

chapter2

CLT リユースビジネスモデル

2.1 リユースビジネスモデルの考え方

(1)建物としてのリユース

CLTを用いた建物について、リユースのビジネスモデルの設定を考えるため、移築後の建物の立地条件とプラン(平面計画・構造計画)の関係で整理する。

建築基準法上の「移転」=建築確認申請が必要

用途(プラン) \ 立地	同一敷地内 (同じ立地)	同一敷地内 (別の立地)※	敷地外 (別の立地)
同じプラン(建物形状・内装不変)	I	IV	VII
別のプラン(内装のみ変更)	II	V	VIII
別のプラン(構造躯体からの増改築)	III	VI	IX

※同一敷地内(別の立地)とは

例えば、2025年日本国際博覧会(大阪・関西万博)において、会場となる夢洲(ゆめしま:大阪市此花区)の敷地内で、場所を移動する場合などを示す。

基本的には、建築基準法上の用途地域、地域・地区等は同一であることを想定している。建築確認を申請する特定行政庁も同一となる。

①リユースとして成立するパターン

上記表の9パターンの内、建物のリユースとしては、I以外は全て成立する可能性がある。各パターンについて以下に説明する。

I. 同じ立地×同じプラン → 建物のリユースに非該当(所有者・使用者のみの変更)

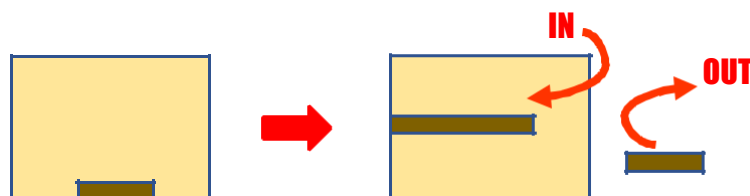
建物に全く手が加わらないので、Iのパターンは単純な所有者変更、あるいは用途変更などであり、基本的にはリユースの概念には含まれない。



II. 同じ立地×別プラン(内装のみ変更) → 建物のリユースに該当の可能性(リノベーション)基本

的にIIのパターンは、建物の構造体は変わらず、内装や構造的に影響のない軽微なプラン変更等により更新する事例である。つまり、リノベーションで建物を使用する概念であり、リユースに該当する可能性がある。例えば、博覧会のパビリオンを、会期後に別用途で使用する場合などが想定される。

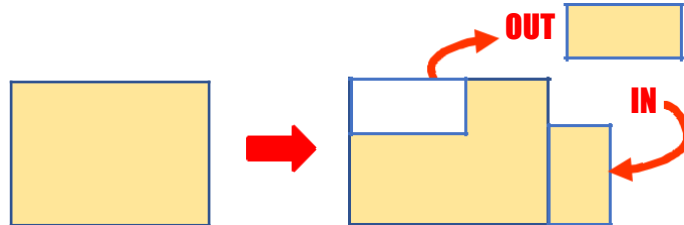
また、プラン変更等により例えば床に使用していたCLTパネルを撤去する等により、部材としてのリユースの可能性も生じる。また、構造上不要な壁の撤去等が行われた場合等も、同様にCLTの部材としてのリユースの可能性もある。



III. 同じ立地×別プラン(躯体からの増改築) →建物のリユースに該当の可能性(改築)

IIIのパターンは、増築、減築、改築である。増築と減築以外の改築の場合には、リユースに該当する可能性がある。

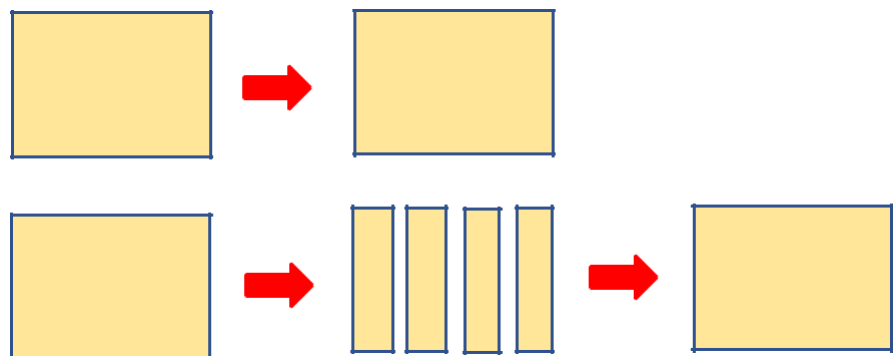
構造上不要な壁の撤去や減築が行われた場合には、IIと同様に CLT の部材としてのリユースの可能性もある。



IV. 同一敷地内(別の立地)×同じプラン →建物のリユースに該当の可能性(移築)

IVのパターンは、既存の建築物を解体することなく、敷地内および別の敷地に移動させる場合、建築基準法(第2条第1項第13号)では「移転」と定義される。これは一般には曳家(ひきや)と言われ、様々な施工技術が確立している。曳家の場合には、部材単位の検討が不要(分解、あるいは接合金物を外すことも不要)である。

建物を全く解体せずに移動させる場合(曳家)はリユースに該当しないが、建物を一度解体して、移動先で改めて再築する場合にはリユースに該当する。

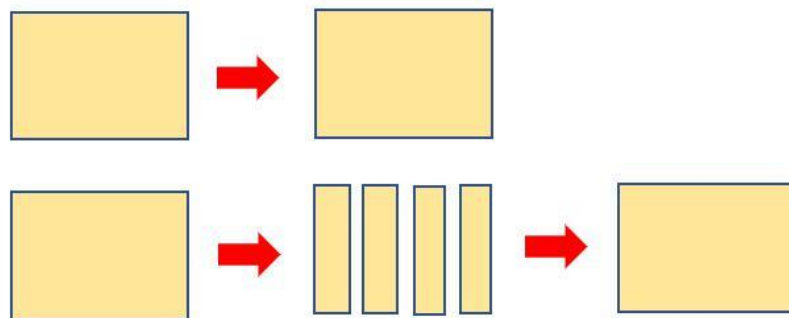


参考 曳家のイメージ(出典:一般社団法人日本曳家協会 資料)

- ①建物と基礎を切り離し、ジャッキアップ(建物が宙に浮いている状態)
- ②レールを引き建物を移動(場合により、建物を回転させ建物の角度を変えることも可能)
- ③所定の位置へ移動後、建物を下ろして設置完了

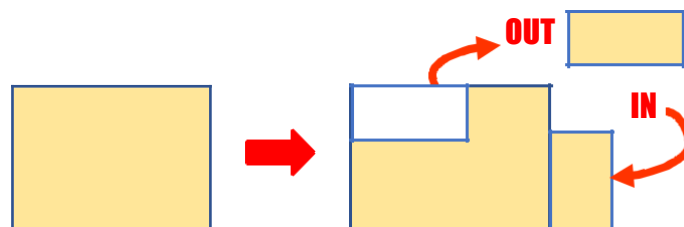


- V. 同一敷地内(別の立地)×別プラン(内装のみ変更)→建物リユースに該当の可能性(移築)
 Vのパターンは、基本的にIVと同じである。既存の建築物を解体することなく、敷地内および別の敷地に移動させる場合には、内装を更新しても、建築基準法(第2条第1項第13号)で「移転」と定義されるものとなり、一般には曳家(ひきや)と言われる施工技術が適用され、リユースには該当しない。
 ただし、建物を一度解体して、移動先で改めて再築する場合にはリユースに該当する。
 また、IIと同様にプラン変更等により例えば床に使用していた CLT パネルを撤去する等により、部材としてのリユースの可能性も生じる。さらに、構造上不要な壁の撤去等が行われた場合等も、同様に CLT の部材としてのリユースの可能性がある。



- VI. 同一敷地内(別の立地)×別プラン(構造躯体からの増改築)
 →建物のリユースに該当の可能性(改築、移築)

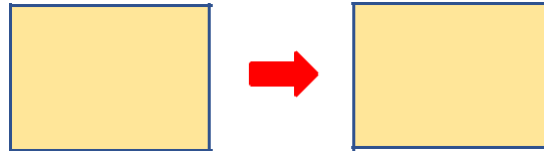
VIのパターンは、IIIと同様に別の立地での増築、減築、改築である。増築と減築以外の改築の場合には、リユースに該当する可能性がある。
 また、増築と減築の場合でも、IV、Vと同様に、既存の建築物を解体することなく、敷地内および別の敷地に移動させる場合には、リユースには該当しないが、建物を一度解体して、移動先で改めて再築する場合にはリユースに該当する。
 また、IIと同様にプラン変更等により例えば床に使用していた CLT パネルを撤去する等により、部材としてのリユースの可能性も生じる。さらに、構造上不要な壁の撤去等が行われた場合等も、同様に CLT の部材としてのリユースの可能性がある。



VII. 別の立地×同じプラン

→ 建物のリユースに該当(解体後に、部材を運搬して、全く同じ形で再現)

VIIのパターンは全く同じ形状で別の立地で再築するため、各部材が健全である限り、CLTは全て同位置に再築される。部材単位でのリユースの検討が基本的には不要となるが、利用時点でCLTが劣化して、交換が必要な場合には、部材としてのリユースや、劣化したCLTを構造材以外へ転用するリユースが成立する。



VIII. 別の立地×別プラン(内装のみ変更)

→ 建物のリユースに該当(解体後に、部材を運搬して、別プランで再現)

基本的にはVIIと同様であるが、プランが変更することにより、新たに必要なCLTが必要である、もしくは一部のCLTが不要になり、部材としてリユースに転用する可能性がある。また、用途が変わる場合や、立地条件が変わる場合には、建築基準法の規程の適用が変わる場合も生じ、同プランでも内装や外装、設備等が異なる場合もあり得るので、注意を要する。

IX. 別の立地×別プラン(構造躯体からの増改築)

→ 建物のリユースに非該当(所有者・使用者のみの変更)

基本的にはVII、VIIIと同様である。プラン変更により、新たに必要なCLTが必要である、もしくは一部のCLTが不要になり、部材としてリユースに転用する可能性がある。また、用途が変わる場合や、立地条件が変わる場合には、建築基準法の規程の適用が変わる場合も生じ、内装や外装、設備等を見直す場合もあり得るので、注意を要する。

②移転の定義との関係

建築基準法(第2条第1項第13号)では、既存の建築物を解体することなく、敷地内および別の敷地に移動させることを「移転」と定義している。これは、一般に曳家(ひきや)とも言われ、移転の工事の様々な技術が確立している。同一敷地内でも、別の立地となる場合には「移転」となり、「移転」は建築基準法において「建築」の一つとされているため、「移転」においては事前の建築確認申請が必要となる。

同一敷地内の別の立地への移転の場合、建築確認を申請する特定行政庁も同一となるが、別敷地に移転する場合には、新たな特定行政庁から認定を受ける必要がある場合が想定される。この場合、認定を受けることができない移転の場合には「新築」又は「増築」として取り扱われる。

(2) CLT（部材単位）のリユース

解体現場から新しい現場へ、CLT を構造部材として分配する。（例：100 枚の CLT（部材）を、A現場に 20 枚、B現場に 30 枚・・・などの対応）CLT のリユースにあたっては、建物としてリユースをする場合、CLT を部材単位でリユースする場合のいずれについても、客観的な評価基準に基づいて材料性能を評価した上で、リユースの可否を判断する必要がある。

CLT の評価については、林野庁の令和 3・4 年の補助事業にて、リユース材としての性能評価基準と検査方法の整備が始まっているが、未だ途上である。（4 章参照）

参考として、鋼構造では、日本建築学会より「鋼構造環境配慮設計指針（案）－部材リユース－」が 2015 年に発刊されており、環境配慮の観点から、部材のリユースのための鋼構造の設計法とその促進のための要素技術が示されており、先行している状況である。鋼材の場合は、ほとんどがリサイクルされており、資源循環は進んでいるが、リサイクルでも、かなりの量の二酸化炭素を排出するので、環境配慮という点で、リユースの積極的な導入が強く求められているからである。

また、同じく日本建築学会より、2009 年に金属部材および木質部材を対象とした「建築部材のリユースマニュアル・同解説」が刊行されており、2015 年発刊の指針は、これをベースとしてまとめたものである。2009 年のリユースマニュアルでは、木質部材についても書かれているが、CLT は新しい材料であるので、言及されていない。

ビジネスとしての CLT のリユースを考えた場合、例えば、建設現場における鋼材の仮設資材（敷鉄板など）をイメージするとわかりやすい。鋼材での仮設資材の再利用回数は、概ね 3 回程度と推定され、ビジネスとして成立している。一方、CLT の場合を考えると、リユース先の現場への分配のタイミングなどを調整する仲介役の存在が必要であること、また、一定数の CLT パネルが市場で流通していなくてはビジネスとして成立しないこと等を踏まえると、現状でのビジネスモデルの成立は難しいと予測される。

(3)木質材料としてのリユース（木質材料としてのリサイクル）

建材として使用していた CLT をそのままの形状ではリユースせず、何らかの加工を経て、構造材料以外にリユースする場合である。パターンとしては以下が想定され、ビジネスモデルを構築する場合、リユース後の対象用途が幅広く、取引先が多岐に渡り、様々な商流を構築することが可能となる。

- ・CLT のパネル形状は同スケールで変わらないが、用途が非構造部材である（以下、什器備品用等も含む）場合
- ・材の劣化部分、損傷部分などを取り去って、CLT のパネル形状がスケールダウンした状態で、非構造部材に用いる場合
- ・1 枚の CLT を複数枚に分割し、あるいは CLT の一部を伐り出して、CLT のパネル形状がスケールダウンした状態で、非構造部材に用いる場合

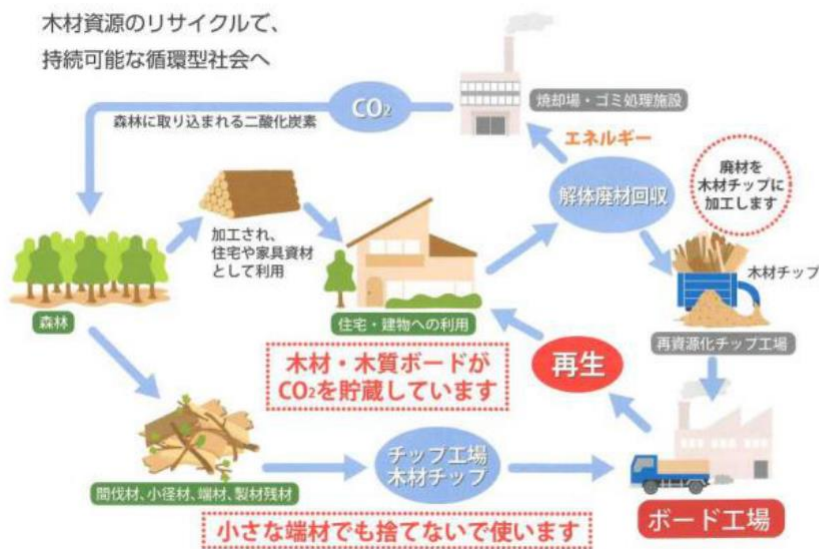
(4)木材資源としてのリユース（マテリアル利用）

新設建物でリユース不可能な部分、あるいは仮設建築物の利用期間内に発生したキズや汚れ、解体時の損傷などによりリユース不可能となった部分を、木材資源としてマテリアル利用する。マテリアル利用では、CLT を細かく砕き素材としてパーティクルボード(木材の小片を接着剤と混合して熱圧成型した木質ボード)などに再利用する場合、あるいは CLT を粉砕してチップ化して、バイオマス燃料に用いる場合、蒸気タービン発電に用いる場合、堆肥等に用いる場合などが想定される。

パーティクルボードとして利用するものは、同じ木質材料として再利用されるという点で、マテリアルリサイクルのなかでもレベルマテリアルリサイクルに分類される。

一方、チップ化して燃料とする場合や堆肥とする場合には、ランクが下の原材料になるという意味でダウンマテリアルリサイクルもしくはカスケードマテリアルリサイクルと分類される。

リユース後の対象が、かなり具体的(パーティクルボードやチップ等)に絞られるので、具体的なビジネスモデルは構築しやすいが、ビジネスモデルを成立させる際には、コストと環境負荷の両面からの検証が必要である。



画像出典: 日本繊維板工業会 HP

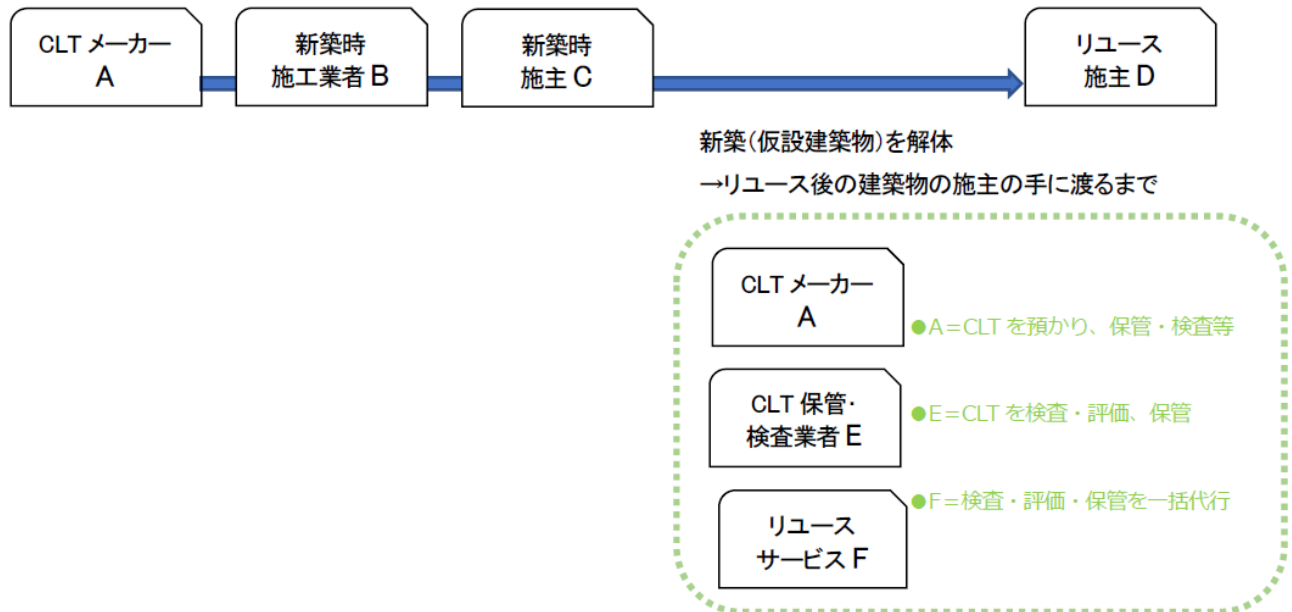
2.2 3つのリユースビジネスモデル

(1) ビジネスモデルのパターン

仮設建築物から別の場所の仮設もしくは常設建築物にリユースする流れを想定して、成立し得るビジネスモデルを提案する。

運用上は様々なモデルを想定し得るが、ここでは、各段階での CLT の所有者を想定し、所有権が、各段階で移行していくモデルをベースに考える。

CLT の所有権の移行の可能性を簡単に整理すると、以下の流れとなる。



CLT の所有権が各段階で移行すると考えると、リユース後の建物が供用開始されるまでの間に、所有権は A から D までの流れとなる。

また、新築時の仮設建築物を解体し、リユース後の建築物の施主の手に渡るまでには、所有権は移行しないが、CLT を検査・評価、あるいは保管する業者 (E)、もしくは CLT メーカー (A) が、CLT を預かり、保管・検査等を行うことが想定される。場合により、検査・評価・保管をリユースサービス業者 (F) が一括して代行する場合もあり得る。

以上を踏まえて、ここでは以下の3つのリユースビジネスモデルを設定する。

- ①建物オーナー(上記 C・D) 所有型
- ②建物オーナー・リユースサービス会社(上記 C・D・F) 連携型
- ③リユースサービス会社(上記 F) 主導型

①基本形：建物オーナー所有型

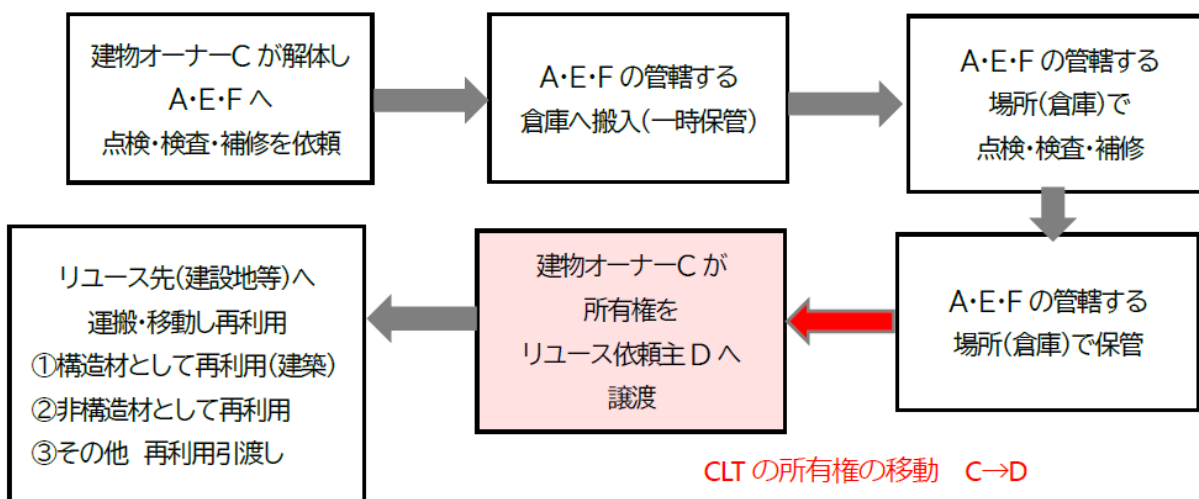
F=リースサービス会社

A・E=木材製造・管理を行う会社

<新築時フロー>



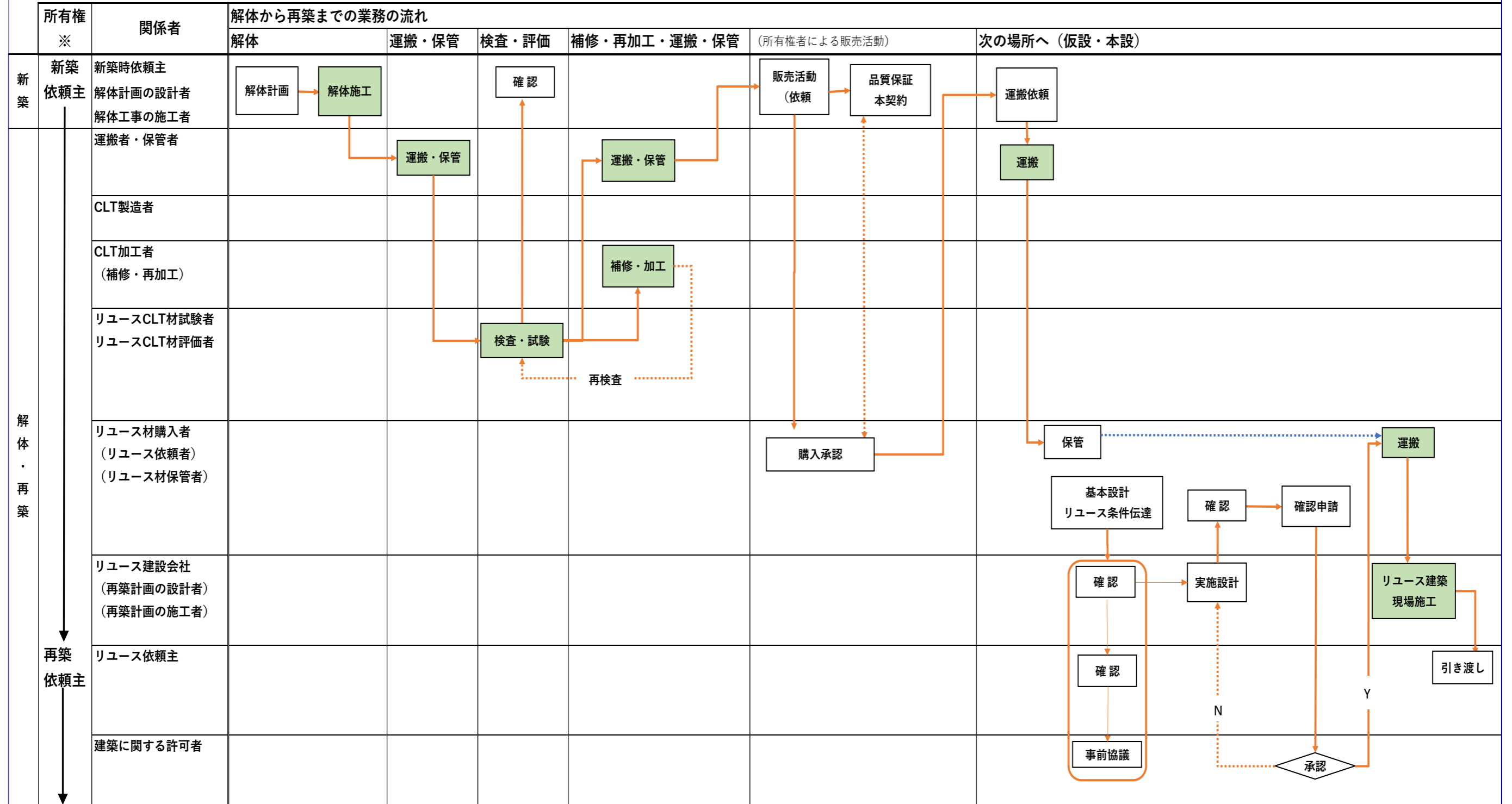
<解体移築時フロー>



CLTの所有権が、建物に添って、その時点の建物オーナーに移行していくことを想定したビジネスモデルである。解体後については、リース依頼主が見つかるまで、CLT(建物及びリース部材)の所有者は新築時の建物オーナー(施主)となる。

「モデルケース①」：業務の流れイメージ（例）

■：リユースCLTの動き



※解体や保管、検査、補修、再加工など、次の再築依頼主に所有権を移譲するまでは、新築依頼主（施主）によって、各工程での関係者とのやり取り（契約など）を行う。

②建物オーナー、リユースサービス会社連携型

F=リユースサービス会社

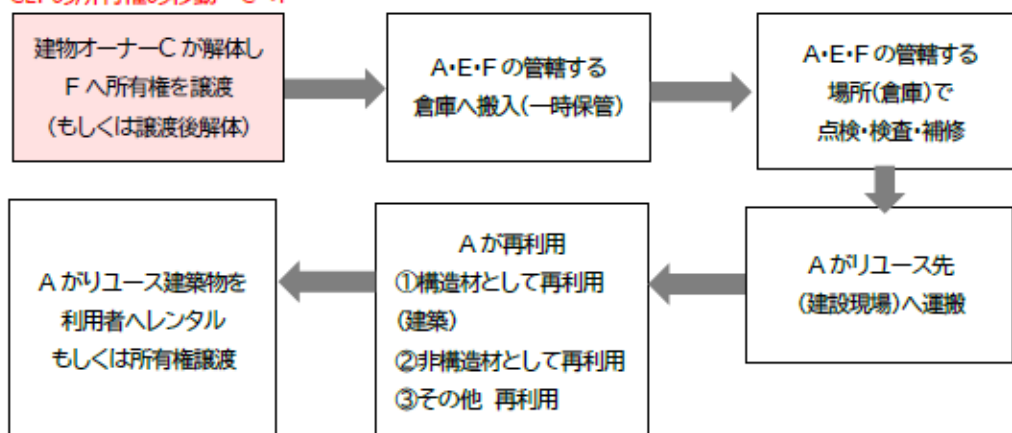
A・E=木材製造・管理を行う会社

<新築時フロー>



<解体移築時フロー>

CLTの所有権の移動 C→F



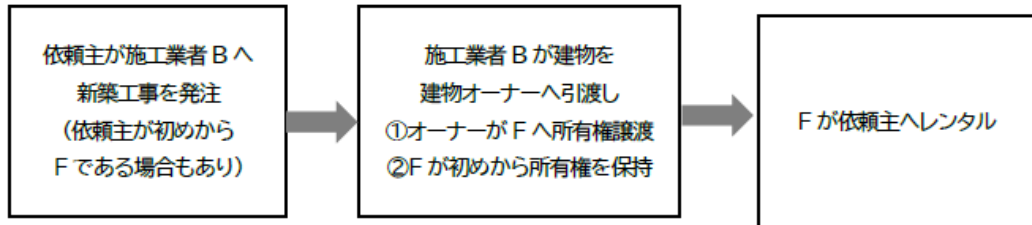
新築時については、①と同様であり、CLTの所有権は新築時の建物の所有者に帰属しているビジネスモデルである。解体後については、解体後にリユースサービス会社が建物に関する全ての所有権を買い取り、リユース先の依頼主が見つかるまでの管理を担う。リユース依頼主が決定した段階で、リユース依頼主に対して、所有権を移行する(販売)または所有権を移行させず、レンタルでの使用を許可する。

③ リユースサービス会社主導型

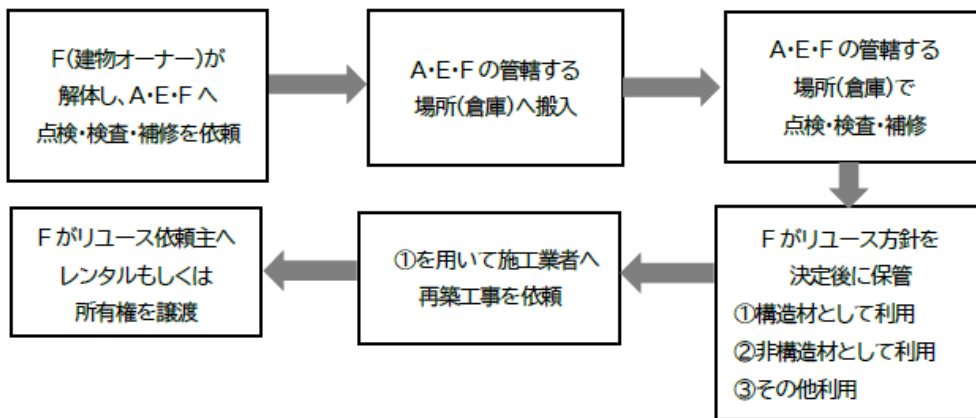
F=リユースサービス会社

A・E=木材製造・管理を行う会社

<新築時フロー>



<解体移築時フロー>

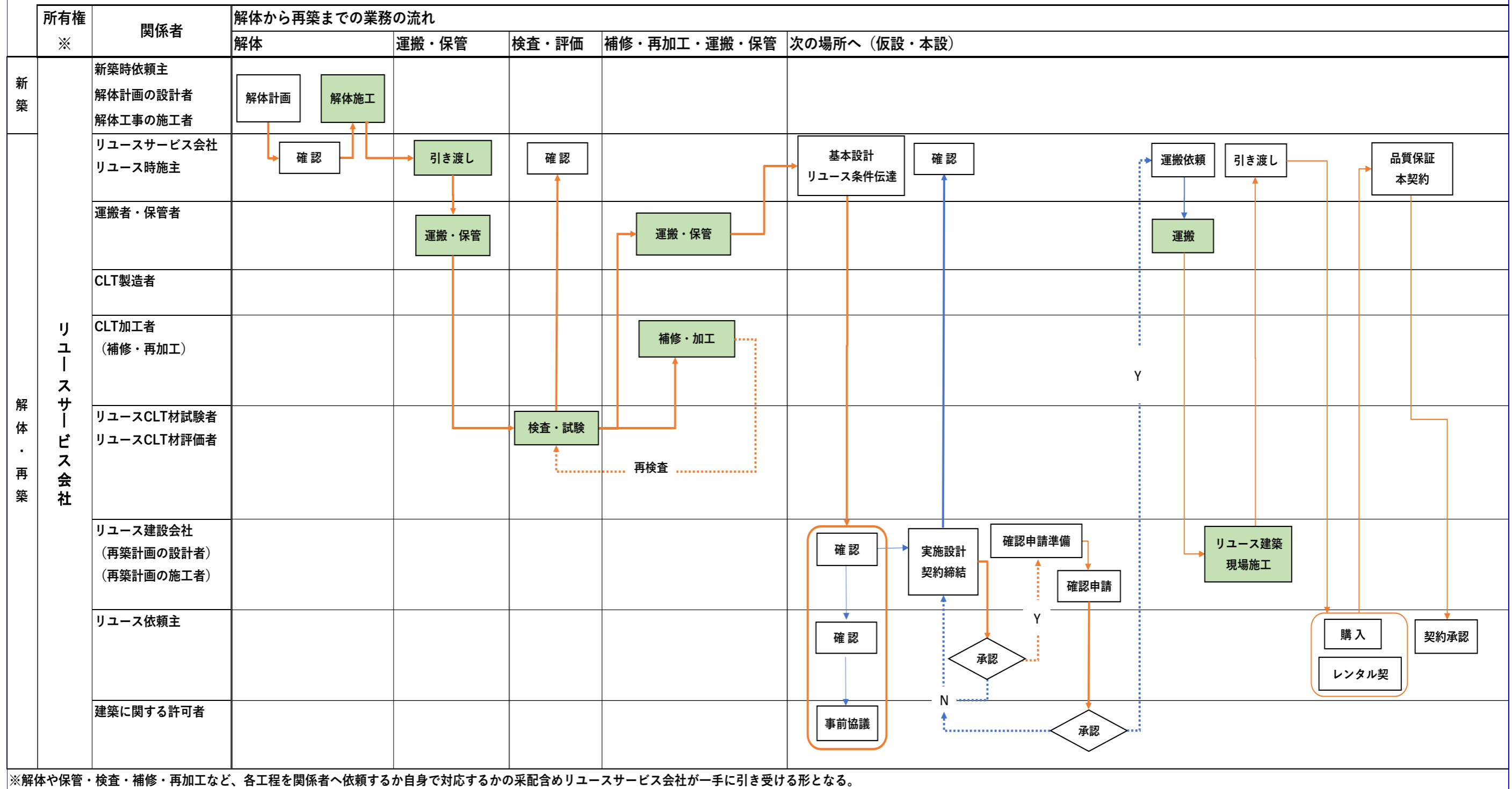


新築時から、建物の所有権をリユースサービス会社が有している。新築時の建物の利用者は、リユースサービス会社と賃貸借契約を締結して建物を利用する。その後の解体、CLT の検査や保管、再築の全てをリユースサービス会社が責任もって取り仕切り、リユース依頼主が決定した段階で、リユース依頼主に対して、所有権を移行する(販売)、または所有権を移行させずにレンタルでの使用を許可する。

③のパターンについては、一貫して建物の所有権を同一の主体が持ち続ける想定となるので、ここではリユースサービス会社を所有者と位置付けているが、例えば、新築時の施工業者 B が、一貫して建物の所有権を持ち続ける場合も、同じである。

「モデルケース③」：業務の流れイメージ（例）

■：リユースCLTの動き



2.3 CLT を用いたリユースへの取り組み事例

CLT を用いた建物のリユースをより理解する為に、CLT を用いた建築物のリユース事例を紹介する。

2.3.1 事例 1 住友林業株式会社の取り組み(リユースビジネスモデル①、石巻市のみ③)

(1)概要

住友林業株式会社では、2018 年より「容易に分解・運搬・設置できる移動式木造建築」の開発を進めており、2022 年までに 3 つのプロジェクトを手掛けている。

表 住友林業の取り組んだ 3 つのプロジェクト

	プロトタイプ棟(2018年)	境町実証棟(2020年)	石巻実証棟(2022年)
			
建設地	①茨城県つくば市(筑波研究所内) ②東京都小金井市(東京学芸大学内)	茨城県境町 (※群馬県伊勢崎市で製造したBOXを移設)	①宮城県石巻市(石巻駅前) ②石巻市内キャンプ場
用途	①実証棟(事務所) ②学校施設	宿泊施設	①仮設建築物 ②宿泊施設
構造	CLTパネル工法、地上2階建	CLTパネル工法、地上1階建	木造軸組工法、地上1階建
延床面積	136.19㎡	32.40㎡	38.45㎡
工期 (躯体設置)	3日(8BOX)	半日(2BOX)	半日(3BOX)

まず 2018 年に、住友林業株式会社筑波研究所内(茨城県つくば市)にプロトタイプ棟を完成させ、翌 2019 年には、同棟を国立大学法人 東京学芸大学(東京都小金井市)に移築・寄贈した。

次に、2020 年には、より移築容易性を高めたモデル棟を茨城県境町に建設した。

さらに、2022 年には、宮城県石巻市駅前に、イベント(リボーンアートフェスティバル 2021-2022: 2022 年 8 月 20 日～10 月 2 日)の受付・販売施設として、仮設の木造建築物を設置し、イベント終了後、市内のキャンプ場に常設施設として移築した。

(2-2 で整理したリユースビジネスモデルで説明すると、つくば市及び石巻市の事例は③に該当し、住友林業株式会社が仮設建設時にも所有し続けて、リユース後の流れをシンプルに整理した事例といえる。境町の事例については、新築工事として施主への引き渡しは完了しているが、その後リユースされたわけではない。仮に、今後、同建築物を移設して別な地域で利用することになれば、リユースビジネスモデルの①となる。)



写真 宮城県石巻市における実証の流れ

2018年、2020年に建てた2棟は、床・壁・天井を全てCLTパネルで囲む「CLTパネル工法」を採用した設計事例である。この段階では、CLTの軽量さ、丈夫さがリユースの際の運搬において有利であると考え、リユースの際に、CLTをトラックに載せて運搬することを想定して計画を進めた。しかし、コスト面の課題が残ったため、2022年に石巻市に建設した3棟目は、構造計画を見直して木造軸組工法を採用し、耐力壁や天井版にCLTを現しで使用することにより、コストの改善と木質感のバランスを図った計画とした。

(2)住友林業株式会社の考える取り組みの意義

2050年のカーボンニュートラルに向けて、大規模な経済構造の改革が進んでいる。建設業界においても、建物の運用時に排出されるCO₂(オペレーショナルカーボン)の削減のみならず、今後は、建設時や解体時に発生するCO₂(エンボディードカーボン)の削減に真剣に取り組まなければならない。「容易に分解・運搬・設置できる移動式木造建築」は、このエンボディードカーボンを削減するための一つの解決策と考えている。スクラップ&ビルドではなく、建物を移築させながら、何度も使用することは建築物のライフサイクル全体でCO₂(LCCO₂)を削減し、森林が大気中から吸収した炭素を、長期にわたって固定し続けることにつながる。

もっとも、循環型社会への移行にあわせて将来的には市場拡大は見込まれるものの、現在のところ、「移動式木造建築」のニーズは大きくない。そこで、当面は次のような用途を想定して、開発を進めている。

- ・期間が限られている土地活用やイベント利用
- ・キャンプ施設
- ・疫病の隔離施設や大規模災害に備えた避難施設(社会的備蓄)

これらの用途は、従来、鉄骨プレハブやテントなどがカバーしてきた範囲である。しかし、①人にやさしい、②環境にやさしい、③軽くて丈夫、といった木材の強みをうまく活かすことで、差別化を図ることが可能と考えている。

(3)設計上の注意点

第1棟目のプロトタイプ棟は、当初から東京学芸大学に移築することを想定していたわけではない。住友林業株式会社筑波研究所内に実証棟として完成させていたものを、「どこかに移築できないか」と後追いで検討した結果、縁あって、東京学芸大学に寄贈することとなったものである。

そのため、新築の設計計画時には想定出来ていなかった移築後の諸条件をクリアさせるために、いくつかの大きかりな改修が必要となった。例えば、東京学芸大学では、車いす利用者への対応が必要となった為、バリアフリー対応をするための改修が必要となった。

この反省を踏まえ、3棟目となる石巻市では、当初から、駅前のイベント利用と、移築後のキャンブ利用を、同時に想定しながら設計を進めることとなった。

建築確認申請については、間取りや仕様を全く変えずに移築する場合であっても、歴史的建造物や曳家など同一敷地内への「移転」(法改正で別の敷地への移転は緩和あり)を除いて、「新築」扱いとなる。つまり既存不適格建築物として扱うことができない。この為、新築時と移築時の両方の地域の法令を踏まえた設計でなければ、申請が通らない。

また、バリアフリーや断熱などの居住性能についても、両方の使用環境を配慮することで、一方の居住性を著しくそこなわない設計にする必要がある。

具体的には、耐火・防火ルールや積雪・積載荷重、あるいは、バリアフリー、断熱性能等への対応は、基本、両方の基準や性能を比べて、より安全側で設計しておく、もしくは、移築後に容易に性能を強化できるよう、新築の計画時に配慮しておく必要がある。

実際の取り組みから得られた、新築時に配慮すべき点について、以下にまとめる。

①耐火・防火基準

- ・新築時と移築時の建築地で耐火基準が異なる場合は、より厳しい基準に合わせておく。
- ・ただし、どちらか一方でのみ CLT を現わしたい場合は、容易に耐火被覆部材を取り付けられる(もしくは取り外せる)よう、工夫・配慮しておく。

②集団規定(建蔽率、容積率等)

- ・移築時の建築地に合わせて、集団規定を確認する必要がある。移築建築地の方が、より条件が厳しい場合は、移築建築地で適法となるよう建物規模を調整する等、新築の設計時に配慮しておく必要がある。

③その他 建築確認申請に必要な事項

- ・事前に特定行政庁と相談し、移築建築地の条例、景観法など、新築時に織り込むべき条件を確認しておく。「移転」による申請可能性も合わせて確認しておくとうよい。

④その他居住性に関する事項

- ・断熱性能やバリアフリー性能も、両方の使用環境に合わせて、安全側で設計する必要がある。また、開口部や動線、照明なども、両方の使い勝手を事前に検討しておく必要がある。

⑤移築前・移築後を同時に検討した例（参考）

表 移築の前後を踏まえた当初設計での対応

移築前	移築後	移築前後を検討した当初設計
準防火地域	無指定地域	準防火地域
車いす利用なし	車いす利用あり	車いす利用あり
景観条例なし	景観条例対応必要	景観条例対応必要
断熱地域区分:5地域	断熱地域区分:7地域	断熱地域区分:5地域

(4)契約のあり方

施主(利用者)との契約の在り方も、事前に十分な検討が必要となる。特に、最初から移築先が決まっているような場合は、都度、建物の所有権が変わってしまうような契約は、取り決め内容や交渉が煩雑となるリスクがある。

表 建物の所有権について検討した3つのタイプ(2.2 参照)

	新築請負	新築/所有権	移築請負	移築/所有権
イ)パターン①×別施工業者	新築時施工業者 B	新築時施主 C	移築時施工業者 Y	リユース施主 D
ロ)パターン①×同一施工業者	新築時施工業者 B	新築時施主 C	新築時施工業者 B	リユース施主 D
ハ)パターン③ (新築時施工業者 B が 移築まで所有し続ける場合)	新築時施工業者 B	新築時施工業者 B (レンタル)	新築時施工業者 B	リユース施主 D

イ)タイプ：都度、所有権を移すと、都度、交渉が必要となるため、新築から移築完了までの契約を工夫する必要がある。

ロ)タイプ：新築も移築も同一事業者 B が請け負う場合であっても、施主 C にいったん所有権が移ってしまうことにより、移築請負時に不利を負う可能性がある。

ハ)タイプ：新築時はレンタルにする等により、所有権を新築時施工業者 B が持ち続ける方が、移築完了までの権利関係はシンプルになる。

石巻市では上記 3 タイプを検討した結果、パターン③、かつ新築時の施工業者が所有し続けるハ)タイプで進めることとなった。

(5)積算時の注意点

既に説明したように、リユースを前提に積算する場合には、事前に移築建築地の特定行政庁と相談をするなど、諸経費を多めに見ておく必要がある。それ以外の注意点については以下にまとめる。

・リユース時の運搬経路の確認

建築物をリユースする場合、部品レベルまで解体し運搬するのは合理的ではなく、大型のボックスもしくはパネル状の半完成部材として運搬することが想定される。この場合、運搬物が大型化するため、道路幅や車高制限など、移築建築地までの運搬経路を事前に確認しておく必要がある。

・リユースできない部材の検討

リユースといっても、すべての部材をリユースできるわけではない。建築・解体・運搬する過程で、破棄せざるを得なくなる部材が存在する。設計段階では、移築後も使用するものと、再利用が難しいものを明確に区別して計画しておく必要がある。

・第三者の点検・診断費用

住宅リフォーム業界では、診断士(インスペクター)がおり、改修前の建物の劣化状況等を点検・診断する仕組みが確立されている。リユースする建築物も第三者による建築物の点検・診断費用が必要といえる。現時点では、リユース建築物を適切に診断できる第三者機関や認定機関は整備されていないが、木材や構造金物等の劣化・損傷を第三者が点検・診断できる体制を整えることにより、市場の信頼性を高めていく必要がある。

(6)まとめ

実際に東京学芸大学と石巻市で移築を経験したが、設計者のみならず、建築確認機関や行政も、前例のない対応となり、都度、検討が必要となった。建築ルールの大半は、新築・新品を原則としているため、建物そのものをリユースする「移築」という特殊ケースに対しては、原則外対応となる。例えば、国交省が定める公共建築物標準仕様書などにも「原則、新品」が謳われており、行政に対して、移築やリユースの提案を行っても、原則外で前例のない考え方に対して、対応が分かれてしまう。

しかし、ライフサイクル全体での CO2 削減やコスト削減という観点から、今後は社会全体で移築やリユースを推進していくべきである。木造建築業界としても、移築やリユースの経験を増やして前例を作り、情報を共有しながら、あるべき姿を検討していく必要がある。

2.3.2 事例2 SAI GROUP HOLDINGS 株式会社の取り組み

(1) 概要

SAI GROUP HOLDINGS では、同社が開発した「CLT CELL UNIT」(=CCU と略称)を用いた CCU 事業展開の中でリユース事業にも取り組んでいる。CCU は 90mm 厚 (S60 3 層 3 プライ) ※ の国産 CLT パネルを日本古来の伝統技術「蝶蟻」(=チキロックと呼称/商標登録済み)により接合した木製箱型ユニットである。「蟻」とは、先を拡げた形で、抜けないようにした接合方法で両側に拡がって「蝶」のような形の木材パーツを接合に用いている。



※循環型木造構造体 CLT CELL UNIT は 2023 年度中を目標に 120 mm 厚 (S60 5 層 5 プライ) の高耐力ユニットも開発中

プレファブ化による工期短縮とシンプルな施工性について

ユニット化、工場生産による利点で 短工期を実現

構造体であるユニットは、工場で組み上げられてから現場に運ばれます。運ばれたユニットは基礎の上に据え置き連結されるだけなので、現場へは最短1日で収めることが可能です。そこから内外装の仕上げになりますが、通常の工期と比べても約1/3まで短縮させることが可能になりました。短工期での設置は、緊急災害時の仮設住宅や医療施設などでもそのメリットを大いに発揮できることになります。



図 循環型木造構造体 CLT CELL UNIT とその利点

(2) 様々な活用方法

CCU は箱型の CLT ユニット構造躯体であり、ユニット単体での利用は勿論のこと、複数のユニットを並べて使う、他構造と組み合わせて使うなど、多様な発想で様々な建築物(含、非建築物)などへの利用が可能である。

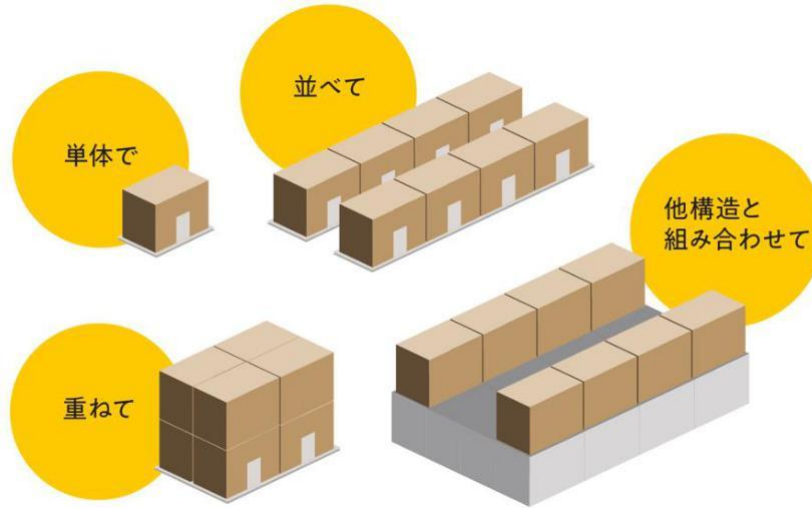


図 CCU の使い方の組み合わせ イメージ

(3) CCU の規格化・標準化

CCU は先行する「CLT パネル工法」に対して、可能な限り金物部品を無くして、最小の CLT 壁量とすることで低コスト化を図り「空間を持つ柱」/構造躯体として成立させたものである。


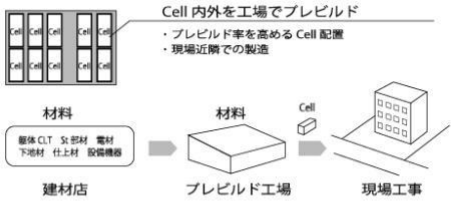
表 CCU の規格ラインナップ



(4) CCU 工法の 2 つの方向性

CCU 工法においては大きく 2 つの可能性／方向性がある。CCU の離隔距離を大きくとる「離隔配置」方式と離隔距離を小さくする「隣接配置」方式が可能である。設計自由度、空間構成、工期、経費コスト等の面から、2 つの方式の CCU 工法の適用が可能と考えられ、いずれの方式においても商品構成と事業展開が期待できる。前者の「離隔配置」方式では、離隔部の CCU ユニット間も広い空間として利用できる。一方、後者の「隣接配置」方式では、工場でのプレビルド率を高く(約 60～70%程度)することで現場での施工工期を極端に短縮可能となる。

表 CCU 工法2つの方向性

	i) 離隔配置	ii) 隣接配置
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> CCU離隔距離を大きく配置、自由度を高める。 	<ul style="list-style-type: none"> CCU離隔距離を小さく配置。工期を縮める。
配置イメージ	 <p>Cell間既存工法と同じ現場工事</p>	 <p>Cell内外を工場でプレビルド ・プレビルド率を高めるCell配置 ・現場近隣の製造</p> <p>建材店 → プレビルド工場 → 現場工事</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 現場工事主体。 ユニット台数を抑えてコスト圧縮可能。 RC壁式工法より広い無柱空間が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> プレビルド割合を最大70%程度まで可能。 圧倒的な現場工期短縮。(従来の約3分の1に短縮) 経費低減と回転率向上によるコスト低減(実証中)
課題	<ul style="list-style-type: none"> 既存木造と同程度の施工期間。(RC施工よりも短工期) 既存木造より高コスト予想。(さらなるコスト低減) 高耐力CCU開発/設計自由度の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ユニット供給体制の整備と確立。 時間当たりの利益率向上と実証・確認。

(5) CCU によるリユースについて

CCU 工法による、事業化、普及拡大により全国展開を目指し、国産材の林業復興とともに、職人不足が懸念される建築業界に対する変革と革新に貢献することを目指している。本工法では、CCU 躯体利用に加えてユニット商品ラインナップ化等により、新築に加えてリユース、移築、改築、増築、レンタル事業など、様々な展開が可能であり、真に環境と共生し、守り育て、次世代へ継承し響働する社会の実現に貢献できる事業として、自走発展していくものとする。

表 CCU 事業におけるリユース展開について

CLT CELL UNIT 事業におけるリユース展開について

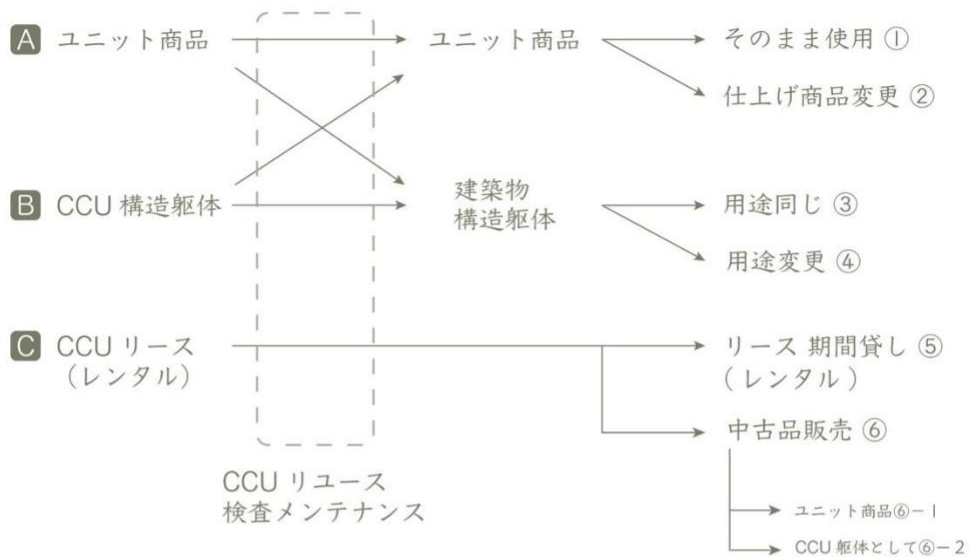


写真 CCU を構造体として建築された店舗の事例。
 (HottoMotto 野芥店 平屋 2UNIT 使用 離隔配置 工期 約 1.5 ヶ月)

CCU 工法は、ユニット 1 台につきわずか4点のアンカーボルトで固定され、解体や移築も比較的容易であり、同型の建築物による事業展開にリユース建築の活用も可能となる。循環型資材による建築物/建築資材等(含、有効利用)の再利用は地球環境にも優しく、かつ、トータルコストも抑えることが可能であり、これからの建築のあり方に対する、変革と革新が期待される。



写真 同型店舗の CCU 構造体



写真 CCU 仮設店舗の事例
(人吉復興コンテナマルシェ 単体ユニット7体使用 設置1日)



写真 CCU 仮設医療施設の事例
(仮設 PCR 検査場 ユニット 3 体使用 隣接配置 設置1日)



写真 CCU 仮設医療施設の事例
(仮設 PCR 検査場 ユニット2体使用 離隔配置 設置1日)

気候変動や社会情勢の変化や自然災害等による緊急事態が増加傾向にある昨今、高強度で移設が比較的容易な上、設置も最短一日で可能となる CCU を利用した仮設店舗や仮設住宅などは、利用期間終了後に、そのまま地元での復興や支援などを行う店舗や施設としての再利用や転用も可能となる。



写真 CCU 仮設医療施設の事例
(仮設 PCR 検査場 ユニット2体使用 近接配置 設置1日)



写真 新型コロナウイルス対応 医療施設としての利用後
再利用のための準備(含、手入れ)中

現在、新型コロナウイルスが収束し、災害復興等の仮設期間も一区切りとなって、CCU を活用したユニット建物の再利用のための回収を開始している。解体、回収が容易なため、工期も短く、構造躯体の状態確認や点検等のメンテナンスを行った上で、再利用または仕上げ変更等による用途変更の上での転用など、様々な形での有効活用/再利用を予定している。

CCU を使用した建築物による木質化は、環境への配慮や工期短縮化によるコスト低減が期待できると共に、リユースによる資材循環の実現により、環境に優しい建築業界の革新につながるものと期待する。

2.3.3 事例3 岡山県真庭市の『蒜山⇄晴海プロジェクト』の取り組み

(リユースビジネスモデル②)

(1)概要

東京・晴海での「CLT PARK HARUMI」の開催時に使用したパビリオンを、岡山県真庭市の国立公園蒜山(ひるぜん)の〈真庭市蒜山ミュージアム〉へリユースし、観光・文化の発信拠点としてリユースした。

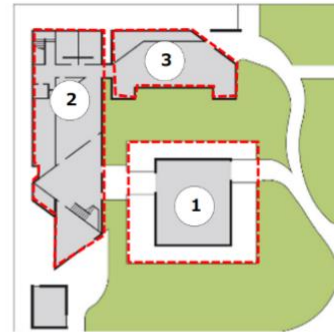
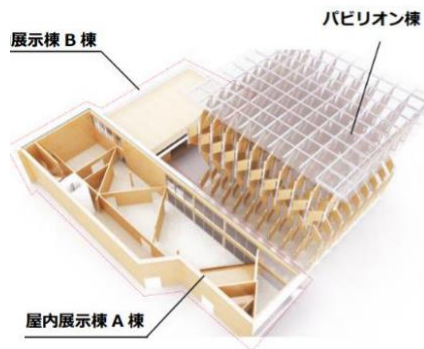


建物概要 CLT PARK HARUMI

所在地	東京都中央区晴海 3-2-15
(移築後)	岡山県真庭市蒜山地内
敷地面積	3368.88 m ²
建物用途	展示施設
建物規模	パビリオン棟:地上1階建、屋内展示棟:地上2階建、展示別棟:地上1階建
建物構造	木(CLT)造、鉄骨造
CLT利用量	施設全体で約 680 m ³ (国産ヒノキ材・スギ材)
事業主	三菱地所株式会社
設計監理	株式会社三菱地所設計
デザイン監修	隈研吾建築都市設計事務所
施工	三菱地所ホーム株式会社

(2)工程

2019年6月	着工
2019年11月	竣工
2019年12月	「CLT 晴海プロジェクト」のパビリオンとして利用開始
2020年秋	解体工事開始
2020年冬	真庭市への移築開始
2021年9月	「風の葉」開業



(3)設計計画時の留意点

①移設先の立地条件

CLT PARK HARUMI は、新築の計画時点で、一般地域(東京都)から多雪地域(岡山県真庭市)へのリユースが想定されていたので、当初から多雪の条件を考慮するなど、積雪量の違いをはじめ、すべての荷重条件・設計条件について、より厳しい方で構造設計を行った。

重要なことは、構造躯体のディテールのみならず下地、仕上げの含め、コネクター接続(解体、再組立て可能な接続)ができるようにすること、あるいは、ビスや釘、接着接合等解体、再利用に問題を生じやすい設計とする場合は、事前に十分な配慮をしておくことである。

②設備仕様や詳細設計

新築時の計画では、排煙窓直上の軒の出がなく、積雪時の排煙窓開閉について考慮されていなかったため、リユース時に屋根の一部を作り直すことになった。リユースを想定する際には、新築時に様々な点で配慮が必要になる。

その他、雪や寒さなどの気候的な条件を踏まえて考慮しておいた方がいい点として、断熱仕様、仕上げや納まりでの寒冷地仕様の配慮などがある。

③CLT 表し部

CLT PARK HARUMI では、床 CLT の表しは傷汚れがひどくなるため、移設場所でも全面サンダー掛け又は仕上げ材貼りが検討された。仕上げ材を貼る場合は、階段部、建具部の高さ調整の必要が生じ、きれいに納まらなくなる場合があるので、注意が必要になる。

④設計施工期間

CLT PARK HARUMI の場合には、当初の工期に解体、再組立てが可能なディテールの設計、開発期間が別途スケジュールに組み込まれていなかったため、工期が厳しかったという反省点が生じた。

(4)施工時の留意点

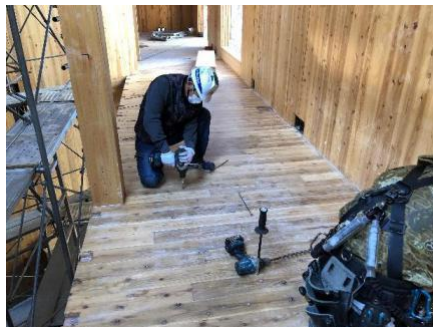
CLT PARK HARUMI では、施工を通じて以下の留意点が挙げられた。

- ① ビスよりもボルト接合を検討する
- ② 防水処理は乾式工法が望ましい
- ③ 現場加工が生じる恐れのある部材については、移設時の対応方法を検討する
- ④ 施工図に部材取付順序を記載する
- ⑤ 見え掛かり面への埋木はできるだけ行わない、もしくは細ビスでの接合を検討する

以下に各項目について説明する。

①接合の種類

リユースを考える場合、設計時にビスではなくボルトを採用する、あるいはビスや金物の種類を減らす工夫をする。CLT PARK HARUMI では、リユース時の施工者に、使用するビス穴の情報が正しく伝達されておらず、施工の際に混乱が生じた。リユースの場合には、異なる施工者が担当しても、汎用的に対応できるような配慮が必要である。



また、解体時のことを考えた場合、接着系の納まりでは部材の表面が剥がれるなど、綺麗な解体は難しく、釘を多用する納まりも引き抜く際に釘廻りの養生が必要であったり、バールで部材を傷付けてしまったりするおそれがある。従って、解体のために、接着接合を減らす事や釘の多用をしない接合方法の検討も必要になる。



写真 CLT の損傷

②屋根 CLT への防水処理方法

CLT PARK HARUMI では、屋根の防水等はビス頭を保護することなく直接プライマー等を施工したため、解体時にビス頭を探し、それを抜くのにかなり手間取った。屋根 CLT への防水処理方法については、解体のしやすさも視野に入れた考慮が必要である。

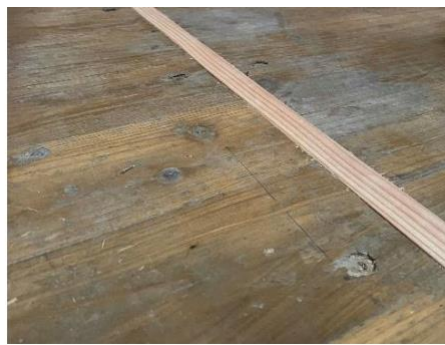
また、CLT への防水処理方法としては乾式工法が望ましく、躯体と分離させる仕組みを考える必要がある。



写真 屋根防水部分の解体時

③リユース時の現場加工

リユース時に床版のすき間処理について、現場加工が必要となり、現場に混乱が生じた。リユース時に現場加工が必要となる部分については、事前に対応を協議しておく必要がある。



④施工記録の徹底

リユースでは、新築の施工段階から、解体を前提とした現場管理を徹底する必要がある。

CLT PARK HARUMI のリユースでは、部材取付け順序等の記録を徹底して行った。例えば床 CLT の敷き込みの順序は、解体時のことを考慮して明確に記録を残した。また、施工時に判明した施工図の記載漏れや誤記を、きちんと施工図に反映させておくことも重要である。

CLT PARK HARUMI では、新築時の施工を担当した技術者が補修、リユース施工も担当したので、移築作業はスムーズに進んだ。しかし、一般には同じ技術者が担当できる事例は少ないと思われる。また、技術者が異なると様々な困難が生じると予想される。技術者が変わってもスムーズに移築を進めるためには、施工図や設計施工の資料・記録を的確に保存しておくことが重要である。

新築と移築の施工者が同じであった CLT PARK HARUMI でも、方杖のたわみによる屋根の垂れについては、リユース先での施工前に確認できず、リユースの最終施工で、金物での補強対応が必要となった。その他、新築時に、壁の目違いを直すために現場対応で打ち込んだビスの情報が、解体時に引き継がれなかったことも反省点となった。





(5)再築時の留意点

①保管・修理場所

解体後の保管・修理(手直し)の場所について、事前に用意が必要であり、屋外作業となる場合は、凍結・カビを防ぐため、仮設テントや素屋根を用意する必要がある。

②補修の判断基準、補修方法

CLT PARK HARUMI のリユースの段階では、一時保管・再度の組立に伴う傷・経年変化に伴う劣化部補修等に関する明確な判断基準や補修方法が確立していなかったため、新築後の利用や解体での損傷、積込・輸送時の損傷(リフト傷等)があり、その対応が明確になっていなかった。

分離発注を想定すると、責任の所在が不明確な場合には、費用負担問題が生じ、クレームや補償問題、訴訟などにつながる可能性があるため、十分に注意が必要である。

実際に、屋外に露出した CLT は、1 年後に解体した時点で、海に近い立地であったことなどもあり、何十年経過した建物であるような、相当な劣化がみられた。リユース前に再塗装も検討されたが、再塗装の費用対効果を考えて、見送られた。

この実績を踏まえると、リユースを考える場合、CLT を含む木材の屋外露出は、可能な限り避けることがのぞまれる。さらに、リユース後に仮設ではなく、常設で長い年月使用する場合は、外観の目視では判断できない腐朽・蟻害の確認も含め、慎重に点検する必要がある。

構造体を見え掛かりで使用する場合、材の損傷・劣化の危険は大きいですが、露出されて見え掛かりになっていることで常に劣化状態が把握でき、点検やメンテナンス計画を立てやすい利点もある。重要なことは、材料に適正な防腐・防蟻処理をして劣化防止をしておくことと、腐りにくいディテールを考えること、そして適切なメンテナンス計画を策定して、適正に実施することである。メンテナンスでは、場合によっては取り換え(一部分等含む)も前提にした計画を立てることが必要になる。

特に新築後に長期間経過した建物をリユースする場合には、材料の補修費用について、相当見込んでおく必要があると考えられる。



2.4 ビジネスモデルを基にした事業フローの分析

2.4.1 事業を成立させるための課題抽出

2.2 にて 3 つの典型的なリユースビジネスモデルを提示した。一連の流れの中で、建物もしくは CLT パネルの所有権に着目して、関係者と流れを整理したものが以下のフローである。

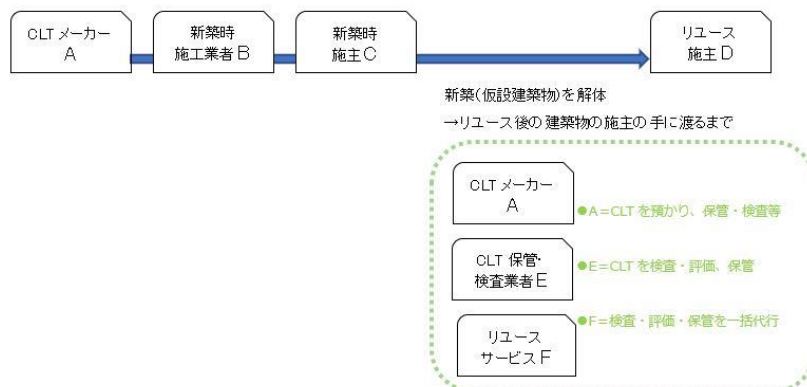


図 CLT リユースにおける建物と CLT パネルの所有権に着目したフロー図

実際には、一連の流れの中で、建物や CLT パネルに関連する関係主体が他にも登場する。登場し得る主体を一覧として挙げ、主体別のリユースビジネスを成立させるための主な課題を以下に記す。リユースビジネスを成立させるためには、各主体の抱える課題を全てクリアする必要がある。

表 CLT リユースビジネス成立のための主体別課題整理

仮設建築物 (新築)	所有者	・所有権のスムーズな移転
	設計者(構造・意匠・設備)	・リユース先が決まるまでのコスト負担
	施工者	・再築の条件(立地等)が明確な場合の計画上の配慮 ・解体、再築しやすい計画
	建設資材の供給者	・解体、再築にむけての記録の保管 ・解体、再築しやすい施工方法・管理方法の提案 ・資材の履歴情報の保管(記録)
解体	解体計画の設計者	・部材を損傷させない解体方法の提案
	解体工事の施工者	・解体後の部材の管理
再築	再築計画の設計者	・リユース部材の使用の可否判断
	再築工事の施工者	・リユース部材を用いた適正な工事の実施
CLT パネル	CLT 製造者	・CLT の履歴情報の保管(記録)
	所有者※	・リユース部材の検査・評価、保管費用の捻出
	各段階での運搬者	・部材を損傷させない運搬方法の提案
	解体後、再築までの保管者	・部材を損傷させない保管場所の確保 (再築の時期が未定の場合には、保管期間が未定)
	リユース材の試験者	・公正な検査方法の策定
	リユース材の評価者	・公正な評価基準の策定
許可(行政)	新築・移設時の建築確認申請許可者	・実績(参照事例)の少ない中での公正な審査・判断

※CLT パネルと建物の所有者が異なる場合を想定

2.4.2 リユースビジネス成立のためのコスト指標

リユースビジネスを成立させるためには、リユースによるコストメリットを成立させることも、重要である。実際の事例で、CLTパネルを用いた建築物のリユースを計画した場合、全体建築費に占める木材・金物費用(リユース対象と想定される部分)は約40%前後であったという実績がある。この場合には、リユースを検討するにあたり、リユースにかかる経費(点検・検査・補修・保管・管理・輸送)が、総建設コストの約40%以下になるという数値目標が設定される。40%という数値は、立地条件や建物の形態により推移するが、いずれにしても全体工事費を把握し、リユース対象となる材料費を算定し、材料費の割合が高い方がリユースのメリットが高まることを踏まえた検討が必要である。

また、リユースのコストメリットを供出するためには、リユース時の条件を可能な限り新築時と同じにするように仕組むことも重要である。特に、防耐火の条件が異なる場合には、大きくコストが変動する要因となるので、注意が必要である。

一方で、部材単位でのリユースについては、以下の式が成立する必要がある。部材単位の場合は、総建設コストにおける部材比率が落ち、リユース依頼主の価格メリットが減少するので、繰り返し利用のできるユニットへの転用なども効果的である。

初期の CLT コスト+廃棄コスト・リスク

≧リユース部材にかかる費用(点検・検査・保管・管理・輸送 他)+環境的効果等

※解体にかかる費用は双方に等しく必要なので除外する。ただし、解体を想定するために必要になる特別な設計費用、あるいは解体時の手間等は、リユース部材にかかる費用(他)に含まれる。

