

JCI四国支部特別講演(11/04/27)
コンクリート・建設産業発展の
系譜と将来展望

堺 孝司
香川大学

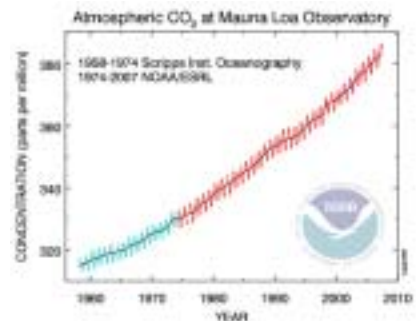
地球と人類の歴史概観

- 地球は45億年前に誕生
- 原人・ホモサピエンスは500万年・300万年前
- 現代人の原型は10万年前(アフリカ)
- 農業の発明は5000年前→人口増加
ローマ時代(BC500-AD500): 2億人
産業革命(18世紀中葉): 8億人
現在: 68億人

人口増加による地球の危機

- 資源枯渇
- 化石燃料消費による地球温暖化
IPCC報告書(2007):
 - 1) 人類の活動に起因して地球温暖化は進行
 - 2) 温度上昇を2~2.4℃に抑制するにはCO₂を2000年比で85-50%削減
- 食料

CO₂ Observation in Hawaii



Climategate Scandal !!

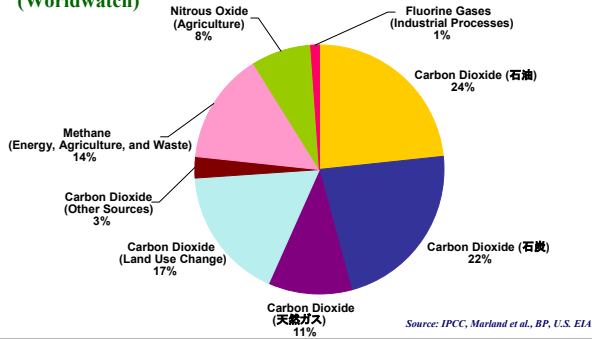
温暖化が急速に進んでいるとする
データの根拠に疑惑

太陽系の3つの星 - 異なる進化 -

- 水星
太陽に最も近いが、CO₂は存在せず、気温は167℃前後
- 金星
大量のCO₂(96.5%)で気温は450℃前後
- 地球
温室効果ガス(CO₂濃度: 0.039%)の増加で2~6℃の気温増加を予測(地球の歴史では「全球凍結」も経験)
- 火星
温室効果ガス(95.3%, しかし、大気が非常に希薄)が消失し、平均気温は-55℃ (-133℃~27℃)

温室効果ガス発生源別割合

(Worldwatch)



各国の地球温暖化ガス削減目標

- EU: 60~80%
- 英国: 60~80%
- ドイツ: 80%
- フランス: 2000年比75%
- 米国(Obama): 80%
- ノルウェー: 100%
- 日本: 60~80%
2020年迄に25%

人類の膨張の要因

- 農業の発明・効率化による食料生産の増加
- インフラ整備による経済発展
 - 日本はインフラ整備成熟
 - 公共事業「悪玉論」
 - 先進諸国は確実な建設投資進行
 - 発展途上国は今後膨大な建設投資

「21世紀の建設産業の有り様と発展の原動力は」

人類のインフラ整備の系譜(1)

- インダス文明(BC2300-1800) (モヘンジョダロ)
環境問題で衰退
- ギリシャのクレタ島(BC2000頃) (舗装道路)
サモス島(BC500頃) (水道トンネル)
- エジプト(BC3200頃: 灌漑農業) (BC2500頃: ピラミッド)

ローマのインフラ

- ハードなインフラ
道路(アッピア街道)・上下水道
- ソフトなインフラ
安全保障・治安・税制・医療・教育・郵便・通貨

塩野七生氏: ローマ人は、インフラを人間が人間らしい生活をおくるためには必要な大事業と考えていた。

ウイトルウィウスの「建築十書」

- 土木・建築・都市計画・施工機械等に関する技術書
- 焼成石灰(白石(石灰石)の焼成=セメント)の水硬性、水硬性火山灰(天然ポゾラン)の存在も記述

中世と英国勃興

- 中世はローマ時代のインフラ遺産を食い潰した時代(道路敷石を教会建築材料に利用)
 - イギリスのインフラ整備
 - 1555: 一般幹線道路法
 - 1663: 最初の有料道路(ターンパイク)認可
 - 1840年には約1000の道路会社(総延長35,000km)
- 道路舗装工法の発達

英国産業革命

- 1766年にワットが改良型蒸気機関を発明
- 繊維機械が英国の覇権と安全を保障
 - ・世界の商品の1/3が英国製
 - ・鉄・綿製品の半分を生産
 - ・全世界貿易の1/4を管理
 - ・金融・商業のほとんどを管理
- インフラとして、道路以外に運河・鉄道を整備
- 1824年にJ. Aspdinが近代セメントを発明

米国(1776年独立)のインフラ整備

- 英国に習いターンパイクや運河(エリー運河(1817-1825):585km)建設
- T型フォードの販売急増による道路建設推進
 - ・連邦道路補助法(1916)
 - ・ニューヨークで最初のフリーウエー(1925)
 - ・1930年に一家に0.9台
- ゴールデンゲート橋竣工(1937)(1939:戦争突入)

日本の近代の系譜

- 明治維新(1868)(産業革命から100年後)
- 列強のキャッチアップ政策で国力増強
- 日清戦争(1894-1895)・日露戦争(1904-1905)に勝利
- 第二次世界大戦()で全てを失う、ゼロからの出発
- 戦後復興政策(池田内閣による国民所得倍増計画)

日本のインフラ整備の系譜

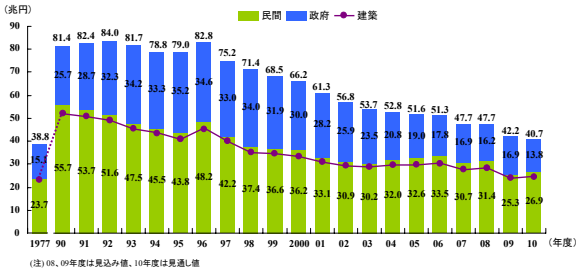
- 全国総合開発計画(全総、1962)
地域間の均衡ある発展
- 新全総(1969)
高速道路・鉄道インフラ整備と大規模工業基地開発
- 三全総(1977)
経済の安定成長/国土資源・エネルギーの有限性
- 四全総(1987)
多極分散型国土の形成
- 21世紀の国土のグランドデザイン(1998)

日本のインフラキーワード

新幹線各線、高速道路各線、東京オリンピック、大阪万国博覧会、日本列島改造論、関門海峡トンネル、青函トンネル、本州・四国連絡橋、東京湾アクアライン、成田空港、羽田空港、関西国際空港、黒部ダム、ハツ場ダム、

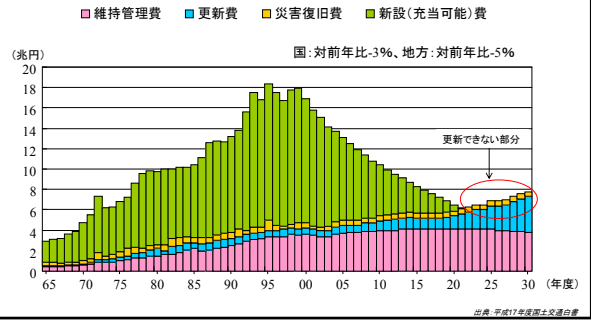
「コンクリートから人」政策の政治的プロパガンダの軽薄

建設投資の推移

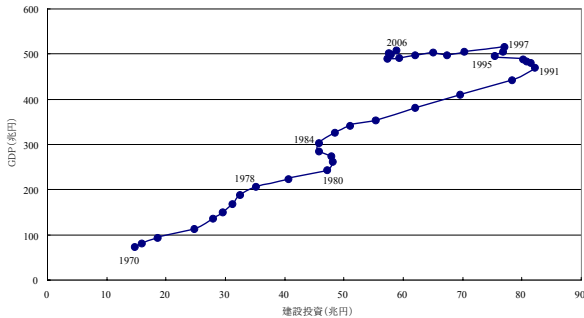


資料出所：国土交通省(2010年9月発表)

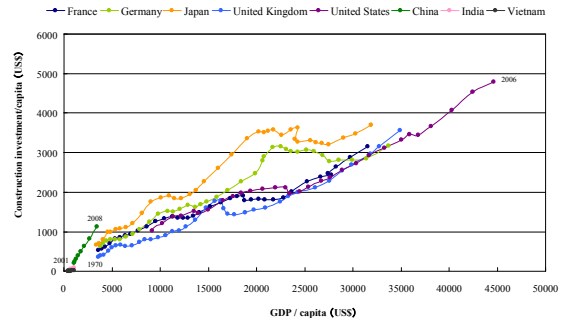
社会資本整備の維持管理・更新投資の見通し



国内総生産及び建設投資の推移 (1970-2006年)



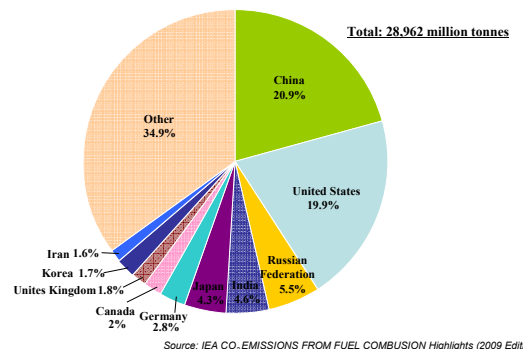
Construction Investment and GDP



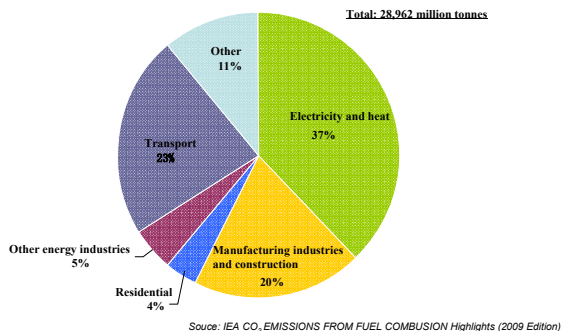
今後の日本の建設産業の方向

- 国内では一定量の建設投資が持続
- 発展途上国建設マーケットへの参入
- 環境問題への戦略的対応
 - ・建設分野だけが、地球温暖化(CO₂)問題に対する対応を免除される理由はない
 - ・将来90~100億人を抱える地球の環境の観点からのグランドデザインは建設分野の仕事

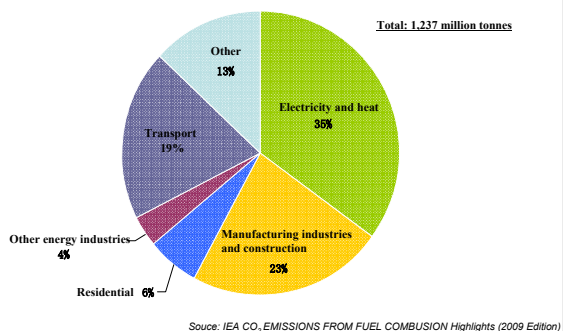
世界各国CO₂排出量トップ10 (2007)



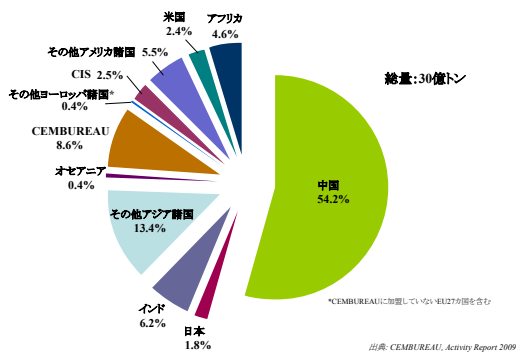
世界のセクター別CO₂ 排出量(2007)



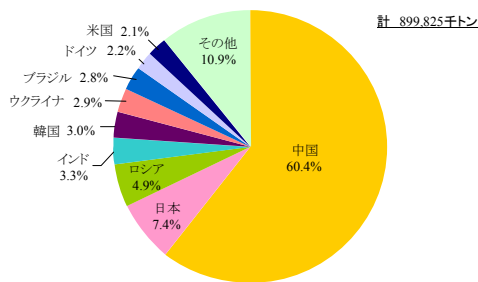
日本のセクター別CO₂ 排出量(2007)



主要国・地域のセメント生産量(2009)



世界の高炉鋼生産量(2009)



コンクリートセクターによるCO₂ 排出起源と総排出量

■ 排出起源

- 1) 材料製造(セメント、鉄筋、骨材、水、混和材料)
- 2) コンクリート製造
- 3) 施工
- 4) 供用時補修・補強
- 5) 解体・リサイクル

■ 総排出量

約50億トン

建設セクターのCO₂排出量

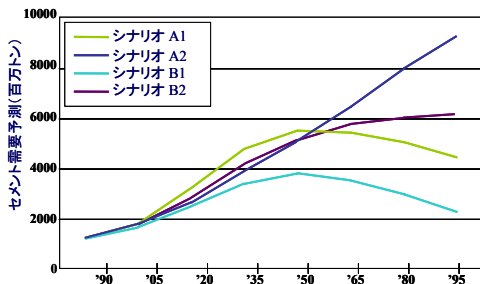
■ 排出起源

- 1) コンクリート関連起源: 約50億トン
- 2) 電炉鋼(鉄筋以外): 約1.5億トン
- 3) 転炉鋼: 約6.2億トン
- 4) 施工: 約5.4億トン

■ 総排出量

約63億トン

セメント需要予測



コンクリート・建設セクターの将来CO₂排出量

■セメント生産量が2倍になると仮定

1)コンクリートセクター

50億トン→100億トン(総CO₂*の34%)

2)建設セクター

63億トン→126億トン(総CO₂*の43%)

(* 2007年の化石起源で290億トン)

インフラ整備効果と問題

- 社会経済活動の推進
- 急激なインフラ整備はインフラ自体の質に問題が発生しがち(発展途上国)
- インフラ整備の成熟は維持管理と質の向上が課題(先進国)
- インフラ整備自体による環境問題
 - ・土地利用の増加
 - ・膨大な資源・エネルギー利用

コンクリート生産(150億トン)における資源利用状況

- 骨材:110億トン
- セメント(30億トン、クリンカー率0.9)
 - 石灰石:30億トン
 - 粘土:5.4億トン
- 水:15億トン

総資源量=160億トン → 将来は？

資源利用の最小化とCO₂削減方策

- コンクリートの高性能化
- 構造形式の高度化

コンクリートセクターにおけるCO₂排出削減の可能性

■コンクリートセクターで可能なCO₂削減ツールの効果的利用は40%程度の削減は可能？

- ・セメント製造技術のイノベーション(原料、燃料、製造システム)
- ・新たなセメント系の開発(焼成温度の低減)
- ・解体コンクリートのCO₂吸収
- ・CO₂地下貯留
- ・ポートフォリオ

■しかし、石灰石とその焼成から大量のCO₂が発生し、その削減には限界

コンクリートセクターのカーボンニュートラルの可能性(1)

- セメント製造における原料起源CO₂
自然界のカルシウムイオンとCO₂の結合を人工的に行うことが出来れば、セメント製造はカーボンニュートラル(Calera cement)
- セメント製造における燃料起源CO₂
再生エネルギーによるセメント原料の溶融を可能にする技術の開発
- コンクリートのCO₂吸収

コンクリートセクターのカーボンニュートラルの可能性(2)

- 施工機械・輸送起源CO₂
再生エネルギー・原子力エネルギー利用

発電種別	石炭火力	石油火力	LNG火力	LNG火力(複合)	太陽光	風力	原子力	地熱	水力
CO ₂ 排出量 g-CO ₂ /kWh	975	742	608	519	53	29	22	15	11

ISO環境規格整備による環境負荷の低減

- ISO/TC207
Environment Management
- ISO/TC59/SC17
Sustainability in Building Construction
(TC59: Buildings and civil engineering works)
- ISO/TC71/SC8
Environmental Management for Concrete and concrete structures
(TC71: Concrete, Reinforced Concrete, and prestressed concrete)

ISO/TC207/SC

- SC1: Environmental Management System
- SC2: Environmental Auditing and Related Environmental Investigation
- SC3: Environmental Labelling
- SC4: Environmental performance Evaluation
- SC5: Life Cycle Assessment
- SC6: Green Gas Management and Related Activities (カーボンフットプリントの規格作成中)

ISO/TC59/SC17

- WG1: General Principles and Terminologies
 - WG2: Sustainability Indicators
 - WG4: Environmental Performance of Buildings
 - WG5: Civil Engineering Works
- ISO 15392: Sustainability in building construction – General principle
ISO 21930: Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products
ISO 21931-1: Sustainability in building construction – Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works – Part 1: Building
(TC59/SC14 - ISO 15686-6: Buildings and construction assets – Service life planning- Part 6: Procedures for considering environmental impacts)

ISO/TC59/SC17/WG5 Civil Engineering Works

- ISO 21929-2: Sustainability in building construction – Sustainability indicators Part 2: Framework for the development of Indicators for civil engineering works (土木工事に関する評価指標の開発)
- Indicators for building in ISO 21929-1:
Access to service, aesthetic quality, land use, accessibility, emission to air, use of non-renewal resources, fresh water consumption, waste generation, indoor condition and air quality, safety, serviceability, adaptability, costs, maintainability

ISO/TC71/SC8

■ Development plan on ISO 13315 series

ISO 13315: Environmental management for concrete and concrete structures

Part 1: General principles (DIS投票段階)

Part 2: System boundary and inventory data

Part 3: Constituents and concrete production

Part 4: Environmental design of concrete structures

Part 5: Execution of concrete structures

Part 6: Use of concrete structures

Part 7: End of life phase including recycling of concrete structures

Part 8: Labels and declarations

コンクリート・建設産業の 目指すべき方向と役割

- 消費資源の最小化
- インフラ整備におけるカーボンニュートラル化
- 構造物の運用におけるローカーボン化
- 解体コンクリートのローカーボン再生資源化

「これらを実現してグローバルに高質な社会
経済基盤を構築することがコンクリート・建設
産業の最も重要な役割」

東日本大震災からの教訓

- 災害最小化はサステナビリティの基本
- 堅牢なコンクリート構造物の建設は、サステナブル社会構築に必須
- しかし、コンクリートの災害低減機能でCO₂削減が免責されると考えるべきではない
- コンクリートのサステナビリティに関する合理的な総合評価指標の開発が必要

結論

- 今後「サステナビリティ」を軸とした社会経済システムが構築される
- インフラ整備の重要性だけでその活動を正当化する時代は終わり、他産業同様、CO₂削減が問われる時代に突入
- CO₂削減と環境便益評価は、コンクリート・建設セクターの社会的説明責任
- CO₂削減を建設関連技術の革新に展開

結論

- コンクリートのサステナビリティに関する合理的な総合評価指標の開発
- 人類は、20世紀にsustainable developmentの考え方を「発明」
- 21世紀はこの考えを実行する世紀



“我々が住めるのはこの球体だけ”
“建設分野の仕事はこの球体をどうするかだ”
“コンクリートの代替材はない”