耐震診断結果に基づいた

ものつくり大学諸施設の地震被害想定

2021年01月28日

技能工芸学部　建設学科　長谷川研究室

01712026　UYEDA RAFAEL KENICHI

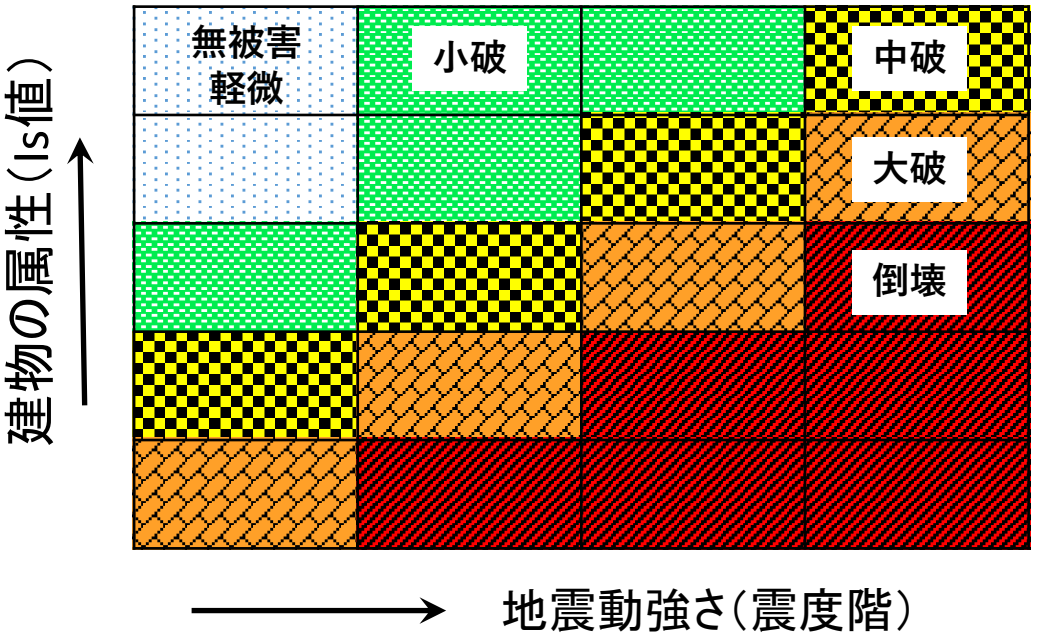
発表の流れ

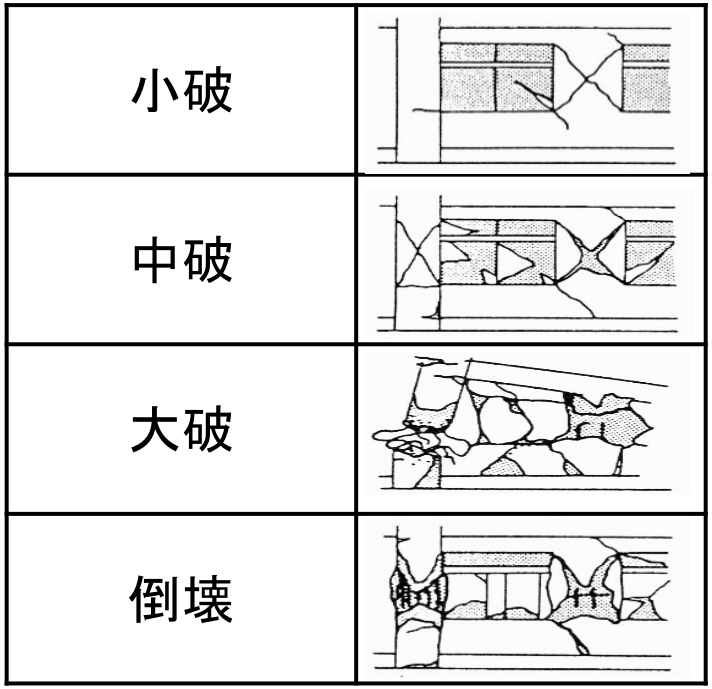
- 動機と目的
- 被害予測マトリックス
- ものつくり大学建物施設の地震被害想定
- まとめ

動機と目的

- 建物のある属性： たとえば構造耐震指標（Is値）
- ある地震動強さ： たとえば計測震度または気象庁震度階
- どのような被害： たとえば無被害・軽微、小破、・・・などの被害モード

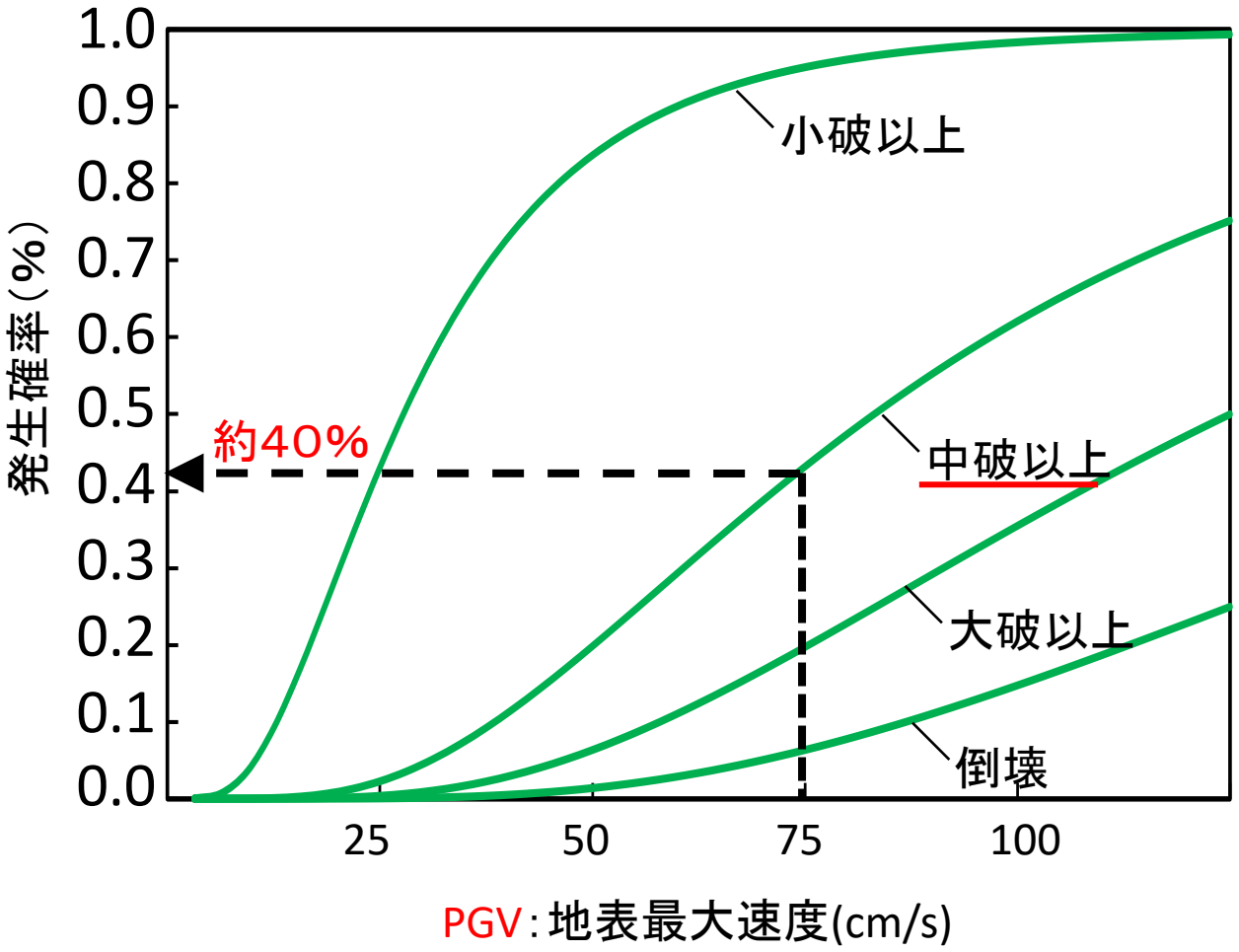
被害予測マトリックスのイメージ





被害予測マトリックス

フラジリティー曲線



フラジリティーモデル

$$P = \Phi\left(\frac{\ln(v/vo)}{\zeta}\right)$$

$\Phi(\cdot)$ = 累積分布関数

ln = 対数

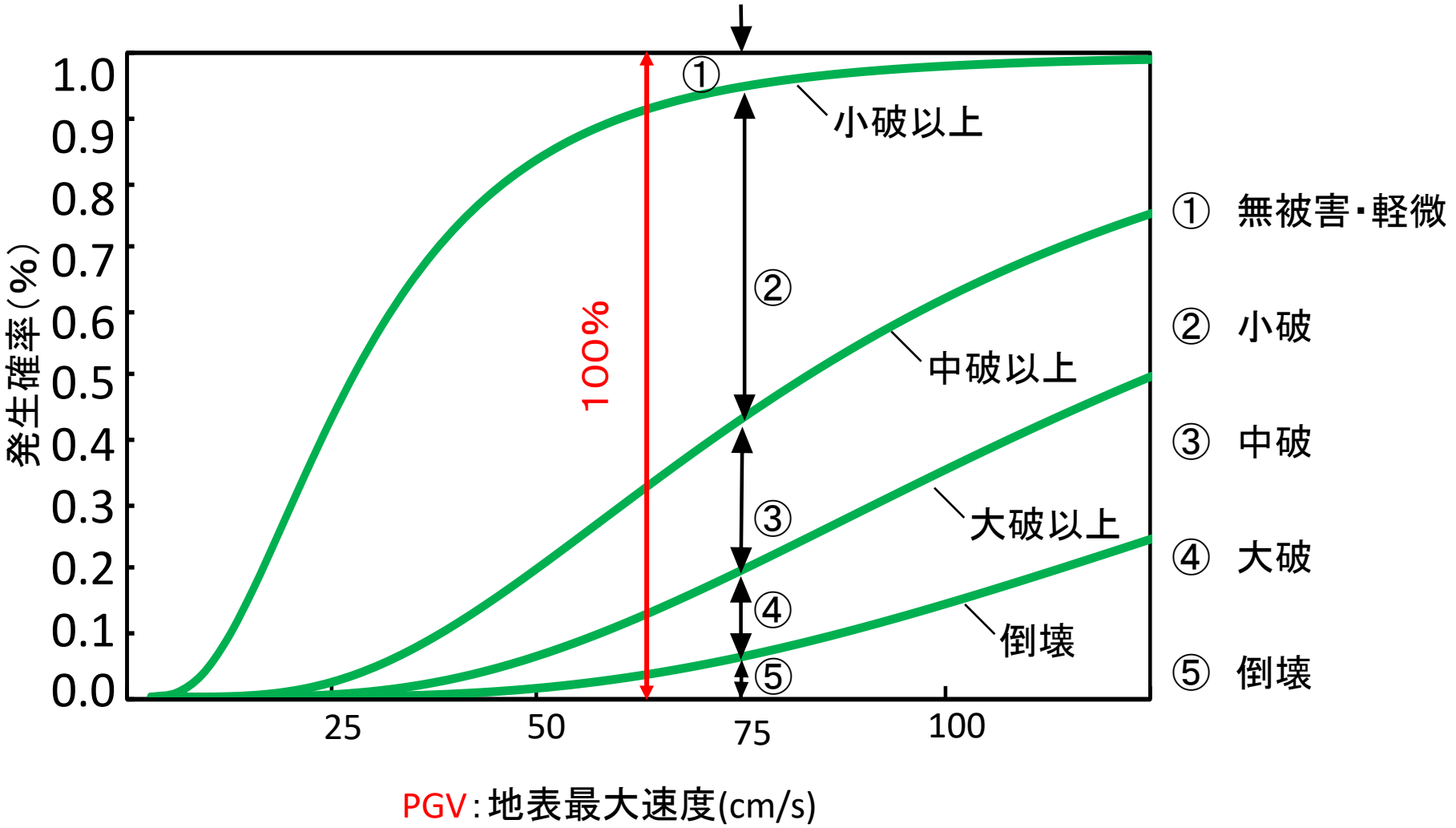
v = 地表速度

v_o = P の中央値での地表速度

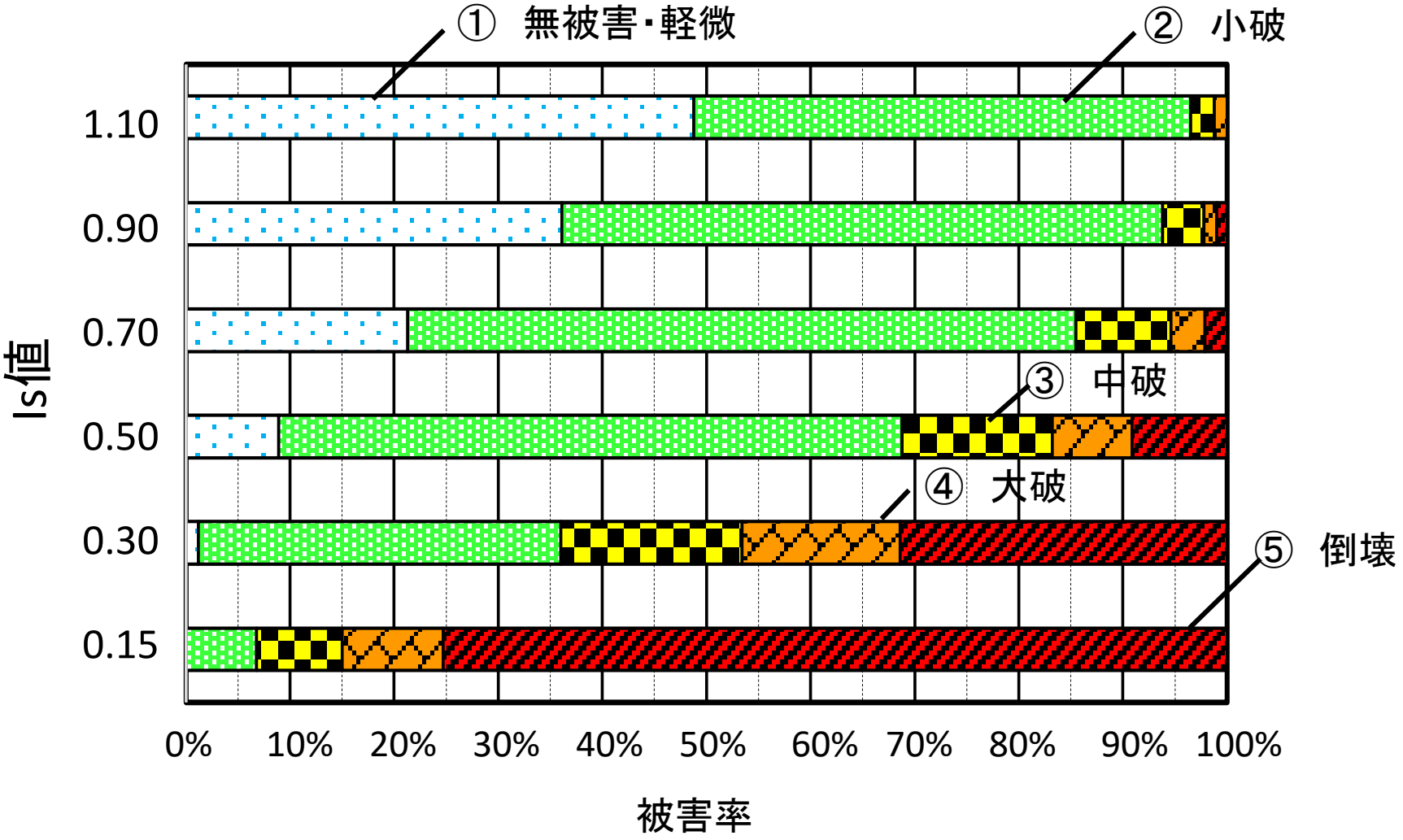
ζ = 対数標準偏差

フラジリティー曲線

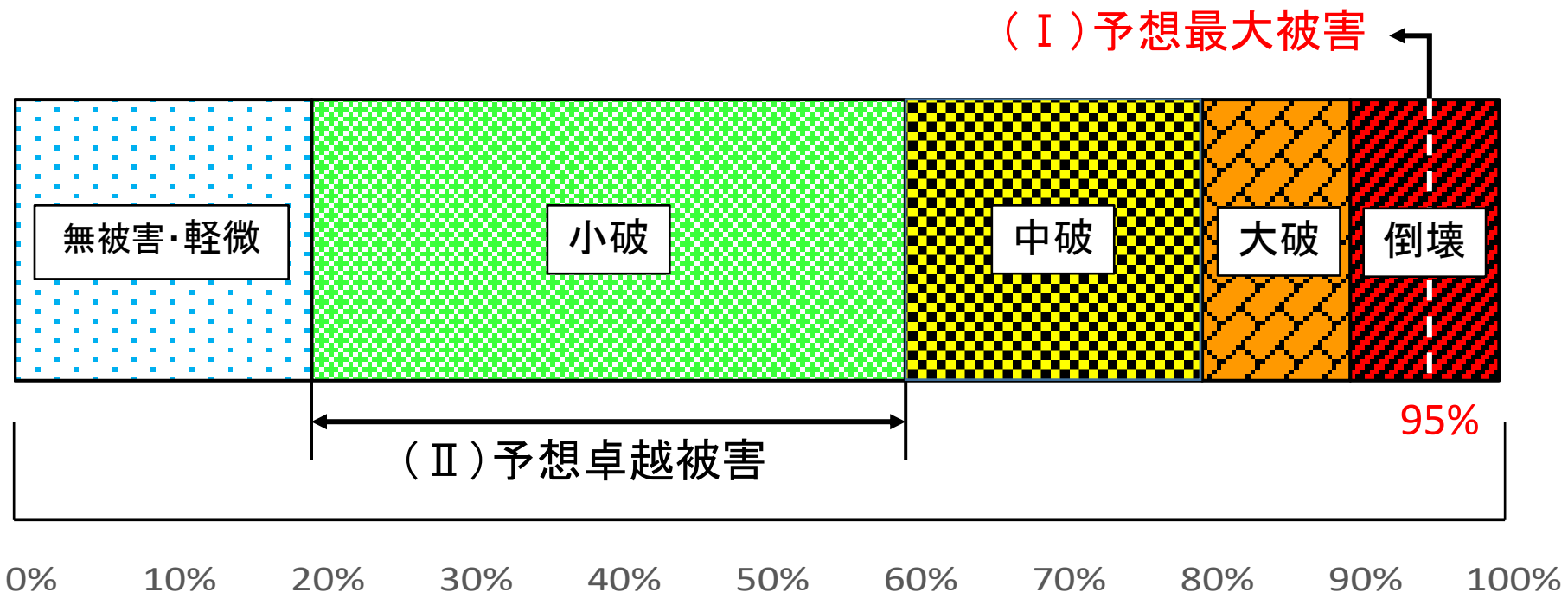
あるIs値の建物の被害率



被害率バーチャート


① 無被害・軽微
② 小破
③ 中破
④ 大破
⑤ 倒壊
Is値
1.10
0.90
0.70
0.50
0.30
0.15
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%
被害率

代表被害の設定方法


（Ⅰ）予想最大被害
無被害・軽微
小破
中破
大破
倒壊
95%
（Ⅱ）予想卓越被害
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%

代表被害モード

（Ⅰ）予想最大被害：95%非超過の被害モード

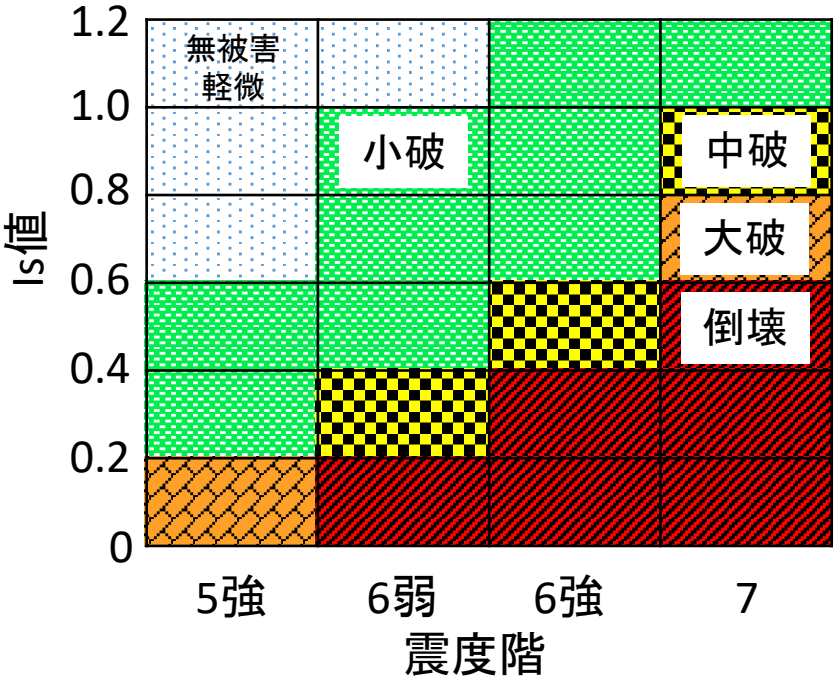
- 95%はその被害を超えない被害モード
- 被害額に着目する場合

（Ⅱ）予想卓越被害：最も占める確率の高い被害モード

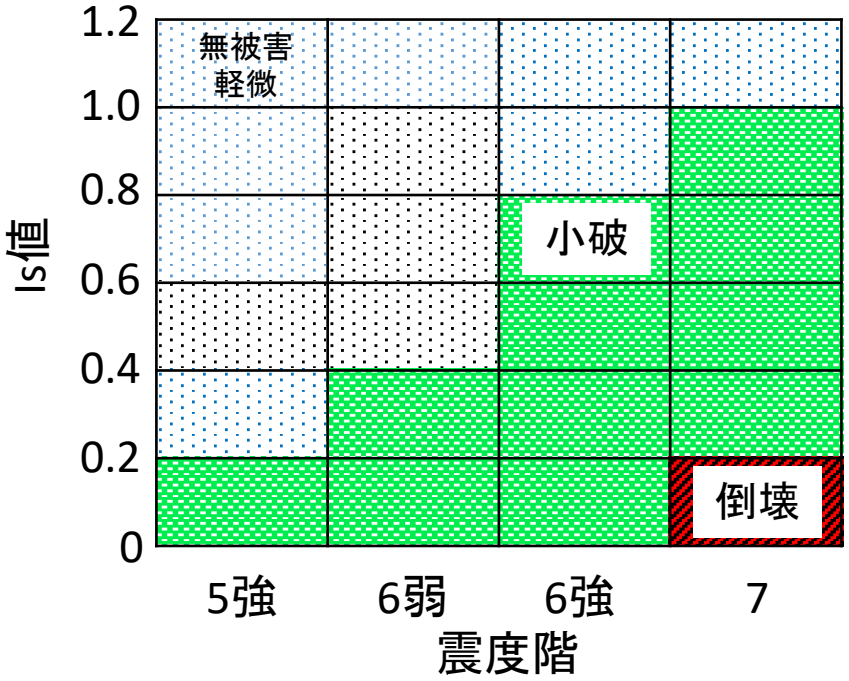
- 最も起こりそうな被害
- 地域の防災計画の立案

被害予測マトリックス

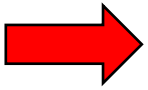
（Ⅰ）予想最大被害



（Ⅱ）予想卓越被害

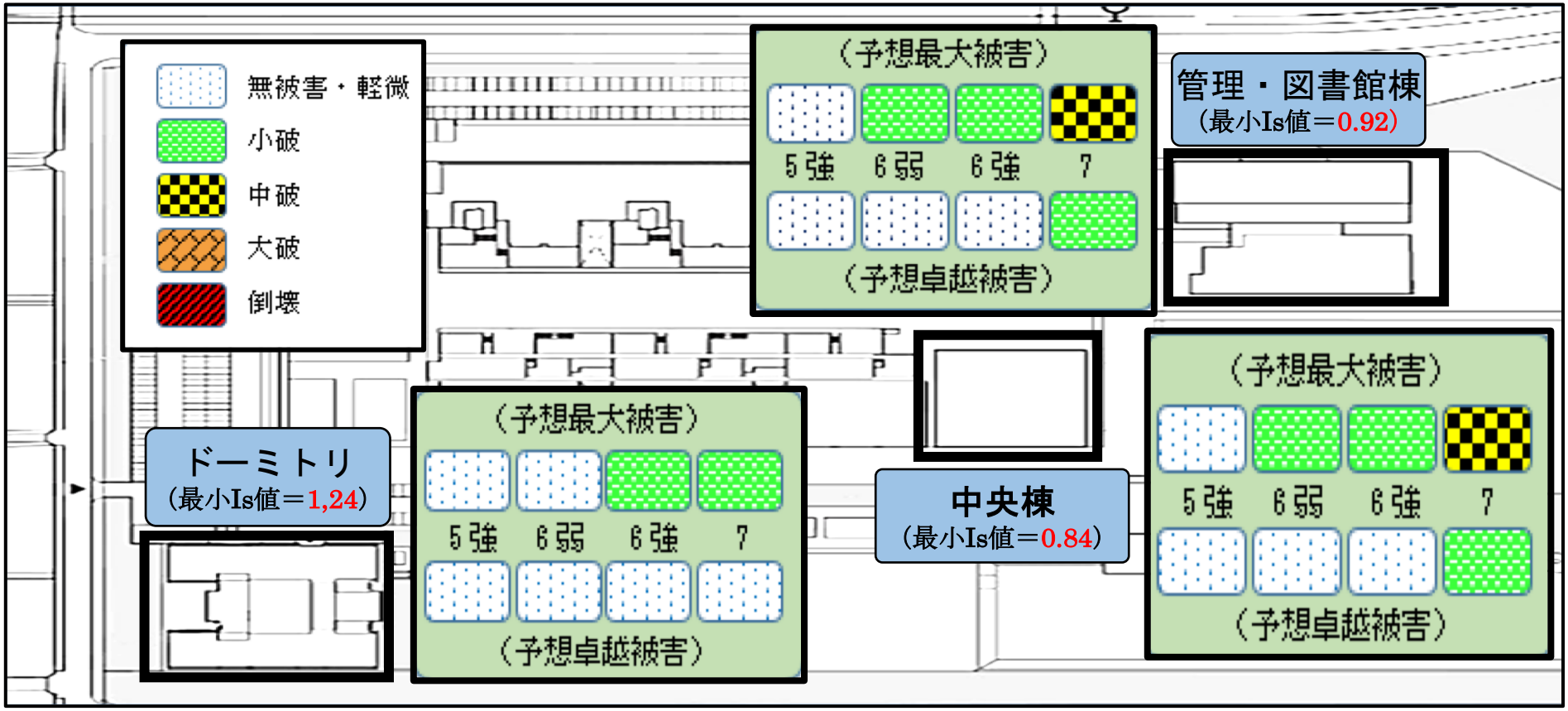


Is値0.6～0.8の範囲にある建物が
震度6弱の地震動を受けた場合



（Ⅰ）から予想最大被害＝小破
（Ⅱ）から予想卓越被害＝無被害・軽微

ものつくり大学所施設の地震被害想定



東日本大震災に適用した場合
（埼玉県行田市内の計測震度：5強）

（Ⅰ）から予想最大被害＝無被害・軽微
（Ⅱ）から予想卓越被害＝無被害・軽微

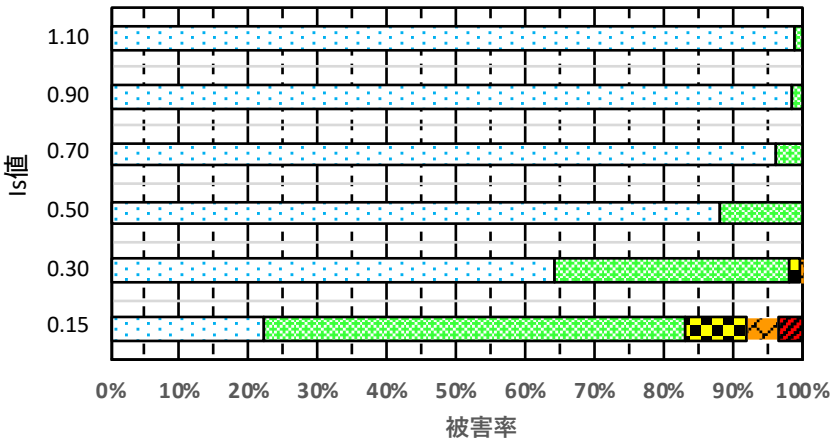
まとめ

- 簡易な地震被害予測手法の考案
  - フラジリティー曲線の利用　/　被害マトリックスの作成
- 本学施設への適用
  - 地震被害想定実施　/　東日本大震災の検証
- 目的に応じた利用
  - 保全計画（被害額）　/　防災計画（弱点把握）

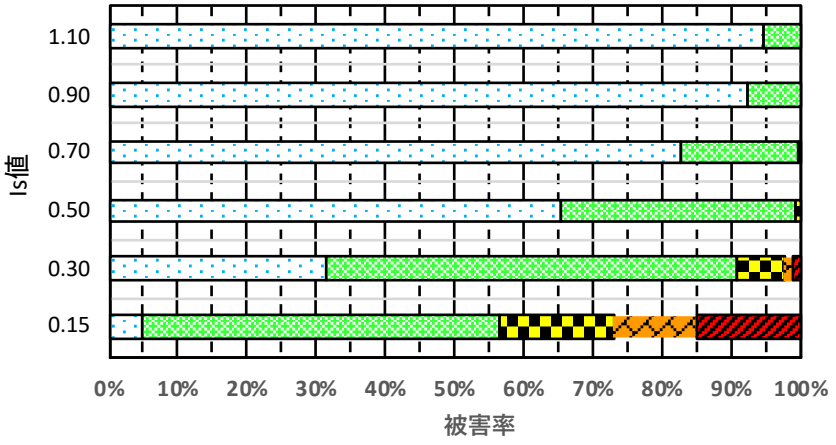
Q&A

震度ごとのIs値に対する被害モード発生確率

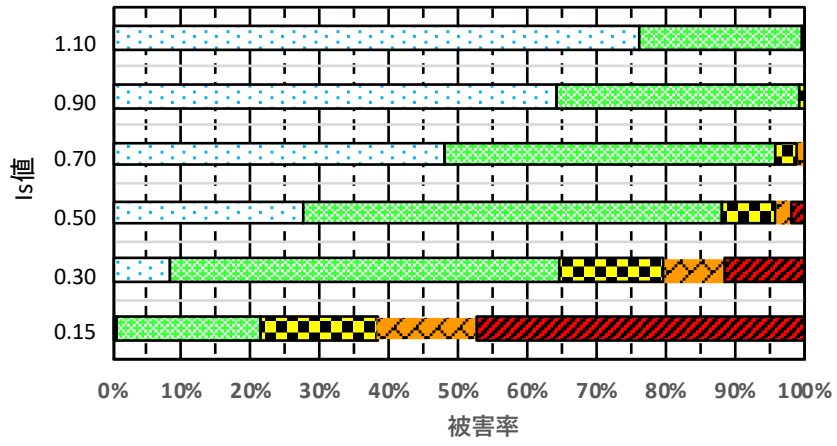
震度5強代表値（30cm/s）



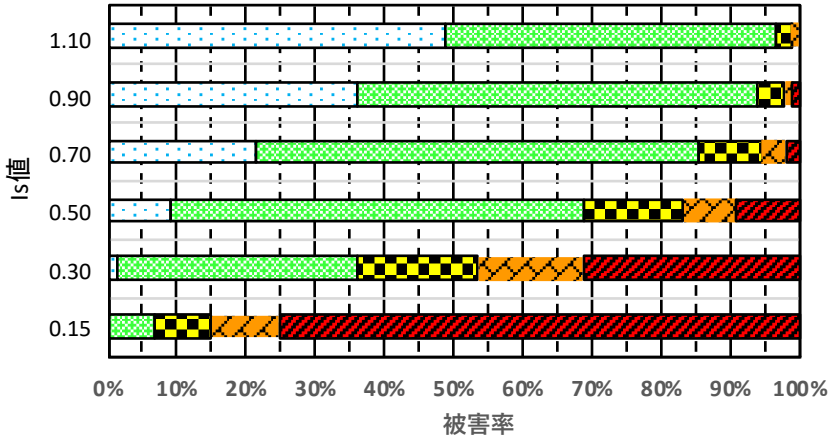
震度6弱代表値（50cm/s）



震度6強代表値（90cm/s）

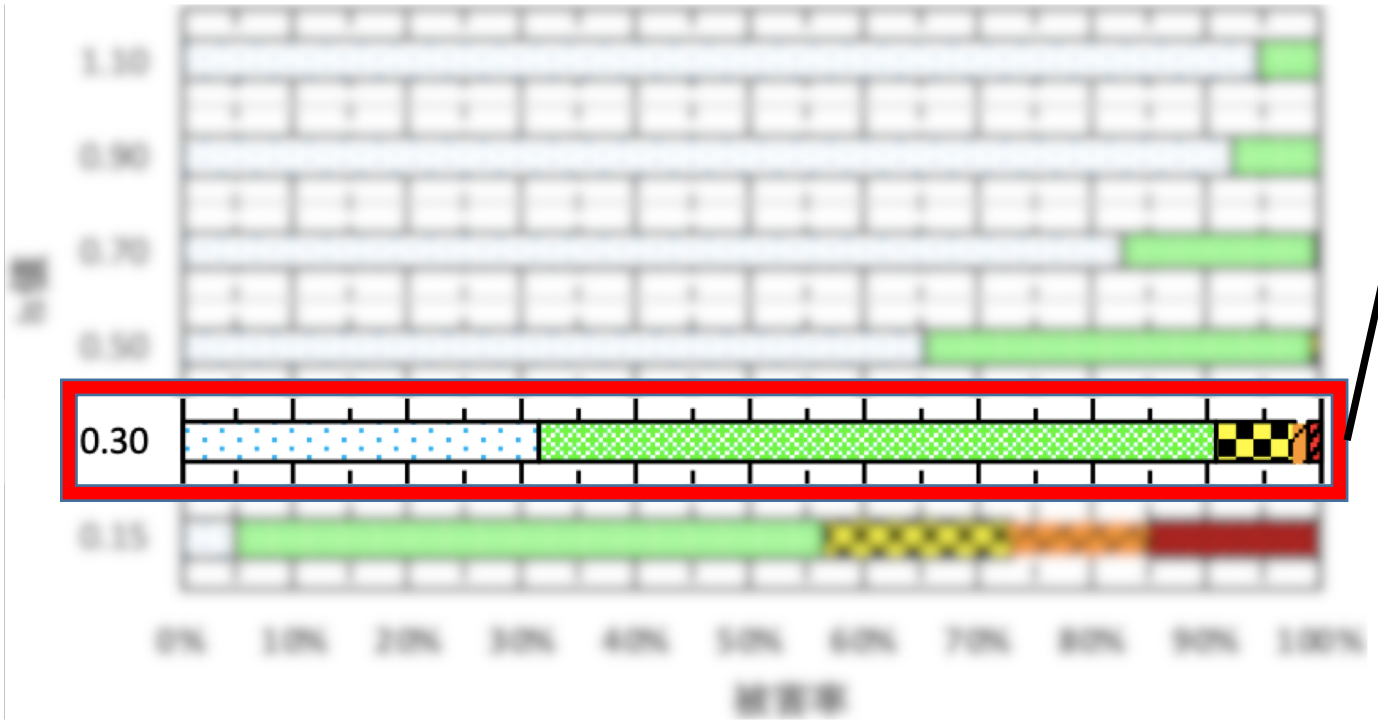


震度7代表値（140cm/s）



※（）内： PGV（地表速度）

予想最大被害（95%）の根拠



95%を超える被害については5%を上回らない。

被害額に着目した場合、100%の値が示す被害モードは適さない。

「小破、中破、大破・・・」と「一部損壊、半壊・・・」の違い

・小破、中破、大破、倒壊など

建物被害などの構造についての規模を表す

・一部損壊、半壊、全壊など

保険に適応するときに使用する基準

対象診断数

管理・図書館棟

2次診断

階	C	F	Type	E0	SD	T	Is
3	1.41	1.00	CB,CWB,WS	1.29	1.14	1.0	1.47
	1.28	1.27	CB,CWB,WB,WCB				
2	1.4	1.0	CB,CWB,WS,WCB	1.16	0.96	1.0	1.11
	0.2	3.2	CB				
1	1.4	1.0	CB,CWB,WS,WCB	1.42	0.9	1.0	1.27
	0.07	3.2	CB				

階	C	F	Type	E0	SD	T	Is
3	2.79	1.0	WB,WS,WCB	1.79	0.76	1.0	1.36
	036	3.0	CB				
2	0.96	1.0	CWB,WB,WS,WCB	0.98	1.14	1.0	1.12
	0.49	1.75	CB				
1	1.07	1.0	CB,CS,CWB,WB,WS, WCB	1.21	0.76	1.0	0.92
	0.18	3.0	CB				

中央棟

2次診断

階	C	F	Type	E0	SD	T	Is
3	0.57	1.50	WB	1.72	1.14	1.0	1.96
	0.82	3.0	CB				
2	0.32	1.50	WB	0.96	1.14	1.0	1.1
	0.37	3.0	CB				
中2	0.08	1.0	WS	1.02	1.14	1.0	1.16
	0.88	1.2	CB,WB				
1	0.62	1.0	CB,CS,WB,WS	0.73	1.14	1.0	0.84
	0.11	3.2	CB				

階	C	F	Type	E0	SD	T	Is
3	3.01	1.0	CWB,WB,WS, WCB,WCS	2.12	0.76	1.0	1.61
	0.38	3.0	CB				
2	1.69	1.0	CB,CWB,WB, WS,WCB,WCS	1.36	0.76	1.0	1.03
	0.06	3.2	CB,WB,WS				
中2	1.49	1.0	CB,WB,WS	1.45	0.76	1.0	1.1
	0.08	3.2	CB,				
1	1.24	1.0	CB,WS	1.27	0.76	1.0	0.96
	0.07	3.2	CB				

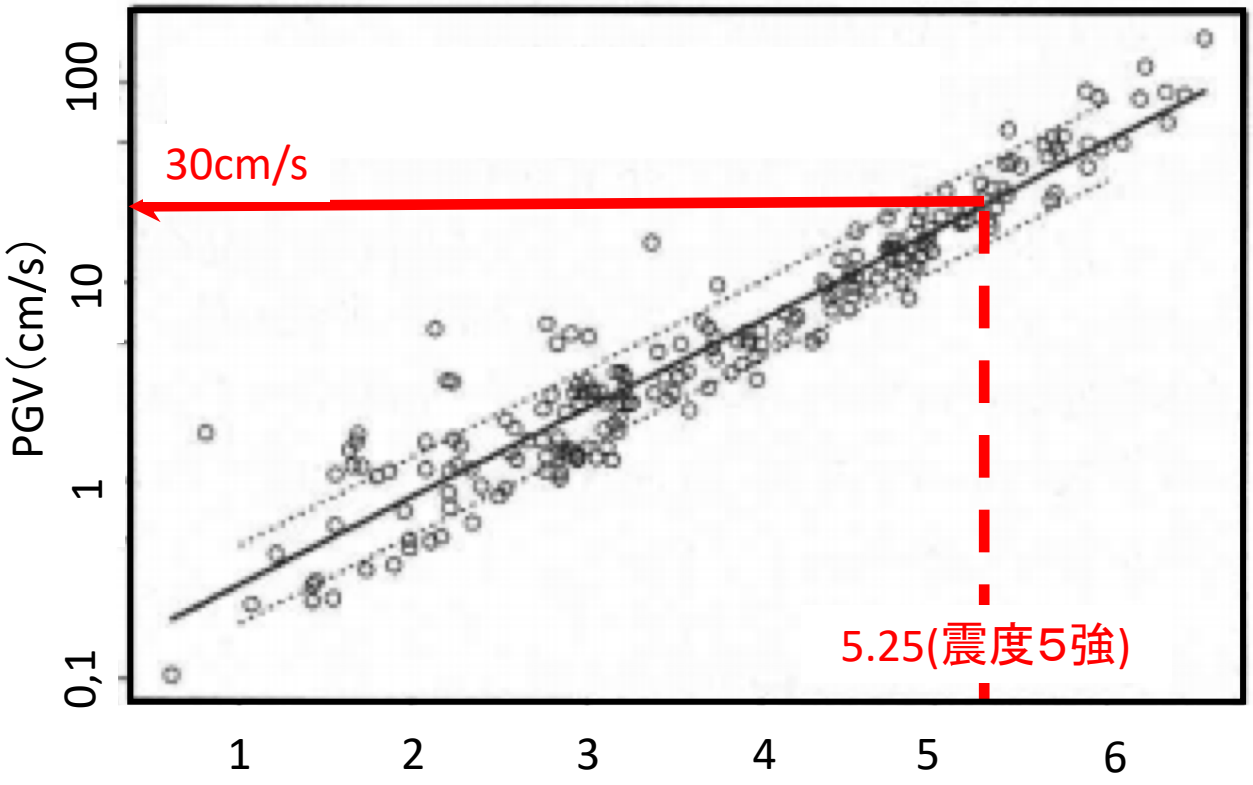
ドーミトリー

2次診断

階	C	F	Type	E0	SD	T	Is
5	2.0	3.20	CB	3.7	1.2	1.0	4.44
4	1.04	3.20	CB	2.39	1.2	1.0	2.87
3	0.76	3.00	CB	1.87	1.2	1.0	2.24
2	0.63	2.60	CB	1.49	1.2	1.0	1.79
1	0.53	2.25	CB	1.20	1.2	1.0	1.44

階	C	F	Type	E0	SD	T	Is
5	7.75	1.00	CB,WS	4.48	1.2	1.0	5.38
4	3.53	1.00	CB,WS	2.51	1.2	1.0	3.02
3	2.29	1.00	CB,WB,WS	1.86	1.2	1.0	2.23
2	1.49	1.50	CB,WB	2.02	1.2	1.0	2.42
1	1.35	1.00	CB,WB	1.35	1.2	1.0	1.62

PGVから震度階への換算方法



計測震度による最大速度の推定値

震度階	計測震度
5強	5.25
6弱	5.75
6強	6.25
7	6.75

$PGV=10^{(-0.97+0.45.I)}$

10の指数でδ＝±0.45

PGVの0.35～2.8倍

震度階

震度階級	計測震度	代表震度（中央値）	計測震度（cm/s）
5強	5.0以上5.5未満	5.25	30
6弱	5.5以上6.0未満	5.75	50
6強	6.0以上6.5未満	6.25	90
震度7	6.5以上	6.75	140

地震被害のばらつきが生じる要因

- 施工精度の問題
- 材料強度のばらつき
- 地震振動の不均一性　　など

代表値

Is値の代表

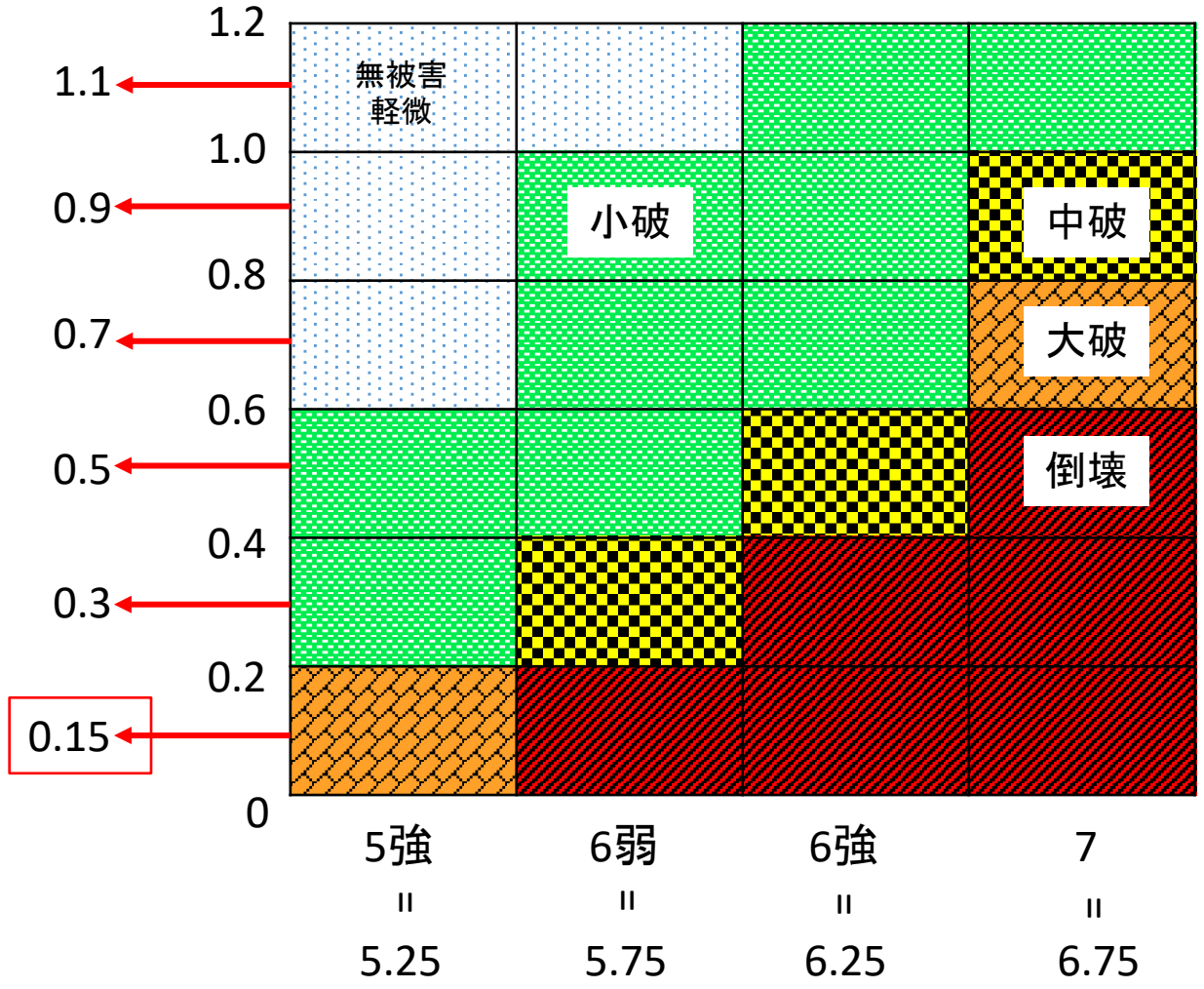
値は行間の

中央値

震度は計測

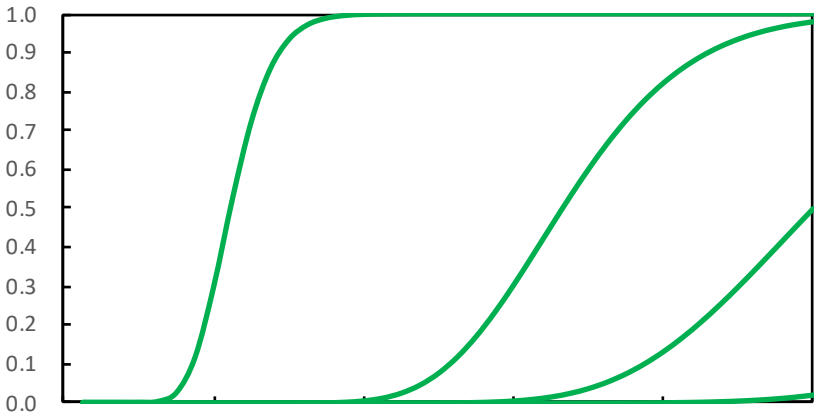
震度の

中央値

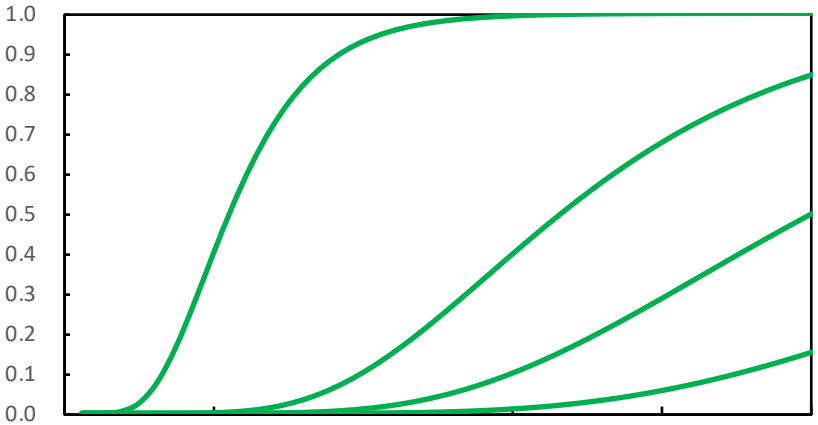


フラジリティー曲線一覧

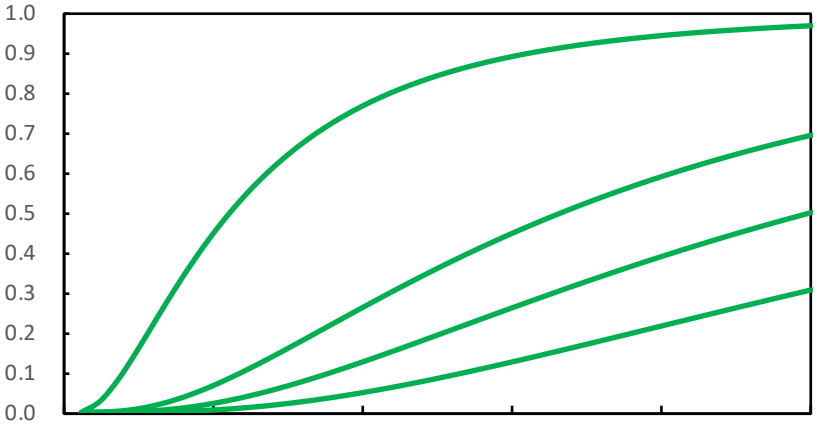
Is値0.2



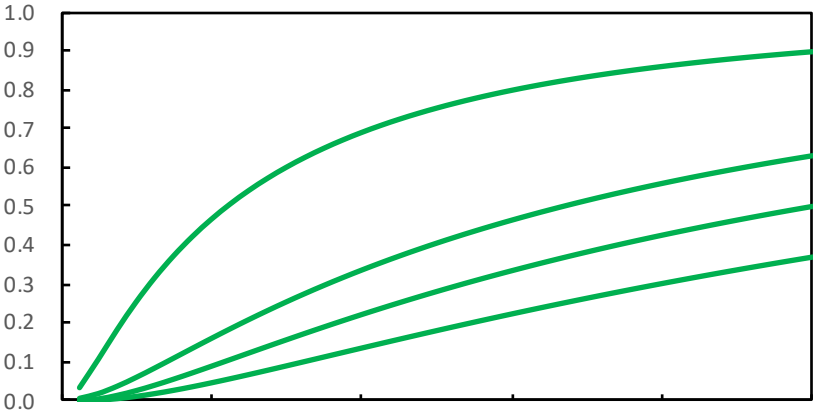
Is値0.4



Is値0.8



Is値1.2



3.11時行田市震度

平成23年(2011)3月11日

東日本大震災

三陸沖を震源とする国内観測史上最大のマグニチュード9.0の地震により、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県等太平洋沿岸では、大津波によって死者・行方不明者約2万8千人もの被害を受けた。行田市においては震度5強を観測し、市内各地で屋根瓦の崩壊や大谷石の倒壊などの被害が発生した。市内パチンコ店で天井が崩落して男性2名が軽傷を負ったほか、真名板地区では液状化現象により畑や道路に亀裂ができた。市内では、負傷者4名、住宅一部破損985戸、漏水10カ所、道路破損2カ所、液状化1カ所の被害が確認された。

https://www.city.gyoda.lg.jp/13/06/10/bosai/bosai_kihon/kako_siryo.html