

令和5年度 災害廃棄物対策推進シンポジウム

大規模地震に備える～関東大震災から100年を迎えて～

関東大震災100年・巨大災害 に備えるフェイズフリー防災と4R

2024年5月15日

中林一樹

東京都立大学名誉教授

環境省・災害廃棄物対策推進検討会委員

1. 能登半島地震と 切迫する巨大地震

原因：確率論的地震動分布図2020

(文科省地震対策推進本部・防災科学研究所 2021.3.26)

震度6弱以上の地震動が
30年以内に発生する確率

■	26%~
■	6~26%
■	3~6%
■	0.1~3%
■	0~0.1%

全国各地でM7級
直下地震が頻発

能登半島地震

中越地震

北海道胆振
東部地震

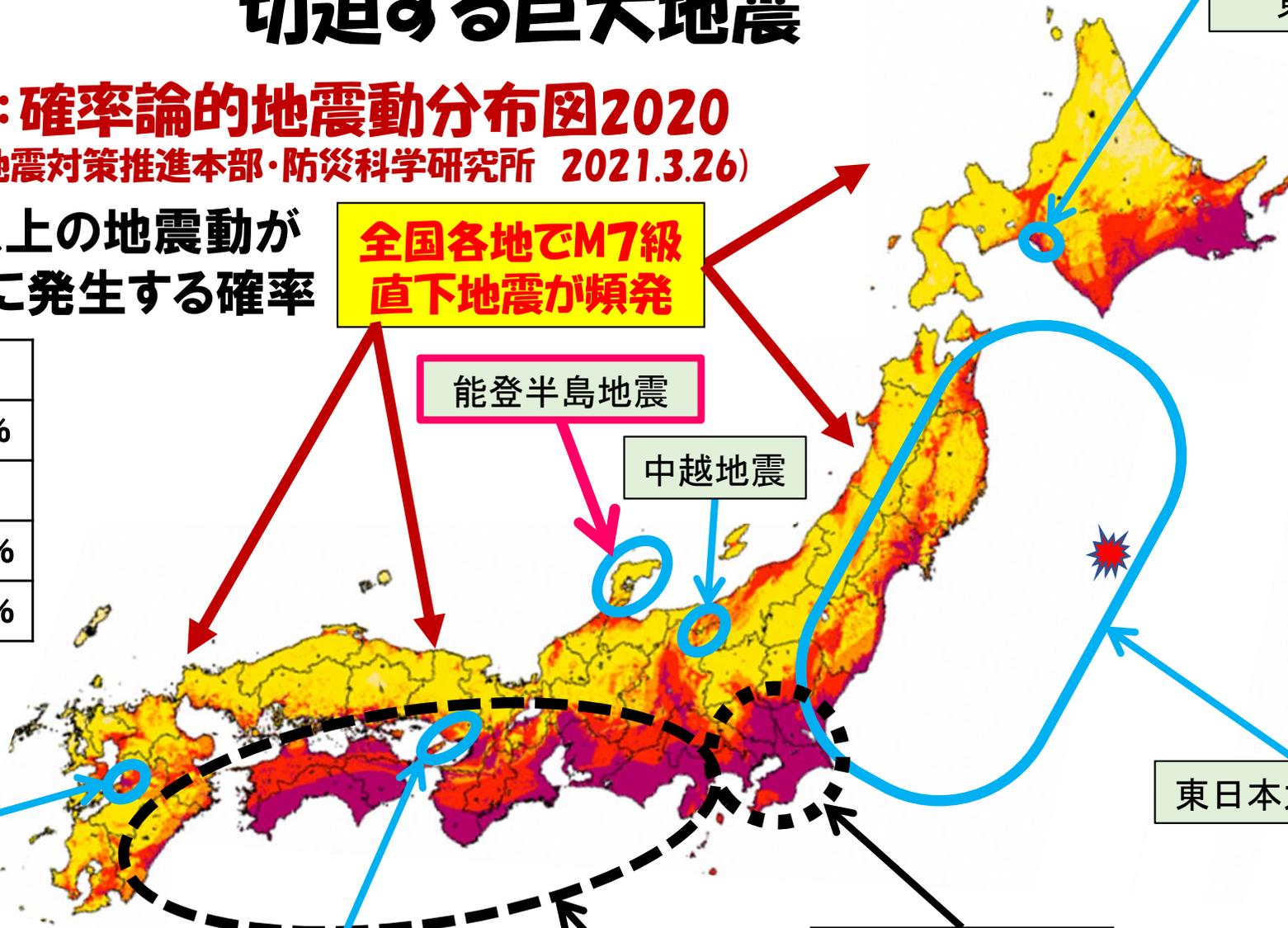
熊本地震

阪神・淡路大震災

南海トラフ巨大地震

首都直下地震

東日本大震災



能登半島地震：震度7の被災

輪島市黒島地区付近
の3～4mの地盤隆起



輪島市山間部の
大規模な山塊の崩落

木造住宅の被害が多く、特に大規模な瓦葺
の木造民家が倒壊した。(珠洲市)





輪島地区では市街地や集落に1次仮置き場を開設せず、回収曜日を決めて小口に廃棄物を出し、業者が戸別に収集している。(輪島市)

輪島市の朝市通り地区の市街地火災。2次避難している被災者も多く、解体の申請が遅れている模様(輪島市)



輪島地区で戸別収集
してきた災害廃棄物
を事業者が仮置き場
の搬入、分別して搬
出・処理(輪島市)



輪島市門前地区は、市
街地・集落の1次仮置き
場を開設して、被災者
が持込み、事業者が仮
置き場に搬出(輪島市)

軽トラ・ボランティア
が、廃棄物を仮置き
場に搬入している。
軽トラは宮城ナン
バー(七尾市)



七尾市では、大規模な
1次仮置き場を開設し、
被災者が自動車を持
込み、分別して、大型ト
レーラーで事業者が処
分地へ搬送している。

“住家”の被害棟数(全半壊率)異常に多い能登半島地震

市町	人的被害			住家被害				世帯数 (R5.5.1)
	死不明者	負傷者	合計	全壊	半壊	一部破損	合計	
輪島	109	516	625	3824	3865	7127	14816	9,461
珠洲	103	249	352	2392	1961	3207	7560	5,322
七尾	5	3	8	379	2762	10312	13453	20,151
能登	8	39	47	308	930	5250	6488	6,257
穴水	20	257	277	497	1433	2104	4034	3,229
志賀	2	104	106	510	2168	3515	6193	7,346
他市町	1	27	28	307	2542	22672	25521	422,680
石川県	248	1,195	1443	8217	15661	54187	78065	474,446

資料:石川県危機管理課:災害報告 第126報(2024. 4. 26)より集計。

世帯数VS全半壊率は、**珠洲82%**、**輪島81%**、**穴水60%**、**志賀36%**、**能登20%**、**七尾16%** !。

奥能登6市町の上水道・電気の被災状況(支障率)の推移

日時	珠洲		輪島		穴水		志賀		能登		七尾	
	上水	電気	上水	電気	上水	電気	上水	電気	上水	電気	上水	電気
1/4	100	100	100	100	100	100	100	10	100	100	100	10
1/8	100	100	100	80	100	50	100	5	100	30	100	2
1/15	90	45	100	55	100	20	100	2	100	5	100	0
1/23	90	40	100	50	100	2	80	1	90	2	80	—
1/31	90	20	100	15	60	1	50	0	80	1	70	—
2/13	90	10	100	10	40	0	20	—	60	0	50	—
2/28	85	5	70	5	10	—	5	—	45	—	20	—
3/12	85	0	50	0	0	—	0	—	40	—	15	—
3/26	80	—	30	—	—	—	—	—	15	—	2	—
4/9	75	—	17	—	—	—	—	—	5	—	0	—
4/23	50	—	15	—	—	—	—	—	3	—	—	—

資料:石川県危機管理課「災害報告」の各号より、2週間おきの被災状況

の推移。1) 広域避難者を含む 2) 1.5次避難者を含む 3) 1月19日に石川県が開始した被災者登録台帳登録者

最近の大震災における住家被害と廃棄物 石川県と能登半島地震全域の被災状況

震災名 (発生年月)	損壊家屋数(住家・公共他:百棟)				災害廃 棄物 ^{万t}	廃棄物 トン/全半 壊棟	処理 期間
	全壊	半壊	公共他	合計			
阪神淡路(1995.1)	1125	1443	425	3993	1,500	37.6	3年
中越(2004.10)	32	138	417	587	60	10.2	3年
東日本(2011.3)	1220	2832	1084	5136	3,100	60.4	3年
熊本(2016.4)	87	345	134	566	311	55.4	2年
能登(2024.1)*¹	82	163	254	500	244*²	48.8*²	—

*1 建物の被害棟数は、石川県対策本部資料(第130報:2024.5.8)による。

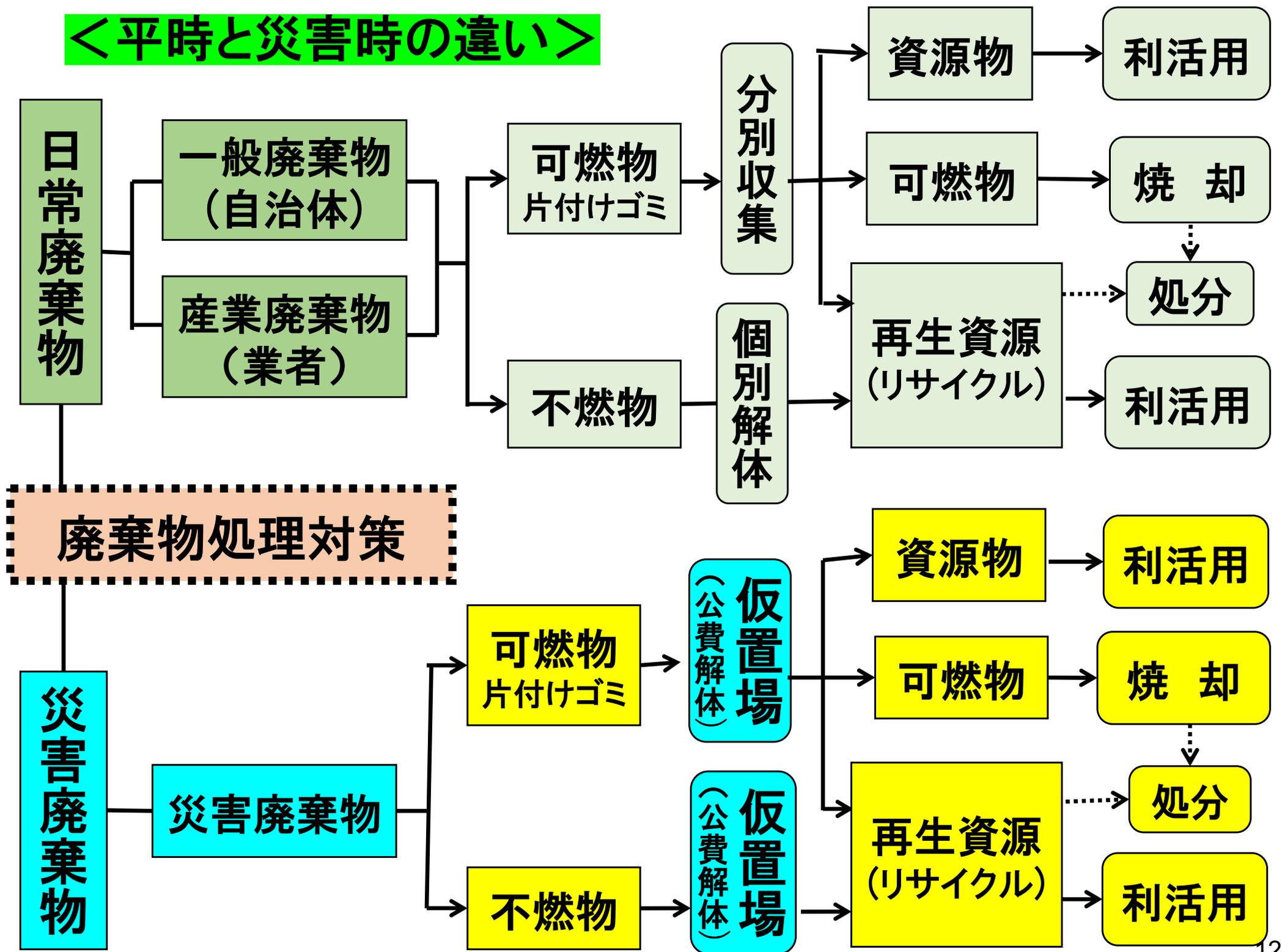
*2 石川県災害廃棄物処理計画では**2/26時の推計値「50,644棟」**により**244万トン**。総務省消防庁被害第97報と3県の報告から住家+他の全半壊は約54,200棟で、廃棄物量『**261万トン**』で『**48.2トン/棟**』となる。 10

2. SDGsを果たすこれからの 廃棄物処理戦略 — 3Rから4Rへ —

- * 災害時も、平時の**3R**(Reduce・Reuse・Recycle)で
Reduce (**減量**)・Reuse (**再使用**)・Recycle (**再生資源**)
- * これからは、脱カーボン社会とSDGsの**4R**で、
Reduce**減量**・Reuse**再使用**・Recycle**再生資源**
+ Resource (**活用資源**)での利活用

	Reduce	Reuse	Recycle	Resource
平時ゴミ	ゴミ減量	古材・古着	再生資源	—
関東地震	—	建物修理	—	活用資源
災害ゴミ	建替・耐震	建物修理	再生資源	活用資源

< 平時と災害時の違い >



平時のゴミ処理(Recycle)の体制

(1)生活廃棄物 市区町村・広域事務組合で収集・処理

- 一般家庭の**生活で発生**した「**可燃ごみ**」と「**不燃ごみ**」
- 分別収集による「**処理ごみ**」と「**資源ごみ**」の分別
- 「**粗大ごみ**」の有料回収

(2)産業廃棄物 都道府県(・政令都市)の許可権限で、
民間事業者による**有料での収集・処理**

- **業務活動で発生**した「**処分ゴミ**」と「**資源ごみ**」
- 民間建物・公益インフラからの「**解体ゴミ**」:企業・国民
- 公共建物・公共インフラからの「**解体ゴミ**」:国・県・市

災害時の廃棄物処理の体制

- (1) **災害廃棄物** ……被災した市町村(自治体)を中心に広域事務組合、廃棄物処理業者・団体が連携して、**災害廃棄物処理計画**により収集・処理(Recycle)する。
 - ・「仮置き場」を開設し、被災者の搬入による「分別仮置き」を原則とし、ボランティアの役割が大きい。
- (2) **都道府県** ……被害の大きな市区町村からの災害廃棄物処理に関して、産業廃棄物処理事業者等と連携して、市町村の処理を支援する。
- (3) **環境省環境地方事務所** ……都道府県を超えた処理を要する場合は、地域ブロック内外における広域連携体制を構築し、市町村・都道府県の処理を支援する。

“フェイスフリー廃棄物処理”の発想 4つの“資源”ごみと“最終処分”ごみ

(1) Reduce: 平時の粗大ごみ処分・耐震化で被災時の減量を

(2) Reuse: 利活用できる部材は平時も災害時も“再利用”

・耐震改修建物 ・古家具 ・古着 ・古本 など

(3) Recycle①: 平時も災害時も“分別収集”で“再生資源”化

・古紙 ・段ボール ・ガラス瓶 ・缶 ・金属片 など

(3') Recycle②: 平時も災害時も“解体分別”で“再生資源”化

平時も災害時も建物解体し“リサイクル処理”で“資源”化

・コンクリート塊(骨材) ・鉄・アルミ・銅など等金属材

(4) Resource: 平時も災害時もRecycleせず“再利用資源”化

(5) 最終処分ごみ: ・焼却処分の「灰燼」の最終処分(埋立等)

3. フェイズフリー防災の廃棄物対策とは

- 「フェイズ(場面)」がない、「平時」と「災害時」の区別がない、切れ目なく繋がっているのが「**フェイズフリー防災**」
- 平時の取り組みが、災害時の取り組みになる防災
- 「平時のゴミ処理(3R)」のReduce(減量)とReuse(再利用)とRecycleに加え、リサイクルを最小化してResourceとして活用する「**4R**」切り拓き、「**平時にも被災時にも廃棄物対策**」として目指す。

(1)Reduce(1R): 平時の「ゴミの減量」と異なるが、災害時にも「廃棄物の減量」を目指すべきで、平時の耐震化で“**被害軽減防災**”を。

(2)Reuse(2R): 廃棄しないで再利用(リノベーション)するように、災害時に被災した建物を解体・処分せずに修理して、**再利用(リノベーション)**する“**耐震改修防災**”を。

(3)Resource(4R): 老朽ビルを解体・建替える「1R」時に、**Recycle(再生利用)**を減らしてそのエネルギー消費を最小化して、そのまま「**安全な資源材**」として利活用する“**SUGs防災**”を

非被災地 日常廃棄物(解体:産廃+片付け)

被災地

災害廃棄物+日常廃棄物

処理の支援

激甚被災地

災害廃棄物

人材・機材の支援

(解体:公費+片付け)

●平時のコンクリート廃棄物対策

産業廃棄物処理として 3R(+T)

- **Reduce**:ビル等の長寿命化・耐震改修……(建物解体を遅らせる)
- **Reuse** :ビルをリノベーションして利活用……(中古ビルを再生・活用)
- **Recycle**:ビル等のコンクリート塊の資源循環化:(再生資材で活用)
- **Treat** :残滓の片付け処分
(埋立処分等)



●災害時のコンクリート廃棄物対策

現状の災害廃棄物処理も 3R(+T)

- **Reduce**:ビルの耐震強化で被害軽減
(建物の耐震化・不燃化で軽減)
その結果、
- **Reuse** :被災ビルを再生修復し利活用
(“震災遺構”としての再利用も)
- **Recycle**:コンクリート塊の負荷軽減を
(再生資材として再利用)
- **Treat** :残滓の片付け処分
(埋立処分等)



●平時も、災害時も、廃棄物を“新たな資源”として活用する「4R」化！を

- **Resource**:資源化……「古建材」と同じく「コンクリート塊」も“資源化”できる

関東大震災後も、東京空襲後もResource対応 災害廃棄物を資源として埋立て、復興用地を創生

- 関東大震災は東京も横浜も大火災で被災。東京では3,600ha余の市街地がことごとく瓦礫・灰燼に帰した。
- その最終処分として、東京では、江東地先や芝浦地先を埋め立て事業し、復興事業「用地」の拡大を行った。
- 横浜市でも、関内地先等を埋め立てた。山下公園(7.4ha)は、その一部である。
- 22年後、大空襲で再び灰燼・瓦礫に帰した東京は、下町に残されていた“物流の動線であった”多くの運河を埋め立て、市街地内に広大な都有地を確保した。
- また、北海道西南沖地震(1993)では、津波で破壊した海岸沿い道路の風雪防御壁を、漁業者の希望で磯場に搬入、稚雲丹の産卵場を回復させている。

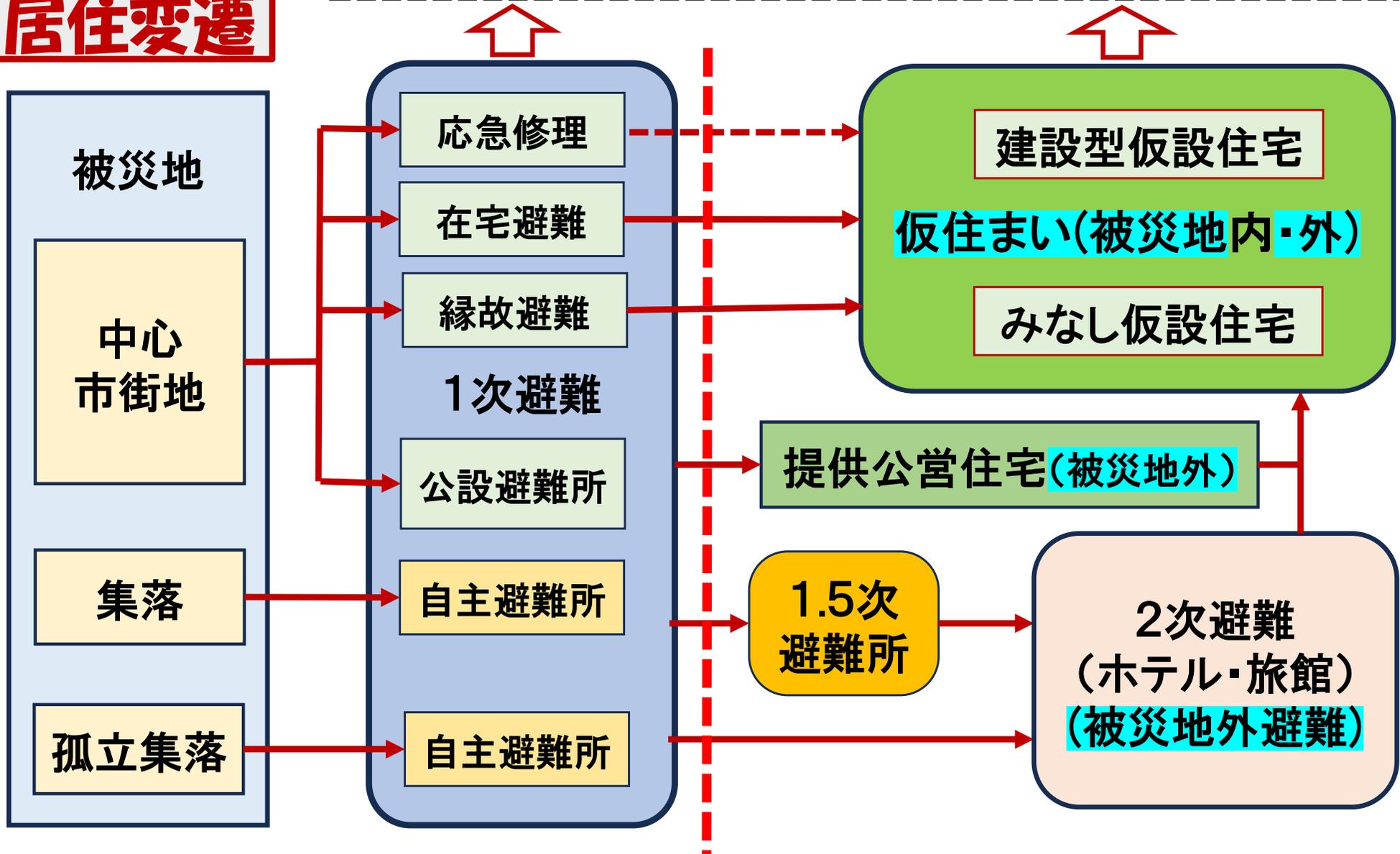
4. 能登半島地震の被災者の現状－避難所避難・在宅避難等－

日時	孤立集落		1次避難 ¹⁾		2次避難 ²⁾ ・公営住宅			避難登録者 ³⁾		建設仮設	
	所	人数	施設	避難者	避難	県内	県外	縁故	在宅	着工	供与
1/4	—	—	371	33,530	—	—	—	?	?	—	—
1/8	24	3,345	391	28,160	—	—	—	?	?	—	—
1/15	15	415	390	16,742	1,680	1,081	2	?	?	247	—
1/23	4	14	300	10,823	3,481	2,978	185	?	?	338	—
1/31	—	—	288	8,579	5,086	4,429	363	4,425	2,867	1,248	18
2/13	—	—	259	6,934	5,414	4,751	476	6,458	4,187	2,227	58
2/28	—	—	222	5,877	4,907	4,297	481	7,231	4,557	3,522	302
3/12	—	—	200	5,083	4,551	3,777	441	7,588	4,797	4,345	447
3/26	—	—	173	4,265	3,570	3,120	347	7,757	4,925	4,956	894
4/9	—	—	142	3,351	2,689	2,448	155	7,735	4,956	5,382	1,808
4/23	—	—	131	2,631	2,185	2,052	62	?	?	5,441	2,560

1) 広域避難者を含む 2) 1.5次避難者を含む 3) 1月19日に石川県が開始した被災者登録台帳登録者
 ただし、4月2日の集計(縁故:7735人、在宅:4956人)以降の公表なし。被災地在留・被災地外避難

能登の被災者の居住変遷

地域復興⇔自宅再建(新築・購入・賃貸・災害公営住宅)



被災者が被災地を離れ、地域関係を失ってないか？

5. 能登半島地震にみる廃棄物対応の遅れ

(1) 復旧・復興の被災者支援は全て「申請主義」

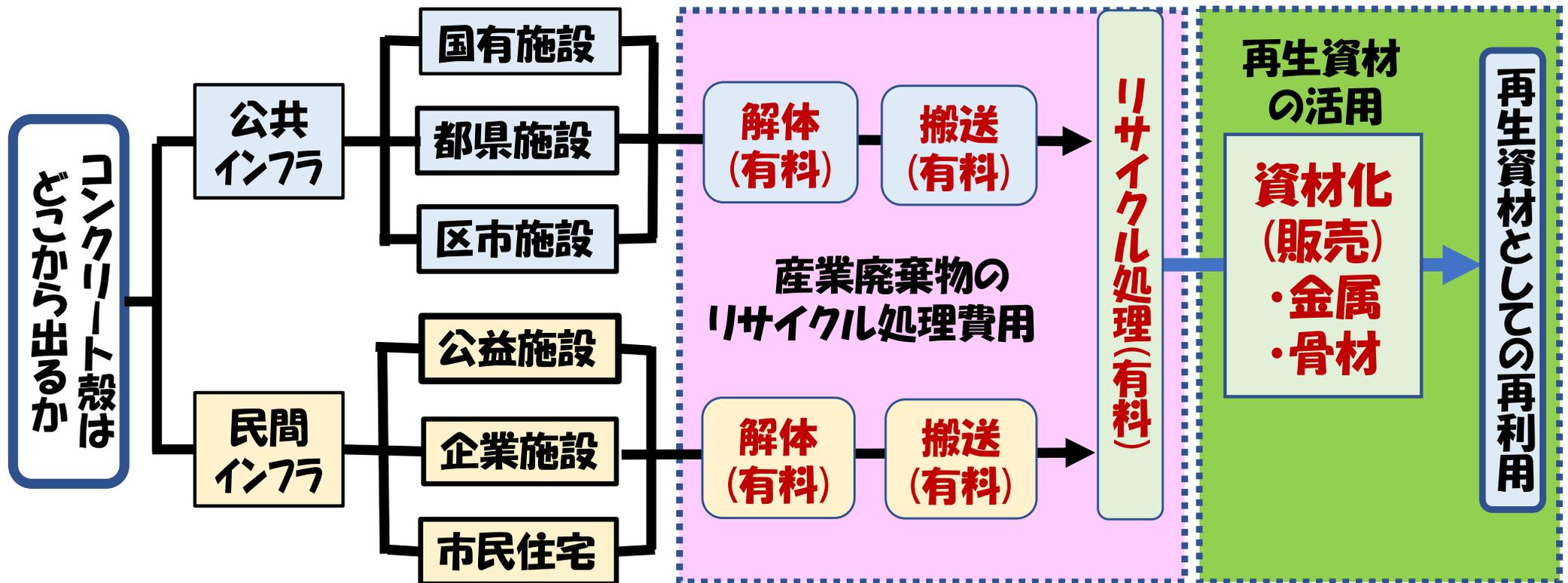
- ①罹災証明……申請して受けるもの
- ②公費解体……壊れても“私有財産”なので、申請しないといけない
- ③土地建物の所有権利不明(未相続・空家化)が、罹災証明が出ても、公費解体申請を困難に

(2) 解体処理体制の問題

- ①10年分の廃棄物が、一瞬で発生するということは、 10×365 日分の廃棄物が、一瞬で出る。
- ②仮置き場の確保、
- ③解体事業者の不足、
- ④域外処理の搬出体制の不備、⑤道路の不足

コンクリート塊の処理 <3R>	①Reduce : 減量化(ビルの耐震化で長期使用の推進)
	②Reuse : 再利用(ビルのリノベーションの推進)
	③Recycle : 再生資源化(粉砕・分別し再生資材で利用)

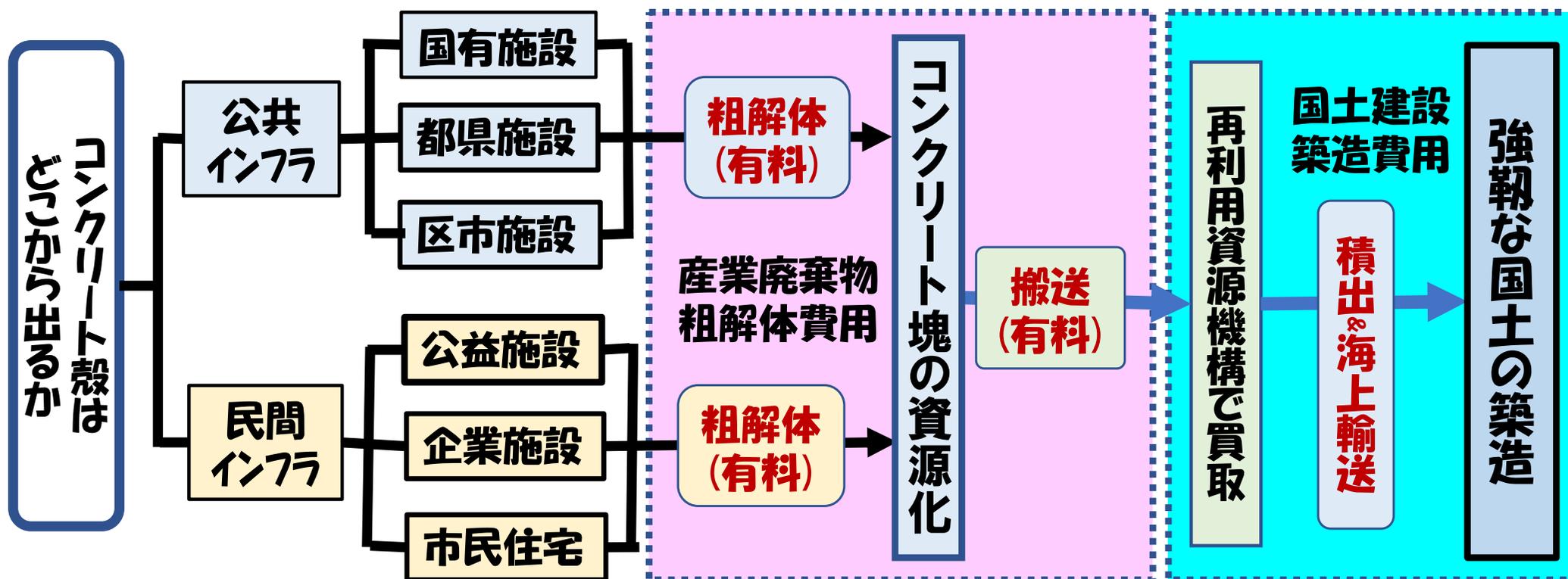
<コンクリート塊の“リサイクル”処分の流れ>



コンクリート塊の新処理
〈4R〉

- ① Reduce: 減量化(長寿化で廃棄物の排出量を減らす)
 - ② Reuse : 再利用(解体せずに、改修して再利用する)
 - ③ Recycle: 再生資材(資材毎に細分解し、再生資材化)
 - ④ Resource: 再利用資源(粗解体して資源として利活用)
- * SDGsに適う建設資源として強靱な国土の形成を

〈平時におけるコンクリート塊の“資源化”と活用イメージ〉



産業廃棄物であるコンクリート塊の 資源化のメリット

- ①公共建物・インフラの「粗解体」による「解体費用」の節約
- ②民間建物・インフラの「粗解体」による「解体費用」の節約
- ③「リサイクル処理費用」の大幅な軽減化による「処理費用」の節約
- ④リサイクルに要するエネルギーの節約
- ⑤コン塊の「人工海底山脈の築造資源(例示)」で“資源価値”の創出
- ⑥海底山脈の人工築造による“新しい富”「漁業資源」の拡大・創出

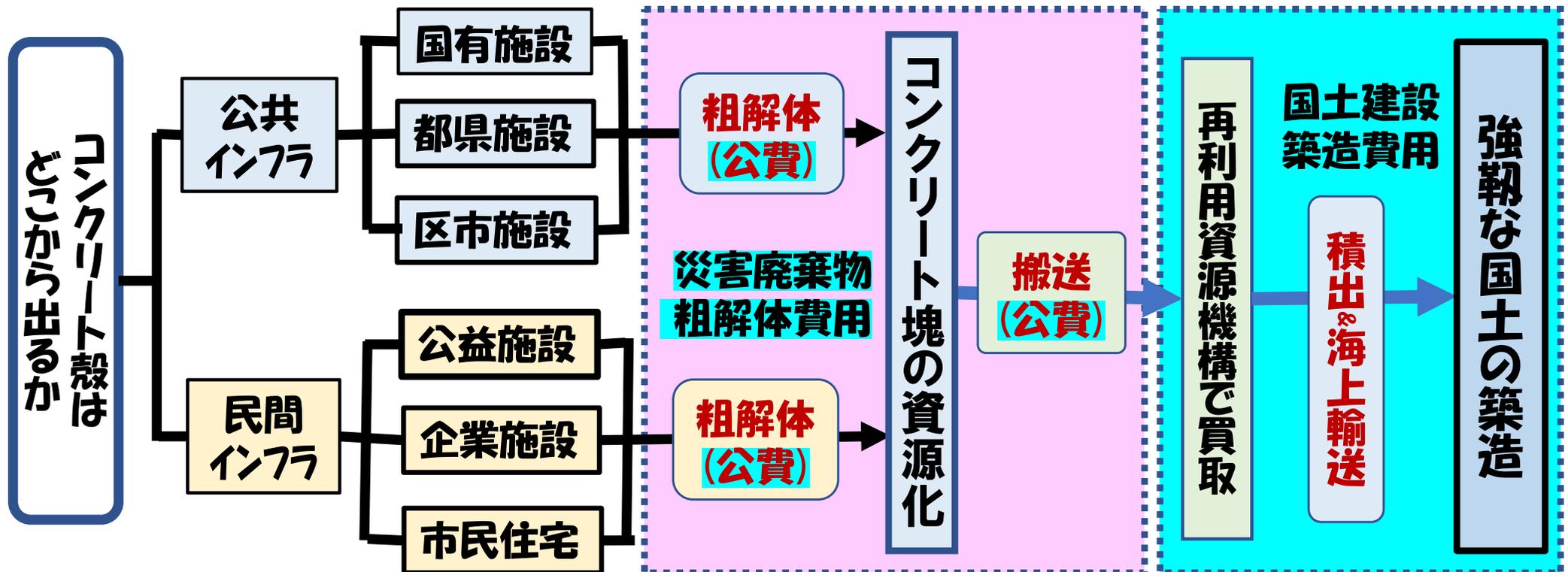
産業廃棄物であるコンクリート塊の 資源化のデメリット

- ①コンガラ再活用のための「海上搬送費用」の増大
- ②コンクリート構造の「**再生資材化率**」による資源価値の低減
- ③積み出し港湾施設の整備費用の負担

災害時における、コンクリート殻の “資源化”による利活用

コンク
リート塊
の新処理
〈4R〉

- ① Reduce: 減量化(長寿化で廃棄物の排出量を減らす)
 - ② Reuse : 再利用(解体せずに、改修して再利用する)
 - ③ Recycle: 再生資材(資材毎に細分解し、再生資材化)
 - ④ Resource: 再利用資源(粗解体して資源として利活用)
- * SDGsに適う建設資源として**強靱な国土復興**を



平時におけるコンクリート塊の「資源化活用」のルート整備が、広域巨大災害時の迅速な廃棄物処理と国土の創造的復興を可能とする

- 1960～80年代の高度経済成長と人口増加時代の公共インフラ、民間インフラの更新・再開発に対応して、**平時に「コンクリート塊の資源化」ルートを整備する。**
- 海の無い埼玉・山梨・群馬・栃木を含め、海のある東京・千葉・神奈川・茨城と連携し、**首都圏の産業廃棄物としての「コンクリート塊の魚礁資源化」を推進する。**
- 平時のルート整備が、首都直下地震時にコンクリート塊の「資源化」を可能とし、**一石三鳥(被災者・ビル所有者・行政)**の、国土の創造的復興を可能とする。
- **首都直下地震時のみならず、南海トラフ巨大地震時**にも、現場対応でのSDGsと迅速な復興を可能とする 27

広域巨大災害 ほど 狭域対応を 「4R」で

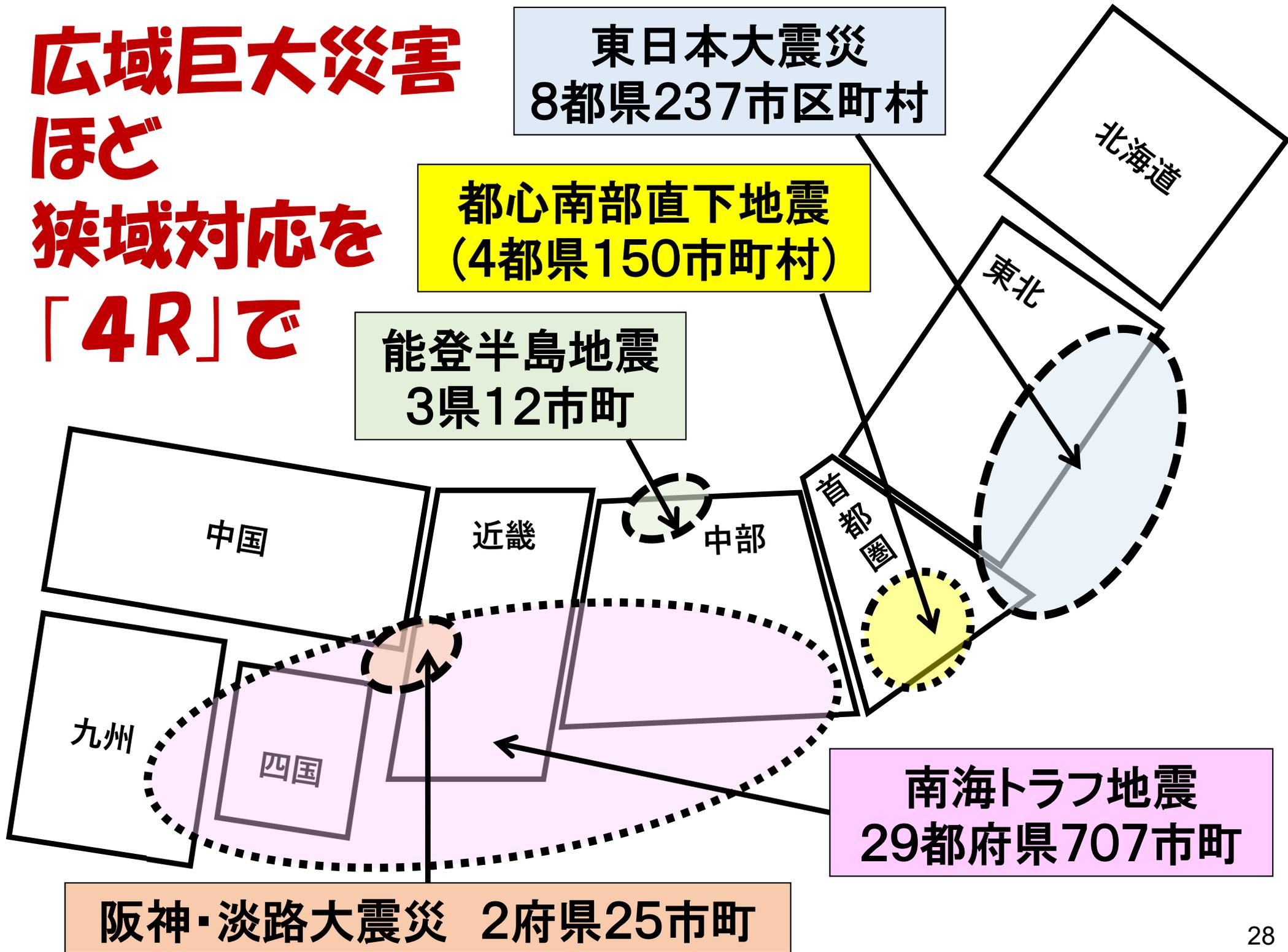
東日本大震災
8都県237市区町村

都心南部直下地震
(4都県150市区町村)

能登半島地震
3県12市町

南海トラフ地震
29都府県707市町

阪神・淡路大震災 2府県25市町



まとめ

(1) 能登半島地震の教訓

- ①半島地形の特性を考慮した廃棄物対応活動の工夫
- ②地籍調査の推進が「災害廃棄物公費解体」から「被災者生活再建支援」などの復旧復興支援の迅速化を
- ③災害廃棄物処理計画＋受援計画＝廃棄物BCPを

(2) 「フェイズフリー廃棄物処理対策」を

- ①事前防災とリンクする「災害廃棄物の減量化」
- ②初動と受援の「災害廃棄物初動対応訓練」
二つの支援「ボランティア＆自治体」の受援初動
- ③平時も災害時も、廃棄物処理技術のSDGs化を(4R)
- ④平時に「4Rルート」の開発整備を

＊コンクリート解体塊の利用資源化ルートの構築を環境省・国交省・農水省・経産省などの省庁・官民連携で