第 2 章

事業の成果　木材・木造建築の物性的特質

テーマ
1

木材・木造建築は地球環境にやさしい

○テーマシート
1-1 はじめに
1-2 木材・木造建築と地球環境
1-3 建設・製造時の CO2 排出量が少ない
1-4 炭素を固定できる
1-5 持続的な森林管理につながる
1-6 化石燃料の代替エネルギーとして機能する
1-7 再生可能な資源である
1-8 おわりに
○論文シート

テーマ 1　木材・木造建築は地球環境にやさしい

1-1 はじめに

平成 27 年フランス・パリにおいて開催された、国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）では、京都議定書に代わる温室効果ガス削減のための新たな国際的枠組みとして、パリ協定が採択された。パリ協定では、世界的な平均気温の上昇を産業革命以前に比べて 2℃より十分低く保つことが長期目標として掲げられ、締約したすべての国で、気候変動への脅威に対応するための実効的な取り組みを実施することが定められ、世界的に地球環境にやさしい社会の構築に貢献することが求められている。

1-2 木材・木造建築と地球環境

a）森林の公益的機能と木材利用

日本の国土は湿潤で温暖な気候に恵まれ、陸上のほとんどの場所で森林の生育が可能といわれる程、豊かな環境におかれている。この森林の役割は多方面に及び、木材の供給のほか、二酸化炭素を吸収する、水を貯留し洪水を緩和する、土砂の流出を防ぐ、川や海へ養分を供給する、多様な生物を育むなど、地球環境におけるさまざまな公益的機能を担っている。

特に、上述した社会状況における森林の役割として、例えば、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第２次報告書のなかで、森林と木材利用（建築分野に限らず）の関係に着目して、「炭素貯蔵効果」、「省エネルギー効果」、「化石燃料代替効果」が述べられているように、二酸化炭素削減の効果が注目されている。

b）建築分野での地球環境にやさしい社会への貢献

こうした状況のなか、建築分野においても、木材の利用や木造建築の建設を推進することで、地球環境にやさしい社会に貢献できると考えられる。そこで、こうした木材を利用することや木造建築を建設することが、どういった観点で地球環境にやさしい社会に貢献できるかについて、木材利用・木造建築と地球環境をテーマにして書かれた学術論文を収集・分析することで、科学的根拠に裏付けられたものを整理した。その結果、以下の5つの観点を挙げることができた。

① 建設・製造時のCO_2排出量が少ない
② 炭素を固定できる
③ 持続的な森林管理につながる
④ 化石燃料の代替エネルギーとして機能する
⑤ 再生可能な資源である

以下に、それぞれを詳しく解説する。

1-3 建設・製造時の CO_2 排出量が少ない

まず、金属やコンクリートなどの他の素材を原料とする資材（以下、「他素材」と呼ぶ）のものも含めて、建築資材を製造する際の炭素排出量を確認してみる。その算出方法については、積み上げによる分析や産業関連表による分析などいくつかの方法がある。図1では、そうしたもののなかで、日本建築学会が産業関連表を基にして算出した、建築資材ごとの炭素排出量の原単位を示している。図1によると、例えば、家具・装備品について、木製のものの製造におけるCO_2排出量（流通まで含めた値）は金属製のものの2割程度しかないことが分かるように、木製の建築資材は他素材製のものよりも製造工程におけるCO_2排出量が少ないといえる。

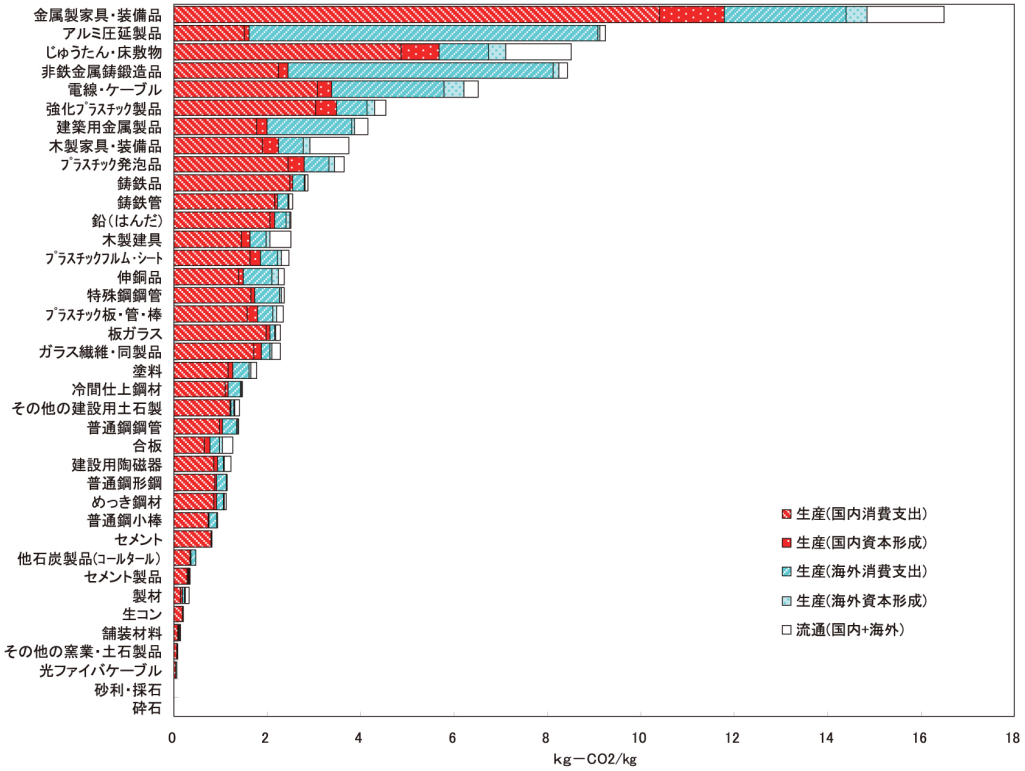


図 1. 建築資材の CO_2 排出原単位（1995 年値）

出典）日本建築学会 編集；建物の LCA 指針，日本建築学会，2006.11

さらに、図２では、用途別・構造別の建築物ごとの床面積あたりの CO_2 排出量を、建設部門分析用産業連関表に記載された 27 細目の建物用途別・構造別建築工事の投入金額（生産者価格表）に、516 部門別の環境負荷原単位を乗ずることによって示している。図２から、例えば、木造住宅の建設に際する CO_2 排出量（海外資本形成まで含めた値）は、S 住宅や RC 住宅の 6 割程度しかないことが分かるように、木造建築は、S 造あるいは RC 造の建築と比較して、CO_2 排出量が少ない構造形式であるといえる。

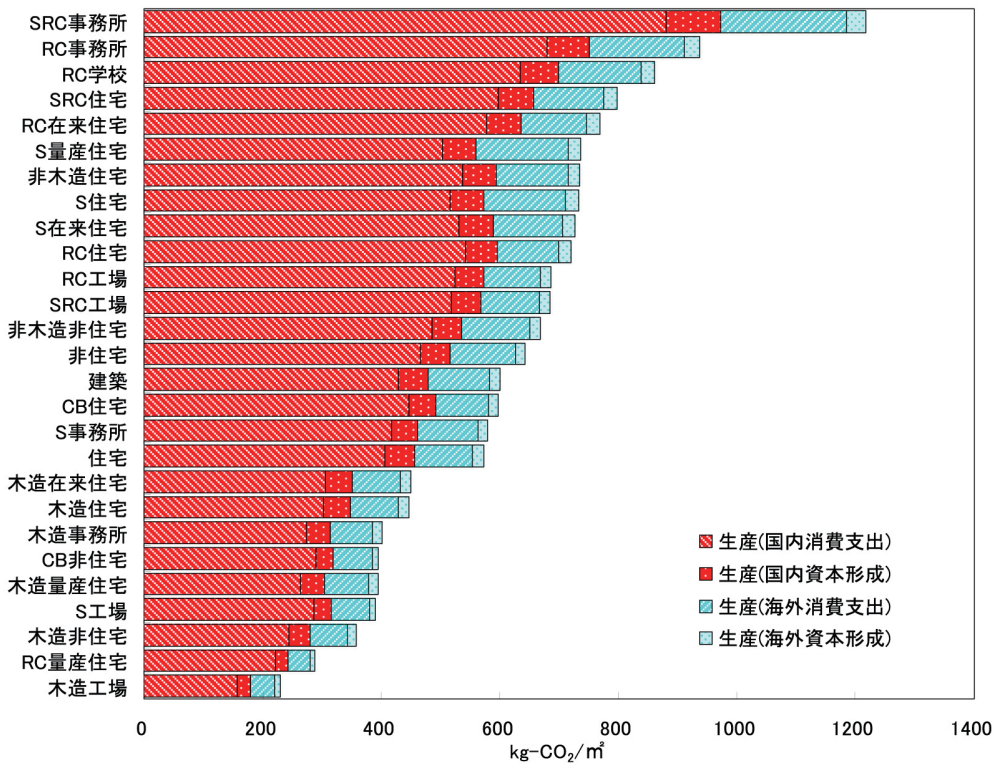


図 2. 建築物の用途別・構造別 CO_2 排出原単位のシステム境界別内訳（1995 年値）

出典）日本建築学会 編集；建物の LCA 指針，日本建築学会，2006.11

また、建設・製造時の CO_2 排出量においては、建築資材の輸送距離も重要である。木材は、鉄やコンクリートなどの他の建築資材と比較して、建設・製造場所の近くで生産することが可能であり、建設・製造時の輸送距離を短くすることができる。図 3 に、合板製造における輸送距離と CO_2 排出量の関係を示した。ここでは、原木輸送の方法を、全輸送方法の平均値（A)、比較的近い外国であるロシアからの木材輸送（B)、国産材輸送（C)、および地域産材輸送（D）の大きく 4 つで分類しており、それぞれの輸送プロセスにおける CO_2 排出量を示している。この図から、国産の原木を使用した場合は、輸送にかかる CO_2 の排出量が、海外輸入（ロシア）の原木を使用した場合の 35%程度に抑えられることが分かる。さらに、地域産材の原木を使用した場合は、国産の原木を使用した場合の 60%程度に抑えられることも分かる。

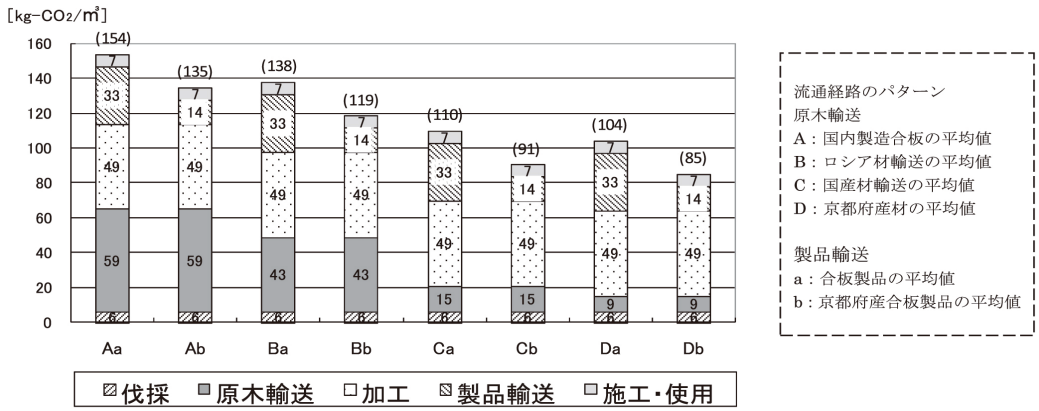


図3. 合板製造における輸送プロセスごとのCO_2排出量の比較(1㎥あたり)

出典）渕上佑樹 他;木材製品の輸送プロセスにおけるCO_2排出量，
日本建築学会環境系論文集 第75巻 第655号，2010.9

1-4 炭素を固定できる

近年でも、「木材利用→森林伐採→地球環境への負荷」といったように、木材利用は地球環境に負荷を与えるというイメージが強い。しかしながら、地球環境への負荷となる森林伐採は、農地開発や工業利用によるものであり、それらと木材利用による森林伐採は分けて考えなければならない。その根拠のひとつとして、伐採した木を木材として利用すれば、炭素を固定しておくことができる点が挙げられる。例えば、次のストーリーを想定した場合において、固定可能な炭素量の推移がどのようになるかを図4に示す。

「1haの造林地にスギを植林 → 50年後に伐採、製材して、住宅などの部材として使用 → 33年後に住宅を解体して、一部はパーティクルボードとして再加工、家具製造に使用 → 17年後に家具を破棄」（ただし、このストーリーは理想的なモデルとして示したものである。実際には33年を待たずして住宅が解体されることもあるので、住宅の部材として固定されている炭素量は、半減期に応じた一時減衰関数によって算出される。）

図4によると、樹林して50年後の1haのスギ造林地の幹材に固定されている炭素量が約140tonであり、それを伐採、製材して住宅などの部材として使用したとしても、その57%程度の約80tonは固定されたままで排出されないことが分かる。

さらに、上のストーリーのなかで50年ごとに植林し続ければ、恒久的に炭素を固定することができることが分かる（図5における点線部分）。

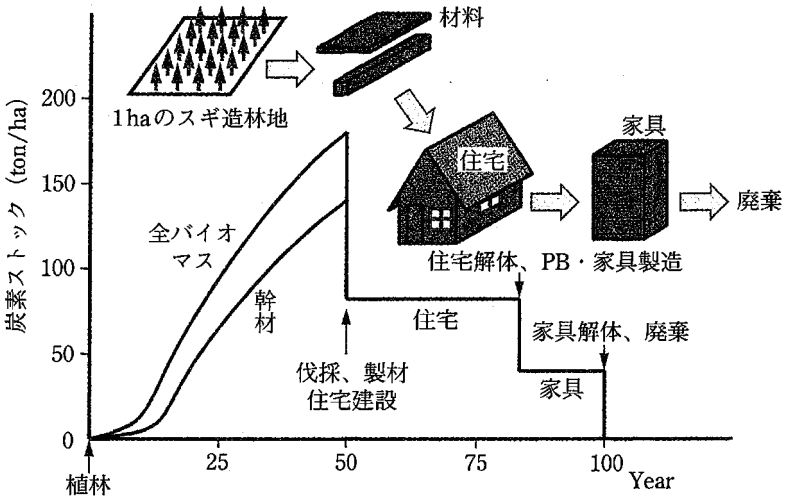


図 4. 炭素ストックの状態と変化

出典)大熊幹章;環境保全と木材による暮らし, 森林科学, 2001.10

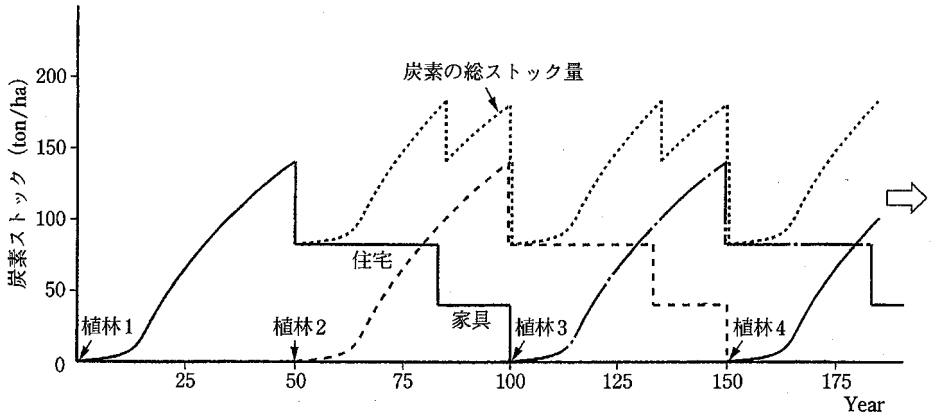


図 5. 炭素ストックの持続性

出典)大熊幹章;環境保全と木材による暮らし, 森林科学, 2001.10

また、こうした考えに基づいて、木造住宅の建設・維持に必要な木材を生産する森林資源と、その過程で排出されるCO_2を固定できる森林資源を、量的に一致させることも可能である。その場合のモデルを次に示す（図6）。

「CO_2排出量をゼロにさせる条件は、リユース率0.15、寿命100年、単位床面積あたりの木材使用量0.25、国内の人工林面積6,266千haである」

こうした考えを敷衍させれば、木材の積極的な利用によって、木材の加工エネルギーと消却量が森林の成長量を上回らないようにし、地球温暖化防止に貢献することができると考えられる。

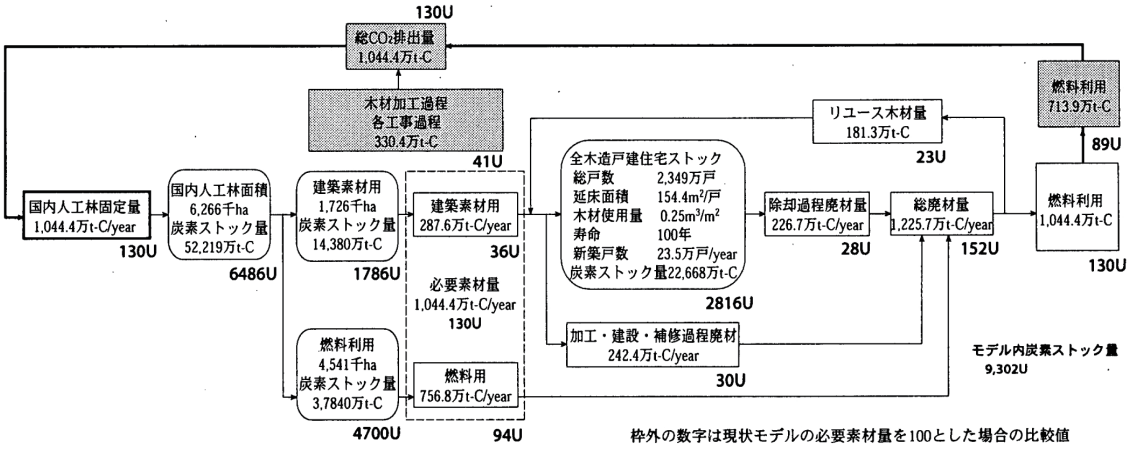


図 6. 日本型循環モデル

出典）高口洋人 他；木造住宅と森林資源の日本型循環モデル構築に関する研究，
日本建築学会計画系論文集 第 544 号、2001.6

1-5 持続的な森林管理につながる

当然のことであるが、CO_2の削減のためには、森林面積の確保が必要である。しかしながら、ただ確保しているだけでは効果的に機能しない。なぜなら、樹木が吸収するCO_2は、樹齢とともに増加するものの、ある樹齢で最大値をとり、その後は減少していくためである。例えば、図7では、スギ、ヒノキ、カラマツなどの樹木が、齢級に応じてCO_2吸収量がどのように推移するかを示している。このデータは、長野県千曲川下流域を対象としたものであるものの、十分に一般化し得るものであると考えられる。この図によると、樹木が吸収できるCO_2は、7～9齢級で最大値をとり、その後は減少していくことが分かる。こうしたことから、樹木は計画的に伐採して、木材として利用していくべきである。

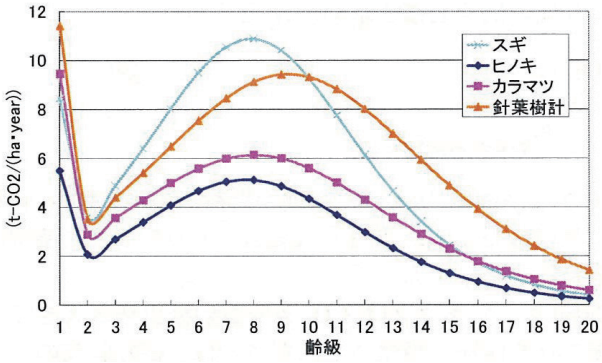


図 7. 齢級別単位面積あたりの年 CO_2 吸収量

出典）藍原由紀子 他；CO_2 収支を考慮した建築用木材供給とその CO_2 削減効果に関する研究
日本建築学会学術講演梗概集，2006.9

ここで、近年の日本国内の人工林の齢級構成を図8に示している。この図をみると、平成24年の齢級構成においては、10齢級以上の利用期を迎えた森林面積が51%もあり、昭和41年度と比較して大幅に増加していることが分かる。ここからも、現在、計画的に樹木を伐採して利用する時期にあるといえる。こうした計画的な樹木伐採に加えて、前節でも述べたように、恒久的に炭素を固定するためには、伐採した森林に植林することが必要不可欠である。しかしながら、近年の林業の衰退から、こうした森林管理が十分に行われているとは言い難い。それは図8の齢級構成における若い層の森林面積が少ないことからも分かる。こうした状況のなか、木造建築の建設や木材の使用を促進させて、林業を活性化し、持続的な森林管理につなげる必要性がある。

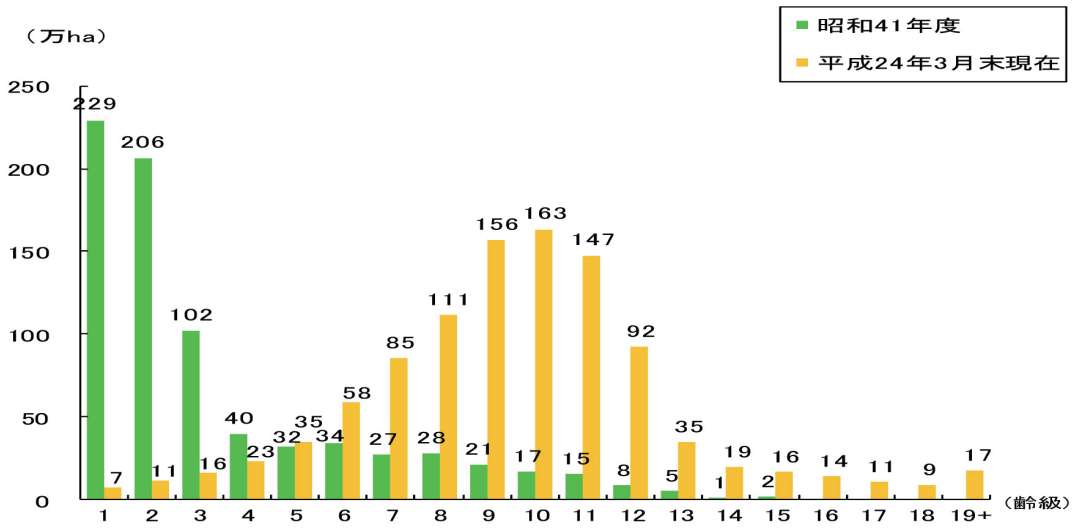


図8. 人工林の齢級構成

出典）林野庁；森林資源の現況

1-6 化石燃料の代替エネルギーとして機能する

現在、建築物における木質系残廃材のエネルギー利用率は高くなく、木質系残廃材の焼却と化石燃料の焼却といった二重のCO_2放出をみている状況にある。こうした状況のなか、建築物における残廃材をエネルギー利用すれば、化石燃料の使用量を削減することができ、CO_2排出量を抑えることができる。

ここで、図9のような木材のマテリアルフローを前提として、炭素の放出量と代替量のバランスを検討してみる（図10）。まず、図10の左側は、図9における木材の加工プロセス負荷（①）と化石燃料代替（②）のみを考慮した場合の炭素バランスを示したものであり、これから、近年（2005年、2010年）、再資源化による代替量が放出量を上回る傾向があることがわかる。つまり、このことは、代替した化石燃料が排出する予定だったCO_2の方が、建材として加工する際に排出するCO_2よりも多いことを示している。このことからも、木質系残廃材は地球環境への負荷が少ないエネルギー源として注目すべきであるといえる。

次に、図10の右側では、左側の場合に加えて、木材における炭素の固定量を含めた（図9における、③建築物での炭素固定、④焼却等による炭素放出、⑤埋立によるメタン放出まで含めた）炭素バランスを示している。ここからも、残廃木材は地球環境への負荷が少ないエネルギー源として注目すべきであるといえる。

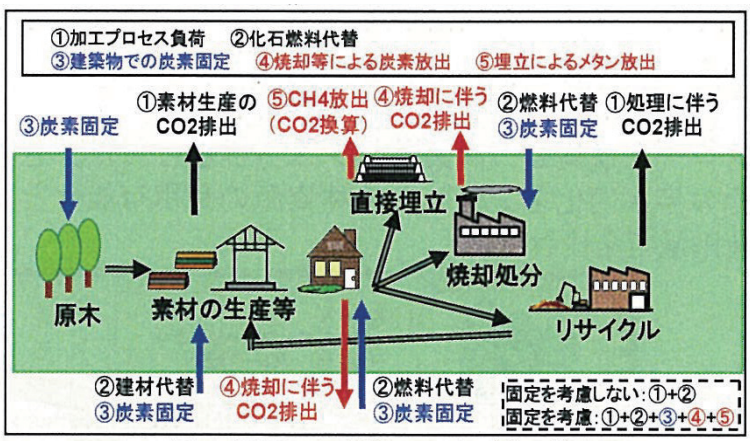
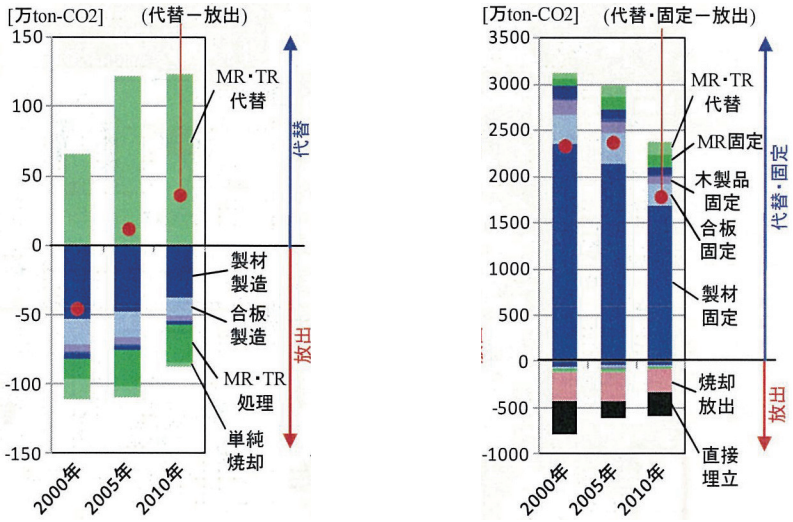


図 9.　木材のマテリアルフロー

出典）野田潤　他；建築における木質バイオマスの有効利活用に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，2012



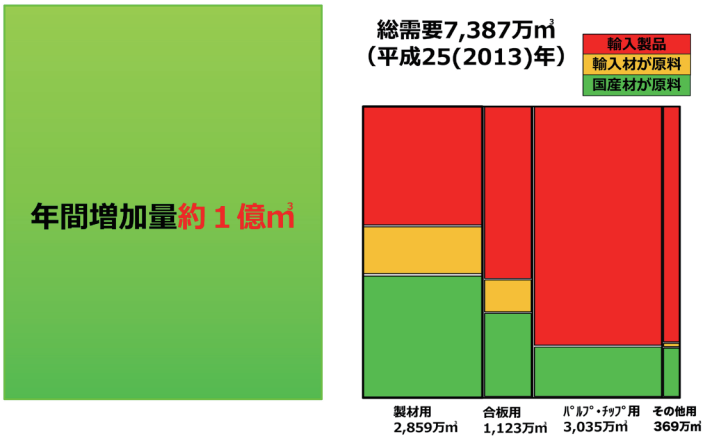
［図 9 の①と②を考慮した場合］　［図 9 の①～⑤を考慮した場合］

図 10.　炭素バランス分析

出典）野田潤　他；建築における木質バイオマスの有効利活用に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，2012

1-7 再生可能な資源である

鉄や石油などの埋蔵資源は、掘り出して使用してしまえばなくなってしまう有限なものである。しかしながら、木質資源（木材、材木）は、伐採して使用しても、その後に新しい苗木を植えておけば、30～50年で、また材料やエネルギー源などの資源として使えるように成長してくれる。使用する木材の量が成長する樹木の量を超えない限り、すなわち、一度伐採した樹木について、リサイクルを繰り返し、樹木の成長期間利用することができれば、木材は、永久に持続可能な資源として利用出来る。林野庁の「森林・林業統計2016」と「平成25年木材需給表」によれば、平成19年～25年にかけて樹木の蓄積に関する増加量の平均値は、国内で年間1億㎥であり、国内需要の7387万㎥を上回っていることが分かる（図11）。こうしたデータも、樹木が持続可能な資源であることを裏付けている。



年間増加量　　年間需用量

図 11. 国内における木材蓄積の増加量と木材の需用量

出典 1）林野庁；森林・林業統計 2016

出典 2）平成 25 年木材需給表

1-8 おわりに

以上のことから、適切な木材の利用や木造建築の建設が推奨されるべきであることがわかる。本報告では、建築分野に限定して、森林と木材利用の関係についてまとめたが、今後は建築分野に限らず、地球環境に対してどのような効果や機能があるかをまとめていくことも必要である。

文献

１）環境省；パリ協定の概要（仮訳），環境省ホームページ
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop21_paris/paris_conv-a.pdf
２）環境省；気候変動に関する政府間パネル 第２次評価報告書，環境省ホームページ
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ipccinfo/ipccgaiyo/report/ipcc_hyoukahoukokusho2.html
３）有馬考禮；木材の住科学，東京大学出版，2003.2
４）服部浩治，笹井香菜子；京都議定書第二約束期間に導入された木材製品に蓄積されている炭素の変化量を評価するルールについて《後編》，森林技術 No.842，2012.5
５）井上雅文；地球環境と木材利用，京都大学リサーチインフォメーションリポジトリ，1990.7

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	追加論文	理由	① 建設・製造時の CO_2 排出量が少ない
論文名	建設段階の環境負荷原単位		
発表者、著者等	日本建築学会 編集		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	1995 年		
掲載媒体	建物の LCA 指針，日本建築学会，2006.11		
備考			

【内容】

・ ライフサイクルでの環境負荷を定量的に評価する LCA（ライフサイクルアセスメント）の指針を日本建築学会としてまとめたもの。

・ そのなかの「第 12 章 建設段階の環境負荷原単位」において、産業関連表を基にして算出した、建築資材ごとの炭素排出量の原単位や用途別・構造別の建築物ごとの床面積あたりの CO_2 排出量が示されている。

【結果】

・ 産業関連表を基にして算出した、建築資材ごとの炭素排出量の原単位を以下に示す。例えば、家具・装備品について、木製のものの製造における CO_2 排出量（流通まで含めた値）は金属製のものの 2 割程度しかないことが分かるように、木製の建築資材は他素材製のものよりも製造工程における CO_2 排出量が少ないといえる。

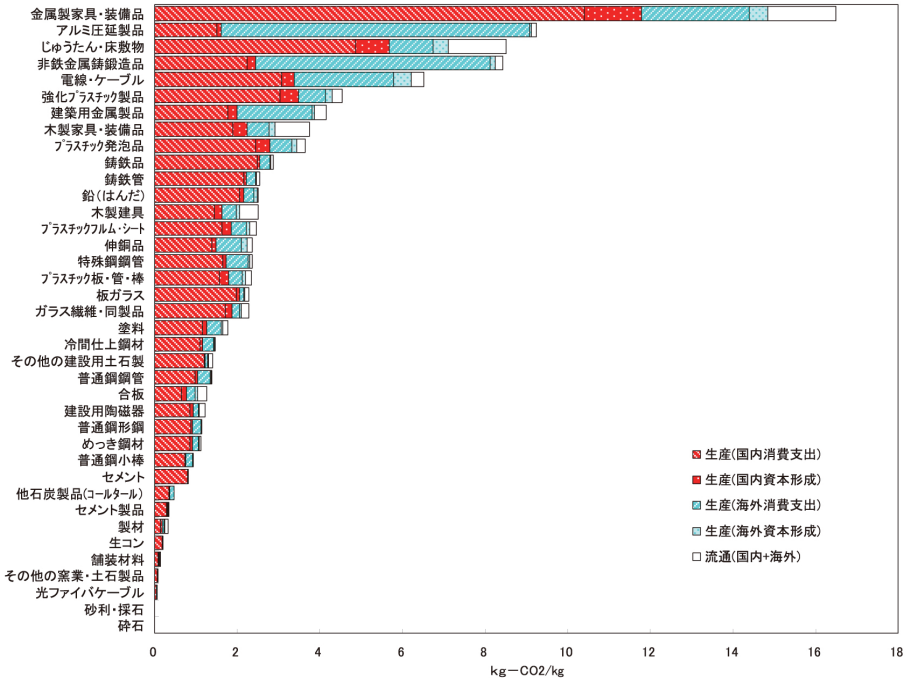


図 12.1.1. 建築資材の CO_2 排出原単位（1995 年値）

・ さらに、用途別・構造別の建築物ごとの床面積あたりの CO_2 排出量を、建設部門分析用産業連関表に記載された 27 細目の建物用途別・構造別建築工事の投入金額（生産者価格表）に、516 部門別の環境負荷原単位を乗ずることによって示している。例えば、木造住宅の建設に際する CO_2 排出量（海外資本形成まで含めた値）は、S 住宅や RC 住宅の 6 割程度しかないことが分かるように、木造建築は、S 造あるいは RC 造の建築と比較して、CO_2 排出量が少ない構造形式であるといえる。

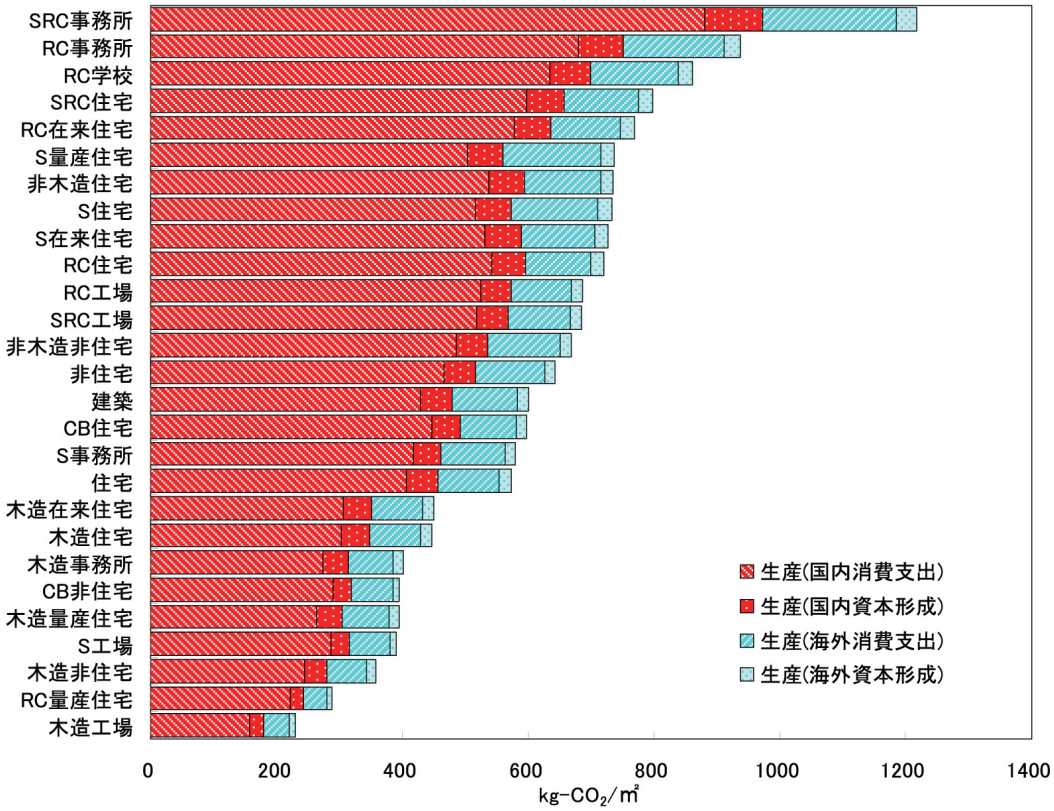


図 12.3.1. 建築物の用途別・構造別 CO_2 排出原単位のシステム境界別内訳（1995 年値）

【評価】

・建設・製造時の CO_2 排出量に関するデータを算出する方法はさまざまあるが、そのなかで産業関連票に基づいて算出しているもので、さまざまな論文の参照元となっている重要なデータである。

評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	48	理由	① 建設・製造時の CO_2 排出量が少ない
論文名	木材製品の製造プロセスにおける CO_2 排出量の評価 -京都府産スギ合板の地産地消による CO_2 削減効果の検証-		
発表者、著者等	渕上佑樹/神代圭輔/吉田裕三		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	京都スギ合板製品に関するデータは 2008 年、その他記載なし		
掲載媒体	日本建築学会環境系論文集, Vol.75, No.655, 2010.9		
備考			

【内容】

- 木材製品の製造プロセスにおける CO_2 の排出量の評価を行った論文。
- 原木輸入先や製品の輸入先の違いで CO_2 排出量がどれだけ違うのかを比較している。
- なかでも、国産材や地域産材を使用することで、CO_2 排出量を削減できるということが本テーマに関わる。

【結果】

- 下記の表より、国産、または地域産の原木を使用した場合を海外輸入（ロシア）の原木を使用した場合と比較すると、輸送にかかる CO_2 の排出量が 35～70％少ない。
- 国産材と京都産材の製造プロセスにおける CO_2 排出量の比較により、環境配慮をする上で地域産材を選択することが重要であることが分かる。

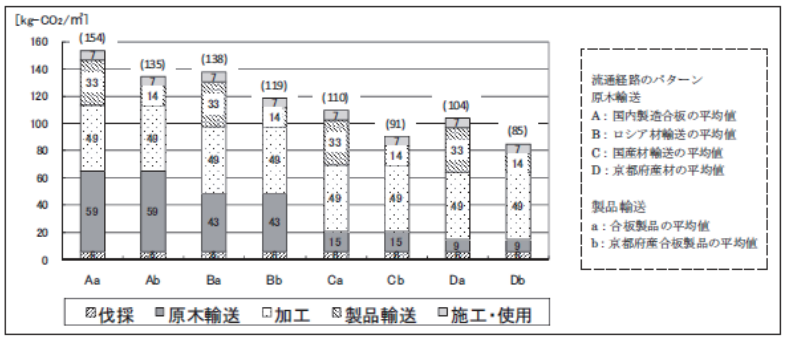


図　合板製造における輸送プロセスごとの CO2 排出量の比較（1 ㎥あたり）

【評価】

・海外事例がロシアの 1 国のみであり、地域材も京都府のみとなっている。
・コンクリートや鉄骨製品の製造プロセスにおける CO_2 排出量のデータとの比較はない。

評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	5	理由	② 炭素を固定できる
論文名	環境保全と木材による暮らし		
発表者、著者等	大熊　幹章		
分類：調査、実験等	総説		
調査、実験年			
掲載媒体	森林科学　63-66　2001.10		
備考			

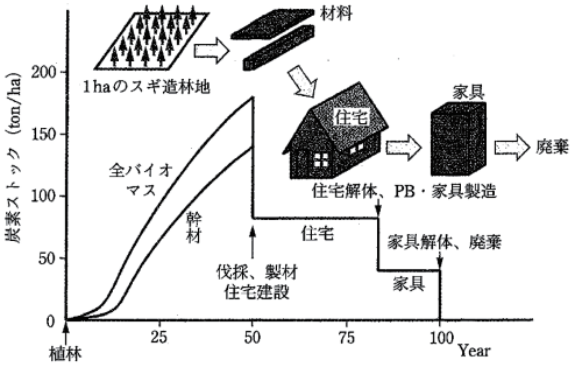
【内容】

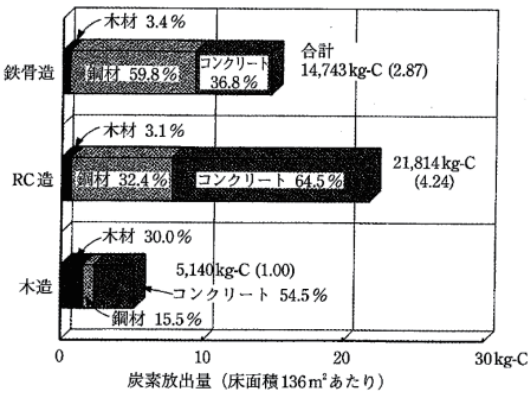
・ 木材を利用することが地球環境の保全に繋がることを CO_2 の吸収固定、炭素ストック、材料製造の CO_2 放出量が少ないことに着目して具体的な数値を示しながら論じている。

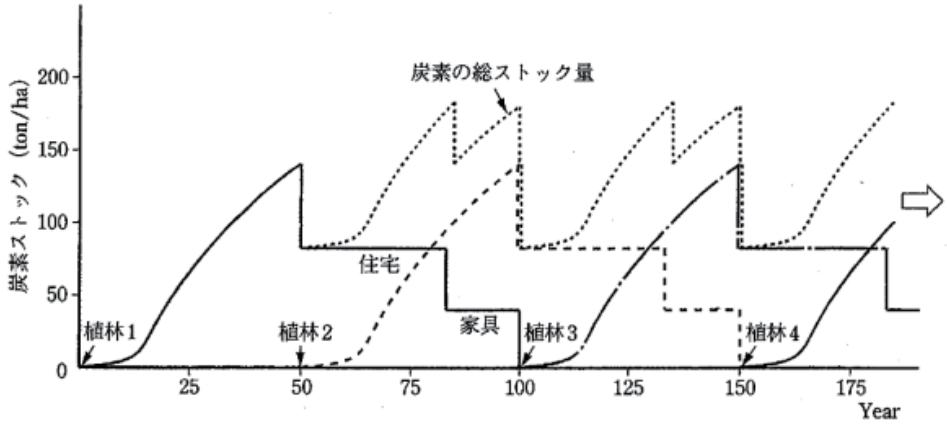
【結果】

・ 植林後 50 年で伐採、製材してその材量で住宅を建設し 33 年使用、解体後その材を再利用して家具を作り 17 年使用後廃棄、というストーリーの中で 50 年ごとに植林し続ければ半永久的に莫大な量の炭素をストックできる。

・ 住戸 1 戸の床面積を 136 ㎡とし、建物の主要構成材料製造に関わる CO_2 の放出量を比較すると、木造住宅に比べ RC 造は 4.2 倍、S 造は 2.9 倍となることがわかった。







論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

【評価】 ・自然保護だと言って森林に手をつけずにいるより、木材として利用し再び植林をすることで地球環境保全に繋がることを具体的な数値を出しながら示しており、木材利用を促進するために木造住宅が地球環境に良いということを示す上で活用できる論文である。	
評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	56	理由	② 炭素を固定できる
論文名	地球環境時代を迎えて望まれる林業と木材利用の連結		
発表者、著者等	大熊幹章		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	記載なし		
掲載媒体	森林科学，No.55，2005.10		
備考			

【内容】

・ 木材の炭素の固定化という観点から、林業（森林における木材生産）と木材利用（木材産業）を関連づけて考えることの重要性について述べているもの。

・ こうした考えから、木材に固定される炭素量について、木材の生産、利用、廃棄といった一連のフローのなかで、ケーススタディしている。

・ さらに、こうしたフローのなかの製品製造段階に着目して、その時点での木材の炭素放出量を算出した上で、鋼材、コンクリートの炭素放出量と比較している。

【結果】

・ 1ha のスギ造林地に対して、以下の木材のフローを想定した場合において、それぞれの段階における木材への炭素の固定量を算出している（図 2）。

「植林 → 50 年後に伐採、製材、住宅などの部材として使用 → 33 年後に住宅を解体、一部はパーティクルボードとして再加工、家具製造に使用 → 17 年後に家具を廃棄」

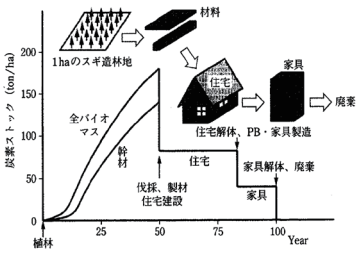


図-2 炭素ストックの状態と変化
（植林後50年で伐採、製材してその材料で住宅を建設し、33年間使用、解体後解体材でパーティクルボードを作り、家具に用い、17年使用後廃棄とした場合）

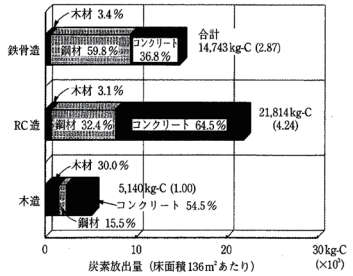


図-3 住宅1棟（136m²）を構成する主要材料の製造時炭素放出量の構法別比較
（ ）：木造住宅の炭素放出量に対する比

・ 延床面積 136 ㎡の住宅を建設することを想定して、構造種別ごとに、主要な建築材料（木材、鋼材、コンクリート材）の使用量を求め、それを基にして、建設に必要な建築材料を製造する際に放出される炭素量を算出している（図 3）。木造を建設する場合が、放出される炭素量が最も少ない。

【評価】

・ケーススタディの範囲であるものの、具体的な数値を示している。

評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	62	理由	② 炭素を固定できる
論文名	木造住宅と森林資源の日本型循環モデル構築に関する研究		
発表者、著者等	高口 洋人 / 尾島 俊雄		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	記載なし		
掲載媒体	日本建築学会計画系論文集　第 544 号　85-92　2001．6		
備考			

【内容】

・ 住宅の建設・維持に必要な木材を生産する森林資源と、その過程で排出される CO_2 を固定できる森林資源が、量的に一致して日本国内で循環・完結するモデルについて各種パラメータを利用し算出した論文。

【結果】

・ 現状モデル（図 9，リサイクル率 0.13，寿命 38.2 年，単位床面積あたり木材使用量 0.19）だと

→建設・維持に必要な木材を生産する国内の森林資源：1,900 千 ha（国外 2,930 千 ha）

→その過程で排出される CO_2 の固定に必要森林資源　：6,909 千 ha

・ 現状モデルに対して、国内の森林資源 1,900 千 ha で、建設・維持に必要な木材を生産しようとするモデル（木材フロー国内完結モデル，図 10）を考えると、リユース率 0.23，寿命 100 年，単位床面積あたり木材使用量 0.19 とすればよい。ただし、毎年 29U ずつ CO_2 が排出されてしまう。

・ これらを考慮して、CO_2 排出量をゼロにするモデル（日本型循環モデル，図 11）を考えると、

→リユース率 0.15，寿命 100 年，単位床面積あたり木材使用量 0.25 とする

→現状モデルにおける建設・維持に必要な木材を生産する国内の森林資源 1,900 千 ha を 6,266 千 ha に増加させる必要がある

【評価】

・ CO_2 の増加を 0 にするための方法が、具体的な数値とともに示されている。

→木材使用量を増加させる、国内人工林を増加させバイオマス燃料として使用するなど

・ これは、木造住宅だからできることである。（RC 造、S 造ではできない）

評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

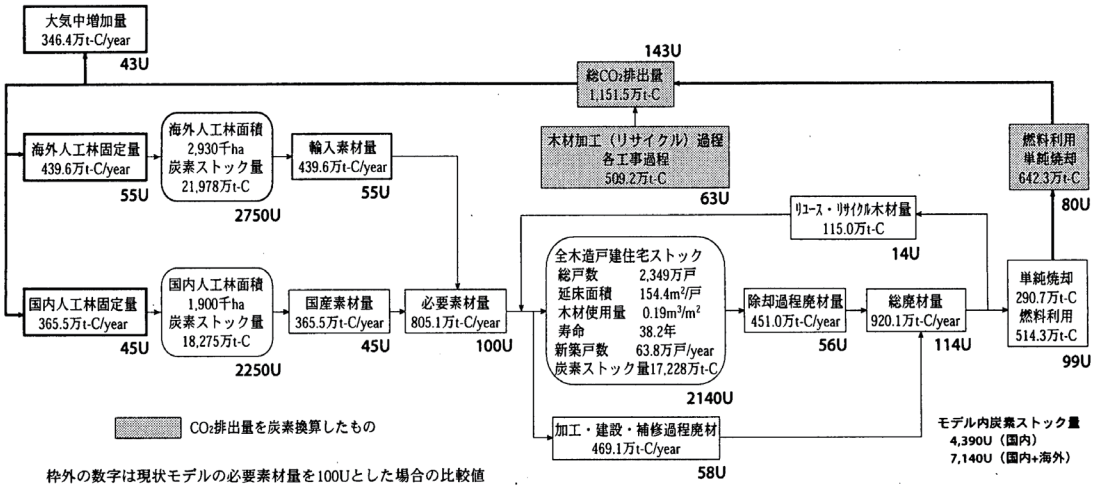


図９　モデル１　（現状モデル　リサイクル率 0.13　L＝38.2　a＝0.19）

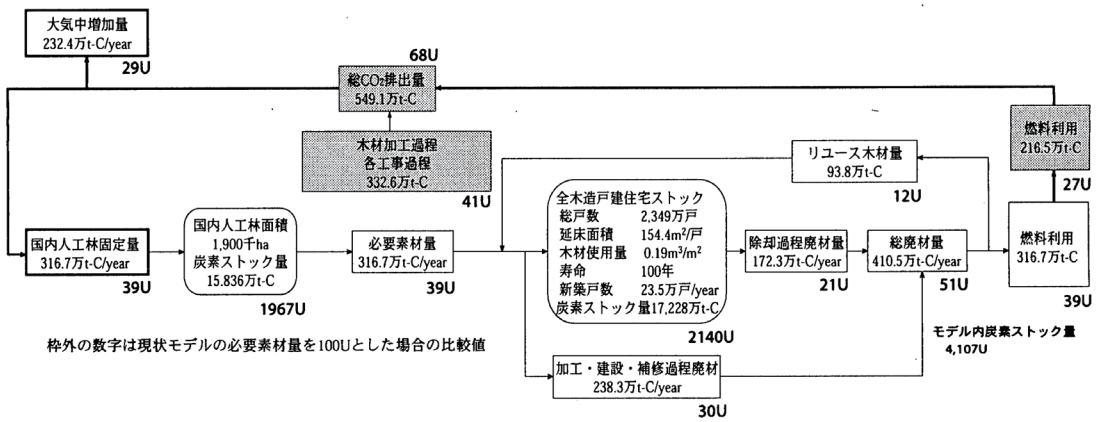


図１０　モデル２　（木材フロー国内完結モデル　リユース率 0.23（除却過程発生廃材量の54％をリユース）L＝100　a＝0.19）

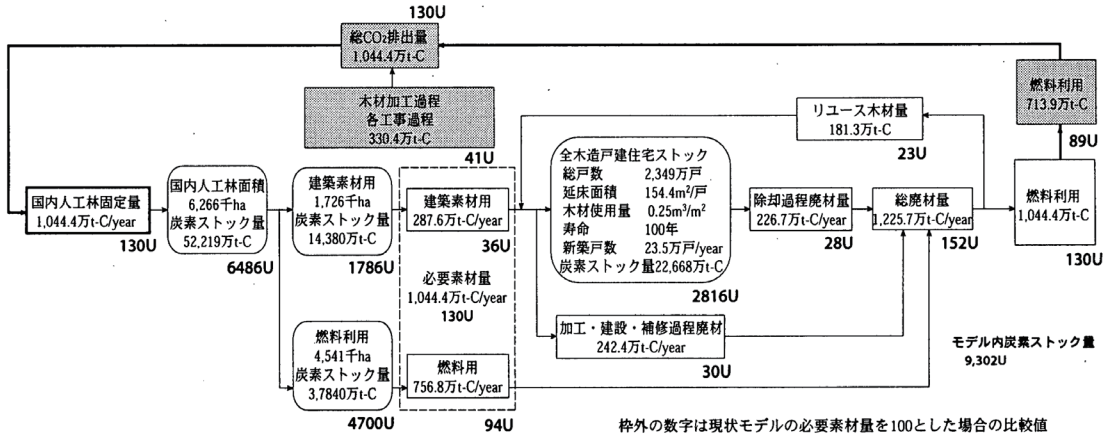


図１１　モデル３　（日本型循環モデル　リユース率 0.15（除却過程発生廃材量の80％をリユース）　L＝100　a＝0.25）

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	25	理由	③ 持続的な森林管理につながる
論文名	森林における CO_2 収支とバイオマスエネルギー有効利用を考慮した建築用木材生産 資源循環を前提とした建築用木材生産における未利用材の有効利用に関する研究　その 1		
発表者、著者等	藍原由紀子/浅野良晴		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	平成 11 年度、平成 16 年度、平成 21 年度		
掲載媒体	日本建築学会環境系論文集　第 614 号　33-39　2007.4		
備考			

【内容】

・長野県千曲川下流域をケーススタディとして、アンケートと森林資源量等の調査を行い、過去５年間の年 CO_2 吸収量の変化及び木材生産とそれに付随した未利用材発生量を明らかにし、現状の傾向を把握している。

・森林の CO_2 収支のバランスを取った伐採・植林を行うことで、理論上どれだけ県産材の供給可能量が変化するか、また未利用材のエネルギー利用による化石燃料代替効果から、この木材生産に伴いどれだけ CO_2 削減効果が得られるか明らかにしている。

【結果】

・未利用材をバイオエネルギーとして利用することによる CO_2 削減量、製材 1 ㎥を生産した時の CO_2 排出量削減効果を求めることができ、これにより森林における CO_2 収支を考え、バイオマスエネルギーの利用を前提として、建築物への木材利用を促進させることにより、CO_2 削減につながることが明らかになった。

・本論文では、未利用材の伐採・集材時の運用エネルギー損失分は考慮していない。また、利用方法に関して直接燃焼による熱利用の検討に留まり、発電利用等の検討は行っていないので、さらなる形態の検討は今後の課題としている。

（裏面に関連データを記載）

【評価】

長野県の千曲川下流域をケーススタディとして、建築における木材利用が森林バランス等に与える効果・CO_2 排出量削減効果を示すことができている。No.45 の「建築用木材の出荷量による炭素貯蔵量の推定」にも同様のことが記載されているが、この論文の方が詳細。

評価	Ａ：採用する。 [B]：一部採用する。 Ｃ：採用しない。

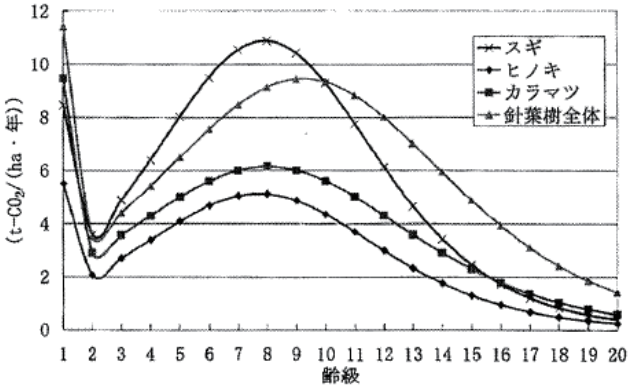


図１　前期の齢級別単位面積あたりの年 CO_2 吸収量

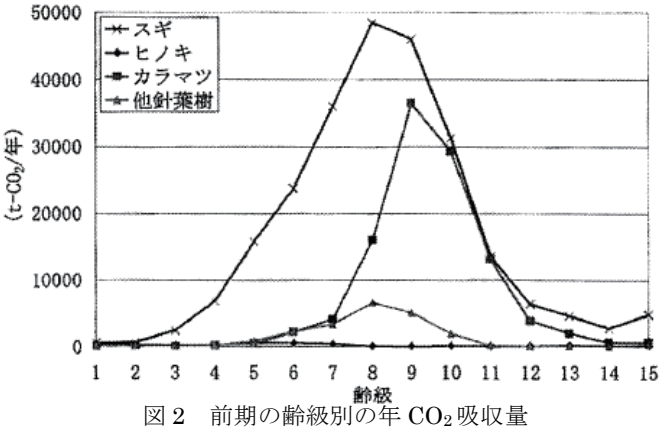


図２　前期の齢級別の年 CO_2 吸収量

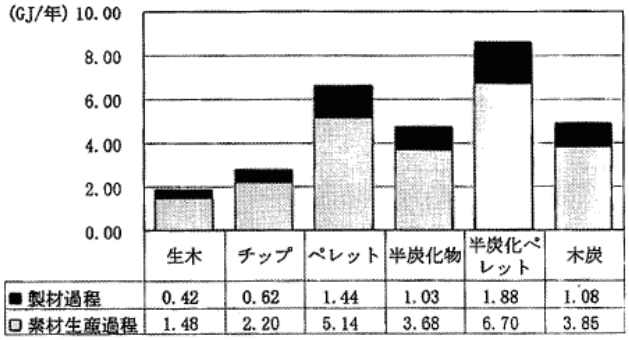


図３　製材１㎥生産時に発生する未利用材の利用形態別発熱量

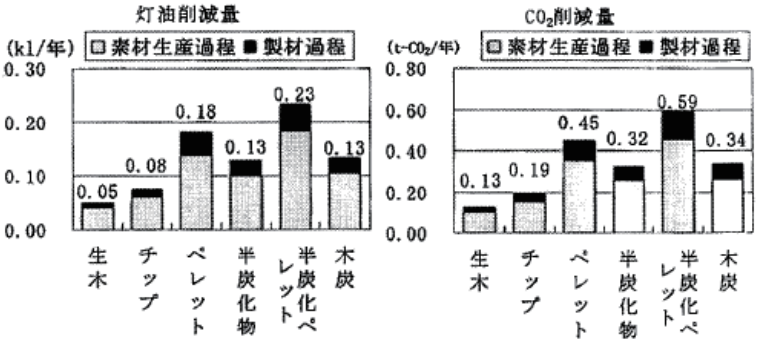


図４　製材１㎥生産時に発生する未利用材の化石燃料代替効果

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	追加論文	理由	③ 持続的な森林管理につながる
論文名	森林資源の現況		
発表者、著者等	林野庁		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	平成 24 年		
掲載媒体	林野庁ホームページ http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h24/index.html		
備考			

【内容】

・ 林野庁が、全国森林計画策定の基礎資料を得ることを目的として平成 24 年度に実施した「森林資源現況調査」の主な調査結果をとりまとめたもの。

・ このなかに、森林の齢級別面積のデータがある。

【結果】

・ 森林の齢級別面積のデータを以下に示す。

人工林 齢級別 面積
【 計画対象森林 】

（単位：ha）

	人工林（面積）	齢級 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19+	計
1	北海道	34,902	38,523	36,526	39,698	61,527	104,603	154,784	207,024	266,842	223,322	173,429	90,834	21,856	8,843	9,560	8,570	5,934	2,580	1,586	1,492,942
2	青森県	1,486	2,584	4,234	6,992	9,846	20,778	28,563	36,517	48,058	44,132	31,317	16,207	5,657	3,744	2,346	2,882	1,567	1,036	3,652	271,598
3	岩手県	2,254	4,186	7,619	13,699	21,708	39,717	56,009	68,993	83,682	76,562	61,770	31,390	8,010	4,211	3,883	3,587	2,489	1,679	3,722	495,171
4	宮城県	922	1,602	2,678	4,083	5,885	11,875	16,799	21,356	33,619	37,014	29,495	18,522	4,280	2,460	2,198	1,680	1,216	1,126	1,825	198,636
5	秋田県	1,560	2,845	4,799	8,683	15,148	28,466	40,013	51,754	66,693	60,671	48,400	35,659	12,855	6,516	5,844	5,506	4,841	4,014	7,089	411,358
6	山形県	290	1,512	2,155	4,357	6,283	9,513	13,169	17,416	23,913	26,305	25,647	19,797	10,289	4,985	5,055	4,980	3,746	2,470	3,812	185,694
7	福島県	1,523	3,675	4,371	6,024	11,248	21,978	31,199	41,137	54,118	58,084	51,216	31,667	8,915	4,610	3,261	2,462	1,834	1,190	3,529	342,043
8	茨城県	446	912	1,199	2,361	4,122	6,288	7,335	9,512	14,901	18,470	14,230	12,036	5,991	3,499	2,604	2,006	1,363	1,138	3,053	111,469
9	栃木県	847	1,626	2,227	2,819	4,227	8,321	11,593	12,841	20,437	27,051	24,425	16,440	5,800	3,510	3,033	2,193	2,185	2,097	3,754	155,426
10	群馬県	674	1,331	2,022	3,099	4,962	8,654	12,607	17,511	24,746	30,645	28,162	20,828	7,380	3,936	2,938	2,002	1,821	1,804	3,021	178,142
11	埼玉県	89	182	535	1,425	2,198	1,631	2,565	3,859	5,395	10,089	10,360	7,600	4,455	2,309	2,159	1,299	950	860	1,767	59,726
12	千葉県	270	311	382	613	854	1,782	2,594	4,498	6,890	8,141	10,998	8,707	4,225	2,789	1,428	1,777	1,017	1,154	2,064	60,493
13	東京都	168	62	145	563	673	1,311	2,079	3,960	4,249	7,009	4,767	3,996	2,025	1,119	878	520	447	237	865	35,073
14	神奈川県	21	56	152	425	881	2,590	1,971	1,679	2,225	4,434	5,166	5,140	3,076	2,049	1,629	1,032	718	553	2,037	35,835
15	新潟県	921	1,108	2,537	3,701	6,382	10,194	13,862	15,889	17,028	19,904	18,353	15,315	9,339	6,031	5,489	5,037	3,450	2,881	5,756	163,176
16	富山県	173	294	678	1,139	1,831	3,219	4,322	6,235	8,100	8,305	6,852	4,680	1,737	863	973	1,059	1,090	695	1,124	53,368
17	石川県	222	862	1,766	3,062	5,120	7,084	8,713	8,950	9,902	14,290	11,173	10,052	3,522	2,383	2,227	2,225	2,055	2,426	5,651	101,687
18	福井県	346	1,019	1,677	2,658	6,523	10,717	14,566	12,499	14,778	14,508	10,153	8,837	4,028	5,271	2,905	5,280	2,312	3,686	3,554	125,296
19	山梨県	520	700	1,595	2,229	4,289	7,466	10,621	12,714	22,453	27,818	22,282	17,624	9,955	3,730	2,651	1,499	1,380	1,593	2,273	153,392
20	長野県	580	2,087	3,646	5,718	10,368	15,913	23,223	36,523	62,002	77,015	82,347	52,260	18,861	9,545	8,520	7,480	7,196	5,785	11,774	440,842
21	岐阜県	268	1,042	3,914	7,638	14,205	22,749	33,967	41,137	49,094	54,424	52,260	35,966	12,936	8,433	8,515	8,241	7,740	6,495	15,492	384,514
22	静岡県	585	1,230	2,578	3,081	5,071	7,828	11,236	15,241	31,427	45,211	46,583	39,670	20,132	12,774	12,286	8,491	5,261	4,006	7,648	280,338
23	愛知県	155	393	1,347	1,872	3,342	5,071	6,568	8,113	12,647	17,465	19,638	12,533	7,733	6,678	6,892	7,385	5,723	6,061	11,407	141,022
24	三重県	169	877	1,744	2,509	3,914	6,984	10,520	13,578	27,975	41,976	43,304	27,167	13,985	8,774	7,446	5,277	3,990	3,390	6,735	230,315
25	滋賀県	242	736	1,323	1,733	3,391	6,704	10,164	11,211	11,558	9,243	8,942	5,865	2,323	1,721	1,497	1,404	1,371	1,473	4,242	84,939
26	京都府	814	712	2,237	3,182	5,424	6,756	10,427	9,532	15,195	19,867	21,187	14,447	4,211	2,374	2,764	2,266	1,963	2,212	5,388	130,955
27	大阪府	202	348	513	719	958	1,266	1,656	2,167	2,660	2,912	2,740	2,478	1,864	1,476	1,253	1,145	1,138	1,138	1,164	27,797
28	兵庫県	190	1,124	2,422	4,648	7,997	12,907	16,178	21,881	33,918	43,881	35,445	22,435	11,319	7,441	6,102	4,126	2,574	2,300	3,442	240,329
29	奈良県	300	1,663	1,404	2,769	4,733	8,046	11,325	16,347	25,888	28,053	20,254	9,522	5,941	5,095	4,962	4,086	4,988	4,028	12,862	172,246
30	和歌山県	389	1,238	1,041	1,941	3,855	6,673	13,835	20,446	34,019	37,695	37,685	23,303	9,480	6,919	5,046	4,512	2,765	2,760	5,716	219,318
31	鳥取県	321	1,752	3,009	3,722	6,378	8,721	11,441	15,714	20,650	22,285	22,364	8,812	3,290	2,061	1,803	1,711	1,566	1,188	3,357	140,144
32	島根県	1,728	2,282	5,099	8,137	12,135	16,604	25,684	27,908	30,171	25,617	28,345	11,411	2,800	1,455	1,292	1,494	973	959	1,722	205,815
33	岡山県	1,787	3,497	2,136	4,141	7,017	13,072	21,359	19,980	32,041	26,892	29,615	21,490	5,584	2,650	2,267	2,281	1,158	958	2,776	200,700
34	広島県	582	3,131	6,280	7,507	9,471	15,107	19,102	19,800	29,161	34,138	29,334	12,514	3,387	1,937	2,201	1,956	1,525	1,333	2,397	200,862
35	山口県	783	2,344	3,894	5,985	8,329	12,781	15,542	18,633	24,554	30,649	35,379	23,181	5,356	2,342	2,304	1,362	877	766	1,108	196,171
36	徳島県	497	1,383	2,223	4,325	5,542	11,566	13,303	19,421	33,515	33,411	25,789	16,156	7,092	4,588	3,813	3,252	2,605	1,422	1,311	191,213
37	香川県	140	471	875	1,250	1,723	2,414	2,040	2,014	2,413	3,155	2,416	1,837	729	321	308	307	244	205	430	23,094
38	愛媛県	487	806	2,100	3,627	5,045	11,221	15,507	22,221	38,835	46,832	45,689	24,142	10,404	5,718	3,987	2,864	2,196	1,105	2,859	245,646
39	高知県	928	1,706	3,914	7,138	10,620	12,936	23,471	37,393	63,352	68,369	71,326	47,479	17,111	6,962	5,037	3,122	2,052	2,087	4,594	389,578
40	福岡県	1,601	1,953	4,476	5,239	3,709	5,307	7,512	10,614	17,998	25,377	25,892	16,250	6,318	3,656	2,227	1,299	703	475	1,025	141,633
41	佐賀県	253	944	1,426	1,691	2,419	3,851	6,155	9,437	14,009	13,215	10,236	5,286	2,259	1,001	470	340	167	82	302	73,542
42	長崎県	393	474	958	1,157	2,801	4,950	9,314	15,722	19,596	19,243	17,798	7,653	2,262	973	529	407	228	167	207	104,830
43	熊本県	1,654	4,161	4,296	4,506	7,224	10,723	21,064	32,179	46,018	47,329	46,536	26,634	10,833	4,993	3,208	2,483	1,974	1,157	1,444	280,414
44	大分県	1,220	4,001	6,196	14,322	8,633	12,555	18,276	22,630	29,996	32,622	35,181	26,461	9,732	5,038	3,930	2,164	1,215	868	1,368	236,409
45	宮崎県	8,421	8,741	9,200	9,186	11,319	18,145	29,408	40,960	64,784	58,317	46,678	26,688	8,723	3,231	2,242	1,398	925	517	1,226	350,110
46	鹿児島県	361	1,648	3,447	5,448	7,435	16,237	29,065	44,336	58,497	47,033	38,713	23,636	7,107	2,781	2,248	1,512	1,462	1,183	2,063	294,213
47	沖縄県	119	137	194	236	511	835	880	1,895	2,822	2,465	1,336	410	209	109	17	12	17		13	12,218
	計	72,799	114,270	159,192	231,055	347,275	584,104	851,587	1,111,377	1,564,824	1,631,451	1,473,207	920,617	345,378	193,901	164,227	137,931	105,013	87,318	174,207	10,269,734

注）：計画対象森林の「立木地」の面積を対象とする。

【評価】

・森林の齢級別構成が分かり、どの程度の森林が利用期にあるかを把握できる。

評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	10	理由	④ 化石燃料の代替エネルギーとして機能する
論文名	建築における木質バイオマスの有効利活用に関する研究　その1 木材マテリアルフローと炭素バランスの年次変化分析		
発表者、著者等	野田潤/木皿自然/柿澤奈々子/小林謙介/田原聖隆/井上隆		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	2000年、2005年、2010年		
掲載媒体	日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）2012.9		
備考			

【内容】

- **建築を中心とした木材の有効活用を通じた環境負荷削減策を提案することを目的とした、木材のマテリアルフローを構築し、炭素バランス分析を行っている。**
- **年次変化を分析し、森林資源の利用可能性と環境負荷削減の検討。**

【結果】

- 2000年、2005年、2010年の建築に関わる木材のマテリアルフローを構築した。（裏面に記載）
- 炭素バランス分析を、①加工プロセス負荷、②化石燃料代替、③建築物での炭素固定、④焼却等による炭素放出、⑤埋立によるメタン放出の5つの項目のうち、①+②のみを考慮した場合の炭素バランス推計と、①+②+③+④+⑤の炭素バランス推計を示している。（この評価におけるシステムバウンダリと推計結果を裏面に記載）その結果、①+②より、近年では再資源化量が増加傾向にあり、2005年と2010年では再資源化による代替量が放出量を上回っていることが分かる。資源代替量向上のためのMRの促進や、代替効率の高いTRの促進、さらには製材・合板製造プロセスで影響の大きい乾燥での負荷削減や歩留まりの向上、再資源化プロセスにおける処理負荷削減などが効果を示す手段として考えられる。また、①+②+③+④+⑤の放出量は、直接埋立によるメタン放出がいずれの年次でも約3～4割を占めており、木くずの直接埋立量はごく僅かであるが、炭素バランスの面で見ると影響が非常に大きいことが分かる。直接埋立量を削減し、可能な限り再資源化を促進させることが効果的である。
- 年次変化分析から、素材供給量、利用量は内訳がほぼ変わらないまま減少傾向にあることが分かった。

【評価】

- 過去のデータをもとに木材が低炭素社会に貢献していることを述べている。

評価	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

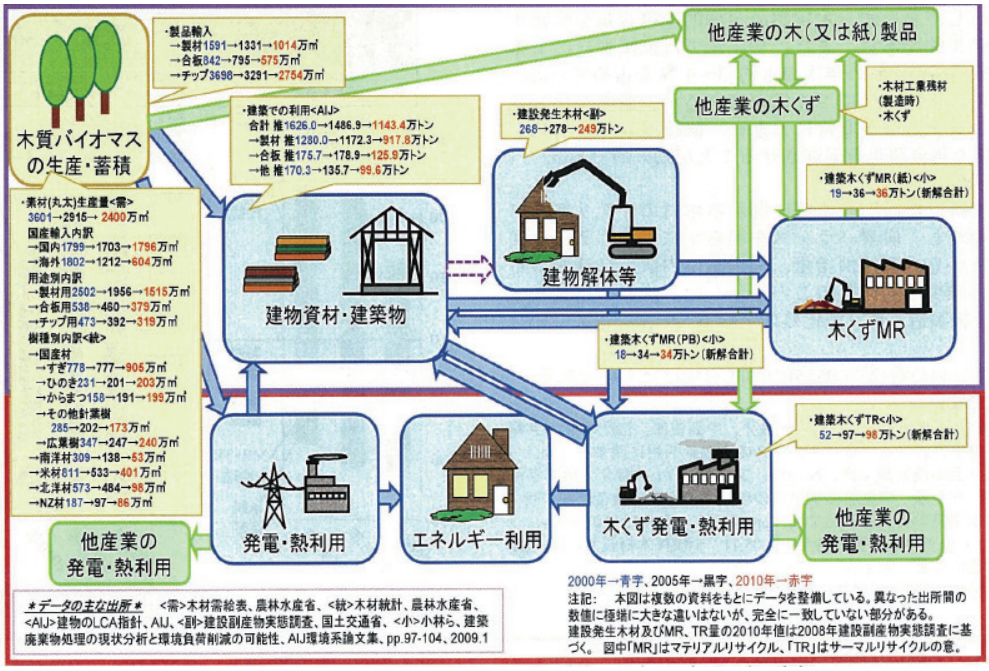


図１　建築に関わる木材のマテリアルフロー（青字（2000 年）、黒字（2005 年）、赤字（2010 年））

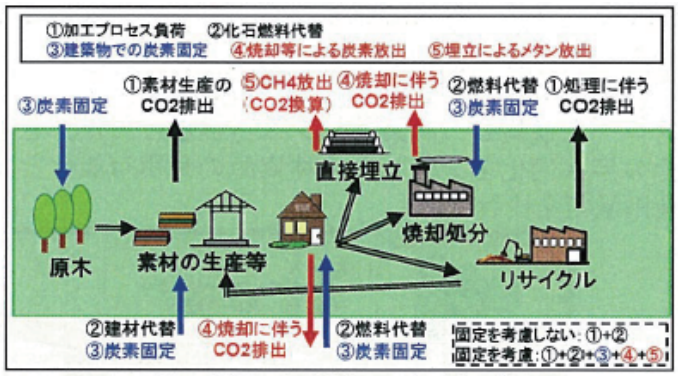


図２　評価におけるシステムバウンダリ

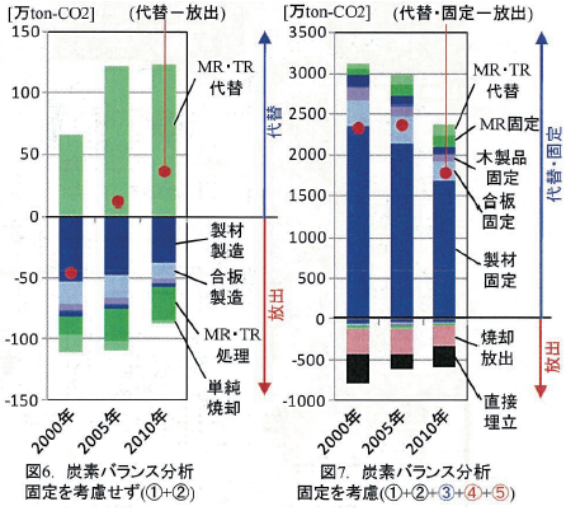


図３　炭素バランス推計結果

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	追加論文	理由	⑤ 再生可能な資源である
論文名	森林・林業統計 2016		
発表者、著者等	林野庁		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	2016 年		
掲載媒体	林野庁ホームページ http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/youran_mokuzi.html		
備考			

【内容】

・ 日本の森林・林業・木材産業の現状を概観できるよう、農林水産省及び関係府省で公表している統計、各種団体等が作成している統計並びに主要な国際統計に加え、林野庁各課で作成している業務資料を幅広く収集したもの。

・ このなかに、森林蓄積に関するデータがある。

【結果】

・ 森林蓄積に関するデータを次に示す。（図版は次のページ）

・ これを読み解くと、森林の蓄積がどの程度増加しているかが把握できる。例えば、天然林も含めれば、平成 19 年～24 年にかけて、森林の蓄積は約 5 億㎥増加しており、年平均 1 億㎥増加しいることがわかる。

（単位：千ha、千m³）

年次・都道府県	面積 総数	面積 人工林	面積 天然林	面積 無立木地	面積 竹林	蓄積 総数	蓄積 人工林	蓄積 天然林	蓄積 無立木地
平成 19	25,097	10,347	13,383	1,208	159	4,431,737	2,651,307	1,779,393	1,037
24	25,081	10,289	13,429	1,201	161	4,900,511	3,041,874	1,858,187	450
北海道	5,543	1,494	3,729	319	0	768,953	252,014	516,813	126
青森	635	273	341	21	0	118,165	61,327	56,834	3
岩手	1,172	495	611	66	0	233,948	135,311	98,636	0
宮城	418	200	203	13	2	80,246	51,505	28,738	2
秋田	840	412	406	22	0	165,833	110,357	55,462	15
山形	669	186	438	44	0	101,582	54,561	46,987	35
福島	975	343	582	50	1	198,636	126,591	71,998	47
茨城	188	112	67	7	2	36,201	30,777	5,418	6
栃木	350	156	180	13	1	70,263	44,090	26,171	2
群馬	424	178	219	25	1	90,556	61,264	29,275	17
埼玉	121	60	60	1	0	33,268	22,590	10,676	2
千葉	159	61	75	17	6	27,358	20,357	7,001	0
東京	79	35	39	5	0	15,151	10,406	4,741	4
神奈川	95	36	54	4	1	20,002	12,572	7,430	0
新潟	857	163	563	129	2	123,752	60,381	63,214	157
富山	284	53	169	61	1	44,229	20,511	23,718	0
石川	286	102	165	17	2	65,429	41,414	24,013	2
福井	312	125	177	8	1	59,830	39,288	20,542	0
山梨	348	153	172	21	1	68,947	39,323	29,624	0
長野	1,070	445	557	66	2	187,796	107,698	80,096	3
岐阜	862	385	431	45	1	167,463	103,685	63,778	0
静岡	501	283	189	25	4	108,230	81,429	26,797	5
愛知	219	141	72	3	2	47,271	38,139	9,133	0
三重	373	230	133	7	2	76,074	61,643	14,431	0
滋賀	204	85	112	6	1	35,775	20,695	15,081	0
京都	343	131	201	5	6	74,649	37,462	37,187	0
大阪	58	28	26	2	2	7,971	5,287	2,684	0
兵庫	561	240	305	12	3	115,455	80,223	35,232	0
奈良	285	173	108	3	1	73,648	56,927	16,720	1
和歌山	363	219	139	4	1	101,933	79,910	22,023	0
鳥取	259	140	110	5	4	54,452	41,110	13,342	0
島根	526	206	298	10	11	132,882	87,095	45,788	0
岡山	484	201	267	11	5	76,539	47,716	28,823	0
広島	612	201	397	12	2	102,760	48,056	54,704	0
山口	437	196	224	5	12	121,288	88,440	32,848	0
徳島	314	191	115	5	3	91,325	77,919	13,405	1
香川	88	23	58	3	3	6,308	3,215	3,093	0
愛媛	401	246	140	11	4	106,382	86,133	20,249	0
高知	597	390	196	7	5	179,912	154,205	25,706	1
福岡	222	142	59	8	13	52,457	46,838	5,619	0
佐賀	111	74	28	7	3	31,408	26,317	5,090	1
長崎	243	105	124	10	3	49,412	33,191	16,221	0
熊本	464	281	150	23	10	133,698	108,391	25,307	1
大分	453	237	176	27	14	121,234	96,063	25,171	1
宮崎	590	351	219	14	6	157,940	118,881	39,047	12
鹿児島	584	294	259	15	16	150,559	108,846	41,710	3
沖縄	105	12	86	6	0	13,338	1,726	11,613	0

資料：林野庁計画課調べ。
注：1）　本表は、森林法第２条第１項に規定する森林の数値である。
　　2）　「無立木地」は、伐採跡地、未立木地である。
　　3）　更新困難地は天然林に含む。
　　4）　都道府県別は平成24年３月31日現在であり、蓄積の総数には竹林の蓄積を含んでいない。

【評価】

・森林の蓄積が、どの程度増加しているかが把握できる。

評価	
	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。

論文シート　テーマ１：木材・木造建築は地球環境にやさしい

No.	追加論文	理由	⑤ 再生可能な資源である
論文名	木材需給表		
発表者、著者等	林野庁		
分類：調査、実験等	調査		
調査、実験年	平成 25 年		
掲載媒体	林野庁ホームページ http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001119952		
備考			

【内容】

・ 林野庁が、木材の需給の状況を明らかにするために、データを収集しまとめたもの。

・ このなかに、木材の年間需用量のデータがある。

【結果】

・ 木材の年間需用量のデータを以下に示す。

木　材　需　要　の　動　向

区分			平成２５年 数量（千m³）	平成２５年 構成比（%）	平成２４年 数量（千m³）	平成２４年 構成比（%）	対前年増減量（千m³）	対前年増減率（%）
総需要量	用材	製材用材	28,592	37.9	26,053	36.1	2,539	9.7
		ﾊﾟﾙﾌﾟ・ﾁｯﾌﾟ用材	30,353	40.2	31,010	43.0	△ 657	△ 2.1
		合板用材	11,232	14.9	10,294	14.3	938	9.1
		その他用材	3,690	4.9	3,275	4.5	415	12.7
		小計	73,867	97.9	70,633	97.8	3,234	4.6
	しいたけ原木		388	0.5	437	0.6	△ 49	△ 11.2
	薪炭材		1,204	1.6	1,119	1.6	85	7.6
	計		75,459	100.0	72,189	100.0	3,270	4.5
国内消費	用材	製材用材	28,497	38.7	25,960	36.7	2,537	9.8
		ﾊﾟﾙﾌﾟ・ﾁｯﾌﾟ用材	28,860	39.2	29,851	42.2	△ 991	△ 3.3
		合板用材	11,191	15.2	10,262	14.5	929	9.1
		その他用材	3,418	4.6	3,153	4.5	265	8.4
		小計	71,966	97.9	69,226	97.8	2,740	4.0
	しいたけ原木		388	0.5	437	0.6	△ 49	△ 11.2
	薪炭材		1,191	1.6	1,106	1.6	85	7.7
	計		73,544	100.0	70,769	100.0	2,775	3.9
輸出	用材		1,901	99.3	1,406	99.0	495	35.2
		うち丸太	273	14.3	122	8.6	151	123.8
	薪炭材		13	0.7	13	0.9	0	0.0
	計		1,914	100.0	1,420	100.0	494	34.8

注：1）合板用材には、薄板、単板、ブロックボードに加工された木材及びLVL（単板積層材）を含む。
2）その他用材には、加工材、再生木材、構造用集成材等を含む。
3）輸出の丸太には、加工材、再生木材等を含む。
4）薪炭材には、木炭、薪、のこくず、木くず及びペレットを含む。
5）数値の合計値は、四捨五入のため計に一致しない場合がある。

【評価】

・森林の年間需用量が分かる貴重なデータである。

評価	
	A：採用する。 B：一部採用する。 C：採用しない。