

2章 地域の気候特性を考慮した復興住宅の環境設計

2.1 復興住宅の環境計画・設計の考え方

東日本大震災による被災者は、地震及び津波によって家族、住宅などこれまでの生活基礎を失い、今後新たに生活全体を作り上げていかなければならない、非常に厳しい状況におかれている。従って、復興住宅の計画においては、一般の新築住宅の場合を超える様々な配慮が必要となると考えられる。環境計画・設計の視点においても、以下のような東日本大震災特有の条件及び配慮事項があると考えられる。

津波及び原発事故によって生活環境が失われた沿岸部は、従来高齢者率が高い。東北の沿岸部は、内陸部に比べて外気温度の日較差は比較的小さいものの、冬期の寒さは、高齢者の脳血管疾患、心疾患、肺炎などによる死亡率を高めていることが知られており、断熱気密化及び暖房設備の整備による屋内の寒さによるヒートショックの防止が従来課題となっている。屋内の寒さは、身体能力の低下、家庭内事故の誘発、介護など屋内活動の障害など、様々な問題に関係している。安全や健康の維持の観点で様々なハンディーを背負っている被災者にとって、室内の寒さはより大きな問題となると考えるべきである。段差解消などのバリアフリー対策に加えて、室内の寒さを軽減することが基本となる。東北北部及び内陸部など冬期の寒さや日較差が厳しい地域等では、特に注視する必要がある。

1995年1月に発生した阪神淡路大震災においては、その後の復興にともなって新築された住宅に転居した直後から、居住者の目の痛みや様々な体調不良を伴う、シックハウス症候群が発生したことが知られている。その後の調査研究によって、復興に伴う住宅の居住者ばかりではなく一般住宅の居住者においても、建材などから揮発したホルムアルデヒド等の化学物質の影響によるシックハウス症候群が確認され、様々な対策が実施された。2003年の建築基準法改正など基本的な対策は実施され、シックハウス症候群の原因物質となる主な化学物質の室内濃度は、一般的に低下していると考えられる。しかし、化学物質過敏症の患者やその予備群については、その十分な対策に関する研究の途上である。したがって、阪神淡路大震災の被災者におけるシックハウス症候群発症の経験を踏まえて、東日本大震災の復興住宅に対しては、一般の新築住宅よりもより慎重な配慮が望まれる。

いうまでもなく、被災者の経済的な負担を最小限にしながら、生活の再建を実現することが基本である。従って、復興住宅の環境計画・設計において、初期費用を抑えることと運用費用を抑えることの双方を考慮することが必要である。高齢配慮やシックハウス対策等の基本性能に関しては、入居時に完備する必要があるが、例えば、夏期の暑さが比較的厳しい地域での冷房機器や、後から設置可能な太陽光発電などの自然エネルギー利用設備などを、建設時には省くことを想定する。

冬期の暖房エネルギー費削減のためには、熱損失係数：Q値を小さくすることが基本である。また、日射熱が得られやすい南側に窓を設けることも同様の効果を持つ。初期費用を抑えながら暖房エネルギー費削減を行うためには、熱損失が他の部位よりも大きい窓の面積を抑えると共に、窓を南側に集中させることが効果的となる。また、外壁、屋根・天井、床の合計面積を少なくした建物形状にすることも、材料費の削減と合わせて、暖房エネルギー費削減に関する効果を持つ。このように、間取りや建物形状などの基本的な計画における配慮も望まれる。

1章に示すように対象となる3県に渡る地域の気象条件は多様である。高齢者率の高さなど東日本大震災復興住宅特有の条件に対応するためにも、この地域の気象条件を踏まえる必要がある。例えば、沿岸部の強風対策や内陸部の雪対策などの特有の気象条件への対応が必要である。また、豊かな日射量を活かしたパッシブソーラーや太陽熱給湯などの導入など、地域に応じた計画設計の可能性も期待される。

東日本大震災の復興における目標の一つが環境持続型社会の構築である。その実現の重要な要素となる省エネルギーさらにはゼロエネルギー住宅の考え方を踏まえることが、東日本大震災復興住宅の計画には必要となる。住宅の省エネルギー基準や住生活に伴う炭酸ガス排出量を半減するための設計手法が示されている国土技術政策総合研究所・建築研究所監修準寒冷地版自立循環型住宅への設計ガイドライン(建築環境・省エネルギー機構発行 2012)、住宅の環境性能を総合的に評価するCASBEE新築-戸建、さらには住宅の建設、利用、廃棄までの炭酸ガス排出量を削減するLCCM住宅(ライフサイクルカーボンマイナス住宅)の考え方が基本となるが、復興住宅としての条件を踏まえると、以上を参考に、以下のように優先順位を考慮した計画が必要である。

図2.1に、省エネルギー手法とその効果の考え方を示す。断熱気密化による基本温熱性能の向上及びパッシブ手法の導入は、室内環境の向上をもたらす。寒冷な東北地域においては特に冬期の室内環境の向上が被災者の健康維持に貢献すると期待される。また、これらの省エネルギー手法は、暖冷房エネルギー消費削減につながり、さらにはエネルギー購入量及び炭酸ガス排出量の削減ももたらす。従って、これらの手法を基本とする必要がある。

この手法を十分に導入することで暖房エネルギー及び暖房負荷をほとんどゼロにした住宅が、暖房設備を有しない住宅：通称「無暖房住宅」である。スウェーデンのヨーテボリ2050プロジェクトによるハンスイック設計の「無暖房住宅」は広く知られているが、東北においても無暖房住宅に近い住宅の実績がある。エネルギー供給が停止した非常時に冬期の室内環境を維持する手段としても有効である。また冷房エネルギーについては、東北の比較的涼やかな外気を生かしたパッシブ手法によって無冷房とすることが、ほとんどの東日本大震災の被災地域において可能性があると考えられる。

省エネ型設備や省エネ型の照明・家電の導入は、室内環境の向上の要因になる場合があるが、基本的にはエネルギー消費削減を目的とするものである。もちろん、エネルギー購入量

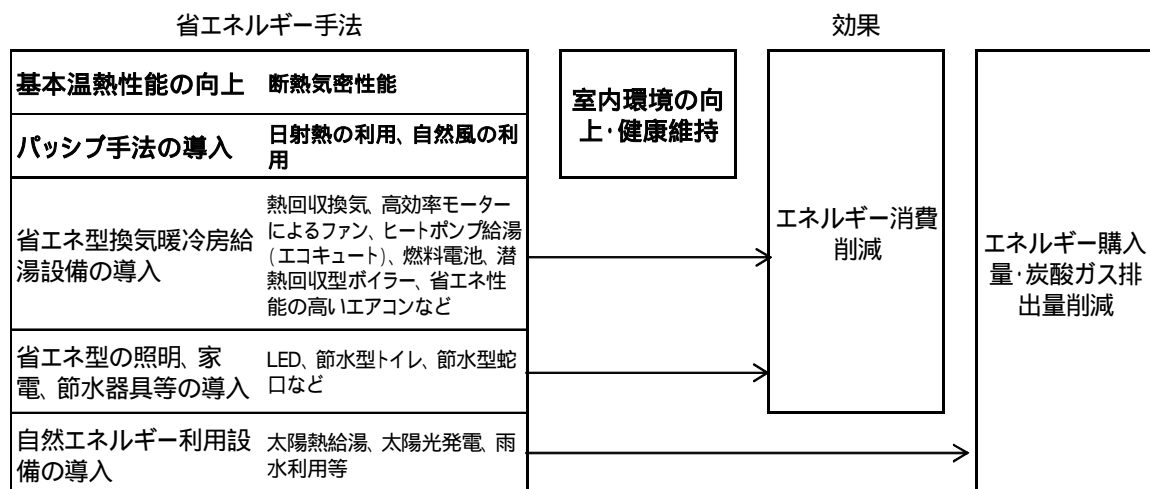


図 2.1 省エネルギー手法と効果の考え方

及び炭酸ガス排出量の削減ももたらす。家庭のエネルギー消費の中で、給湯や照明、家電などの占める割合は、図 2.2 に示すように大きい。従って、効率的な暖冷房設備による省エネルギーや効率的な給湯機器、換気の熱回収、省エネルギー性能が高い照明及び家電の利用も望まれる。これらの具体的な効果については、機器や家電のマニュアルに記載されているエネルギー効率や省エネ基準達成率のラベルを参照し、自立循環型住宅への設計ガイドラインや CASBEE 新築 戸建のマニュアルが参考になる。また本報告書の 3 章を参照されたい。

自然エネルギー利用設備の導入は、基本的にエネルギー消費削減を目的とするものである。もちろん、エネルギー購入量及び炭酸ガス排出量の削減ももたらす。太陽熱の利用については、暖房及び給湯に利用可能である。3 章に給湯に利用する場合について紹介されている。太陽光発電では、日中の発電による電力利用と売電、夜間の電力購入が実用化されており、発電パネルの面積を増やしても発電エネルギーを無駄にすることなく、電力収支をプラスにすることができる。この電力収支の差を他のエネルギー消費と相殺できるとすると、以下のような考え方ができる。すなわち、一次エネルギーベースで、エネルギー収支がゼロであれば、ゼロエネルギー住宅となり、ゼロ以上であれば、創エネルギー住宅となる。ゼロエネルギー住宅についても、3 章を参照されたい。

断熱気密化やパッシブ手法を基本としたゼロエネルギー住宅は、日常の経費が少なく、たとえエネルギー供給が停止した非常時においても、冬期の室内環境を維持しさらに日中を中心に常時に近い生活が可能となるなど、高齢者が多いとともに経済的な余裕が期待しづらい東日本大震災被災者の復興住宅の理想形になりうると考えられる。

2.2 環境計画・設計の流れ

以上を踏まえて、東日本大震災復興住宅の環境計画・設計の流れを以下に示す。地域の気候特性を考慮した復興住宅の環境計画・設計においては、居住者や敷地のコンテキスト（背景・経緯及び与条件）に対応した環境性能及び設備の計画、その効果予測に基づいた設計が必要となる。また、計画設計の各段階での居住者との合意形成や総合評価に基づくフィードバックも望まれる。

復興住宅では、被災者や建設地などに特有のコンテキスト（背景・経緯及び与条件）があ

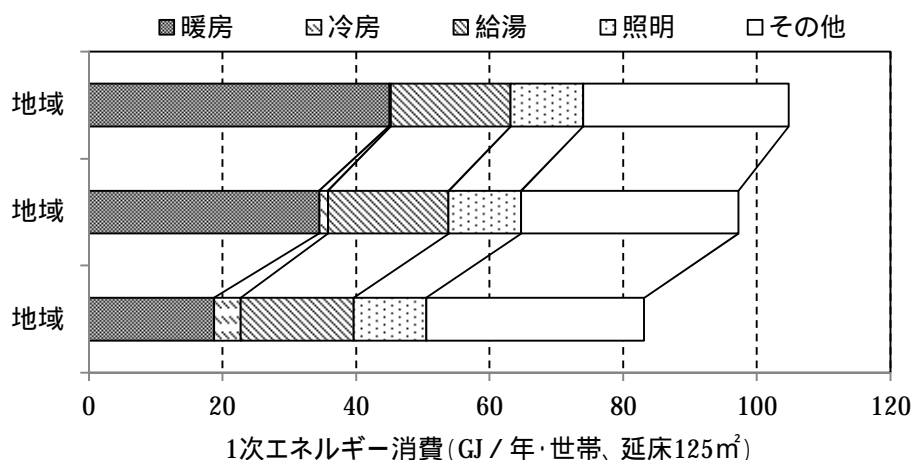


図 2.2 戸建住宅の標準消費エネルギー量 (NEDO 技術開発機構 H22)

ると考えられるが、それらを踏まえて個々の復興住宅で健康的で豊かな住生活を実現し、併せて炭酸ガス排出等による環境負荷を低減するための環境計画・設計を行うことが望まれる。

復興住宅の建設範囲は東北太平洋側が中心となるが、住宅の省エネルギー基準における地域区分では、地域から域に及ぶ可能性があると共に、同一地域においても、積雪強風などの特有の気候特性への対応が求められる場合、豊富な日射量や夏の外部風などの自然エネルギーの利用が期待される場合など、それぞれの復興住宅で詳細な地域適応が望まれる場合がある。

しかし、地域の気象条件への適応には、詳細な検討が必要となる場合があるため、これまでに自立循環型住宅への設計ガイドライン、CASBEE 戸建 新築など、実用的な設計及び評価の手法が提案されている。ここでは、実用的な環境計画・設計の進め方を示すことを目的とし、より基本的な要素から決定し、上記のような既往の設計評価手法の知見を使うこととした。図 2.3 に、環境計画・設計の各段階における基本方針の概要を示す。また、多様な手法を組み合わせるにあたって、典型的な組合せを提示することで、環境計画・設計の負担を軽減することを試みた。以下に環境計画・設計のための基本的な計画要素及び環境性能の総

<p>基本温熱性能</p> <p>寒冷地での居住者（被災者）の健康を重視し、次世代省エネルギー基準等級 4 を基本とし、等級 4 超を推奨する。</p> <p>東北の気象条件から気密性能にも配慮する。</p>
<p>パッシブ手法の利用</p> <p>自立循環型住宅の簡易設計評価手法を活用する。</p> <p>東北の太平洋側の冬の豊かな日射や夏の夜の涼しさを活かす。</p>
<p>換気暖冷房等の設備</p> <p>寒冷地での居住者（被災者）の健康のための暖房設備を重視する。</p> <p>被災者の居住する気密住宅としてのシックハウス対策を踏まえる。</p> <p>開放型燃焼器具（ファンヒーター等）を使用しない。</p>
<p>自然エネルギー利用設備</p> <p>太陽熱利用、太陽光発電等を将来効率的に導入できるように配慮（屋根形状、配管・配線等）する。</p>
<p>環境性能の総合評価</p> <p>居住者（被災者）の健康で豊かな生活のための居住性能（環境品質）を維持する。</p> <p>環境負荷（炭酸ガス排出量）の低減を目指す。</p> <p>CASBEE 戸建-新築、LCCM 住宅を参考にした評価を行う。</p> <p>省エネルギー性能評価、IBEC・住宅事業主判断基準算定 Web プログラム</p>

図 2.3 復興住宅の環境計画・設計の基本方針の概要

合評価について示す。

(1) 基本温熱性能計画

これまでに、住宅の省エネルギー基準では、暖冷房エネルギー消費削減の観点で、断熱気密性能及び日射遮蔽性能の必要性が示され、地域区分毎に熱損失係数 Q 値等による断熱性能の基準及び日射取得係数 μ 値の基準が規定されている。ここでは、寒冷な東北における居住者の健康維持を念頭に置き、基本温熱性能計画において平成 11 年の住宅の省エネルギー基準（次世代省エネルギー基準）等級 4 を基本とすることとした。断熱気密性能が冬期の室内環境形成の最大の要因であり、対象地域においてはその維持が不可欠であることを示す既往の研究等を踏まえた結果である。

(2) パッシブ手法計画

前述の通り復興住宅の対象地域は広範囲に及ぶが、主な太平洋側の地域は冬期の日射量が多く日射熱の利用（ダイレクトゲイン）が期待され、パッシブソーラーの設計技術の利用が望まれる。また、対象地域には、首都圏以南とは異なり夏期の夜間の外気温低下が望めると共に、夏期の卓越風が期待できる地域があり、自然風の利用（パッシブクーリング）が望まれる。このように、地域の気候特定に応じたパッシブ手法の効果的な適用が望まれる。

(3) 換気暖冷房等設備計画

換気は、2003 年のシックハウス対策のための建築基準法改正に規定されているように、不可欠の設計要素である。居住者の健康維持のために、使用する建材及び薬剤への配慮と併せて、適切な換気設計が必要である。常時換気に対する熱回収は、省エネルギー基準の熱損失係数： Q 値の計算で考慮されるが、寒冷な地域では暖房エネルギー消費削減に一定の効果を持っている。

暖房設備は、寒冷な地域における重要な設備である。暖房設備の種類は、断熱気密性能に次いで、暖房時の室内環境を左右する要因である。居住者の生活習慣や室の利用法等の条件の多様性に対応して、個別暖房と全室暖房の設備が考えられるが、屋内の寒さによるヒートショックや非暖房空間での結露が問題にならないことを念頭に設計する必要がある。

冷房については、パッシブ手法などで冷房の必要性を低めた上で、必要に応じて計画することが望まれる。また、全室を対象にすることがまれである実態を踏まえると、必要な場合に個別冷房設備を計画することになると考えられる。この他、給湯設備についても、使用量や地域の気象条件などに対応して計画する必要がある。

(4) 自然エネルギー利用設備計画

建物の基本温熱性能の向上やパッシブ手法の導入、節水や高効率機器・家電の利用等によって、エネルギー使用量が削減される。これらのエネルギーを自然エネルギー設備で賄うことで、エネルギー購入量を削減することができる。この削減は炭酸ガス排出量削減に資することになる。太陽熱は給湯や暖房等の熱源として、太陽光発電は多様な用途に利用できるほか、売電することができる。これらの利用により住宅のエネルギー収支をプラスすることも可能である。

(5) 環境性能の総合評価

以上の要素を踏まえた計画と、総合的な評価及び、必要に応じたフィードバックによる環境計画・設計が望まれる。環境性能の総合評価は専門知識を必要とする場合が多いが、次世代省エネルギー基準の解説、自立循環型住宅への設計ガイドライン、CASBEE 戸建 新築などの既往の知見を利用すると、比較的簡便に実施できる。この他、住宅の建設から居住、廃棄までの炭酸ガス排出量を削減する LCCM 住宅に関する知見も今後活用できる。

2.3 環境計画・設計の進め方

図 2.4 に環境計画の基本的な進め方を示す。居住者の与条件の把握では、高齢者やアレルギー患者などの環境設計の条件を確認することが必要である。敷地条件の把握・調査では、例えばパッシブ手法の適用では、敷地の日当たりや風通しの条件を確認しておくことが必要である。建築の基本計画では、規模や配置など環境設計に影響する様々な基本条件を確認する必要がある。前述のように環境計画として最も重要な基本温熱性能計画の後にパッシブ手法計画を行うことが基本となる。これらの計画に基づく暖冷房負荷に対応して、

換気暖冷房等設備計画を行うことになるが、自然エネルギー利用設備計画において太陽熱利用などで暖冷房機域の負荷が軽減される場合があるため、これらは並行して検討する必要がある。また、計画の総合評価によって、フィードバックする必要がある場合もある。

その後、実施設計、施工者選定を行う。施工では、防湿気密や断熱など、施工による効果のばらつきが発生しやすい工事では、施工者への環境性能確保についての周知と工事段階ごとの確認が望まれる。住まい方助言・メンテナンス等では、設備の使用方法などの従来の説明に加えて、常時換気設備の連続運転やフィルターの掃除の必要性、開放型暖房機を使用しないことなどの気密住宅に関する説明、窓の開閉などのパッシブ手法に関する住まい方の説明など、環境計画・設計に対応した住まい方・メンテナンスに関する説明を行う。また、室温の測定やエネルギー消費量の把握をすることで、環境計画・設計及び住まい方の効果を把握し、さらなる環境性能の向上や省エネルギー化に向けた対応の可能性を確認する。なお、エネルギー消費量は電気や灯油等のレシート等でも概要を把握することができる。「環境家計簿」の利用も一つの方法である。

居住者の与条件の把握
家族構成、健康状態等

敷地条件の把握・調査
気象条件、周囲環境：日照、騒音、防犯など、防災要件：津波、洪水、風雪など

建築の基本計画
規模、配置、間取、階数、構造等の計画

基本温熱性能計画
➤ 室内環境レベルの設定（居住者の健康状態などに応じた暖冷房時間・範囲、シックハウス対策等）

- 環境性能計画（断熱気密、防露、日射遮蔽等）の設定、熱負荷、設備容量の試算

パッシブ手法計画

- 日射熱の利用（ダイレクトゲイン）
- 自然風の利用（パッシブクーリング）
- その他

換気暖冷房等設備計画

- 換気設備（第3種レス換気システム、第一種換気システム、その他）
- 暖房設備（個別暖房（エアコン、FF式）、全室暖房（FF式、放射）、その他）
- 冷房設備（個別冷房（エアコン）、その他）

自然エネルギー利用設備計画

- 太陽熱利用設備
- 太陽光発電
- その他

計画の総合評価

- 居住者の要求条件（室内温熱環境、設備仕様など）、敷地の条件との整合
- 建築と設備の整合
- 概算（イニシャル、ランニング、補助制度の利用）
- 環境品質（居住性、安全性、健康性等）の評価^{2)・3)}
- 環境負荷（省エネルギー性能、炭酸ガス排出量等）の評価^{2)・3)}

実施設計

- 建築の基本計画、基本温熱性能計画、パッシブ手法計画に基づく仕様選定と納まり設計
- 換気暖冷房設備計画、自然エネルギー利用設備計画に基づく機器選定と納まり設計
- コストの概算と調整
- 確認申請

施工者選定

- 工事見積
- 施工者の施工能力確認
- 施工者選定
- 契約

施工

- 敷地の確認
- 施工者への環境性能確保についての周知

- 施工材料や機器等の確認
- 施工内容の確認
- 竣工検査・取扱説明・引渡

住まい方・メンテナンスに関する説明及び助言等

- 季節に応じた住まい方の助言
- メンテナンスの周期や視点の説明
- 災害時の対処法の説明
- 温熱・エネルギー等の性能検証

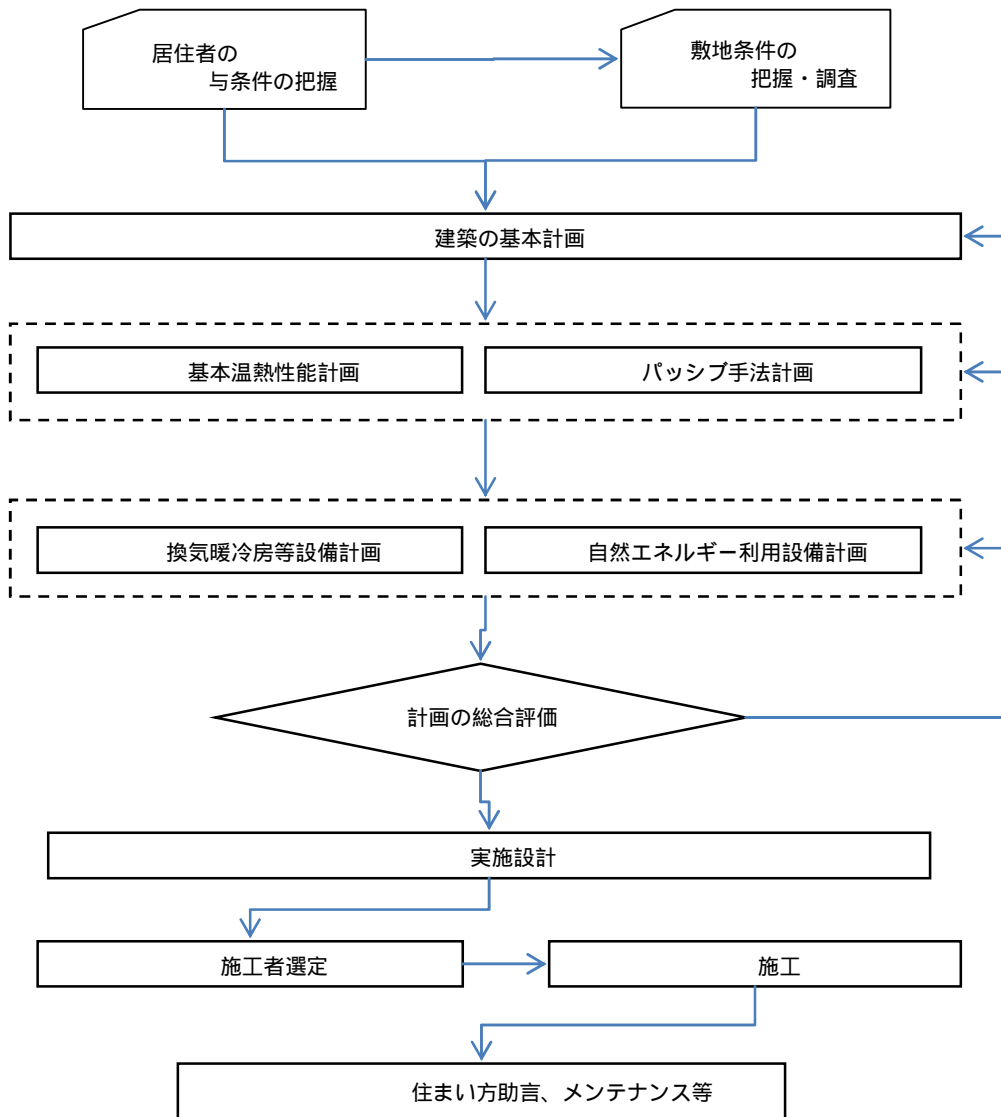


図 2.4 復興住宅の環境計画・設計の進め方

2.4 環境計画・設計の手法及び機器等の典型的組合せ

環境計画・設計においては、基本温熱性能、パンプ手法、換気暖冷房等設備、自然エネルギー利用設備などの手法及び機種・仕様の組合せに関する検討が必要になる。しかし、気象条件、個別の建物形状、居住者の構成や生活習慣に対する最適な組合せを求めるためには、環境工学の専門知識や経験を要する。ただし、自立循環型住宅への設計ガイドラインでは、比較的簡単な方法で計画を進めることができるため、参照することが望まれる。ここでは、住宅の省エネルギー基準と解説、自立循環型住宅への設計ガイドラインなどを参照しながら、より簡便に復興住宅の環境計画・設計が行えることを目指して、復興住宅における典型的な組合せを基本として、個別の条件や 1 章に示す詳細な気候特性及び「2.5 詳細地域区分に基づく配慮」に配慮して調整する方法をとることとする。表 2.1 に、気象条件に対応した典型的な手法の組合せ例を示す。地域区分毎に、基本となるレベルと推奨されるレベルとなる 2 つの組合せを示している。

(1) 基本温熱性能

次世代省エネルギー基準に準じて、3 つの地域ごとに「等級 4 超」及び「等級 4」とし、等級 4 の場合よりも等級 4 超の場合にその他の手法及び方式等を充実させている。省エネルギー等級の部分には、自立循環型住宅への設計ガイドラインにおけるレベルも記載している。熱損失係数：Q 値は、それぞれの省エネルギー等級に対応する値が示されている。等級 4 超については、省エネルギー基準において暖房度日が 1 ランク大きくなる地域の基準を採用している。すなわち、例えば 地域の等級 4 超の Q 値は、地域の等級 4 の Q 値に一致している。

また、夏期の冷房負荷削減のために求められている日射遮蔽に関する指標である夏期日射取得係数： μ 値も記載している。 μ 値は小さいほど日射遮蔽性能が高いことを示す。詳細は、住宅の省エネルギー基準と解説などに記載されている。ただし、この基準値を満たす日射遮蔽は比較的簡便であり、夏期の室内環境を快適にするためには、深い庇や緑化などによる日射の侵入防止や窓前環境の改善が望まれる。これらについても、自立循環型住宅への設計ガイドラインなどを参照されたい。

気密性能については、現在の省エネルギー基準においては規定されていないが、平成 11 年の次世代省エネルギー基準の解説書に記載された気密性能の目標値を記載している。記載の目標値は、漏気による熱損失の抑制と第 3 種換気システムにおいて給気口での逆流を防止することを条件に示された、寒冷地において目標とすべき住宅の気密性能である。なお、最低限必要な気密性能として、地域においては $2.0 \text{ c m}^2/\text{m}^2$ 以下、地域及び地域においては相当隙間面積が $5.0 \text{ c m}^2/\text{m}^2$ 以下とすることが前提であるが、気密性能は表 2.1 に示した値とする。

なお、断熱性能及び気密性能の確保については、3 章の「3.1 躯体性能の基本的考え方」を参照されたい。

表 2.1 環境計画・設計の手法及び機器等の典型的組合せ

地域区分		地域		地域		地域		参考文献及び解説	
		-4超	-4	-4超	-4	-4超	-4		
組合典型名称		-4超	-4	-4超	-4	-4超	-4		
基本 温熱 性能	省エネルギー等級	等級4超 (レベル2)	等級4 (レベル2)	等級4超 (レベル3)	等級4 (レベル2)	等級4超 (レベル3)	等級4 (レベル3)	住宅の省エネルギー基準と解説 (): 自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地) 参照 地域全館暖房の例では、暖房エネルギー削減率がレベル0に対してレベル2が50%程度、レベル3は60%と設定されている。	
	熱損失係数: Q 値(W/mK)	1.6	1.9	1.9	2.4	2.4	2.7	住宅の省エネルギー基準と解説	
	日射遮蔽 夏期日射取得係数: μ 値	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	住宅の省エネルギー基準と解説	
	気密性能(目標値) C 値 (cm ² /m ²)	A水準 1.2(0.3)	B水準 1.5(1.0)	A水準 1.4(0.5)	B水準 1.6(1.3)	A水準 1.5(0.8)	B水準 1.8(1.7)	相当隙間面積: C 値cm ² /m ² 、()内は風の影響が大きい場合 住宅の省エネルギー基準と解説 H11P322表11.6より、排気セントラル、温度差: 30()、25()、20()として利用。 A水準は、例えば排気セントラルの場合には給気口の逆流が無く、漏出による熱損失が100kcal/h(116W)以下など、B水準は、漏出による熱損失が200kcal/h(232W)W以下などの条件に基づいている。	
パッシブ 手法	冬期	日射熱の利用	レベル4	レベル1	レベル4	レベル1	レベル4	レベル1	自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地版) 参照 3.4 太陽熱の利用 開口部の断熱、開口部からの集熱、蓄熱の手法があり、一部でレベル1、'い地域、及び'る地域で、すべての利用でレベル4になる場合がある。
		暖房エネルギー削減	最大40%	5%	最大40%	5%	最大40%	5%	
	夏期	自然風の利用 (通風、排熱開口など)	レベル3	レベル1	レベル3	レベル1	レベル3	レベル1	自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地版) 参照 3.1 自然風の利用 通風経路の確保、卓越風向の配慮、高窓の利用の内、一部を利用するとレベル1、すべてを利用して周囲条件が良いとレベル3になる場合がある。
		冷房エネルギー削減	25%	7%	17%	4%	最大30%	10%以下	
換気 暖 冷房 等 設備	換気A	第3種換気システム		注1、注2		注1、注2		注1、注2	住宅の省エネルギー基準と解説 H11P322表11.6参照
	換気B	第1種換気システム (熱回収)		注3		注3		注3	自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地版) 参照
	暖房A	個別暖房 (エアコン・FF式)							次世代省エネラベル・自己評価、自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地版) 参照
	暖房B	全室暖房(FF式)							
	暖房C	全室暖房(放射)							
	冷房	個別冷房(エアコン)							
自然 エネルギー 利用 設備	太陽熱利用設備	レベル5	レベル0	レベル5	レベル0	レベル3	レベル0	自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地版) 参照 3.6 太陽熱給湯 ソーラーシステム採用、集熱面積、補助熱源との接続、循環ポンプの効率、屋内貯湯を、最大限利用すると、レベル5になる。レベル0は設置なしの場合。	
	給湯エネルギー削減率	50%以上	0%	50%以上	0%	30%以上	0%		
	太陽光発電設備	レベル2	レベル0	レベル2	レベル0	レベル2	レベル0	3.3 太陽光発電 発電面積、方位、傾斜角度、地域に応じて、発電量が想定される。レベル0は設置なしの場合。 左には、南側傾斜30度の場合を記載している。	
	発電量	31.6GJ 4kW盛岡	0	41.8GJ 4kW仙台	0	39.1GJ 4kW東京	0		
エネルギー消費量基準値 (一次エネルギー、延床125m ² の 木造住宅、4人家族の概算値)		104.8GJ		97.2GJ		83.1GJ		自立循環型住宅への設計ガイドライン(、 地域は準寒冷地版)、CASBEE新築-戸建「LRH1太陽光発電システム」参照	

注1: 熱回収を行わないために換気による熱損失が多く、その分外皮(床、外壁、屋根・天井及び開口部)からの熱損失を少なくするための断熱強化が必要となる。
 注2: シックハウス対策のための天井裏等への配慮が必要となる。
 注3: フィルターの定期的な清掃及びダクト等システムの維持交換が重要。

(2) パッシブ手法

パッシブ手法については、日射熱の利用及び自然風の利用について表に示すが、自立循環型住宅への設計ガイドラインにおけるレベルと暖房エネルギー削減率及び冷房エネルギー削減率を記している。等級 4 にはレベル 1 を組合せ、等級 4 超にはレベル 4 を組み合わせて、それぞれの効果を参考値として記載している。日射熱の利用は、南側の窓面積確保、蓄熱の配慮、日照時間によって、大きな効果が期待される。また、日射量が多い地域ではより有効である。住宅の省エネルギー基準及び自立循環型住宅への設計ガイドラインでは、1 月のパッシブソーラーポテンシャル PSP ($W/m^2 K$) * によって、以下のような地域区分がある。

い地域：日射量が少なく非常に寒い地域 ($0.0 < PSP < 3.5$)

ろ地域：日射量が少なく寒い地域 ($3.5 \leq PSP < 6.0$)

は地域：日射量が多く寒い地域 ($6.0 \leq PSP < 8.5$)

に地域：日射量が多い地域 ($8.5 \leq PSP < 11.0$)

ほ地域：日射量が多く暖かい地域 ($11.0 \leq PSP$)

なお、現在の住宅の省エネルギー基準では、「い地域」と「ろ地域」が新「い地域」、「は地域」が新「ろ地域」、「に地域」と「ほ地域」が新「は地域」となっている。1 章では、冬期間を通じた PSP が示されており、日射熱の有効利用が期待できる地域を見出すことができる。

自然風の利用については、い地域では大きな冷房エネルギー削減が期待されるが、ろ地域及びは地域では、レベル 3 でも 10% 未満の冷房エネルギー削減率となっている。真夏でも夜間には外気温度が低下するこれらの地域では、熱気の排出のための開口の設置など、冷房に依存しないパッシブ手法の導入が望まれる。なお、1 章では、夏の通風の駆動力の大きさによる通風ポテンシャル：CVP が示されており、自然風の利用の効果が得られやすい地域を見出すことができる。

これらの手法の設計法及び効果に関しては、3 章の「3.2 パッシブ手法」及び、自立循環型住宅への設計ガイドラインを参照されたい。なお、ろ地域とは地域については、同ガイドラインの準寒冷地版を参照されたい。

(3) 換気暖冷房等設備

換気設備は、シックハウス対策のための 2003 年建築基準法改正に基づく計画設計が必要となっている。以下に、シックハウス対策に係る規制の概要（国土交通省）を示す。

シックハウス対策の規制を受ける化学物質

クロルピリホス及びホルムアルデヒドが該当します。（令第 20 条の 5）

クロルピリホスに関する規制

居室を有する建築物には、クロルピリホスを添加した建築材料の使用が禁止されています。

（令第 20 条の 6）

ホルムアルデヒドに関する規制

内装の仕上げの制限：

居室の種類及び換気回数に応じて、内装の仕上げに使用するホルムアルデヒド発散建築

材料は面積制限を受けます。(令第20条の7)

換気設備の義務付け：

内装の仕上げ等にホルムアルデヒド発散建築材料を使用しない場合であっても、家具等からもホルムアルデヒドが発散されるため、居室を有する全ての建築物に機械換気設備の設置が原則義務付けられています。(令第20条の8)

天井裏等の制限：

天井裏等は、下地材をホルムアルデヒドの発散の少ない建築材料とするか、機械換気設備を天井裏等も換気できる構造とする必要があります。(平成15年国土交通省告示第274第1第三号)

以上 国土交通省 HP：<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sickhouse.html#shiryoku> より

表 2.1 では、常時換気設備として設置費が比較的低い第3種換気システム(換気A)及び、各室の換気量を制御しやすく熱回収が可能な第1種換気システム(換気B)を記している。前者では、室内が負圧になるため、天井裏等の内部空間内のホルムアルデヒドなどの空気汚染物質の発生量を抑える対応が必要になる。また、自然給気口から給気が行われるように、内外差圧を確保する必要があり、そのためにより高い気密性能が求められる。その目安としては、同表の気密性能(目標値)を参照されたい。また、導入外気による室内環境への影響を抑えるために、自然給気口を高い位置に設けたり、放熱器で冷気処理したりするなどの配慮が必要となる。後者の場合は設置費用が比較的高いが、各室への給気量がより確実に確保できると共に、天井裏等の内部空間からの汚染物質の室内侵入が発生しづらい傾向がある。また、熱回収することで外気導入による室内環境への影響が少なくなる。いずれの換気システムの場合も、フィルターの掃除やファンなどのメンテナンスが重要である。

暖房設備は、比較的温暖な地域については、間欠暖房及び部分暖房が行われることを想定して、個別暖房設備の場合を設定している。この場合は、エアコン及びFF式暖房機が一般的に用いられると考えられる。地域等のより寒冷な地域では、非暖房室の結露やヒートショックなどがより懸念されることから、全室暖房の設備を基本としている。また、冷房については、在室時のみ冷房することが一般的であることから、個別冷房のみとしている。以上の基本的な想定に基づいて、地域では、FF式暖房機による全室暖房(暖房B)を基本にし、地域及び地域ではエアコン又はFF式暖房機による個別暖房を基本とし、いずれの地域においても室内環境の質を高める場合には、温水パネルラジエーター等による放射を伴う放熱による暖房システム(暖房C)を表 2.1 においては設定している。なお、換気、暖房、冷房の方式や組み合わせは多様であり、3章の「3.3 設備計画」を参照されたい。

(4) 自然エネルギー利用設備

自然エネルギー利用設備として、すでに一般的に実用化している太陽熱利用設備及び太陽光発電を挙げている。太陽熱利用設備による熱エネルギーを暖房又は給湯のいずれか又は両方に利用することができる。設備の容量によって集熱量が変わるが、表 2.1 では、自立循環型住宅への設計ガイドラインに記載された、レベルと給湯エネルギー削減率を記している。また、太陽光発電も設備容量によって発電量が左右される。表 2.1 では、傾斜 30°の南側屋根面に発電容量 4 kW の太陽光発電パネルを設置した場合の年間発電量を記載している。同

表のエネルギー消費基準値は、自立循環型住宅への設計ガイドラインで示されている 2000 年頃の標準的な 4 人家族 2 階建て住宅のエネルギー消費の概算値である。なお、1 章の水平面全天日射量が多い地域で、より多くの発電量が期待される。容量を大きくすることで、エネルギー購入量及び炭酸ガス排出量換算値を削減し、ゼロ又はマイナスにすることができる。これらの評価については、CASBEE 戸建-新築及び LCCM 住宅に関する資料を参照されたい。なお、3 章の「3.4 自然エネルギー利用設備」及び自立循環型住宅への設計ガイドラインを参照されたい。

2.5 詳細地域区分に基づく配慮

1 章では、気象データに基づく気候特性による詳細地域区分の方法と区分結果が記されている。また、地域区分と熱環境設計の要点では、冬の対応として断熱、防風対策、雪対策、凍結対策、日射熱利用、夏の対応として断熱遮熱、日射遮蔽、通風利用があげられている。そして、それぞれの要点に関する、必要性の程度及び効果の程度が示されている。「表 2.1 環境計画・設計の手法及び機器等の典型的組合せ」に対応した詳細地域区分に基づく配慮を表 2.2 に示す。「表 1.3 地域区分と熱環境設計の要点」における、対応（：きわめて重要（有効）：重要（有効）：普通、×：困難、：軽微）の内、及び の場合に検討すべき手法及び対処等を示している。具体的な対処の内容については、以下を参考とされたい。

(1) 断熱及び気密

断熱については、暖房度日（暖房デGREEデー）： D_{18-18} が指標として用いられており、省エネルギー基準の地域区分に対応している。従って、省エネルギー基準の地域区分が同じであれば、断熱性能の要求レベルは大略的には同じであるが、暖房度日が高い詳細区分については、断熱性能の要求レベルが高めであることが望まれる。すなわち、等級 4 超の性能がより求められる。また、気密性能についても要求レベルが高めとなると考えることが望まれる。すなわち、表 2.1 における A 水準が求められる。また、表 2.2 中にも示すように、防風対策が及び の風が強い地域では、気密性能の要求レベルがさらに高くなる。この場合は、表 2.1 における風の影響が大の場合（表 2.1 中の気密性能（目標値）の、（ ）内の値）の相当隙間面積を目標とすることが望まれる。

(2) 日射熱利用

日射熱利用については、パッシブソーラーポテンシャル：PSP が指標として用いられている。省エネルギー基準及び自立循環型住宅への設計ガイドラインにおける PSP は、「2.3(2) パッシブ手法」に示すように、1 月の PSP を用いているが、1 章では冬期間全体の PSP が用いられている。自立循環型住宅への設計ガイドラインで日射熱利用の効果の概要を把握した上で、1 章の「表 1.3 地域区分と熱環境設計の要点」を参照して、詳細区分における日射熱利用効果の程度に基づいて、環境計画・設計に反映することが望まれる。すなわち、日射熱利用が及び の場合には、導入の検討の価値が高いと考えられる。

表 2.2 典型的組合せに基づく詳細地域区分に対応した配慮

熱環境設計の要点		冬期の対応					夏期の対応		
		断熱 (+気密)	防風対策	雪対策	凍害対策	日射熱利用	断熱遮熱	日射遮蔽	通風利用
基本温熱性能	省エネルギー等級	等級4超							
	熱損失係数: Q 値								
	日射遮蔽 夏期日射取得係数: μ 値	-	-	-	-	-	天井・屋根の断熱遮熱強化	開口部の日射遮蔽強化	-
	気密性能(目標値) C値(cm^2/m^2)	-	風の影響考慮	-	-	-	-	-	-
パッシブ手法	冬期	日射熱の利用	-	-	-	-	有効	-	-
	夏期	自然風の利用	-	-	-	-	-	-	有効
換気暖冷房等設備	換気	-	設計配慮	設計配慮	-	-	-	-	-
	暖房	-	-	設計配慮	設計配慮	-	-	-	-
	冷房	-	-	-	-	-	設計配慮	設計配慮	設計配慮
自然エネルギー利用設備	太陽熱利用設備	-	-	設計配慮	設計配慮	有効	-	-	-
	太陽光発電設備	-	-	設計配慮	-	有効	-	-	-

注) この表は、詳細地域区分[1章]における対応の必要性及び効果の程度が及びの場合の手法及び設備の対応を示す。

(3) 断熱遮熱及び日射遮蔽

東北地域は、全般的に暖房負荷の方が冷房負荷よりも大きく、また、冷房が必要な期間も地域以南に比べ短い。断熱性を高め日射熱利用のための開口を設けるなどの冬対応を行うことで、冬期以外の室内温度も上昇する場合がある。このため、夏の対応にも配慮する必要がある。1章で示されているエンタルピーデイ: ED_{24-50} は、冷房期間の積分値であり、夏の対応の必要性を示している。この値が大きいほど、以下の配慮が重要となる。

断熱遮熱及び日射遮蔽については、省エネルギー基準では夏期日射取得係数: μ 値が用い

られている。断熱遮熱は、屋根及び天井の断熱性能が重要であり、基本的には次世代省エネルギー基準の屋根及び天井の断熱性能を確保することが基本である。1章の「表 1.3 地域区分と熱環境設計の要点」を参照して、詳細区分における断熱遮熱の必要性の程度に基づいて、屋根及び天井の断熱性能に反映することが望まれる。すなわち、断熱遮熱が及びの場合には、天井及び屋根の断熱遮熱性能のより十分な確保が望まれる。日射遮蔽については、CASBEE 新築 戸建「1.2 日射の調整機能」では、開口部の日射侵入率が用いられている。この開口部の日射侵入率は、ガラスの日射侵入率、ブラインドやカーテン等の日射遮蔽部材の遮蔽係数、庇等の遮蔽係数の積である。省エネルギー基準における夏期日射取得係数： μ 値を満たすことを基本にして、1章の「表 1.3 地域区分と熱環境設計の要点」を参照する。詳細区分における日射遮蔽の必要性の程度に基づいて、開口部の日射侵入率を試算し、環境計画・設計に反映することが望まれる。すなわち、日射遮蔽が又はの場合には、開口部の日射遮蔽性能を強化することが望まれる。

(4) 通風利用

通風利用については、夏期の通風ポテンシャルが指標として用いられている。省エネルギー基準においては通風に関する基準は規定されていない。「表 1.3 地域区分と熱環境設計の要点」を参照して、詳細区分における通風性能の効果の程度に基づいて、環境計画・設計に反映することが望まれる。通風ポテンシャルが高い場合には、冷房機器を設置しない可能性を探ることも望まれる。また、自立循環型住宅への設計ガイドラインでは、様々な手法が示されており、通風ポテンシャルが低い又は市街地など障害物によって周囲の風速が小さい場合には、高窓を含むより多くの手法を用いることを検討することが望まれる。すなわち、通風性能が及びの場合には、導入の検討の価値が高いと考えられる。

(5) 防風対策

防風対策には以下のような配慮が望まれる。

- 気密性能の向上（(1)断熱及び気密を参照）
- 第1種換気システムの採用などの換気設計の配慮（厨房レンジの逆流防止ダンパーの採用、換気口への雨雪の吹込み対策）
- 雨戸などによる開口部の保護
- 防風のための樹木利用、防風のための石垣やフェンスの設置
- 庇及び外部付帯の強度確保
- 玄関風除室の設置

(6) 雪対策

雪対策には以下のような配慮が望まれる。

- 屋根雪処理、太陽熱集熱パネル及び太陽光発電パネルからの落雪対策
- 駐車場等外構の雪処理
- 室外機等の屋外設備の雪よけ
- 庇及び外部付帯の強度確保
- 雨どいの取外機構

(7) 凍結対策

凍結対策には以下のような配慮が望まれる。

- 基礎及び駐車場等の凍上対策
- 外装の凍害対策
- 配管の断熱保温及び凍結防止ヒーターの利用

この他に、寒冷な東北地域で求められる基本的な配慮として、防露対策がある。断熱性の確保による表面結露の防止、気密防湿による内部結露防止などの基本については、「住宅の省エネルギー基準の解説」などを参照されたい。また、非暖房室での特に開口部廻りでの結露の防止、給気ダクトの断熱によるダクト内結露の防止などの設備機器配管等の結露防止、2重サッシ中空層内の結露や結氷の防止などへの配慮が必要である。また、これらの結露発生の要因となるとともに、一酸化炭素中毒などの室内空気汚染被害の原因となる燃焼ガスを室内に放出する暖房器具の使用の防止は徹底する必要がある。

2.6 復興住宅例の概要

計画設計の手法及び技術要素の具体的な解説のために、以下の復興住宅 A 及び復興住宅 B の平面及び断面等を設定する。以下にその概要を示す。

(1) 復興住宅例 A

復興住宅 A は、総 2 階、北入りである。南面開口部が大きいと共に、通風性能を得るために、北側にも開口部が設けられている。また、東西に長い長方形の平面形状で、通風経路を設けやすくなっている。また、吹抜けと上方の排熱窓が設置されている。

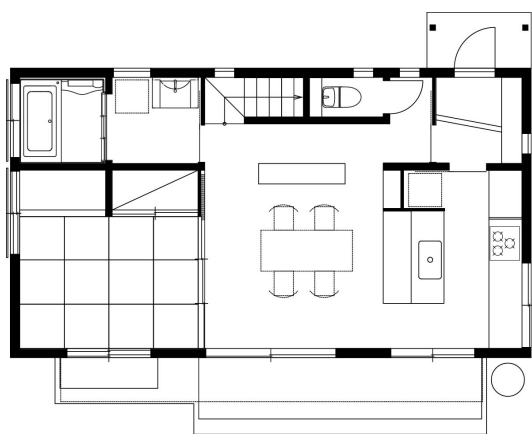


図 2.5 復興住宅例 A 1 階平面

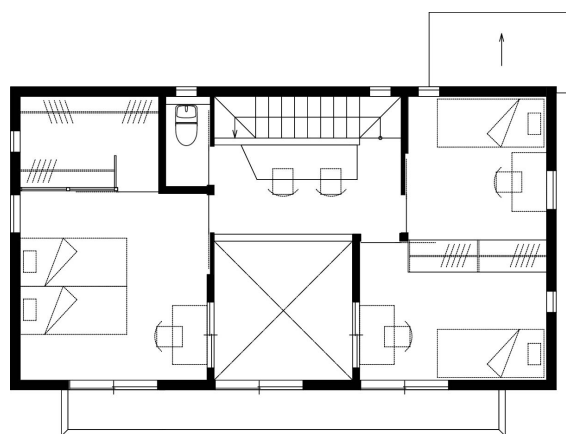


図 2.6 復興住宅例 A 2 階平面

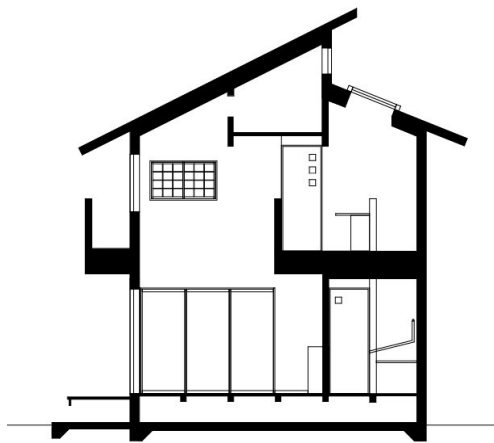


図 2.7 復興住宅例 A 断面 1

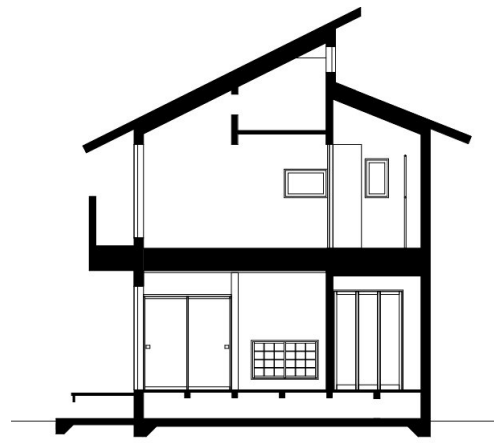


図 2.8 復興住宅例 A 断面 2

(2) 復興住宅例 B

復興住宅例 B は、総 2 階、南入りである。開口部を極力南面に集中させ、通風性能を得るために、北側にも開口部が設けられている。また、熱損失を最低限に抑えるために正方形に近い平面形状である。2 階は間仕切りを任意に設定及び移動できるように、まとまった空間を確保している。また、吹抜けと上方の排熱窓が設置されている。

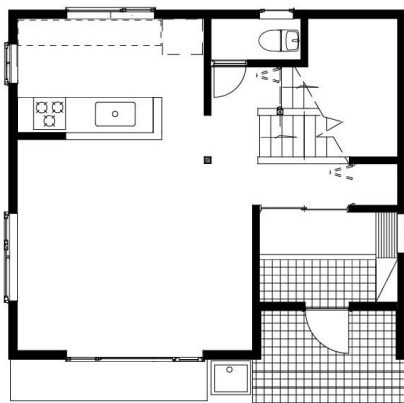


図 2.9 復興住宅例 B 1 階平面

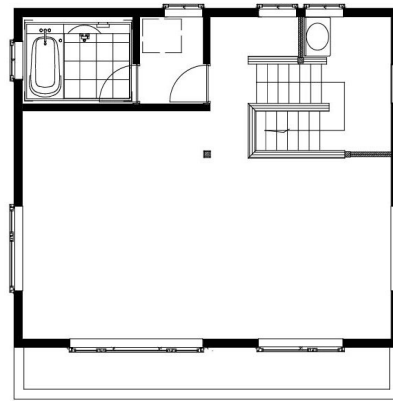


図 2.10 復興住宅例 B 2 階平面

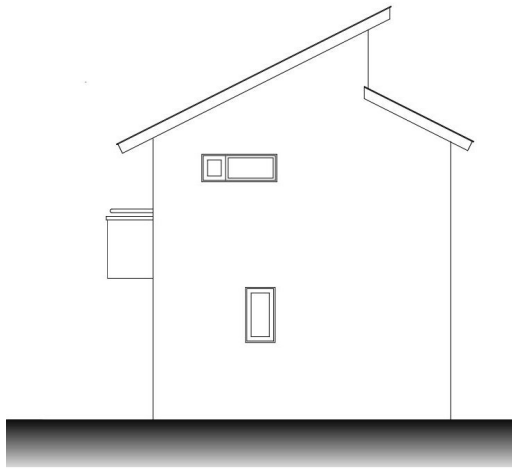


図 2.11 復興住宅例 B 西立面

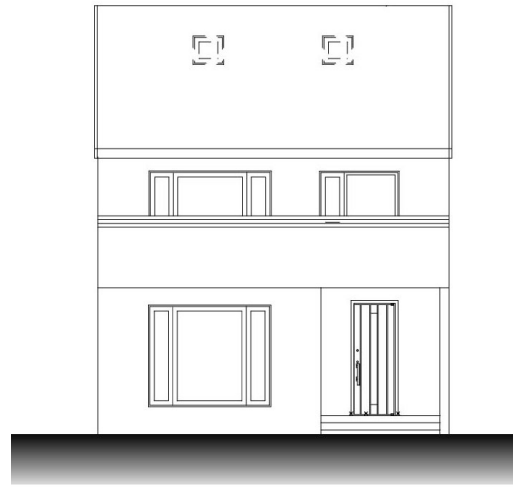


図 2.12 復興住宅例 B 南立面

参考文献

- 1) 財団法人 建築環境・省エネルギー機構：住宅の省エネルギー基準の解説、平成 11 年、平成 14 年
- 2) 国土技術政策総合研究所・建築研究所監修 準寒冷地版自立循環型住宅への設計ガイドライン（建築環境・省エネルギー機構発行 2012）
- 3) 財団法人 建築環境・省エネルギー機構：CASBEE 戸建—新築、2010 年
- 4) 財団法人 住宅リフォーム紛争処理支援センター：室内空気対策ハンドブック、平成 17 年