

第3章 県有建築物の整備状況とCO₂削減の可能性

3.1 学校建築物整備によるCO₂削減の検討

今後、県内の学校建築物整備において福島県環境共生建築計画・設計指針（以下「指針」という）を適用し、CO₂削減対策を講じた場合に、2012年までに期待される県立学校の建築物整備全体におけるCO₂の削減効果、及びこれに伴う財政負担への影響について試算を行った。

3.1.1 県内の学校建築物の整備状況

(1) 2004年における県立学校の延床面積¹

本県の県立学校(盲聾養護含む)における2004年の学校建築物の延床面積について、表3.1、図3.1に各棟の建設年代ごとに分類して集計を行った。2004年現在、約半数の校舎が1975年以前に建設された、築30年以上の校舎建物であった。

表3.1 県立学校建築物の築年代別延床面積集計

建設年代	～1970年	～75年	～80年	～85年	～90年	～95年	～2000年	～2004年	合計
延床面積(m ²)	412,754	219,938	152,972	151,917	58,690	54,198	63,606	44,660	1,158,735
(%)	35.6%	19.0%	13.2%	13.1%	5.0%	4.7%	5.5%	3.9%	100%

1 県立学校の延床面積は2004年(平成16年)3月31日現在のデータを用いている。

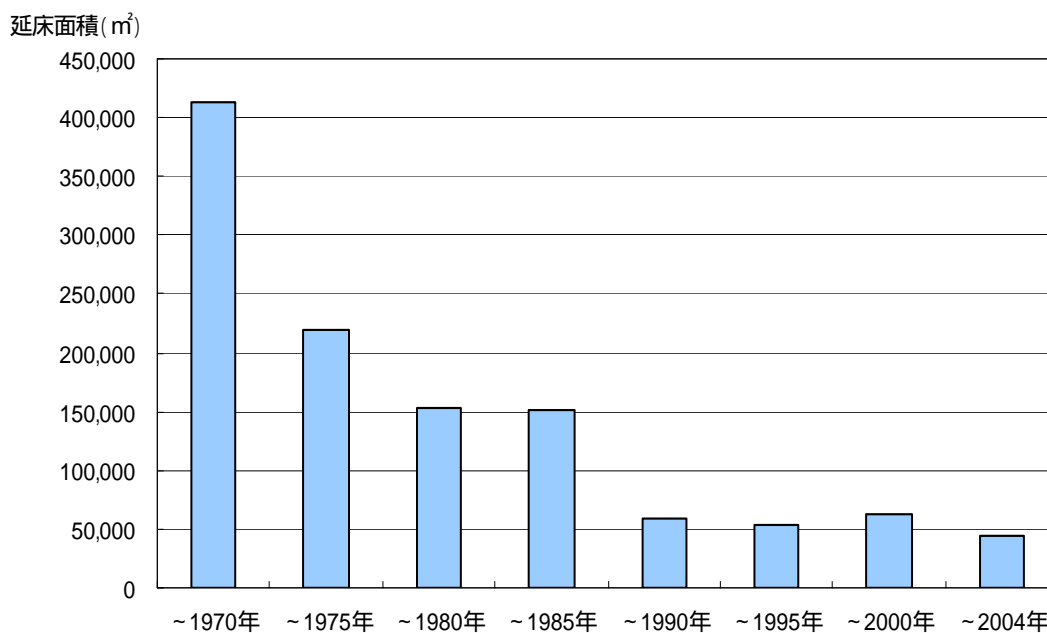


図3.1 県立学校建築物の築年代別延床面積集計

(2) 県立学校の建築物整備水準

県立学校の建築物整備水準として新築計画の際に適用される整備技術概要を表3.2に示す。

表 3.2 県立学校の整備技術概要

技術項目		2005年(H17年現設計)水準		1990年(H2年)水準		1980年(S55年)水準			
建築	断熱材	厚さ	屋根	30mm	25mm	25mm			
			壁	25mm	25mm	なし			
			床(基礎外周)	30mm	25mm	なし			
	材質	硬質ウレタンフォーム(吹付含む) ポリレンフォーム		ポリレンフォーム(B類種)		同左(吹付含む)			
外部建具	材質	アルミサッシ(B種)		同左		同左(A種)			
	ガラス	ペアガラス(3+6+3)		単板ガラス		同左			
電灯設備	照明器具	形式	Hf蛍光灯器具等のレバー器具(省エネ形)		一般型蛍光灯(省エネ形)		一般型蛍光灯		
			教室はHf32×2(天井埋込形) 12台		FL40W×2 2連結×6台		FL40W×1 2連結×6		
			制御	事務室、会議室、教室等は1列毎に点灯できる方式		事務室、会議室、教室等は連結毎に点灯できる方式		同左	
	廊下、ホール等は間引き消灯できる方式			同左		特に定まっていない			
	所要平均照度		室名	照度		教室 400lx	教室 250lx		
			教室、校長室、会議室、保健室、体育館	400lx					
事務室、職員室			500lx						
情報処理室、LL教室			800lx						
実習室			400lx(800lx)						
図書室	700lx								
空調制御設備	熱負荷計算	暖冷房時乾球温度	室名	冬期(暖房)	夏期(冷房)	室名	冬期(暖房)	夏期(冷房)	冬期(暖房) 事務室、教室、 便所 18~20 廊下、体育館：なし 夏期(冷房)なし
			教室、便所等	22(PMH)	なし	教室、便所等	22(FC)	なし	
			事務室、職員室、情報処理室、図書室等	22(PMH、FC)	26(EHP)	事務室、職員室、情報処理室、図書室等	22(FC)	26(EHP)	
			実習室等	22(FC)	なし				
			廊下、体育館等	なし	なし	廊下、体育館等	なし	なし	
	空調機器	使用燃料	灯油(建設場所等状況を考慮し、比較決定)		A 重油		同左		
	放熱器	教室はレバー、特別教室はファンコイル		教室、特別教室はファンコイル		教室はレバー、特別教室はファンコイル			
		実習室、校長室、事務室、保健室等はファンコイル		実習室、校長室、事務室、保健室等はファンコイル		実習室、校長室、事務室、保健室等はファンコイル			
	熱源機器	(暖房)温水ボイラー 1台 (冷房)EHP		同左		蒸気ボイラー 1台			
		便所は電気式レバー		同左		同左			
換気設備		室名	換気量	換気方式	室名	換気量	換気方式	教室：なし 便所：5~15回/h(3種) 事務室、職員室、実習室等：必要換気量(3種)	
		教室	なし	なし	教室	なし	なし		
		便所、更衣室等	5~15回/h	3種	便所	5~15回/h	3種		
		事務室、職員室、情報処理室、図書室等	20~30m ³ /h・人	1種(熱交換型)	事務室、職員室、情報処理室、図書室等	20~30m ³ /h・人	1種(熱交換型)		
		実習室等	機器必要換気量	3種	実習室等	機器必要換気量	3種		
監視制御	中央監視制御	熱源機器等の制御	レバーによる熱源機器等の自動発停		同左		なし		
			配管内温度による凍結防止運転		同左		なし		
			オイルの油量制御及び残油量の監視		なし		なし		
			地震時の熱源停止		同左		同左		
		送水温度の制御	温水レバー、ファンコイルの三方弁制御		なし		なし		
			外気温度による送水温度制御		同左		なし		
空調機器の制御	事務室よりファンコイル及びファンコイルの遠方発停		なし		なし				
	レバーによる温水レバー系統の室温制御		なし		なし				
適用年代の設定		2006年以降		1991~2005年		1990年以前			

(3) 1990 年以降の延床面積の推移トレンド

1991～2005 年までに増加した延床面積は、(1)に示すとおり 162,464 m²であった。一方同じ時期に取壊された面積を表 3.3 に示す。学校施設台帳をもとに、1991 年（平成 3 年）以降取壊された面積の実績値により、集計を行った。なお、取壊し面積については、施設台帳にデータが残されていたものを利用した。

表 3.3 1991 年以降 2004 年までの取壊し面積（学校）

建設年代	～1970 年	～75 年	～80 年	～85 年	～90 年	～95 年	～2000 年	～2005 年	合計
取壊面積 (m ²)	52,081	2,558	1,159	2,267	457	238	0	0	58,760

(4) 県内の県立学校における延床面積の推移（試算）

延床面積の推移について、以下の想定条件に基づいて 2012 年までの試算を行った。各年代の内訳とその面積推移を図 3.2 に示す。

今後の取壊しのペースは、従来との推移と同等と見込む（14 年間で 58,760 m²）、2006 年以降、新築は行わず、改築（既存校舎の取壊しを伴う新築）のみ行う。

上記の仮定に従って試算した場合、2012 年の総延床面積は 1990 年に比較して 6%増加する結果となった。なお、2000 年の総延床面積の増加率は、1990 年に比べて 8%であった。

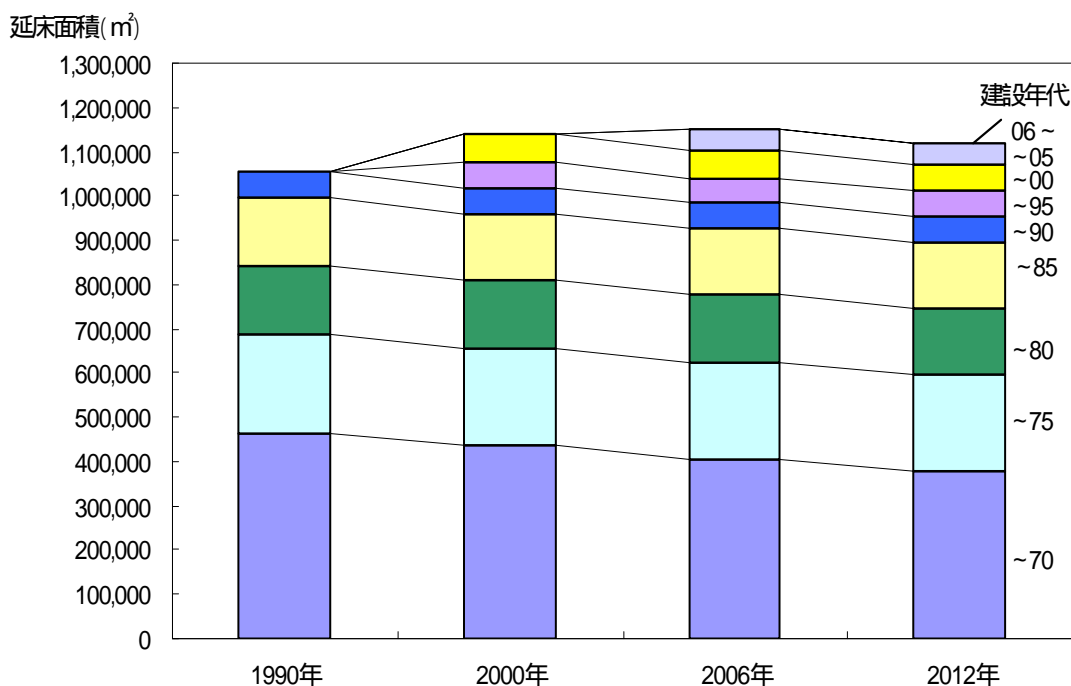


図 3.2 福島県内の県立学校における総延床面積の推移（2012 年は想定による試算）

3.1.2 CO₂削減の可能性の検討

(1) 県内の学校建築物におけるエネルギー消費量の推移予測

指針に示される対策を講じた場合における、県内学校建築物における総エネルギー消費量の推移を、県立学校の延床面積の推移（想定値）を基に、1990年から2012年までについて試算した。試算にあたっては、2006年以降に指針を適用した場合（「水準1」「水準2」「水準3」または「水準4」を適用）と、適用しない場合（現行水準）それぞれについて、次の示す仮定を基に試算を行った。

学校建築物における延床面積の構成を以下のように分類する。

以下の[A]~[D]の仮定に従って分類した各面積構成の推移を図3.3に示す。

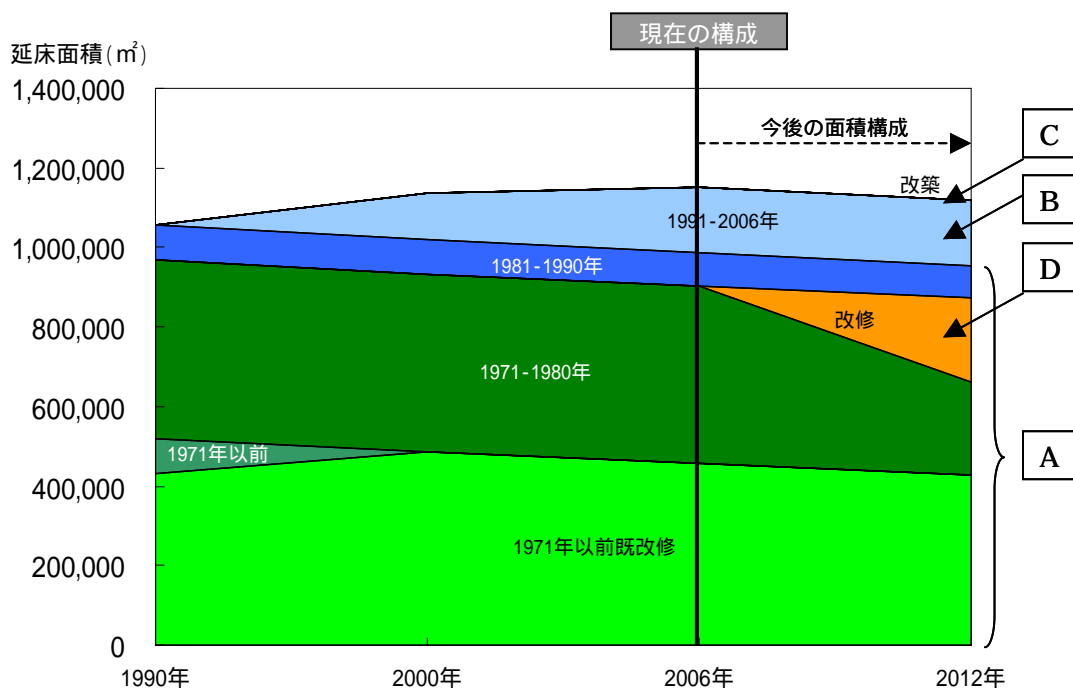


図 3.3 2012年までの既存面積、新築面積、改築面積、改修面積の構成（想定値）

- [A] 既存面積：1990年以前に建設された校舎の延床面積。
- [B] 新築面積：2005年までに学校の新設や増築、既存校舎の老朽化に伴う建替えによって新築された校舎の延床面積。
- [C] 改築面積：2006年以降に、既存校舎の老朽化に伴う建替え（既存校舎の取壊しを伴う新築）によって建設された校舎の延床面積。
- [D] 改修面積：既存校舎の老朽化に伴う改修工事（既存校舎の取壊しを伴わない）が施される校舎の延床面積。2004年以前については改修工事の実績が面積データとして得られなかったため、既存面積の一部として試算することとした。今回の試算では、2006~2012年の間に築30年を迎える校舎の延床面積については、その全部に対して改修がなされると想定した。ただし、1971年（昭和46年）以前に建設された校舎の床面積と2012年以降の10年間（2022年まで）に取壊される面積は改修対象から除いた。なお、この条件に基づく改修面積は、あくまで今後、環境共生型目的の改修対象となりうる面積を想定するものであり、実際には既に機能回復等のために改修が済んでいる校舎も一部含む。

分類される対象面積（より）ごとに延床面積あたり年間一次エネルギー消費量、CO₂排出量を設定する。各分類の各水準での単位面積あたりのエネルギー消費量原単位、CO₂排出量原単位を表 3.4、表 3.6 に示す。

- ・既存面積： 2003 年度の県立学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以前に建設された学校（普通高校）のエネルギー消費量平均値、CO₂排出量平均値を設定する。（2編2章 表 2.10 参照）
- ・新築面積： 2003 年度の県立学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以降に建設された学校（普通高校）のエネルギー消費量平均値、CO₂排出量を設定する。（2編2章 表 2.10 参照）
- ・改修面積： 2006 年以降に改修される面積については、指針による環境共生手法を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（「水準1～4」を適用）について試算を行った。
- ・改築面積： 2006 年以降に新築される面積（新規新築）に対しては、指針による環境共生手法を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（「水準1～4」を適用）について試算を行った。

表 3.4 試算に用いた各分類の単位面積あたり一次エネルギー消費量原単位（学校）

単位： MJ/年m ²	1990 年	2005 年	2006～2012 年				
			現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存	377 ¹	377 ¹	377 ¹				
新築(1991-2005)		386 ²	386 ²				
改築(2006-) ³			372	365	350	328	295
改修(2006-) ³			407	386	377	336	295
一次エネルギー 消費量 削減効果	対 1990 年 水準	新築 改修	3.7%減 8.0%増	5.5%減 2.3%増	9.3%減 0.1%減	15.0%減 11.0%減	23.5%減 21.7%減
	対現行 水準	新築 改修		1.8%減 5.3%減	5.8%減 7.5%減	11.7%減 17.6%減	20.5%減 27.5%減

- 1: 県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以前に建設された学校（普通高校、専門学校、養護学校）の、一次エネルギー消費量 2003 年度平均値。主な建築・設備仕様は、表 3.2 に示される学校整備水準の 1980 年水準に相当する。
- 2: 県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以降に建替えおよび新設により建設された学校（普通高校、専門学校、養護学校）の一次エネルギー消費量 2003 年度平均値。主な建築設備仕様は、表 3.2 に示される学校整備水準の 1990 年水準に相当する。
- 3: 資料編における表 3.16、表 3.17 の建築・設備仕様より算定した数値の対 1990 年水準の比率を、2 に解説した 2003 年度の 1990 年以降に建設された学校のエネルギー消費量の平均値に乘じることで各水準の数値を算定している。

学校における一次エネルギー消費量は、水準 1～水準 4 までの対策組み合わせを施す事で、2012 年時点では新築において 1990 年比で 5.5～23.5%の削減効果が、現行水準比では 1.8～20.5%の削減効果が見込まれる。一方で、改修工事においては、既存の冷房設備がなかった建物を現行仕様に変更すると、冷房設備の導入による空調エネルギー消費量の増加効果が大きく、照明エネルギー消費量などが削減するにもかかわらず、エネルギー消費量は増加し、2012 年時点において 1990 年比で 8%の増加となる。改修工事を行う場合は、室内環境向上と同時に省エネルギーを実

現するために水準 2 以上の対策組み合わせが施されることが望ましい。

上記の方法で、2006～2012 年までに改築・改修対象となる県内学校建築物を表 3.4 の各水準で整備すると想定した場合の 2012 年時点での県内学校建築物全面積に対する一次エネルギー消費量を図 3.4 に示す。

現行水準による整備を続けた場合は、1990 年比 8.0%エネルギー消費量が増加するのに対して、水準 1 では 6.8%、水準 2 では 6.3%、水準 3 では 4.2%、水準 4 では 2.0%の増加と徐々に低減する。

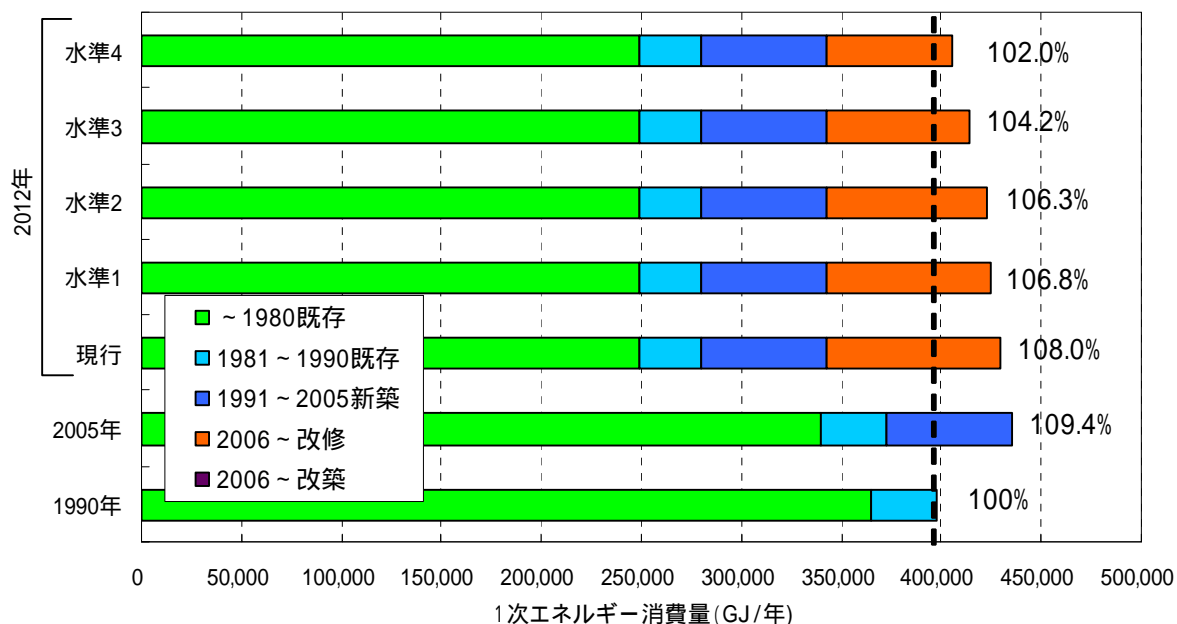


図 3.4 県立学校の建築物整備におけるエネルギー消費量の推移(試算、GJ/年)

(2) 県内の学校建築物におけるCO₂排出量の推移予測

県内の学校建築物における延床面積の推移(図 3.3)を基に、(1)と同様にして県内学校建築物におけるCO₂排出量の推移を、各水準について試算した。CO₂排出の起源は、建築物の運用に伴うエネルギー消費とし、各水準でのCO₂排出量を表 3.6 に示す。CO₂排出量の算定は、以下の想定の基に行っている。

電力使用に伴うCO₂排出量については、表 3.5 の通りとし、1990 年次の試算には 1990 年時点の原単位を利用し、現行仕様には 2005 年時点、2012 年時点の試算には全国電力事業者連合会の目標数値を用いて試算を行う。

延床面積あたり年間CO₂排出量を前述(1) で分類される対象面積ごとに設定する。各分類での単位面積あたりのCO₂排出量の値を表 3.6 に示す。

表 3.5 電力消費に伴う CO₂ 排出量原単位の推移

年	1990 年	2005 年	2012 年	単位
CO ₂ 排出原単位	0.424 ¹	0.391 ²	0.339 ³	kg-CO ₂ /kWh
(下段、東北電力)	0.403 ⁴	0.438 ⁴	0.339	

- 1：環境庁「温室効果ガス算定方法に関する検討結果（2000年）」
 2：改正省エネ法の数値案（一般電力事業者）2006年4月から施行
 3：全国電力事業者連合会目標値
 4：東北電力実績値

表 3.6 各分類（既存、新築、改築、改修）の単位面積あたりCO₂排出量（学校）

単位： kg-CO ₂ /年m ²	1990 年	2005 年	2006～2012 年				
			現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存	19.2 ¹	18.5 ²	17.3 ³				
新築(1991-2005)		19.3 ⁴	17.8 ⁵				
改築(2006-) ⁶			16.3	16.0	15.7	14.2	13.1
改修(2006-) ⁶			18.4	17.3	16.9	14.8	13.1
一次エネルギー 消費量削減効果	対 1990 年 水準	新築	8.9%減	10.2%減	12.3%減	20.2%減	26.8%減
		改修	6.1%増	0.3%減	2.2%減	14.5%減	24.5%減
	対現行 水準	新築		1.4%減	3.7%減	12.4%減	19.6%減
		改修		6.1%減	7.8%減	19.4%減	28.9%減

- 1：県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より算出された、1990年以前に建設された学校（普通高校、専門学校、養護学校）のCO₂排出量 2003年度平均値。主な建築設備仕様は、表 3.2 に示される学校整備水準の 1980年水準に概ね相当しているが、電力のCO₂排出量原単位は 1990年時点の数値(0.424kg-CO₂/kWh)を利用している。
 2： 1と同様の数値、電力のCO₂排出量原単位は省エネ法改正案(0.391kg-CO₂/kWh)の数値を利用している。
 3： 1と同様の数値、電力のCO₂排出量原単位は全国電力事業者連合会の 2010年時点目標値(0.339kg-CO₂/kWh)の数値を利用している。
 4：県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より算出された、1990年以降に建設された学校（普通高校、専門学校、養護学校）のCO₂排出量 2003年度平均値。
 5： 4と同様の数値、電力のCO₂排出量原単位は全国電力事業者連合会の 2010年時点目標値(0.339kg-CO₂/kWh)の数値を利用している。
 6：資料編における表 3.16、表 3.17 の建築・設備仕様より算定した数値の対 1990年水準の比率を、 5 に解説したCO₂排出量の平均値に乘じることで算定している。

上記より、県内学校建築物の 2006～2012年までの改築・改修対象面積を各水準で整備した場合の 2012年時点でのCO₂排出量を図 3.5 に示す。現行水準による整備では 1990年比 3.1% CO₂排出量が低減するのに対し、水準 1 では 4.3%、水準 2 では 4.6%、水準 3 では 6.8%、水準 4 では 8.7%の低減となる。

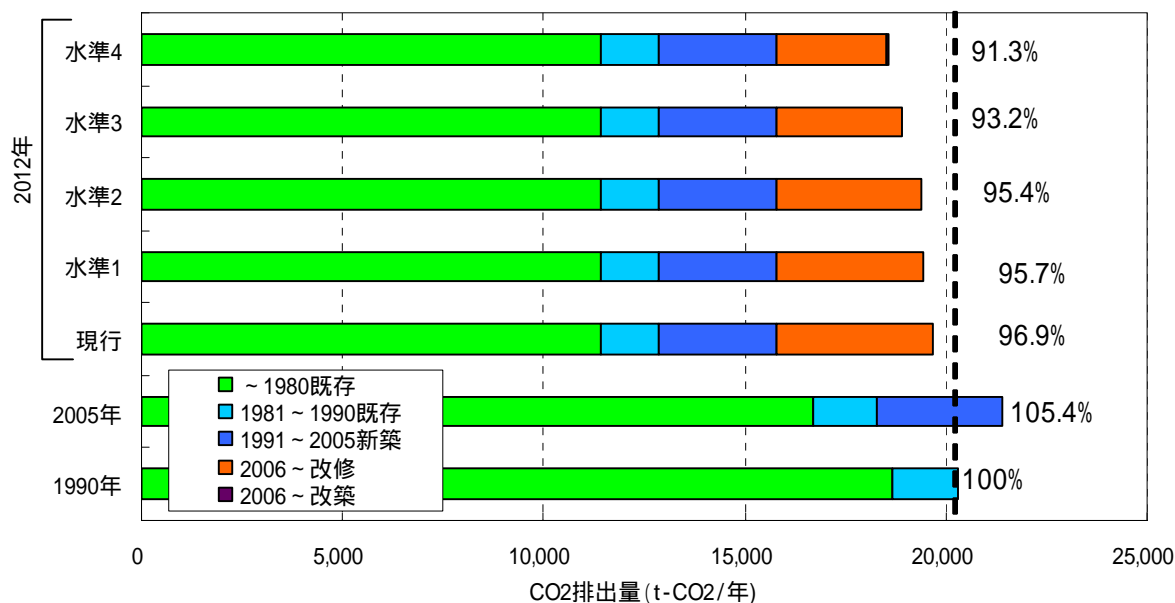


図 3.5 県立学校の建築物整備におけるCO₂排出量の推移(試算)

3.1.3 学校建築物整備におけるCO₂削減対策水準の検討

本県におけるCO₂排出量の低減目標値としては、「福島県地球温暖化対策推進計画(2006年3月策定)」において、県全体で1990年に比較して温室効果ガス排出量を8.0%削減することが謳われており、それに付随する新たなCO₂削減対策が求められている。

この目標値の達成を県有建築物を対象とした視点から考えた場合、前述の通り、1990年以降の県有建築物延床面積の大幅な増加や、空調(特に冷房)需要の拡大などによるエネルギー消費量の増加が進んでおり、機器効率の向上や省エネルギー制御システムの普及が進むなか、今後の県立学校の建築物整備においては環境負荷低減効果が高く、経済性に優れた対策が適正に採用される必要がある。

3.1.2節で検討した水準を、2006年以降(2012年までの7年間)に改築または改修する面積を対象として適用した場合の初期投資の推移を表3.8に示す。

この試算の結果では、水準2相当までは初期投資の増加分が小さい範囲で収まるが、CO₂排出量の低減効果も小さい。新エネルギーの導入も検討した水準4相当の対策を施した場合は、初期投資の増加分が20%程度になるが、CO₂排出量は1990年比で9%程度減となり、環境負荷低減効果は高い。

参考に、全学校施設のライフサイクルコストの2006~2012年の7年分を積算した結果を表3.7に示す。水準2でライフサイクルコストの数字は最も小さくなる。

なお、この試算では、試算条件としての改修対象面積に、既に機能回復等のための改修工事が済んでいる校舎も一部含まれている。また、各水準相当の施設整備により室内環境や、建築物全体としての品質向上(メンテナンスのしやすさや、耐久性の向上など)が期待されるが、ここで

はあくまで環境負荷低減効果にのみ着目しており、実際の計画時には県民サービスの観点も考慮した上で、バランスの良い対策を行うこととなる。

表 3.7 県立学校の建築物整備に環境共生手法を導入した場合のライフサイクルコスト（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	ライフサイクルコスト（千円/7年）			削減率 (-は増加)
		改築	改修	合計	
現行水準	3.1%(8.1%減)	7,340	7,669,463	7,676,802	-
水準1	4.3%(9.2%減)	7,340	7,666,490	7,673,830	0.0%
水準2	4.6%(9.5%減)	7,338	7,657,574	7,664,912	0.2%
水準3	6.8%(11.6%減)	7,410	7,873,050	7,880,460	-2.7%
水準4	8.7%(13.3%減)	7,493	8,167,287	8,174,779	-6.5%

表 3.8 県立学校の建築物整備に環境共生手法を導入した場合の投資額（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間投資額(千円)			増加率
		新築 (改築+新設)	改修	合計	
現行水準	3.1%(8.1%減)	26,008	8,056,470	8,082,479	-
水準1	4.3%(9.2%減)	26,024	8,202,952	8,228,976	1.8%
水準2	4.6%(9.5%減)	26,097	8,209,320	8,235,417	1.9%
水準3	6.8%(11.6%減)	26,393	8,795,245	8,821,638	9.1%
水準4	8.7%(13.3%減)	26,657	9,655,027	9,681,684	19.8%

環境共生手法の詳細は、参考資料編表 3.16、表 3.17 に示す。

3.2 庁舎建築物整備によるCO₂削減の検討

3.2.1 県内の庁舎建築物の整備状況

(1) 2004年における庁舎の延床面積¹

以下に示す建築物を庁舎建築物の集計対象建物用途として、表 3.9、図 3.6 に集計した。

- ・ 県庁舎
- ・ 合同庁舎
- ・ 警察署（交番、警備派出所、駐在所除く）

表 3.9 庁舎建築物の各棟延床面積の築年代別集計

建設年代	～1970年	～75年	～80年	～85年	～90年	～95年	～2000年	～2004年	合計
知事部局	89,848	64,738	17,160	40,153	4,973	25,832	18,528	7,871	269,102
教育庁	2,300	8,130	0	999	597	0	108	0	12,134
警察	8,490	11,552	16,432	12,114	5,546	14,580	15,578	5,906	90,197
合計	100,638	84,421	33,591	53,265	11,116	54,199	34,214	13,777	371,433

1 庁舎の延床面積は2004年3月31日現在のデータを用いている。(単位:m²)

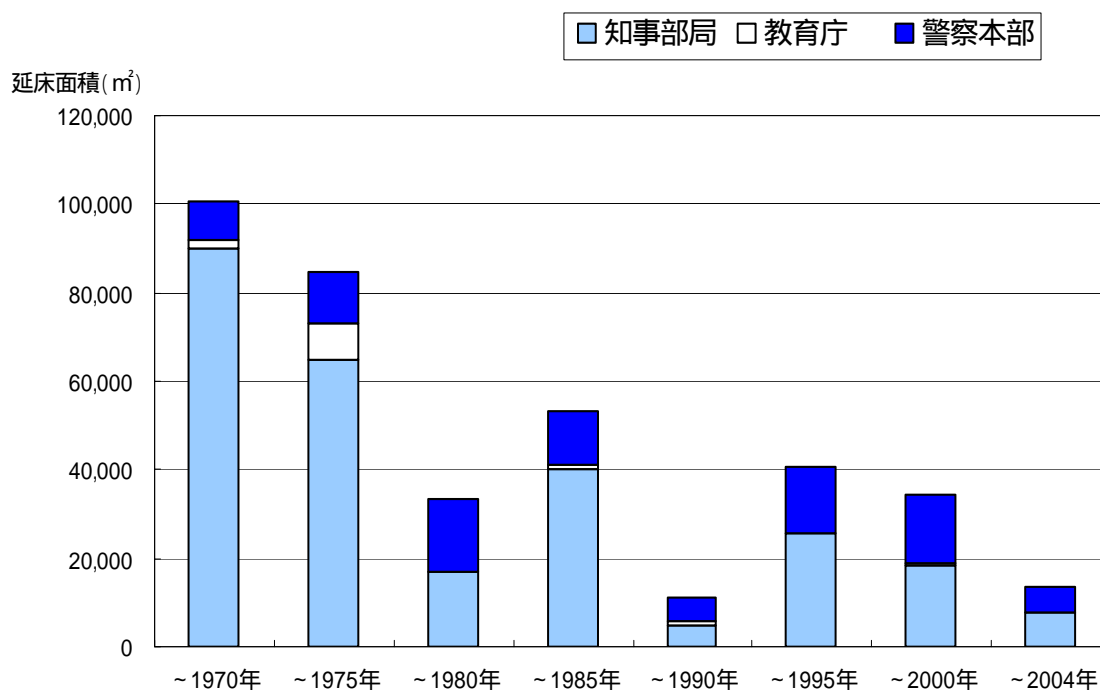


図 3.6 庁舎建築物の築年代別延床面積集計 (機関別)

(2) 庁舎の建築物整備水準

庁舎の建築物整備水準として、新築計画の際に適用される整備技術概要を表 3.10 に示す。

表 3.10 庁舎建築物の整備技術概要

技術項目			2005年(H17 現設計)水準		1990年 (H2年)水準	1980年 (S55年)水準
建築	断熱材	厚さ	屋根	50mm(外断熱)	25mm(外断熱)	25mm(内断熱)
			壁・柱梁型	25mm(内断熱)	25mm(内断熱)	なし
			床(基礎外周)	25mm	25mm	なし
	材質	硬質ウレタンフォーム(吹付含む)		ポリスチレンフォーム(B類 種)		
	外部建具	材質	アルミサッシュ		同左	同左
ガラス		複層ガラス(5-6-5)		同左	単層ガラス	
電灯	照明器具	型式	Hf 蛍光灯器具のインバータ器具		省エネ型蛍光灯 (インバータ)	一般型蛍光灯
			意匠により機種選定		FL40W×2	FSS4-1102
	制御	居室は昼光センサーによる照度制御、 初期照度補正制御、点滅の細分化		居室は間引き 消灯できる方式	居室の窓際は 他部分と別系統	
		廊下、ホール等は点滅の細分化		廊下は間引き 消灯できる方式	同左	
所要平均照度	居室	一般事務室	750lx	500lx	同左	
空気 調和 設備	熱負荷計算	暖房時 乾球温度	事務室	22	同左	18 ~ 22
			廊下等	成り行き	同左	同左
		冷房時 乾球温度	事務室	26	同左	-
			廊下等	成り行き	同左	-
	空調機	使用燃料	状況を考慮し比較決定		電気	A重油
		放熱器	ファンコイルユニット、 一部パッケージエアコン		パッケージエアコン	ファンコイルユニット
熱源		冷温水発生器(+温水ボイラー)、 一部パッケージエアコン		パッケージエアコン	温水ボイラー	
換気 機器	機器	容量	居室	1人あたり30m ³ /h	同左	同左
		方式	1種換気		同左	3種換気
	外気補給	外調機による外気補給、 または全熱交換器		全熱交換器	換気扇	
監視 制御	中央監視制御	遠方操作	熱源機器の一括発停、放熱器の電源管理 及び外調機の発停 一部パッケージエアコンは個別スイッチ		なし	なし
			スケジュール等に従い自動発停出来るシステム		なし	なし
	放熱器制御	ファンコイルユニットは事務室等で電源管理		なし	なし	
		ファンコイルユニットは風量制御		なし	なし	
外気補給	外調機は事務室等で電源管理 全熱交換器は個別スイッチ		なし	なし		

(3) 1990 年以降の延床面積の推移トレンド

1991～2004 年までに増加した延床面積は、(1)に示すとおり 102,190 m²であった。一方、2004 年度財産台帳をもとに同じ時期に取壊された面積を表 3.11 に集計する。

表 3.11 1991 年以降 2004 年までの取壊し面積（庁舎）

建設年代	～1970年	～75年	～80年	～85年	～90年	～95年	～2000年	～2004年	合計
庁舎	9598.46	320.68	189.26	0	96.91	0	0	0	10,205.31
合計	9598.46	320.68	189.26	0	96.91	0	0	0	10,205.31

(単位：m²)

(4) 庁舎における延床面積の推移（試算）

2012 年の延床面積については、既に計画、着工されており、2012 年までに工事が完了する予定の建築物面積(計画値)を積み上げることで算定した。上記の条件に従って算定した場合、2012 年の総延床面積は 1990 年のそれと比較して 24%増加する結果となった。なお、2000 年の総延床面積の増加も、1990 年に比べて 24%であった。各年次の竣工年代別の面積推移を図 3.7 に示す。

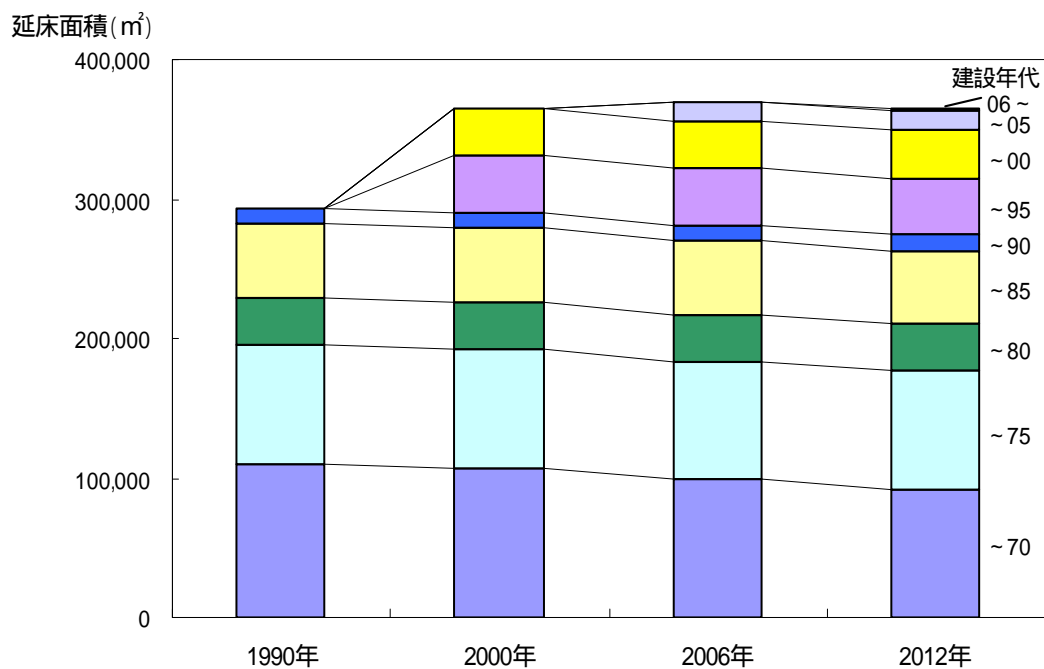


図 3.7 福島県の庁舎における総延床面積の推移（2012 年は想定による試算）

3.2.2 CO₂削減の可能性の検討

(1) 県内の庁舎におけるエネルギー消費量の推移予測

指針に示される様々な対策を講じた場合における、庁舎建築物における総エネルギー消費量の推移を、県内の庁舎の延床面積の推移（想定値）を基に、1990年から2012年までについて試算した。試算にあたっては、2006年以降に指針を適用した場合（「水準1」～「水準4」を適用）と適用しない場合（現行水準）それぞれについて、次の に示す仮定を基に試算を行った。

庁舎建築物における延床面積の構成を以下のように分類する。

以下の **A**～**D**の仮定に従って分類した各面積構成の推移を図 3.8 に示す。

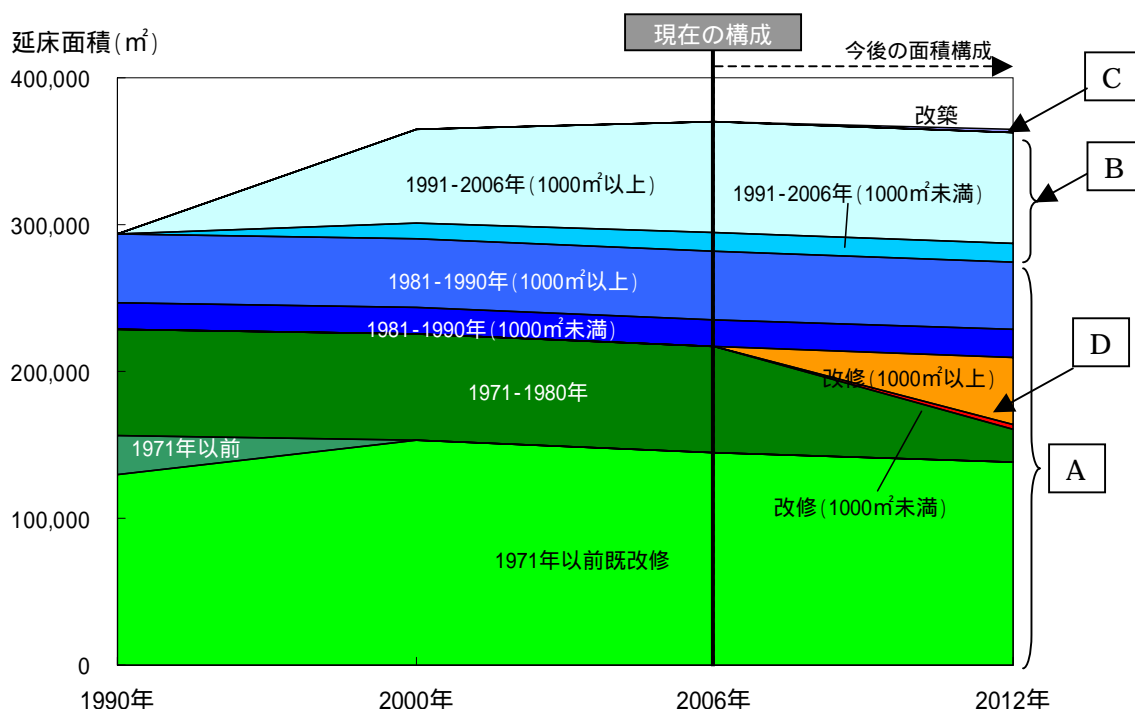


図 3.8 2012年までの既存面積、新築面積、改築面積、改修面積の推移（想定）

- A** 既存面積： 1990年以前に建設された庁舎の延床面積。
- B** 新築面積： 2005年までに庁舎の新設や、既存庁舎の老朽化に伴う建替えによって新築された庁舎面積。
- C** 改築面積： 既存庁舎の老朽化に伴う建替え（既存庁舎の取壊しを伴う新築）によって改築された庁舎面積。
- D** 改修面積： 既存庁舎の老朽化に伴う改修工事（既存校舎の取壊しを伴わない）が施された延床面積。2004年以前については改修工事の実績が面積データとして得られなかったため、既存面積の一部として試算している。今回の試算では、築30年以上の面積については、2012年までに全て改修がなされると想定した。ただし、1971年（昭和46年）以前に建設された庁舎の床面積と2012年以降の10年間（2022年まで）に取壊されると想定される面積は改修面積から除いた。なお、この条件に基づく改修面積は、あくまで今後、環境共生型目的の改修対象となりうる面積を想定するものであり、既に機能回復等のために改修が済んでいる庁舎も含んでいる。

分類された対象面積（より）ごとに延床面積あたり年間一次エネルギー消費量、CO₂排出量を設定する。各分類の各水準でのシミュレーション結果から単位面積あたりの一次エネルギー消費量原単位（表 3.12）、CO₂排出量原単位（表 3.13）を設定する。

- ・既存面積：評価ツールにより、1980年相当の施設整備（表 3.10）を行った場合の試算結果を適用した。
- ・新築面積：評価ツールにより、1990年相当の施設整備（表 3.10）を行った場合の試算結果を適用した。
- ・改修面積：2006年以降に改修される面積については、指針を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（水準1～4）について評価ツールにより組み合わせを設定し、試算を行った。
- ・改築面積：2006年以降に改築される面積については、指針を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（水準1～4）について評価ツールにより組み合わせを設定し、試算を行った。

表 3.12 各分類（新築、改修、既存）の単位面積あたり一次エネルギー消費量原単位（庁舎）

(単位: MJ/年m ²)		1990年	2005年	2006～2012年				
				現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存		886	886 ¹	886				
新築(建替及び、 新設校含む)	1000m ² >		1,028 ²	1,028				
	1000m ²		1,103 ²	1,103				
改築 ³	1000m ² >			985	931	909	902	728
	1000m ²			1,009	959	837	826	643
改修 ⁴	1000m ² >			1,081	985	931	897	803
	1000m ²			1,153	1,009	959	849	752
一次エネルギー 消費量 削減効果	対1990年 水準	1000m ² >	新築	4.2%減	9.5%減	11.6%減	12.3%減	29.2%減
			改修	22.0%増	11.2%増	5.1%増	1.2%増	9.4%減
		1000m ²	新築	8.5%減	13.1%減	24.1%減	25.1%減	41.7%減
			改修	30.1%増	13.9%増	8.2%増	4.2%減	15.1%減
	対現行水準	1000m ² >	新築		5.4%減	7.6%減	8.4%減	26.0%減
			改修		8.9%減	13.9%減	17.0%減	25.7%減
		1000m ²	新築		5.0%減	17.0%減	18.1%減	36.3%減
			改修		12.5%減	16.8%減	26.4%減	34.8%減

1：県内の庁舎建築物エネルギー消費量の実績値は、一部の施設の影響により平均的な数字の算定が難しいため、シミュレーションより算定した数値によって1990年以前に建設された庁舎のエネルギー消費量を想定している。主な建築・設備仕様は、表 3.10 に示される庁舎整備水準の1980年水準に概ね相当。

2：県内の庁舎建築物エネルギー消費量の実績では、一部の施設の影響により平均的な数字の算定が難しいため、シミュレーションより算定した数値によって、1990年以降に建設された庁舎のエネルギー消費量を想定している。主な建築・設備仕様は、表 3.10 に示される庁舎整備水準の1990年水準に概ね相当。

3：主な建築・設備仕様は、参考資料編表 3.33 に示される庁舎整備の各水準に相当する。

4：主な建築・設備仕様は、参考資料編表 3.34 に示される庁舎整備の各水準に相当する。

上記より、試算を行ったところ図 3.9 のような結果を得た。現行水準では 1990 年比 36.3% エネルギー消費量が増加するのに対して、水準 1 では 33.6% 増、水準 2 では 32.6% 増、水準 3 では 30.6% 増、水準 4 では 28.7% 増となることが示された。

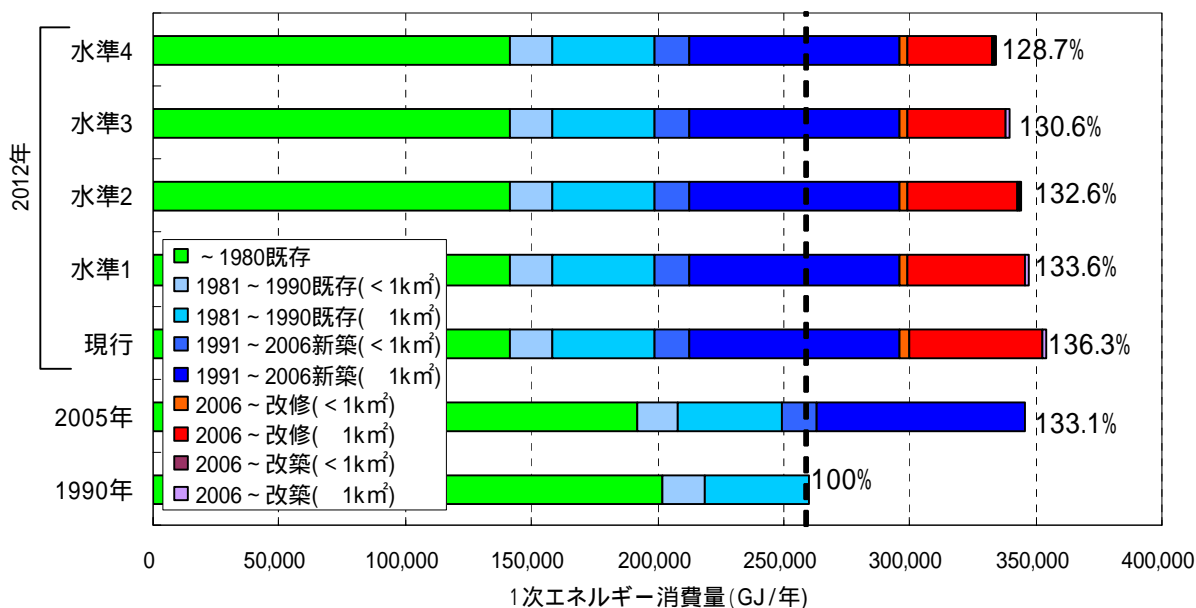


図 3.9 庁舎整備におけるエネルギー消費量の推移（試算）

(2) 庁舎におけるCO₂排出量の推移予測

県内の庁舎建築物の延床面積の推移（図 3.8）を基に、(1)と同様にして庁舎建築物整備におけるCO₂排出量の推移を、各水準について試算した。CO₂排出の起源は、建築物運用に伴う一次エネルギー消費とし、各水準でのCO₂排出量は、評価ツールにより試算した電力、燃料消費量にエネルギー種別毎のCO₂排出係数を乗じることから算出、設定した。試算にあたっては、以下のような想定のもと、CO₂排出量を算出した。

電力使用に伴うCO₂排出量原単位については、表 3.5 の通りとし、1990 年次の試算には 1990 年時点の原単位を利用し、現行仕様には 2005 年時点、2012 年時点の試算には全国電力事業者連合会の目標数値を用いて試算を行う。

延床面積あたり年間CO₂排出量を前述(1) で分類される対象面積ごとに設定する。各分類での単位面積あたりのCO₂排出量の値を表 3.13 に示す。

表 3.13 各分類（新築、改築、改修、既存）の単位面積あたりCO₂排出量（庁舎）

(単位:kg-CO ₂ /年m ²)		1990 年	2005 年	2006～2012 年				
				現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存		46.0 ²	44.1 ¹	41.1 ³				
新築(建替及び 新設校含む)	1000 m ² >		40.5 ¹	35.3 ³				
	1000 m ²		54.1 ¹	50.2 ³				
改築 ⁴	1000 m ² >			33.2	31.4	30.7	30.4	24.6
	1000 m ²			39.0	37.1	32.6	31.9	25.5
改修 ⁵	1000 m ² >			36.5	33.2	31.4	30.3	27.1
	1000 m ²			45.3	39.0	37.1	32.7	29.3
CO ₂ 排出量 削減効果	対1990年 水準	1000 m ² >	新築	5.9%減	11.0%減	13.1%減	13.9%減	30.3%減
			改修	11.2%減	19.2%減	23.6%減	26.3%減	34.1%減
		1000 m ²	新築	22.3%減	26.1%減	35.1%減	36.5%減	49.2%減
			改修	10.2%増	5.1%減	9.7%減	20.4%減	28.7%減
	対現行 水準	1000 m ² >	新築		5.4%減	7.5%減	8.4%減	25.9%減
			改修		9.0%減	14.0%減	17.0%減	25.8%減
		1000 m ²	新築		4.9%減	16.4%減	18.2%減	34.6%減
			改修		13.9%減	18.1%減	27.8%減	35.3%減

- 1: 2003年度CO₂排出量では、一部の施設の影響から平均値を捉えることが困難なため、評価ツールと代表施設の実績値の比較により、評価ツールの精度を検証した上で、1980年、1990年の建築・設備仕様によるCO₂排出量を算定した。主な建築設備仕様は、表3.10に示される庁舎整備水準の1980年水準に概ね相当。
- 2: 1と同様。電力のCO₂排出量原単位に1990年時の数値(0.424kg-CO₂/kWh)を利用した値。
- 3: 1と同様。電力のCO₂排出量原単位のみ2012年時の数値(0.339kg-CO₂/kWh)を利用した値。
- 4: 主な建築・設備仕様は、参考資料編表3.33に示される庁舎整備の各水準に相当する。電力のCO₂排出量原単位は2012年時の数値(0.339kg-CO₂/kWh)を利用した値。
- 5: 主な建築・設備仕様は、参考資料編表3.34に示される庁舎整備の各水準に相当する。電力のCO₂排出量原単位は2012年時の数値(0.339kg-CO₂/kWh)を利用した値。

上記より、試算を行った結果を図3.10に示す。現行水準では1990年比16.7%CO₂排出量が増加するのに対して、水準1では14.5%増、水準2では13.8%増、水準3では12.3%増、水準4では10.9%となる。

図3.5の学校の場合と比較して、庁舎からのCO₂排出量が小さくならないのは、学校の床面積が2005年時点で1990年比8%増であるのに対して、庁舎床面積の増加は24%増となっており、2005年時点の排出量の増加率が高いことに起因している。

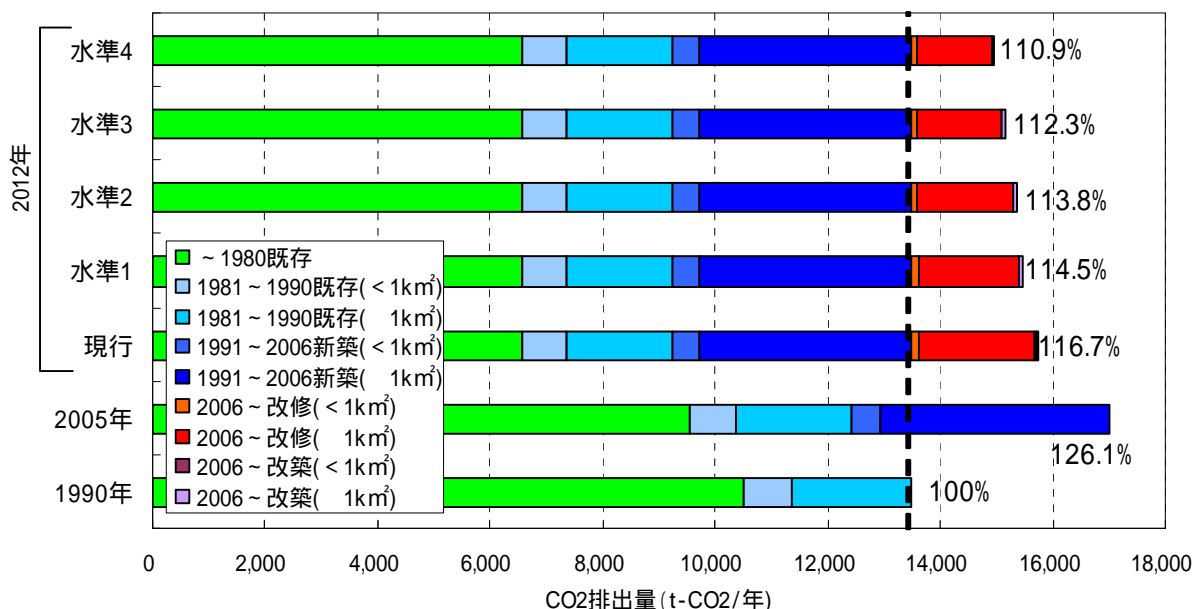


図 3.10 庁舎整備におけるCO₂排出量の推移（試算）

3.2.3 庁舎建築物整備におけるCO₂削減対策水準の検討

各水準におけるCO₂排出量の削減率と投資額の規模を比較した。試算にあたっては、参考資料編第3章で検討をおこなった各対策水準に相当する環境共生手法（参考資料編-表 3.33、表 3.34）とそれに応じた初期投資の増加分（参考資料編-表 3.35～表 3.38）を基に、各水準に相当する環境共生手法（仕様比較）と導入に伴う投資額を設定し、庁舎建築物全体の延床面積の推移より、2012年までの7年間における初期投資として表 3.15 のように算定した。合わせて同改築、改修対象面積のライフサイクルコストの7年間分を表 3.14 に示す。

この試算の結果では、表 3.15 に示すとおり、2006～2012年の間に整備される全ての建築物に水準2相当の対策を行ったとしても、福島県のCO₂排出量削減目標を達成できないことが示唆された。この場合の投資額の増加率はほぼ3%減と推定された。

なお、この試算では、試算条件としての改修対象面積に、既に機能回復等のための改修工事が済んでいる庁舎も含まれている。

表 3.14 庁舎の建築物整備に環境共生手法を導入した場合のライフサイクルコスト（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	ライフサイクルコスト (千円/7年)					削減率 (-は増加)
		新築 (改築+新設)		改修		合計	
		< 1k m ²	1k m ²	< 1k m ²	1k m ²		
現行水準	16.7%(7.4%減)	64,050	161,092	418,104	5,097,535	5,740,781	-
水準1	14.5%(9.2%減)	63,876	160,473	407,980	4,902,006	5,534,336	3.6%
水準2	13.8%(9.8%減)	63,938	159,718	406,832	4,883,765	5,514,252	3.9%
水準3	12.3%(11.0%減)	64,158	160,575	408,969	4,902,966	5,536,667	3.6%
水準4	10.9%(12.0%減)	66,609	166,421	437,923	5,242,183	5,913,135	-3.0%

表 3.15 庁舎の建築物整備に環境共生手法を導入した場合の投資額（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間投資額(千円)				増加 率	
		新築(改築+新設)		改修			合計
		<1k m ²	1k m ²	<1k m ²	1k m ²		
現行水準	16.7%(7.4%減)	131,481	328,199	234,215	2,841,742	3,535,638	-
水準1	14.5%(9.2%減)	131,568	328,345	228,721	2,726,537	3,415,170	-3%
水準2	13.8%(9.8%減)	131,917	329,508	229,407	2,729,280	3,420,113	-3%
水準3	12.3%(11.0%減)	132,790	332,417	238,222	2,871,915	3,575,345	5%
水準4	10.9%(12.0%減)	140,093	350,525	295,574	3,554,921	4,341,113	27%

環境共生手法の詳細は参考資料編表 3.33、表 3.34 に示す。

3.3 県有建築物全体におけるCO₂削減の可能性

3.3.1 県有建築物におけるエネルギー消費量の推移予測

3.1 及び 3.2 の結果を総合し、県有建築物整備におけるエネルギー消費量の推移を予測した。図 3.11 のように、現行水準のまま 2012 年まで整備を続けた場合、一次エネルギー消費量は 1990 年比 19.2%増加し、2005 年時点よりも総量が増加する。これは、元々暖房しか行われていなかったような既存庁舎の冷房整備が進み、空調エネルギー消費量が拡大することに最も原因があり、現行以上の水準での整備が室内環境の保持と環境負荷低減を両立する上で不可欠なことが示された。水準 4 までの努力を行った場合は、12.5%増加となり、2005 年時点よりも 5%程度総量で削減することができる。学校建築物は 1990 年時より総面積も増えておらず、エネルギー消費量の増加も少ないことから、庁舎建築物において今後より一層の努力が求められる。

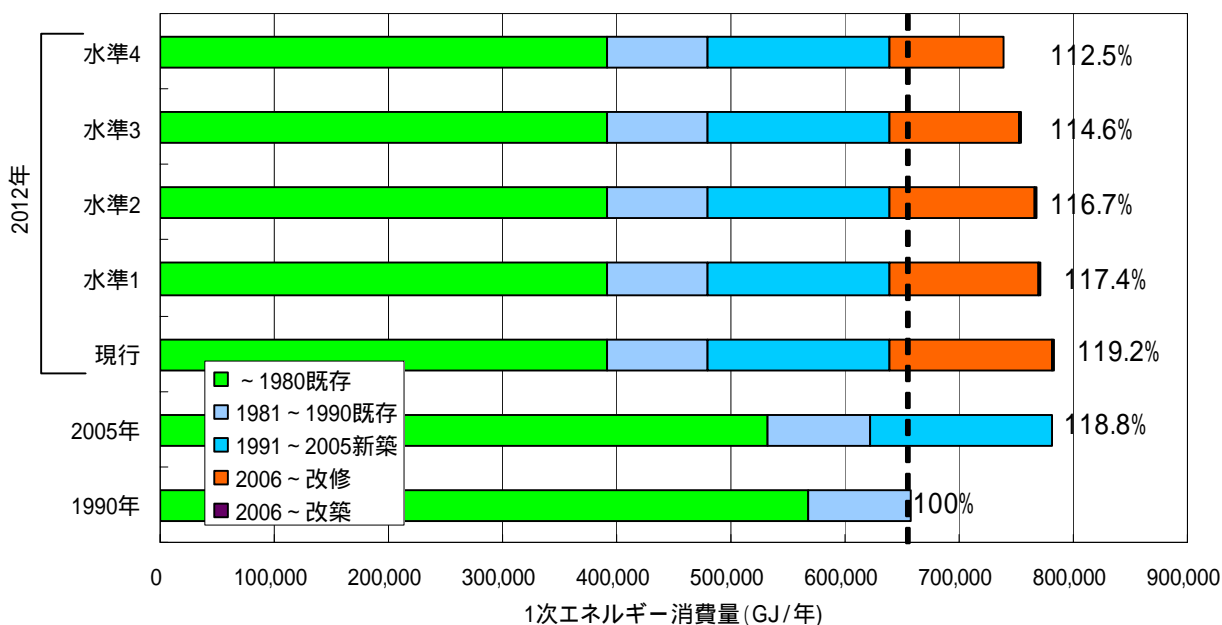


図 3.11 県有建築物のエネルギー消費量の推移（試算）

3.3.2 県有建築物におけるCO₂排出量の推移予測

3.3.1 節での検討と同条件にて試算を行った結果を図 3.12 に示す。エネルギー消費量と比べてCO₂排出量の 1990 年比に対する増加分は全体的に小さい傾向となる。これは、エネルギー消費は増えているが、燃料種別がA重油などからCO₂原単位の小さな灯油や電気へと移行していることが大きく影響している。現行水準のまま 2012 年まで整備を続けた場合の 1990 年比CO₂排出量の増加分は 4.8%であるのに対し、水準 1 で 3.2%増、水準 2 で 2.7%増、水準 3 で 0.8%増となり、水準 4 で 0.8%減となる。CO₂排出量については、将来の電力のCO₂排出係数の低減を見込んでいるが、京都議定書目標達成計画の民生業務部門の 2008～2012 年平均の増加目標値 15%は大きく下回ることが想定される。しかし、福島県における - 8%の目標を達成するためには県有施設以外の市町村、民間の建物計画を啓発していく先導的な役割が県には求められており、経済性も含めて効果の高い対策を推し進めていくことが重要と考えられる。

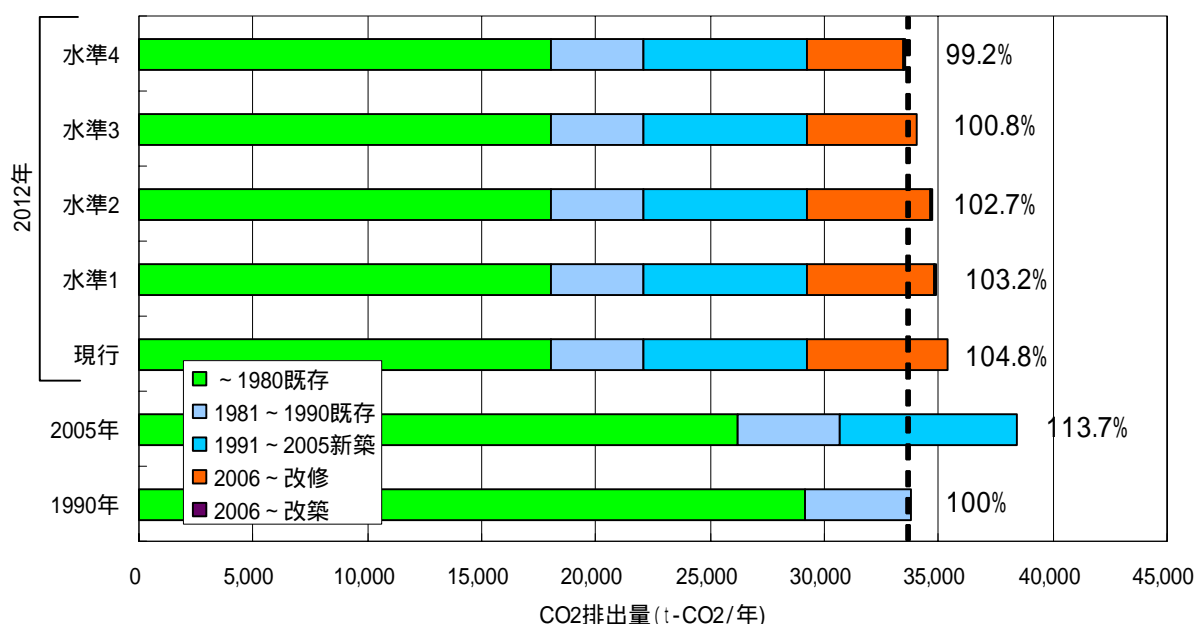


図 3.12 県有建築物のCO₂排出量の推移（試算）

3.3.3 県有建築物におけるCO₂削減対策水準の検討

各水準におけるCO₂排出量の削減率と投資額を表 3.17 に比較する。2012 年までに改築・改修の対象になる面積が県有施設全面積に比べて非常に小さいにも関わらず、2005 年時点と比較してCO₂ 排出量の大きな削減効果が得られ、水準 4 では 1990 年時点よりも排出量が少なくなる。

投資額も対策水準が上がるに従って大きくなる傾向にあるが、水準 2 程度の対策は、今後、県有建築物における必須の対策水準として捉えていくことが求められる。ライフサイクルコストで考えた場合、表 3.16 からわかるように、水準 1～水準 3 は現行水準での施設整備に比べ減少傾向となり、特に水準 2 で大きな効果が得られる。

表 3.16 県有建築物の整備に環境共生手法¹を導入した場合のライフサイクルコスト(試算)

水準	1990年時に対する 2012年時点でのCO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間分のライフサイクルコスト(千円)			削減率
		新築 (改築+新設)	改修	合計	
現行水準	4.8%増(7.8%減)	232,482	13,185,102	13,417,583	-
水準1	3.2%増(9.2%減)	231,689	12,976,476	13,208,166	1.6%
水準2	2.7%増(9.6%減)	230,993	12,948,171	13,179,164	1.8%
水準3	0.8%増(11.3%減)	232,143	13,184,985	13,417,127	0.0%
水準4	-0.8%減(12.8%減)	240,522	13,847,392	14,087,915	-5.0%

表 3.17 県有建築物の整備に環境共生手法¹を導入した場合の投資額(試算)

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間投資額(千円)			増加率
		新築 (改築+新設)	改修	合計	
現行水準	4.8%増(7.8%減)	485,689	11,132,428	11,618,117	-
水準1	3.2%増(9.2%減)	485,937	11,158,209	11,644,146	0.2%
水準2	2.7%増(9.6%減)	487,522	11,168,007	11,655,529	0.3%
水準3	0.8%増(11.3%減)	491,600	11,905,383	12,396,983	6.5%
水準4	-0.8%減(12.8%減)	517,276	13,505,522	14,022,797	20.3%

¹ 環境共生手法の詳細は参考資料編表 3.16、3.17、3.33、3.34 に示す。