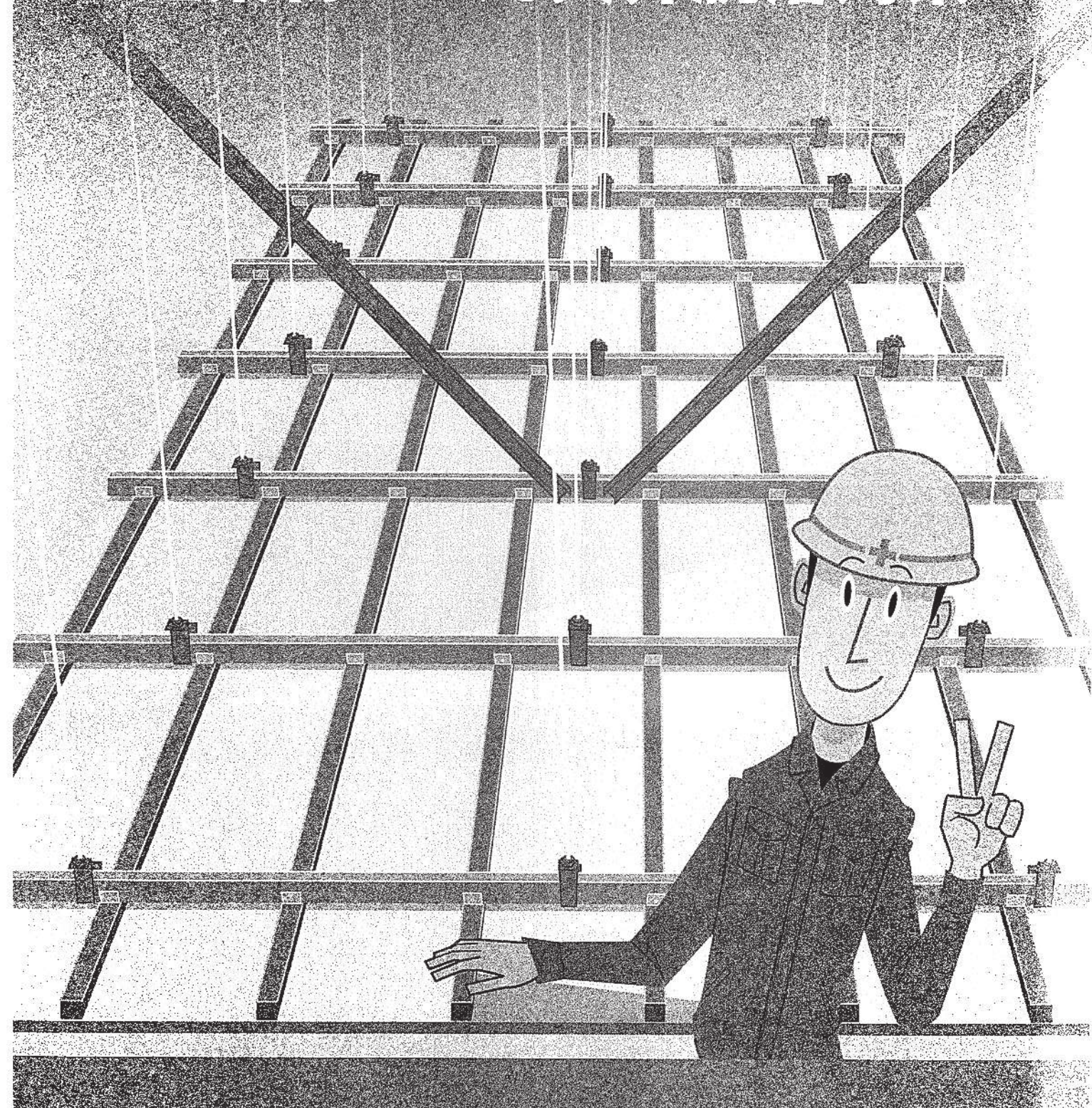


# 天井の 耐震改修のススメ

～建築物における天井脱落対策～

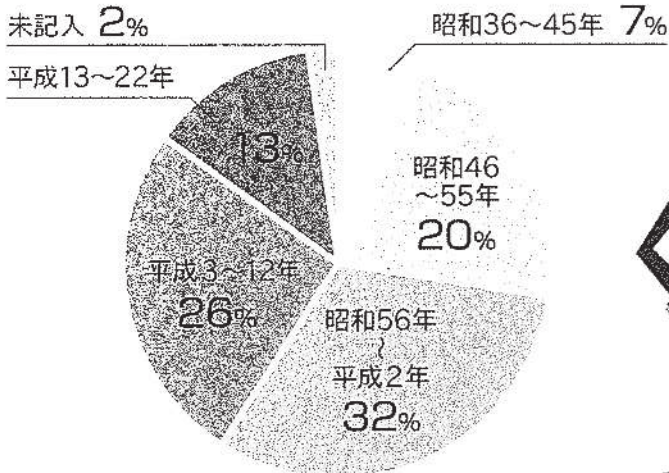


# 天井脱落による被害

平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、体育館や劇場、商業施設、工場などの大規模空間を有する建築物のうち比較的新しい建築物も含めて天井が脱落する被害が生じ、大切な人命が失われた施設もありました。

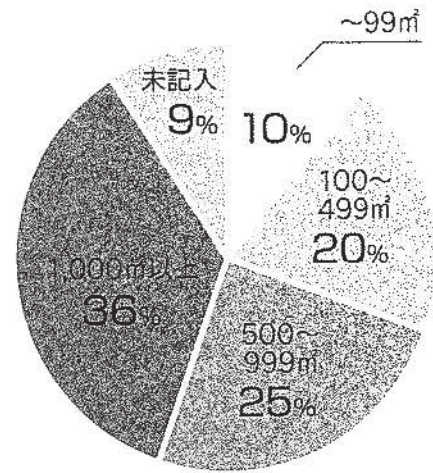
## <被害建築物の建築時期>

昭和56年(新耐震基準施行)以降の建築物でも多くの被害が発生しました



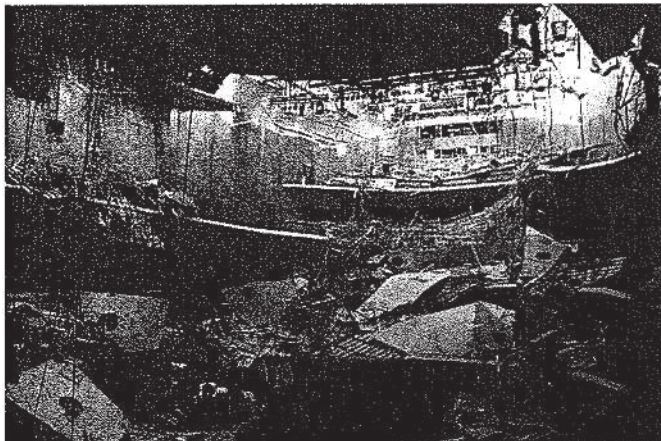
## <被害箇所の天井面積>

面積が大きな場所の天井で多くの被害が発生しました

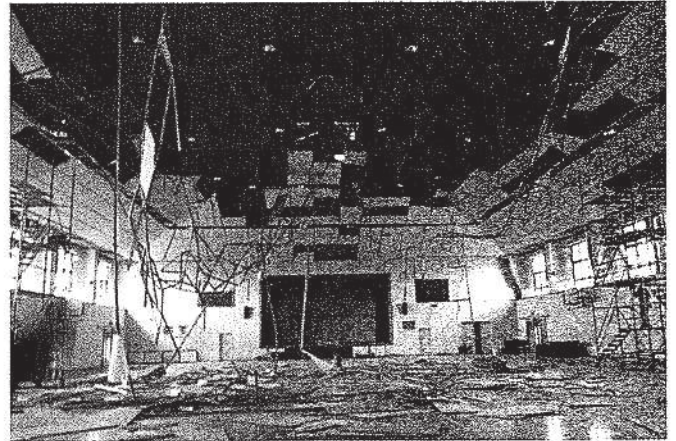


東日本大震災での天井脱落の被害アンケート調査結果(16都県、回答数151)  
(2011年一般社団法人建築性能基準推進協会調べ)

■ 音楽ホールにおける天井の脱落



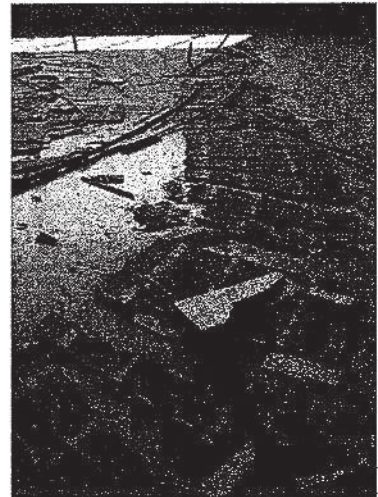
■ 体育館における天井の脱落



■ ホールにおける天井の脱落



■ 脱落した天井部材



# 建築物における天井脱落対策

このような被害の状況を踏まえて、国土交通省は天井の脱落対策に係る基準を新たに定め、新築建築物等への適合を義務づける建築基準法施行令の一部改正などを行い、平成26年4月1日より施行しています。

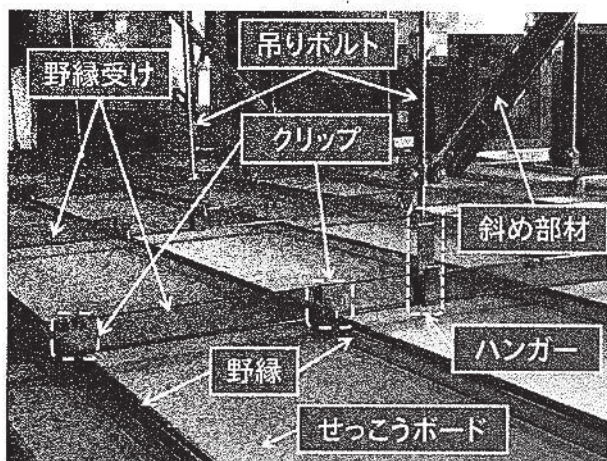
## ①天井脱落対策の規制強化の概要

- 天井脱落対策に係る基準を定め、建築基準法に基づき、新築建築物等への適合を義務付け
- 対象：6m超の高さにある面積200㎡超の吊り天井
- 基準：吊りボルトや斜め部材を増やす、接合金物の強度を上げる、クリアランスを設けるなど

## ②天井脱落対策に係る基準

天井を構成する各種部材等の基準の例を示します。

従来仕様による天井の構成例



	従来の仕様	基準(仕様ルート)
クリップ、ハンガー等の接合金物	引っ掛け式等で地震に滑ったり外れるおそれ	ねじ留め等により緊結
吊りボルト、斜め部材等の配置	設計により様々	密に配置 【吊りボルト】1本/㎡ 【強化した斜め部材】 基準に従って 算定される組数
吊り長さ	設計により様々	3m以下で、概ね均一
設計用地震力(水平方向)	事実上1G程度	最大2.2G
クリアランス	事実上、明確に設けられていない	原則、6cm以上

# 天井耐震改修の主な方法

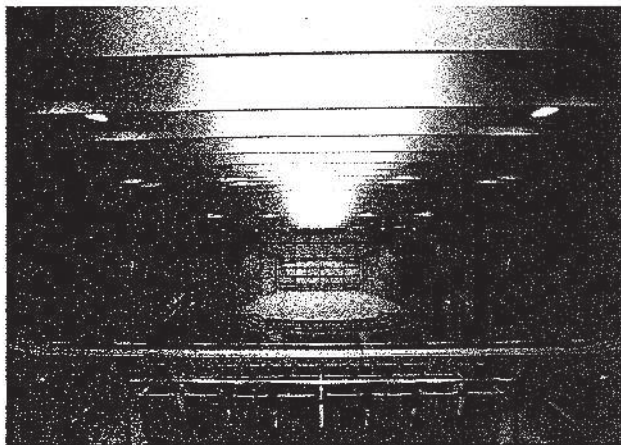
天井の耐震改修における主な方法は次のとおりです。

	特徴	具体の事例
撤去	既存の天井を撤去し、撤去前の音環境や温熱環境などを考慮した上で直天井のままに対応(撤去後に同等もしくは同等以上の性能を確保しつつ視覚的に配慮するケースもある)	東京女学館 記念講堂
撤去して耐震天井を新設	既存の天井を撤去し、法に適合する耐震天井を新設(複雑な形状や重い天井板の場合には、吊り元からの詳細な構造検討が必要)	総合研究大学院 大学講堂
撤去して軽量柔軟な天井を新設	既存の天井を撤去し、軽量柔軟な天井に置き換える(膜天井などの例があるが、機能維持・デザイン継承の点で困難なケースがある)	東京学芸大学附属 小金井小学校 体育館
撤去して天井を建物と一体化	既存の天井を撤去し、天井を吊らずに建物と天井を一体化して剛な天井へと変更(複雑な形状や重い天井板にも適用できるが、個別の構造設計が必要)	東京大学安田講堂

※これら以外にネット等による落下防止対策をとる方法もある

# 東京女学館記念講堂

～天井をなくし膜ルーバー設置で視線やデザイン性に配慮～



講堂部分の全景(2層吹抜)

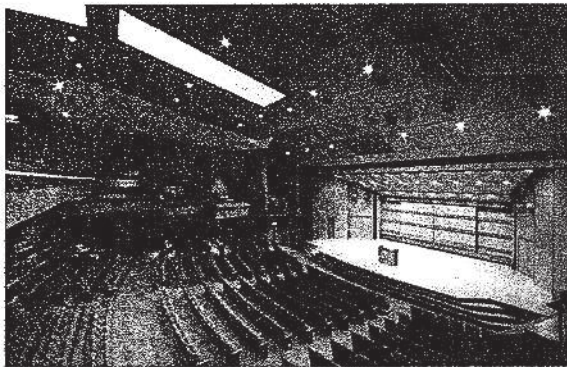
### <建物基本諸元>

建物用途	学校の講堂
建設年月	1996年
階数	地上2階 地下1階
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
建物高さ	20.65m
延べ面積	2,612.28㎡

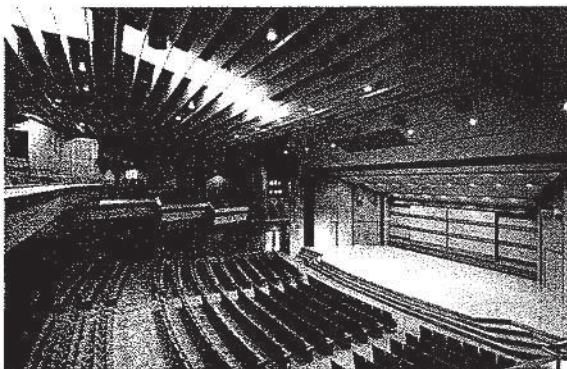
### <天井耐震改修の方法>

対象天井	講堂天井、音響反射板、ホワイエ天井
天井面積	約1,030㎡(内、膜ルーバー設置部分:約380㎡)
天井高さ	最高高さ 11m
天井吊り長さ	— mm(非該当)
天井板の質量	単位面積質量:0.5kg/㎡(膜ルーバー)
設計ルート	—
改修年月	2013年5月～2013年10月(5ヶ月)
改修費用	約134,400千円(設備機器等の耐震化を含む)
改修の動機	講堂としての意匠性に配慮しつつ、東日本大震災クラスの地震に対する安全、安心な天井を実現
改修前の状況	・既存天井は折上げ天井や3次元の斜め天井があり、複雑な形状。下地はLGSによる在来工法で、仕上げは石膏ボードの上にグラスウールマット貼り。
改修工事の内容	・既存講堂天井を全て撤去し、講堂天井全体の安全性を高める適材適所の耐震補強を実施(以下の図を参照) ・講堂のメインの天井部は天井レスとしつつステージや客席からの視線に配慮して膜ルーバー(ガラスクロス製0.5kg/㎡)を設置 ・設備機器、キャットウォーク、音響上重要となる反射板など、構成要素に応じた固定や補強を実施
工事方法や工事中の留意点	・既存躯体や吊りボルトの安全性を試験により確認 ・天井レスにあたり音響シミュレーション、空調シミュレーションを実施し、講堂としての性能が確保できることを確認 ・見上げの視線に配慮し、天井内のキャットウォークやダクト、ラックなどの設備機器はすべてブラック塗装を施す
工事中の利用	・工事期間中は利用できないので大きなイベントがない時期に工事を実施(夏休み期間中の前後を利用)
改修の効果	・施設の安全性が視覚的にも伝わりやすい ・トップライトの光が膜ルーバーに拡散し、より明るい印象となった ・利用客への十分な安心、安全の提供

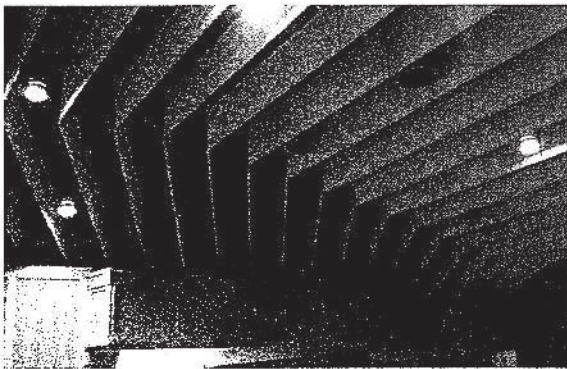
### <改修前後の講堂の天井>



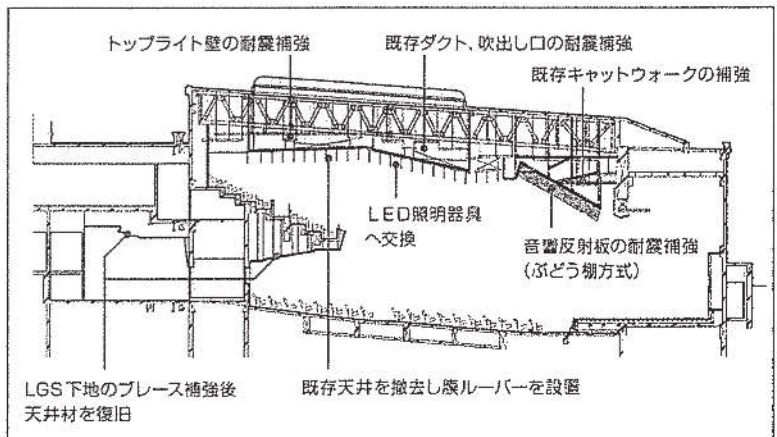
改修前



改修後



膜ルーバーを設置することで、客席からの視線やグレード感を保つ



主な天井耐震改修項目