### 補足説明資料

### 事業No. 1

### 学校施設の天井等非構造部材の耐震対策先導的開発事業

### 文教施設企画部

#### 【目次】

- 1. 東日本大震災における非構造部材の被害
- 2. 非構造部材の耐震対策に係る文部科学省の取組
- 3. 先導的開発事業の必要性
- 4. 先導的開発事業の全体計画
- 5. 先導的開発事業の概要
- 6. 先導的開発事業の実施状況
- 7. 事業成果くアウトカム、アウトプット>
- 8. 今後の展開 参考資料

### 1. 東日本大震災における非構造部材の被害

- 〇 学校施設は、児童・生徒等の学習・生活の場であるとともに、災害時における 地域の避難所等としての機能を持つことから、安全性の確保は極めて重要。
- 〇 東日本大震災では、柱や梁などの構造体のみならず、天井や外壁、窓などの「非構造部材」に甚大な被害が生じた。
- 学校以外では、天井や外壁、設備機器等による死者・重傷者も報告されている。

### 公立学校施設における非構造部材の被害

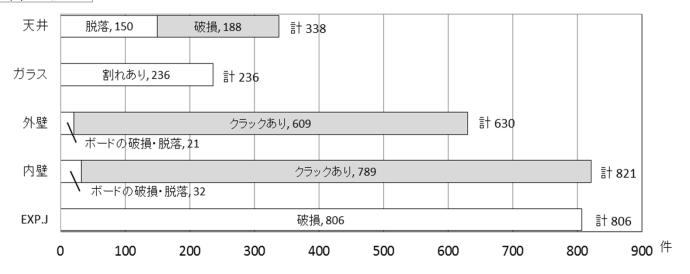
(平成23年6月16日時点)

天井材の被害	照明器具の被害	外壁(外装材)の被害
1,636校	410校	968校

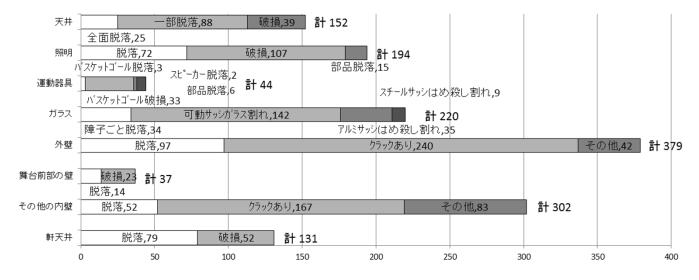
※教育委員会の報告において確認できた被害(落下、損傷等)を計上

### く主な被害>

### 校舎の被害

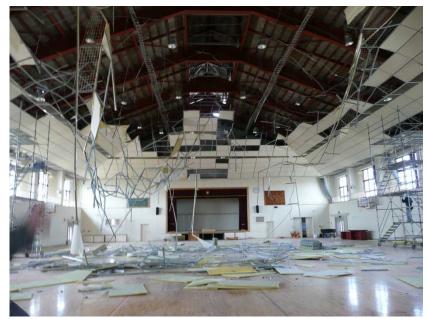


### 屋内運動場の被害



学校施設における非構造部材の耐震対策の推進に関する調査研究協力者会議(平成26年3月)

## <天井の被害例>



中学校体育館(宮城県栗原市)





中学校体育館(宮城県栗原市) ※卒業式の前日に天井が崩落



## <天井以外の非構造部材の被害例>



外壁が全面的に脱落



トイレ内壁の崩落



横連窓の脱落



横連窓の脱落

### 【参考】非構造部材とは

- 建物のうち、柱や梁などの構造体ではない、天井や窓などの部材をいう。
- 地震の際には、構造体が耐震化されていても、非構造部材に被害が生じる場合が ある。



### 2. 非構造部材の耐震対策に係る文部科学省の取組

- 〇 首都直下地震や南海トラフ地震等の大規模な地震の発生が懸念されていることから、非構造部材の耐震対策への早急な対応が必要。
- 〇 文部科学省では、様々な手段を講じて、学校設置者の取組を技術面・財 政面から支援している。

#### 東日本大震災による非構造部材の被害

- ○東日本大震災における被害状況の調査・分析
- ○非構造部材の点検・対策手法の解説
- ○対策事例の収集・周知
- ○対策手法・事例の普及・啓発
- ○情報提供機能の充実強化
- ○財政支援制度

非構造部材の耐震対策の調査研究報告書 (平成24年5月~平成26年3月)

天井等落下防止対策のための手引(平成25年8月) 非構造部材の耐震化ガイドブック(平成27年3月)

先導的開発事業(平成25年度~)

→ 天井対策事例集(平成26年4月)

天井に関するセミナーの開催 (平成25年度全5回)

相談窓口(平成25年度~)

防災機能強化事業(平成24年度~)等

非構造部材の耐震対策の推進(天井については、平成27年度までの対策完了を要請)

### 3. 先導的開発事業の必要性

### 天 井

- 建築基準法施行令に基づく<u>新たな技術</u> 基準が制定された(平成25年8月)。
- 文部科学省において、<u>点検・対策の考え方や手順等を示した「手引」を作成・</u>配布(平成25年8月)。

#### 天井以外の非構造部材

- 天井以外の非構造部材については、 多種多様であり、また、<u>耐震対策の方</u> 法が十分に確立していないものもある。
- 文部科学省において、<u>点検・対策の考</u> <u>え方や手順等を示した「ガイドブック」を</u> 作成・配布(平成27年3月)。
- <u>天井をはじめとした非構造部材の耐震対策は、</u>学校設置者のみならず、建築士等の専門家にも、<u>必ずしも知見が多くない。</u>
- 対策の計画立案に必要な「対策手法を検討する上での留意点」「費用」「工期」「技術的留意 点」等の情報が少なく、学校設置者や有識者からも具体事例の提示を求められる。
- <u>早急に対策を進めるため、国が積極的に詳細な事例を収集し、とりまとめて迅速に情報提</u> 供・普及を行うことにより、点検や対策の加速化を図ることが必要。

事例集の構成

<実務上のポイント>

<具体の対策事例>

各事例を比較しつつ得られた実務上の留意点を記載

各事例の検討過程や対策概要、費用・工期等を詳細に記載

### 4. 先導的開発事業の全体計画

○ 特に致命的な事故の起こる可能性が高く、部分的な立ち入り禁止措置等の応急対策がとりにくい「天井」を第1期(平成25~27年度)に実施し、「天井以外の非構造部材」を第2期(平成27~29年度)に実施。

### 第1期:25~27年度(3年間)

#### 天 井

天井の耐震対策について、対策手法 が異なる等、なるべく多種の対策事例 を収集し、事例の全国展開を図る。

### 第2期:27~29年度(3年間)

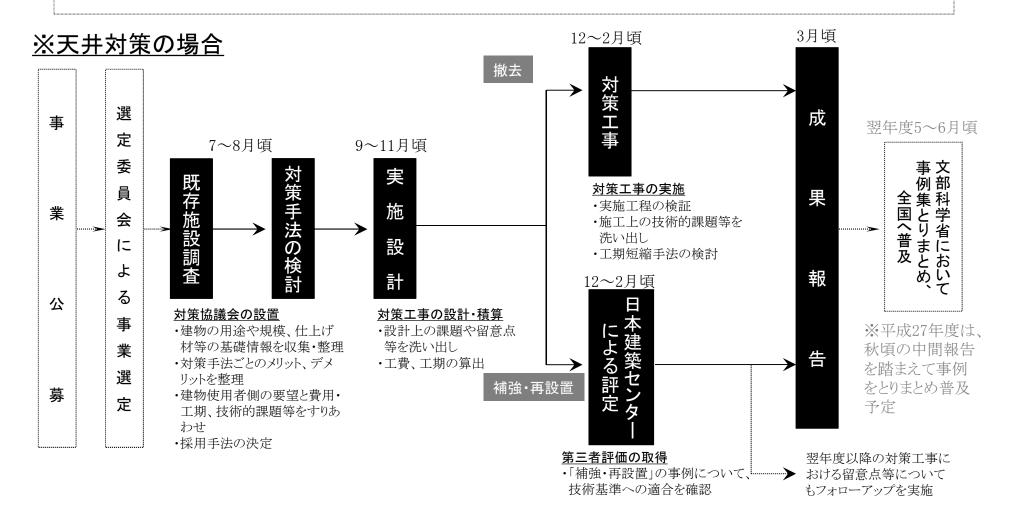
#### 天井以外の非構造部材

片持ち構造となっている屋内運動場等の横連窓等、脱落すると大きな被害が想定される非構造部材について、 点検と耐震対策事例を収集し、事例の全国展開を図る。

平成25~29年度(5年間)

### 5. 先導的開発事業の概要

- 〇公募により事業者を選定し、既存施設の現状を詳細に調査した上で、関係者からなる対策協議会を設置し、費用や期間、技術的課題、求められる性能等を整理しつつ、複数案を比較検討して対策手法を決定。対策工事の具体的設計や施工等を行い、技術的課題等を検討経緯を含めて文部科学省に詳細に報告。
- 文部科学省において「事例集」として取りまとめ、全国の学校設置者に普及。



### 6. 先導的開発事業の実施状況

- 天井対策は、新基準に沿いつつ必要な機能(音響や断熱、意匠性等)をいかに確保 していくか、学校設置者自身が理解し、責任を持って判断していかなければならない。
- 全国の学校設置者の参考となる事例集を作成するためには、複数の工法について 比較検討した上で、メリット・デメリット等の情報を報告してもらうことが必要。
- ○公募に当たっては、各学校設置者へ丁寧に事業の周知を図りつつ、平成25,26年 度の2年間で、計17事業者から応募があり、合計で34事例を収集。

#### <平成25・26年度の収集事例>

天井 ── 撤去:28事例 対策

(H25年度: 20事例、H26年度: 8事例)

構造種別	S造	SRC造	RC造				
	11	2	15				
建物用途	体育館	武道場	その他				
	22	5	1				
地域性	北海道·東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	
	2	8	3	3	2	3	

補強•再設置:6事例

(H25年度:1事例、H26年度:5事例)

···	3 12 3 4 1	1 /	3 17 37	
構造種別	SRC造	RC造	W造	
	2	3	1	
建物用途	体育館	講堂	その他	
	1	4	1	
地域性	関東	中部	中国	九州
	1	2	1	2

### <参考> 天井対策の事例(撤去)



<u>小学校体育館</u> 鉄骨造 974㎡

対策前









対策後

#### 既存建物調査~実施設計

- 学校設置者及び使用者、建築専門家等からなる対策協議会を設置し、 使用者側の要望と技術的課題・費用・工期を整理
- 技術的に「補強」は不可能と判断し、撤去を中心に9案を比較検討
- 断熱性・吸音性を確保する観点から、天井撤去+断熱材吹付けを計画

工法	Ⅲ.撤去再設置(吊り天井)		1
上法	1. 耐震性吊り天井仕上げ(岩綿吸音	板)	2.
対象とする体育館に適 用した場合の工法概要	①最も一般的に普及している吸音性がある天井材 但し、吊天井である為下地を耐震仕様とする必要な		989
熱伝導率	O. O 5 8 W/(m/k) + 空気層あり	基準	0.0
吸音性能 残響時間	(NRC値) 0. 54	基準	(
防火性能	不燃材料	基準	不
質量	約7. Okg/mi (石膏ボード9.5 t +岩綿吸音板12 t)	基準	約角
工期	2ヶ月	基準	2
改修材料費用	耐震仕様下地 石膏ボード9.5t+岩綿吸音板:22,000円/㎡	基準	5,:
総合評価	現況と同様の仕上げであるが、下地を耐震仕様と した分についてコストアップとなる。	_	現も

		•
I. 撤去		_
3. ノンフロン湿式不燃断熱材(下地:現場発	泡ウレタン)	4.
①リサイクル品の活用による環境に優しい断角 ②不燃認定取得による火災への安全性が高い ③木部(野地板)への付着は問題ないが、旭コ 木部に含浸し病変やカビ等を発生する可能性が め、硬質現場発泡ウレタンを下地のうえに吹き	に時の水分が が高くなるた	(1) (2) (3) (4)
O. O44W/(m/k) +現場発泡ウレタンO. O34W/(m/k)	優れる	0.0
(NRC値)約0.7	<ul><li>優れる</li></ul>	Ċ
仕上げ材は不燃材料と同等の性能	〇 同等以上	不知
約2.55kg/m <sup>®</sup> (現場発泡ウレタン 0.45kg/m <sup>®</sup> +/ンフロン湿式不燃 断熱材(15mm) 約2.1kg/m <sup>®</sup> )	優れる	約 8 6 9 3
2ヶ月	〇 同等以上	2 4
4,480円/㎡ (厚み15mm:2,240円/㎡ 現場発泡かタン(15mm):2,240円/㎡)	優れる	7,9 (E
現況と同等以上の断熱・吸音性能が得られる。下 地に発泡ウレタンを使用することで、軽量化され た。 質量・コストが有利であることを考慮し、採用工 法としたい。	0	野村

#### 費用•工期

• 工事費 約1,800万円

仮設工事 約350万円 その他 約250万円 撤去処分 約200万円 諸経費 約450万円 断熱材吹付け約550万円

- 設計期間:90日間
- 工事期間:72日間

足場架設約1週間その他雑工事 約1週間撤去工事約1週間足場撤去約1週間断熱材吹付け 約2週間

#### 対策後の性能評価

• 対策後の測定により断熱性や吸音性が許容 範囲内であることを確認

> 熱伝導率  $0.058W/m \cdot k \rightarrow 0.074W/m \cdot k$ 残響時間  $1.0 \sim 2.0$   $\rightarrow 1.4 \sim 2.4$   $\rightarrow 1.4 \sim 2.4$

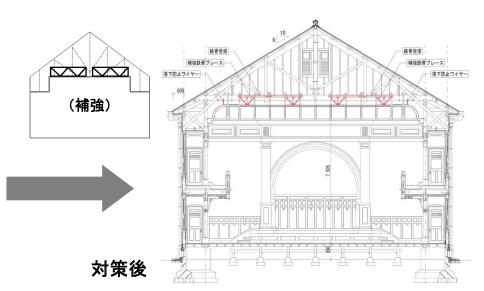
### <参考> 天井対策の事例(補強)



大学講堂 木造 201㎡ 登録有形文化財

対策前





#### 既存建物調査・手法の検討

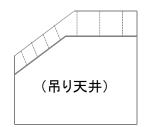
- 国の登録有形文化財であり、天井は下地を含めて既存の部材を尊重し、内観を維持することが必要
- 学校設置者及び使用者等からなる対策協議会を設置 し、使用者側の要望と費用・工期・技術的課題をすり あわせ
- 6案を比較検討し、意匠性・工期・費用等多面的に比較検討

	改修項目	修項目 対策案/工法・仕上材 概算 :		コスト 概算 万円 工事価格	使用不可期 (実質工期 ケ月		意匠性		安全性		耐久性		使用者 の要望	採护
既存		格天井(鏡板:化 天井下地	総合板)										/	
改修 (耐震化)	残置	対策案1-1 天井下地補強 スリット (仕上材残置)	天井下地斜め材設置 壁とのとり合い部スリット設置	0	約3.0 (約4.0)	0	壁とのとり合い部にスリットを設 けることにより、装飾性の高いR 形状の格子が切断されてしま う。	0	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0	0	
		対策案1-2 天井下地補強 建物一体化 (仕上材残置)	天井下地斜め材設置	0	約3.0 (約4.0)	0	変更なし	0	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0	0	
		対策案2 吊ワイヤー (仕上材残置)	天井格子竿縁に吊ワイヤー・ワイヤー 吊り用鉄青ぶどう棚設置	0	約3.0 (約4.0)	0	変更なし	0	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0	0	
			天井下地斜め材設置 天井格子竿線に吊ワイヤー・ワイヤー 吊り用鉄骨ぶどう棚設置	Δ	約4.5 (約5.5)	0	変更なし	0	落下防止措置により問題なし 天井補強と防護措置の二重の 対策	0	問題なし	0	0	
		壁との取合い	壁との取り合いR形状部分格子に吊り	0	約4.5 (約5.5)	0	変更なし	0	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0	0	*
		対策案4 防護ネット (仕上材残置)	防護ネット・鉄骨受材設置	Δ	約4.5 (約5.5)	0	ネット・鉄骨が見えるため意匠 性は劣る	Δ	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0	0	

#### 実施設計

- 文化財としての価値を損ねることのないよう、天井裏での補強により意匠性を確保
- 壁際や天井折曲り部分のクリアランスがとれないため、木製の天井下地を鉄骨受梁で補強することにより天井の剛性を確保し、 建物と天井が一体的に挙動するように設計
- R部分はフェールセーフ設計により落下防止ワイヤを設置
- 評定に当たっては、落下防止対策の考え方やバックデータを詳細に求められた

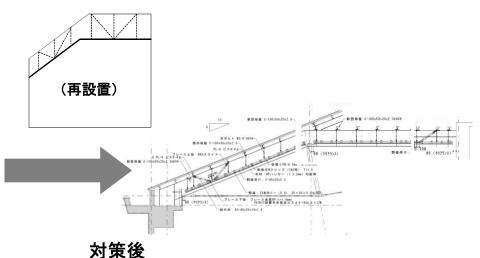
### <参考> 天井対策の事例(再設置)



<u>小学校</u> ランチルーム 鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造 366㎡

対策前





#### 既存建物調査・手法の検討

- ランチルームであることから、衛生上の理由等により天井が必要
- 天井形状が複雑なため、技術基準に定められた仕様をそのまま適用することが困難
- 学校設置者及び使用者等からなる対策協議会を設置し、使用者側の要望と費用・工期・技術的課題をすりあわせ
- 撤去等を含めた11案について、意匠性・工期・費用等多面的に対策協議会で比較検討し、再設置による手法を決定

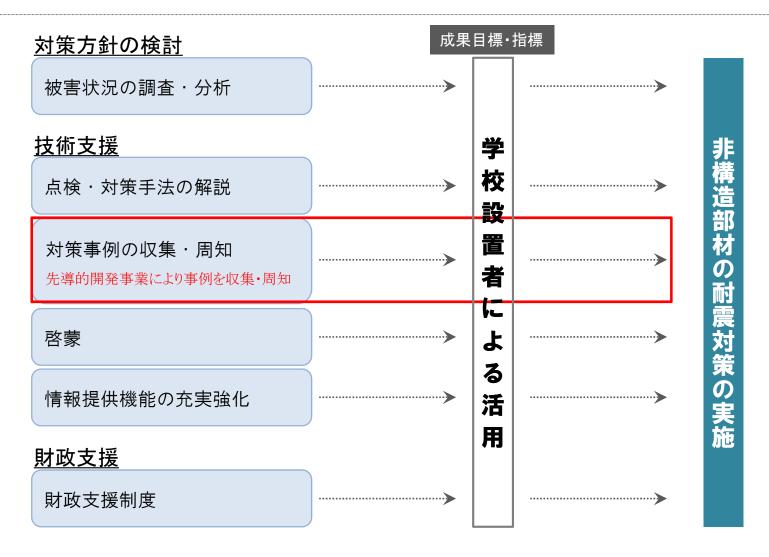
				音響 ※	81	断熱性》	€2	コスト	工期		単位重	量	意匠性		安全性		耐久性		使用者				
	改修項目	対策案/工法・	仕上材	残響時	秒間	W/n 熱貫流		概算 万円 工事価格	ŕ	月	kg	/m²							使用者 の要望	採			
既存	十二年 岩線		ント板t-25+25 t-30 膏ボード下地) または 混入スラグセメント板t-5.8(石膏	2.56		0.84					16		張弦梁露出 +吊天井(円錐.フラット)										
女修 耐震化)	撤去	対策案1 天井撤去	既存 ロックウールt-30	2.50	0	0.97	Δ	٥	1.0 (1.5)	0	0	0	張弦梁・小梁・ロック ウール吹付(野地板・ 母屋)が露出	×	問題なし	0	既存ロックウールが落 下する恐れあり 衛生上問題あり	Δ		Г			
		対策案2 吸音材設置	化粧グラスウール64k t-25 ジョイナー工法	1.39	0	0.57	0	0	2.0 (2.5)	0	本体	0	張弦梁・小梁が露出 仕上が綺麗である	0	落下したとしても軽量である 下方からの突上げ実験済み	0	問題なし	0					
		対策案3 膜天井設置	膜天井(吸音タイプ)	2.26	0	0.86	0	0	2.0 (2.5)	0	本体 0.2	0	既存と同様の意匠性 あり 張弦梁のみ 露出	0	落下したとしても軽量である 上方からの耐荷重実験済み	0	試験実績あり 張替え等メンテナンス が必要となる	Δ		Γ			
	既存天井 残置	対策案4 金物補強	カバークリップ金物 カバーハンガー金物 斜め材設置	H25国交	***	5示771克	応	になっている!	製品がない	`	•						•						
			ワイヤー付クリップ取付 斜め材設置、仕上材設置 クリアアンス加工	2.56 (変更なし)	0	0.84 (変更なし)	0	Δ	3.0 (3.5)	Δ	変更なし	0	変更なし	0	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0		Γ			
						防護ネット(+鉄骨受材)	2.56 (変更なし)	0	0.84 (変更なし)	0	0	2.0 (2.5)	0	変更なし	0	ネットが見えるため既 存より意匠性は劣る	Δ	落下防止措置により問題なし	0	問題なし	0		Ī
		対策案6-1 仮設防護ネット		り屋根構	造は	強固なもの	ので		地震時の	捆柱	れ・亜みは	少	よいと思われ、同様に天ま		・四角形に分断されていること、 揺れ・歪みも少ないと思われる								
	吊天井 再設置		仕上げ既存とほぼ同様 耐震LGS下地 一部 吊元鉄骨下地設置	2.56 (変更なし)	0	0.86	0	Δ	3.0 (3.5)	0	変更なし	0	変更なし	0	耐震LGSのため問題はない	0	問題なし	0	0				
		対策案8 計算ルート	同上 特殊性を考慮して下地材の数 量を決定	2.56 (変更なし)	0	0.86	0	Δ	2.8 (3.3)	0	変更なし	0	変更なし	0	耐震LGSのため問題はない	0	問題なし	0	0				
			仕上げ同上 斜め天井: 撤去 耐震LGS 平天井: 既存LGSを計算ルー トにて安全確認	2.56 (変更なし)	0	0.86	0		₩3		変更なし	0	変更なし	0	耐震LGSのため問題はない	0	問題なし	0	0				
		対策案9 軽量天井設置	断熱不燃ボード アルミジョイナー 一部 吊元鉄骨下地設置	4.31	Δ	0.48	0	0	3.0 (3.5)	0	2.0以下	0	既存と同様の意匠性 あり	0	軽量のため落下被害を最小限 に抑えられる	0	問題なし	0	0				

#### 実施設計

- クリアランスを設けつつ、既存の天井形状を踏襲
- 意匠性や吸音性を確保できる仕上げ材を採用
- 各区画が矩形でない上に狭いことから、必要数量の 斜め材を入れるため天井仕上げ材の軽量化を図るこ ととした
- 三角形の鋭角部は天井下地の入るスペースがないため、下地を必要としない仕上げ材を使用

### 7. 事業成果 〈アウトプット、アウトカム〉

- 〇 文部科学省では、非構造部材の耐震対策推進に向けて、様々な技術面・財政面の支援を実施。
- 先導的開発事業は対策事例の収集・周知を行い、その事例を学校設置者が活用することで非構造部材の耐震対策の実施につなげていくもの。



- 平成25年度事業の成果をもとに、天井対策事例集を作成し、全国の学校設置者に送 付、文部科学省HPに掲載(平成26年4月)。
- 〇 事例集の活用状況について調査を実施。
- 事例集の普及・啓発と併行して、事業者が対策のモデルケースとして、近隣自治体等 へ成果を周知。

成果目標① 吊り天井のある屋内運動場等を有する公立学校設置者が、天井対策事例集を対策に活用する。

	110 77 471 00 00 00 00 10 10 00 00	,,, <u> </u>	<u> </u>	
		H25年度 (事業開始)	H26年度	H27年度 (目標年度)
成果指標	天井対策事例集を対策 に活用した公立学校設 置者数	_	878/1,012 **1	目標値 1,012/1,012
活動指標	天井落下防止対策事例 を50事例収集・普及す る。	21/50 ※1 吊り天ま	34/50	1標値   50/50   場等を有する公立学校設置者数(平成26年4月1日時点)
		/•(I 1 1 / / / / /	*/6/5/0/至  1/至勤	<b>参与でも)の対立)区区直台数(1992) 1711日刊 (1997)</b>

#### 成果目標②対応が困難な非構造部材を有する公立学校設置者が、非構造部材対策事例集を対策に活用する

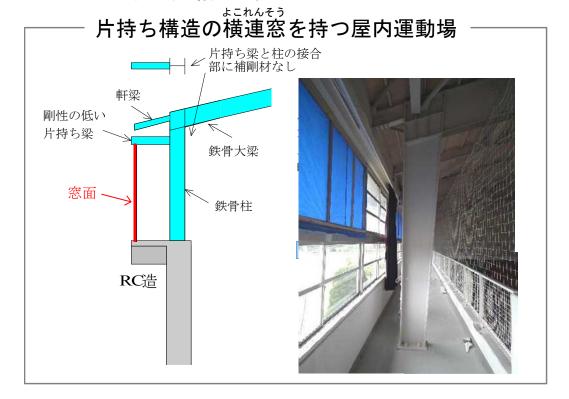
	とこう こう さい とう こう こうしょう こうしょう こうしょう こうしょう こうしょう こうしょう こうしょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう	<u> 行りのムエナ隊改画行から</u>		<u> </u>	<u>1~/ロ/川 り ′                                  </u>
	_		H27年度 (事業開始)	H28年度	H29年度 (目標年度)
b 11. 1	非構造部材対策事例集				目標値
成果指標	を対策に活用した公立 学校設置者数				506/506 2
	非構造部材の耐震対策				目標値
活動指標	事例を15事例収集・普				15/15
	及する。	※9 片塔た構造の構演変築	対内が困難な非構	生並状を右守るが	

※2 片持ち構造の横連窓等、対応が困難な非構造部材を有する公立学校設置者数 (平成27年4月1日時点)

### 8. 今後の展開

- 天井以外の非構造部材は多種多様であり、かつ、明確な耐震基準がないため、その 耐震対策を確実に進めるため、片持ち構造の横連窓等、対応が困難な非構造部材に ついて、検討事例を収集・普及することが必要。
- 〇 このため、非構造部材の耐震点検・対策の考え方を解説した「耐震化ガイドブック(平成27年3月)」の普及に努めるとともに、対応が困難な非構造部材について実態を把握し、学校設置者の実情を勘案しつつ事業への積極的な応募を働きかけることにより、更にニーズの高い事例の収集・普及を目指す。

#### <対応が困難な非構造部材の例>





東日本大震災においても脱落等 の被害が多数発生

# 参考資料

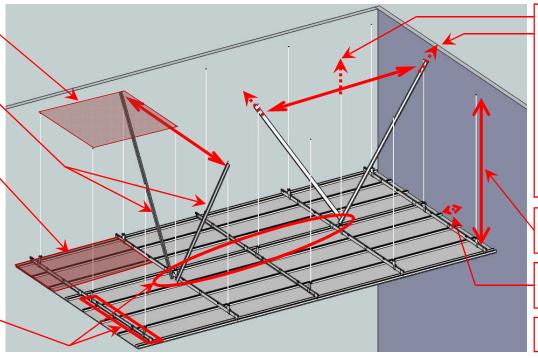
### 〇 新たな天井に関する規定の制定(平成25年8月)

■従来の天井に関する規定 (建築基準法施行令第三十九条第1項)

屋根ふき材、内装材その他これらに類する建築物の部分は、<u>地震によって脱落しないようにしなければならない。</u> (具体的な基準は無く、実態的には施工者に委ねられていた)

■新たな天井に関する規定(「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」(平成25年国土交通省告示第771号)第三第1項:仕様ルート(2~20kg/㎡)の場合)

- ⑥吊り材は、<u>1本/㎡</u>以上 を釣合い良く配置
- 斜め部材は、<u>V字状</u>に、 算定式で必要とされる組 数を釣り合い良く配置
- 天井の単位面積質量は 20kg/m<sup>2</sup>以下とすること
- ⑪ 屋外に面する天井は風 圧により脱落しないこと
- ② 天井材は、ねじ、ボル ト等により<u>相互に緊結す</u> ること



- ③ 支持構造部は、十分な剛性及び 強度を有し、構造耐力上主要な 部分に緊結すること
- ④ 吊り材には、<u>吊りボルト又は同等以上の引張強度を有するもの</u>を用いること
- ⑤ 構造耐力上主要な部分に取り付ける<u>斜め部材又は吊り材は、</u>埋め込みインサート、ボルト等により緊結すること
- 8 吊り長さは、3m以下で、おお おね均一とすること
- ⑩ 壁等との間に、6cm以上の隙間を設けること
- ⑦ 天井面に段差等を設けないこと

建築基準法上の取扱い

既存建物には新たな技術基準は適用されない (既存不適格の扱い)

高さ6m超かつ面積200㎡超の吊り天井が対象

文部科学省の要請

既存の体育館等(※)も対象としている ※体育館・武道場・講堂・屋内プール

高さ6m超 又は面積200㎡超の吊り天井が対象

### 事業工程に基づく事業目的・成果指標の整理

#### 先導的開発事業

#### 第1期:25~27年度(3年間)

#### 事業名:

学校施設の天井等非構造部材の耐震対策先導的開発事業

#### 事業の目的:

天井の耐震対策加速化のため、学校設置者が対策を計画する 上で参考となる実施事例を収集する

#### 事業概要:

対策の手法が異なる等、なるべく多種の事例が収集できる事業を教育委員会等に委託(50事例程度)し、事例の全国展開を図る

#### 成果目標:

吊り天井のある屋内運動場等を有する公立学校設置者が、天井 対策事例集を対策に活用する

#### 成果の測定方法:

天井対策事例集を対策に活用した公立学校設置者数

#### 第2期:27~29年度(3年間)

#### 事業名:

学校施設の非構造部材の耐震対策先導的開発事業

#### 事業の目的:

非構造部材の耐震対策加速化のため、学校設置者が対策を計画する上で参考となる実施事例を収集する

#### 事業概要:

片持ち構造となっている屋内運動場等の横連窓等、地震発生時に 脱落の可能性が高く、大きな被害が想定される事業を教育委員会 等へ委託し、事例の全国展開を図る

#### 成果目標:

対応が困難な非構造部材を有する公立学校設置者が、非構造部 材対策事例集を対策に活用する

#### 成果の測定方法:

非構造部材対策事例集を対策に活用した公立学校設置者数