快適な天然素材住宅の生活と脱温暖化を「森と街」の直接連携で実現する

田中**PJ**　研究報告

2011年**12**月**16**日

本プロジェクトの全体像

天然素材住宅の性能評価

① 省エネ・長寿命の新しい天然素材住宅の開発とその性能評価

- 早稲田T
- 天然住宅T

② 木材の物性・化学成分の利活用に関する調査

- 名古屋大T
- 栗駒T
- 天然住宅T

天然素材住宅の普及

④ 国産木質多用住宅事業を支援する直接金融システムと認証制度の開発

- 天然住宅T
- まちぽっとT

森と街の直接連携

③ 林産地と住宅建設を直接つなぐ一気通貫ビジネスモデルの拡大とその実証

- 天然住宅T
- まちぽっとT

⑤ 持続的な林業（育林を含む）が実現可能であることの実証

- 栗駒T
- 天然住宅T
- 早稲田大T
- （まちぽっと）
- （名古屋大）

CO2削減シナリオ

⑥ 2050年カーボンニュートラル生活実現シナリオの検証

- 埼玉大T

天然住宅の「一気通貫モデル」を総合してCO2削減シナリオを設定
最大限に削減した場合の2050年のCO2排出量を求める

一気通貫事業で林業の現状を打開:川上

現状と問題点

- 育林コストの回収が困難
- 国産材の価格低迷
- 市場では品質保証済・使い勝手の良いお手頃価格の外材がシェアを圧倒
- 補助金依存な経営体質
- 林業がなりわいとして成り立たない

⇓

- 手入れが十分されない森が荒廃
- 土砂崩れなど災害多発
- 林業の担い手不足

打開策

- 育林から家づくりまで一気通貫モデルで検討
- 林業の労働生産性を見直す（合理化・コスト削減）
- 品質保証・トレーサビリティの確保
- 市場の需要に合わせた国産木材の高付加価値化
- 持続可能な林業で補助金に頼らない

国産材を流通させると同時に山側に利益を還元させる仕組みをつくる

山側での取り組み

森林整備のコスト削減：皮むき間伐・豚や牛の放牧

皮むき間伐（1）

豚の放牧

牛の放牧

低温乾燥と伝統構法で長寿命国材木材供給： 川中

現状と問題点

- 生物資源であるはずの木材が工業製品と同様に扱われる
- 納期短縮・均質な品質を求められる
- 主流である高温乾燥では木材が変質・劣化する可能性大（ねばり低下、内部割れなど）
- 中小零細中心の製材工場・木材加工場は経営難に直面
- プレカットの普及により「刻み」など伝統構法の継承が困難

打開策

- 人工乾燥材の性能評価
  →低温乾燥法の開発、人工乾燥に伴う劣化の化学的分析
- 長寿命部材として十分な乾燥品質と強度の確保
  →低温乾燥材の物性試験
- 製材・木材加工の労働生産性を見直す（合理化・コスト削減）
- 伝統構法の「刻み」を活かした建方の合理化

・ 生物資源である木材の特性を殺さずに提供
・ 中小製材工場の蘇生

PCプレカットと伝統構法の違い

コンピュータ・プレカット
による瑕疵の継ぎ手

手刻み
伝統構法

人工乾燥方法の違い
― 高温乾燥とくんえん乾燥(3ヶ月天日)

高温乾燥材

くんえん乾燥＋3ヵ月天日乾燥材

リグニンが壊れた木材と壊れていない木材

- 天然住宅の素材はすべて栗駒木材からのもの。
- 細胞も精油分も壊さない乾燥、防菌槽に入れることもなく、人体に有害な防腐剤も使わない。
- それどころか山にアスファルトも使わず、枯葉剤も使わない。

環境優良長寿命住宅供給と市場形成:川下

現状と問題点

- 健康に害のない建材・住宅の入手が困難
- スクラップ&ビルドの繰り返しで住宅ストックが形成されない
- 住宅長寿命化を実現するための支援制度が不十分
- 健康・環境に配慮した住宅の価値が不動産市場と連動していない

↓

- 住めば住むほど価値が下がる
- 中古住宅市場に良質な住宅物件が流通しない
- 住宅建設サイクルが森林のサイクルに合わない

解決アプローチ

- 健康に住み続けられる居住環境の実現
- 国産材住宅の性能評価
  - 居住環境の実測
  - 木材耐久性の実測
- 住宅の性能評価に基づいた住宅認証制度の提案
- 住宅認証制度と不動産市場を連動させ、中古住宅市場の拡大に繋げる

健康に長く住み続けられ、森林のサイクルに寄り添う家づくりを実現する

国産木材を多用した住宅（天然住宅の実例）

天然住宅型一気通貫ビジネスモデル

「川上」 「川中」 「川下」

育林 → 伐採 → 運搬 → 製材 → 乾燥 → 加工 → 運搬 → 家の建方 維持管理

地ごしらえ
植林
下草刈り
除間伐

林道
作業道
(＋機械)

在庫圧縮
本来の木材

大工・職人
多能工の育成
雇用の創出

国産材住宅
正当な評価
中古住宅流通
認証・金融

（施業方法の確立）

~~原木市場~~ ~~材木問屋 商社~~

中間マージンを省く

（生産性の合理化）

~~高温乾燥~~ ~~プレカット~~

納期短縮のためのむやみな機械化・合理化・効率化はしない。品質の劣化を避ける。雇用を守る。

従来型の流通における無駄を省く → 山側に利益を還元する

天然住宅認証制度コンセプト

持続可能な居住環境	持続可能な森林環境	持続可能な地球環境
健康に住み続けられる家	国内の森林再生・保全	地球温暖化防止
住宅ローン負担の軽減	持続可能な林業	生物多様性の保全
住宅改修・修繕の促進	水源の涵養・水害の防止	河川・海洋環境の保全
経済的な暮らし	世界の森林保全	脱石油製品

「天然住宅認証」 で ＜ ヨコ串に刺して ＞ 実現する

健康・環境配慮型住宅	山への適切な資金還流	省エネルギーの促進
住宅価値の適切な評価	国産材のトレーサビリティ	再生可能エネルギー促進
中古住宅市場の拡大	樹木由来物質の利活用	省資源・リサイクルの促進
国産材住宅の性能評価	**一気通貫ビジネスモデル**	**住宅LCA（健康を含む）**

「健康・経済的に住み続けられる」 ＋ 「森林・地球のサイクルに寄り添う」 家づくりを実現

天然住宅認証の原則と基準【P&C】(案)

原則　Principles		基準　Criteria	
		昨年度基準	キーワード　(下線部は今年度追加分)
持続可能な居住環境	室内環境快適性能	■基準9　住まい手の健康を害しない ■基準10　住まい手が過剰に有害化学物質に暴露しない ■基準11　住まい手が過剰に電磁波に暴露しない	●快適な室内温度、湿度、騒音、振動、換気 ●塗装・接着剤・害虫対策での化学物質の不使用、石油化学製品建材の不使用、家具等での接着剤・防腐剤の不使用 ●電磁波を発生しにくい基礎工法、太陽電池パネルの設置場所や工法の工夫、IHの不使用
	構造・防火性能	■基準12　最低でも使用木材が回復するまでの寿命を確保する ■—	●耐震設計 ●防火設計
	木材耐久性能	■基準12　最低でも使用木材が回復するまでの寿命を確保する	●構造材の耐久性、害虫対策、菌類対策、継手・仕口の耐久性
	維持・管理性能	■基準7　住まい手が経済的に不当に苦しまない ■基準8　工務店、職人、その他の関係者の生活を不当に圧迫しない ■基準15　メンテナンスのしやすさ	●住宅購入費用助成制度 ●中古住宅として適切な価格で販売できる価値を確保 ●適切な費用の支払い ●容易な維持・管理のための工夫
持続可能な森林環境	森林管理・素材生産	■基準1　持続的な森林資源の管理 ■基準2　森林の環境保全 ■基準3　生産性向上の努力	●間伐材の使用、主伐材の伐採後の確実な更新、森林認証 ●林地の浸食防止、河川への土砂・枝条の流入防止、残存木への影響、木材の最大限の活用と廃材の最小化、化学薬品の不使用、廃棄物の適切な処理、生態系への配慮 ●生産性向上のための取り組み・制度
	製材・木材加工	■基準4　環境に配慮した木造加工 ■基準5　トレーサビリティ ■基準6　林産地側の人々の生活を守る	●加工工程での化学物質の不使用、超低温乾燥 ●素材生産から製材・木材加工、資材搬入までの情報一括管理 ●一気通貫モデルによる適切な木材購入価格の支払い(林産地側への資金還流)
持続可能な地球環境	温暖化防止・LCA	■基準13　建築時・居住時の二酸化炭素排出量を最低限にする	●総合的な二酸化炭素排出量削減 ●省エネ家電の利用、再生可能エネルギー、断熱、節水 ●国産材の使用、無垢古材の利用
	リユース・リサイクル	■基準14　リユース・リサイクルの推進	●移築可能な設計、廃棄物の最小化、リサイクル可能な建材の使用、リサイクルが困難な複合素材の使用回避

現在の研究開発の進捗、及び、今後の方向性

（1）全体

本プロジェクトでは，以下の①～⑤の研究開発を行う。

① 省エネルギー，長寿命，低環境負荷な天然素材住宅の開発とその性能評価
② 林産地と住宅建設を直接つなぎ、中間マージンなしの一気通貫ビジネスモデルの実証
③ 天然素材住宅建設事業を支援する認証と直接金融システムの開発
④ 以上に基づく持続的な林業（育林を含む）が実現可能であることの実証
⑤ 以上の事業による2050年カーボンニュートラル生活実現シナリオの検証

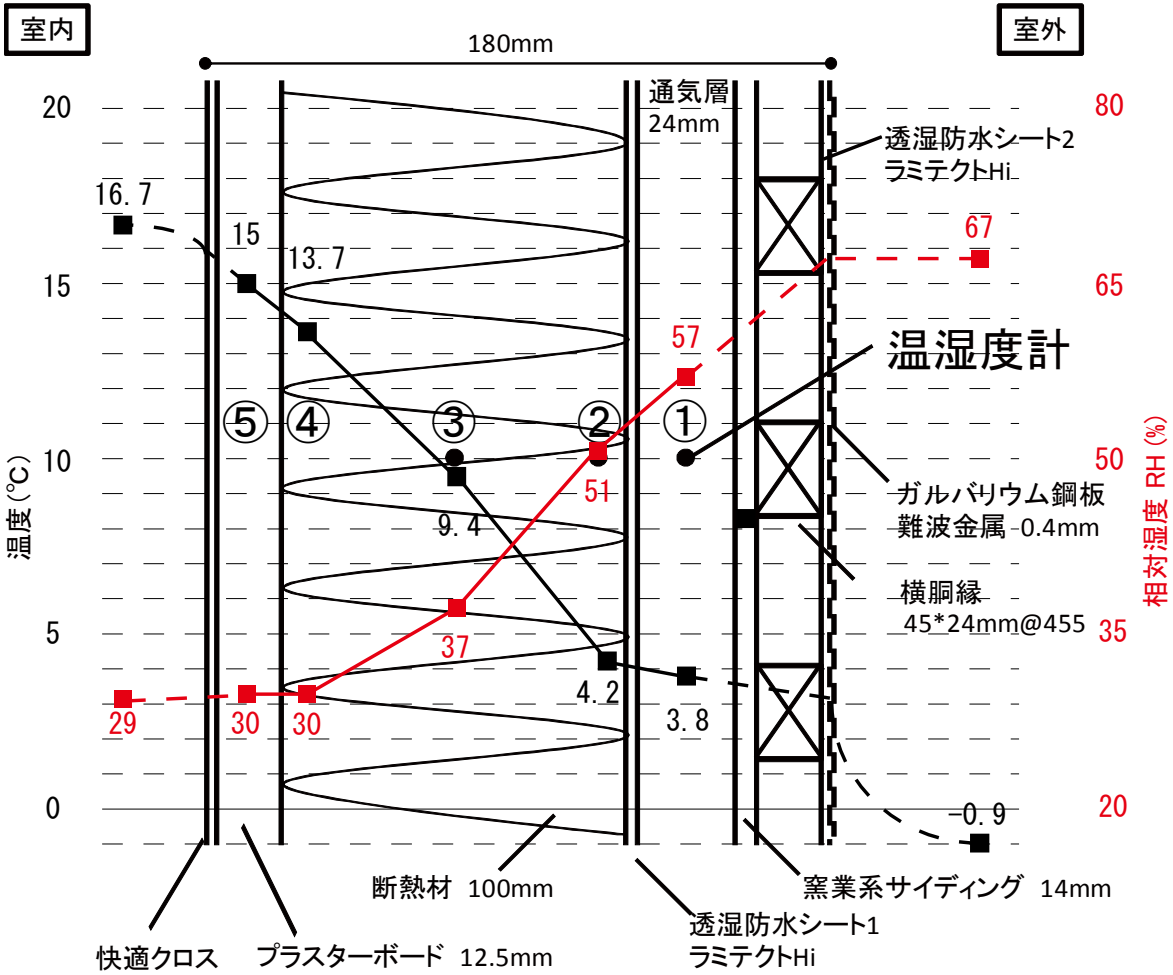
（1）各研究開発グループ

森を守る仕組み （主に天然住宅G）		持続的な林業実現のため、山側と住宅等の建築現場を直接に結びつけ，歩留まりをあげるための方法に関する（労務工程も含めた）マニュアルを作成する。現在、マニュアル作成の基礎調査のため、関係者に対して聞き取り調査や現在の使用している作業場の実測調査を行っている。本プロジェクトではこのマニュアルも含め、国産材の中間マージンを排し、林産地と住宅建設を直接つなぐ一気通貫ビジネスモデルを各地に広げていくつもりである。しかし、それには林業，林産業，工務店等との連携が欠かせない。そこでRT及びミニRTを活用し、本プロジェクトに賛同していただける工務店等を増やしていく予定である。
「森と街」を直結した家づくり（天然住宅の性能評価）	室内温室環境等実測 （主に埼玉大学G早稲田大学ユニット	埼玉大グループ早稲田大学ユニットでは、一気通貫型住宅生産システムの事業性を確認するため、林業・林産業の原価調査を行い、一気通貫によるコスト削減により、再植林などの育林コストを捻出できることを確認した。また、育林から住宅生産を境界条件とするLCCO2分析を行い、想定している住宅仕様では木材を多用しているにもかかわらず、一般的な住宅と比較すると流通段階で17％減、住宅生産と運用段階で6％減となることが分かった。また、2010年度より行っている木材多用型住宅Y邸の室内温熱環境、木材表面含水率、エネルギー消費量実測では、現工法において外壁内の木材含水率は9～12％、湿度は30～40%に維持されており、腐朽菌が繁殖しづらい環境に保たれていることを確認している。
	木材の物性・化学成分の利活用に関する分析 （主に名古屋大学G）	低炭素社会に即した地域産材の活用を図るため、プロジェクトでは低温乾燥法の有効利用と開発・改善を試みており、これに関して、材料の物性および化学成分分析を実施している。現在、実大強度の把握を終え、これに基づく長期荷重試験（クリープ試験）の着手している（試験装置の作成と試験開始）。また、実大強度試験後の試験体についての化学成分分析と乾燥前に材料を浸水させた水に流出した抽出成分の分析に着手する。今後は、これらのデータを基に、材料の品質と耐久性を担保する低温乾燥法の確立、現場における簡易品質保証法の確立および技術移転（強度、含水率）、未利用抽出成分の有効利用法の検討を目指す。
「森と街」を直結した家づくりビジネスの実現に向けた仕組みづくり （主に天然住宅G）		林業～住宅～維持管理の一気通貫ビジネスモデルの実践のため、単なるCO2や省エネにとどまらず、健康に配慮された住宅、超長期に利用可能な住宅、林産地などの生産者への適切な支払いなど、諸点を考慮した天然木質住宅認証を作成する。また、期優良住宅普及促進法では、中古流通市場において性能評価基準が普及しないなどの問題があるため、中古住宅市場の現状調査に加え、長期使用可能でアトピーや軽度の化学物質過敏症などに対応可能な住宅ニーズを調査するとともに、住宅自身の価値が低下しづらい「中古住宅市場」の創設とともに、住宅のユーザーサイドに立った新しい住宅ローンの仕組みを創設する。
2050年LCCO2カーボンニュートラル達成への排出削減シナリオの策定 （主に埼玉大学G）		2050年にLCCO2(ライフサイクル評価)でカーボンニュートラル（バイオマス燃料からのCO2排出をゼロ評価して排出なし）を達成する総合的な排出削減シナリオを作成している。その準備として住宅のエネルギー消費量とそのCO2排出量を住宅種類別、世帯類型別、エネルギー種類別、エネルギー利用目的別、都道府県別、市区町村別に推計し、その経年動向についても分析している。住宅建設過程のLCCO2について素材生産工程などを含む全過程の海外波及を含む誘発排出を産業連関表を用いて計算し、生活からの排出についてはHLCE（Human Life Cycle Emission）なる1人当誘発排出量評価手法を用いた総合評価を行うべくその要素となる排出係数群を整備している。また2050年までの省エネルギー、CO2排出削減技術の開発と普及について既往のロードマップを収集整理しさらに検討を加えて独自のロードマップを作製中である。

国産材住宅の性能評価 【居住環境の実測】

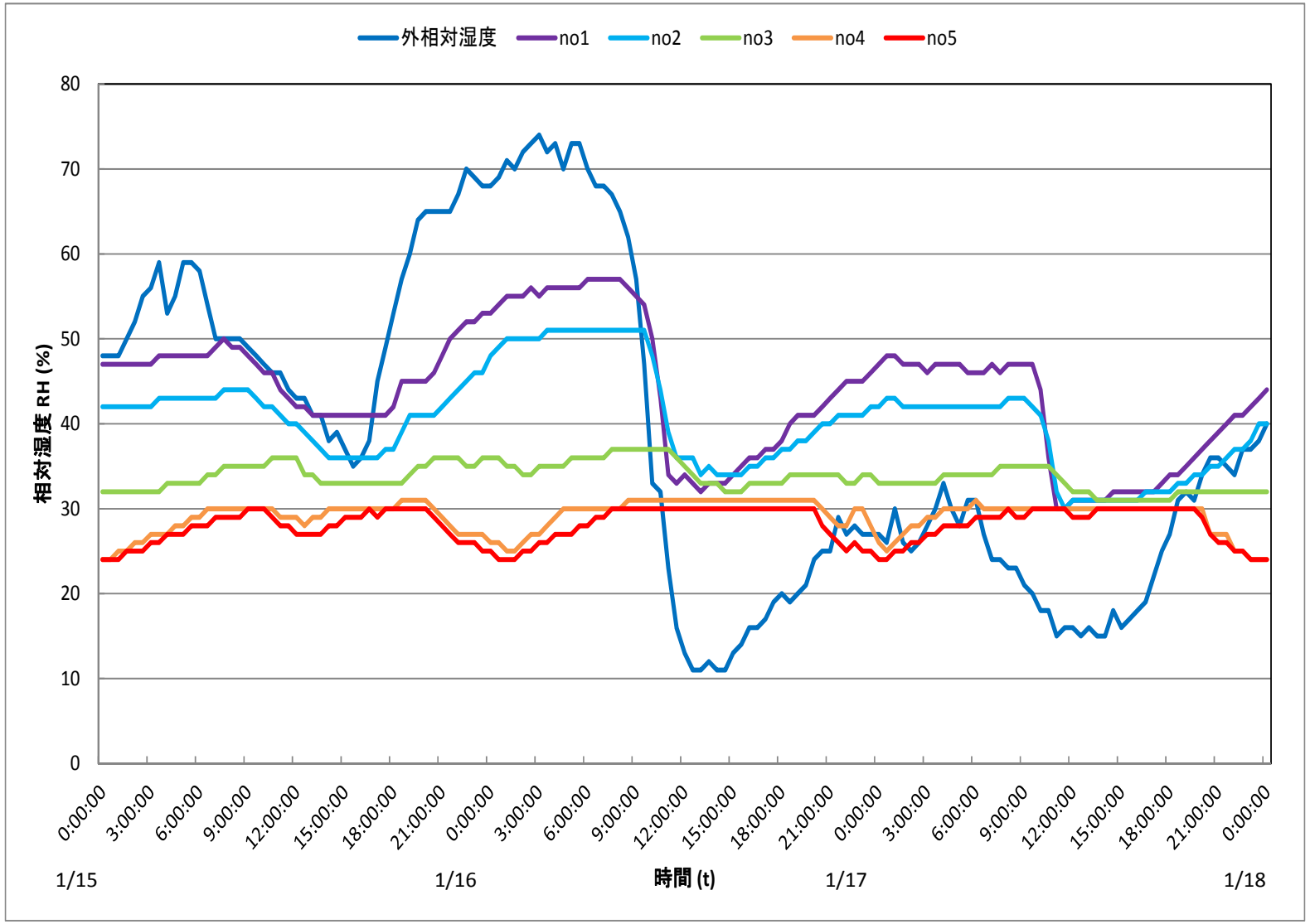
室内16.7℃　外気-0.9℃、湿度29%　外気67%、

断熱性能：　Q値　2.2W/㎡K



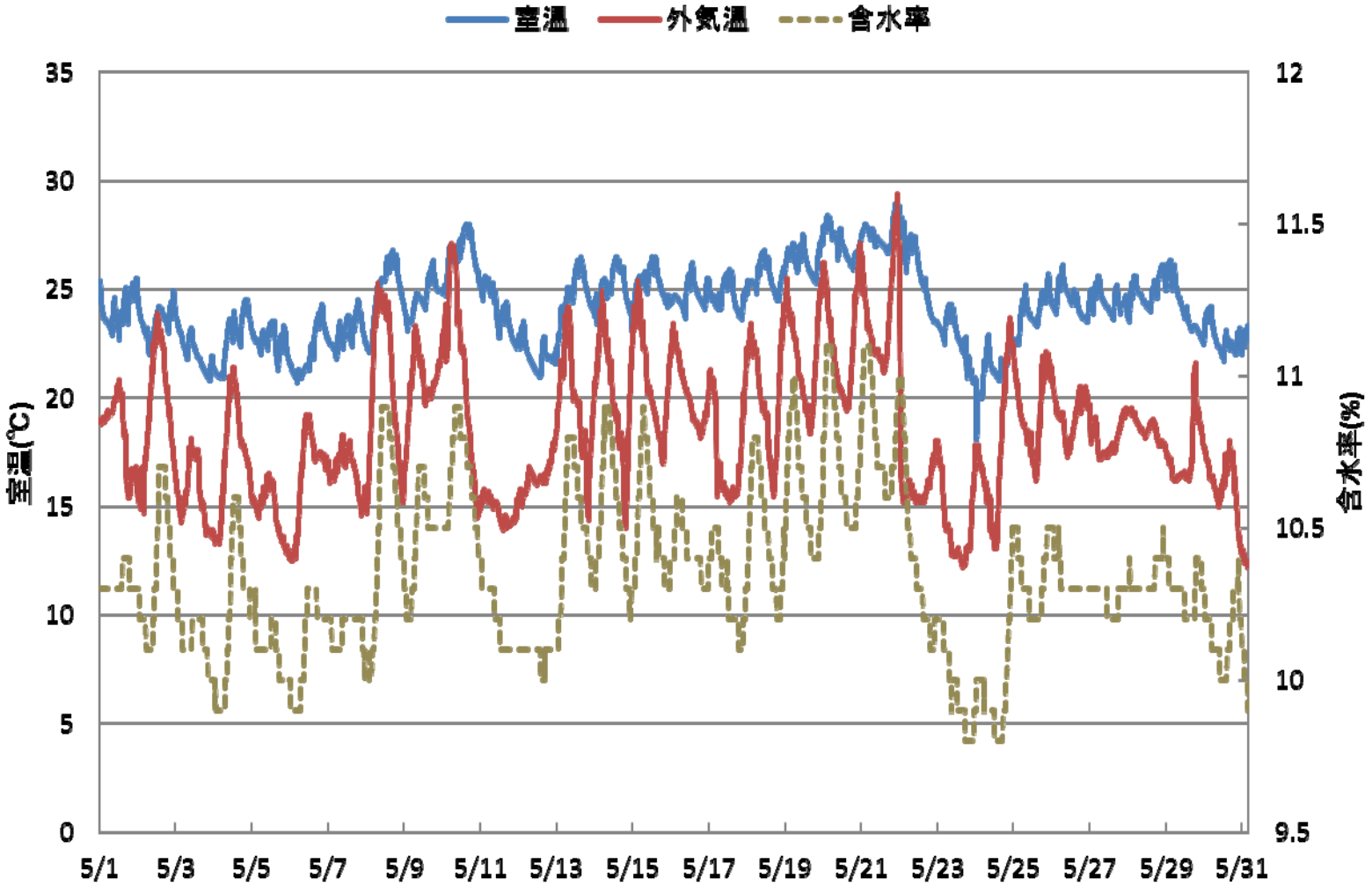
Y邸壁内温湿度変化プロット図　1/16 7:30 晴れ

国産材住宅の性能評価 【居住環境の実測】



Y邸壁内相対湿度の変動グラフ（1/15～1/17）

国産材住宅の性能評価 【構造材耐久性】
含水率20%以下を保持



壁内構造材含水率と室温と外気の関係(5月)

木材の物性に関する実験風景（クリープ試験）

土台の検討

クリープ試験の実験台

重りの検討

住宅のライフサイクルCO2（LCCO2）分析

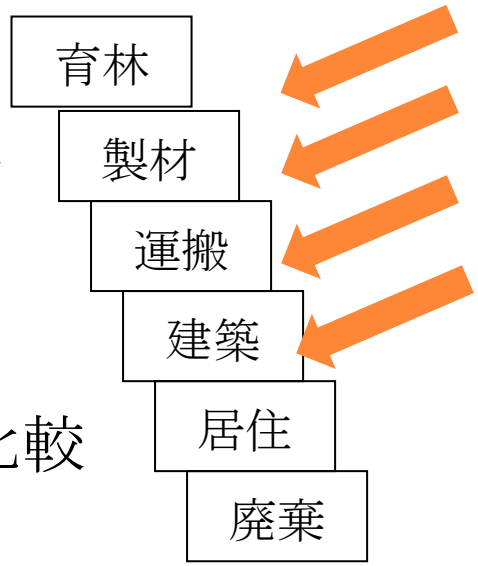
住宅のライフサイクルCO_2を

植林・育林から住宅建設、運用、改修、廃棄最終処分まで

一気通貫評価

各プロセスにおけるエネルギー消費とCO_2排出と吸収（＝森林の炭素固定）を推計

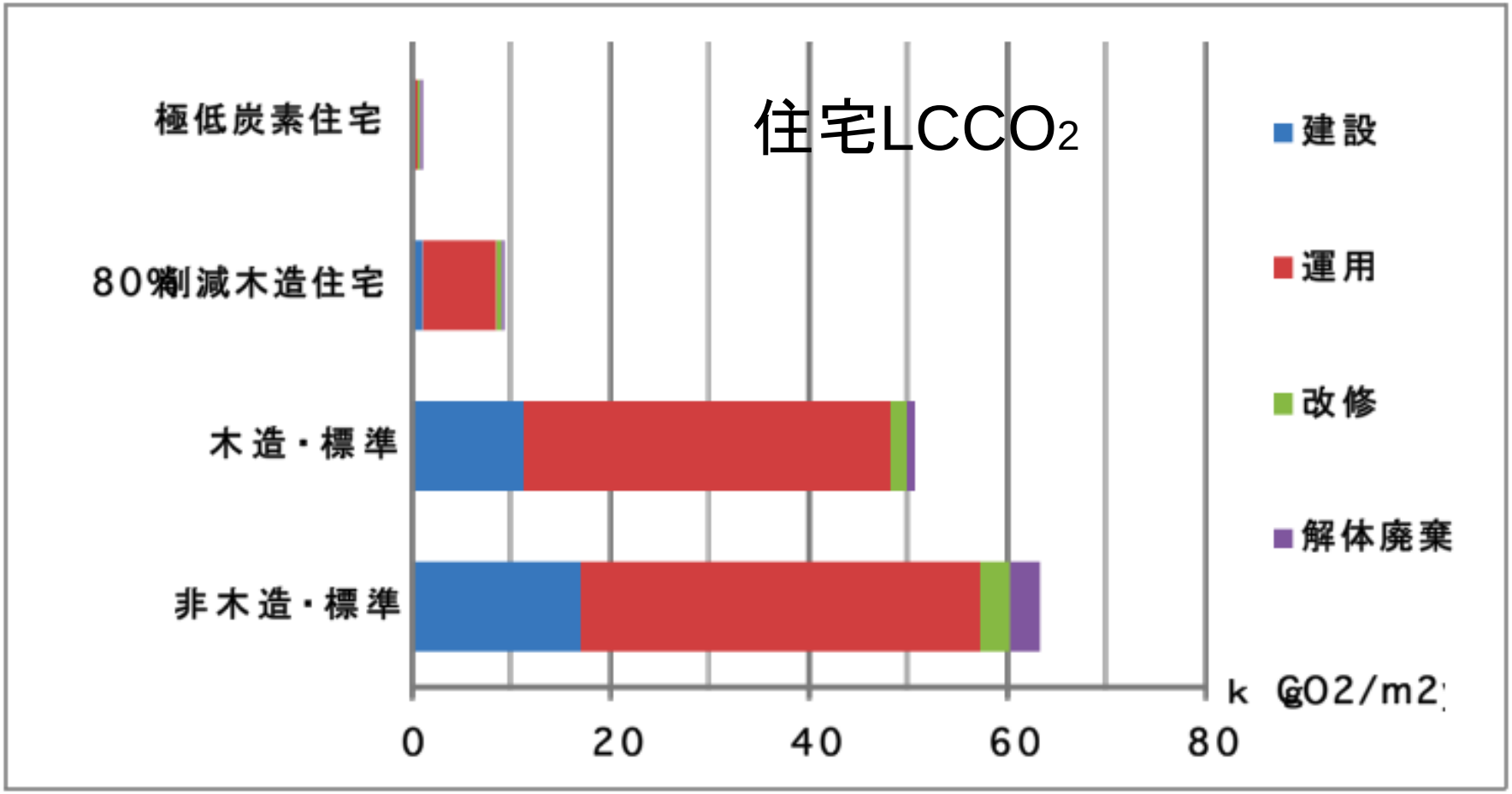
（国産木材住宅の一例）



２×４、集成材、鉄骨、RC等の他構法と比較

◎ 住宅の一気通貫モデルを脱温暖化の視点から定量的に検証

◎ 住宅環境性能に関する認証制度のエビデンスデータを構築



LCCO2で住宅Zero-Emissionをめざす
現況→80%削減超低CO2排出住宅から
　→2050年　カーボンニュートラル達成へ

長寿命で長期平均で低下しても直近排出あり・注意

ラウンドテーブルの開催：　横の広がりへ

設計・営業

ミニRT-Ⅰ

住宅LCAを考慮した建築・ライフスタイル

設計事務所・環境系研究者対象
30名程度

住宅LCA（健康含む）を考慮した設計思想と手法・事例

国産材木造住宅を勧める営業ツールとしての住宅LCA

住宅ローンの低減や林業再生に配慮した家づくりの支援策

2012年2月予定　東京

施工・監理

ミニRT-Ⅱ

工務店（職方）の現場目線で考える一気通貫モデル

工務店（職方）・木造研究者対象
30名程度

国産材住宅をリーズナブルに提供するための課題

現場の職方目線でみた一気通貫モデルの考え方

木造伝統構法の技術を継承するための仕組み（大工育成の考え方）

2012年1月予定　東京

資金供給

ミニRT-Ⅲ

一気通貫モデルのための認証制度・金融の仕組

金融・認証機関関係者対象
30名程度

海外の中古住宅金融の現状と日本の課題

現行の法規制・住宅と森林に関わる認証制度の課題

認証制度の国内外動向

「天然住宅認証」とその課題

2011年10月24日（月）　東京

資材供給

ミニRT-Ⅳ

持続可能な林産地・林業のための家づくり

林業者・森林研究者対象
50名程度

持続可能な林業に向けた地域での試み

用材以外の森林資源の利活用（樹木由来の化学成分、バイオマスエネルギー等）

森のサイクルに寄り添う山づくり・家づくり

2011年11月3日（木）　名古屋

ラウンドテーブル

『森を守る住宅供給の仕組－天然住宅・森と街連携プロジェクト』

200名程度

2012年3月4日　東京

地震復興への取り組み

- PJのコンセプトを、宮城県での震災復興支援に応用

被災者、コミュニティセンターなど

震災で住居や財産を失ってしまった方でも、安心で安全な住宅を提供できるようにするとともに、返済可能な住宅ローンのスキームを作成する。

林産業、工務店、大工など

被災地域や近隣の林業者や工務店、大工などに工事していただくことで、雇用の創出や地域の産業の復興を促すと同時に、地元林業の再生も目指す。

復興住宅の特徴

1. 宮城県内の低温乾燥木材を100%使用する。
2. 地元の工務店、職人さんによる施工。
3. 地域林業～建築産業の活性化と雇用創出
4. 高断熱、適気密。カビ、結露が少ない。
5. CO2. - 80%の基本性能で高い省エネ性。
6. 有毒化学物質を使用しない健康仕様。
7. 200年以上の耐久性。
8. 伝統的な板倉造。移築可。増築可。
9. 建築価格550万円。現金収入少なくても可。
10. 集落ごと移動できる集合団地やエコヴィレッジにも対応できます。

今後の展開

◆一気通貫事業の意義を客観的にまとめる

- 供給から需要先まで全過程に円滑な関係が成り立っていること
- 事業収支が資本収支を含め赤字でないこと
- ライフサイクル全般においてエコであること
- 以上を残された期間内にできるだけ客観的に検証する

◆社会へ当該事業を拡散するとともに啓蒙活動を行う

[拡散]

- 事業を複製し、他（多）地域展開することで効果の拡大を図る
- そのための手法を企画試行し、実際に展開する。

[啓蒙活動]

- 地域に根ざした温暖化対策PJ領域全般との相互交流を通じて学習を深める

とくに有効な事業化手法のPJ内複製展開

とくに林業復興手法のPJ内複製展開

とくに温室効果ガス排出削減効果評価手法のPJ内複製展開

国産材の支持層を増やす。
山の木のファンになってもらう

伐採

みんなで
出かける

製材

山の木のファンになってもらう。

樹に話しかける

伐採

製材