

資源と環境から見る



# 建築長寿化

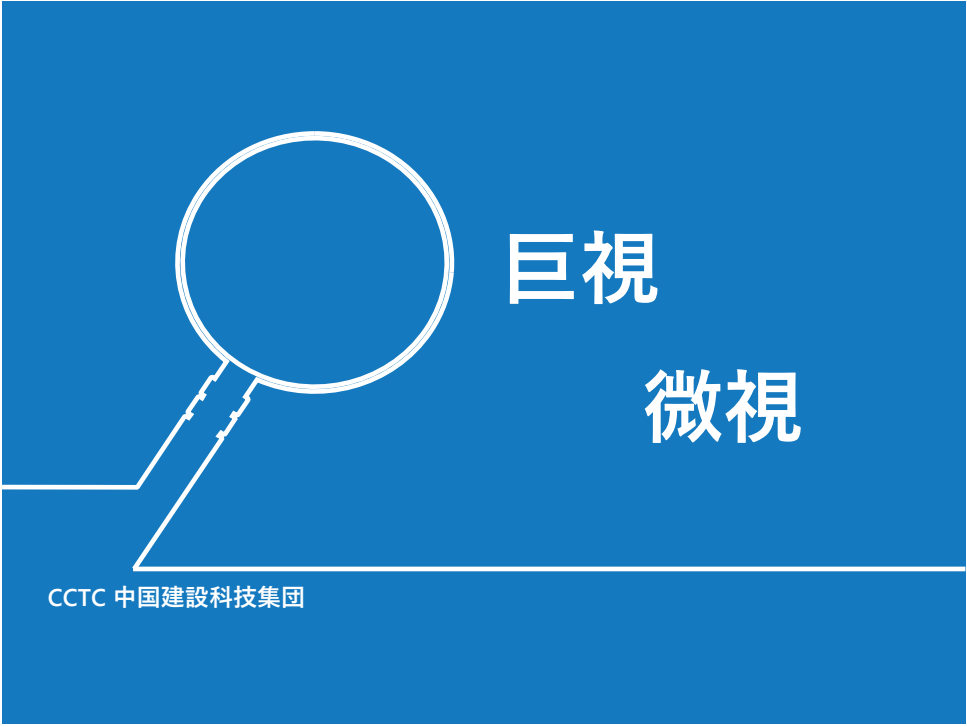
CCTC 中国建設科技集団  
中国建築標準設計研究院 賀 静



 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



数值関係を  
如何に確立するか?



## 2015年の中国建築業

広義の鉱物資源消費量（主要建材5種生産過程の原材料+エネルギー消費原材料+建物運用消費原材料）約47.64億

広義のエネルギー消費量（主要建材5種生産過程のエネルギー消費+建物運用の全製品エネルギー消費）約13.90億tce、全社会エネルギー消費量の約32%

広義のCO<sub>2</sub>排出量（主要建材5種生産過程のCO<sub>2</sub>排出+建物運用のCO<sub>2</sub>排出）約44.55億tCO<sub>2</sub>、全社会排出量の約43%

**32%**  
エネルギー消費

**43%**  
CO<sub>2</sub>

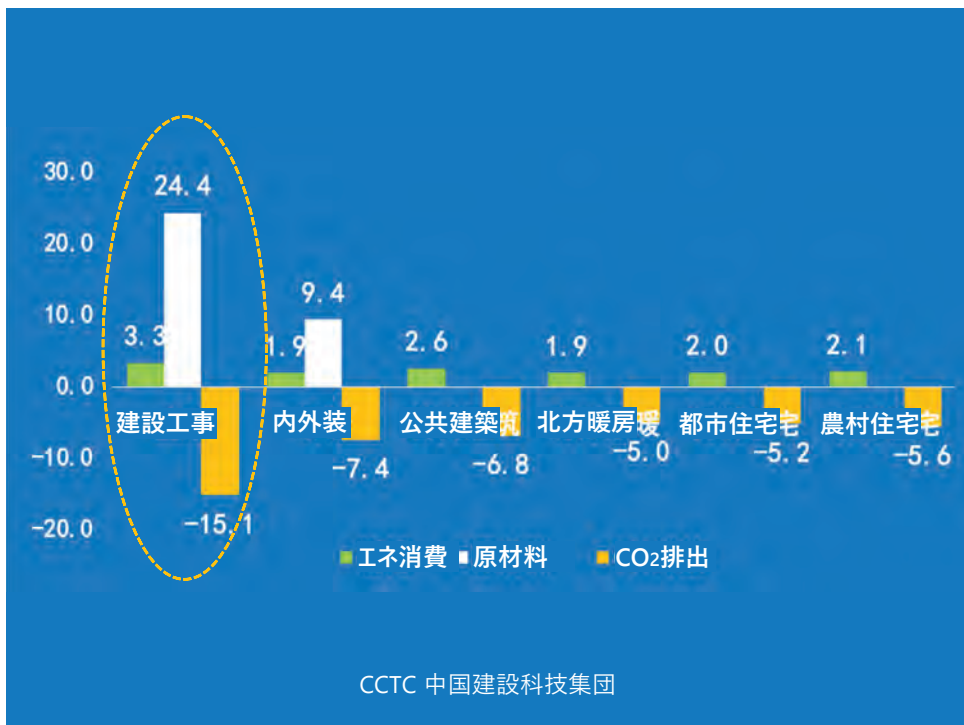
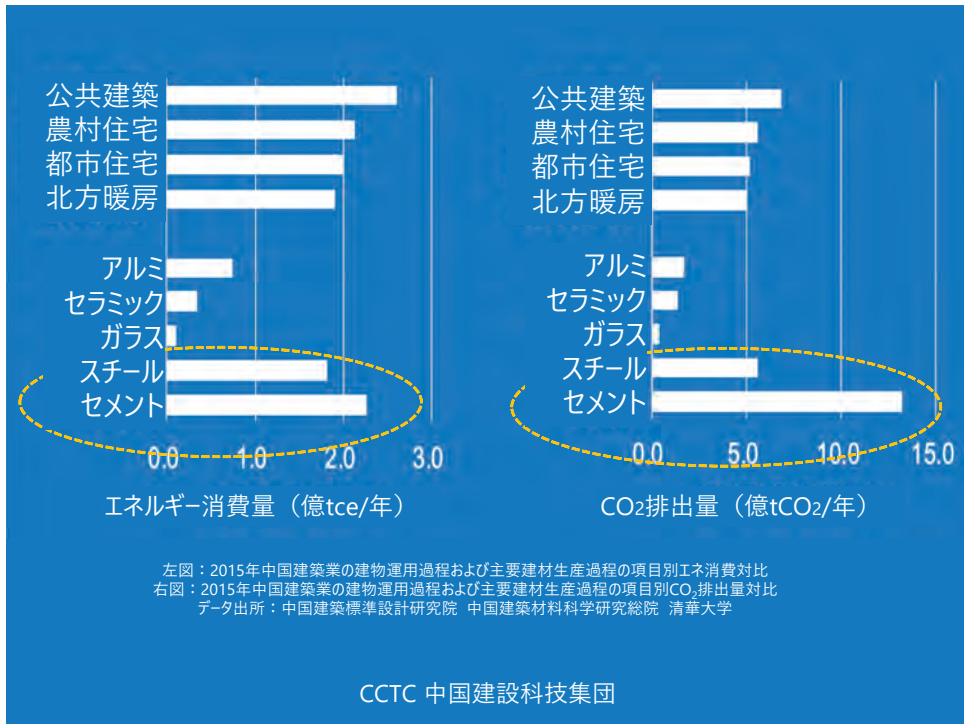
建築業の資源消費と環境負荷は全社会経済活動中おそらく最大比率

CCTC 中国建設科技集団

## 2015年中国建築業の主要建材5種生産過程の主な資源と環境負荷

建築材料	原材料 (億 t)	エネルギー消費 (億 tce)	CO <sub>2</sub> 排出 (億 tCO <sub>2</sub> )
セメント	26.42	2.26	13.21
スチール	5.06	1.81	5.62
ガラス	0.39	0.10	0.39
セラミック	1.30	0.35	1.40
アルミ	0.58	0.75	1.74
合計	33.74	5.27	22.35

CCTC 中国建設科技集団





7.6%  
エネルギー消費

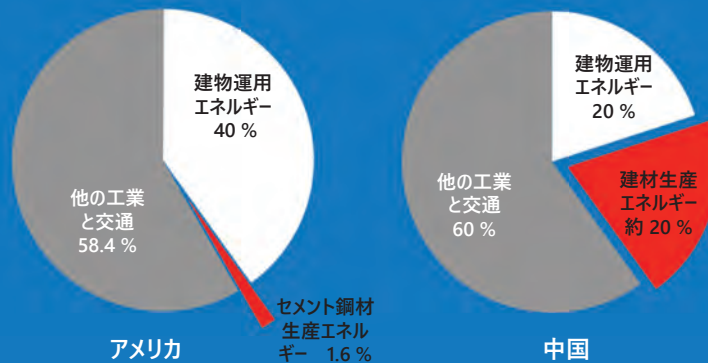
14.6%  
CO<sub>2</sub>

## 建設工事が中国建築業最大の資源/環境負荷

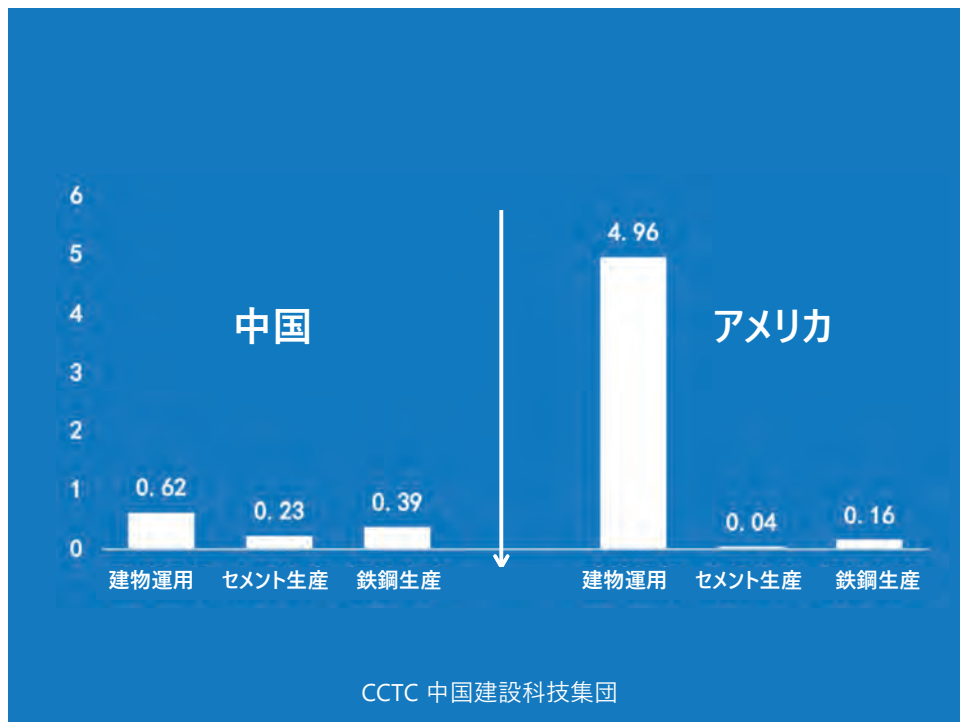
そのエネルギー消費もCO<sub>2</sub>排出も最大で、エネルギー消費は建築業全体の約24%、CO<sub>2</sub>排出は約1/3を占める。また主要原材料（石灰石、鉄鉱石など）の消費は約24.4億 t。全社会に占める建設工事の比率は、エネルギー消費が約7.6%、CO<sub>2</sub>排出が約14.6%。

主要構造体の代替建材がまだなく、セメント再利用技術が未成熟で、高品位鉱物資源の備蓄も楽観できない状況下で、転ばぬ先の杖として将来に備える現実的手段は、建物の実際の耐用寿命を最大限延ばして、建材の利用効率を高め、資源/環境負荷を減らすことである。

CCTC 中国建設科技集団



CCTC 中国建設科技集団



建築業の資源/環境負荷の構成は欧米諸国と異なり、中国は建築過程と運用過程の環境負荷がほぼ同率である。

建設工事は、建築業の資源/環境負荷に占める比率が依然高い。鉱物資源の備蓄が楽観できない現状では、資源/エネルギー消費と排出を低減する短期長期の重要手段は、建物の使用期間を延ばすことである。

# 2

# 微視

## ほう てい と 庖丁牛を解く

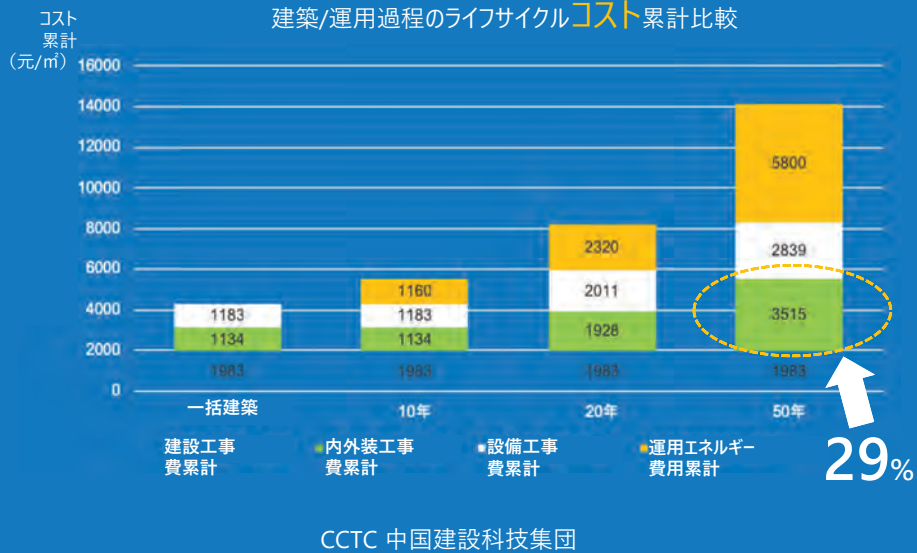
【熟練の料理人丁が牛の解体を余裕綽々で見事に捌いたという故事成語】

北京の典型的オフィスビルを事例として「庖丁牛を解く」を行い、原材料消費、エネルギー消費、CO<sub>2</sub>排出およびコストを主な指標として、そのライフサイクルにおける資源/環境負荷レベルと分布特性を総合的に分析する。

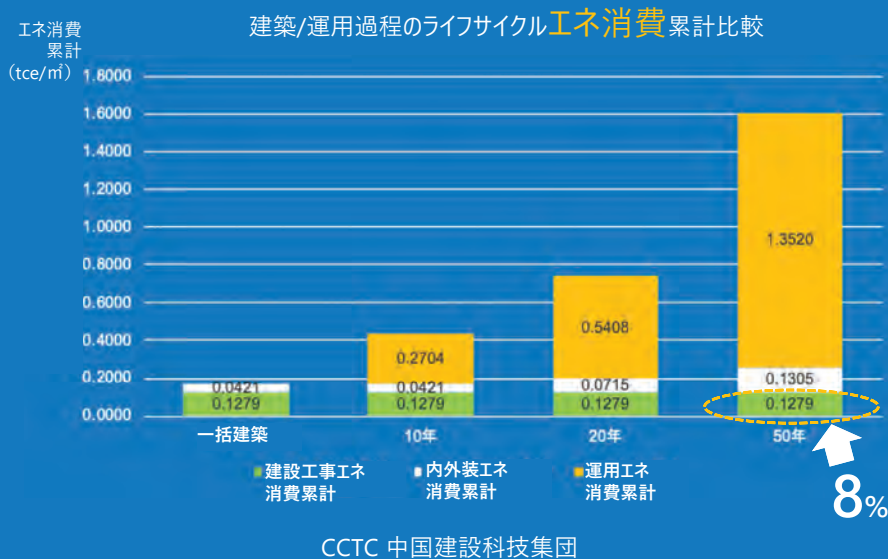
検討事例として選んだビルは、2015年完成、延べ99,900m<sup>2</sup>、地上64,212m<sup>2</sup>、地下35,688m<sup>2</sup>。主要構造体は鉄筋コンクリートのフレーム剪断壁構造、設計耐用年数50年、耐震防災烈度8度。換気と冷暖房はセントラル空調システムを採用している。



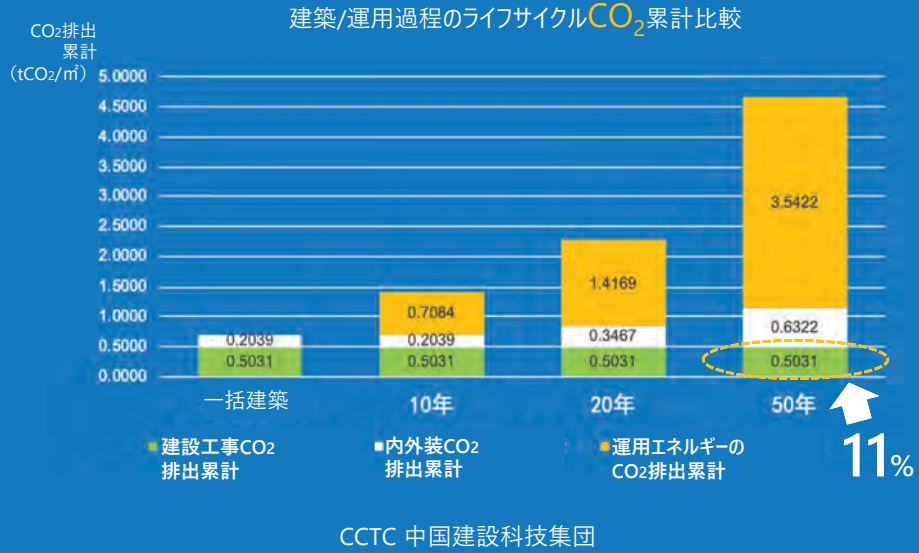
## オフィスビル事例



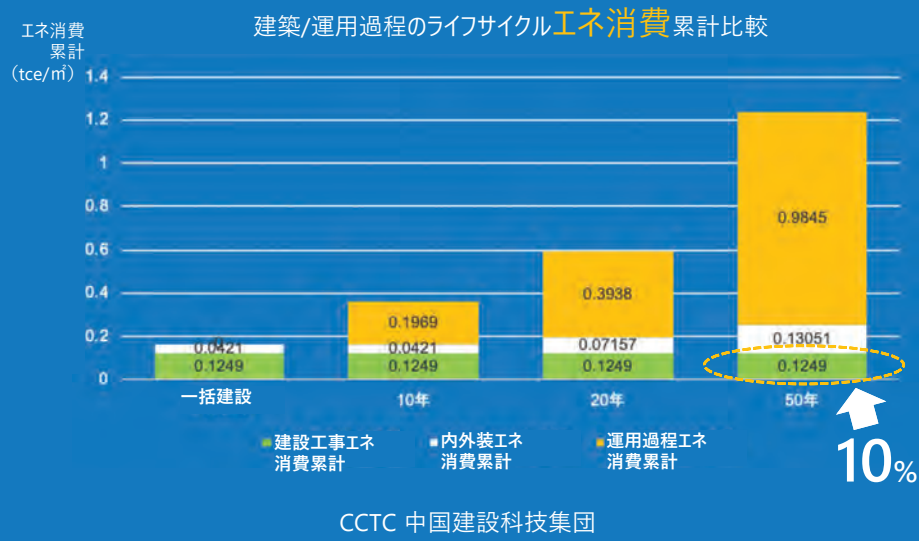
## オフィスビル事例



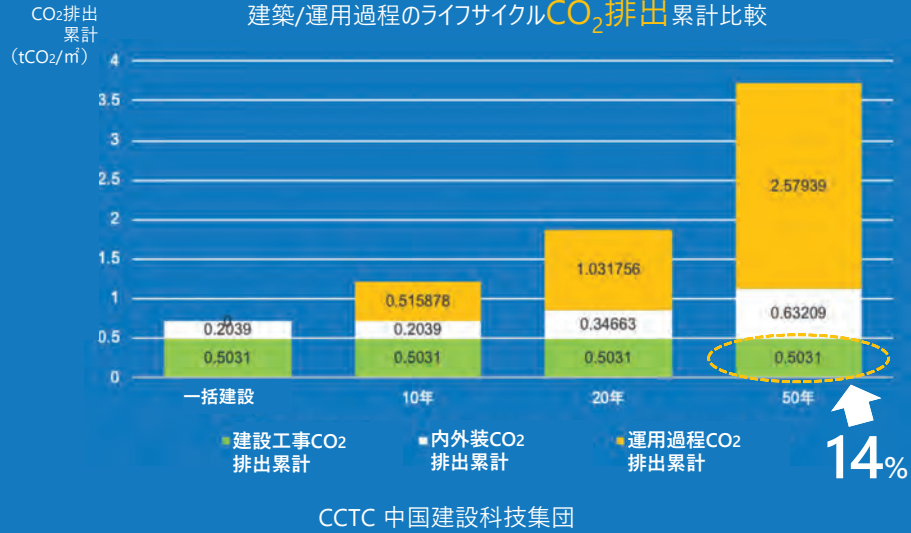
## オフィスビル事例



## 住宅事例50年



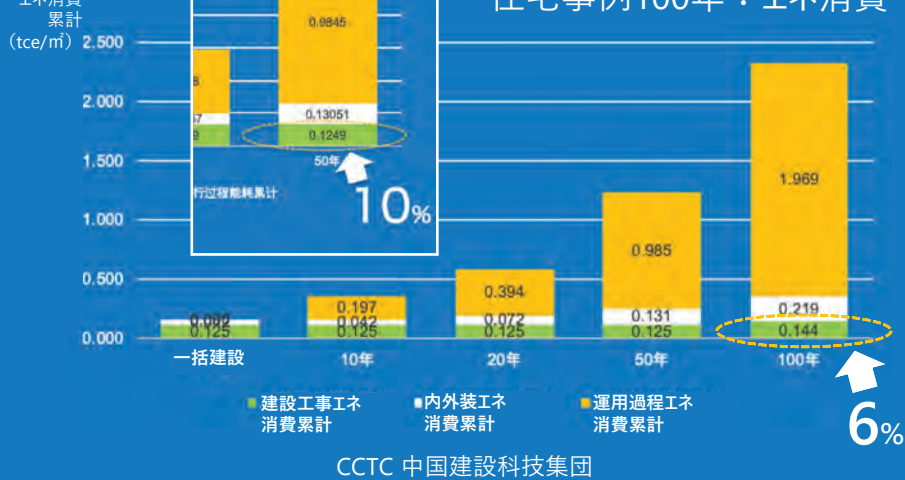
## 住宅事例50年

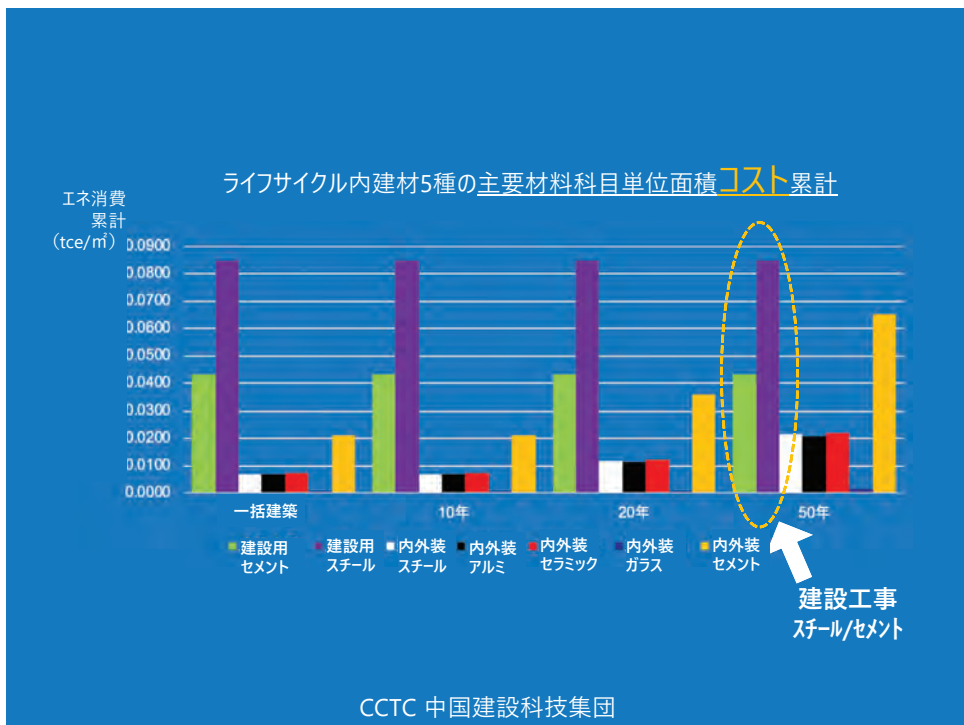
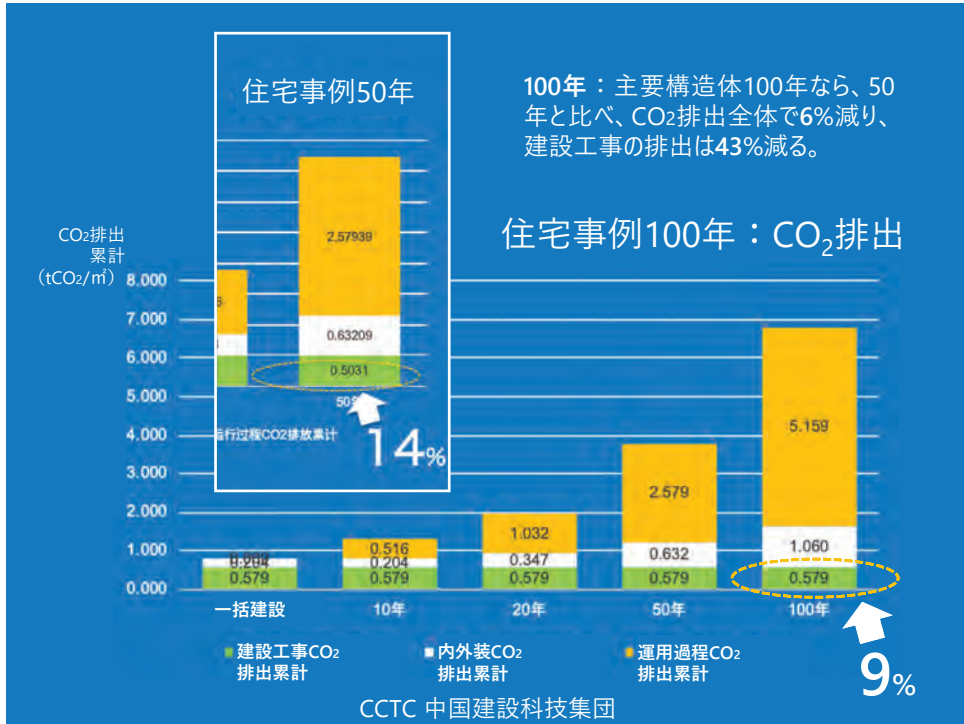


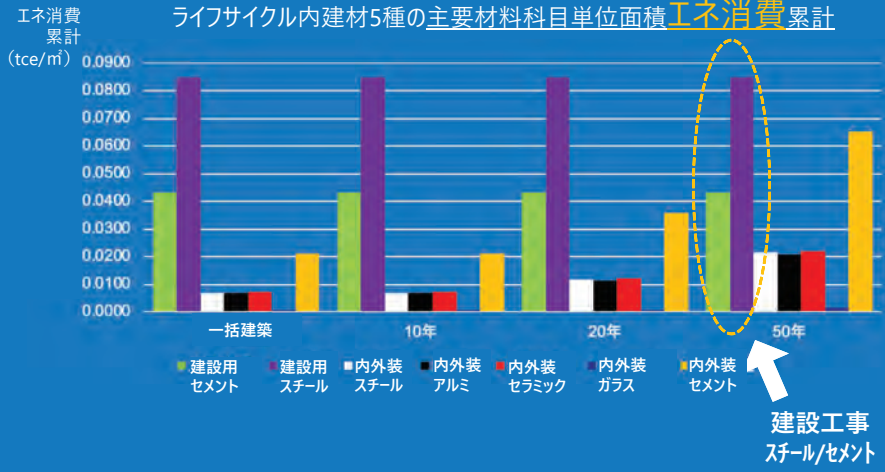
## 住宅事例50年

100年：主要構造体100年なら、50年と比べ、エネ消費全体で4%減り、建設工事のエネ消費は43%減る。

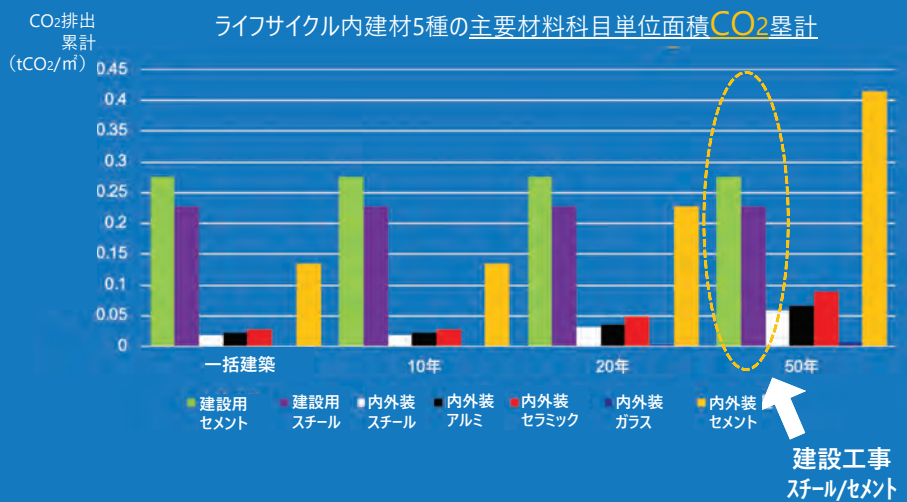
## 住宅事例100年：エネ消費







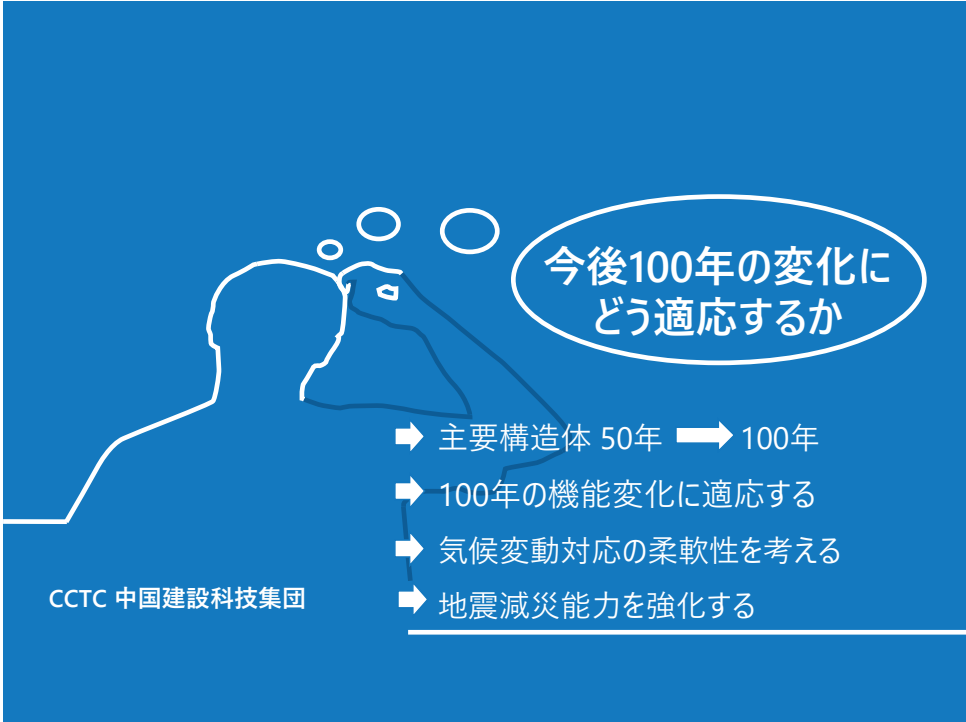
CCTC 中国建設科技集団



CCTC 中国建設科技集団

主要構造体の実際の使用期間を延ばすと、建材生産時のエネ消費とCO<sub>2</sub>排出が建物ライフサイクルの中で低減される効果を生み、同時に、建物ライフサイクルにおける全体のエネ消費とCO<sub>2</sub>排出も低減する効果を生む。

CCTC 中国建設科技集団



今後100年の変化に  
どう適応するか

- ▶ 主要構造体 50年 → 100年
- ▶ 100年の機能変化に適応する
- ▶ 気候変動対応の柔軟性を考える
- ▶ 地震減災能力を強化する

CCTC 中国建設科技集団

# 主要構造体

# 1

50年 → 100年

## 中国

1998年公布の『中華人民共和国建築法』で、建築物の「合理的使用寿命」という概念を提起した。『民用建築設計通則』(GB50332-2005、JGJ73-78)、『建築構造信頼性設計統一標準』(GB50068-2001)などの標準規格において、設計耐用年数に対し原則的な規定を示した。

《民用建築設計通則》

JGJ37-87 1987年  
建築耐久年数

級別	耐用年数	適用範囲
一級	100年以上	重要な建築および高層建築
二級	50年~100年	一般的な建築
三級	25年~50年	副次的な建築
四級	5年以下	臨時的な建築

## JGJ37-87 2001年改訂稿 民用建築耐用年数

注：耐用年数は主要構造体や基礎など置換え不可能な構造部材に関する

級別	耐用年数	適用範囲
一級	100年以上	重要な単層/多層および高層公共建築、 超高層民用建築など
二級	50年～100年	多層/中高層および高層居住建築、 一般的な単層/多層および高層公共建築など
三級	25年～50年	低層居住建築、副次的な単層/公共建築など
四級	5年以下	臨時的民用建築

## 2005年版/2019年版 設計耐用年数

区分	年数	例
1	5年	臨時的構造体
2	25年	交換しやすい構造部材
3	50年	一般的な家屋および構築物
4	100年	記念的建築および特別重要な建築

CCTC 中国建設科技集団

## 『建築構造信頼性設計統一標準』（GB50068-2001） 第1.0.5条で構造体の設計耐用年数を義務的条文として明示

区分	年数	例
1	5年	臨時的構造体
2	25年	交換しやすい構造部材
3	50年	一般的な家屋および構築物
4	100年	記念的建築および特別重要な建築構造体

## 『コンクリート構造耐久性設計規範』（GB/T 50476 2008） 建築物の設計耐用年数を規定：

設計耐用年数	適用範囲
100年以下	象徴的/記念的建築物、大型公共建築、大スパンまたは高層建築、都市高速道路/主要幹線道路上の橋梁およびその他の道路上の大型橋梁、トンネル、重要な大型構築物、重要なインフラ施設など
50年以下	一般的な住宅/集合住宅、中小型公共建築、都市の副次幹線道路および一般道路上の中小型橋梁、一般的インフラ施設、一般的構築物、大型工業建築など
30年以下	解体し易い軽量建築物、一部の工業建築/鉱山建築および構築物など

CCTC 中国建設科技集団



# 海外

## EN1990における設計耐用年数に関する規定

区分	年数	例
1	10	臨時建築
2	10-25	交換可能な構造部材、例：門型梁、軸受
3	15-30	農業および類似の建築構造
4	50	建築構造およびその他よくある構造体
5	100	記念的な建築構造体/橋梁およびその他土木工事構造体

## イギリス規範に定める建築物設計耐用年数

区分	年数
臨時	10年以下
短寿命	≥20年
中寿命	≥30年
正常寿命	≥60年
長寿命	≥120年

CCTC 中国建設科技集団

主要構造体の設計耐用年数の標準規格からみると、中国と欧米諸国は接近しており「臨時構造体5～10年、一般建築50～60年、特に重要な建築100～120年」をほぼ原則としている。しかし建設当初に設計耐用年数を確定する方式が若干異なる。

構造体の設計耐用年数は建物の耐久性設計に対する最低基準であり、合理的な設計耐用年数は建築デザイナーと施主が、プロジェクトのニーズに基づき協議して決める。最低基準を下回ってはならないが、最低基準を直接採用するのではない。

現在中国ではよく工事設計者が耐用年数を決める際に最低基準をそのまま当てはめる。そのため近年は臨時的建築物と特に重要な国家プロジェクトを除き、設計耐用年数が50年になっているものが多い。

設計耐用年数の最低条件は欧米諸国に近い  
しかし年数の確定方式が異なる

清華大学の陳肇元教授はかつて**都市の密集地区の高層建築や大型建築**はその設計耐用年数を75年以上又は100年とするよう提言した。**理由は、この種の建築は建設も解体も市民生活への影響が大きいからである。**

市民生活への干渉を減らす観点から

中国工程院が2005年に国内専門家を集めて作成した中国土木学会標準規格『コンクリート構造耐久性設計および施工指南（2005年改訂版）』では建築物の設計耐用年数を次のように定めている：

- ➡ 象徴的記念的建築物、大型公共建築物（大博物館、会議ビル、文化スポーツ建築）、政府の重要オフィスビル、大型テレビ塔などの設計耐用年数は**100年**超とする。
- ➡ 一般民用建築(例えば集合住宅)、中小型商業/文化スポーツ建築および大型工業建築**≥50年**。
- ➡ 一部の製造工場建屋の設計耐用年数は、現代生産技術の早期変更又は実際の需要に基づき**30年**としてよい。
- ➡ 大都市の中高層建築又は大型建築は**≥70年**が適当である。

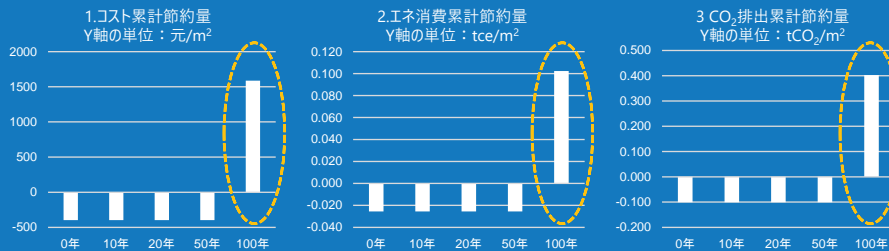
重要性の観点から

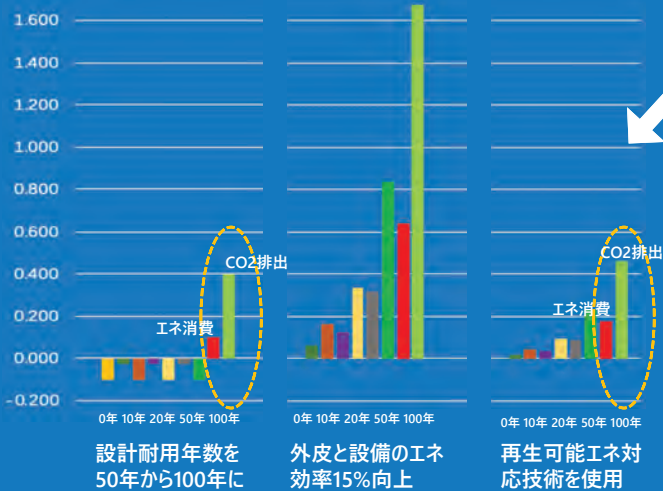
市民生活への干渉を減らす観点から

工事経験データに基づき、事例の主要構造体の設計耐用年数を参照し50年から100年に延ばせば、その一括建設時の建設コスト、エネ消費およびCO<sub>2</sub>排出は約15～20%増える。

資源/環境負荷を下げる観点から

建設初期の施主費用と社会的費用の増加分に対する効果が表れるまでに、一世代から数世代もの長い期間を要する。したがって政府の規制と支援によって長期的収益を実現する必要がある。

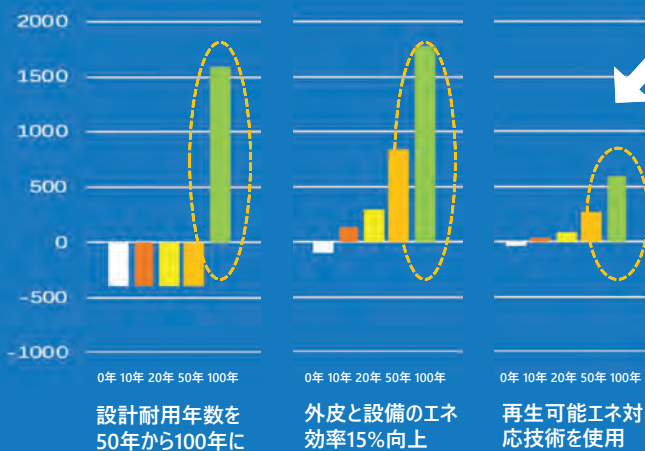




資源/環境負荷を  
下げる視点から

長寿化による、  
建物ライフサイクルに対するエ  
ネ消費とCO<sub>2</sub>  
排出の節減は、  
運用過程の省  
エネ技術と同  
程度である

CCTC 中国建設科技集団



原材料消費と  
経済的影響を  
抑える視点から

長寿化による、  
建物ライフサイ  
クルに対する原  
材料消費とコス  
トの節減は、運  
用過程の省エ  
ネ技術と同程  
度である

CCTC 中国建設科技集団

## 『コンクリート構造設計規範』GB50010-2010（2015年版）

3.1.5 コンクリート構造の安全等級と設計耐用年数は、現行の国家標準規格『建築構造信頼性設計統一標準』GB50153の規定に適合すること。

3.5.1 コンクリート構造は、設計耐用年数および環境区分に基づき耐久性設計を行うこと。

耐久性設計は以下の内容を含む：

- 1 構造体所在地の環境区分を確定する
- 2 コンクリート材料に対する耐久性基本条件を示す
- 3 部材内鉄筋のコンクリート保護層の厚みを確定する
- 4 異なる環境条件下における耐久性技術対策
- 5 構造体使用段階の検査および保守の条件を示す

### 「100年」のため技術支援

現在中国の構造設計規範にある耐久性設計条件、例えばコンクリート保護層の厚み、コンクリート強度および緻密性などは、まだ国際汎用基準から一定の隔りがある。

構造設計規範は実践に基づく総括であるが、現行規範の実施期間はまだ50年に届かず、総括する実際経験がまだ不十分で、耐久性設計の主要指標をどれだけ高めるべきか、まだ「はっきり」確定しにくい。仮に一部の公共建築の設計耐用年数を70年、100年又はもっと長くした場合、おそらく「包む」という方法であり、耐久性設計の主要指標もそれなりに高くなり、すぐには「はっきり」の問題を解決できない。しかし総合的に実際の耐用寿命を延ばす役割を果たしうる。

# 2

100年の機能変化に  
どう適応するか？

資料によれば中国都市建築の実際の耐用寿命は約40年しかなく、しかも計画、機能、品質などが原因で、建物の設計耐用年数に達しないうちに取壊される現象が存在する（下表参照）。このような「使い捨て」の粗放型建設モデルは、建築と取壊しを繰り返して資源を過度に消費する。

	建物名	規模	取壊し時期	寿命	取壊し理由
1	昆明工人文化宮	18階建、高 70m	2013.8.31	29年	不動産開発
2	瀋陽綠島室内足球場	投資8億元	2012.6.3	9年	低利用率
3	北京凱萊酒店	四星級ホテル、高60m	2010.5.30	20年	不動産開発
4	南昌五湖大酒店	延べ2.81万㎡	2010.2	13年	不動産開発
5	首義体育培訓中心	「湖北冠軍搖籃」	2009.6.16	10年	都市計画
6	瀋陽夏宮		2009.2	15年	不動産開発
7	浙大湖濱校区主樓	延べ2.11万㎡	2007.1.6	13年	不動産開発
8	瀋陽五里河体育場	延べ5万㎡	2007.2.12	18年	建て替え
9	南通火車站	延べ4400㎡	2006.11.23	2年	建て替え
10	青島遠洋賓館	延べ1.4万㎡	2007.1.28	20年	建て替え
11	遼寧省体育館	延べ2.8万㎡	2007.4.12	31年	建て替え
12	青島鐵道大廈	延べ1.7万㎡	2007.1.7	15年	都市計画



深圳体育館  
1985年完成、2019年取壊し。



# 100年

生活方式が大きく  
変わる可能性

建物の機能改変や  
リニューアル再利用に  
対応できる柔軟性を  
最大限もたせる  
必要がある



CCTC 中国建設科技集団



住宅の剪断壁構造をフレーム剪断壁構造に変え、  
建物大空間の分割柔軟性可変性をサポート

## 大空間のフレキシビリティ



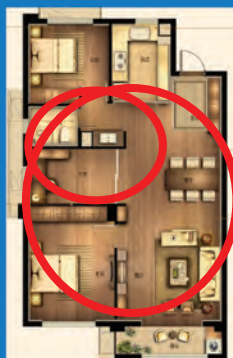
CCTC 中国建設科技集団

## 家族構成やライフスタイルなどの変化に対応

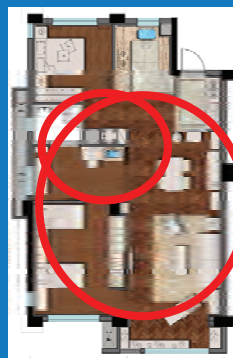
百年住宅モデルプロジェクト——魯能・領秀城・公園世家



B間取の子育て段階平面



B間取の標準平面(118m²)



B間取のシニア段階平面

CCTC 中国建設科技集団

## 家族構成やライフスタイルなどの変化に対応



シニア段階の間取  
トイレ前の休憩と車椅子回転の空間として



子育て段階の間取  
児童の学習空間として

CCTC 中国建設科技集団

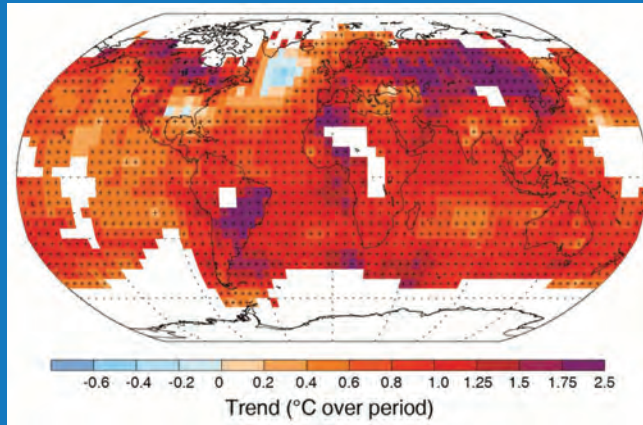


# 3

気候変動に対応する  
柔軟性を考える



ヒートアイランド  
 レインアイランド  
 ドライアイランド  
 クラウディア일랜드  
 ウエットアイランド

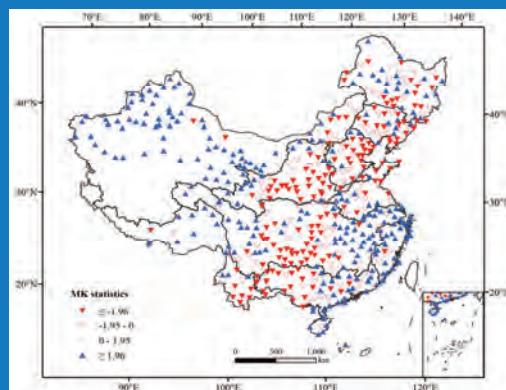
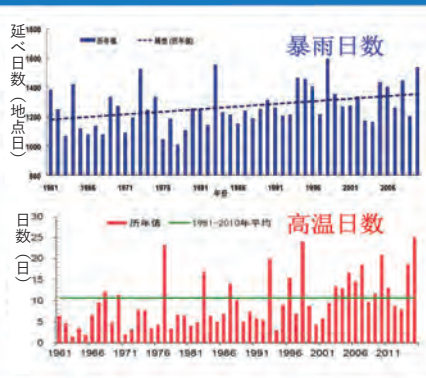


中国国家気候中心の姜彤研究員が提起  
 気候変動強化都市の「5 アイランド」現象

CCTC 中国建設科技集団

➢ 極端な天候災害が頻発 (06四川盆地  
 大干ばつ、07淮河洪水、08南方氷結、09  
 華北秋冬連続干ばつ、10西南大干ばつ、  
 11華北冬干ばつ、長江中下流春干ばつ)

中国国家気候中心姜彤研究員 研究資料



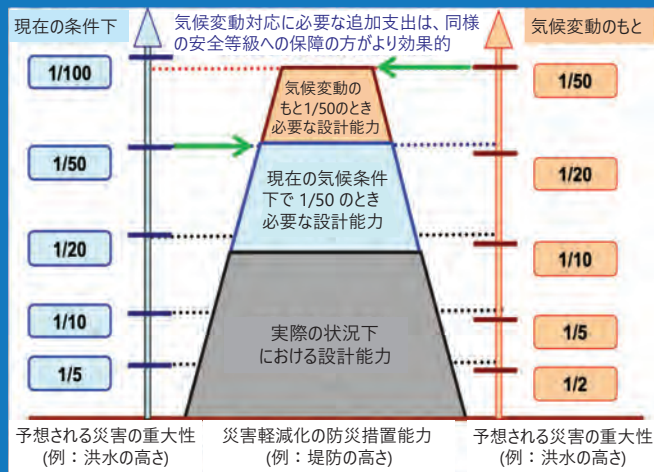
- 地域的干ばつ激化
- 暴雨日数増加、中小河川の洪水災害頻発、暴雨による地滑り土石流増加
- 上陸台風の増加と強大化
- 高温日数急増、スモッグ日数増加

CCTC 中国建設科技集団



CCTC 中国建設科技集団

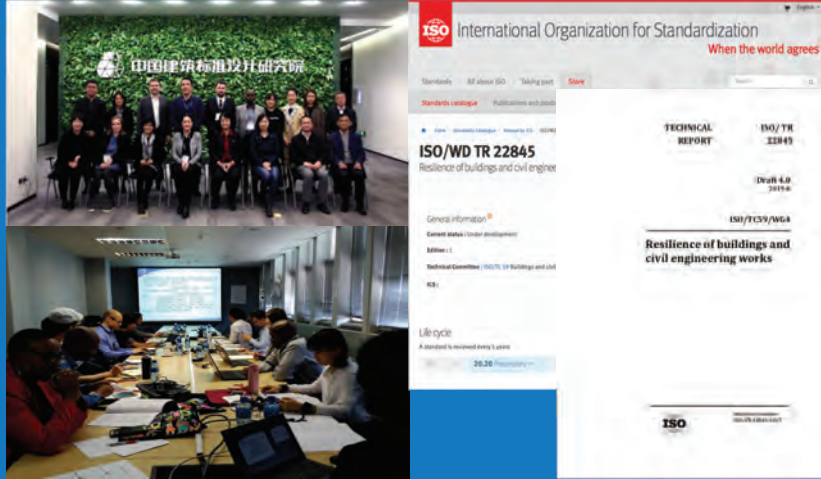
**100年**  
 気候変動は災害の  
 増大を絶えず誘発  
 今後の災害に適応  
 し得るよう、建物の  
 柔軟性を高める  
 必要がある



中国国家気候中心姜彤研究員 研究資料

CCTC 中国建設科技集団

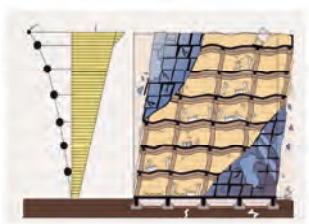
中国建設科技集団は2017年からプロジェクトとして  
ISO/TC59/WG4技術報告TR22845の作成を担当



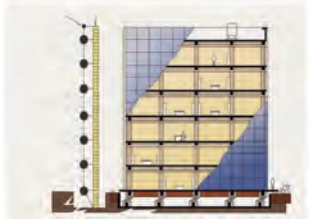
CCTC 中国建設科技集団

# 4 地震減災能力を強化する

## 一般耐震構造



剛を以て  
剛を制す  
設備内装  
破壊深刻



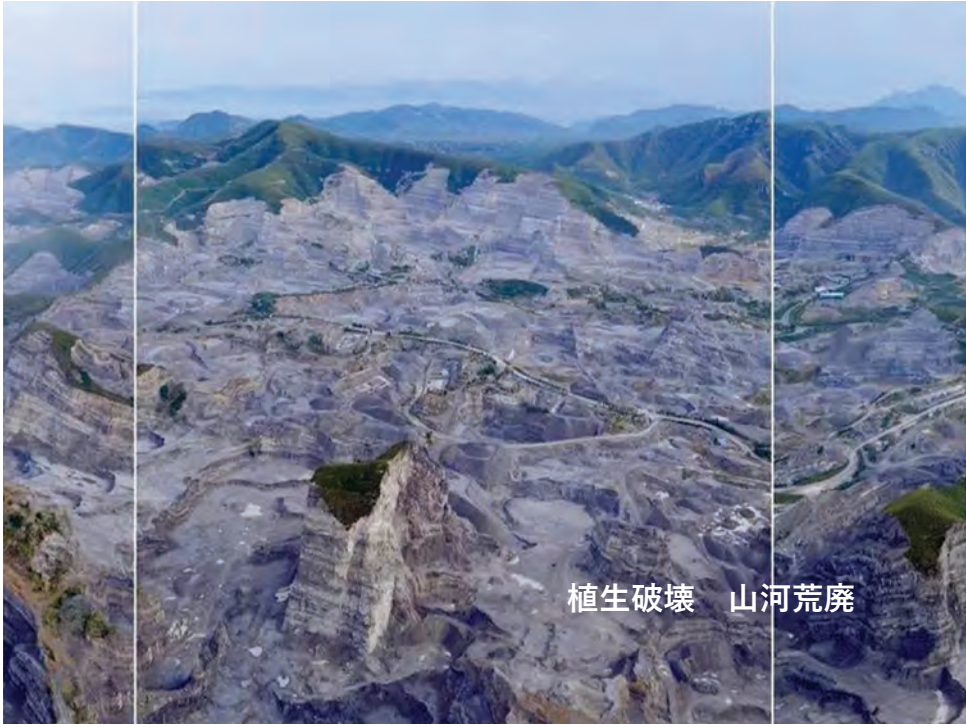
柔を以て  
剛を制す  
設備内装  
無事



## 免震構造

CCTC 中国建設科技集团





植生破壞 山河荒廢







 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



建築の長寿化は  
全世界の持続可能な発展を促す

ありがとうございました

CCTC 中国建設科技集団