年以降の設計コードは耐震性能に対する考え方が終局強度設計法か、許容応力度設計法を選択する方法に変更されている。そこで、設計コードの変更内容から構造設計のエキスパートジャッジにより、2001 年以降のカーブを作成した。下表のうち地震では Rank 36,42 に該当し、台風では Rank 21,25 に該当する。既存建物で耐震対策や防風対策を実施した建物は基本的に現行基準相当を満たす対策が実施されるため、地震であれば Rank 36,42、台風であれば Rank 21,25 を利用することを推奨する。洪水については浸水を防ぐために学校の開口部に遮水壁を設置する案が考えられるので、モデルへ入力する Exposure データに遮水壁の高さを入力することで対策効果が反映されるようにしている。

## d.2 MRT3、NAIAT3

MRT3、NAIAT3 はほとんどの施設が特殊構造物であった。そこで前述の通り、HAZUSで利用されている評価方法をツールの中に組み込んでいる。現地でのヒアリング結果から MRT3 のデポやターミナル3 の建屋は耐震化が済んでいることを確認している。一方、MRT3 の高架区間については日本で実施されているような耐震対策(鋼板の巻付けなど)は実施されておらず、今後の課題と考えられる。そこで、MRT 高架区間においては耐震対策が実施された時に利用すべきカーブとして Rank 46 を設定している。ただし、具体的な対策方法も現時点では確認できておらず、特殊構造物であるため対策効果はエキスパートの判断をツールに組み込んでいるため、実際に対策を実施した場合には構造計算結果などを確認して、新たに脆弱性カーブをツールに追加していくことを推奨する。

表 5-29 地震の脆弱性カーブ

Rank	Bldg Type	Bldg Material	Storeys	Year Build	Description	Vulnerability Source
31	C1-L	Concrete	1-2	-1972	Moment Frame	GMMA-RAP
33	C1-L	Concrete	1-2	1972-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
35	C1-L	Concrete	1-2	1992-2001	Moment Frame	GMMA-RAP
36	C1-L	Concrete	1-2	2001-	Moment Frame	JICA Team
37	C4-M	Concrete	3-7	-1972	Moment Frame	GMMA-RAP
39	C4-M	Concrete	3-7	1972-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
41	C4-M	Concrete	3-7	1992-2001	Moment Frame	GMMA-RAP
42	C4-M	Concrete	3-7	2001-	Moment Frame	JICA Team
43		MRT Line Ground		Current	HAZUS Highway Road	HAZUS
44		MRT Line Underground		Current	HAZUS Highway Tunnel	HAZUS
45		MRT Line Overpass		Current	HAZUS Highway Bridge	HAZUS
46		MRT Line Overpass w upgrade		Improved	Improved by JICA team based on HAZUS Highway Bridge	JICA Team
47		MRT Station		Current	GMMA RAP S1-L Steel 1-2 1992- Moment Frame	GMMA-RAP
48		MRT Bridge		Current	HAZUS Highway Bridge	HAZUS
49		MRT Depo		Current	No Damage	-
50		MRT Motor		Current	No Damage	-
51		NAIA apron		Current	HAZUS Highway Road	HAZUS
52		NAIA Terminal 3		Current	GMMA RAP S1-M Steel 3-7 1992- Moment Frame	GMMA-RAP
53		NAIA Parking		Current	GMMA RAP C1-M Concrete 3-7 1992- Moment Frame	GMMA-RAP

表 5-30 台風の脆弱性カーブ

Rank	Bldg Type	Bldg Material	Storeys	Year Build	Description	Vulnerability Source
18	C1-L	Concrete	1-2	-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
20	C1-L	Concrete	1-2	1992-2001	Moment Frame	GMMA-RAP
21	C1-L	Concrete	1-2	2001-	Moment Frame w Upgrade	JICA Team
22	C1-M	Concrete	3-7	-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
24	C1-M	Concrete	3-7	1992-2001	Moment Frame	GMMA-RAP
25	C4-M	Concrete	3-7	2001-	Moment Frame w Upgrade	JICA Team
26		MRT Line Ground		Current	No Damage	-
27		MRT Line Underground		Current	No Damage	-
28		MRT Line Overpass		Current	No Damage	-
29		MRT Line Overpass w upgrade		Current	No Damage	-
30		MRT Station		Current	GMMA RAP S1-L Steel 1-2 Moment Frame	GMMA-RAP
31		MRT Bridge		Current	No Damage	-
32		MRT Depo		Current	No Damage	-
33		MRT Motor		Current	No Damage	-
34		NAIA apron		Current	No Damage	-
35		NAIA Terminal 3		Current	GMMA RAP S1-M Steel 3-7 - Moment Frame	GMMA-RAP
36		NAIA Parking		Current	GMMA RAP C1-M Concrete 3-7	GMMA-RAP

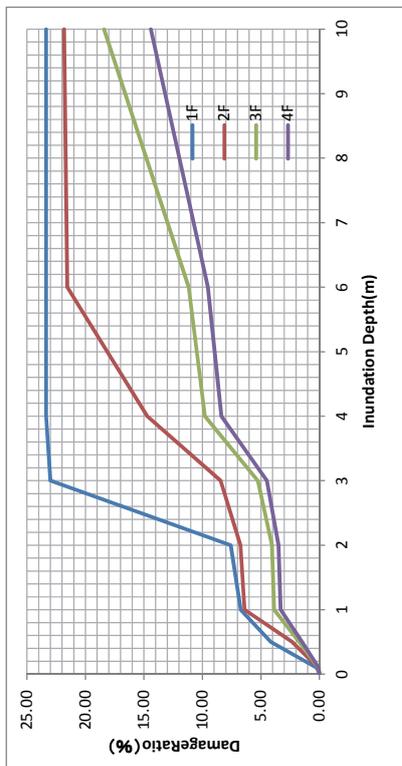
表 5-31 公立学校の洪水脆弱性カーブ(1mの遮水壁対策済みの場合)

MODEL: 2-Storey 12-Classroom Building Construction Cost (Php) 22,608,887.36			
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)	
0.0	0.00	0.00	
0.1	23,243.85	0.00	
0.5	525,607.14	0.00	
1.0	1,446,840.66	0.00	
2.0	1,524,562.35	6.74	
3.0	1,911,518.22	8.45	
4.0	3,328,702.84	14.72	
6.0	4,873,260.57	21.55	
8.9	4,935,769.57	21.83	
10.0	4,935,769.57	21.83	

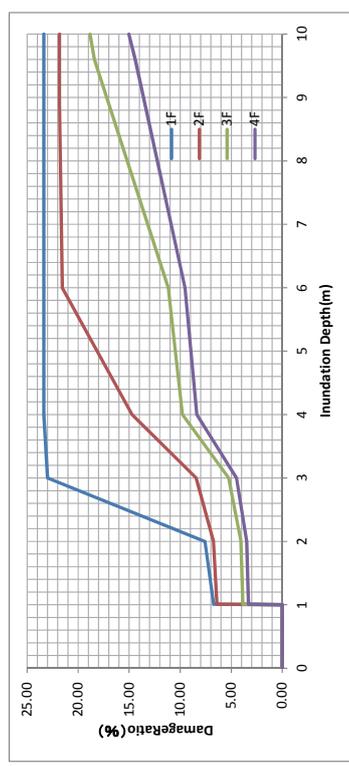
MODEL: 1-Storey 4-Classroom Building Construction Cost (Php) 5,550,551.83			
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)	
0.0	0.00	0.00	
0.1	11,779.53	0.00	
0.5	229,552.01	0.00	
1.0	373,853.06	0.00	
2.0	420,881.96	7.58	
3.0	1,276,125.92	22.99	
4.6	1,296,875.74	23.36	
6.0	1,296,875.74	23.36	
10.0	1,296,875.74	23.36	

MODEL: 4-Storey 20-Classroom Building Construction Cost (Php) 34,816,448.99			
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)	
0.0	0.00	0.00	
0.1	21,308.45	0.00	
0.5	512,427.69	0.00	
1.0	1,153,081.48	0.00	
2.0	1,213,722.48	3.49	
3.0	1,564,392.06	4.49	
4.0	2,913,088.66	8.37	
6.0	3,321,159.24	9.54	
9.6	5,020,542.83	14.42	
10.0	5,229,634.29	15.02	

MODEL: 3-Storey 15-Classroom Building Construction Cost (Php) 29,776,120.41			
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)	
0.0	0.00	0.00	
0.1	21,308.45	0.00	
0.5	512,427.69	0.00	
1.0	1,153,081.48	0.00	
2.0	1,206,889.38	4.05	
3.0	1,566,649.26	5.26	
4.0	2,915,345.86	9.79	
6.0	3,325,673.64	11.17	
9.6	5,479,609.93	18.40	
10.0	5,611,903.01	18.85	



対策後



1m以下で  
損害なし

### 5.3 リスクベース保険料率算定ツール

リスクベース保険料率算定のためのツールは GIS がポートフォリオを視覚的に管理することができるように GIS (Geographic Information System) をベースに構築した。さらに GIS と協議を行い、維持管理費のかからない無償ソフトである QGIS をプラットフォームとして選定した。

ツール内には前述のハザード情報、脆弱性カーブの情報を格納しており、マニラ首都圏の任意の位置でハザードの情報を計算して、脆弱性カーブに入力することで、財物の損傷率を計算できるようにしている。各自然災害イベントでの損傷率を算定して、財物の再調達価額を利用することで保険料率が算定される。ツールの具体的なインストール方法および利用方法は Annex H (リスクベース保険料率算定ツールマニュアル) で示している。この内容については第 5 回現地調査時および第 6 回現地調査時に GIS の職員に対して研修を実施した。研修では職員が実際に PC を利用してツールのインストールを行い、料率を算定するための分析までを行った。詳細は Annex I (研修報告) を参照。

また、格納されている脆弱性カーブは次頁の表に示す通りであり、本業務で対象としている公立学校、MRT3、NAIAT3 以外の財物の分析を行う際も構造形式、階高、建築年の情報を入手して、脆弱性カーブを選定することで保険料率が算定できるようになっている。

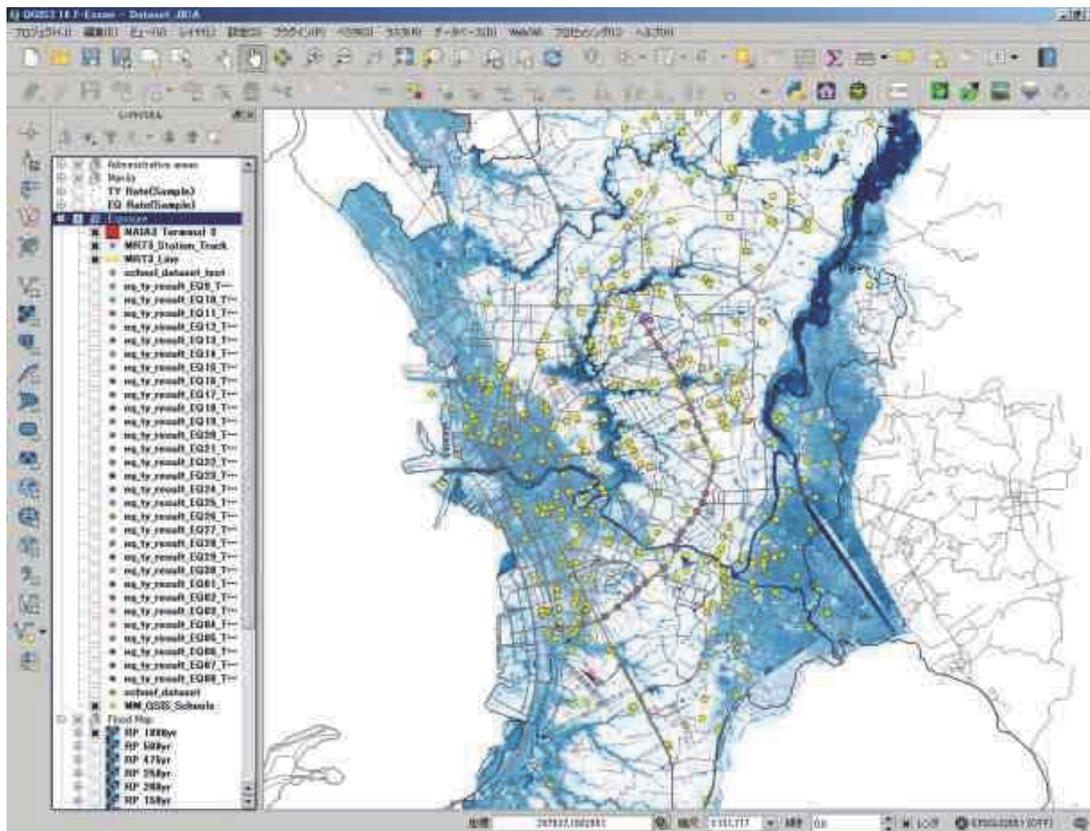


図 5-35 リスクベース保険料率算定ツールの画面イメージ

注:本業務で対象とした公立学校、MRT3、NAIAT3 と洪水ハザードマップの関係図を表示したツール画面

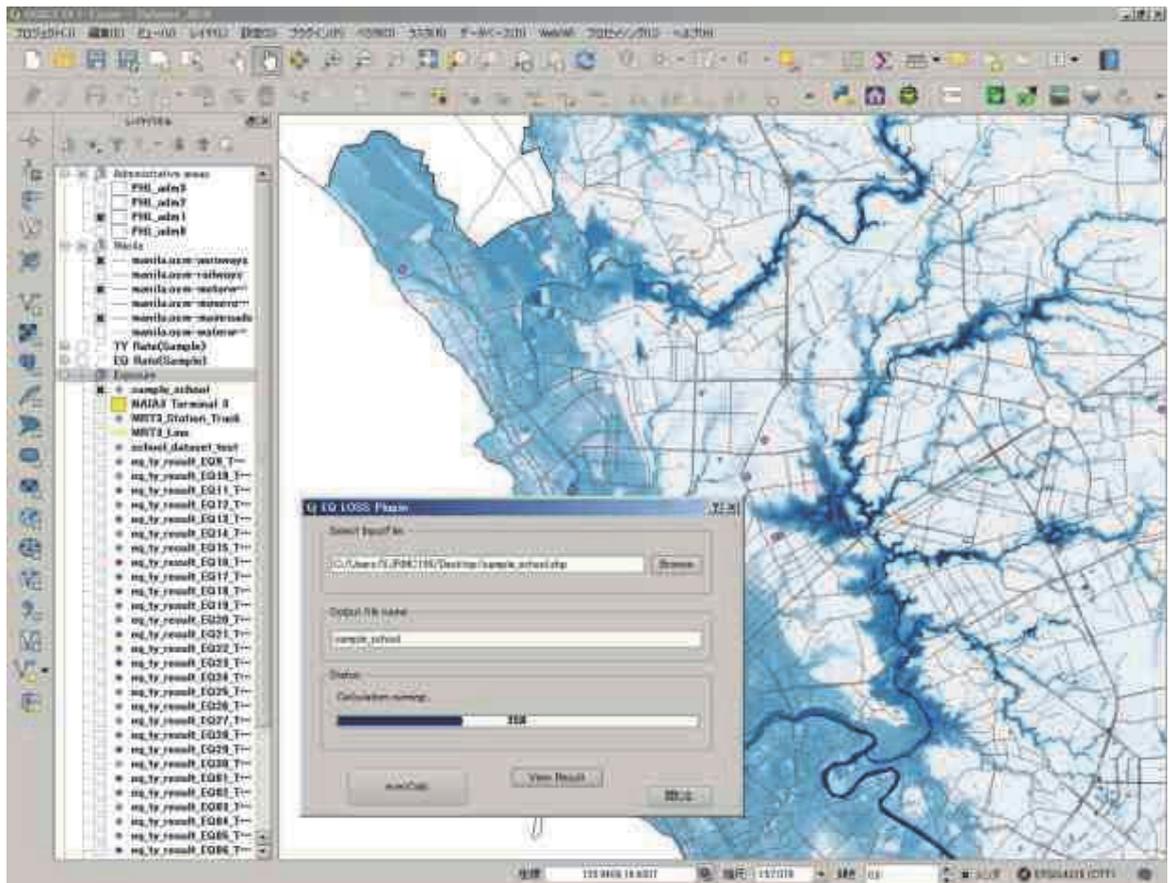


図 5-36 リスクベース保険料率算定ツールの画面イメージ

注:分析実行時のイメージ

表 5-32 地震の脆弱性カーブ

Rank	Bldg Type	Bldg Material	Storeys	Year Built	Description	Vulnerability Source
1	W1-L	Wood	1-2	-	Wood Frame with Area < 500sq.m(1-2storeys)	GMMA-RAP
2	W3-L	Wood	1-2	-	Wood Frame with Area > 500sq.m(1-2storeys)	GMMA-RAP
3	N-L	Wood	1-2	-	Makeshift	GMMA-RAP
4	MWS-L	Masonry	1-2	-	Half-Masonry/Half-Wood/Metal	GMMA-RAP
5	CHB-L	Masonry	1-2	-	Concrete Hollow Blocks	GMMA-RAP
6	URA-L	Masonry	1-2	-	Adobe	GMMA-RAP
7	URM-L	Masonry	1-2	-	Brick	GMMA-RAP
8	CWS-L	Concrete	1-2	-	Half-RC Frame/Half-Wood/Metal	GMMA-RAP
9	C1-L	Concrete	1-2	-	Moment Frame	GMMA-RAP
10	C1-M	Concrete	3-7	-1972	Moment Frame	GMMA-RAP
11	C1-M	Concrete	3-7	1972-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
12	C1-M	Concrete	3-7	1992-	Moment Frame	GMMA-RAP
13	C4-M	Concrete	3-7	-1972	Shear Walls and Frames	GMMA-RAP
14	C4-M	Concrete	3-7	1972-1992	Shear Walls and Frames	GMMA-RAP
15	C4-M	Concrete	3-7	1992-	Shear Walls and Frames	GMMA-RAP
16	C4-H	Concrete	8-15	-1972	Shear Walls and Frames	GMMA-RAP
17	C4-H	Concrete	8-15	1972-1992	Shear Walls and Frames	GMMA-RAP
18	C4-H	Concrete	8-15	1992-	Shear Walls and Frames	GMMA-RAP
19	PC2-L	Concrete	1-2	1972-1992	Precast Frame	GMMA-RAP
20	PC2-L	Concrete	1-2	1992-	Precast Frame	GMMA-RAP
21	PC2-M	Concrete	3-7	1972-1992	Precast Frame	GMMA-RAP
22	PC2-M	Concrete	3-7	1992-	Precast Frame	GMMA-RAP
23	S1-L	Steel	1-2	-1972	Moment Frame	GMMA-RAP
24	S1-L	Steel	1-2	1972-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
25	S1-L	Steel	1-2	1992-	Moment Frame	GMMA-RAP
26	S1-M	Steel	3-7	-1972	Moment Frame	GMMA-RAP
27	S1-M	Steel	3-7	1972-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
28	S1-M	Steel	3-7	1992-	Moment Frame	GMMA-RAP
29	S3-L	Steel	1-2	-	Light Metal	GMMA-RAP
30	S4-M	Steel	3-7	-	Frame w/ Cast-in-place Shear Wall	GMMA-RAP

表 5-33 台風の脆弱性カーブ

rank	Bldg Type	Bldg Material	Storeys	Year Built	Description	Vulnerability Source
1	W1-L	Wood	1-2	-	Wood Frame with Area < 500sq.m(1-2storeys)	GMMA-RAP
2	W3-L	Wood	1-2	-	Wood Frame with Area > 500sq.m(1-2storeys)	GMMA-RAP
3	N-L	Wood	1-2	-	Makeshift	GMMA-RAP
4	MWS-L	Masonry	1-2	-1992	Half-Masonry/Half-Wood/Metal	GMMA-RAP
5	MWS-L	Masonry	1-2	1992-	Half-Masonry/Half-Wood/Metal	GMMA-RAP
6	CHB-L	Masonry	1-2	-1992	Concrete Hollow Blocks	GMMA-RAP
7	CHB-L	Masonry	1-2	1992-	Concrete Hollow Blocks	GMMA-RAP
8	CWS-L	Concrete	1-2	-1992	Half-RC Frame/Half-Wood/Metal	GMMA-RAP
9	CWS-L	Concrete	1-2	1992-	Half-RC Frame/Half-Wood/Metal	GMMA-RAP
10	C1-L	Concrete	1-2	-1992	Moment Frame	GMMA-RAP
11	C1-L	Concrete	1-2	1992-	Moment Frame	GMMA-RAP
12	C1-M	Concrete	3-7	-	Moment Frame	GMMA-RAP
13	S1-L	Steel	1-2	-	Moment Frame	GMMA-RAP
14	S1-M	Steel	3-7	-	Moment Frame	GMMA-RAP
15	S3-L	Steel	1-2	-	Light Metal	GMMA-RAP
16	BB	Billboards	-	-	-	GMMA-RAP
17	PT	Power transmission towers	-	-	-	GMMA-RAP

表 5-34 公立学校の洪水脆弱性カーブ

MODEL: 1-Storey 4-Classroom Building Construction Cost (Php) 5,550,551.83		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	11,779.53	0.21
0.5	229,552.01	4.14
1.0	373,853.06	6.74
2.0	420,881.96	7.58
3.0	1,276,125.92	22.99
4.6	1,296,875.74	23.36
6.0	1,296,875.74	23.36
10.0	1,296,875.74	23.36

MODEL: 2-Storey 12-Classroom Building Construction Cost (Php) 22,608,887.36		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	23,243.85	0.10
0.5	525,607.14	2.32
1.0	1,446,840.66	6.40
2.0	1,524,562.35	6.74
3.0	1,911,518.22	8.45
4.0	3,328,702.84	14.72
6.0	4,873,260.57	21.55
8.9	4,935,769.57	21.83
10.0	4,935,769.57	21.83

MODEL: 3-Storey 15-Classroom Building Construction Cost (Php) 29,776,120.41		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	21,308.45	0.07
0.5	512,427.69	1.72
1.0	1,153,081.48	3.87
2.0	1,206,889.38	4.05
3.0	1,566,649.26	5.26
4.0	2,915,345.86	9.79
6.0	3,325,673.64	11.17
9.6	5,479,609.93	18.40
10.0	5,611,903.01	18.85

MODEL: 4-Storey 20-Classroom Building Construction Cost (Php) 34,816,448.99		
Inundation Depth (m)	Damage Cost (Php)	Damage Index (%)
0.0	0.00	0.00
0.1	21,308.45	0.06
0.5	512,427.69	1.47
1.0	1,153,081.48	3.31
2.0	1,213,722.48	3.49
3.0	1,564,392.06	4.49
4.0	2,913,088.66	8.37
6.0	3,321,159.24	9.54
9.6	5,020,542.83	14.42
10.0	5,229,634.29	15.02

なお、上述の脆弱性カーブはインストールしたシステムの下記に格納されている。これらファイルは一般的なテキストエディターや Microsoft Excel で内容を確認できる。

地震：C:\dev\_space\EQ\_Data\vul\_param\_EQ.csv

風災：C:\dev\_space\WS\_Data\vul\_param\_WS.csv

洪水：C:\dev\_space\FL\_Data\vul\_param\_FL.csv

今後、フィリピン大学などと連携して脆弱性カーブを追加したい場合には、対数正規分布に基づいて脆弱性カーブを作成して、上述のファイルに書き加えることで脆弱性カーブを簡単に追加することができるようになっている。

ツールへの Exposure データ入力方法であるが、以下のようなフォーマットでデータを作成することでツールへのデータ取り込みができるように設定している。Exposure の管理を行うための” No” , ” 都市名” , ” 財物の名称(例：学校名)” を入力できるようになっており、財物の位置を” 緯度” , ” 経度” で入力する。この時の緯度経度の測地系は WGS84 であり、GPS などで採用されている一般的な測地系である。次に財物の再調達価額をペソ単位で入力する。最後に財物の構造形式、階高、建築年などから決定される脆弱性カーブの番号を Rank という列に入力する。また、後述するように公立学校の洪水対策として遮水壁の設置が考えられるため、遮水壁を設置した場合にはその遮水壁の地面から天端までの高さを FL\_Wall の列にメートル単位で入力することで、遮水壁の効果が料率に反映できるようになっている。

表 5-35 ツールへの Exposure データ入力フォーマット

No	CITY	Location Name	Latitude	Longitude	Replacement Cost(Php)	Rank _EQ	Rank _TY	Rank _FL	FL_Wall (m)
1	QUEZON	BALINGASA ELEMETARY SCHOOL	14.651944	121.067778	11040000	8	9	4	0
2	QUEZON	DEMETRIO TUAZON ELEMETARY SCHOOL	14.629167	120.999167	3680000	8	9	4	0
3	QUEZON	RAMON MAGSAYSAY ELEMETARY SCHOOL	14.628889	120.998333	31100000	8	9	4	0
4	QUEZON	SAN JOSE ELEMETARY SCHOOL	14.639722	120.993333	29600000	8	9	4	0
5	QUEZON	PAG-IBIG SA NAYON ELEMETARY SCHOOL	14.646389	120.996389	3800000	8	9	4	0
6	QUEZON	DALUPAN ELEMETARY SCHOOL	14.644444	121.013056	7000000	8	9	4	0
7	QUEZON	CONG. R.A. CALALAY ELEMETARY SCHOOL	14.638333	121.014722	8700000	8	9	4	0
8	QUEZON	MASAMBONG ELEMETARY SCHOOL	14.639444	121.007222	29000000	8	9	4	0

ツールを利用した分析結果は以下のフォルダーに格納される。

C:\dev\_space¥"Project\_Name"\*

\*Project\_Name はツールで分析を実施する際に利用者が作成するもので、分析ポートフォリオごとに一定の命名ルールを作成しておくこと分析結果の管理がしやすくなる。

上述のフォルダー内には分析に用いられたイベント毎のハザード強度、損傷率、損害額が格納されており、その結果得られた超過確率ごとの損害額(VaR)や年平均期待損害額(純保険料)、保険料率が出力されている。

XX\_hazard\_table.csv : ハザード強度テーブル

damage\_ratioXX.csv : 損傷率テーブル

loss\_table2\_XX.csv : 損害額テーブル

VaR\_Table\_XX.csv : VaR、年平均期待損害額(純保険料)、保険料率のアウトプット

下表に VaR Table の出力結果サンプルを示す。出力は各財物ごとに 1000 年～50 年の年長隔離に対応する損害額(VaR)と一番右の列に分析ポートフォリオ全体の VaR がペソ単位で表示されている。下段の AAL(Annual Average Loss)が年期待損害額(純保険料)を表しており、STD(Standard Deviation)が AAL の標準偏差、Replacement Cost が再調達価額、Rate が保険料率(AAL/Replacement Cost)である。

表 5-36 VaR Table の出力結果サンプル

	S00001	S00002	S00003	S00004	S00005	S00006	Total
1000	5,725,254	1,473,324	12,458,528	10,424,816	1,862,809	2,061,568	32,628,079
500	5,257,148	1,183,614	10,055,693	8,218,091	1,603,018	1,914,202	28,441,013
400	5,010,696	1,122,666	9,555,196	7,738,683	1,520,036	1,831,587	26,769,369
300	4,333,507	1,012,324	8,629,363	6,955,727	1,420,844	1,740,421	23,901,484
200	3,057,511	820,380	7,038,230	5,638,023	1,213,868	1,604,251	19,079,476
150	2,678,775	709,368	6,024,169	4,571,558	1,076,976	1,479,669	16,678,966
100	1,989,768	551,041	4,749,375	3,708,040	900,379	1,276,365	13,180,929
50	1,074,396	254,129	2,223,007	1,580,963	493,764	830,384	6,461,361
AAL	86,468	20,077	174,718	129,550	38,750	61,652	511,216
STD	410,861	103,795	887,685	717,054	153,750	211,120	2,448,840
Replacement Cost	11,040,000	3,680,000	31,100,000	29,600,000	3,800,000	7,000,000	86,220,000
Rate	0.78%	0.55%	0.56%	0.44%	1.02%	0.88%	0.59%

ツールは今後の拡張性を考えて、プログラミングソースをすべて以下のフォルダーに格納している。プログラミング言語には Python を利用しており、具体的な計算ロジックは”calc\_loss\_eq\_ty.py”にプログラミングされている。

C:\Users\¥”UserName”\\*.qgis2¥python¥plugins¥EQ\_LOSS

\*UserName は利用している PC によって異なるため、不明な場合はシステム管理者への確認が必要となる。

#### 5.4 現地調査に基づく公共インフラのリスク評価結果

本調査では保険料率算定のために必要な脆弱性チェックリストの具体的な作成方法や評価点の計算方法を具体例で示すためにマニラ首都圏の公立学校の現地調査を行った。さらに、特殊構造物である鉄道 (MRT3)、空港 (NAIAT3) については脆弱性カーブを選定するために現地調査に基づく自然災害に対するリスク評価を調査団にて行った<sup>38</sup>。推奨する脆弱性カーブについては 5.2.2.d.2 に記載している。

<sup>38</sup> これらの評価は、GSIS の現在のリスクエンジニアリング部門では実施は出来ないため、今後実施する場合には、DepEd や DPWH の建築系エンジニアに依頼することが必要になる。DPWH では実施可能であり、実際に行っている。また、世界銀行の DepEd のマニラ首都圏公立学校支援プログラムにも DepEd のリスク評価能力強化が含まれている。

## 5.4.1 公立学校のリスク評価結果

### a. 一次評価シートの作成と訪問校の選定

#### a.1 一次評価シートの作成

学校建物の外観や周辺環境の概要把握、脆弱性チェックリストを試行する学校の選定を目的として、学校ごとの一次評価シートを作成した。一次評価シートには 1) 学校位置図、2) 平面図（衛星画像）、3) 立面図、4) 校舎レイアウトと屋根面積、5) 学校 ID、6) 建設年、7) 建物構造種別、8) 標高、9) 階数、10) 河川からの距離、11) 海からの距離、12) 近傍における斜面の有無、13) 各種災害に対する危険性などの欄を用意し、インターネットなどの情報から分かる範囲で情報を取得し記入した。

この一次評価シートはマニラ首都圏の 770 校のうちの 67 校について作成した。このようにインターネットの活用によりかなりの情報を収集することができる。

#### a.2 訪問校の選定

一次評価シートや DepEd から取得した学校リストから、二次評価を試行する公立小中学校 10 校を選定した。マニラ首都圏を広くカバーすること、幅広い建築年代の校舎をカバーすること、活断層近くや洪水常襲地域をカバーすることを選定基準とし、学校間の移動の効率性も考慮して以下を選定した。



	
Building Outline and Location	Simplified Assessment of Natural Hazard
School ID:136704	Earthquake : Medium Risk Tsunami : High Risk Liquefaction : not known Typhoon : Medium Risk Storm Surge : High Risk Flood : High Risk Landslide : Low Risk
Building No: 1	
Year of Construction : ?	
Structure : RC	
Altitude : 9m	
Floor: 3 Stories	
Distance to the River : 200m	
Distance to the Sea : 2,400m	
Surrounding Slope : Nil	

出典： インターネット情報(Google Map、Google Earth)を基に 調査団が作成

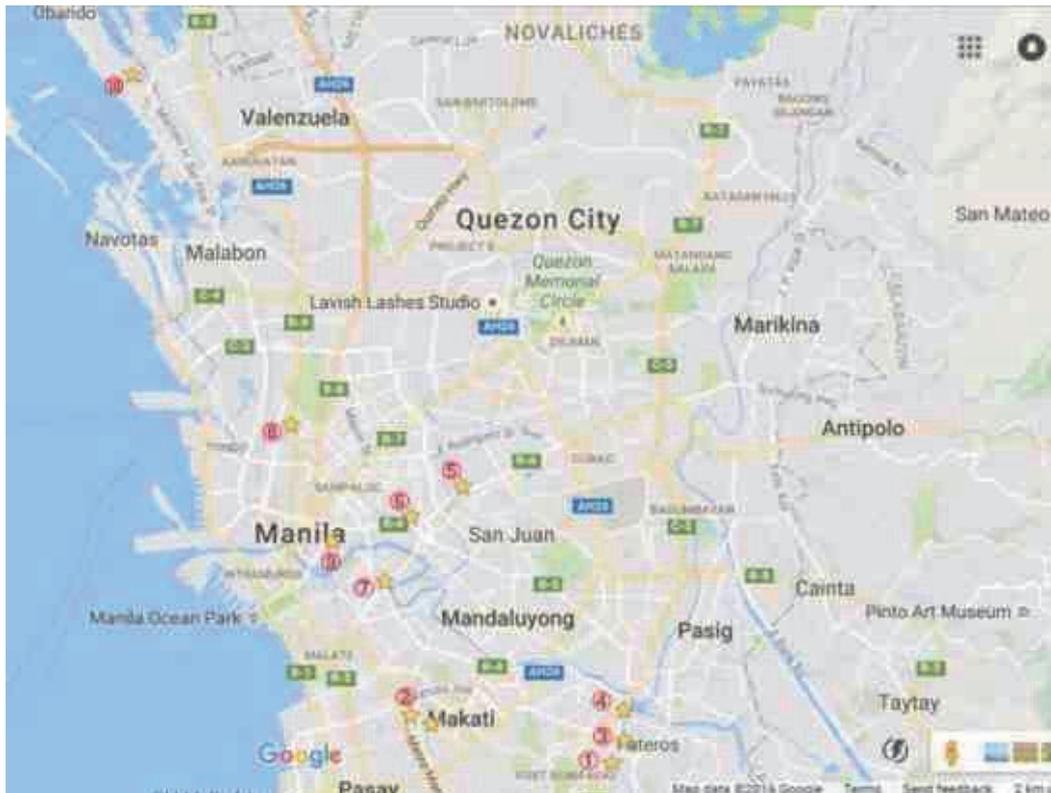
図 5-37 一次評価シートの例

表 5-37 二次評価の対象とした学校リスト

No.	学校 ID	訪問日	学校名		建築年
1	320607	2016.7.25	Simplicio Manalo NHS (中学校)		2013
2	136704	2016.7.25	Hen Pio Del Pilar ES I (小学校)		1987
3	305412	2016.7.26	Benigno Aquino HS (中学校)		2006

No.	学校 ID	訪問日	学校名		建築年
4	136697	2016.7.26	Tibagan ES (小学校)		1986
5	136745	2016.7.27	Salapan ES (小学校)		1971
6	136469	2016.7.27	Antonio Maceda IS (中学校)		1981
7	136482	2016.7.28	Bagong Diwa ES (小学校)		1966
8	136422	2016.7.28	Antonio Luna ES (小学校)		1945
9	305315	2016.7.29	Victoriano Mapa HS (中学校)		1968
10	136800	2016.7.29	A. Deato ES (小学校)		2011

以下にそれぞれの学校の位置を示す。なお以下の番号は上記学校リストの No と符合している。学校番号①、③、④はウエストバレー 断層上に位置し、学校番号⑤、⑥、⑦、⑨は Pasig River 沿いや小川沿いに位置し、過去に洪水による浸水の経験のある学校となっている。学校番号⑩は、海岸沿いで津波や高潮の危険のある地域に位置している。



出典: 調査団(背景画像 Google Map)

図 5-38 二次評価 10 校の位置

## b. 二次評価：耐震性能評価

二次評価の目的は、学校建物の災害への脆弱性を簡易に評価することである。将来的には GIS 職員が保険の対象となる学校を訪問し、建物の脆弱性を評価して保険料率に反映させること等が想定される。

地震に対する脆弱性の評価については、米連邦緊急事態管理庁（Federal Emergency Management Agency: FEMA）が作成した、Rapid Visual Screening（RVS）シートを活用した。施工品質については、施工時に確保すべき項目であり、既存建物に対して事後に現場にて定量的に評価を行うことは非常に困難であることから、二次評価の評価チェックリストには含めないこととした。評価の詳細については、Annex J (既存の学校の災害リスク評価手法)に記載した。また、構造物設計専門家による耐震性能評価を行い、FEMA の簡易評価結果を検証することとした。

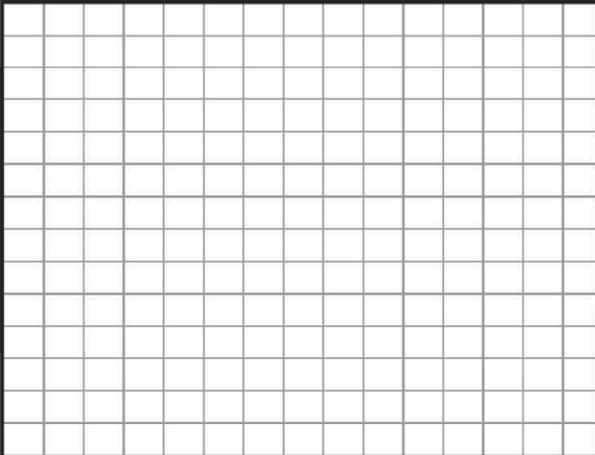
### b.1 評価の方法（チェックリスト）

FEMA の RVS による評価においては、構造物タイプに従い基準点が決まり、その後設計基準、建物の形状、地盤条件等により、点数を調整し、最終評価点が決まる。以下にその評価シートを示す。

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1  
HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH



SKETCH

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

Other Identifiers: \_\_\_\_\_

Building Name: \_\_\_\_\_

Use: \_\_\_\_\_

Latitude: \_\_\_\_\_ Longitude: \_\_\_\_\_

Ss: \_\_\_\_\_ Sr: \_\_\_\_\_

Screeener(s): \_\_\_\_\_ Date/Time: \_\_\_\_\_

No. Stories: Above Grade: \_\_\_\_\_ Below Grade: \_\_\_\_\_ Year Built: \_\_\_\_\_  EST

Total Floor Area (sq. ft.): \_\_\_\_\_ Code Year: \_\_\_\_\_

Additions:  None  Yes, Year(s) Built: \_\_\_\_\_

Occupancy: Assembly  Commercial  Emer. Services  Historic  Shelter  
Industrial  Office  School  Government  
Utility  Warehouse  Residential, #Units: \_\_\_\_\_

Soil Type:  A Hard Rock  B Avg Rock  C Dense Soil  D Stiff Soil  E Soft Soil  F Poor Soil  DNK If DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt: Yes/No/DNK

Adjacency:  Pounding  Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities:  Vertical (type/severity) \_\_\_\_\_  
 Plan (type) \_\_\_\_\_

Exterior Falling Hazards:  Unbraced Chimneys  Heavy Cladding or Heavy Veneer  
 Parapets  Appendages  
 Other: \_\_\_\_\_

COMMENTS:

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, $S_{L1}$																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, $V_{L1}$		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, $V_{L1}$		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, $P_{L1}$		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, $S_{MIN}$		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE,  $S_{L1} \geq S_{MIN}$ .

EXTENT OF REVIEW	OTHER HAZARDS	ACTION REQUIRED
Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____	<b>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</b> <input type="checkbox"/> Pounding potential (unless $S_{L2} >$ cut-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system	<b>Detailed Structural Evaluation Required?</b> <input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No <b>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</b> <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK

**Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know**

Legend: MRF = Moment-resisting frame BR = Braced frame RC = Reinforced concrete SW = Shear wall URM INF = Unreinforced masonry infill TU = Tilt up MH = Manufactured Housing LM = Light metal FD = Flexible diaphragm RD = Rigid diaphragm

出典: FEMA, <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/15212>

図 5-39 二次評価シート例(地震用)

なお、マニラ首都圏内のほとんどの公共小中学校舎は上図の構造種別（Building Type）の内 C1（鉄筋コンクリート）に分類される。

またフィリピンの耐震設計基準をアメリカの耐震設計基準と比較した結果を以下に示す。

表 5-38 フィリピンにおける耐震設計基準の変遷<sup>39</sup>

区分	Philippines における耐震設計基準 [ ] 内は、参考としている米国の耐震設計基準	建物竣工時期	地震地域係数	耐震設計手法
1st-Generation	耐震設計基準制定以前	1974 年以前	—	—
2nd-Generation	<b>NSCB 1972・1981・1987</b> [ UBC 1970・1979・1985 ]	1975 年～1993 年	NSCB 1972・1981 : なし NSCB 1987 : Metro Manila: Zone 4 Z=1.0	許容応力度設計法
3rd-Generation	<b>NSCP 1992</b> [ UBC 1988 ]	1994 年～2002 年	Metro Manila: Zone 4 Z=1.0	許容応力度設計法
4th-Generation	NSCP 2001・2010 [ UBC1997・IBC 2009 ]	2003 年以降	Metro Manila: Zone 4 Z=1.0	終局強度設計法か、許容応力度設計法を選択

上表に従い、FEMA 評価項目の中の設計基準に関しては、Pre Code を耐震設計基準制定以前の 1972 年とし、Post Benchmark を、NSCP1992 年発行の 1992 年<sup>40</sup>とし、各学校建物を評価した。

## b.2 耐震性能評価

上記に示した二次評価表を用いて、7 月 25 日～29 日にかけて現地調査を行った。調査には GSIS 営業部門の職員も同行した。各学校の二次評価結果を Annex K (脆弱性評価二次評価結果)に示す。また、以下に要約を示す。

<sup>39</sup> フィリピンの建築基準における耐震基準の変遷ならびに、米国、日本との耐震基準の比較をそれぞれ Annex L 及び Annex M に示す。

<sup>40</sup> UP より入手した “Development of Vulnerability Survey of Key Building Type in the Greater Metro Manila Area, Philippines 2014”によると、1992 年以降を Hi-code と設定し、構造物の脆弱性カーブをグループ分けしていることから、最新の設計基準に準拠する 2001 年ではなく、1992 年を Post Benchmark と設定した。

表 5-39 RVS による耐震性能評価結果の要約

	ID NO	School Name	Construction Year	Floor	Type of Building	Basic	Severe VI	Moderate VI	Plan Irregularity	Pre Code (before 1972)	Post Benchmark (After 1992)	Total	Final Point	% from 1.5
1	320607	Simplicio Malano NHS	2013	3	C1L	1.5					1.9	3.4	3.4	227%
2	136704	Hen Pio Del Pilar ES I	1987	3	C1M	1.5			-0.6			0.9	0.9	60%
3	305412	Benigno Aquino HS	2006	4	C1M	1.5	-0.9				1.9	2.5	2.5	167%
4	136697	Tibagan ES	1986	2	C1L	1.5						1.5	1.5	100%
5	136745	Salapan ES	1971	2	C1L	1.5		-0.5	-0.6	-0.4		0.0	0.3	20%
6	136469	Antonio Maceda IC	1981	3	C1L	1.5						1.5	1.5	100%
7	136482	Bagong Diwa ES	1966	4	C1M	1.5	-0.9		-0.6	-0.4		-0.4	0.3	20%
8	136422	Antonio Luna ES	1945	2	C+W	1.5		-0.5	-0.6	-0.4		0.0	0.3	20%
9	305315	Victoriano Mapa HS	1968	4	C1M	1.5			-0.6	-0.4		0.5	0.5	33%
10	136800	A.Daeto ES	2011	3	C1M	1.5		-0.5	-0.6		1.9	2.3	2.3	153%

注：Hazard 強度において、地盤条件は加味されるため、この評価点からは削除した。

- 10 校中、ポイントが 2.0 を上回ったのは 3 校となり、全てが 1992 年以降の建築基準で建設された学校となった。
- その他は、基準点の 1.5 が 2 校、0.9 が 1 校、最低点の 0.3 が 4 校となった。
- 最低点の 0.3 点となった 4 校は、すべてが 1972 年以前の建築基準で建てられた古い学校となっている。
- 10 校の平均ポイントは、1.3 となっている。

なおこの評価結果をもとにグループ分けし、グループ毎に適用する脆弱性カーブを決定し、リスクベース保険料率算定ツールにおいて、保険料がどのように変化するかを分析する。

### b.3 評価結果の検証

前述のとおり、構造物設計専門家による公立学校の評価を行った。

対象となった公立学校の立地場所（地震危険度、地盤の液状化リスク）、現地調査結果に基づく建物自体の耐震性能を下記の事項を基準に判定を行った。なお、判定の対象となった校舎は、建設当時の耐震設計基準に準拠して設計されているとみなした。

表 5-40 耐震性能判定基準

評価対象	判定要素	判定事項	1st~3rd-Generation	4th-Generation
立地	地震危険度	ウエストバレー断層からの距離	全て要検討	5km 以内の場合には、検討が必要
	地盤の液状化	液状化危険度	“Areas of High-Moderate Hazard” の場合には要検討	全て不要
建物	建物の強度	コンクリートの推定圧縮強度	18N/mm <sup>2</sup> 未満の場合	
	ねじれ, 振られ	平面形状・立面剛性	全て要検討	検討不要
	脆性破壊	極短柱（開口高さ/柱成 ≤ 2.0）	全て要検討	

現地調査を行った公立学校の耐震性能評価結果を「公立学校 サンプル 10 校の現地調査に基づく地震リスク評価結果<sup>41</sup>」に記載した（Annex N 参照）。

評価結果は概ね RVS の評価結果と同等となり、RVS による簡易評価に基づく、公立学校の是弱性評価に関するグループ分けは可能であると判断した。

但し、ウエストバレー断層からの距離を考慮した場合には、10 校中 9 校でなんらかの補強が必要になるとの評価結果となった。

### c. 二次評価結果：風災害、洪水災害、土砂災害

#### c.1 評価シート

風災、洪水、土砂災害については、UNISDR の Guidance Note on Safer School Construction (2009)を参考に目視で判定できる項目（場合によって目視判定可能なものも含む）を抽出して作成した（下図参照）。

Evaluation Sheet for Vulnerability of School Building

LGU		Const. Year	
School ID		Structure Type	
School Name		Num of Storey	
Bldg Name		Const. Quality	Good, No good
Policy No.		O&M Quality	Good, No good

Evaluation based on Basic design guidelines					Evaluation						
No	Hazard	Area of evaluation	GL item	Item assessed	Visibility at site	Yes	No	Not Applicable	DNK	Remarks	
1	Windstorms	Foundation	W7	Ensure all structural elements are securely connected together and firmly anchored to the foundation.	△						
2			Roof	W10	Roof's slope is between 30 to 45 degrees. (Avoid very low and very steep sloped roofs.)	○					
3				W11	Avoid wide roof overhangs.	○					
4				W12	Minimize total height of building.	○					
5		Exterior surface	W14	Minimize exterior surface irregularities.	○						
6		Transitional spaces	W17	Verandahs should be structurally separated, not have extension roofs attached to the main roof.	○						
7		Non-structural components	W18	Wall and roof coverings should be securely attached to the building structure with additional reinforcement at all perimeters.	○						
8		Building envelope	W19	Design building to resist damage by wind-borne debris.	△						
9		Doors and windows	W20	Design doors and windows to resist wind loads.	△						
10		Interior components	W21	Brace or secure interior non-structural elements of the building to structural elements.	○						
11	Floods	Water pressure	F11	Design and construct shear walls, columns, or fill to elevate building.	○						
12		Wet-proofing a building	F12	Create a waterproof building.	○						
13			F14	Design building such that water can quickly drain from all building components.	○						
14	Landslides, mudslides	General	Added	Designed/constructed with any special attention(s) for sediment disasters	○						

出典: UNISDR の Guidance Note on Safer School Construction (2009)を参考に調査団が加工

図 5-40 二次評価シート(風災、洪水、土砂災害用)

<sup>41</sup> 「公立学校 サンプル 10 校の現地調査に基づく地震リスク評価結果一覧」には、FEMA P-152 RVS による判定結果を併せて記載した。「RVS」の判定結果は、設計基準が 1992 年以降の校舎で、活断層にかなり近接している 2 つの学校(①【320607】 Mayor Simplicio Manalo NHS, ③【305412】 Benigno “Ninoy” S. Aquino HS\_160726) に関しては、「NSCP 2001・2010」と「UBC 1997」の"Near-Source Factor Ca, Cv" の違いから、若干の評価結果に相違がある。

なお上記風災、洪水、土砂災害に関する評価は、“Yes”が多いほど、各ハザードに対して強靱であるという評価となっている。風災に対する対策の効果については次ページの表に詳細を示す。

なお、メトロマニラの公立学校については敷地周囲をコンクリート壁で囲っており、ゲート部に遮水壁を設置することで浸水深 1m 程度までの洪水であれば防水対策が可能であると考えられる。ただし、防水壁や敷地周囲のコンクリート壁が、どの程度の水圧まで耐えられるのか、学校内の排水施設を通して校内へ洪水が逆流、浸水する可能性についての検討は対策実施時に必要となる。

表 5-41 対策効果の詳細

項目	対策効果
<u>W7 構造部材同士の緊結</u>	構造部材同士の緊結は重要である。特に屋根構造材と壁あるいは柱との緊結が不十分なために屋根部が吹き飛ばされるという被害が、台風 Haiyan の被害調査で散見された（写真 1,2）。被害の要因は、屋根を構成する水平材を壁または柱から出ている鉄筋で「抱き込む」ことで接合している部分の緊結が不適切であることによるものである（写真 2 の赤丸の個所）。現状、複数の鉄筋を個別に曲げることで抱き込んでいるが鉄筋同士が「結ばれて」おらず、外力が作用すると容易に開いてしまう。鉄筋同士を結ぶことで相当の耐力の向上が期待される。
W10 屋根勾配 W12 建物の高さ W14 建物形状	屋根勾配、建物の高さ、建物形状は学校建築に関する要求性能を考えると大幅な変更は難しい。また、現行の学校建築仕様からの多少の変化では大幅な荷重低減効果は見込めない。
<u>W11 軒の出</u> <u>W17 主構造部の屋根から独立したベランダの屋根</u>	軒の出、主構造部の屋根から独立したベランダの屋根について、耐風性能という視点からは軒先屋根の出はできるだけ短くするのがよい。一方、日常の雨や日射に対する対策という視点から考えると、一概に軒先屋根の出を短くすることは難しい。ベランダの屋根を主構造部の屋根から独立させること（廊下部の屋根についても同様）は、進行的な屋根被害の抑止に有効である。また、損傷箇所を分離できるので、損傷部の修復も容易である。
<u>W18 外装材の構造材への緊結</u>	外装材の構造材への緊結は、特に屋根ふき材被害低減のために重要である。屋根ふき材被害は、釘（またはスクリュー等）で屋根ふき材を屋根構造材へ緊結する箇所から進展する。緊結部の被害は、pull-out（釘の引抜き）、pull-over（釘の頭抜け）、shear-tear-out（屋根ふき材の引裂き）があり、台風 Haiyan による被害でも多く見られた被害形態である（写真 3,4）。これらの被害は適切な厚みの屋根ふき材と適切な釘（または適切なスクリュー等）を使用することで低減することができる。また、緊結の間隔を密にすることによっても被害を低減することができる。ただし、適切な緊結材の算定には材料試験が必要、また必要十分な緊結材の間隔は強風ハザードが異なることから地域によって異なるので、地域ごとに算定する必要がある。フィリピンを含めた他の発展途上国では、学校建築物は仕様設計となっているが、緊結材に関する仕様は定義されておらず、この仕様を規定することは、これらの地域の耐風性能の向上に効果的であると考えられる。
<u>W19 飛散物に対する防御</u> <u>W20 開口部の耐風性能</u>	飛散物に対する防御、開口部の耐風性能について。飛散物による開口、ドアや窓の破損による開口、あるいは換気目的や未熟な施工によってあらかじめ開いている開口に強風が吹きこむことで建物内圧が上昇し、屋根ふき材が飛散するという被害は、主要な強風被害モードである。大きな風圧あるいは飛散物の衝突に対して、ドアや窓ガラスあるいはジャロジーそのものの耐力を上げることで被害を低減することは困難なので、雨戸を導入することで、大きな風圧の作用や飛散物の衝突を防ぐ対策が有効である。
W21 コンテンツ（机椅子などの備品）の固定	コンテンツの固定による被害低減効果は大きくないと思われる。教室内のコンテンツは机・椅子および簡単な教材など限定的であり、主要な被害要因は雨水の侵入による水濡れである。コンテンツの固定によって強風流入によるコンテンツ等の飛散は防げたとしても、水漏れは防げない。また、台風襲来時には休講措置が取られていると思われるので、教室内に人はおらず、コンテンツの飛散による人的被害も考えにくい。（写真参照）

注：下線太字：対策効果高、下線：対策効果中、**黒字**：対策効果低



写真 屋根構造材の被害(Leyte 島 Pastrana の学校).



写真 緊結不良による屋根構造材の被害(左部)(Leyte 島 Pastrana の学校).



写真 Pull-over 型の屋根ふき材飛散被害 (Leyte 島 Pastrana の学校).



写真 緊結部に穴が開いている、飛散した屋根ふき材(Leyte 島 Pastrana の学校).



写真 机・椅子などコンテンツの被害(Samar 島 Guiuan の学校).



写真 水濡れによる教科書の被害(Samar 島 Guiuan の学校).

## c.2 風災、洪水、土砂災害に関する簡易評価

風災、洪水、土砂災害に関する二次評価結果の要約を以下に示す。

表 5-42 二次評価(風災、洪水、土砂災害)結果の要約

No.	School ID	School Name	Construction Year	Number of Storey	Total Floor Area	Windstorm			Flood			Sediment Disaster	
						Yes	No	Yes %	Yes	No	Yes %	Yes	No
1	320607	Simplicio (Agripino) Manalo NHS	2013	3	1,596	3	2	60.0%	3	0	100.0%	0	1
2	136704	Hen Pio Del Pilar ES I	1987	3	2,081	4	2	66.7%	2	1	66.7%	0	1
3	305412	Benigno Aquino HS	2006	4	13,907	3	2	60.0%	2	1	66.7%	0	1
4	136697	Tibagan ES	1986	2	543	4	2	66.7%	2	1	66.7%	0	1
5	136745	Salapan ES	1971	2	1,288	2	4	33.3%	2	1	66.7%	0	1
6	136469	Antonio Maceda Integ. S	1981	3	2,178	2	3	40.0%	2	0	66.7%	0	1
7	136482	Bagong Diwa ES	1966	3	2,249	0	6	0.0%	2	1	66.7%	0	1
8	136422	Antonio Luna ES	1945	2	982	2	4	33.3%	2	1	66.7%	0	1
9	305315	Victoriano Mapa HS	1968	4	8,596	3	3	50.0%	2	1	66.7%	0	1
10	136800	Arcadio F. Deato ES	2011	3	1,231	3	3	50.0%	2	1	66.7%	0	1

注: UNISDR の Guidance Note on Safer School Construction を参考に、目視による評価が可能な評価項目を抽出して現地にて調査団が実施した。“Yes”が多いほど対象災害に対して強靱であると評価される。

- 風災については、“Yes”の割合が、60%以上が4校、50%が2校、33%以下が3校となった。最低の0%となった学校 No7 は、最上階（3階）に壁がなく柱と屋根のみの運動場となっており、風災に対して最も脆弱であるとの評価となった。
- 洪水については、排水施設があるか否かで評価が分かれたが、押しなべて浸水に耐える構造となっており、防水ペイントも施工されていることから、構造的には各校で差がつかなかった。
- 土砂災害に対しては、基本的には地滑り等に対して特別構造的に考慮している学校はなく、脆弱であるとの評価となった。しかし今回調査した学校は、平地に位置する学校が多く、周辺環境において土砂災害が発生するようなどころには位置していなかった。

洪水については、階数によって脆弱性カーブを選択し、リスクベース保険料率算定ツールにおいて、保険料がどのように変化するかを分析する。

土砂災害については、学校の立地条件によって損害が発生するか否かが決定し、構造物の脆弱性は考慮しないこととする。

### 5.4.2 MRT3 のリスク評価結果

#### a. 評価対象施設

MRT3 のリスク評価は、詳細な図面、構造計算書が入手できなかったため、現地調査による結果と設計に採用したと想定される耐震基準を基に評価を行う。

評価対象施設は、構造物があるものに絞った。評価対象施設を下表に示す。

表 5-43 評価対象施設

No.	施設名称	構造種別	架構形式	構造的な特徴
1	Stations	鉄道部分： 鉄筋コンクリート造、 プレキャスト造 駅舎部分： 鉄骨造	ラーメン架構  鋼管を用いた ラーメン架構	鉄筋 コンクリート造 の鉄道の上に 鉄骨造の駅舎が 建つ。
2	Railway Viaduct	柱・横梁： 鉄筋コンクリート造、 桁： プレキャスト造	門型ラーメン架 構 モノポール構造	一般的な高架橋 の構造
3	Depot	鉄筋コンクリート造	ラーメン架構	Depot は地下階、 1 階にあり、上部 にショッピング・ モールが建つ

## b. 設計仕様

MRT3 が 1996 年 10 月に着工、1999 年に営業を開始したことを考えると、各施設の構造設計は以下の設計基準、材料規格を採用していたと推測される。

### 設計基準

- 鉄筋コンクリート造部分：ACI-318-89  
(ACI : American Concrete Institute アメリカ コンクリート工学協会) または NSCP 1992 (4th Edition)
- 鉄骨造部分：設計当時は、AISC の基準 (AISC : American Institute of Steel Construction アメリカ 鉄骨協会) がなかったため、NSCP 1992
- 耐震基準：1994 NEHRP または 1994 Edition FEMA 222A/223A を参考

### 材料規格

- 鉄筋コンクリート造部分：コンクリート ASTM A-318-89, 鉄筋 ASTM A-615
- 鉄骨造部分：ASTM A-36 または ASEP Handbook (ASEP : Association of Structural Engineers of the Philippines)

## c. 現地調査結果と設計基準にもとづく耐震性の考察

現地調査の結果とこれらの設計基準と耐震性に対する考察を記載する。

### c.1 駅舎

#### (設計基準に関する考察)

- ① プレキャスト部材を用いていることから、構造体は終局強度設計をおこなっているものと推測される。

- ② NSCP 1992 は許容応力度設計であったため、1994 NEHRP を参考にして、荷重・耐力係数設計（LRFD : Load & Resistance Factor Design）による終局強度設計をおこなっているものと推測される。
- ③ 現行のフィリピンの耐震基準である NSCP 2010 にある「断層近傍割増係数（Near-Source Factors）」が 1994 Edition FEMA 222A/223A には採用されていた。

#### **（耐震性に関する考察）**

- ① NSCP 1992 におけるマニラ首都圏の地震地域係数（Seismic Zone Factor）は、0.4 であり、日本の耐震基準における「極めて稀な地震動」と同等だが、ベアシア係数の算定方法の違いなどから、2 層の鉄筋コンクリート造の建物で、75%ほどの耐力であると推測される。
- ② Stations は、鉄筋コンクリート造の高架橋の上に、鉄骨造の駅舎が乗っており、剛性の違いから、駅舎の部分が局部震度により大きく振られる可能性がある。
- ③ 駅舎の天井部分に設置された設備機器、ダクトの振れ止めが不足しており、上記のように、駅舎の部分が大きく揺れた場合に設備機器、ダクトが落下することが予想される。

### **c.2 鉄道軌道、高架（鉄道という）**

#### **（設計基準に関する考察）**

駅舎と同じ。

#### **（耐震性に関する考察）**

駅舎①と同じ。

なお、プレキャスト桁の横梁への支持部分の詳細は確認できなかった。

### **c.3 デポ（車両基地）**

#### **（設計基準に関する考察）**

- ① 他施設の設計基準と合せて、構造は終局強度設計と推測。
- ② 駅舎と同じ。
- ③ 駅舎と同じ。
- ④ デポ（地下）の地上にはショッピング・モールが設置されているため、その重量を考慮して設計されている。



駅舎全景



駅舎内部



Stationの鉄道部分



Railway Viaduct

写真 MRT3 の現地調査状況

駅舎、鉄道部分は、それぞれ耐震診断を行い、補強を行う場合には下記の補強方法が考えられる。

■ 駅舎部分

- 鉄筋コンクリートによる根巻き補強  
駅舎の剛性が不足して、大きく揺れる事を防止する。



- 鉄骨梁と柱の補強  
仕口部分の耐力が不足する場合。



- 鉄骨梁の座屈止め補強  
鉄骨梁の横座屈止め補強。



- ダクトの免震補強  
ダクトの変形追従性を高める。



#### ■ 鉄道部分

- パネルを用いた鉄筋コンクリート造柱の補強  
柱のねばりを高める。



- パネルを用いた鉄筋コンクリート造柱の補強

### 5.4.3 NAIAT3 のリスク評価結果

NAIAT3 のリスク評価は、図面、構造計算書が入手できなかったため、現地調査による結果と設計に採用したと想定される耐震基準を基に評価を行う。

評価対象は、Terminal 3 及び付帯の駐車場とする。

NAIAT3 が 1997 年着工、2008 年に開業したことを考えると、各施設の構造設計は以下の設計基準、材料規格を採用していたと推測される。

#### a. 設計基準

- 鉄筋コンクリート造部分：ACI-318-89  
(ACI：American Concrete Institute アメリカ コンクリート工学協会)  
または NSCP 1992 (4th Edition)
- 鉄骨造部分：設計当時は、AISC の基準 (AISC：American Institute of Steel Construction アメリカ 鉄骨協会) がなかったため、NSCP 1992
- 耐震基準：1994 NEHRP または 1994 Edition FEMA 222A/223A を参考

## b. 材料規格

- ・ 鉄筋コンクリート造部分：コンクリート ASTM A-318-89, 鉄筋 ASTM A-615
- ・ 鉄骨造部分：ASTM A-36 または ASEP Handbook (ASEP: Association of Structural Engineers of the Philippines)

## c. 現地調査結果と設計基準にもとづく耐震性の評価

現地調査の結果とこれらの設計基準を基に耐震性に対する考察を記載する。

### c.1 Terminal 3

- ① 屋根の形状などから、構造種別は鉄骨造、架構形式は長辺方向が逆 V 型ブレース構造、短辺方向がラーメン構造と推測される。
- ② NSCP 1992 は許容応力度設計であったため、1994 NEHRP を参考にして、荷重・耐力係数設計 (LRFD: Load & Resistance Factor Design) による終局強度設計をおこなっているものと推測される。
- ③ 現行のフィリピンの耐震基準である NSCP 2010 にある「断層近傍割増係数 (Near-Source Factors)」が 1994 Edition FEMA 222A/223A には採用されていた。
- ④ 天井内にある天井材の下地、吊材、振れ止め、および天井内部に設置された設備機器、ダクトの振れ止めが確認できなかった。  
地震時に、大きく揺れた場合に天井、設備機器、ダクトが落下する可能性がある。

### c.2 Car Park

- ① 用途から、構造種別は鉄筋コンクリート造、架構形式は長辺、短辺方向共にラーメン構造、床はプレキャスト造と推測される。その他は、Terminal 3 と同様。



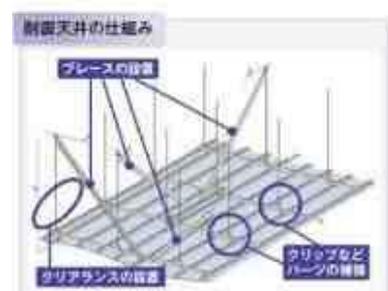
Terminal 3 外観



Terminal 3 内部

### c.3 Terminal 3 の天井の耐震補強方法

天井材の下地材の補強を行い、ブレースを増設する。  
止めは耐震クリップ、耐震ハンガーなどによる。



## 5.5 公立学校のリスク評価結果に基づく保険料率算定の試行

公立学校のリスク評価結果が得られた場合には前述の脆弱性カーブを評価結果のポイントに応じて利用することが可能となる。以下に耐震基準の改訂年と現地調査の結果得られたポイントの関係を整理した。本調査では現地調査の結果、脆弱性カーブの料率への寄与から以下のようにリスク評価のポイントから脆弱性カーブを選択することを推奨する。

表 5-44 リスク評価のポイントによる脆弱性カーブの選択

リスク評価のポイント	脆弱性カーブ 地震	脆弱性カーブ 台風	脆弱性カーブ 洪水、高潮、津波
～0.6	Rank 31,37	年代、構造形式で カーブを選定	ポイントによらず、 階高、遮水壁対策に応 じて入力データを作成
0.7～1.7	Rank 33,39		
1.8～2.5	Rank 35,41		
2.6～	Rank 36,42		

表 5-45 フィリピンにおける耐震基準の改訂年

区分	Philippines における耐震 設計基準 [ ] 内は、参考としている米国の 耐震設計基準	建物 竣工 時期	地震地域係数	耐震設計 手法
1st- Generation	耐震設計基準制定以前	1974 年 以前	—	—
2nd- Generation	<b>NSCB 1972</b> ・1981・1987 [ UBC 1970・1979・1985 ]	1975 年～ 1993 年	NSCB 1972・1981 : なし NSCB 1987 : Metro Manila: Zone 4 Z=1.0	許容応力度 設計法
3rd- Generation	<b>NSCP 1992</b> [ UBC 1988 ]	1994 年～ 2002 年	Metro Manila: Zone 4 Z=1.0	許容応力度 設計法
4th- Generation	NSCP 2001・2010 [ UBC1997・IBC 2009 ]	2003 年 以降	Metro Manila: Zone 4 Z=1.0	終局強度設計法か、 許容応力度設計法を 選択

\*NSCB: National Structural Code of Buildings

\*UBC: Uniform Building Code

\*IBC: International Building Code

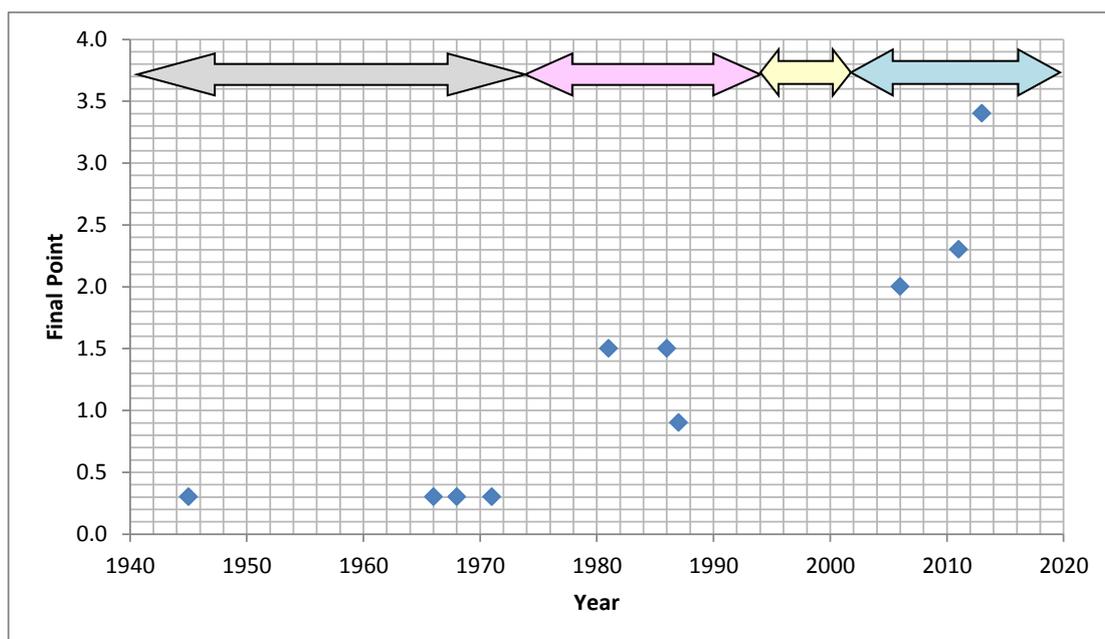


表 5-46 耐震設計基準とリスク評価結果ポイントの関係

推奨カーブを利用して分析した保険料率と仮に対策を実施した場合の保険料率を次頁に示す。なお、本分析では調査団で検討した再調達価額を利用して分析を行っている。分析に利用した Exposure データと分析結果を次ページ以降に示す。

地震対策を実施した場合には1校舎当たり数万～数百万ペソの対策効果が確認できるが、台風の場合には数百～数万ペソ程度の効果しか確認できていない。これはそもそも台風による損害の程度は低いので、対策の効果も小さくなっている。GSIS が現状利用しているタリフレートも地震よりも台風のレートが1ケタ小さい値が設定されている。

今後ツールから算定される純保険料の変化を把握することで、公共インフラの強靱化対策について費用対効果を算定できる体制を整えることができることになった。ただし、今回の試算からも明らかなように保険料の低減効果だけでは公共インフラを強靱化するための強力なインセンティブにはならない。次章以降には保険料低減だけでなく、他のインセンティブとセットで強靱化を進めるためのスキームを提案する。

表 5-47 インプリント Exposure データ

No_	Status	Location N	Latitude	Longitude	Replacemen	Rank_EQ	Rank_TY	Rank_FL	FL_Wall(m)
1	Current	Simplicio Malano NHS	14.5443917	121.0620778	25855200	42	25	3	0
2	Current	Hen Pio Del Pilar ES I	14.5555556	121.0116667	33708960	33	22	3	0
3	Current	Benigno Aquino HS	14.5497361	121.0651361	233640960	35	24	4	0
4	Current	Tibagan ES	14.5570861	121.0642972	7757750	39	18	2	0
5	Current	Salapan ES	14.6111111	121.0244444	18418400	37	18	2	0
6	Current	Antonio Maceda IC	14.6032	121.0118111	35283600	33	18	3	0
7	Current	Bagong Diwa ES	14.5881111	121.0053472	36439308	31	18	3	0
8	Current	Antonio Luna ES	14.6267611	120.9816889	14048320	37	22	2	0
9	Current	Victoriano Mapa HS	14.5979333	120.9922778	144412800	31	22	4	0
10	Current	A.Daeto ES	14.7113889	120.9422222	19937664	35	24	3	0
11	Improved	Simplicio Malano NHS	14.5443917	121.0620778	25855200	42	25	3	1
12	Improved	Hen Pio Del Pilar ES I	14.5555556	121.0116667	33708960	42	25	3	1
13	Improved	Benigno Aquino HS	14.5497361	121.0651361	233640960	42	25	4	1
14	Improved	Tibagan ES	14.5570861	121.0642972	7757750	36	21	2	1
15	Improved	Salapan ES	14.6111111	121.0244444	18418400	36	21	2	1
16	Improved	Antonio Maceda IC	14.6032	121.0118111	35283600	42	25	3	1
17	Improved	Bagong Diwa ES	14.5881111	121.0053472	36439308	42	25	3	1
18	Improved	Antonio Luna ES	14.6267611	120.9816889	14048320	36	21	2	1
19	Improved	Victoriano Mapa HS	14.5979333	120.9922778	144412800	42	25	4	1
20	Improved	A.Daeto ES	14.7113889	120.9422222	19937664	42	25	3	1

表 5-48 地震の保険料率算定結果(現況施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Pio Del Pilar ES I	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A.Daeto ES
1000	10,733,823	18,035,570	110,940,825	3,557,022	8,080,662	19,235,205	19,234,655	5,506,388	71,659,837	6,113,139
500	9,925,299	15,714,743	103,644,498	3,308,680	6,556,966	16,689,176	16,962,940	4,662,053	62,998,737	5,691,269
400	9,425,914	14,726,779	98,128,596	3,162,844	6,132,054	16,164,722	16,351,524	4,521,489	61,540,225	5,406,673
300	7,517,535	13,924,300	81,431,015	2,606,236	5,297,869	14,638,048	15,317,539	4,184,657	57,502,208	5,213,978
200	5,811,881	12,172,496	62,681,726	1,932,823	4,018,179	12,712,038	13,427,031	3,550,367	52,138,200	4,758,496
150	4,612,631	10,977,305	50,686,254	1,554,076	3,414,798	11,429,758	12,228,999	3,110,157	47,737,030	4,419,906
100	3,270,451	9,077,645	36,543,419	1,102,725	2,697,337	9,794,587	10,539,303	2,587,234	41,227,599	3,709,864
50	1,426,546	5,213,628	16,754,284	475,587	1,089,203	5,611,086	6,440,704	1,391,585	26,395,243	2,352,230
AAL	129,392	437,184	1,470,151	42,652	94,581	470,868	554,869	107,773	2,311,222	173,864
STD	733,772	1,548,420	7,817,513	245,804	537,799	1,652,437	1,779,020	451,005	6,997,982	616,264
Replace ment Cost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.50%	1.30%	0.63%	0.55%	0.51%	1.33%	1.52%	0.77%	1.60%	0.87%

\*AAL:Annual Average Loss = Pure Premium

\*STD:Standard Deviation

\*Rate: = AAL / Replacement Cost

表 5-49 地震の保険料率算定結果(対策実施後施設:リスク評価のポイントが 2.6 以上になる対策を実施したと仮定)

	Simplicio Malano NHS	Hen Pio Del Pilar ES I	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A. Daeto ES
1000	10,733,823	12,565,569	97,711,224	2,718,144	6,115,469	13,537,400	13,304,050	4,069,467	47,958,497	5,148,417
500	9,925,299	10,176,918	90,594,702	2,488,833	4,753,356	10,890,512	10,976,899	3,334,142	39,411,546	4,761,735
400	9,425,914	9,219,958	85,267,992	2,356,593	4,388,132	10,373,370	10,380,416	3,214,947	38,035,845	4,502,815
300	7,517,535	8,469,310	69,424,332	1,868,257	3,689,929	8,923,274	9,400,807	2,933,108	34,323,917	4,328,406
200	5,811,881	6,914,961	52,153,117	1,312,687	2,668,928	7,213,174	7,705,672	2,417,156	29,615,828	3,919,119
150	4,612,631	5,922,283	41,411,592	1,018,082	2,209,835	6,150,308	6,696,993	2,070,803	25,946,304	3,617,648
100	3,270,451	4,461,867	29,093,217	685,566	1,684,276	4,885,748	5,363,503	1,672,542	20,847,840	2,993,547
50	1,426,546	1,973,234	12,635,094	264,335	602,732	2,151,013	2,592,751	822,533	10,792,662	1,834,396
AAL	129,392	165,513	1,152,263	26,356	57,708	179,695	211,408	64,624	868,144	133,644
STD	733,772	872,135	6,631,508	176,284	378,825	931,671	981,716	307,832	3,712,514	499,262
Replacement Cost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.50%	0.49%	0.49%	0.34%	0.31%	0.51%	0.58%	0.46%	0.60%	0.67%
保険料削減額	0	-271,672	-317,887	-16,296	-36,872	-291,173	-343,461	-43,149	-1,443,078	-40,220

\*AAL: Annual Average Loss = Pure Premium

\*STD: Standard Deviation

\*Rate: = AAL / Replacement Cost

表 5-50 台風の保険料率算定結果(現況施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Pio Del Pilar ES I	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A.Daeto ES
1000	90,164	140,222	2,009,764	116,327	183,791	321,364	313,205	58,771	594,559	1,294,313
500	63,371	97,566	1,502,032	90,547	123,626	229,519	231,617	37,829	392,389	1,105,042
400	52,236	87,811	1,256,072	81,444	115,989	211,174	200,706	34,687	334,122	1,069,513
300	46,300	73,604	1,141,222	74,446	108,309	192,766	190,158	31,745	308,947	1,022,042
200	35,561	55,113	899,669	61,801	86,422	158,291	163,864	23,718	246,627	950,558
150	26,915	44,666	749,806	54,323	74,679	138,136	133,373	19,790	196,047	847,850
100	19,766	32,343	549,372	42,634	57,970	108,323	106,474	13,781	136,959	729,123
50	10,718	17,385	323,053	28,776	37,895	69,288	67,423	6,915	69,943	543,612
AAL	858	1,416	24,098	2,467	3,195	5,868	5,866	587	5,956	48,804
STD	6,538	10,326	148,532	10,053	14,361	25,860	25,570	3,995	41,465	154,914
Replacement Cost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.003%	0.004%	0.010%	0.032%	0.017%	0.017%	0.016%	0.004%	0.004%	0.245%

\*AAL:Annual Average Loss = Pure Premium

\*STD:Standard Deviation

\*Rate: = AAL / Replacement Cost

表 5-51 台風の保険料率算定結果(対策実施後施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Pio Del Pilar ES I	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A.Daeto ES
1000	90,164	50,329	820,376	8,923	11,568	59,712	56,509	6,861	213,034	870,963
500	63,371	33,009	581,239	6,147	6,438	35,754	35,629	4,191	131,432	704,442
400	52,236	29,218	470,977	5,253	5,861	31,431	28,525	3,812	109,143	674,605
300	46,300	23,830	420,893	4,598	5,299	27,272	26,217	3,461	99,712	635,426
200	35,561	17,082	318,793	3,492	3,802	20,012	20,745	2,531	76,937	577,896
150	26,915	13,425	257,904	2,886	3,069	16,122	14,954	2,091	59,130	498,300
100	19,766	9,285	179,905	2,020	2,119	10,915	10,406	1,435	39,253	410,785
50	10,718	4,588	97,697	1,135	1,140	5,259	4,922	716	18,306	283,871
AAL	858	419	7,847	95	101	477	461	65	1,743	22,863
STD	6,538	3,819	59,806	686	826	4,242	4,078	472	14,869	85,274
Replacement Cost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.003%	0.001%	0.003%	0.001%	0.001%	0.001%	0.001%	0.000%	0.001%	0.115%
保険料削減額	0	-997	-16,251	-2,372	-3,094	-5,392	-5,405	-522	-4,213	-25,941

\*AAL:Annual Average Loss = Pure Premium

\*STD:Standard Deviation

\*Rate: = AAL / Replacement Cost

表 5-52 洪水の保険料率算定結果(現況施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Plo Del Pilar ES I	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A.Daeto ES
1000	421,497	188,139	1,329,456	0	2,415,028	0	1,411,114	462,829	4,841,144	0
500	302,091	142,270	538,481	0	2,354,994	0	1,320,168	399,862	4,824,543	0
475	292,496	139,490	472,567	0	2,335,367	0	1,309,191	392,993	4,822,782	0
250	178,421	97,791	67,207	0	2,085,991	0	1,169,636	318,009	4,802,408	0
200	138,974	82,501	18,589	0	2,104,464	0	1,139,844	301,621	4,796,371	0
150	83,536	63,042	0	0	2,047,893	0	1,088,099	278,990	4,788,071	0
100	23,833	35,243	0	0	1,887,415	0	973,632	237,630	4,564,888	0
75	12,027	22,434	0	0	1,796,209	0	921,887	213,438	4,389,505	0
50	2,405	17,127	0	0	1,657,667	0	798,013	169,737	4,054,682	0
25	0	7,237	0	0	1,515,613	0	628,665	102,625	3,565,734	0
20	0	0	0	0	1,344,756	0	1,017,537	90,139	3,454,127	0
10	0	0	0	0	1,261,219	0	798,013	13,287	2,853,571	0
5	0	0	0	0	1,225,337	0	539,949	9,243	2,157,352	0
4	0	0	0	0	1,217,043	0	446,791	8,810	1,911,571	0
3	0	0	0	0	1,203,556	0	314,566	8,088	1,565,267	0
2	0	0	0	0	1,121,636	0	98,199	6,933	959,236	0
1.33	0	0	0	0	27,121	0	0	3,611	31,818	0
1.25	0	0	0	0	189	0	0	2,166	0	0
1.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AAL	1,506	1,169	2,064	0	622,098	0	201,241	12,735	947,103	0
STD	19,212	9,826	45,663	0	587,831	0	273,119	38,558	1,094,585	0
Replacement Cost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.006%	0.003%	0.001%	0.000%	3.378%	0.000%	0.552%	0.091%	0.656%	0.000%

表 5-53 洪水の保険料率算定結果(1m 遮水壁設置対策実施後施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Pio Del Pilar ES I	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A Daeto ES
1000	0	0	0	0	2,415,028	0	0	0	4,841,144	0
500	0	0	0	0	2,354,994	0	0	0	4,824,543	0
475	0	0	0	0	2,335,367	0	0	0	4,822,782	0
250	0	0	0	0	2,085,991	0	0	0	4,802,408	0
200	0	0	0	0	2,104,464	0	0	0	4,796,371	0
150	0	0	0	0	2,047,893	0	0	0	4,788,071	0
100	0	0	0	0	1,887,415	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	1,796,209	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	1,657,667	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	1,515,613	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1,344,756	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1,261,219	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1,225,337	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1,217,043	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1,203,556	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AAL	0	0	0	0	428,319	0	0	0	32,049	0
STD	0	0	0	0	599,502	0	0	0	391,082	0
ReplacementCost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	2.325%	0.000%	0.000%	0.000%	0.022%	0.000%
保険料 削減額	-1,506	-1,169	-2,064	0	-193,780	0	-201,241	-12,735	-915,053	0

表 5-54 高潮の保険料率算定結果(現況施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Del ES I	Pio Pilar	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A.Daeto ES
1000	0	49,213,431	0	0	0	8,905,876	0	61,162,111	20,079,485	524,444,043	36,738,737
500	0	20,355,759	0	0	0	0	0	58,274,335	19,072,881	515,449,366	36,087,579
400	0	0	0	0	0	0	0	57,333,811	18,753,503	512,734,293	35,906,692
300	0	0	0	0	0	0	0	57,037,182	18,653,791	511,901,718	35,852,691
200	0	0	0	0	0	0	0	54,957,940	17,970,355	506,402,402	35,513,313
150	0	0	0	0	0	0	0	52,897,836	17,324,583	501,566,205	35,239,551
100	0	0	0	0	0	0	0	49,170,346	16,257,787	494,470,307	34,876,905
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469,158,869	33,949,974
AAL	0	87,599	0	0	0	17,119	0	725,119	297,403	18,627,226	6,975,709
STD	0	2,019,987	0	0	0	591,781	0	6,093,506	2,168,340	89,914,132	11,176,542
ReplacementCost	25,855,200	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	12,899%	12.899%	34.988%
Rate	0.000%	0.260%	0.000%	0.000%	0.093%	0.000%	1.990%	2.117%			

\*AAL:Annual Average Loss = Pure Premium

\*STD:Standard Deviation

\*Rate: = AAL / Replacement Cost

表 5-55 津波の保険料率算定結果(現況施設)

	Simplicio Malano NHS	Hen Del ES I	Pio Pilar	Benigno Aquino HS	Tibagan ES	Salapan ES	Antonio Maceda IC	Bagong Diwa ES	Antonio Luna ES	Victoriano Mapa HS	A.Daeto ES
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,948,728
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,038,755
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,845,308
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,426,364
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,281,270
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,479,187
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AAL	0	0	0	0	0	0	0	10,881	3,561	371,308	266,171
STD	0	0	0	0	0	0	0	769,641	251,865	13,138,500	2,710,132
ReplacementCost	25,855,200	33,708,960	33,708,960	233,640,960	7,757,750	18,418,400	35,283,600	36,439,308	14,048,320	144,412,800	19,937,664
Rate	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.03%	0.26%	1.34%

\*AAL:Annual Average Loss = Pure Premium

\*STD:Standard Deviation

\*Rate: = AAL / Replacement Cost

## 6 リスクベース保険料率算定ツールの活用

本調査ではマニラ首都圏を対象にリスクベース保険料率算定ツールを開発した。本ツールを利用することで保険対象施設の自然災害に対する純保険料が把握できるようになった。純保険料率を把握することで、保険料の適正化や防災改修による公共インフラ強靱化の効果を保険料ベースで定量的に把握できるようになった。防災投資効果を保険料ベースで定量的に示すことで、マニラ首都圏での公共インフラ強靱化の取組みを進めるための数値的な根拠を関係機関の間で共有することが可能になる。

### 6.1 リスクベース保険料率での保険引受による主な効果

リスクベース保険料率算定ツールには、マニラ首都圏の自然災害ハザードデータが発生確率とともに予め組込まれている。また、対象とする施設の種別や建築年などに応じた脆弱性カーブも複数組込まれている。適用する脆弱性カーブを施設情報にもとづいて選ぶことによって、建物毎の保険料率（純保険料率）が算定出来る。これは、建物の立地による自然災害ハザードと施設の強度にもとづく損傷度合を反映している。リスクベース保険料率による保険引受けを行うことにより、現在の保険料率では反映されない建物の脆弱性や強靱性が反映される。

リスクベース保険料率の導入は、現行の保険料率に比べ、保険制度が果たすリスク移転の合理性の向上と保険制度へのリスクコントロールの組込み（防災水準向上）の観点から、以下の効果を有する。

- 施設の損害リスクに応じた合理的な保険料率で保険を引受る方式のため、GSIS はリスク量に見合った保険料を徴収できる。
- 現行ほぼ一律の保険料率に比べて、被保険者間の不公平の発生が抑制される。
- 対象施設の自然災害リスクが保険料率という形で定量評価されるため、被保険者の自然災害リスクの認識が向上する。
- 改修工事による保険料率の軽減がツールで確認できるため、事前の防災投資を促す仕組みのベースになる。

### 6.2 期待されるその他の効果や活用可能性

#### 6.2.1 GIS を利用した保険引受リスクの可視化による GSIS アンダーライティング能力向上

当ツールは、そのシステムが GIS ベースで構築されているため、保険引受施設をポートフォリオとして視覚的に管理することが出来る。引受け施設毎のリスクに加え、対象施設の集積や分散を、ハザードマップとともに、GIS 上で可視化できる。また、画面上で保険料率や超過確率ごとの保険損害額も算定可能である。公立学校等、多くの建物が広範囲に分散する施設に対して、所在地のハザードや対象施設の情報、特に災害種別毎の適正保険料率が、GIS 上で視覚的に確認出来るようになる。これにより、GSIS 自体の引

受けリスクに関する視認性やリスク認識に対する意識が向上可能と考えられる。

なお、少しの標高差でも大きくハザードが変わってくる洪水については、地表面の標高を精緻な航空測量データを使用してハザードマップを作成している。洪水に関しては、10m ピッチでのアセスメントを行っており、河川堤防の状況もハザードモデルには含まれている。保険引受リスク評価用の洪水ハザードモデルとして、一般に公開されているマップよりも精緻である。この点からも、GSIS が今後継続的に本ツールを使用することにより、アンダーライティング（保険引受判断）能力の向上が期待される。

### 6.2.2 自然災害危険にもとづいた関係機関や再保険会社との損害保険に係る協議

当ツールは保険引受施設に対する自然災害危険の程度を保険料率や損害額という形で発生頻度毎に示すものである。これを活用することで、GSIS は被保険者にリスクを明示しながら、保険の協議を行うことが出来る。第4章で示したように、多くの公的機関が保険に未加入であり、また、自然災害危険の補償に加入していない実態がある中で当ツールを通じて、自然災害リスクを定量的かつ可視的に示すことによって、これらの機関に加入を促すことが可能になる。

### 6.2.3 運輸インフラなど再保険調達を行う大規模施設についての自然災害保険料率のベンチマークとして活用

MRT3やNAIA T3など大型公共インフラ施設については、保有リスク管理の観点から、入札手続きによって再保険を購入している。再保険料率は、再保険市場の影響を受けるため一定ではない。GSIS は、再保険者やブローカーへのヒアリングなどのマーケット調査や過去の推移にもとづいて、公共入札予算額（再保険料の予算上限）を決めている。自然災害危険に対する適切な保険料の水準を当ツールで把握でき、大型公共インフラ施設における保険料率のベンチマークとして使用できる他、再保険者やブローカーとの協議にも活用できる。

なお、大型公共インフラ施設の保険約款には、火災や自然災害、機械的事故など災害種別毎に保険料率が明示されない「オールリスク方式」を用いることが多い。このため、当ツールによる自然災害保険料率とオールリスク方式の保険料率を単純比較することは出来ないが、GSIS が自然災害保険部分の裏付けとして参考にすることが可能になる。

### 6.2.4 自然災害による最大損害額評価にもとづいた支払限度額の設定

保険金額が大きいMRT3やNAIAT3では、自然災害を原因とする保険事故については、支払限度額<sup>42</sup>が設定されている。これはMRT3のように延長16kmに及ぶ施設が火災を原因として全損する可能性は無いが、地震や台風、洪水によっては、全線にわたって甚大な損傷が発生する可能性が存在することによる。このため、自然災害に対する支払限度額の設定なしでは、保険市場での保険調達が不能になる可能性や保険料が巨額になる可能性がある。このように大規模な施設の損害保険において、自然災害事故に対する支払限度額を設定することは一般的であるが、その限度額をどのように決定するかは保険設

<sup>42</sup> NAIAT3では、自然災害に拘らずすべての保険事故について支払限度額が設定されている

計上、重要なリスク評価プロセスである。

ツールでは、地震や台風、洪水など想定される自然災害危険によって、MRT3 や NAIAT3 に発生する損害額を発生頻度毎に評価することが出来る。これにより、GSIS は自然災害支払限度額について根拠を持って想定し、被保険者や再保険者との協議が可能になる。一部保険、自然災害支払限度額の関係を下図に示す。

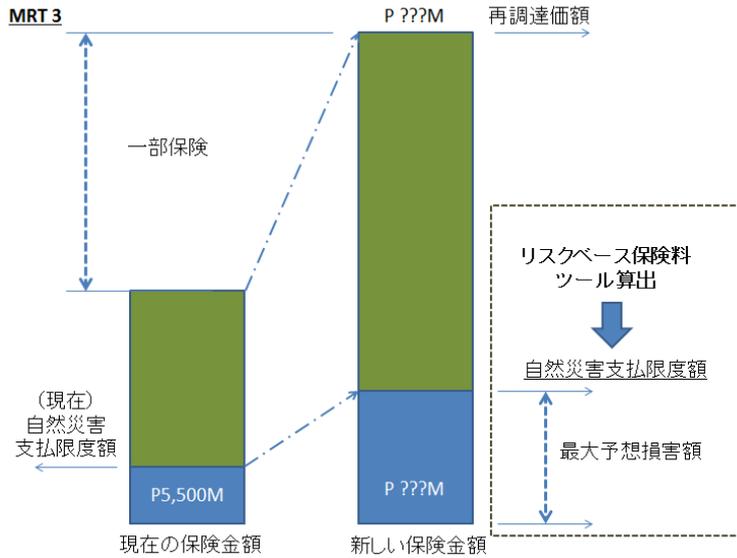


図 6-1 MRT3 を例にした一部保険、再調達価額、自然災害支払限度額の関係イメージ

MRT3 及び NAIAT3 について、地震危険での最大損害額の評価結果を本ツールで評価した結果を表 6-1 に示す。

表 6-1 MRT3 及び NAIAT3 の地震による最大損害額評価

単位: Php千

施設	現行契約			リスクツール			
	保険金額 注1)	支払限度額		再現期間	再調達価額	最大損害額(地震)	
		金額	%			金額	%
MRT3	23,958,144	5,500,000	23.0%	500年	44,510,825	8,563,183	19.2%
				200年		3,337,689	7.5%
NAIA T3 注2)	7,880,530	1,500,000	19.0%	500年	31,958,371	4,236,073	13.3%
				200年		2,602,315	8.1%

注1) 2016年更改時の入札書類にもとづく

注2) 2016年更改時の入札書類にもとづく T3部分の保険金額

現行契約では、MRT3 では自然災害による損害に対する支払限度額、NAIAT3 では、すべての保険事故に対する支払限度額が記載のとおり設定されている。本ツールを使えば、最大損害額を再現期間毎に評価することが可能になる。必要とする保険補償内容の決定やそれにもとづく保険料の交渉に活用出来るため、保険購入の最適化につながる。

### 6.2.5 事前の防災投資の優先付けの参考資料としての活用

施設が点で存在する学校では、建物毎の保険料率が自然災害リスクの指標になり、耐震改修など事前の防災投資の優先付けの資料として活用できる。MRT3のように線状の構造物については、想定損害を駅舎毎等路線区間に集約して示すことができるため、路線区間別の自然災害リスクの比較による改修順位優先付けの参考資料として活用できる（下図参照）。

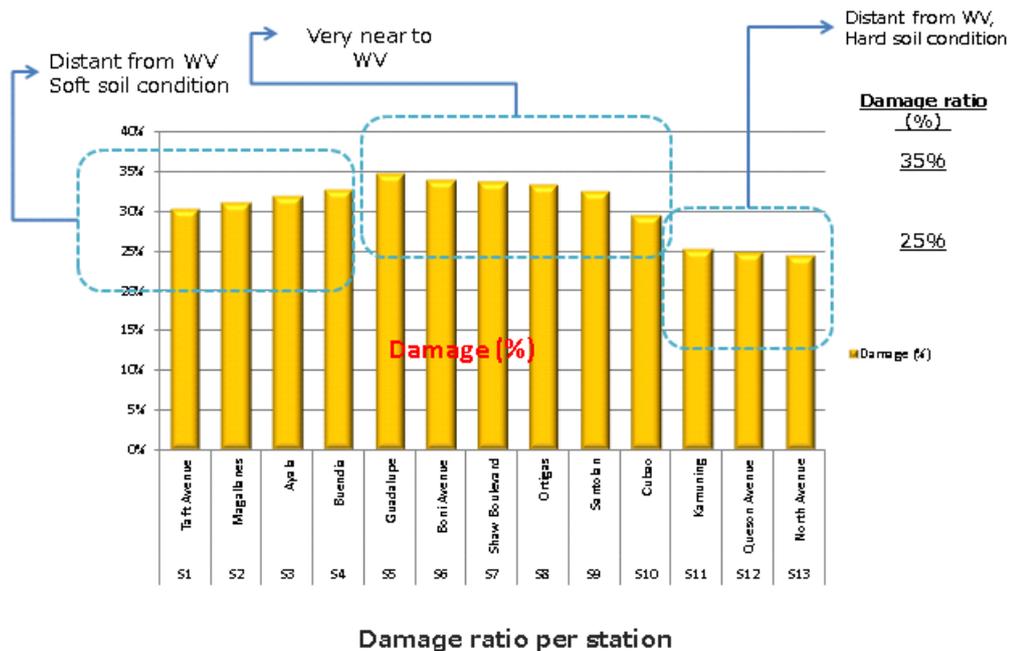


図 6-2 ウェストバレー断層地震シナリオによる MRT3 の路線区間毎の損傷割合

### 6.2.6 PIRA, Ltd.のタリフレート改定時の参考レートとしての使用

PIRA, Ltd のタリフレートは 1998 年版が現行版である。基本約款である火災危険に関しては、施設の用途区分に応じた保険料率が詳細に決められている。構造についても、2 種類であるが建物構造によって適用レートが異なる。また、公設消防の信頼性から、所在地によっても適用料率が異なる。一方、自然災害については、3.2.3 で示すとおり、立地によるハザードは州単位で区分されているが、ハザードに対する建物の脆弱性や強靭性は地震危険に対する建物階数別の料率区分のみである。

損害保険の公共性の観点から、どの程度まで明確な区分を設けるかは別問題であるが、リスクベースでの保険料率の把握は、保険者としてリスク管理の観点からも必要である。現在のタリフレートでは、施設の強靭性や脆弱性がほとんど考慮されていない。当該タリフレートは、1998 年版が最新版であるが、その後、フィリピンでは、政府機関によるマニラ首都圏の断層調査や度重なる大規模な台風、洪水災害を経験している。PHIVOLCS、PAGASA、UP などをはじめとした関係各機関の自然災害ハザードや施設の脆弱性に関する調査研究も進んでいる。現在、IC では自然災害に関する保険事故情報の収集様式の見直しを行っており、PIRA, Ltd のタリフレートも近い将来に改訂が見込まれると考えられ

る<sup>43</sup>。フィリピン最大の保険機関として、GSIS が実際のツールに基づいて、リスクベース保険料率の考え方を先行的に取り入れていくこと、タリフレート改訂時の参考として行くことに意義があり、活用可能と考える。

---

<sup>43</sup> IC による現時点で具体的な変更計画はない。

## 7 事前の防災投資インセンティブ

### 7.1 事前の防災投資を通したリスクコントロールの必要性(熊本地震による学校被害)

熊本県熊本地方で、2016年4月14日午後9時26分に前震であるM6.5の地震、その後4月16日午前1時25分にM7.3の本震が発生した(以降、「熊本地震<sup>44</sup>」という)。横ずれ断層型の直下型地震である。内閣府の報告によると、熊本県の住宅を中心に163千を超える建物の被害が発生した。死者数は地震発生時の被害が49名、地震による疾病等による死者数は15名であった<sup>45</sup>。

日本では1995年の阪神淡路大震災を受け、政府が公共建物の耐震化に取り組んでいる。その間、2008年の中国四川大震災で学校に甚大な被害が発生したことも受け、公立小中学校の耐震化率は、2002年時点の44.5%が2016年には98.5%に達している。

下表に示すとおり、熊本県でも2015年4月時点で公立小中学校の耐震化率は98.5%に達しており、熊本地震でも公立小中学校での建物の倒壊や崩壊など構造上の大きな損害は発生しなかった。一方、私立学校の耐震化率は74.1%であり、耐震化が完了していない学校の中には、柱や壁のせん断破壊など構造体に甚大な被害が発生した学校もある。熊本地震後の学校施設の整備に関する政府の検討会報告によると、構造体が耐震化されている学校と未完了の学校では、被害の度合いは大きく異なっており、耐震化が有効であったことを報告している。一方、非構造部材の被害や体育館などの大型施設の被害について今後の課題としている。天井材の落下や屋根ブレースの破断、窓ガラスの破損などの非構造部材の被害によって、地震後に223校の内、73校が避難所として使用できなかったことも課題としている。

熊本地震では前震、本震ともに生徒のいない夜間に発生したため、生徒や教職員に人的被害は発生していないが、昼間に発生した場合には、人的被害が生じた可能性がある。

表 7-1 熊本地震による学校被害状況

熊本県学校被害					
所有形態	区分	学校数	被害校数	被害率	耐震化率
公立	小学校	364	222	61%	98.5%
	中学校	161	112	70%	
私立	中学	9	9	100%	74.1%
	高校	21	20	95%	
学校被害		建物耐震		被害内容	
構造部材	耐震済み・新耐震	建物の倒壊・崩壊などの大きな被害なし			
	未対応	柱のせん断破壊や軸崩壊等、構造体に甚大な被害が発生した建物もあり			
非構造部材	耐震済み・新耐震	天井、窓ガラス、配管、ブレース、外壁の損傷			
	未対応	天井・照明器具・窓ガラス・外装材・設備器具に多数の被害が発生			
人命被害		被害		理由	
生徒被害		なし		前震(09:26PM)、本震(01:25AM)ともに夜間発生のため	

出典：文部科学省「熊本地震の被害を踏まえた学校施設の整備に関する検討会資料(2016年7月)」を基に調査団作成

<sup>44</sup> [http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_9979249\\_po\\_0910.pdf?contentNo=1](http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_9979249_po_0910.pdf?contentNo=1)

<sup>45</sup> <http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/h28kumamoto/pdf/h280729sanko01.pdf>

昼間の学校には、多くの生徒、教職員が在館しており、建物の崩壊や倒壊は多くの人命が同時に失われる危険性がある。マニラ首都圏の学校のほとんどは複数階を有する鉄筋コンクリート造である。下層階での柱や壁の破壊は、建物の崩壊につながる危険性があり、多くの人命が失われる危険性があるが、熊本地震の結果が示すように耐震化によって、建物の構造破壊を防ぐことが可能である。学校は自然災害時の地域の避難所としての役割も重要であり、この点からも自然災害に対する強靱性が求められる。

現在、マニラ首都圏には 600 以上の公立小中学校、4,000 以上の校舎が存在する。この内、GSIS が保険を引受け、所在地データが確認できた学校 372 校について、保険料率算出ツールによってウエストバレー地震シナリオによる損害額を試算した。結果は、合計保険金額 16.6Billion PHP に対し、予想損害額は、5.1 Billion PHP (30.7%) となった。建築物に甚大な被害が発生するとともに、昼間の地震では多くの人命が失われることが想定される。

自然災害による損害を保険にリスク移転することは資金確保の観点で被害の復旧を容易にすることから重要であるが、現実的な保険料で必要な保険を手配するためには、被害を防ぎ、軽減するための事前の防災投資によるリスクコントロールを同時に進めていくことも必要である。この点、DRF としての損害保険に、事前の防災投資へのインセンティブ（以下、「防災インセンティブ」という）をリスクコントロールメカニズムとして積極的に組み込んでいくことが必要である。

## 7.2 GSIS 公共インフラ保険の現状分析

### 7.2.1 国内外の自然災害保険制度における防災インセンティブ制度

自然災害は特定地域に繰り返し損害を与える可能性があること、災害時には多くの損害が集積することなどから、保険会社にとってはリスク管理が難しく、保険化が難しい災害リスクのひとつである。表 7-2 は、内閣府経済社会総合研究所「世界の自然災害保険から見た日本の地震保険制度」（2007 年）報告書<sup>46</sup>について、防災を促す仕組みの観点からその要旨を調査団にて整理し、防災投資を促す仕組みの有効性を調査団にて評価した。

---

<sup>46</sup> 米国の連邦洪水保険、カリフォルニア州の地震保険、フランスの自然災害保険制度と日本の家計地震保険制度を対象としている。

表 7-2 国内外保険制度と防災を促進する制度やインセンティブの事例<sup>47</sup>

各国の自然災害保険	米国連邦洪水保険	米国加州地震保険	フランスPPR制度	日本家計地震保険
観点↓ / 保険種目→	洪水	地震、津波	地震、洪水、雪崩（風災除く）	火災+地震・津波
1 保険以外の他の制度との連携	◎ ・保険加入は自治体単位とすることにより、地域全体の防災を促進する仕組み	○ ・耐震改修と保険の連動	○ ・自然災害危険度合と都市計画や建築規制の連動（危険地域には追加的防災措置）	× ・他の制度との連動なし
2 規制やペナルティなどを課すことで強制力を働かす	◎ ・自治体による建築規制 ・地域住民の取組みがなければ保険加入が出来ない	○ ・火災保険販売時には地震保険を附帯必須	◎ ・政府制定のハザードマップに基づく都市計画や建築規制。自然災害度合によって、追加的な防災措置が求められる。 ・規制違反時には刑事罰あり ・自然災害補償は火災保険に強制付保	× ・任意加入であり、強制力はない。（融資担保の場合には付保が求められる場合も多いが、火災保険のみが一般的）
3 防災取り組みによってメリットが得られる	○ ・防災に関する自治体と個人の努力の連携が割引率に反映 ・基準洪水位からの高低によって料率区分 ・地域防災取組みを保険料割引に反映	△ ・低金利ローン、保険料割引	△ ・一定地域では、防災対策により建築が可能であり、保険手配も可能となる	△ ・耐震等級による保険料割引
4 制度推進のための様々なサービス	○ ・民間保険会社は自社名で洪水保険を販売可能→保険販売に民間ノウハウ活用	○ SAFERプログラム ・住宅検査専門会社の紹介及び耐震改修時の保険料割引（5%）、診断料無料化（適用範囲あり）、改修資金の融資斡旋など	△ ・自然災害補償に関しては、政府の公的保証が裏付けになっている	△ ・民間が引受けるが、リスクの大半は政府再保険であり、制度が安定的に運用される
内閣府経済社会総合研究所「世界の自然災害保険から見た日本の地震保険制度」（2007年）をベースに作成（◎、○、△、×は防災インセンティブへの寄与度合の観点から調査団で評価）				
各項目に対する評価	◎ 特に有効な仕組み有り	○ 有効な仕組み有り	△ 限定的に有効な仕組み有り	× 有効な仕組みはない

出典：内閣府経済社会総合研究所（2007）

先進国においても自然災害保険制度は、公的機関の取組みや官民連携によって成立している側面がある。これらの保険制度では、防災水準の向上を促すインセンティブを働かせる仕組みとして、防災投資による保険料の割引、耐震診断費用の補助や防災改修資金融資など金銭面でのインセンティブに加え、保険の強制加入、建築基準や開発規制との連動、政府の保険制度に対する保証制度などを保険制度に組み入れている。

そのなかで、防災水準向上のためのインセンティブとして有効に機能していると考えられる取組みは以下のとおりである。防災水準を向上させるための建築規制の強化、自然災害保険の強制加入や火災保険への強制付帯、防災改修や建物の耐震水準による保険料割引制度などが防災水準向上のために有効と考えられる。保険制度単独ではなく、自治体による防災管理や建築規制など他制度との連携を促す仕組みが特に有効と考える。（関連部分を斜字及び下線で表示した。）

（◎：特に有効と考えられる仕組み）

- ・ 自治体による防災制度、建築規制、耐震改修と保険制度の連動（米国連邦洪水保険、米国加州地震保険、フランス PPR）

<sup>47</sup> 内閣府経済社会総合研究所「世界の自然災害保険から見た日本の地震保険制度」（2007年）

- ・ 保険プログラム加入は自治体単位で住民の防災取組みも必要とすることで地域全体の防災を促す（米国連邦洪水保険）
- ・ 規制違反に対する刑事罰、自然災害保険の強制加入（フランス PPR 制度）

（○：有効と考えられる仕組み）

防災に関する自治体と個人の努力が保険料割引に影響（米国連邦洪水保険）

連邦保険制度ではあるが、民間保険会社を通じて販売（米国連邦洪水保険）

耐震改修と保険制度が連動（米国加州地震保険）

火災保険には地震保険を強制付帯（米国加州地震保険）

保険制度に防災を促す各種サービスの組み込み（耐震改修時の保険料割引制度、改修資金の融資斡旋など）（米国加州地震保険）

（△：限定的に有効と考えられる仕組み）

- ・ 防災改修用低金利ローンの斡旋、保険料割引（米国加州地震保険）
- ・ 自然災害危険地域でも防災対策による建物建設及び保険手配が可能（フランス PPR）
- ・ 建物の耐震等級にもとづいて保険料割引（日本家計地震保険）
- ・ 自然災害危険の補償の裏付けとして政府の再保険や公的保証が存在（日本家計地震保険、フランス PPR）

本調査では、これらも参考に、公共インフラ強靱化のための損害保険活用の方策を検討する。

## 7.2.2 防災インセンティブの観点からみた GSIS 公共インフラ保険

GSIS による公共インフラ保険制度は、3.2.3 に記したとおり、ほぼ一律の保険料率を採用し、保険料率の差異に基づく防災を促すインセンティブの仕組みを採りいれていない。防災を促すインセンティブの仕組みが有効に機能するか否かの観点から、公共インフラ保険の特徴を整理した。

表 7-3 公共インフラ保険の特徴(防災インセンティブが有効に機能するか否かの観点)

観点	公共インフラ保険の特徴	インセンティブ制度導入に向けた影響	
1 保険加入方式	法令に基づく強制加入方式	A	強制保険制度は保険料率の調整に有効
2 保険引受者	GSIS単独であり、競合他社はいない	B	未加入の罰則なし、強制加入のベースを棄損
3 引受契約	(学校) 災害列挙方式	A	競合がなく、保険料率の調整がし易い
4 引受契約	(インフラ) オールリスクカバー	A	災害種毎に軽減された保険料率が明示される
5 保険調達	大規模インフラ施設は公共入札	B	災害種毎に保険料率が確認出来ない
6 被保険者	政府機関（または政府が権益を持つ会社）	B	保険料率が市場レートに左右され、防災投資と直結しない
7 保険料負担	政府機関毎、自治体毎	B	学校など施設の権限者の意向がストレートには働かない
8 補償ベース	再調達価額	B	保険料を割り引いても支払い原資は同じ政府の予算
9 保険金額の妥当性	大半は一部保険（保険金支払時の調整条項）	A	適正に付保すれば、復旧時の追加負担がなく、
10 保険金額の妥当性	大半は一部保険（保険金支払時の調整条項）	B	保険金額の適正化によって保険料が大幅増加

A: インセンティブ制度が有効に働きやすい

B: インセンティブ制度が機能しにくい

### a. インセンティブ制度が有効に働くと考える特徴（上表で A 評価）

保険プログラムに保険料の割引などをインセンティブとする事前の防災投資を促す制

度を組込むには、防災投資と関係しない保険料率の割引競争が保険会社間で生じないことが必要であるが、規制がなければ民間の保険市場では成立しにくい。公共インフラ保険は法令にもとづく強制加入制度であること（上表観点1）、GSISが政府資産の唯一の保険機関であり、保険料率の決定権限を持っていること（上表観点3）、運輸や電力などオールリスク方式の保険約款を用いるインフラ施設を除き、GSISの保険約款は災害危険の列挙方式であるため、防災水準の向上による保険料率の低減が確認出来ること（上表観点4）などから、リスク評価に応じた保険料率を実現しやすく、保険料率をベースにした防災投資を促す仕組み（インセンティブ制度）を組込み易い特徴を有する。また、適正に付保すれば災害による損害復旧に追加費用が不要な再調達価額による補償方式（上表観点9）であることなど、防災投資との連動を組込みや制度と考える。

ただし、制度上は強制加入ではあるが、実際にはこれを順守していない機関も多い。未加入に対する罰則もない。保険料が高い場合には加入しない場合も考えられるため、強制加入制度の維持、強化が必要である（上表観点2）。

#### b. インセンティブ制度が機能しにくいと考える特徴（上表でB評価）

一方、公共インフラ保険の制度上、保険料率調整にもとづくインセンティブ制度が機能しにくいと考えられる特徴もある。

表 7-4 公共インフラ保険の特徴のうち、インセンティブ制度が機能しにくいと考えられる観点

観点	機能しにくいと考える特徴	対策
5	大型インフラ施設で使用されているオールリスク方式の保険約款では自然災害補償のみの保険料率は示されない。	自然災害補償の保険料率をリスクツールで算出し、被保険者に提示することにより、再保険調達時の入札予算額を決定する情報とすることにより、防災投資へのインセンティブと出来る。市場動向とは別の基本レートとしての参考情報と出来る。
6	公共入札で調達する大型施設の保険契約では、保険料率は市場動向に左右され、リスク軽減がストレートに保険料率の軽減に結びつかない。	
7	施設の管理者と保険料負担者が異なるため、防災投資による保険料軽減メリットを施設管理者が享受出来ない。	防災投資によるメリットは保険料の軽減だけでなく、施設の災害に対する脆弱性を軽減することにつながる。この点も合わせて、防災投資を促すインセンティブが有効と考える。
8	被保険者はすべて政府機関である。保険料の支払原資は政府の予算であり、政府機関毎に保険料を調整しても大元の原資は同じである。	政府予算は政府機関毎に予算計上されていること、保険料率の低減は地方政府の費用軽減になることから、保険料の軽減メリットは認識されると考える。
10	現状の一部保険の状態を解消すると保険金額が増加し、保険料が増加するため、保険料の割引メリットを認識しづらい。	一部保険の解消は本来の姿に是正するものであり、防災投資による保険料軽減の有無に拘らず、（一部保険の場合には）保険料の増加が発生することをGSIS保険広報全国キャラバン等で説明する。

上表のとおり、保険料軽減による防災投資のモチベーションは施設単位でも存在すると考えるが、リスクベース保険料率の導入に加え、公共施設在館者の安全水準を示す防災認定制度を組み合わせることによって施設所有者や管理者の事前防災投資へのモチベーションが増すと考える。

### 7.2.3 マニラ首都圏公立学校の保険料率例

第3章で記したように、GSISは大統領府に所属する保険機関であり、フィリピン保険委員会（IC）の指揮下にある。このため、民間の保険会社のようにICが承認したタリフレートや最低保険料率に従う義務はなく、リスクベースの保険料率の設定は可能である。一方、現在の運用としては、一定規模以上の大型保険プログラムなど公共入札手続きにより再保険を調達する場合は、入札予定価格を最大とする市場レート、それ以外の大多数の保険契約では、IC承認のタリフレートを用いている。IC承認のタリフレートは3.2.3に記したとおりであるが、ここではPasay市公立学校に関する保険プログラムで適用されている保険料（率）を示す。

表 7-5 マニラ首都圏 Pasay 市の小学校の保険料率

列挙危険	保険金額(PHP)	保険料率 (%)	保険料(PHP)
火災・落雷	22,535,223	0.1150	25,916
地震（地震火災含む）	22,535,223	0.1440	32,451
台風	22,535,223	0.0400	9,014
洪水	22,535,223	0.0200	4,507
保険料計	22,535,223	0.3190	71,887

出典：GSIS 保険約款

GSISの保険契約によると、現在、マニラ首都圏での引受保険料率はほぼ同じであり、自然災害リスクに対する建物の強度には応じてはいない。マニラ首都圏を対象としたリスクベース保険料率の導入により、対象施設の脆弱性が保険料の形で数値化できるため、防災投資のインセンティブとなる可能性がある。

## 7.3 事前の防災投資促進インセンティブとなる方策の検討

### 7.3.1 リスクベース保険料にもとづく防災投資促進インセンティブ

#### a. リスクベース保険料率スキーム

公共インフラ保険は政府資産を対象とする損害保険制度である。損害保険の役割は、災害時に発生する被保険者の資金負担リスクを保険会社に移転するものである。保険料率の設定は、政府が関与する国内外の自然災害保険制度では、リスクベースとする方法や一律フラットな料率とする方法など様々であり、長所や短所が存在する。現在のGSISの保険料率は、フィリピンの保険委員会が承認した保険料率を準用しているが、施設の脆弱性は保険料率の決定にほとんど影響しない。民間を対象とする損害保険の場合、災害危険が高い地域では被保険者が許容できないほど保険料が高くなる状況の発生を避け

ることなど社会的な要請に応えることが必要であるが、公共インフラ保険の対象は政府機関であり、リスクに見合った保険料率スキームとすべきと考える。これによって、各政府機関にとっては自らの施設のリスク水準を保険料という形での可視化につながる。また、GSIS にとっては、リスクに応じた保険料の収受、引受けリスクに応じた支払保険金の準備につながる。

## b. リスクベース保険料率の考え方

自然災害に強靱な施設には軽減保険料率が適用される。自然災害に対し建物の脆弱性や強靱性は、建物が所在する場所の自然災害ハザードの程度とそれに対する建物の構造上の強さや防災対策によって異なる。リスクベース保険料率は双方を確率的に検討したうえ決定される。保険料率はリスクベース保険料率算定ツールに、施設の情報（所在地、構造、建築年、保険金額及び該当する脆弱性カーブの選定）を入力することによって保険料率を算定するが、立地は同じでも、災害に強靱な施設の方が、保険料率は低くなる。

一方、自然災害に対して脆弱な建物の期待損害額は大きくなるため、保険料率は高くなる。同じ建物でも、想定される災害に対して防災対策（例えば、地震危険に対する耐震改修や台風に対する屋根構造の強化）が行われれば期待損害額は減り、その結果、保険料率は軽減される。リスクベース保険料率ツールでは、建物の強靱性や脆弱性に応じた損傷割合を現す評価曲線（脆弱性カーブ）が予め組み込まれている。選定する脆弱性カーブを変更することによって、保険料率は増減する（下図参照）。

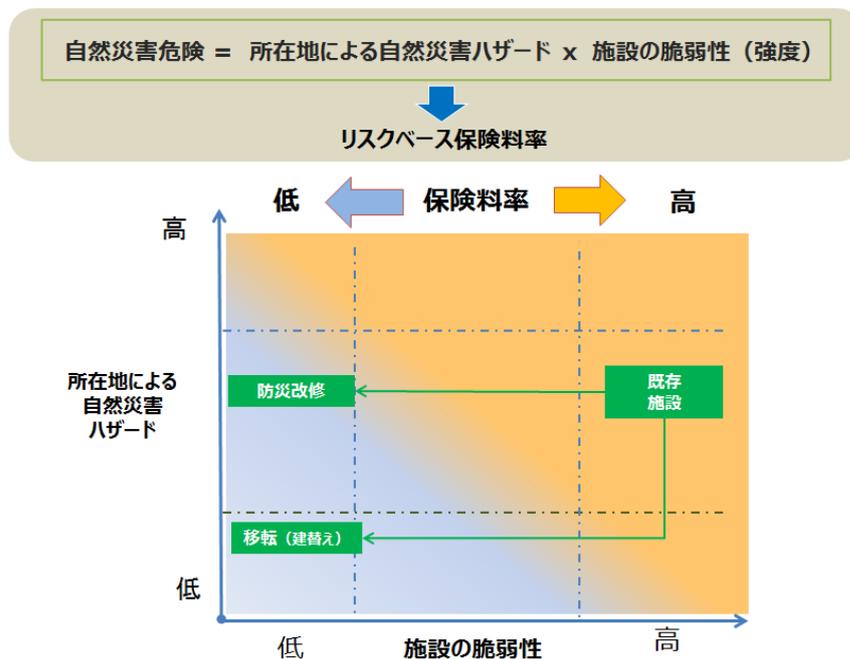


図 7-1 既存施設の改修や移転(建替え)による自然災害リスクの低減と保険料の関係

## c. リスクベース保険料率スキームの適用検討

第1章(1.2 目的 a.)で記したように、本調査の目的のひとつは、GSIS において公共インフラの自然災害への強靱性に応じた保険料率の設定が将来的に可能となるかどうかを

調査することにある。マニラ首都圏を対象とした公立学校のうち、10校の現地調査結果に基づいて、開発したツールを使用し、地震及び台風危険に対する現行建物での保険料率と地震や台風に対する防災改修を実施した場合の保険料率を算定し、整理した。

表 7-6 マニラ首都圏公立学校の地震・台風リスクベース保険料率(既存施設及び改修後)

保険料率比較			地震保険料率				台風保険料率		
学校名			既存	改修	軽減率	防災改修 投資改修 年数	既存	改修	軽減率
School ID	名称(略称)	所在地	(A)	(B)	(A-B)/A		(A)	(B)	(A-B)/A
320607	Simplicio NHS	Taguig	0.500%	0.500%	0%	-	0.003%	0.003%	0%
136704	Hen Pio Del Pilar ESI	Makati	1.300%	0.490%	62%	31	0.004%	0.001%	75%
305412	Beniguno Aquino HS	Makati	0.630%	0.490%	22%	179	0.010%	0.003%	70%
136697	Tibagan ES	Makati	0.550%	0.340%	38%	119	0.032%	0.001%	97%
136745	Salapan ES	SanJuan	0.510%	0.310%	39%	125	0.017%	0.001%	94%
136469	Antonio Maceda IC	Manila	1.330%	0.510%	62%	30	0.017%	0.001%	94%
136482	Bagong Diwa ES	Manila	1.520%	0.580%	62%	27	0.016%	0.001%	94%
136422	Antonio Luna ES	Manila	0.770%	0.460%	40%	81	0.004%	0.000%	100%
305315	Victoriano Mapa HS	Manila	1.600%	0.600%	63%	25	0.004%	0.001%	75%
136800	A. Daeto ES	Vallenuela	0.870%	0.670%	23%	125	0.245%	0.115%	53%

台風に関しては、マニラ首都圏の公立学校の建物は一様に風災に強いRC造であるため、現行の施設でも損傷危険は低い状態である。損傷を受けるのは、鋼製である屋根や窓部分に限られる。損害保険上の資産価値として、これらの部分の建設費が建物全体に占める割合は低いため、保険料率は低くなる。また、最新の建築基準に合わせる改修を行うことによって、損傷率は大きく低下し、保険料率も大幅に軽減される。屋根部分については、保険料への影響度合は低いが、屋根の全面更新が必要なく、屋根骨組みの構造部への固定強化やルーフパネルの骨組みへの取付け強化が有効であれば、保険料率の軽減による防災投資回収が期待できる。

ツールによる地震危険保険料率は、0.50%から1.60%である。現行の建築基準に合わせるための改修工事を実施した場合には、保険料率は0.31%から0.67%の範囲に軽減される。防災改修に必要な費用は日本の事例を参考に建物価額の25%と一律に仮定すると、軽減保険料（既存保険料と改修後の保険料の差額）での資金回収に要する期間は、25年から179年の範囲になる。このため、保険料率の軽減のみによって、防災改修を促すことは難しいかも知れないが、追加的なインセンティブとして次頁以降に示す防災改修による生徒や教職員など館者の安全確保の視点を合わせることによって、建物の強靱化への投資を促す仕組みになり得ると考える。

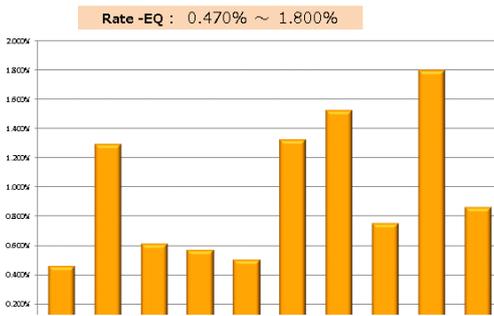


図 7-3 地震危険保険料率

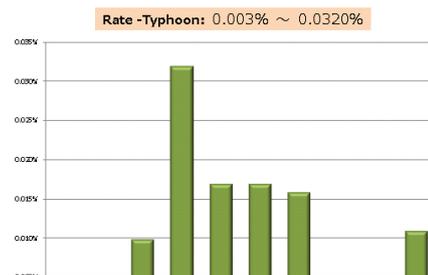


図 7-2 台風危険保険料率

## **d. リスクベース保険料率スキーム導入に向けた課題と対策**

### **d.1 逆進性の緩和**

#### **A. 課題**

財務上脆弱な政府機関が所有する施設は、一般に施設自体も脆弱であると考え、リスクベース保険料率を導入することにより、保険料の支払い負担が増し、保険加入促進を妨げる可能性がある。既存契約では、保険更新時に保険料が大幅に増加する場合がある。

#### **B. 対策**

NDRRM 基金には、脆弱な地方政府向けの支援資金が計上されている。リスクベース保険料率の適用によって増加する災害保険料の支払や施設の脆弱性低減に向けた防災改修投資への活用を可能にすることが必要である。災害保険料の補助を行う場合には、防災改修計画の策定を前提とするなど、施設の脆弱性低減に向けた活動を後押しするような緩和措置にすべきである。具体的には、①対象施設の自然災害リスクアセスメントの実施、②アセスメントにもとづく脆弱性低減のためのアクションプランの策定を保険料補助の前提とする。3年程度の期限を設けて、計画とその実行をモニタリングしていく。

### **d.2 保険引受・更新時の収集データ**

#### **A. 課題**

現在、保険引受時に GIS が入手している情報は、公立学校の場合、建物名称・住所（緯度経度）・建物構造・保険金額のみである。学校など建物としては小規模だが、対象数として多数になる施設の保険引受けに対して、詳細な調査のうえ、保険料率を決めることは、実務上は困難である。

#### **B. 対策**

学校など一般的な建物については、現在 GIS が入手している情報に加え、建築年、屋根の構造、建物階数、建築面積、防災改修工事の有無に関する情報を入手すれば、本調査で開発したツールによって保険料率の算定が行える。防災改修工事の有無以外は、DepEd が National School Inventory 調査<sup>48</sup>でこれらの情報を収集し、データベース化しているため、保険引受や更新時にこれらの情報を GIS が活用することによって、リスクベース保険料率の適用が可能である。防災改修が実施されている場合には、被保険者がその旨、GIS に情報を提供することによって保険料率の更新が出来る。また、防災改修の実施によって見込まれる保険料率の軽減も同様に算定可能である。

<sup>48</sup> DepEd National School Building Inventory <http://www.deped.gov.ph/>

### **d.3 公的機関の建物への拡張**

#### **A. 課題**

本調査で開発したツールは、マニラ首都圏の公立学校及び公共インフラ（MRT3 及び NAIAT3）を対象としている。GSIS が保険を引受けする中央政府、地方政府及び関連機関の一般的な建物のリスク評価には、わずかな追加作業（建物情報及び再調達価額の入力）でリスク評価が可能である。

運輸インフラなど大型特殊構造物では、保険引受方式の違い及び構造や形式の特殊性に起因してリスク評価方法が施設毎に異なる。このため、MRT3 や NAIAT3 と異なる種類の施設の評価には、データ入力や脆弱性カーブについて、ツールの拡張が必要になる。

#### **B. 対策**

GSIS から提供を受けたマニラ首都圏の公共建物約 1,100 件について、ツール上に所在地情報を入力した。建物の大半は学校と同様の RC 構造物であるため、建物情報を入力し、使用する脆弱性評価のカーブを選定すれば、学校と同様に保険料率の算定は GSIS が行える。入手した保険金額については、適切な再調達価額かどうかは不明であるため、ツールには入力していないが、GSIS が入力することが可能である。

### **d.4 マニラ首都圏以外の地域への適用**

#### **A. 課題**

本調査で開発したツールは、マニラ首都圏の自然災害ハザードと建物の脆弱性を対象にしている。GSIS が保険引受けを行う建物や施設はフィリピン全土に位置するため、マニラ首都圏外でリスクベース保険料率を導入するには、ツールの拡張が必要になる。マニラ首都圏のみをリスクベース保険料率、その他の地域は現行の保険料率のままとすることは全体の整合性から現実的ではないと考える。

#### **B. 対策**

本ツールは、マニラ首都圏以外の地域にも拡張可能なように開発されている。脆弱性カーブについては、本調査が対象とした学校建物以外にも多様な建物構造に適した脆弱性カーブを組込んでいる。一方、自然災害ハザードに関しては、マニラ首都圏のハザードのみを組込んでいるため、災害種毎にフィリピン全土のハザードの作成やツールへの組込みが必要になる。ハザードの作成に必要な基礎情報は、PHIVOLC, PAGASA, UP, NAMRIA などの政府機関が有しているため、これらを手入のうえ、保険料率算定ツールとしてシステムの拡張が実施可能である。拡張方法や必要な作業については、9.1.3 に詳述する。

### 7.3.2 防災投資促進インセンティブを補完する防災認定制度

#### a. 防災投資促進インセンティブを補完する仕組みの必要性

地震保険と耐震改修を想定した場合には、表 7-2 に示したとおり、防災投資額を軽減保険料のみで回収するには長期間（表 7-2 では 22 年から 192 年）を要するため、保険料軽減のみでは防災を促す十分なインセンティブにはならない。7.2.1 で記述したとおり、日本の家計地震保険や米国カリフォルニア州地震保険でも保険料の割引が防災投資を促す効果は有効であるが限定的と考えられる。施設の防災投資の促進に、保険料率の軽減と同じ方向で働く仕組みを保険制度に組み込むことが有効と考える。

#### b. 防災認定制度とその考え方

学校や運輸インフラを始め公共施設の防災には投資効果だけでなく、在館者や使用者の安全確保といった社会的な要請もある。さらには、公共建物は災害発生時の緊急避難施設にも活用される。人の安全は損害保険の対象ではないものの、施設の損傷が減じられれば人の安全度も増すため施設の脆弱性の軽減と相関関係がある。自然災害に拘らず在館者の安全を担保することは施設管理者の責任であり、重要である。損害保険のリスク評価と連動させ、その結果を保険機関からの「防災認定」という形で示すことにより、施設管理者の防災投資へのインセンティブが働くと考える。このため、保険料率の軽減によるインセンティブを補完する仕組みとして、自然災害に対する建物の防災認定によるインセンティブ制度を検討する。

防災認定の基準は、災害発生時における在館者の安全である。公立学校の場合は生徒や教職員の安全であり、運輸インフラの場合には、利用客や管理職員の安全が確保されていることがその基準になる。損害保険は建物や設備の損害リスクを対象とするものであり、在館者の安全自体は、保険料率に直接の関係はないが、建物の大規模な損傷は、在館者の安全を阻害すると同時に、損害保険での保険金支払にもつながる。GSIS は損害保険機関として施設や建物の損害保険を引受けている。保険事故の軽減は事故リスクを引受ける保険者、すなわち GSIS にも支払保険金の減少という収益上の効果をもたらす。このため、施設の安全を求めることは、保険者と被保険者の間に差はない。保険者は、建物が災害によって損傷を受けるリスクを負担し、その代償として、リスクに応じた所定の保険料を被保険者から得ている。保険者と被保険者は独立した関係であり、保険者が独自のリスク評価によって損害リスクが低いと判断する建物について保険料の減額調整を行うとともに、判断にもとづいて「防災認定」を行うことは、保険引受業務に付帯的に実施できると考える。

実際に海外のいくつかの保険会社は、自社の防災に関する一定の基準を明示し、これに合致する施設の保険のみを引受けるビジネスモデルを確立している。また、60 以上の生産施設を対象とする欧州の大手自動車メーカーのグローバル損害保険プログラムでは、防災水準が一定基準に達した施設には、参加する保険会社が「防災認定」を発行する制度を導入し、施設管理者による防災活動を促すインセンティブとしている。このような施設については、保険料の軽減も行われることから、「保険料」と「防災認定」のイン

センティブが加算された制度である。3.2.3 で示したように、GSIS の現行の自然災害保険料率は、保険金額の 0.2%前後である。保険料の割引自体が大きな金額にはならないが、公共インフラ保険に事前の防災投資を促す仕組みを組込む方策のひとつとして、リスクベース保険料率導入に合わせ GSIS の「防災認定」制度を導入することが望ましい。また、GSIS の体制をベースにして、現実的に実施可能と考える。防災認定が得られない施設は自然災害に対して安全でないとの意味でもあり、公立学校や事務所建物のように多くの在館者がいる施設では事前防災投資へのきっかけとなる可能性がある。

7.2.1 に示したように先進国においても自然災害保険制度では、防災水準の向上を促すインセンティブを働かせる仕組みとして、保険料の割引だけでなく、耐震診断費用の補助や自治体による建築規制や防災取組みなど、複数の取組みを組んでいる。「防災認定」は、GSIS（保険者）と被保険者（学校など）が公共インフラ保険制度の枠組みのなかで共同して実施出来る保険料率による防災投資インセンティブを補完できる仕組みと考える。



図 7-4 防災認定証のイメージ

### c. 日本での防災認定制度導入例

日本では自治体による民間の集合住宅に対して、所定の認定基準を満たした施設について、申請にもとづいて、自治体が「防災力強化マンション」として認定する制度が大阪市（2009年）や仙台市（2013年）で導入されている。認定制度や基準は自治体独自であるが、この制度を最初に導入した大阪市では、①建物の安全性、②建物内部の安全性、③避難時の安全性、④災害に対する備えについて、認定基準を満たしたうえ、⑤明文化した防災アクションプランを集合住宅の管理規約に定めたマンションに対して、建物のハード面とソフト面での防災力が強化されているとの考えから大阪市が認定を行っている。認定されたマンションには、「認定プレート」が交付される。また、計画段階でも認定を行うため、売主にとっては購入希望者へのPR、購入者にとっては住宅ローン金利の引下げなどの付帯メリットもある。大阪市の例では、2018年1月現在で、48件が計画時に認定を受け、その内、45件が完成し、認定を受けている。

東日本大震災で甚大な被害を受けた仙台市でも 2013 年から同趣旨の認定制度を導入している。仙台市でも、ハード面での「防災性能」とソフト面での「防災活動」を所定の基準でも評価し、「防災力」として 6 区分で認定している。2017 年 9 月現在で 41 件が認定を受けている。

#### d. 防災認定の観点

地震、洪水、台風危険に対する防災認定の判定の観点及び判定ツール、確認者を表 7-7 に整理する。

表 7-7 防災認定の判定の観点及び判定ツール、確認者<sup>49</sup>

種別	判定項目	判定ツール	確認者		
			GSIS	DepEd	DPWH
地震	所在地のハザードに対して建物が倒壊しない	RVS/耐震診断	○	●	●
	非構造材、什器、備品の落下、転倒防止措置あり	文科省チェックリスト	●	△	△
洪水	洪水危険なし(1/200年降雨)	リスクツール	●		
	洪水危険はあるが、建物内への浸水防止措置が設けられている	現場確認	●	△	△
台風	建物はRC造である	施設情報	●		
	屋根に損傷部位は見られない	現場確認		●	△
	屋根板の固定に不具合は見られない			●	△
	タンク等屋根上施設は構造材に固定している			●	△
屋根の損傷部位が見られない			●	△	

●： 主担当、○： 将来計画、△： 技術サポート

地震に関しては、建物が倒壊しないことが在館者の安全に必須であるが、非構造部材の損傷によっても在館者の安全は阻害される。このため、建物が倒壊しないことの評価（評価手順 1）と非構造部材の地震対策が実施されていることの評価（評価手順 2）が防災認定の確認事項である。

洪水に関しては、洪水危険がないこと、洪水危険がある場合には洪水発生時の建物や施設内への浸水防止措置が実施されていることが防災認定の確認事項である。洪水危険についてはツールで確認し、対策については現場確認を行う。なお、100 年に一度の降雨の洪水を危険範囲とするが、安全サイドとして、200 年に一度の降雨に伴う洪水範囲を洪水危険範囲とする。

台風に関しては、鉄筋コンクリート（RC）造の場合には、構造上の大きな被害の発生危険は低いことが判っている。台風による大きな損害が発生するのは、屋根や窓などの損傷及びその後の降雨の吹込みなどによる場合である。マニラ首都圏の建物では、屋根については、鋼製屋根が一般的であり、屋根の飛散や屋根のフレームの損傷が考えられる。また、水タンクなど屋根部に設置されている設備については強風の影響を受けやすいため、構造材への十分な固定が必要である。また、屋根の損傷部からの風雨の吹込みも屋根の破損の原因となるため、これらについての防災認定上の確認項目としている。なお、現場確認者については、対象建物のメンテナンスを行う部門を有する DepEd や DPWH を担当とする。

<sup>49</sup> 判定項目毎に確認者は分担するが、防災認定の最終確認者、発行者は保険引受者である GSIS となる。

#### e. **GSIS のリスク調査機能の活用**

GSIS は損害保険機関として保険引受施設の状況を定期的に確認するリスク調査員を保険引受部門（U/W 部門）に配置している。リスク調査の目的は、再保険の購入が必要になる大型公共インフラ案件のリスク状況確認が主であるが、年間 100 件以上の施設を訪問し、リスク調査を行っている。現在、GSIS 本部には 2 名のエンジニア（両名ともに土木系技術者）が勤務している。現在のリスク調査の主体は、火災・爆発危険の評価が主であるが、自然災害系のリスク評価に注力することは業務量の問題を除いて将来的に可能である。

#### f. **防災認定の対象**

マニラ首都圏においては、地震危険が直近の自然災害危険であるが、台風や洪水も発生頻度がより高い自然災害である。マニラ首都圏では DPWH が FEMA の地震リスク評価手法を用いてウエストバレー断層に近接する公共建物の評価に着手している。鉄道や空港、港湾など大規模な公共インフラについては、施設内容が多岐に及ぶため、一律的な評価は適さない。このため、防災認定の対象は、公立学校や中央政府や地方政府の事務所ビル、病院建物など一般的な建物とする。

#### g. **評価手法**

評価ツールは、米国連邦緊急事態管理庁（FEMA）の地震リスク評価手法や洪水及び台風災害に対するチェックリストを用いる。地震リスク評価の場合は以下のとおり。

##### 【評価手順 1)】

米国連邦緊急事態管理庁（FEMA）が発行する Rapid Visual Screening を用いて GSIS が既存建築物のリスク評価を行う。ただし、現在の GSIS には実施経験がないため、まずは DepEd や DPWH が評価を実施する。RVS は、Level 1 評価及びこれを補足する Level 2 評価から構成される。Level 2 評価では、建物の平面・立面形状評価や壁と天井や屋根との連結や耐震改修の有無などを追加評価する。評価結果が閾値を超えた場合には、地震時においても建物の倒壊危険が低いと評価できる。評価結果が閾値に満たない場合には、詳細な耐震診断の実施が必要になる。なお、Level 2 評価では、建物内外の非構造部材（例えば、無筋のパラペット壁、キャノピー、標識、無筋ブロック壁、（天井などの）落下危険のある建築部材）についても、有無の確認を規定している。

##### 【評価手順 2)】

非構造部材の損傷は損害保険リスク料率に反映しにくいですが、地震や台風による生徒や教職員の安全には大きな影響を与える。このため、ここでは自然災害に対する在館者（生徒、教職員）の安全確保の観点から施設の脆弱性低減対策のポイントをチェックリストによって洗出す。具体的には、生徒の安全確保に必要な項目（吊り器具や棚の転倒、ガラス窓の破損、吊り天井の落下、浸水による感電防止、植木鉢の階下への落下、樹木の倒壊など）に対する所定のチェックリストに従った確認である。一定の研修を受けた GSIS 調査員や学校の職員が現場で点検できる項目である。文部科学省の非構造部材の点検チェックリストを活用し、現地での目視確認や図面確認を通じて、リスク評価を行うこと

を想定している。

上記の評価結果にもとづいて、以下の場合に防災認定付与を行う。1)及び2)双方が条件に達することが防災認定の条件である。

表 7-8 防災認定に係る評価ツール及び認定付与条件

手順	リスク評価ツール	既存建物の防災認定付与条件
1)	FEMA RVS Level 1 及び 2	評価結果>閾値 (2.0)、かつ重要な不具合がない
2)	非構造部材チェックリスト	重要な不具合がない、また、対策が完了している

#### h. GSIS での実施可能性

FEMA RVS を使用したリスク評価は、ウエストバレー断層沿いの公共施設を対象に DPWH が実施している。RVS の実施方法については、FEMA がハンドブックやトレーニングプログラムを提供<sup>50</sup>している。また、モバイルベースで RVS を実施できる無料のソフトウェア (Rover Ready Alliance) も提供<sup>51</sup>されている。これらを活用することによって、GSIS 保険グループのエンジニアが独自に評価を行うことができる。

#### i. 本調査で実施した公立学校 10 校の現地調査との違い

本調査では、公立学校建物の脆弱性を把握するために、建築構造技術者の現地調査に加え、FEMA RVS Level 1 を用いた評価を行った。防災認定では、FEMA RVS Level 1 による評価結果が閾値に達しない場合に、Level 2 を実施することで Level 1 よりも詳細な調査を行うものである。また、生徒や教職員など館者の安全の観点から非構造部材に着目したチェックリストを活用して防災認定の判断基準とする。非構造部材の評価は、建物構造自体が安全と判断されなければ、評価結果によって、大規模地震に対する建物の脆弱性は変わらないが、小規模な地震に対してはチェックリストにもとづく改善対策は有効である。

<sup>50</sup> FEMA – Earthquake training, <https://www.fema.gov/earthquake-training>

<sup>51</sup> Rover Ready Alliance, <http://www.roverready.org/about>

j. 既存建物の防災認定と保険引受プロセスの関係及びフロー

リスクベースでの保険引受プロセスと防災認定の関係及び防災認定にいたるまでのフローを、地震危険、洪水危険及び台風危険について示す。

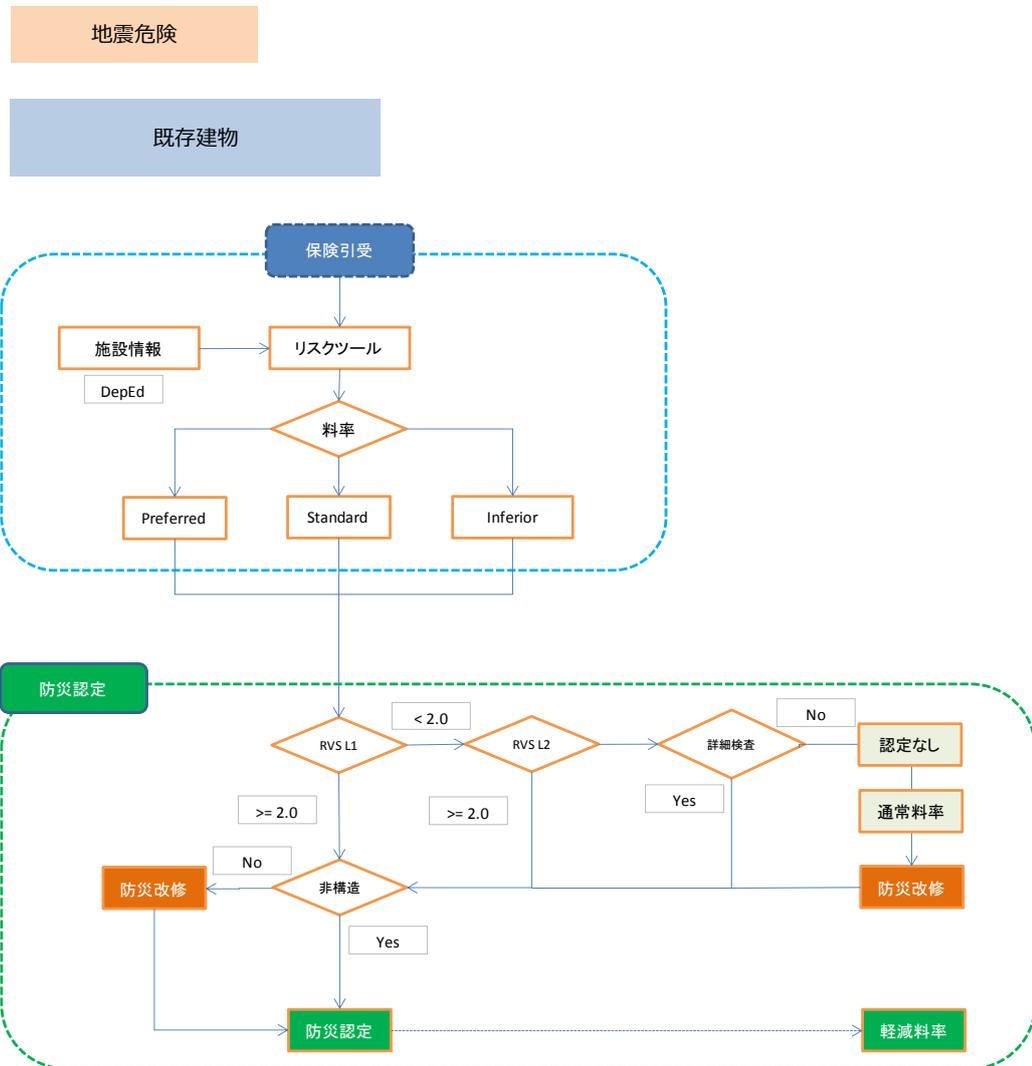


図 7-5 地震危険に関するリスクベース保険引受プロセスと防災認定フロー

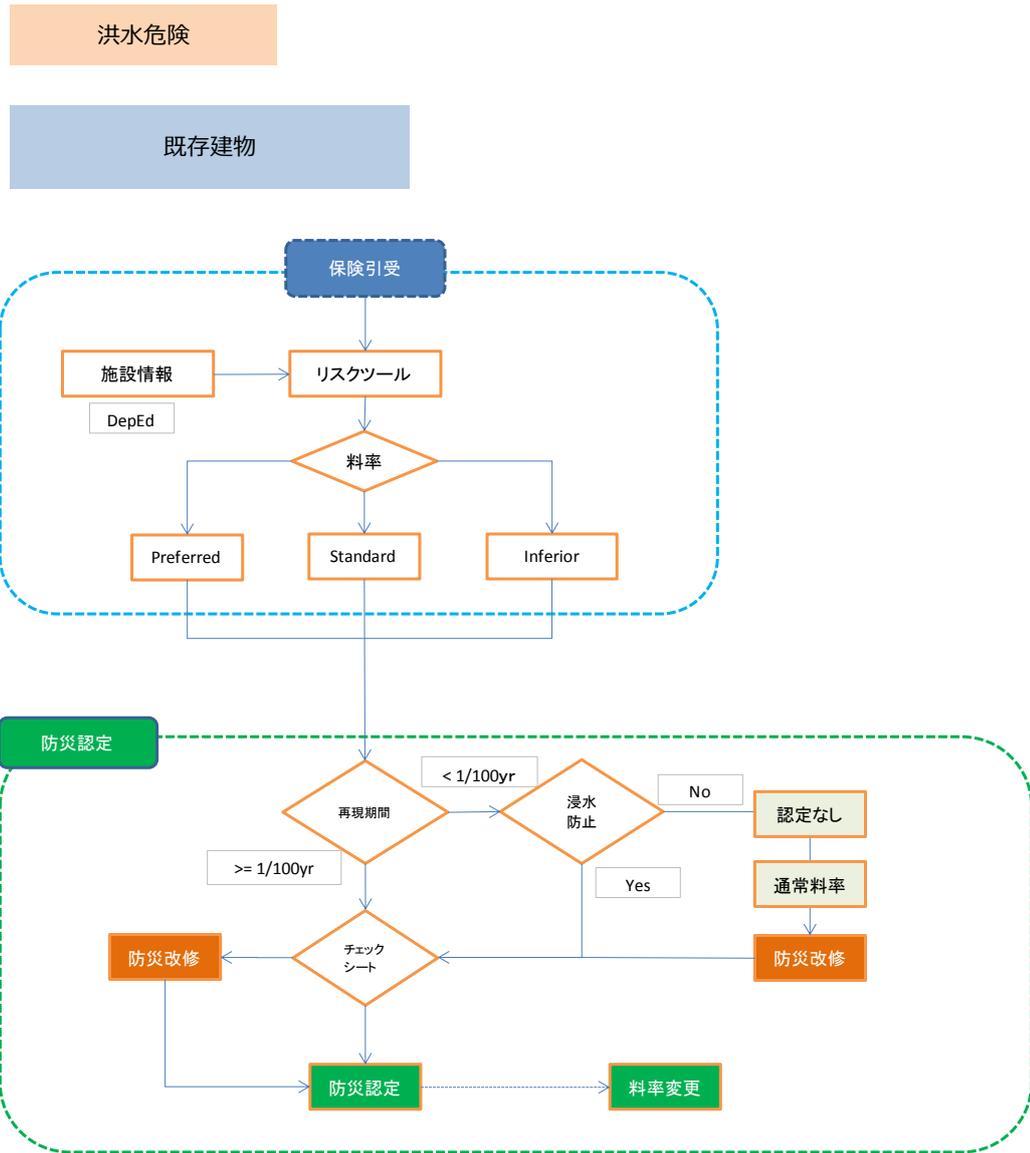


図 7-6 洪水危険に関するリスクベース保険引受プロセスと防災認定フロー

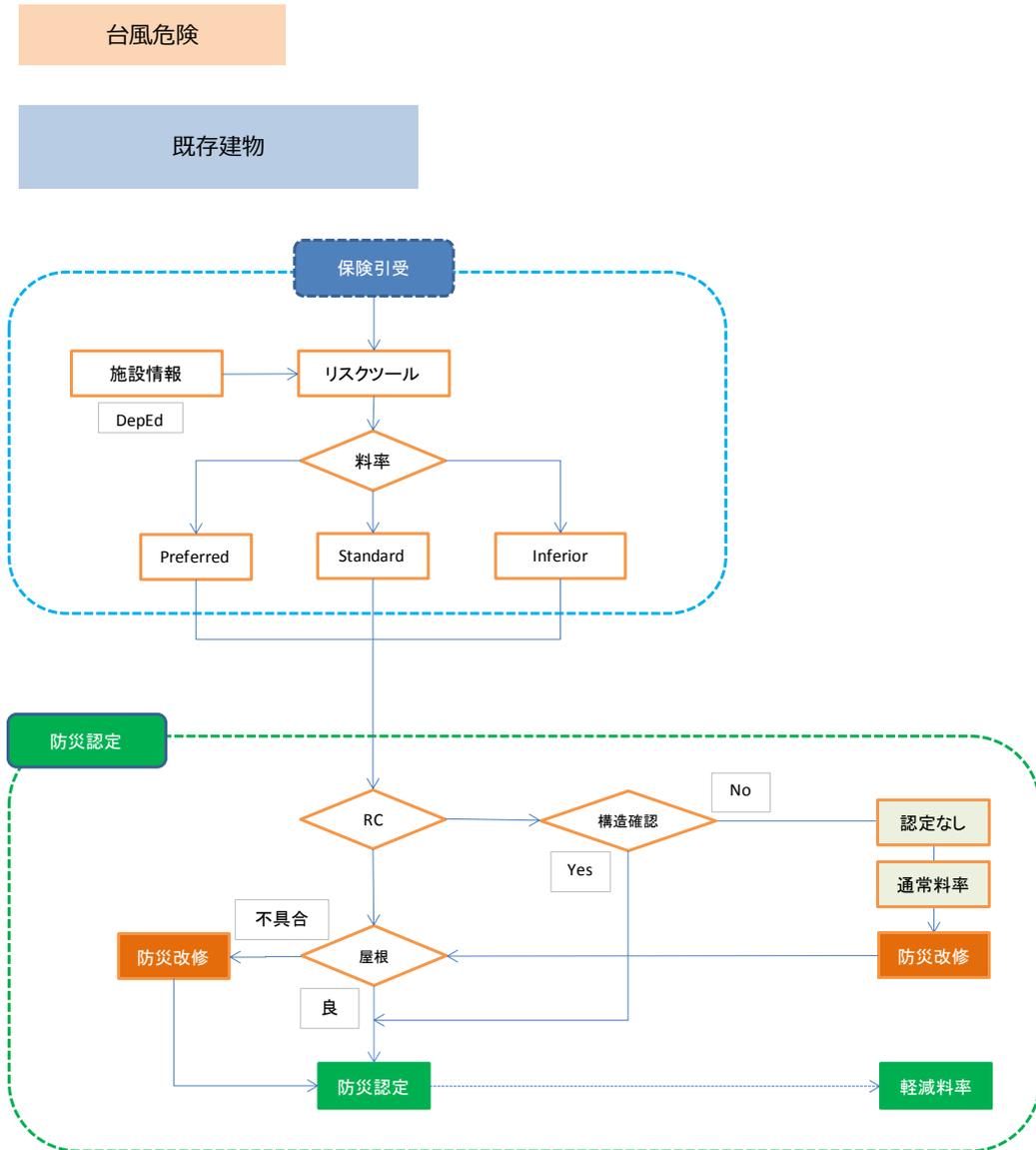


図 7-7 台風危険に関するリスクベース保険引受プロセスと防災認定フロー

### k. 新設建物の保険引受時における防災認定

自然災害に強い公共建物の増加を図るには、脆弱な建物の防災改修とともに、新たに建設する建物が優れた防災水準で設計、施工されていることが重要である。建物を新設する場合は、リスクベース保険料率算定ツールを用いれば、マニラ首都圏の地点毎の自然災害ハザードが定量的に確認できる。例えば、洪水危険に対しては、発生確率毎の浸水可能性や浸水深さを確認することが出来る。建設地が洪水危険範囲にある場合は、浸水氾濫の防止措置が設計上なされているかといった設計仕様上の確認が可能である。地震危険の場合には、次項での評価手法に加え、工事点検記録や竣工図書の整備が適切になされているか、正式な占有許可（Occupancy Certificate）や工事完了届、工事業者の保証書などが、保険引受時に施設所有者や管理権限者に提出されているかを確認することは、GSISの保険引受プロセスの延長として対応可能である。

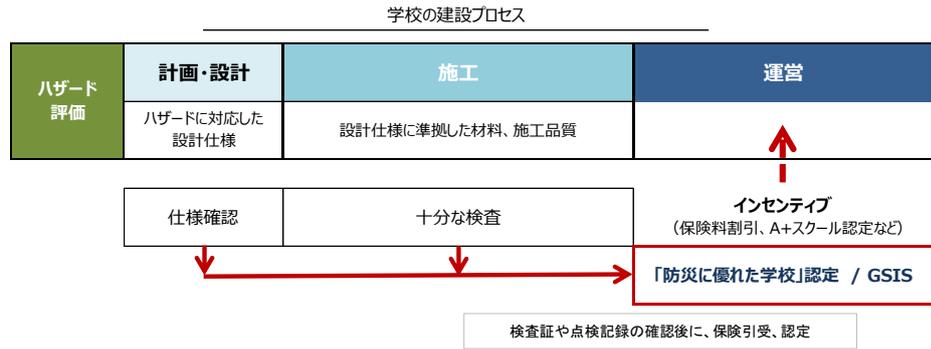


図 7-8 学校建設における防災認定

建物新設時の保険引受プロセスと防災認定のフローについて、建物の災害に対する強さが、設計や施工に品質によって大きく左右される可能性がある地震危険を例にして、以下に示す。

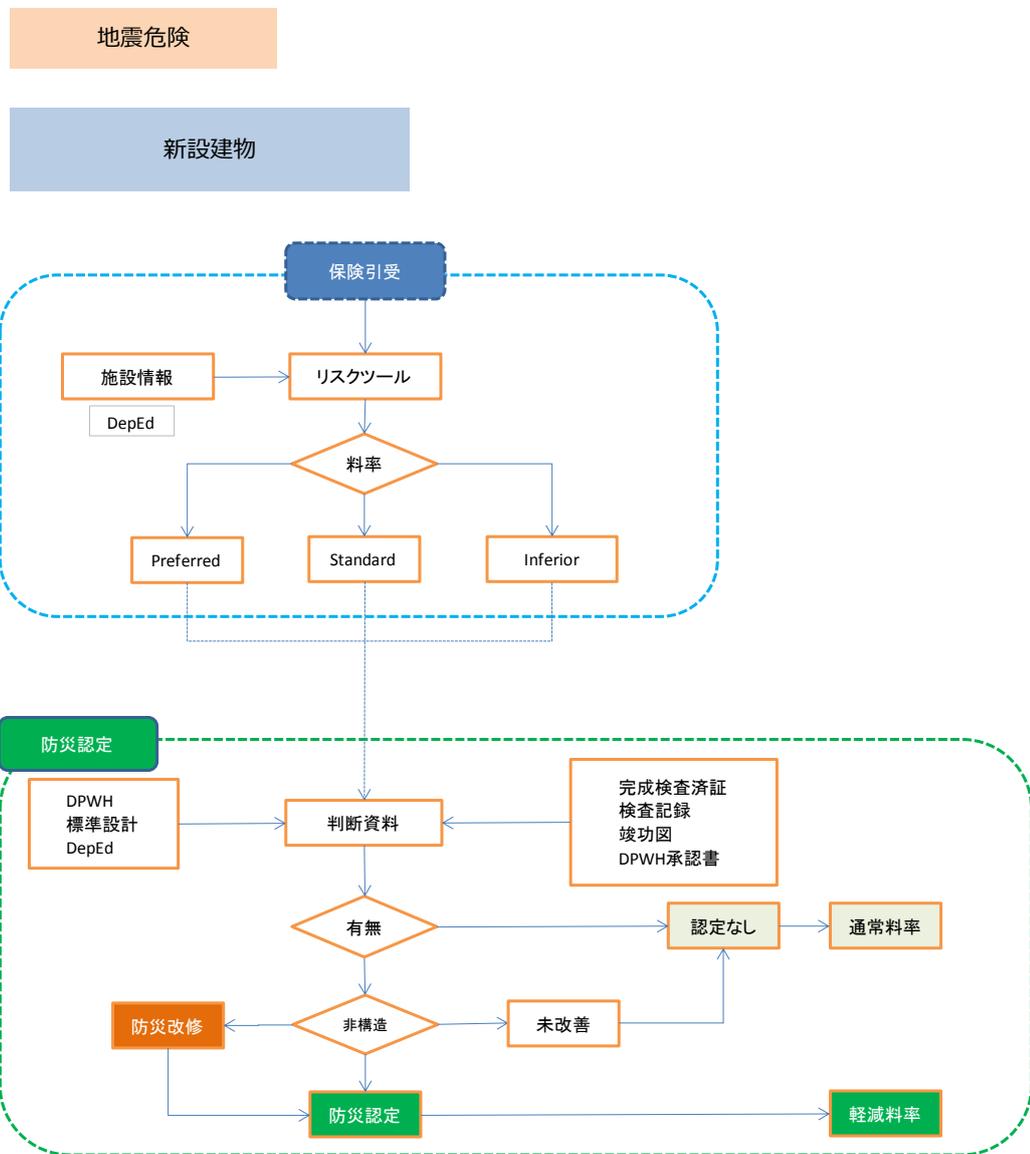


図 7-9 新設建物の保険引受時のプロセスと防災認定に至るフロー（地震危険の場合）

## I. 防災認定制度の導入

GSIS の現行の自然災害保険料率は、保険金額の 0.2%前後であり、保険料の割引額は大きな金額にはならない。国内外の自然災害保険の事例でも、耐震改修や洪水対策の実施など施設の強靱化に応じた保険料低減を組み入れた保険制度はあるが、保険料低減のみで防災への投資は進みにくい。公共インフラ保険の対象は、公共サービスに提供されるものであり、公立学校では多くの生徒や教職員がいる。在館者の安全は重要であり、安全確保は施設所有者の責務でもある。損害保険を引受ける GSIS が構造物の損傷リスクだけでなく、在館者の安全の観点からのリスク評価結果にもとづいて、施設の「防災認定」を行う制度を導入することを提案する。上記「防災認定」では、施設ハード面での対策について評価したが、DepEd が取組んでいる統合的な災害リスク軽減管理（①安全な教育施設、②学校の災害リスク管理、③教育における災害リスク軽減と強靱性）施策（DepEd/DRRM 部門(Disaster Risk Reduction and Management Service が主導)と連携した防災認定制度とすることによって、生徒や教職員の人的な安全面についてもより適切に考慮することが出来る。また、防災認定と連動する保険料の割引制度も同時に導入することによって、損害保険が公共インフラの強靱化にこれまで以上に寄与することが可能と考えられる。

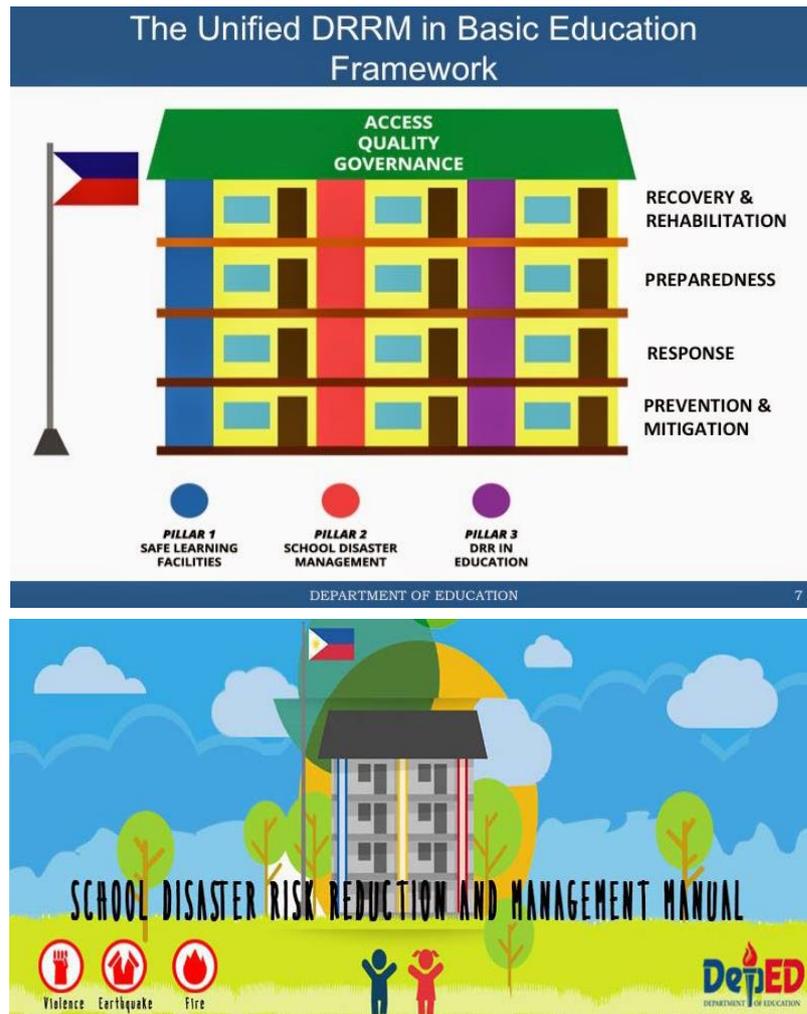


図 7-10 DepEdによる DRRM の取組み

### 7.3.3 政府の防災改修予算の確保と公立学校を例とした防災改修メカニズム

#### a. 既存施設の防災改修予算

本調査で開発したツールは、建物の自然災害リスクに対する脆弱性を保険料率の形で示すため損害リスクの定量化指標になる。既存建物の自然災害に対する脆弱性を低減するには、想定される災害危険に応じた防災投資が必要である。災害時に発生する資金リスクを保険者にリスク移転すると同時に、建物の脆弱性を防災改修によって順次低減していくことが社会の脆弱性の低減につながる。防災改修を促すためには、リスクベース保険料だけでは十分なインセンティブとならないことが想定されるため、各施設所有者の自助努力のみによるのではなく、日本の公立学校の耐震改修事例のように、政府が実施を促すための予算確保が必要である。

現在、2017年政府予算において、NDRRMFに災害リスク低減のための費用や過去2年間に被った施設の損傷（自然災害、火災など人工的な災害）に対する修復費用として、15.775Billion PHPが計上されているが、既存建物の防災改修を意図したものではない。既存建物の事前の防災投資使途もNDRRMFの対象として相応な予算の計上を行うことが必要である。

#### b. 公立学校の防災改修予算の必要性

フィリピンではK to 12プログラム推進の下、不足する校舎の建設には大きな予算が計上されている。一方、DepEdやDPWHへのヒアリング<sup>52</sup>によると、既存施設の防災改修を目的とした予算は現時点ではほとんど計上されていない。また、防災改修予算としては、NDRRMやLDRRM基金があるが、様々な防災、災害対策予算として使用される。このため、学校改修のような、長期<sup>53</sup>にわたって継続的に計上する必要のある予算は、特定目的の予算とする。当該予算は、政府の防災活動を主導するNDRRMや、学校施設の責任者であるDepEdの予算枠に用途を特定した予算の計上が必要と考える。

このため、災害に特に脆弱な既存の公共施設について、防災改修計画の作成及び実施を促すための「防災促進予算（DRRF）」について政府の予算化を行う。予算はフィリピン政府の防災計画を主導するNDRRM予算の枠内、または施設の管理者（公立学校であればDepEd）内に既存施設の改修に特定する予算として確保する。防災改修計画の作成及び改修計画承認後の改修資金を防災促進予算から拠出する。改修後の保険料軽減分や災害による偶発債務リスク減少分をツールによって評価することによって、改修資金の一部を被保険者負担にすることも検討する。改修後の施設にはGSISによる「安全な学校」としての防災認定付与によって、公共インフラ保険との連動による事前防災投資を促す。

<sup>52</sup> 2017年3月ヒアリング時（DepEd: DRRM Services, DPWH: Bureau of Maintenance）。直近の状況（2018年5月）については、8.2.1に記載した。

<sup>53</sup> 日本の公立小中学校の耐震改修の事例では、2002年に耐震化を必要としていた公立小中学校建物73,166棟は、耐震改修等によって、2016年現在は2,228棟にまで減じているが、この間15年間に要しており、フィリピンにおいても、長期に及ぶ計画になると考えられる。

[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/houdou/\\_icsFiles/fieldfile/2016/07/26/1374618\\_3.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/houdou/_icsFiles/fieldfile/2016/07/26/1374618_3.pdf)

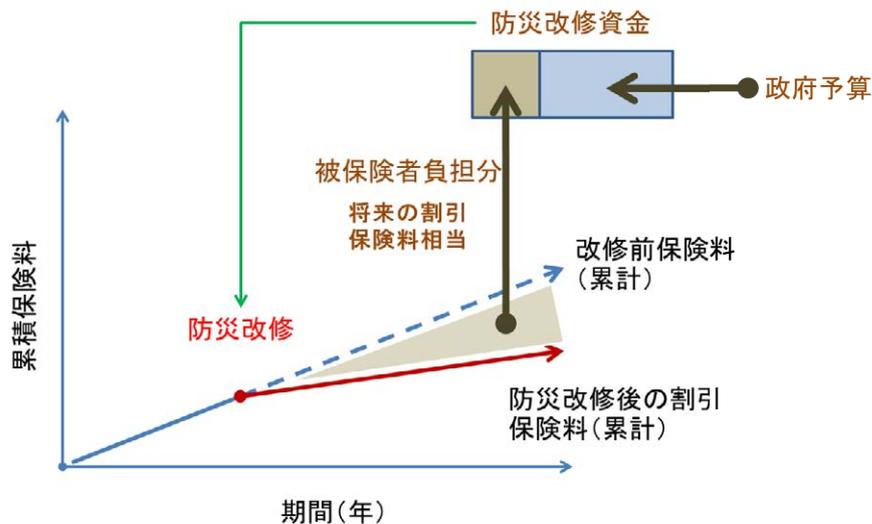


図 7-11 防災改修による割引保険料相当の被保険者負担のイメージ

### c. 公立学校を例とした防災改修メカニズム

本業務で対象とした施設の中で最も自然災害に脆弱であり、人命危険度も高いと考えられる公立学校を例として、防災改修の流れを以下のとおり想定した。

### d. 実施手順

- STEP1: 脆弱性評価に要する全学校の情報収集（この時点で GSIS 公共インフラ保険に加入）
- STEP2: リスク評価・防災投資優先順位にもとづいて、学校毎に防災改修計画を策定（DepEd が主管）
- STEP3: 防災改修費用を賄う「防災促進予算」を確保し、承認された改修計画に資金を拠出し、改修工事を実施
- STEP4: 防災改修完了後には、保険料率を割引するとともに、GSIS が「防災認定」を付与

### e. 実施者

学校施設の建設や改修工事を主管する DPWH、施設の所有・運営者、維持管理者である DepEd（地方政府所管施設を除く）、保険を引受ける GSIS とその所管機関である DOF 及び NDRRMC による防災促進予算管理チーム（DRRF 管理チーム）を制定する。全学校の情報収集は、現在 DepEd が実施している School Inventory 調査結果を活用する。

### f. 実施要領

- 防災資金は、NDRRMF または DepEd が所管する特定用途の予算枠に計上
- 改修計画の承認・工事進捗に応じて拠出していく。

- 防災促進基金管理チームによって防災改修計画の妥当性や工事施工品質を担保する。

### g. 特徴

- 計画する DRRF は特定施設区分（例えば学校、病院など）を対象とした既存建物の防災改修専用とする。
- DRRF は、NDRRMF または DepEd の予算枠内に、既存建物の防災改修という特定目的として規定する。
- DRRF の管理は、DRRF 管理チームが担当する。

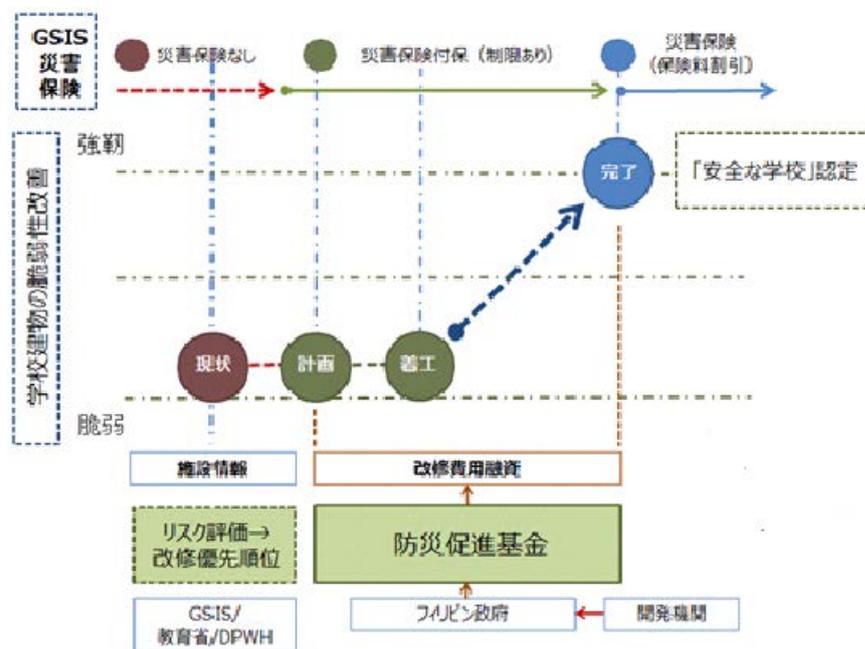


図 7-12 防災促進基金による改修実施と損害保険コンセプト

### h. 公立学校防災改修での他機関との連携可能性

既存の公立学校について防災改修を促す政府予算を計上し、防災改修を推進するためには、DOF、DepEd、DPWH、NDRRM や GSIS 間の連携が必要である。また、公立学校の安全について DPWH や DepEd と共同で取組む世界銀行との連携も必要である。安全な学校への取組みに多くの実績がある世界銀行は近年、日本の建築規制の取組みや公立学校の耐震化事業の実績に着目した調査報告書を発行している<sup>54</sup>。

世界銀行は、マニラ首都圏ウエストバレー断層に近い公立学校の耐震改修を目的とした技術支援調査（Technical Assistance: TA）に 2017 年から着手している。TA は、断層に近く、これまでの調査から最も脆弱と考えられる 60 の公立学校を対象として、建物の構

<sup>54</sup> 世界銀行は、災害に強い学校づくり・学校耐震化に関して、日本の公立小中学校の耐震改修実績を参考にすべき大規模な政府の防災取組事例として報告書を発行している。

造に応じた耐震リスク評価を行うもの。リスク評価結果に応じた耐震改修方法や改修費用の提示、リスク評価方法の DepEd への教育を行う。また、耐震改修、建替え、移転による建替えなど、判断基準や手順を策定することによって、DepEd の防災策定を支援するものである。なお、世界銀行によると、TA では、イタリアの設計会社とフィリピン大学の専門家チームによって、対象建物の構造図書の収集、整理、リスクアセスメントを実施している。DepEd は改修工事の実施も希望していたが、本業務は TA であり、詳細設計以降に進むことは出来ない。TA 単独ではなく、マニラ首都圏全体の災害管理の一環としての支援として考えており、JICA との連携も考えられる。

マニラ首都圏の公立学校のほとんどは低層の RC 造である。屋上が鋼製屋根である点や壁の材料（ブロック）を除いては、日本の従来の学校建物と同じ構造であること、日本では、同種建物の耐震改修実績、特に公立学校の改修実績は顕著であることから、世界銀行との連携によってフィリピン政府の防災改修活動を促すことも可能と考える。