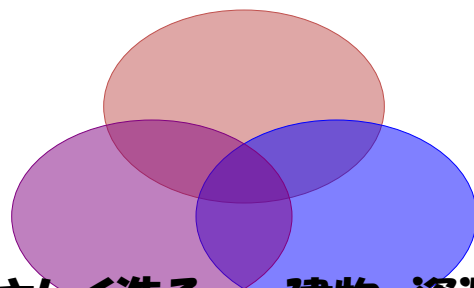


平成24年度 住宅・建築関連先端技術開発助成事業

サステナブル技術を活かした
枠組壁工法によるエコスクールの
標準システムの開発

施設・原理・仕組みを学習に資する



地球・地域・児童生徒にやさしく造る

建物・資源・エネルギーを賢く・永く使う
エコスクールのイメージ

昭和女子大学
三井ホーム株式会社

技術開発の内容

1.背景・目的

1)学校に求められる環境

- ・子供たちの学習の場
- ・家庭と地域社会, 国において最も重要な施設
- ・地域社会と連携した社会福祉、相互教育の場
- ・地域のコミュニケーションと日常活動支援の場
- ・平常は地域防災拠点, 災害時は地域避難所

学校に求められる環境

- ・人と地球環境と共存するために不可欠な省資源, 省エネルギーを教育的に具現化したモデルとしての環境整備が求められる。
- ・省エネと創エネの組み合わせにより, **ゼロエネルギー化を具現化する環境モデルとしての学校推進も求められる**

2)木造学校の現状の課題

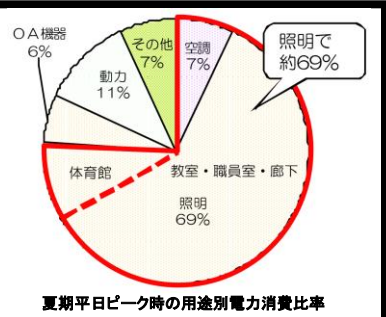
- ・非木造(RC造等)で建築されることが多い。
- ・木造採用例も実現件数として希少。
- ・木造学校とした場合
(利点)教育効果向上、地球環境に優しい
再生可能資材、国産材の活用、**CO2捕捉**
(課題)構造スパン限界、遮音性、耐火性など
コストはむしろ割高、**省エネルギー具体化**

学校の木造化の課題

- ・一般的なシステム建築手法の未確立
- ・性能的、コスト的に可能とする技術が未熟

学校のエネルギー消費削減の課題

- ・現状ピーク時の一次エネルギー消費の
※約69%を照明が占め, この消費削減が鍵
(※出典 資源エネルギー庁推計)



<目的>

- ・枠組壁工法による標準化された構造システム
- ・学校木造化の優位性活用と課題解決
- ・サステナブル資源・森林資源を有効利用
- ・建材のリサイクルエネルギーの縮減
⇒総合的なエネルギー縮減

- ・再生可能エネルギー利用技術の組込による学校環境改善と地域貢献
- ・サステナブルで総合的エコスクールの標準システム構築



- ・枠組壁工法の小径木材による加工部材構造システムに, 環境調整技術を盛り込んだシステムズ・ビルディング方式の確立によりスマート・エコスクールの実現

2.技術開発の概要

① 全体概要

木造エコスクールの実現

- ・ 桢組壁工法六面体構造にペリメータゾーンを計画配置
- ・ 構造躯体と環境装置を併用したペリメータシステム
- ・ 構造と造作・意匠を一体としたシステム構築

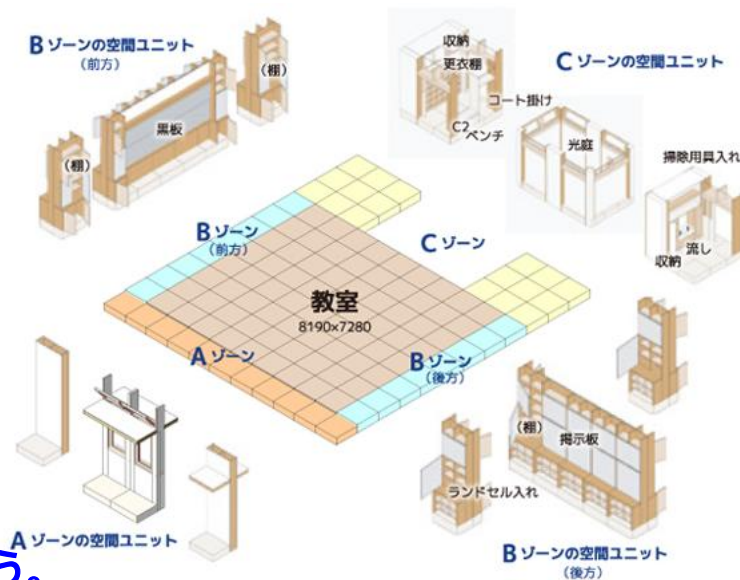
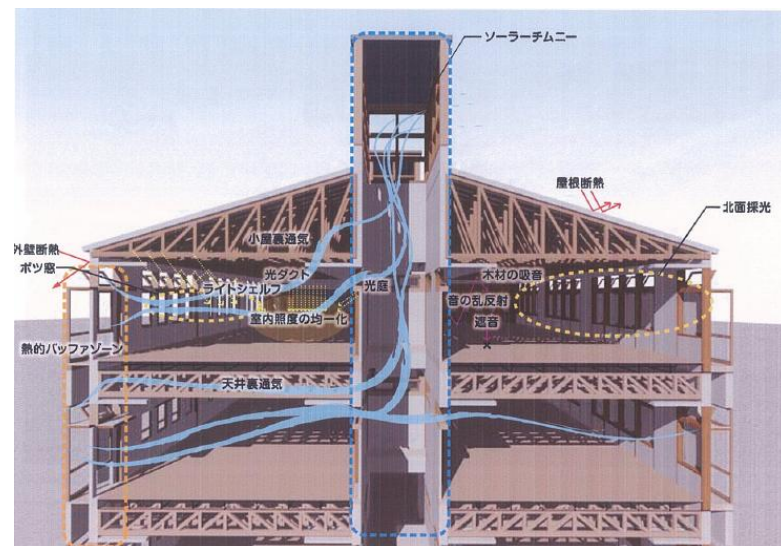
② 本助成に基づく技術開発の内容・位置づけ

- ・ 過大な労力と時間、コストをかけずに良質でエネルギー効率の高い学校建築システムを実現

・ 「外部壁」「内部壁」「床一天井」「屋根」「スペースユニット」「コア」をシステムズビルディングの各サブシステムとし、サブシステム間のインターフェイスの開発と設計を行う。
各サブシステムにはエコシステム・設備機器を組み込み、3次元のボリュームを与える。

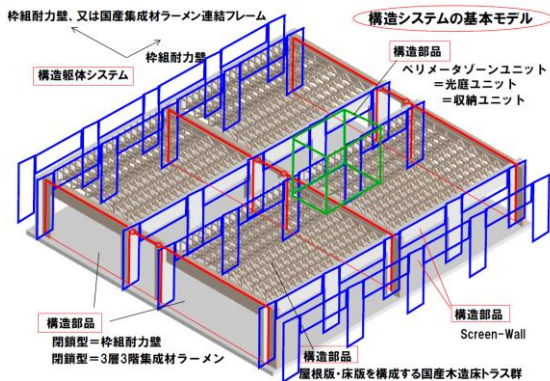
③ 当該技術に関する現状の技術開発の動向・到達点等

- ・ 桢組壁構造の応用技術の確立
- ・ エコスクール技術としての環境性能装置群の開発
- ・ 各サブシステムの開発・試作並びにその性能の検証を行う。



3.技術開発・実用化のプロセス

① 枠組壁工法大スパン 対応構造システム



■ 構造メインシステム

システムズ・ビルド

② 構造体とエコスクールに必要な性能の一体化

ペリメーター A ゾーン
教室と屋外の緩衝ゾーン
ライトシェルフ、外気冷房のための外気取入口、光ダクトへの自然光取入口、蓄熱壁などを配置し、パッシブなエネルギー利用を図ります。

ペリメーター C ゾーン
教室と廊下の緩衝ゾーン
光庭を設け、北側の自然採光と換気機能を取り入れます。廊下には、物品収納や手洗いなど教室に必要な機能を組み込み、オープン利用や更衣室、個別指導コーナーなどに利用できる工夫をします。

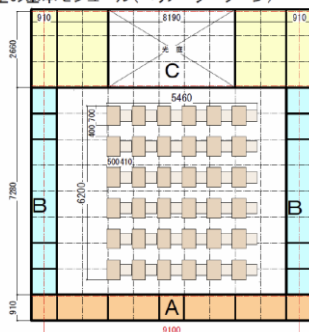
ペリメーター B ゾーン
教室と教室の緩衝ゾーン
黒板や掲示板、机などの木製家具ユニットを組み込んだ耐力壁の間仕切(固定)及び非耐力壁の間仕切(可変)を配置します。

■ ペリメータサブシステム

③ 合理的な標準モジュール

■ ペリメータを内包した教室モジュール

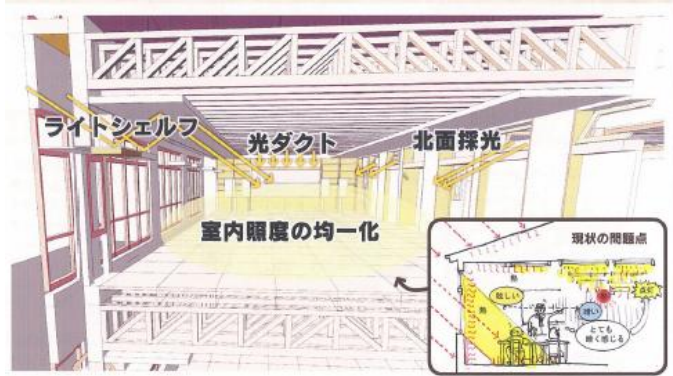
普通教室の基本モジュール(ペリメーターゾーン)



※35 人学級制は2011 年度の小学校1 年生より導入

机サイズ 700×500 (36席)

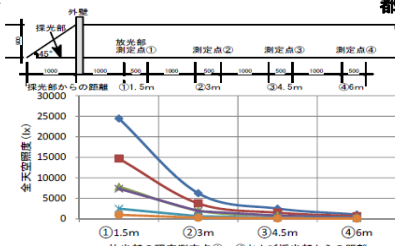
④ システムに組み込む環境調整技術



⑤ 実験による環境調整装置の効果検証

■ フルスケールによる環境調整機能の効果検証

・全天空照度と放光部各点の照度



・参考) 都立高の空調運転状況 (夏期, 冬期)

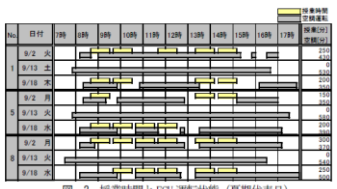


図-2 授業時間と FCI 運転状況 (夏期代表日)

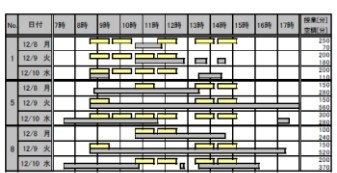
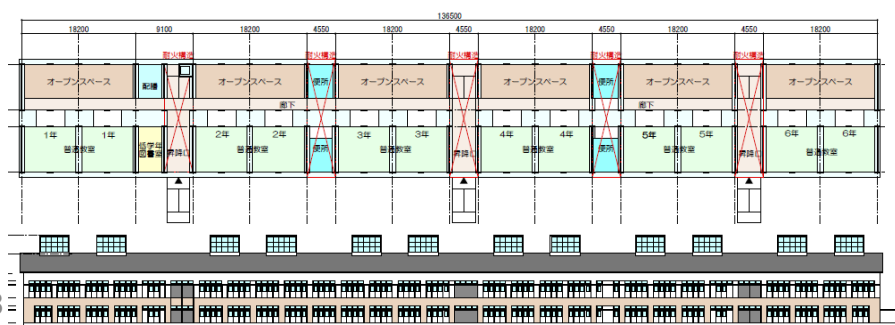


図-3 授業時間と FCI 運転状況 (冬期代表日)

⑥ 計画プロセスと全体イメージ

■ モデルプランと展開パターンの構築



審査基準に関する事項

1. 技術開発の必要性, 緊急性

■ 必要性・緊急性

(必要性)

・学校建築の木造化推進により建築構造による炭素固定化で, 他構造に比べ大幅な炭素放出低減に効果がある事は周知, 地球温暖化対策として早急に実現する必要がある。

・昼間人口/利用率≫夜間人口/利用率⇒エネルギーの有効利用として, 昼間電気消費量の低減は有効なピークカット。

(緊急性)

・大人の世界ばかりでなく, 明日の国土を支える子供達の教育環境見直し整備にこそ, 将来投資として最優先であり, 耐震・防耐火性能と合わせ, 緊急整備する必要に迫られている。



※緊急性の提言

・東日本大震災により, 国内で通年に十分な電力供給が期待できない状況

・学校のピーク時の一次エネルギー需要の※69%が照明という教育現場の実態

※…資源エネルギー庁の推計

・今夏, 学校教育環境(教室など)での節電・ピークカットが行われると, 温熱環境面で教室内居住環境の悪化が懸念される

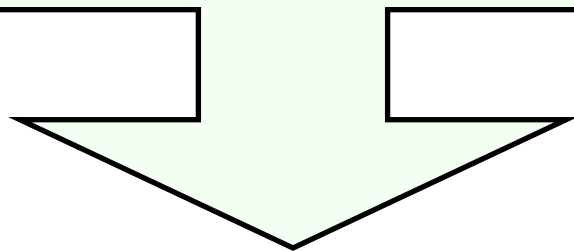
■先導技術

・低炭素社会の学校建築ゼロエネルギー化実現を延長線上に見据えて、「木造を用いた炭素固定化による学校建築エコスクール」は先導した技術といえる。

+

・本開発の特徴は、炭素固定化した躯体を用いて、自然エネルギーのパッシブ利用を行う技術を重視している点、施設系建築の環境設計の基本であるペリメータゾーンに着目している点であり、これまでの設計法と大きく異なる。

・屋根・壁・床の躯体六面に環境調整設備を組込むペリメータ設計を成し遂げようとする点は技術的先導する。このためには、大スパン構造を為し得る必要があり、六面体モノコック構造である枠組壁工法の得意分野である。

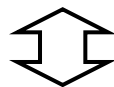


・自然エネルギー利用を可能な限り躯体側で行ったうえで、差し引き必要とされるエネルギーを、負荷の小さい高効率エネルギー設備を用いることで、新しい学校建築エコスクールの運営手法と、サスティナビリティ建築を提案する。

3. 技術開発の実現可能性

■実現可能性

- ・構造構法面では、本技術開発は、小径木材を用いる木造オープン工法である桝組壁工法による自然エネルギーのパッシブ利用技術であるため、構造体によるところが大である。
- ・また性能面では、桝組壁工法の構造・防耐火性能の高さは周知されており、大規模建築技術(トラス構造など)をフル活用できる技量を有した建設企業であれば、ハード面の実現性は高い。
- ・しかし併せて大規模木造学校建築に関するソフト面を併せ持つ組織との連携が必須であり、これらが国内に十分育っていない環境が課題である。本技術開発においては、これを産学連携で進めることにした。
- ・これらのハード面、ソフト面のノウハウ共有が行われた事で、本技術開発の実現可能性は極めて高い状態となった。



※但し、最大の課題が残されている。これは、実現するための開発技術の受け皿が準備されている事であり、それは公共建築・学校建築への参入手続き緩和であり、設計プロポーザルや指名入札制度に自由参画できる体制整備等である。

4. 実用化・製品化の見通し

■各実用化技術と見通し

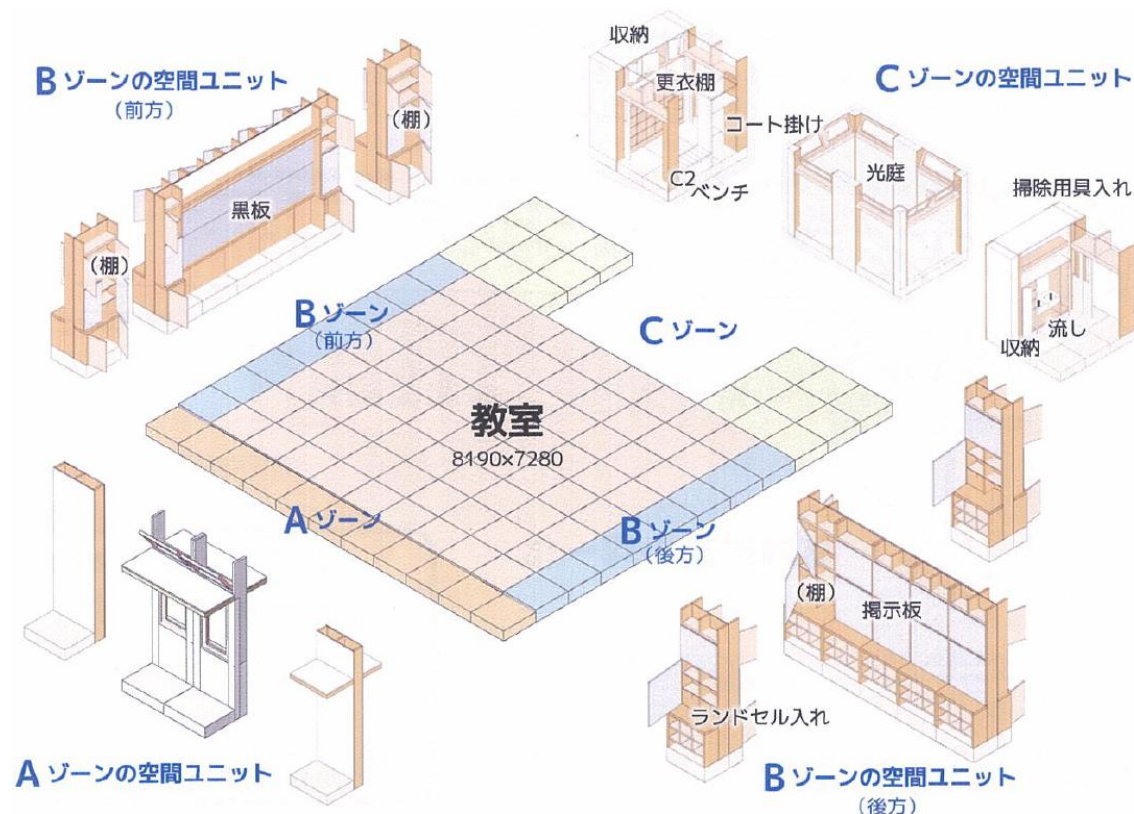
・ペリメータゾーン・サブシステム

・光ダクト内蔵床(トラスセット)



・エコスクール・プロトプラン

／展開パターン集



研究終了後のスケジュール

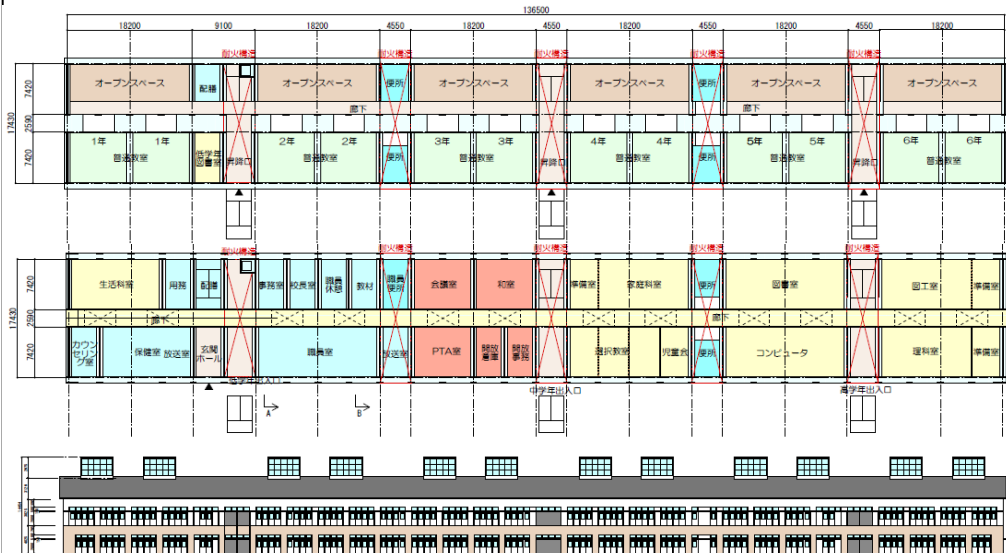
◎1年目 「(仮)枠組壁工法による学校建築推進会議」を組織(案.2x4協会内)

⇒設計計画, 施工効率, 生産調達, 管理運営の4タスクに作業分類して推進,
部品開発等の標準設計資料, 製造設備, 生産方式, 運搬, 施工組立技法ノウ
ハウ等を検討し, 学校建築システムズビルド開発を推進

◎2年目: 開発検証のためトライアル, 成果検証し「標準システム」に反映

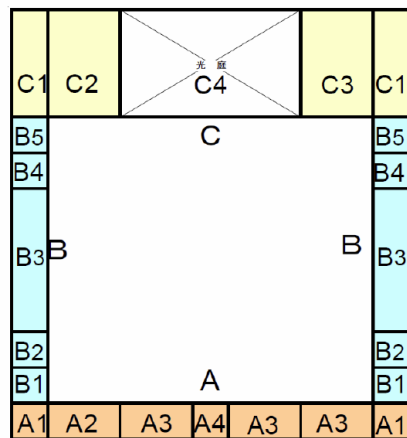
昨年度の技術開発成果

■モデルプラン 2階建て 12学級 準耐火構造仕様のケース



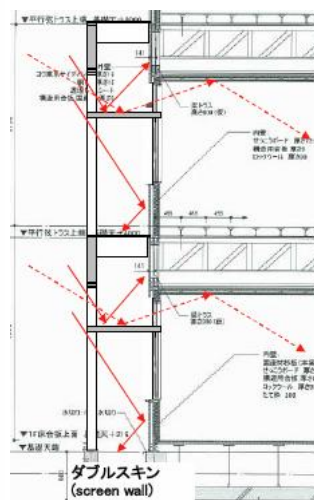
■ペリメータゾーン・サブシステム

普通教室の基本モジュール(ペリメータゾーン)



外壁に近い通常5~6メートル以内の外気に接する壁面部分をペリメータゾーンとよび、外気からの影響を受けやすい。室内部分で外気の影響を受けない室内中心部はインテリアゾーン。

環境調整技術+構造システム
：ダブルスキン (Screen WALL)

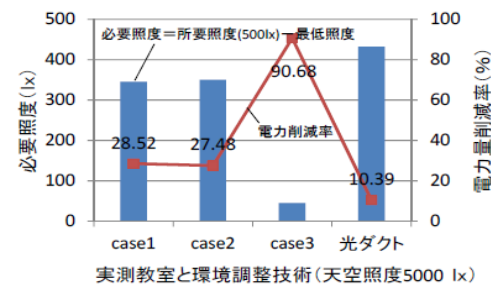


■エコスクール設計への反映

1. 北側の窓面積を大きく、南面の窓面積を小さくする
 - ・全天空光照度を取込み、教室内の均斉度が高く、照度分布が均一になり、人工照明の利用が減る
 - ・照明用エネルギーの削減に有効
 - ・南側の直射日光を抑えることで、熱的にも有利
2. トラス部分の光ダクトの導入
 - ・学校建築における照明用エネルギー削減
 - ・低照度の個所への導入の効果
 - ・高反射材のコスト、メンテナンスの検討
 - ・放光部のグレアに対する検討
 - ・光ダクトのほか、通風・換気ルートとしての利用の可能性
3. 南側緩衝空間
 - ・教室内への直射光の入射を防ぐことで、熱、光の両方に有効
 - ・教室との効果的な熱の授受
 - 夏期：緩衝空間の熱を外に排気、
 - 教室内へ暑い空気を入れない
 - 冬期：緩衝空間で暖まった空気を教室内へ送る

昼光利用による照明用エネルギー削減効果

- ・教室(平均照度500 lxの場合)の照明エネルギー量と昼光利用の比較



実測教室と環境調整技術(天空照度5000 lx)

消費電力削減量 $(E_n - E_m) / FUM * W$
 E_n : 必要照度(=500 lx)
 E_m : 各環境調整技術の教室最低照度(lx)
 F : ランプ光束(=3000lm), U : 照明率(=0.61)
 M : 昼間率(=0.72), W : 電力消費(=40W)

case1: 南側教室ベランダあり/中廊下型
 case2: 南側教室ベランダなし/北廊下型
 case3: 北側教室ベランダなし/中廊下型
 光ダクト: 教室中央の照度