

長寿命化
雪対策
環境設計
昼光利用
減築
防災機能
公共建築物

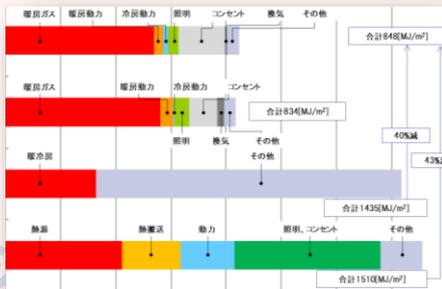
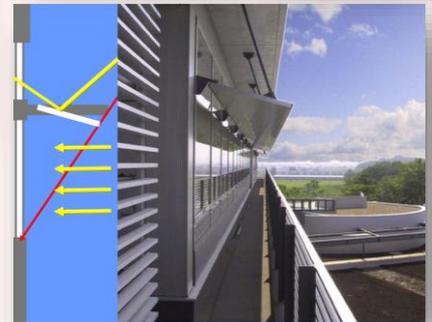
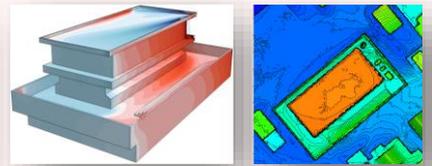
道総研建築研究本部北方建築総合研究所 令和元年度地域意見交換会

公共建築の整備・再編・運用

2020.2.18 13:00-17:00

道総研 建築研究本部北方建築総合研究所 (旭川市)

維持コスト
ライフサイクルコスト
省エネルギー
役場庁舎
耐震改修
施設集約再編
複合施設
コンバージョン
再生可能エネルギー
夜間換気
日射コントロール
津波避難ビル
避難誘導
断熱補強
複合施設
エネルギーマネジメント
地中熱ヒートポンプ
運用改善
施設稼働率
ECI
ストックマネジメント
省エネ改修
エネルギーコスト
デザインビルド



道総研 建築研究本部の支援

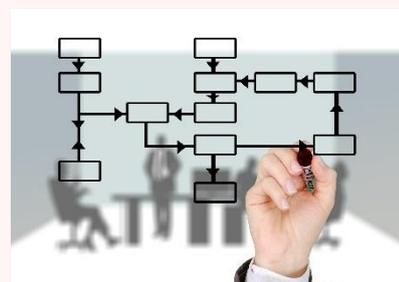
みなさまの公共建築の整備・再編・運用を道総研が技術面から支援させていただきます。
具体的な支援方法はさまざまですが、構想段階から整備後の運用改善までの段階別、制度別にご紹介いたします。



構想・基本計画策定

整備や再編する公共施設の用途や規模、備えるべき機能、複合施設化などを決めてゆく課程で、客観的な調査分析をおこなうことで根拠を固め、説得性の高い構想や計画とすることができます。

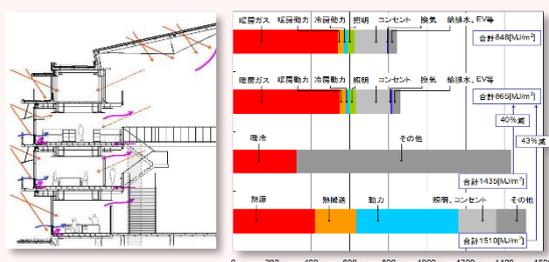
例えば、その地域や場所の災害ハザードや被害想定に基づく必要防災機能の検討、既存公共施設の費用対効果比較や、LCC（ライフサイクルコスト）の検討、自治体事業収支の見える化などがあります。



設計・施工

基本設計の早い段階から建築技術の実装を検討し配慮することで、より高効率・低運用コストな施設とすることができます。

例えば、建物の省エネルギーは、建築的な工夫と機械設備的な対応を組み合わせることでより性能が向上します。また雪対策も、より根本的・効果的な解決手法が選択でき、運用コストの低減につながります。



施設運用開始後

建築が設計どおりの性能を発揮するためには、供用開始後も継続的な調査やそれに基づく施設や設備の運用法の改善が重要です。

新築施設だけでなく、既存の建物も、調査や解析に基づいて改修を行うことで、省エネルギー性能の向上やランニングコスト低減のみならず、施設を使う方々の快適性の向上も図ることができます。

各種支援制度のご案内

■ 技術相談（無料）

相談はお電話・メール等にて随時で承っております。
お気軽にご相談ください。

- ・Tel 0166-66-4216（企画課直通）
- ・メールは当本部 HP に記入フォームがございます。

■ 検討委員会等への参加（実費 or 無料）

各種計画や構想策定のための委員会や有識者会議、設計者や施行者選定の際の審査委員、アドバイザーなど、技術的見地からの助言などを行っております。

■ 依頼試験（実費）

雪対策シミュレーション、室内環境測定、温熱環境シミュレーションなど、定型的方法やオーダーメイドの試験、試算、調査などを実施しています。

■ 課題対応型支援（実費）

依頼試験による調査試験結果を解析し、課題の解決提案を含めてのコンサルティングを行っております。

■（受託）研究（実費）

新たな技術的トライ、先進的取り組みなどがある場合は、受託研究として実施します。

また、重要な技術開発などの場合、道総研自らの研究として研究費を用意して実施することもあります。

I . 既存公共建築のマネジメント p.4

人口減少社会の進行の下、子育て支援や高齢者福祉など社会状況に応じた新たな公的サービスニーズへの対応が求められており、公共建築においても既存建築物の活用が課題です。当研究本部では、既存建築物を活用した公的サービスの供給事例を事例集をとしてまとめるとともに、建築物の現況や公的サービスニーズを基にしたマネジメント手法を紹介します。

II . アトリウムの環境設計技術 p.5

アトリウムは、明るく開放的な屋内広場となりますが、夏季にはガラス屋根からの日射によって暑くなります。また、冬季には暖かい空気が上昇し、冷たい空気が下に流れる気流が発生します。ここでは、旭川市に建つ“北海道立総合研究機構 建築研究本部”のアトリウムを事例に、アトリウムの夏の暑さと冬の寒さに関する環境設計技術を紹介します。

X . 災害に負けない防災庁舎づくり p.8

各種災害の避難拠点としての防災庁舎を災害に耐えられる構造・計画とすることは当然ですが、それ以上に住民の円滑な避難ができるように計画することが重要です。また、冬季に極低温になる北海道では、利用可能なエネルギーが限られる発災時であっても使用できる省エネな空調設備を検討する必要があります。

ここでは、神恵内村に建設中の“神恵内村新庁舎”を事例に、防災庁舎の設計事例を紹介します。

IX . 木質バイオマスによるエネルギー供給 p.9

木質バイオマスボイラは灯油ボイラ等と比べるとインシヤルコストが非常に高く、採算性を確保するためには、年間を通じて大きな熱需要のある宿泊施設等への導入や、複数の建物（建物群）にまとめて熱供給することが必要になります。

ここでは、木質バイオマスによるエネルギー供給方式に関する試算結果について紹介します。

設計・施工段階

VIII . 高断熱化技術 p.11

温熱環境確保やエネルギー削減のため、寒冷地の建築物にとって断熱性能の向上は重要です。断熱性能の向上には、対象建築物の構造等の特性、要求性能、費用や施工性を踏まえた、適切な断熱システムの提案が求められます。

ここでは、当研究本部がこれまで取り組んできた断熱システムの開発や道内建築物の設計支援について紹介します。

IX . 屋根雪・雪の吹きだまり対策 p.12

屋根から張り出した雪庇など屋根雪による問題は、落雪事故に繋がるため、計画時に対策を検討する必要があります。また風の強い地域ではアプローチや玄関に雪の吹きだまりが発生し、除雪作業など維持管理の負担が大きくなり、快適性も損なわれます。

ここでは、旭川市に建つ市営住宅“北彩都団地”を事例に、屋根雪対策と雪の吹きだまり対策のポイントを紹介します。

計画段階

Ⅲ．自然換気による冷房エネルギー削減 p.6

近年、北海道においても夏の気温が上昇しており、冷房使用量の増加や室内環境の悪化が懸念されています。今後も夏の気温は上昇することが予想されており、省エネおよび室内環境の向上に向けた対策が必要です。

ここでは、旭川市に建つ当研究本部の建物を事例に、自然エネルギーを利用した冷房エネルギー削減技術を紹介します。

Ⅳ．自然光を活用した光環境設計 p.7

自然光は再生可能エネルギーの1つであり、公共建築などでの利用の促進が望まれます。自然光照明では、窓などからの採光により快適な光環境を形成し、照明器具の点灯頻度を減らして節電を図ります。

ここでは、いくつかの事例を交えながら、自然光照明を行う建物の設計について紹介します。

Ⅶ．地場産木材の活用 p.10

建築分野における地場産木材の活用により、地域経済の活性化や循環型社会の形成等の効果が期待されます。しかし、公共建築物における地場産木材の活用には、流通やコスト上の課題が多いのが実情です。

ここでは、大樹町に建設される公営住宅を対象にした、地場産木材の活用により地域経済効果を向上させた設計支援の事例を紹介します。

施設運用段階

X．建築設備の運用改善 p.13

運用時において省エネルギーやランニングコストの削減を実現するためには、実際の運用状況に合わせて熱源機等の設定を調整するなどの運用改善を行う必要があります。

ここでは、中富良野町に建つ「ふれあいセンター なかまーる」で行った地中熱ヒートポンプの運用改善について紹介します。

II. アトリウムの環境設計技術

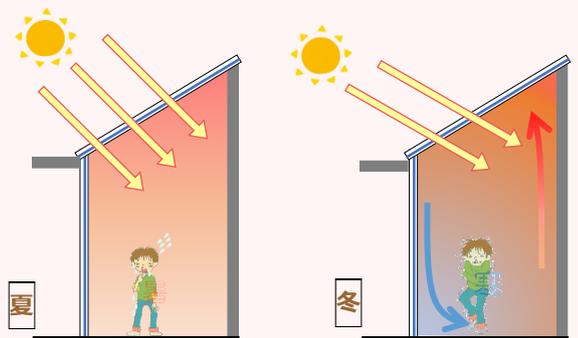
建物名 北海道立総合研究機構 建築研究本部
 立地 旭川市
 建物用途 研究所
 延床面積 832.5m² (アトリウムのみ)

建物階数 地上4階 (地下1階)
 建物高さ 20m
 構造 鉄骨造

ねらい

アトリウムは、明るく開放的な屋内広場となりますが、夏季にはガラス屋根からの日射によって暑くなります。また、冬季には暖かい空気が上昇し、冷たい空気が下に流れる気流が発生します。

ここでは、旭川市に建つ“北海道立総合研究機構 建築研究本部”のアトリウムを事例に、アトリウムの夏の暑さと冬の寒さに関する環境設計技術を紹介します。



Point 日射遮へいと排熱

夏はガラス屋根からの日射を遮へいすることで、暑さを抑えますが、すべて覆ってしまうと暗くなります。熱はアトリウム上部に溜まるので、暗くならない程度に遮蔽し、アトリウム上部に溜まった熱を排出する必要があります。

① 遮光布

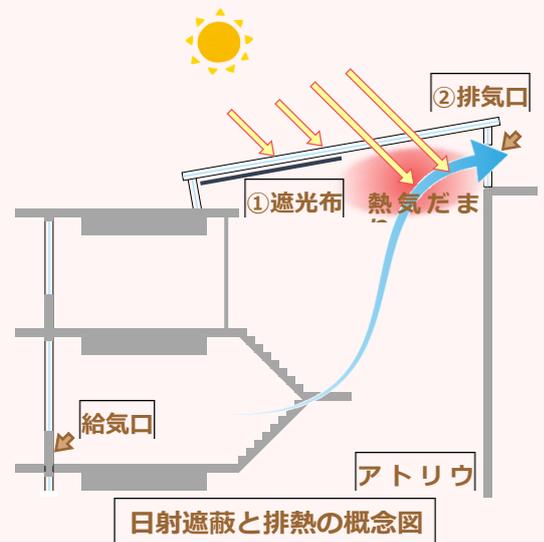


ガラス屋根からの日射を遮へいするロールカーテンです。夏季にはガラス屋根の傾きの下から半分を覆います。覆われていない半分のガラス屋根からの日射で明るさを確保しています。

② 排気口



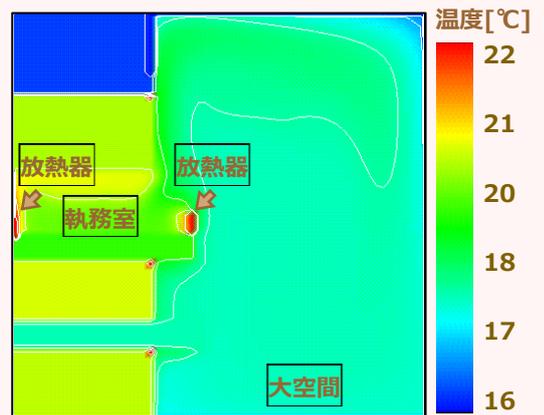
アトリウム上部に溜まった熱を排出するための排気開口です。ガラスの面積や方位によって室内に入ってくる日射量が違いますので、日射量に合わせた開口面積の設計が必要です。



日射遮蔽と排熱の概念図

Point 放熱器の位置と放熱容量の最適化

暖房の放熱器を、最適な位置に最適な放熱容量で配することで、冬季の人がいる空間の気流を抑え、また、快適な温度を確保します。



放熱器からの熱の流れと室温の解析

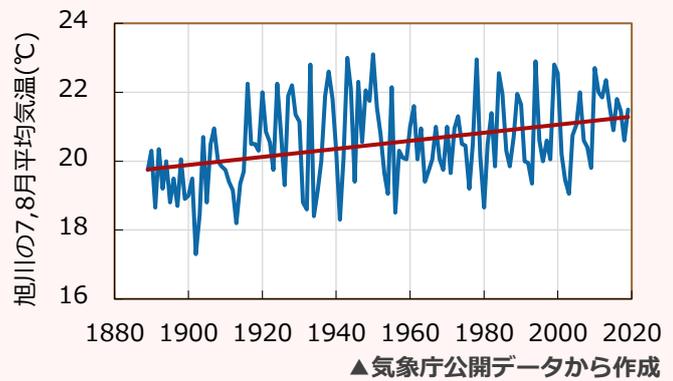
III. 自然換気による冷房エネルギー削減



ねらい

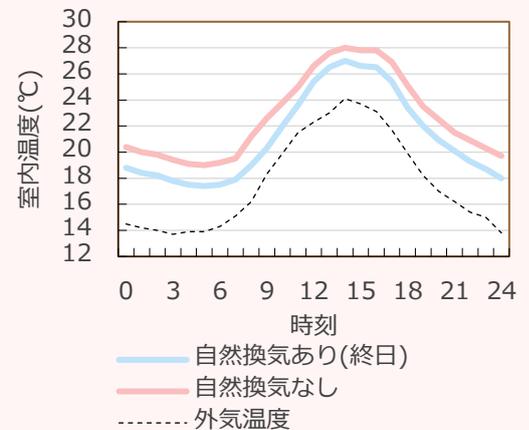
近年、北海道においても夏の気温が上昇しており、冷房使用量の増加や室内環境の悪化が懸念されています。今後も夏の気温は上昇することが予想されており、省エネおよび室内環境の向上に向けた対策が必要です。

ここでは、旭川市に建つ当研究本部の建物を事例に、自然エネルギーを利用した冷房エネルギー削減技術を紹介しません。



Point 自然換気口の面積・方位

自然換気は室内に外気を取り入れることで、初夏から初秋にかけて冷房使用量削減、室内環境の向上につながります。この建物では、自然換気を取り入れることで、室温を約 2°C下げることができています(右図)。このような効果を得るためには、自然換気量は少なすぎても、多すぎてもいけません。以下の点に注意する必要があります。

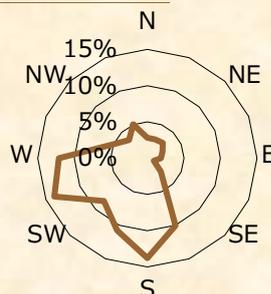


①換気口面積



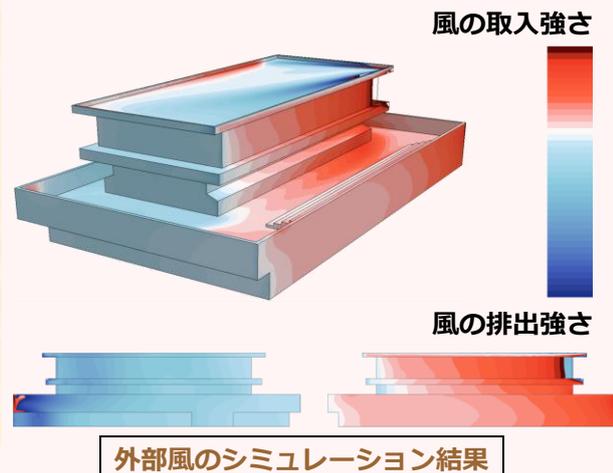
自然換気を取り入れるための開閉できる窓のことで、自然換気口面積が小さいと省エネにはならず、大きいと寒くなるなどの問題が発生します。**省エネと室内環境に配慮した面積設計**が重要です。また、網戸やルーバーなどを付属し、防犯性を高めることで、**夜間の自然換気**を取り入れることができ、室内の冷却効果も増加します。

②換気口方位



▲気象庁公開データ (旭川 2019)から作成

建物周辺の風向を観測し、**風上側と風下側に面した方位に設置**することが望ましいです。また、建物が複雑な場合、周辺に多数の建物がある場合などには**周辺の風の流れを詳細に検討**(右図)することで、より効果的に自然換気を取り入れることが可能になります。



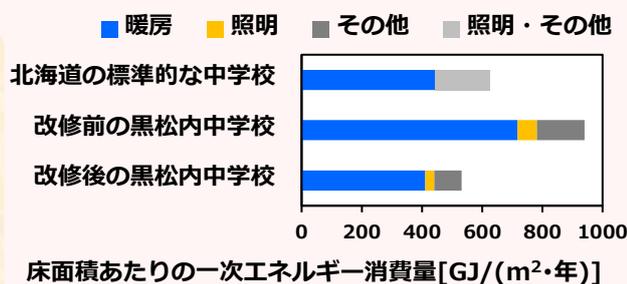
IV. 自然光を活用した光環境設計



ねらい

自然光は再生可能エネルギーの1つであり、公共建築などでの利用の促進が望まれます。自然光照明では、窓などからの採光により快適な光環境を形成し、照明器具の点灯頻度を減らして節電を図ります。

ここでは、いくつかの事例を交えながら、自然光照明を行う建物の設計について紹介します。



Point 用途を考慮した光環境設計

多くの教室や事務室では、窓のまぶしさへの対応としてカーテンなどを閉じるため、室内の暗さが増して照明器具の点灯頻度が多くなっています。採光を得るには、まぶしさの緩和が重要です。また、快適な明るさを形成するには、なるべく多くの日時に採光の量が適切になるようにすることと、室内の一部で生じる暗がりを低減することが重要です。

① まぶしさの緩和

まぶしさの緩和のためには、庇などの部材の設置が有効です。庇などの部材は、建設地の気候、窓の方位、部材の形状などで効果が異なるので、計算で効果を予測して設計します。

建築研究本部旭川庁舎
(設計：アトリエブंक)



② 採光の量の適切化

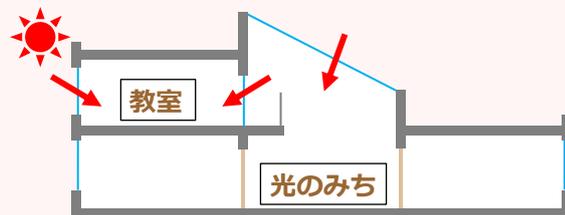
窓の設置面積の増減などにより採光の量を調節する方法があります。また、窓面積が小さい教室において、天井を低くすることで空間容積あたりの採光の量を増やした事例もあります(右上図)。建物や空間の特徴に応じた方法を検討します。



断熱性能向上のため改修で窓面積を縮小

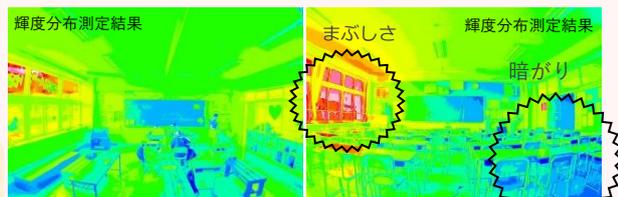
天井を低くした事例

黒松内小学校 (設計：アトリエアク)



③ 暗がりの低減

教室に対して廊下側からも採光し、窓から離れた席の暗がりを緩和した事例があります(右下図)。基本設計の段階であれば、この事例のように建物全体の断面や平面を工夫することが考えられます。また、暗がりに自然光が届くように、窓の設置位置や、透光性の間仕切り壁の設置など様々な方法を検討し、設計に反映します。



教室に対して廊下側からも採光した事例

一般的な教室

黒松内中学校 (設計：アトリエブंक)

V. 災害に負けない防災庁舎づくり

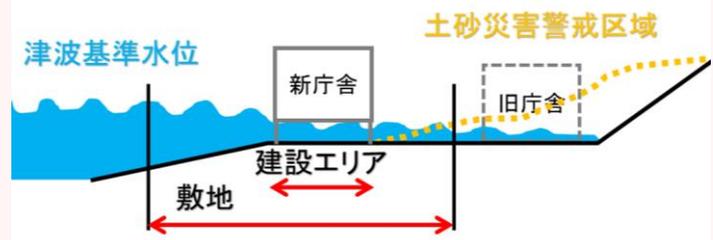
建物名 神恵内村役場庁舎
立地 神恵内村
建物用途 役場庁舎
延床面積 1,874m²

建物階数 地上4階
建物高さ 19.8m
構造 鉄骨造



ねらい

各種災害の避難拠点としての防災庁舎を災害に耐えられる構造・計画とすることは当然ですが、それ以上に住民の円滑な避難ができるように計画することが重要です。また、冬季に極低温になる北海道では、利用可能なエネルギーが限られる発災時であっても使用できる省エネな空調設備を検討する必要があります。ここでは、神恵内村に建設中の“神恵内村新庁舎”を事例に、防災庁舎の設計事例を紹介します。



神恵内村における災害と庁舎の関係のイメージ

Point 円滑な避難を促す工夫

1分1秒が生死を分ける津波災害においては、避難情報の迅速な入手、速やかな避難が望めます。多くの地方自治体では防災スピーカーを利用して避難情報を伝達しますが、確実な情報の伝達が可能であるか検討する必要があります。また、避難経路を人が滞留しないよう配慮し、スムーズな避難が可能な計画とすることが速やかな避難に繋がります。

① 防災スピーカー



特別な受信機がなくとも情報伝達が可能な防災スピーカーは、災害時に極めて重要な役割を担っています。一方で、建物配置や気象条件によっては聞こえなくなる危険性があります。本事例では、実大試験等を実施し、スピーカーの仕様を決定しました。

② 避難経路



一カ所の入口に避難者が殺到することで、滞留が生じてしまう可能性があります。そのため、地方自治体の避難計画と対応した避難経路の計画が必要です。本事例では、歩行速度を考慮した避難方向を検討し、複数方向からの避難者が滞留しない入口計画としました。

Point 発災時でも運用できる省エネルギーな空調設備

冬季の避難時であっても暖かさを確保する方法は重要です。本事例では、環境負荷低減と経済性の観点から地中熱ヒートポンプを採用しました。



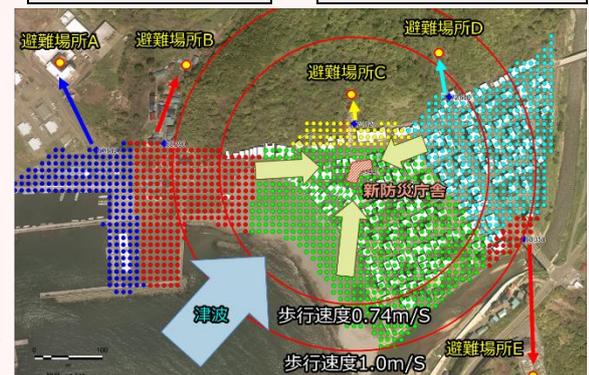
高所作業車を用いた防災スピーカーの実大試験



検討したスピーカー



気象と音の長期観測



歩行速度を考慮した避難方向の検討

VI. 木質バイオマスによるエネルギー供給



ねらい

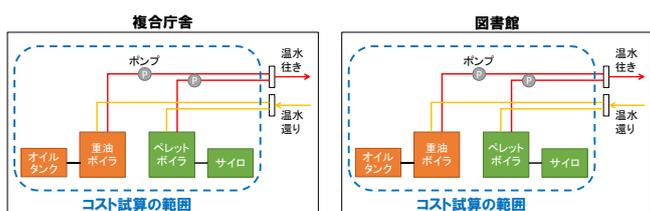
木質バイオマスボイラは灯油ボイラ等と比べるとインシヤルコストが非常に高く、採算性を確保するためには、年間を通じて大きな熱需要のある宿泊施設等への導入や、複数の建物（建物群）にまとめて熱供給することが必要になります。

ここでは、木質バイオマスによるエネルギー供給方式に関する試算結果について紹介します。

Point 経済性評価に基づくエネルギー供給方式の選択

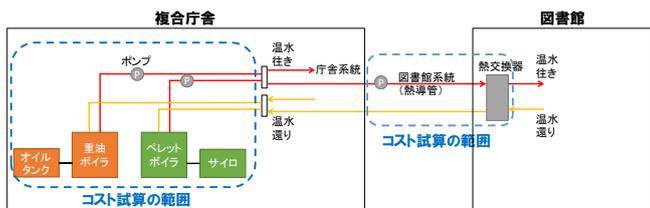
木質バイオマスボイラは CO₂ 排出量の削減には効果的ですが、導入に当たっては、インシヤルコスト及びランニングコストのみならず、ライフサイクルコスト (LCC) を考慮したエネルギー供給方式の選択が重要です。

① 木質バイオマス熱源を対象とした個別方式とセンター方式の経済性評価



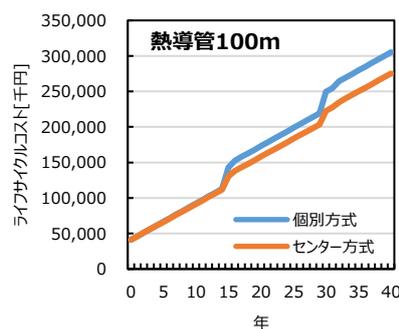
個別方式

(複合庁舎及び図書館にペレットボイラと重油ボイラを設置)



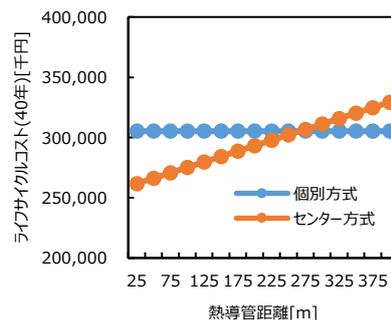
センター方式

(複合庁舎のボイラの余力を活用して図書館に熱導管で熱供給)



■ LCC

木質バイオマスボイラはインシヤルコストが非常に高いため、センター方式(熱導管による熱供給)の方が LCC でメリットがある可能性があります。



■ LCC(40年)と熱導管距離の関係

熱導管の距離が短いとセンター方式でメリットがあり、距離が長くなると個別方式でメリットがあります。経済性評価に基づき、個別方式とセンター方式を選択することが重要です。

<条件> 面積：複合庁舎 3,200 m²、図書館 800 m²
 熱源機 個別方式 複合庁舎：ペレットボイラ 232kW、重油ボイラ 186kW
 図書館：ペレットボイラ 116kW、重油ボイラ 116kW
 センター方式 複合庁舎：ペレットボイラ 232kW、重油ボイラ 186kW
 熱導管からの熱ロス：20%、補助金は使用しない

VII. 地場産木材の活用

建物名 大樹町寿町団地
 立地 大樹町
 建物用途 公営住宅
 延床面積 288 m² (4戸)×2棟

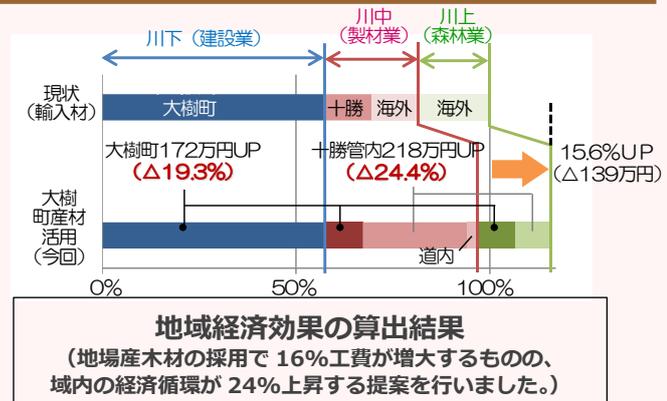
建物階数 平屋
 建物高さ 3.7m
 構造 木造



ねらい

建築分野における地場産木材の活用により、地域経済の活性化や循環型社会の形成等の効果が期待されます。しかし、公共建築物における地場産木材の活用には、流通やコスト上の課題が多いのが実情です。

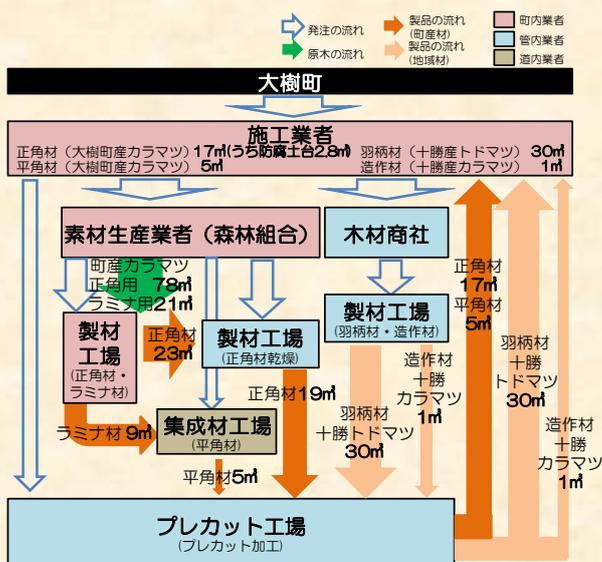
ここでは、大樹町に建設される公営住宅を対象にした、地場産木材の活用により地域経済効果を向上させた（イメージを右図）設計支援の事例を紹介します。



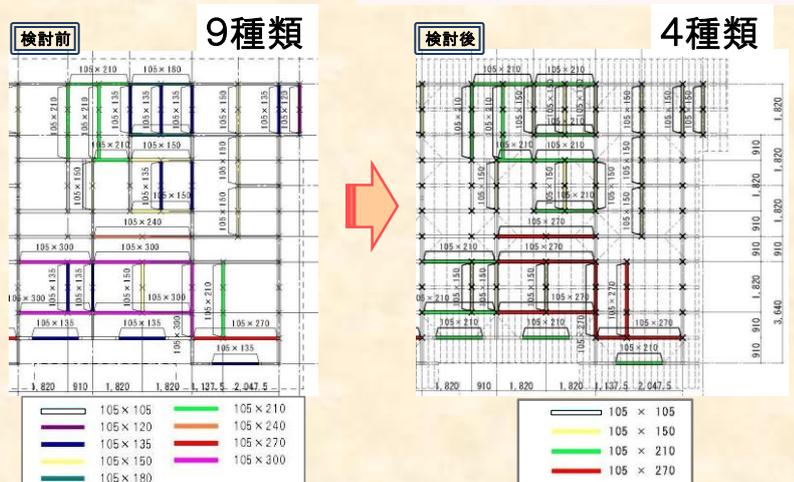
Point 流通・加工ルート確立、梁材寸法の種類の集約化

森林資源や製材の生産体制等は市町村によって異なります。そうした現状を踏まえ、可能な限り市町村内、振興局管内もしくは道内の森林資源、生産体制等を活用した流通・加工ルートを確認し、工事費と地域経済効果のバランスの取れた設計を検討する必要があります。

① 流通・加工ルート確立



② 梁材寸法の種類の集約化



梁材寸法の種類が多いことで、小ロットとなり製材工場の在庫負担が大きく、生産や流通の効率が低下します。そこで設計を合理化し、梁材の断面寸法の種類が少なくする提案を行いました。



心持ち正角材による径が細い原木の活用

VIII. 高断熱化技術

ねらい

温熱環境確保やエネルギー削減のため、寒冷地の建築物にとって断熱性能の向上は重要です。断熱性能の向上には、対象建築物の構造等の特性、要求性能、費用や施工性を踏まえた、適切な断熱システムの提案が求められます。

ここでは、当研究本部がこれまで取り組んできた断熱システムの開発や道内建築物の設計支援について紹介します。

Point 機能と性能を備えた高断熱化技術

外断熱により断熱性能を確保する技術の一つとして外装一体型の鋼板外装外断熱システムがあります。既存建築物の断熱性能を大きく向上させる改修技術としては外断熱改修があります。また、新たな断熱技術の開発や個々の建築物の結露対策等においては、伝熱シミュレーション等の方法で課題解決をしていきます。

① 鋼板外装外断熱システム



ガルバリウム鋼板外装の外断熱システム
(帯広市の道営大空団地)

寒冷地の建物において熱橋対策は重要です。建物全体を外から断熱材で覆う外断熱工法は、熱橋を抑え、断熱性能の向上に有効です。

鋼板外装とボード状断熱材を一体とした本システムは、コスト削減、工期短縮にも有効です。また、外装と断熱材の間に通気層が形成されることで耐久性の確保が期待されます。

帯広市大空団地などの住宅や非住宅建築物で多くの事例があります。

② 外断熱改修



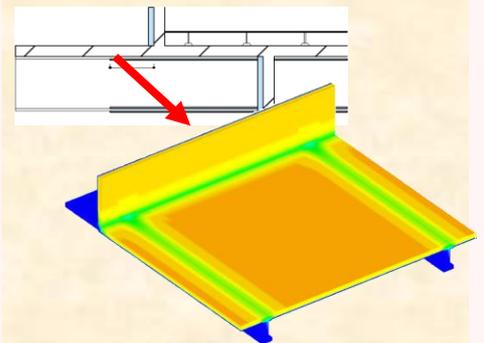
躯体全体を外断熱化する改修
(豊富町の町営住宅)

建設から年代が経過した公営住宅ストックを長く活用していくためには、防露や温熱環境確保のための断熱改修が望まれます。

断熱性能が不足していた豊富町営住宅では、既存躯体全体を外側から覆う外断熱改修と開口部の断熱改修、断熱性能を大きく向上させました。

既存状態によっては部分的な改修の方が合理的な場合もあるので、改修計画の策定にあたっては事前調査が重要です。

③ 伝熱シミュレーション



芽室町庁舎における伝熱シミュレーション

建物固有の結露や熱橋には、伝熱シミュレーション等の方法で最適な対策を検討していく必要があります。

芽室町庁舎では、鉄骨造のキャンチレバー部における温度分布を伝熱シミュレーションにより検討し、表面結露を防止するために必要な断熱補強の範囲を明らかにしました。

IX. 屋根雪・雪の吹きだまり対策

建物名 旭川市営北彩都団地
立地 旭川市
建物用途 公営住宅
延床面積 4,224m² (1号棟)、4,968 m² (2号棟)

建物階数 地上9階
建物高さ 27.8m
構造 鉄筋コンクリート造

ねらい

屋根から張り出した雪庇など屋根雪による問題は、落雪事故に繋がるため、計画時に対策を検討する必要があります。また風の強い地域ではアプローチや玄関に雪の吹きだまりが発生し、除雪作業など維持管理の負担が大きくなり、快適性も損なわれます。

ここでは、旭川市に建つ 市営住宅“北彩都団地”を事例に、屋根雪対策と雪の吹きだまり対策のポイントを紹介します。



屋根の雪庇



雪の吹きだまり

Point 建設地を考慮した雪対策

雪庇は屋根の風下側など雪が多く積もる位置に発生します。雪庇は降雪の度に大きくなるため、早めに除去する必要があります。雪庇が発生する位置に雪庇防止柵を設置し雪庇の張り出しを抑えるほか、落下が予想される位置に下屋や庇などを設ける必要があります。

① 雪庇防止柵



雪庇防止柵は屋根に積もる雪の深さに応じて高さを決める必要があります。格子状の雪庇防止柵は、風の通り抜けにより屋根の雪を減らし、雪庇が大きくなる前に除去する効果が期待できます。

② アプローチ



安全な建物へのアプローチを確保するには、雪庇が落下する可能性のある位置に下屋などを設けることが有効です。落下した雪の衝撃力に耐える強度、バウンドによる落雪を考慮した幅が必要です。



格子状の雪庇防止柵の仕様検討

Point 雪の吹きだまり対策

雪が吹きだまる位置は、風向、建物形状、配置によって変化するため、風洞実験により位置を予測した上で対策を検討することが有効です。



風洞実験による吹きだまり位置の予測

X. 建築設備の運用改善

建物名	ふれあいセンター なかまーる	建物階数	地上 2 階
立地	中富良野町	建物高さ	9.9m
建物用途	複合施設（役場執務室、図書館、デイサービス、保健センター、公民館）	構造	鉄筋コンクリート造
延床面積	3,687.92m ²		



ねらい

運用時において省エネルギーやランニングコストの削減を実現するためには、実際の運用状況に合わせて熱源機等の設定を調整するなどの運用改善を行う必要があります。

ここでは、中富良野町に建つ「ふれあいセンター なかまーる」で行った地中熱ヒートポンプの運用改善について紹介します。

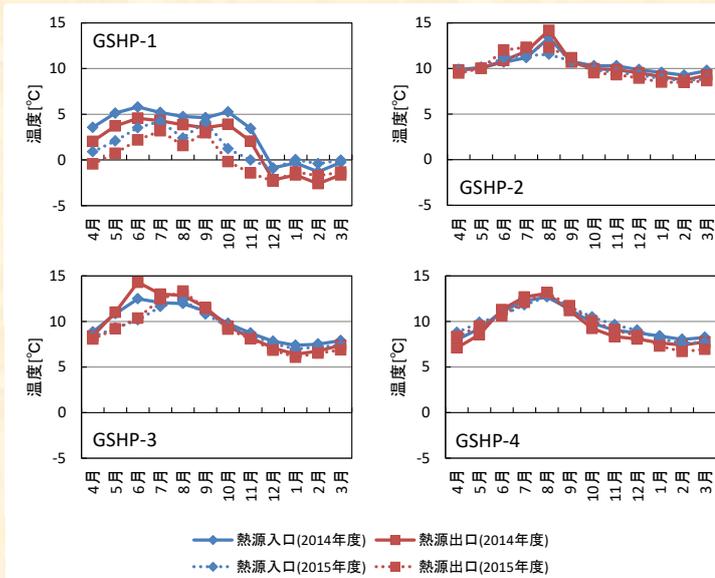


地中熱ヒートポンプ

Point 運用状況の把握

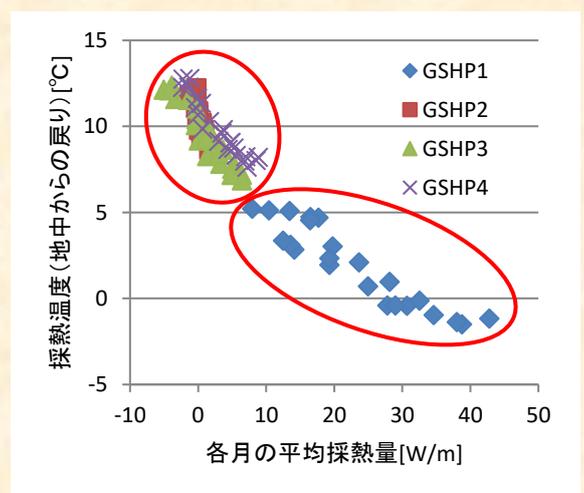
設計条件と運用条件は異なることがあり、設計条件での運用は無駄なエネルギーを消費する可能性があります。快適性を損なわず省エネルギーやランニングコストの削減を実現するには、実際の運用状況に合わせて熱源機等の設定を調整する必要があります。

①地中熱ヒートポンプの運転状況



採熱温度

採熱温度はヒートポンプの COP（成績係数）に影響を及ぼします。4 系統ある採熱管のうち、系統 1 の採熱温度が他の系統よりも低いことがわかりました。



採熱量と採熱温度の関係

系統 1 の採熱量が他の系統よりも大きく、ヒートポンプの運転に偏りがあることがわかりました。このため、採熱量が小さい系統 2 と系統 1 の採熱管を交換する提案を行い、改修工事が行われました。

□本資料の問い合わせ先□

地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部
企画調整部企画課

TEL 0166-66-4211（代表）

<http://www.hro.or.jp/list/building/index.html>

