

2022 年度
土木における木材の利用拡大に関する
横断的研究報告書

2022 年 5 月
土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会
((一社)日本森林学会、(一社)日本木材学会、(公社)土木学会)
(公社)土木学会 木材工学委員会

はじめに

「土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会(以下、「横断的研究会」という。)は、豊富に蓄積された森林資源を土木分野で積極的に活用し地球環境問題に貢献するという旗印の下、2007年に(一社)日本森林学会、(一社)日本木材学会、(公社)土木学会が協力して立ち上げた団体です。土木学会に「木材工学委員会」が設置された2012年以降は、木材工学委員会と連携しながら、土木における木材の利用拡大に向け、共同研究の推進、シンポジウムの開催などの活動を続けております。

2012年3月に提言「土木分野における木材の利用拡大に向けて」を、2017年3月には第2次提言「土木分野での木材利用拡大に向けて-地球温暖化緩和・林業再生・持続可能な建設産業を目指して-」を先の3学会と共に作成し、関係省庁等に提出しました。さらに、第2次提言に合わせて「土木技術者のための木材工学入門」を出版し、木材になじみのない土木技術者に対して森林や木材を分かりやすく解説する取組も始めました。この入門書は発行から日が浅いにもかかわらず初版が完売し、現在は注文の都度オンデマンド印刷で対応しているところです。さらに本年度は、土木分野の研究者や技術者が木材や木材利用に対して抱く素朴な疑問に答える「土木と木材Q&A」の発行を計画するなど、土木分野で木材を利用する際の垣根を低くするような取組を続けているところです。

一方、世界に目を転じれば、2015年9月の国連サミットで「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals-SDGs)」が採択されるなど、土木分野はもとより様々な分野でSDGsの17の目標に挙げられた169のターゲットを意識した取組が求められるようになっており、我が国においてもSDGsに向けた取組が官民一体となって進められています。我が国に豊富に蓄積された木材資源は、目標7「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、目標9「産業と技術革新の基盤をつくろう」、目標11「住み続けられるまちづくりを」、目標12「つくる責任つかう責任」、目標13「気候変動に具体的な対策を」、目標14「海の豊かさをまもろう」、目標15「陸の豊かさもまもろう」などSDGsの複数の目標と親和性が極めて高い材料であることから、土木工事に木材をうまく取り入れることによってこれらの目標やターゲットに土木分野もこれまで以上に貢献することが可能となります。

そこで本年度の木材利用シンポジウムでは、長年にわたり木材の炭素貯蔵効果を研究し「国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」などにも研究成果を提供してきた東京大学農学生命科学研究科恒次祐子教授を特別講演にお招きし、気候変動対策をはじめとする様々なSDGsの目標と木材との関係や、木材を利用することで可能となるSDGsへの貢献についてお話しいただく機会を設けることとしました。また、特別講演に併せて、木材工学研究発表会優秀講演者表彰式、木材工学委員会研究小委員会活動などについてもご報告させていただきます。本シンポジウムと本冊子が、土木分野における木材の需要拡大に向けた皆様の一助となれば幸いです。

最後になりましたが、幹事学会として事務局運営や会議室の提供など多大なご協力をいただいております土木学会並びに関係各位に感謝申し上げます、今後の活動にさらなるご協力をお願い申し上げます。

2022年5月 土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会 委員長 桃原郁夫

2022 年度
土木における木材の利用拡大に関する横断的研究報告書
(第12回木材利用シンポジウム講演要旨集)

目次

| | ページ |
|--|-----|
| 第1部 「SDGs 時代における木材利用 ～パリ協定とカーボンニュートラル～」 恒次祐子氏(東京大学農学生命科学研究科 教授) | 1 |
| 第 2 部 木材工学委員会活動報告 | 27 |
| 小委員会活動報告 | |
| (1) CO ₂ 収支評価研究小委員会 | 29 |
| (2) 木橋研究小委員会 | 35 |
| (3) 地中使用木材の耐久性と耐震性研究小委員会 | 63 |
| (4) 木製建設資材に関する研究小委員会 | 73 |

第12回木材利用シンポジウム

第1部

SDGs時代における木材利用 「～パリ協定とカーボンニュートラル～」

恒次祐子 東京大学農学生命科学研究科教授

土木学会木材工学委員会
第12回木材利用シンポジウム

SDGs時代における木材利用 ～パリ協定とカーボンニュートラル～

東京大学大学院農学生命科学研究科
恒次 祐子

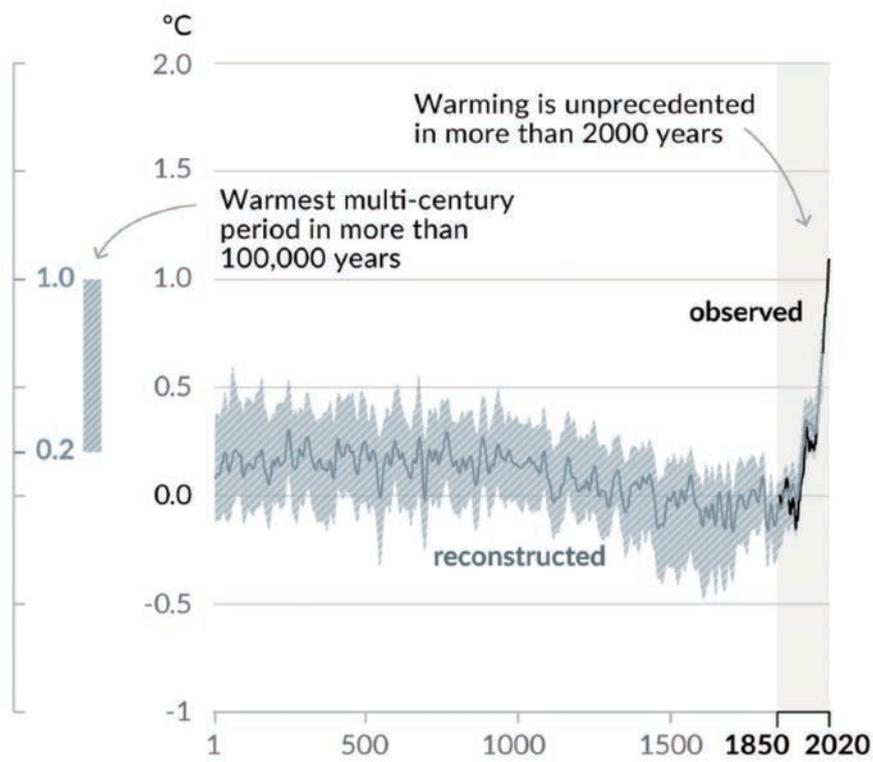
1

目次

- 地球温暖化の現状とパリ協定
- 木材による炭素吸収・排出削減効果
- パリ協定における木材製品の扱い
- SDGs時代における木材利用

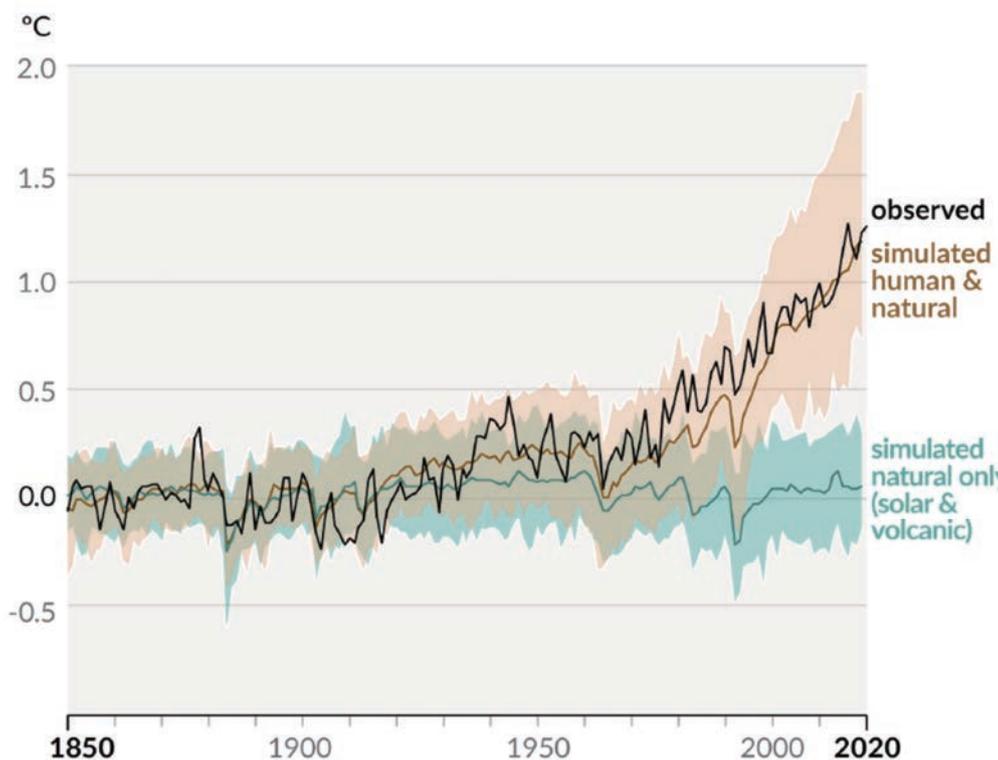
2

世界の平均気温の変化



復元値（1～2000年）
 および
 観測値（1850～2020年）
 (IPCC, AR6 WG1)

世界の平均気温の変化 (2)



産業革命以前と比べて
 2011-2020年平均で
 1.09度上昇

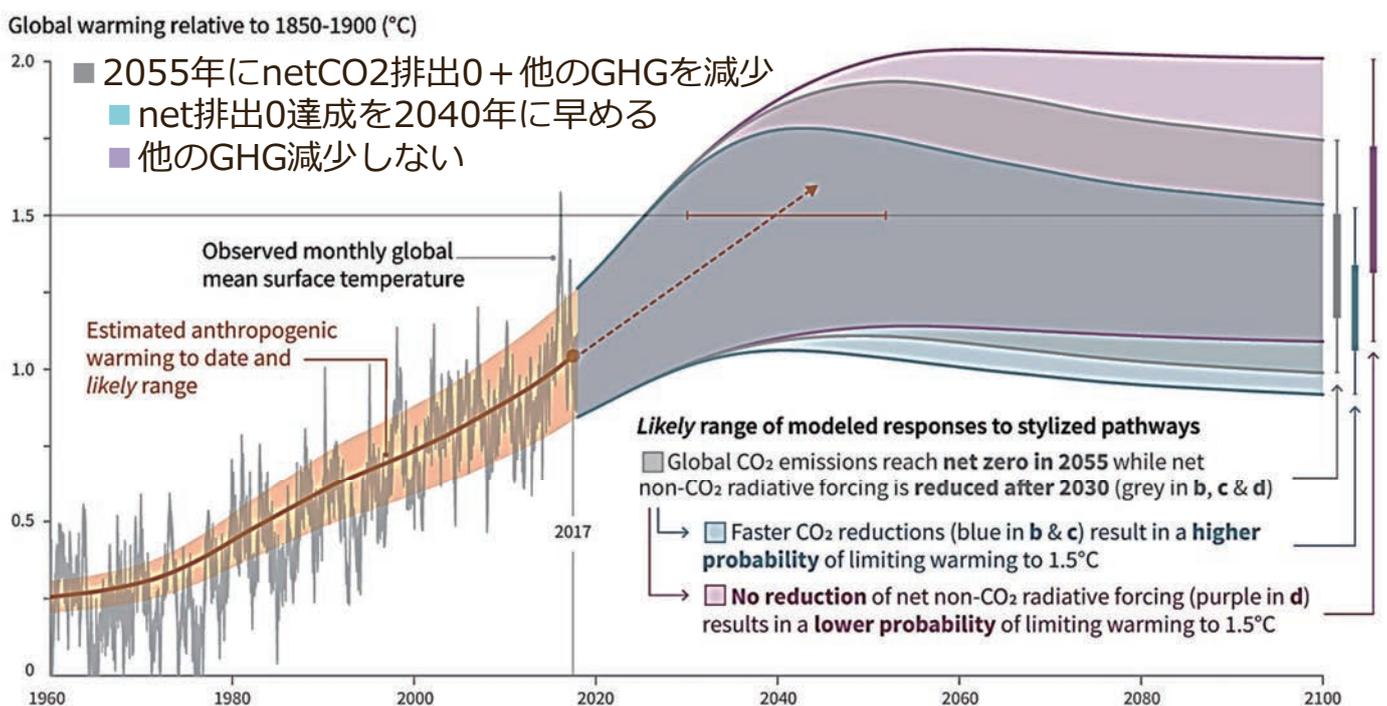
観測値ならびに
 人為・自然起源両方
 の要因を考慮した
 推定値および自然
 起源の要因のみを
 考慮した推定値
 (1850～2020年)
 (IPCC, AR6 WG1)

パリ協定

- 世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2°C より十分低く保ち、 1.5°C に抑える努力をする
 - ⇔ 京都：温室効果ガスの排出量を2008年～2012年に1990年比で少なくとも5%削減
- 途上国を含む全ての参加国に排出削減の努力を求める
- 各国の削減・抑制目標は自主的に策定される
 - ⇔ 京都：先進国の排出削減目標を設定

5

モデル化された排出量に対する応答



IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 $^{\circ}\text{C}$

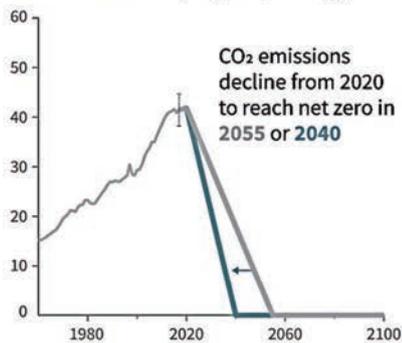
6

モデル化された排出量に対する応答②

モデル化された排出量・放射強制力

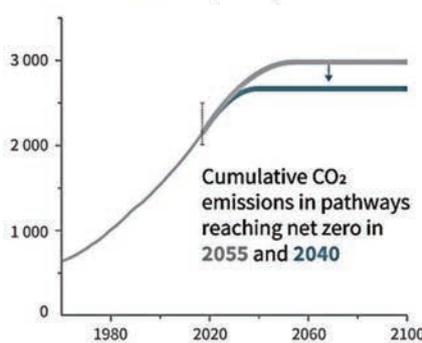
- b) 世界全体のCO₂正味排出量 単位：GtCO₂/yr
 c) 累積正味CO₂排出量 単位：GtCO₂/yr
 d) CO₂以外の放射強制力経路 単位：W/m²

b) Stylized net global CO₂ emission pathways
Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



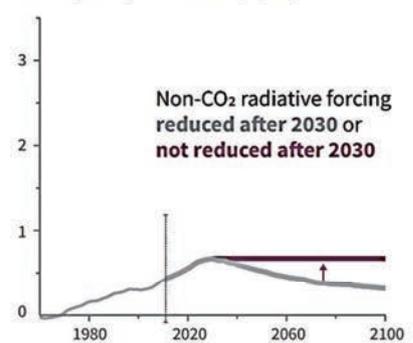
Faster immediate CO₂ emission reductions limit cumulative CO₂ emissions shown in panel (c).

c) Cumulative net CO₂ emissions
Billion tonnes CO₂ (GtCO₂)



Maximum temperature rise is determined by cumulative net CO₂ emissions and net non-CO₂ radiative forcing due to methane, nitrous oxide, aerosols and other anthropogenic forcing agents.

d) Non-CO₂ radiative forcing pathways
Watts per square metre (W/m²)

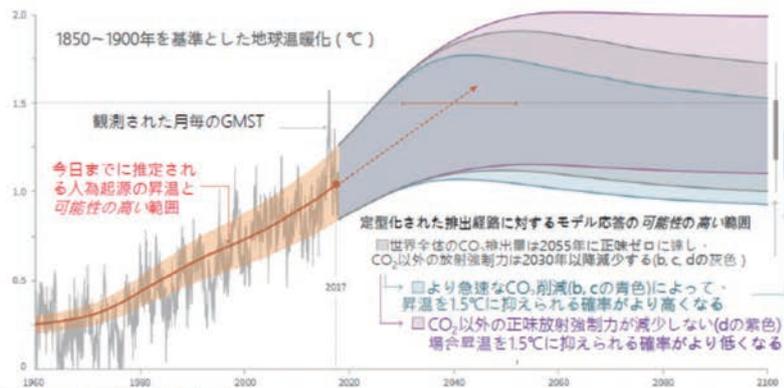


IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C

CO₂累積排出量及び将来のCO₂以外の放射強制力が昇温を1.5°Cに抑える確率を決める。

(IPCC SR1.5 SPM 図SPM.1)

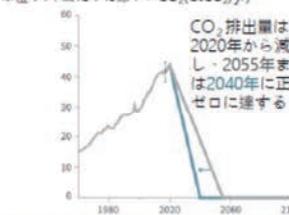
a) 観測された地球全体の気温変化並びに定型化された人為起源の排出及び強制力の経路に対するモデル応答



パネルaの右側の縦方向のエラーバーは、3つの定型化された経路において推定される2100年の昇温分布の**可能性が高い**範囲(細線)及び第2三分位範囲(33~66パーセンタイル、太線)を示す。

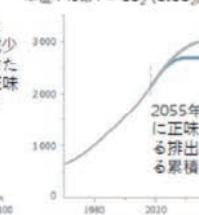
CO₂正味排出量がゼロに達する時期が2055年から2040年に早まると(パネルb)、累積正味CO₂排出量が抑制され(パネルc)、将来の昇温分布の範囲がより低い昇温水準(青色の陰影部)になる。
 正味のCO₂以外の放射強制力が2030年以降に減少しない場合(パネルd)、将来の昇温分布の範囲がより高い昇温水準(紫色の陰影部)になる。

b) 世界全体のCO₂正味排出量の定型化された経路
単位：1年当たり10億トンCO₂(GtCO₂/yr)



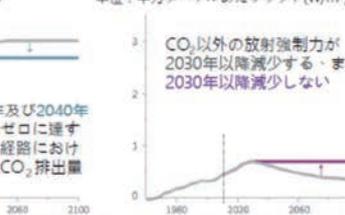
より急速な即時のCO₂排出削減によってパネルc)に示すCO₂の累積排出量が抑制される。

c) 累積正味CO₂排出量
単位：10億トンCO₂ (GtCO₂)



昇温の最大値はCO₂の累積正味排出量と、メタン、一酸化二窒素、エアロゾル及びその他人為的放射強制因子による正味のCO₂以外の放射強制力によって決まる。

d) CO₂以外の放射強制力の経路
単位：平方メートルあたりワット(W/m²)



CO₂以外の放射強制力が2030年以降に減少する、または2030年以降減少しない

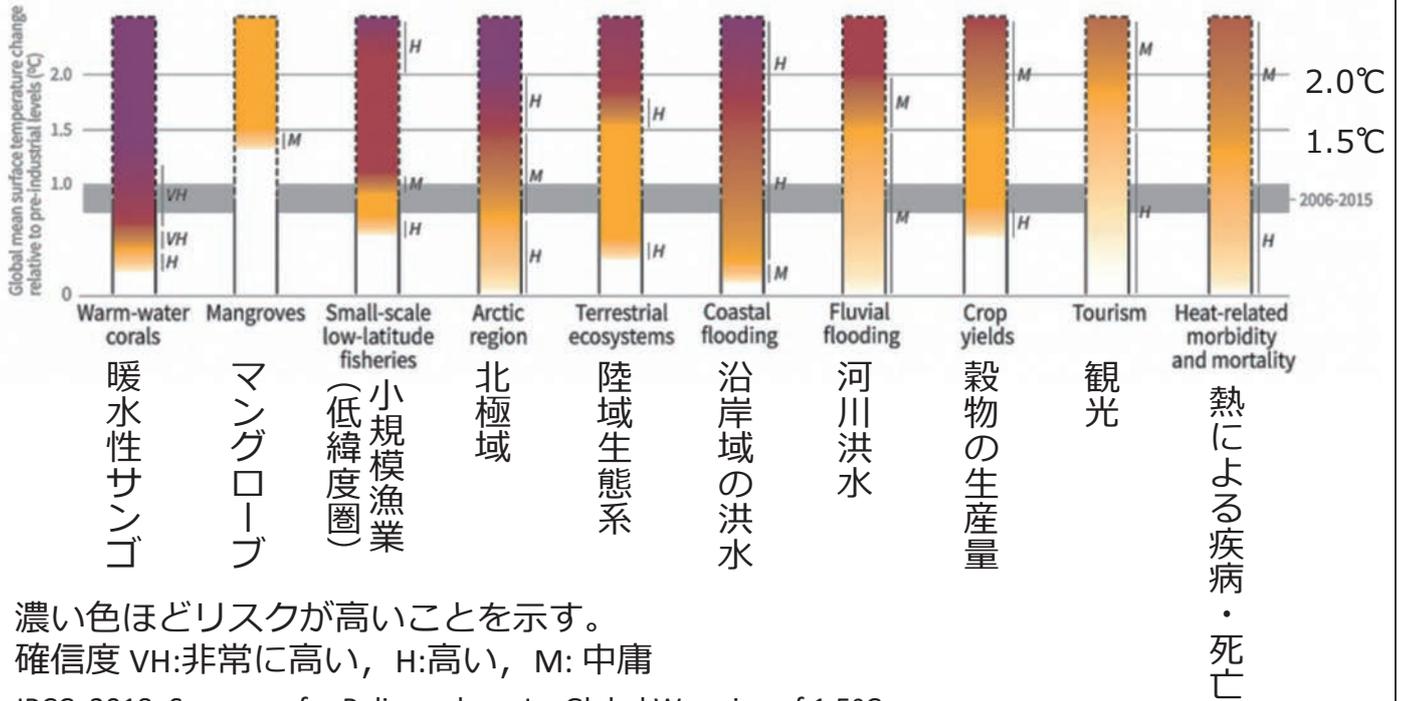
パネルb、パネルc及びパネルdにおける縦方向の破線のエラーバーは、2017年時点における過去の年間及び累積のCO₂の正味排出量の**可能性が高い**範囲(データはグローバル・カーボン・プロジェクト**より抽出)、並びにAR5より2011年時点の正味のCO₂以外の放射強制力の**可能性が高い**範囲をそれぞれ示す。
 ※ <http://www.globalcarbonproject.org/>

パネルc及びパネルdの縦軸はGMSTへの効果が近似的に等しくなるよう縮尺されている。

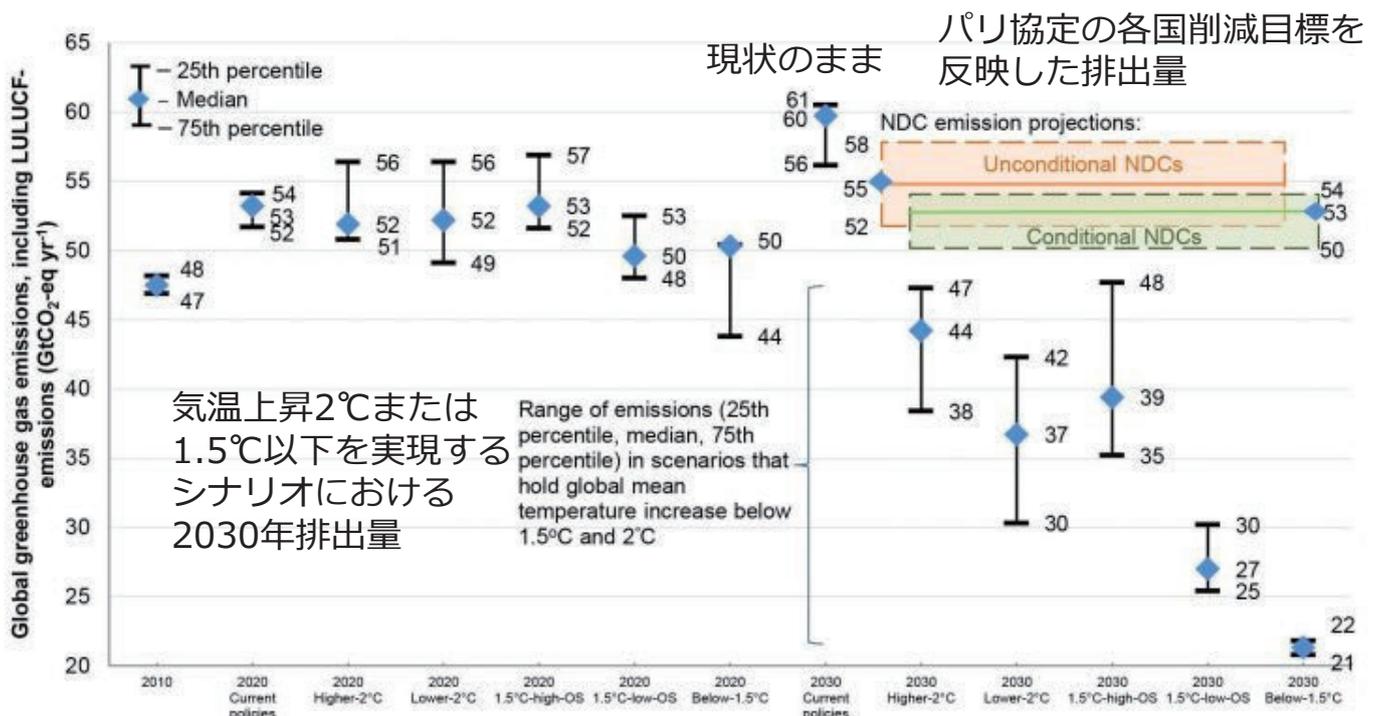
図.観測された地球全体の気温変化並びに定型化された人為起源の排出及び強制力の経路に対するモデル応答

各システムへの影響・リスクの例

Impacts and risks for selected natural, managed and human systems



パリ協定による排出量への影響



パリ協定における吸収源

パリ協定 第5条

1. Parties should take action to conserve and enhance, as appropriate, **sinks and reservoirs of greenhouse gases** as referred to in Article 4, paragraph 1 (d), of the Convention, including forests.

1. 締約国は、条約第四条1(d)に規定する温室効果ガスの**吸収源及び貯蔵庫（森林を含む。）**を保全し、及び適当な場合には強化するための行動をとるべきである。

仮訳：環境省

11

パリ協定における吸収源

気候変動枠組条約 第4条

1(d). Promote sustainable management, and promote and cooperate in the conservation and enhancement, as appropriate, of sinks and reservoirs of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, including biomass, forests and oceans as well as other terrestrial, coastal and marine ecosystems;

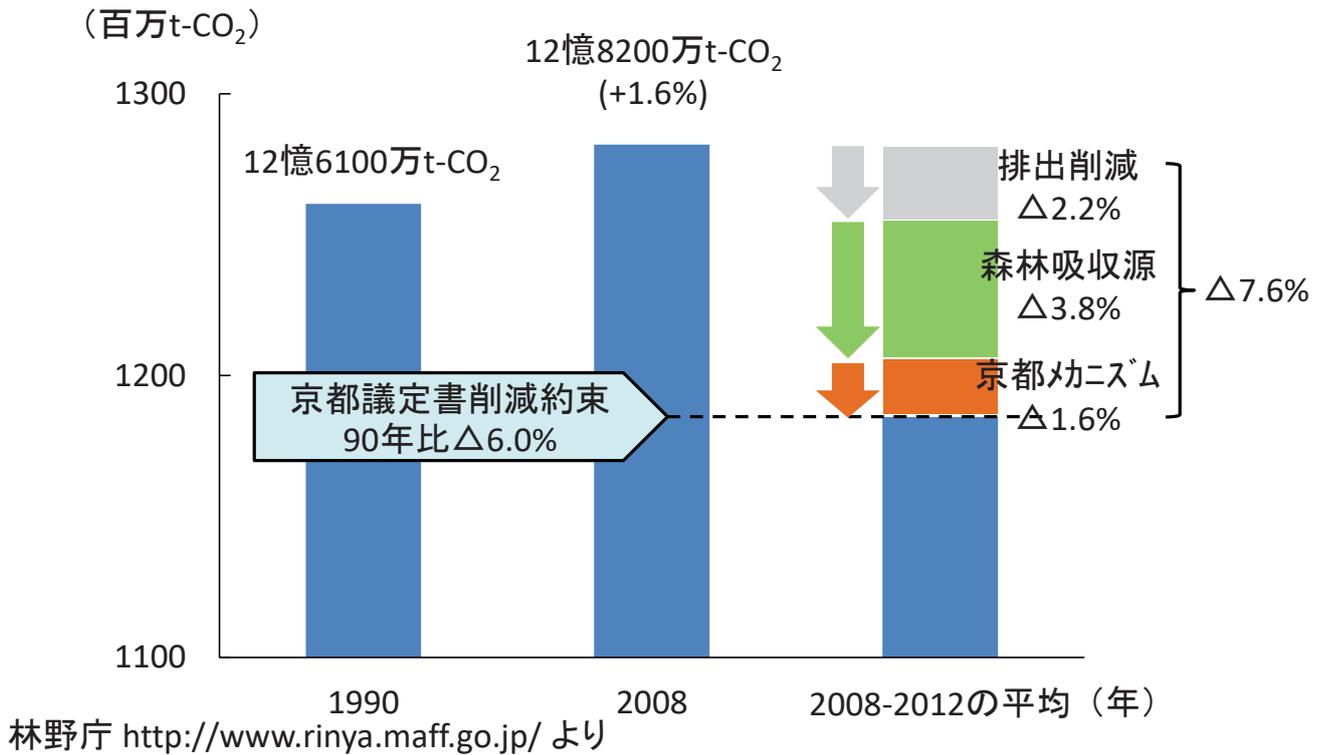
1(d). 温室効果ガス...の**吸収源及び貯蔵庫（特に、バイオマス、森林、海その他陸上、沿岸及び海洋の生態系）**の持続可能な管理を促進すること並びにこのような吸収源及び貯蔵庫の保全（適当な場合には強化）を促進し並びにこれらについて協力すること。

訳：環境省

12

森林吸収源によるオフセットの考え方

京都議定書第1約束期間



13

パリ協定下の吸収源

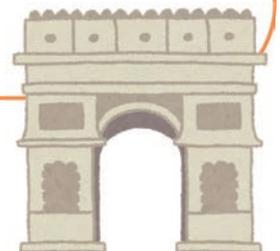
京都議定書

排出削減を目標
吸収源は排出を
「オフセット」



パリ協定

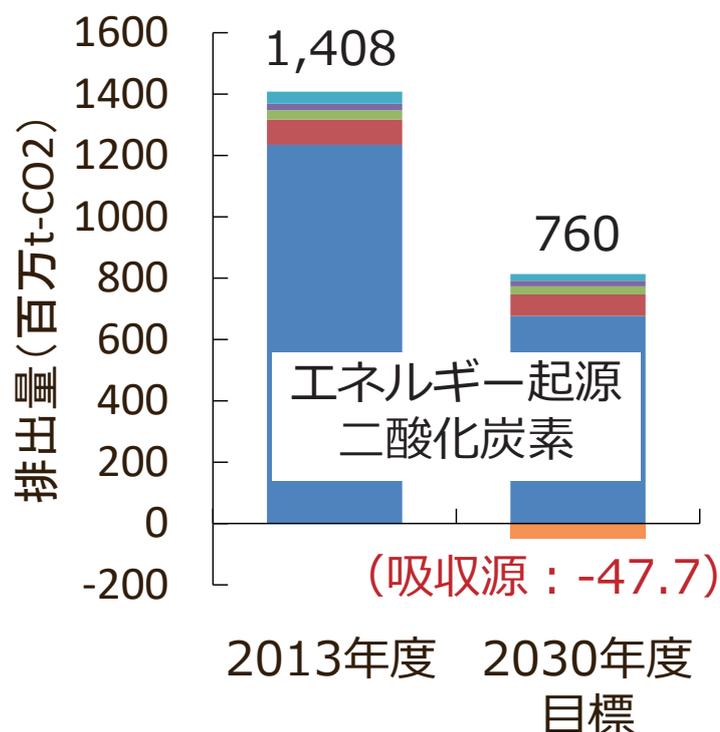
気温上昇抑制を目標
その手段として
カーボンニュートラル
排出量 = 吸収量



参考：佐藤 淳，木材保存，47(5):217-228，2021

14

日本の排出削減目標

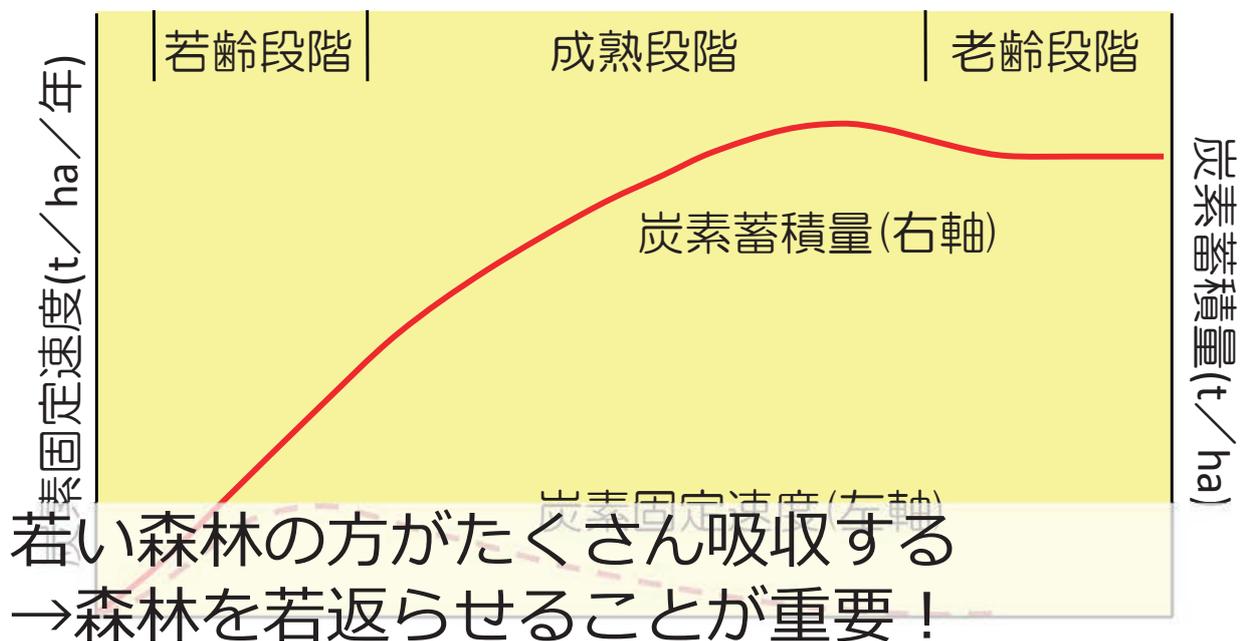


“2050年カーボンニュートラルと整合的で、野心的な目標として、我が国は、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく。”

※二国間クレジット制度によるクレジットを適切にカウント

木材による炭素吸収・排出削減効果

森林の吸収量は頭打ち



藤森隆郎「二酸化炭素問題の現状と森林への期待」森林科学No.33より

17

木材利用による効果

1. 森林吸収を復活させる効果
2. 炭素貯蔵効果
樹木が吸収したCO₂を炭素として貯蔵
3. 省エネルギー（材料代替）効果
資材製造時の加工エネルギーが少ない
4. 化石燃料代替効果
バイオマスエネルギーとして
化石燃料を削減



18

パリ協定における木材製品の扱い

19

最近のCOP

| | 開催年 | 開催地 | 主な成果 |
|-------|------|-------------------|------------------------------------|
| COP21 | 2015 | パリ (フランス) | パリ協定採択 |
| COP24 | 2018 | カトヴィツェ (ポーランド) | パリ協定実施指針 採択 (市場メカニズム 等除く) |
| COP26 | 2020 | グラスゴー (英国) | 市場メカニズム等 実施指針採択, ルールブック完成 |

20

UNFCCC制度下でのHWPの扱い

| 制度 | | 使用HWP アプローチ | 利用するガイドライン |
|-----------|------------------------|-----------------|--|
| 推計・ 報告 | 現行GHGインベントリ (附属書I国) | いずれも可 | 2006ガイドライン |
| | パリ協定 GHGインベントリ | いずれも可 (PA付記) | 2006ガイドラインおよびパリ 協定締約国会合で合意された IPCCガイドラインの改良版 |
| 削減 目標 | 京都議定書 第2約束期間 | 即時排出/生産法 | 2013年議定書補足的な方法論 ガイダンス |
| | パリ協定NDC | いずれも可 | 特定ガイダンスなし（推計は インベントリに合わせる） |

佐藤 淳：木材保存，47(5):217-228，2021を改変

21

パリ協定下での木材の扱い（暫定？）

- インベントリ報告（算定）と自国が定める目標値（国が決定する貢献：NDC）に対する報告（計上）がある
- 蓄積変化法，生産法，大気フロー法などのいずれのアプローチも使用可
- インベントリ報告は生産法以外で算定した場合は生産法の値を併記

22

IPCCガイドライン 2019 Refinement

- 正式名「2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories」（2006年IPCC国別温室効果ガスインベントリガイドラインの2019年改良）
- 「第4巻 農業、林業及びその他土地利用」に伐採木材製品（HWP）のガイドライン
- HWP執筆者は佐藤 淳氏を含む5名

23

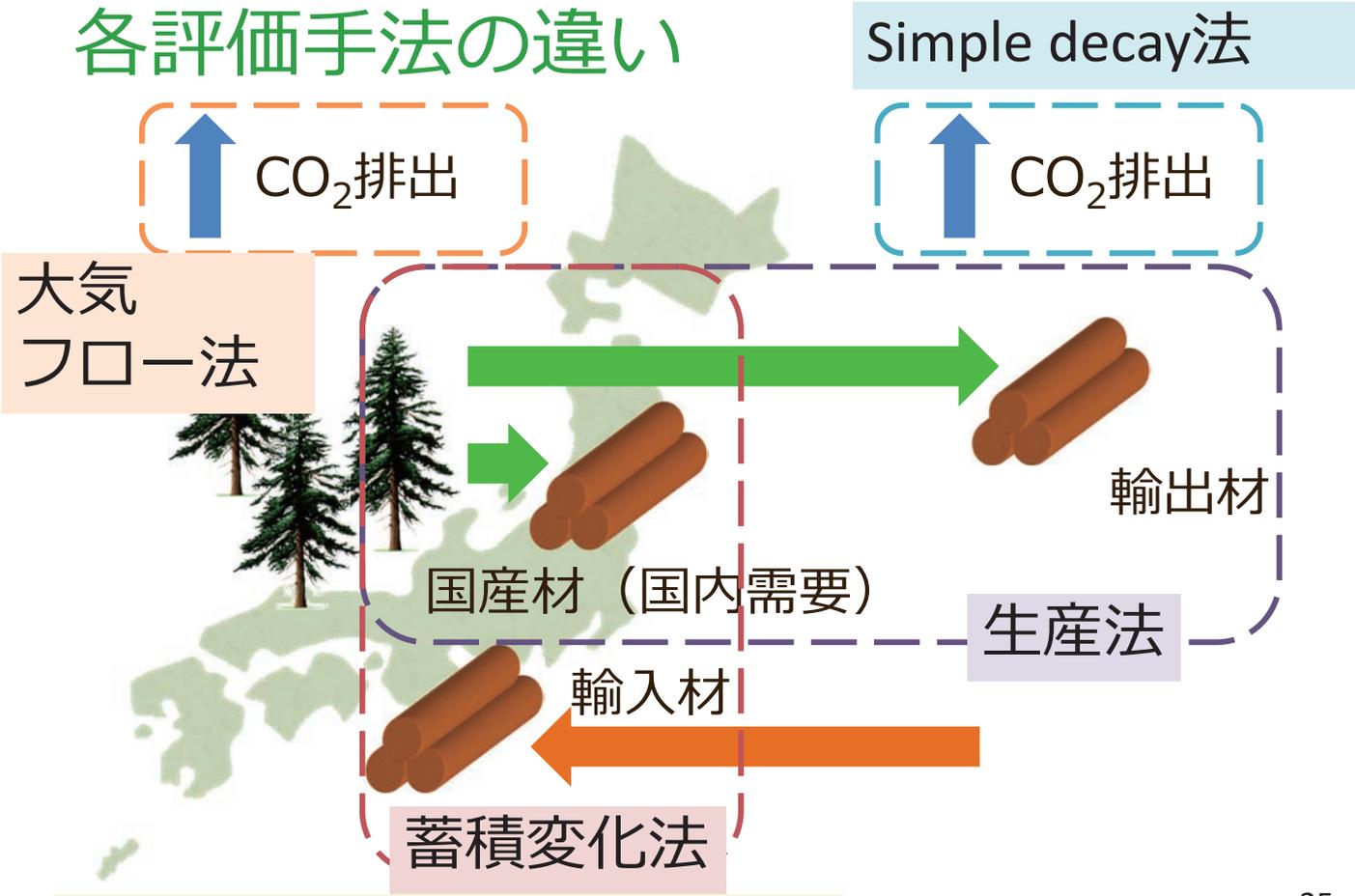
2019 Refinement : HWPアプローチ

| | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Steady state 仮定法* | HWPの増減はない（吸収・排出は0）と仮定する |
| 蓄積変化法 | 国境内に存在する木材の増加/減少分を吸収/排出量とする |
| 生産法 | 国内の森林から生産された木材の増加/減少分を吸収/排出量とする |
| 大気 フロー法 | 国境内で消費された木材に由来する大気とのやり取りを対象とする |
| Simple decay 法* | 国内の森林から生産された木材に由来する大気とのやり取りを対象とする |

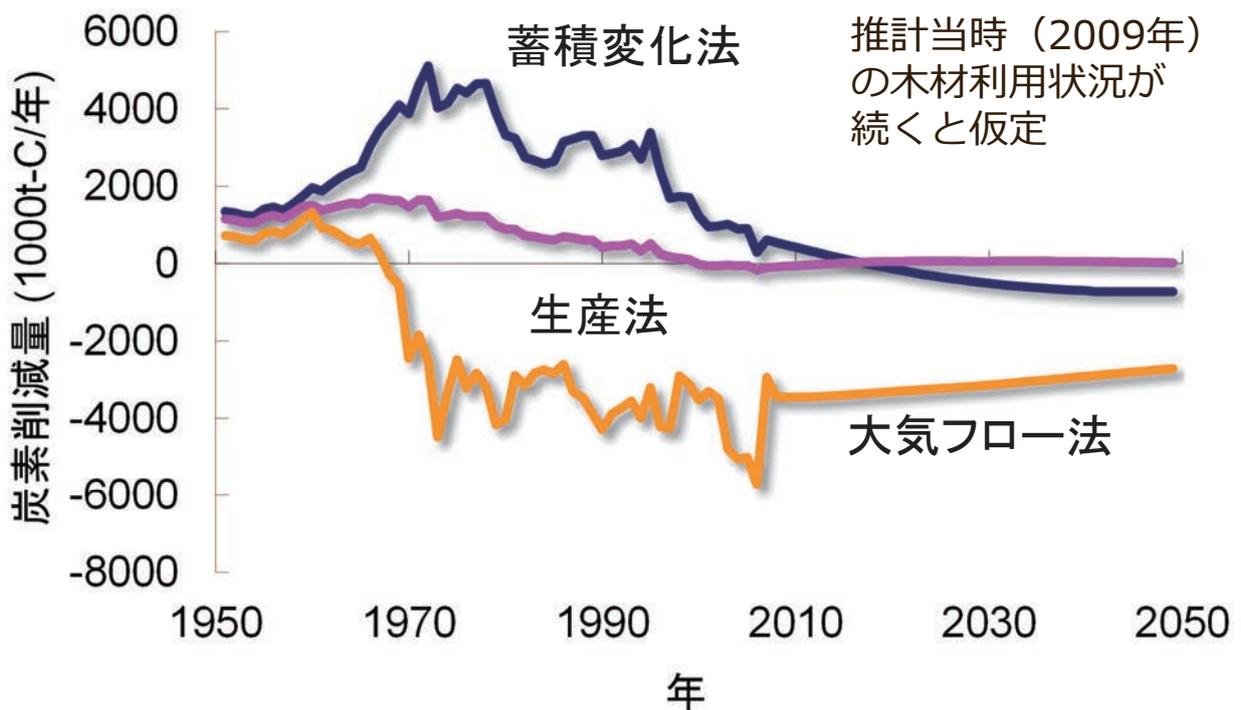
(* : 和文名称不明)

24

各評価手法の違い



炭素貯蔵効果：評価手法による違い



Tsunetsugu Y, Tonosaki M, Journal of Wood Science, 2010

2019 Refinement : HWP推計法

- Tier1 : FAO統計値と与えられた一次減衰関数, 半減期を持ちいて計算
- Tier2 : 国独自データを使用
- Tier3 : 国独自の方法を使用

これまでに日本は建築部門についてはTier3, その他部門はTier1で推計を行っている

27

京都議定書第2約束期間でのHWP

1. 附属書I国は第3条3項ならびに4項の下で報告されている森林から伐出された伐採木材製品 (HWP) を計上する。輸入されたHWPは, 輸入国が計上してはならない
→ 「生産法」での計上
2. HWPについて透明で検証可能なデータがある場合は, HWPプールの増減をベースにHWPの計上を行わなければならない。

28

京都議定書第2約束期間でのHWP②

3. HWPとは製材 (sawn wood) , 木質パネル (wood panels) , 紙 (paper) の3種である。
 - ➡ これら3製品のうち, 国産材由来分の蓄積量が増えたら吸収, 減ったら排出
4. 紙は半減期5年, 木質パネルは半減期25年, 製材は半減期35年として一次減衰関数を用いて計算する
 - ➡ 製品の計算上の寿命が定められている

29

京都議定書第2約束期間でのHWP③

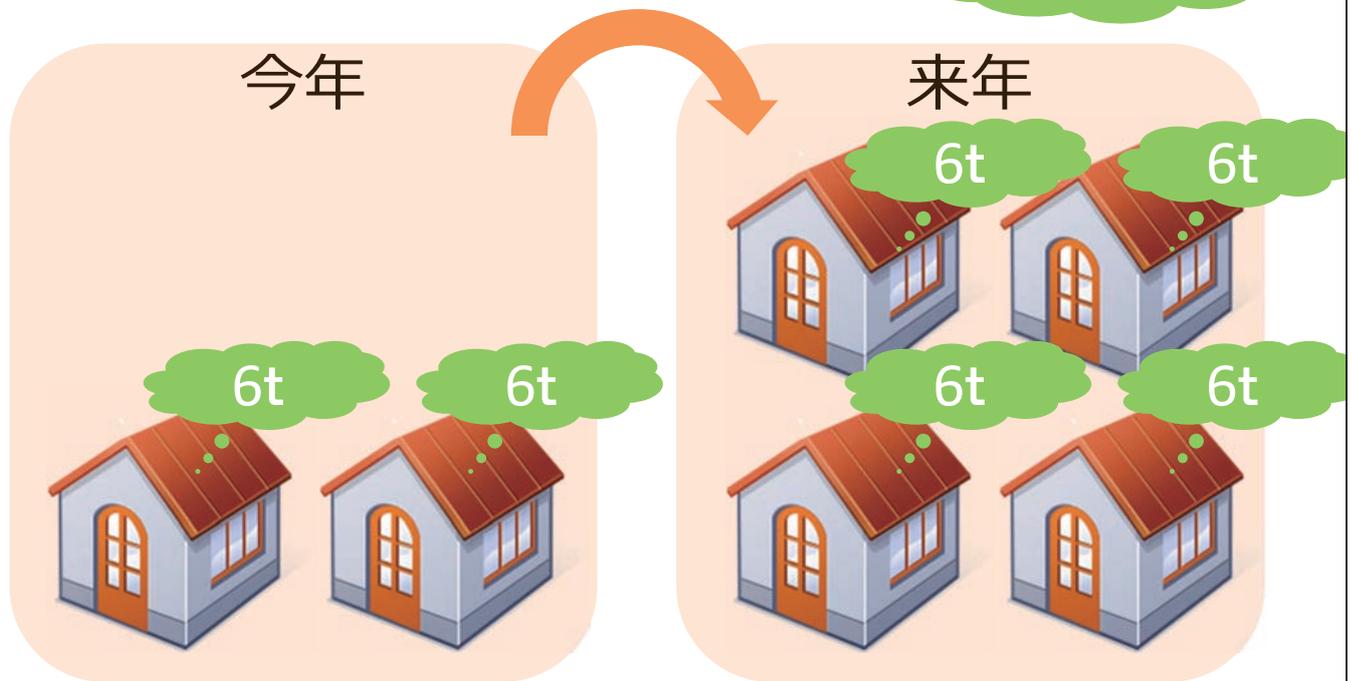
5. 透明かつ検証可能なデータがある場合には, 前述の半減期を国独自の値に置き換えることができる。
6. 紙, 木質パネル, 製材について (半減期を使わない) 国独自の方法を使って計算することもできる

30

木材炭素 計上の考え方

変化量を吸収量・排出量とする

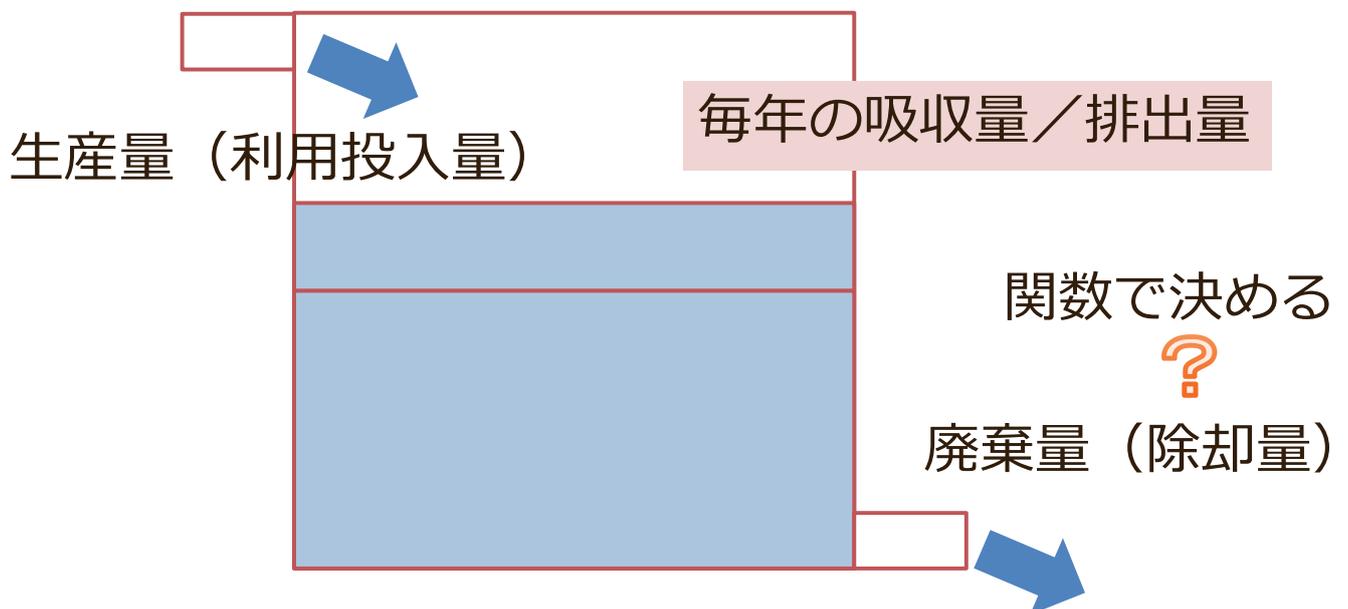
12tの吸収



31

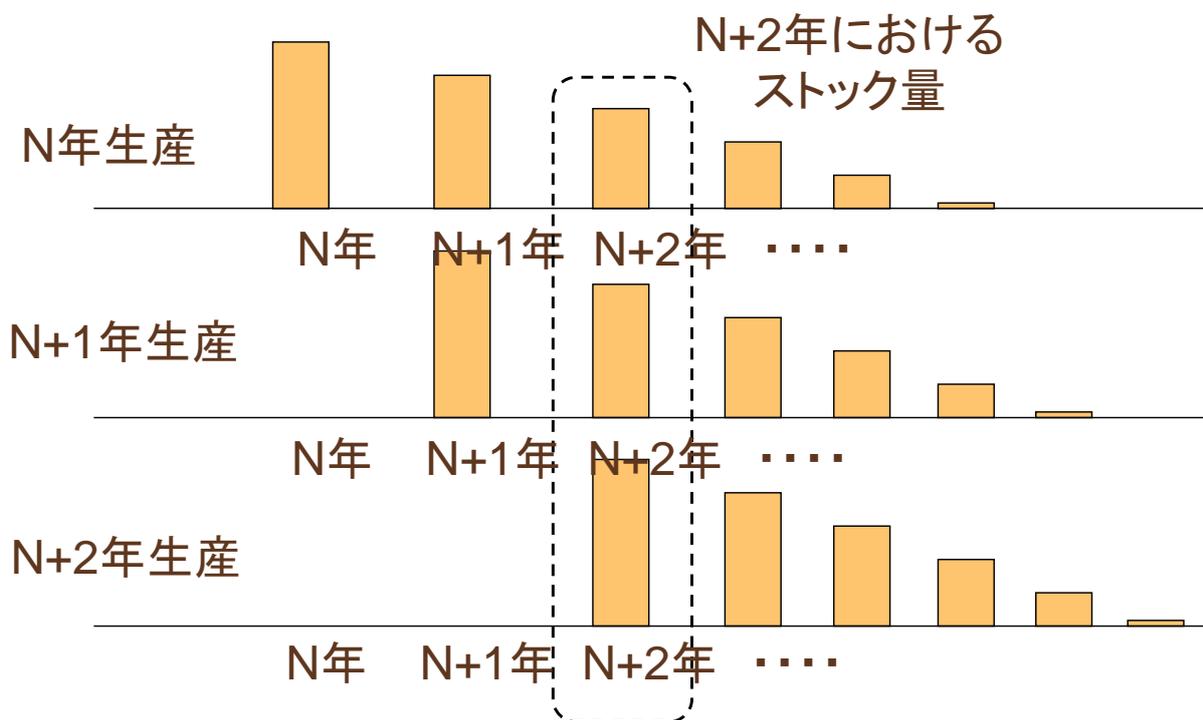
木材炭素 計上の考え方②

HWPプール

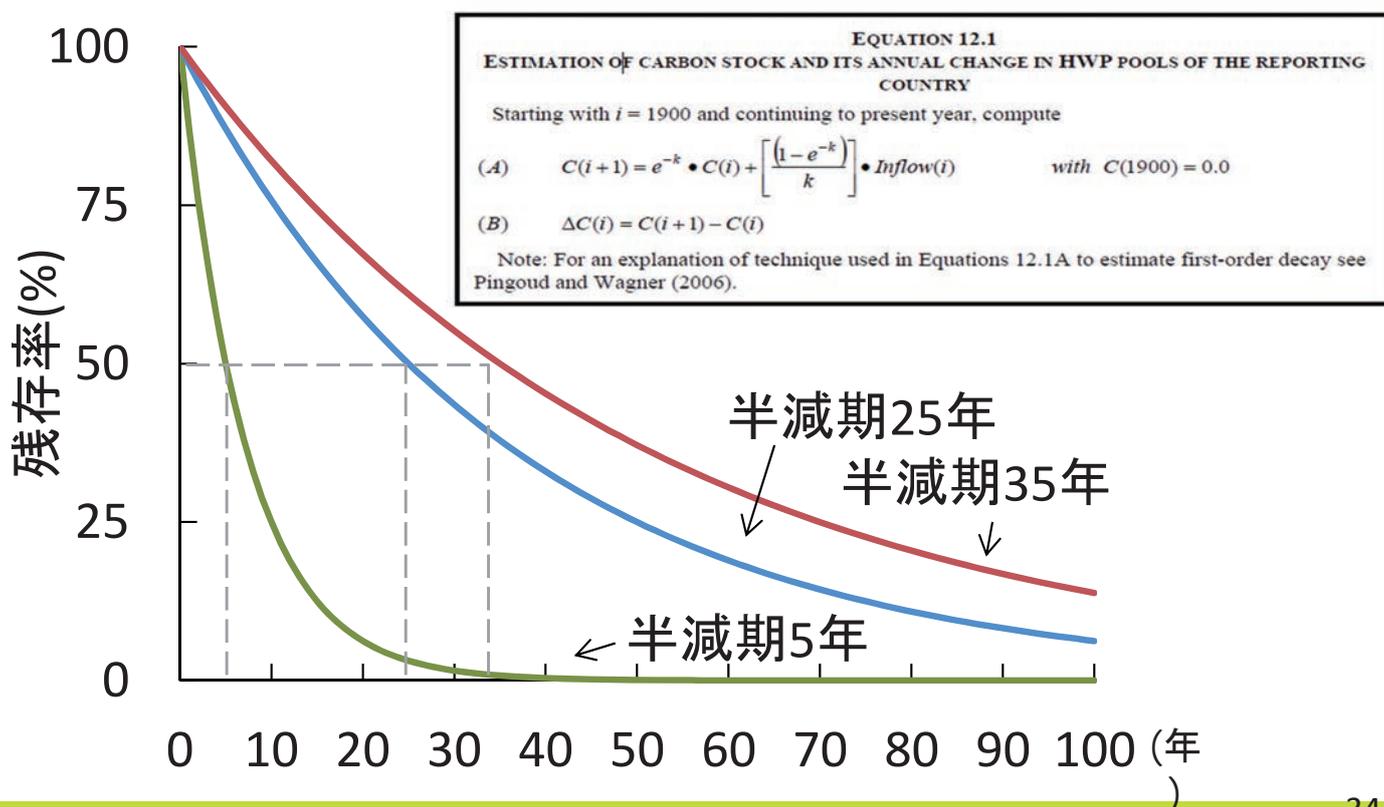


32

半減期を使った木材ストック量の計算



HWPの減り方 (一次減衰関数)



京都議定書第2約束期間でのHWP④

7. 以下のものは即時排出とみなす

- 森林減少に由来するHWP
- 埋め立て地に入ったHWP
- エネルギー利用のために伐採した木材

35

2019 Refinement : 埋立地HWP

埋立地 (solid waste disposal sites; SWDS) に入ったHWPの扱いの明確化が試みられている

- 物量推計の際に使う統計 (木材関係vs廃棄物関係の整合性など) に注意
- 廃棄物セクターの計算法に従ってSWDSのHWPからの排出量 (CO₂, CH₄) を計算することは、HWPの計算のチェックのために有用かもしれない
- 排出量計算は長期貯蔵量の計算につながる。長期貯蔵量を計算できた場合にはHWP由来の排出量から引くことができる

36

2019 Refinement : エネルギー利用

エネルギー使用目的のため燃焼される木質バイオマスの扱いの明確化が試みられている

- 排出量は森林またはHWP部門で報告され、エネルギー部門、廃棄物部門では報告されない
- 木質バイオマスの種類（森林～一次製品～最終製品のどのステージの木材を対象とするか）と用いるアプローチにより排出量の計上国が異なる

37

HWPはどのぐらいの貢献量となるか？

38

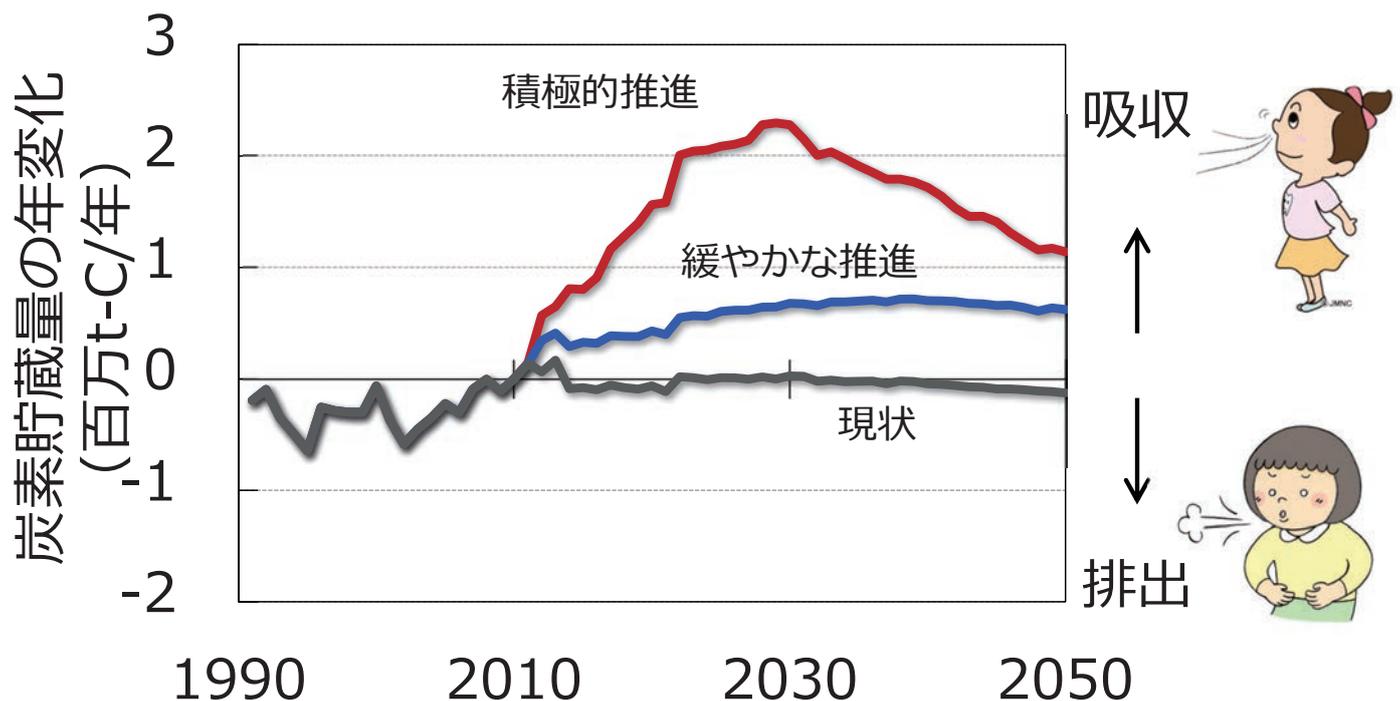
3つのシナリオ

| シナリオ | 建築・家具 | 土木 |
|------------|------------------------|------------------------------------|
| 現状 | 現状の木造・木製率 (35%) のまま | 現状のまま (100万m ³ /年) |
| 緩やかな 推進 | 2050年までに木造・ 木製率50%へ | 2050年までに 300万m ³ /年へ |
| 積極的な 推進 | 2050年までに木造・ 木製率70%へ | 2050年までに 600万m ³ /年へ |

Kayo C, Tsunetsugu Y, Tonosaki M,
Carbon Balance and Management, 10(1): 10:24, 2015

39

炭素貯蔵効果の予測 (国産材)



Kayo C, Tsunetsugu Y, Tonosaki M,
Carbon Balance and Management, 10(1): 10:24, 2015

40

HWP評価の特徴（欠点）

- 製品の長寿命化，リサイクルの努力をポジティブに評価しにくい
- （特に京都議定書第2約束期間の計上ルールにおいて）未評価部分が発生する可能性
 - ✓ 附属書I国以外の国のHWP
 - ✓ 製材，木質パネル，紙以外の木製品
 - ✓ 輸出丸太に由来する製品，輸出一次製品
 - ✓ 埋立地に入ったHWP
- 材料代替効果，化石燃料代替効果を明示的に評価しにくい

41

SDGs時代における木材利用 ～カーボンニュートラルに向けて～

42

資源投入

木製品・紙・パルプ 生産

木製品 利用

素材生産

製品生産

建築・家具など



副産物

副産物・廃棄物

木材チップ

木質ボード・紙パルプ製造

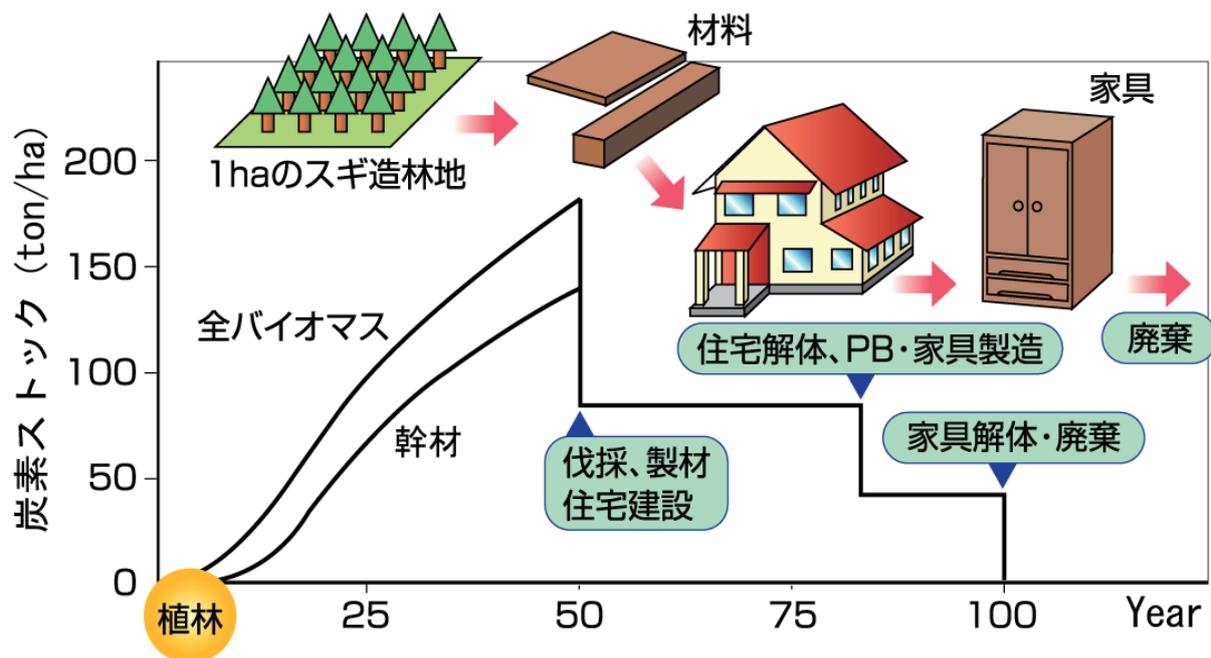


燃料またはリサイクルへ

樹木の一生



森林吸収と木材利用による炭素貯蔵量



大熊幹章による木材生産（林業）と木材利用（木材産業）の流れを一つのグラフ上で表した図

45

森林-木材系のカーボンニュートラル性

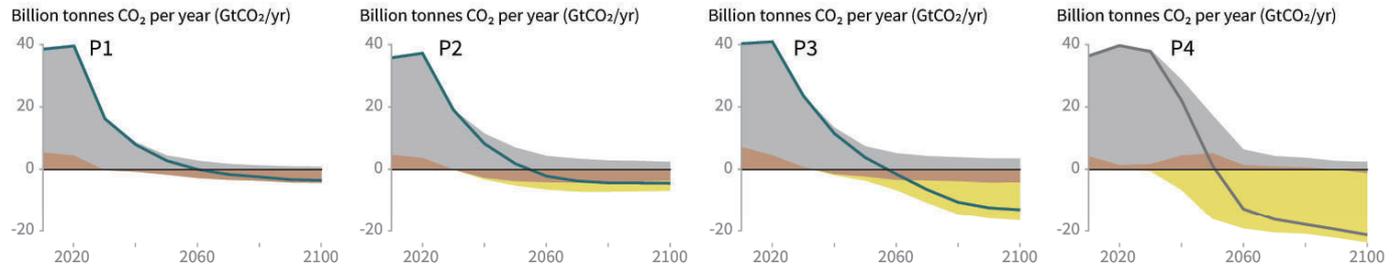
- 木材生産（林業）から木材利用の流れの中で、貯蔵されている炭素についてはカーボンニュートラルである
- 森林-木材系では施業，伐採，加工，輸送等に伴う排出分を削減することがカーボンニュートラルにつながる
- 森林-木材系以外の排出を考慮すると，別の方策が必要

46

1.5°C以下にするための排出経路（例）

Breakdown of contributions to global net CO₂ emissions in four illustrative model pathways

● Fossil fuel and industry ● AFOLU ● BECCS



P1: A scenario in which social, business and technological innovations result in lower energy demand up to 2050 while living standards rise, especially in the global South. A downsized energy system enables rapid decarbonization of energy supply. Afforestation is the only CDR option considered; neither fossil fuels with CCS nor BECCS are used.

P2: A scenario with a broad focus on sustainability including energy intensity, human development, economic convergence and international cooperation, as well as shifts towards sustainable and healthy consumption patterns, low-carbon technology innovation, and well-managed land systems with limited societal acceptability for BECCS.

P3: A middle-of-the-road scenario in which societal as well as technological development follows historical patterns. Emissions reductions are mainly achieved by changing the way in which energy and products are produced, and to a lesser degree by reductions in demand.

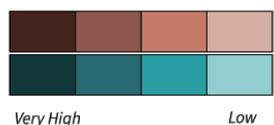
P4: A resource- and energy-intensive scenario in which economic growth and globalization lead to widespread adoption of greenhouse-gas-intensive lifestyles, including high demand for transportation fuels and livestock products. Emissions reductions are mainly achieved through technological means, making strong use of CDR through the deployment of BECCS.

IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C

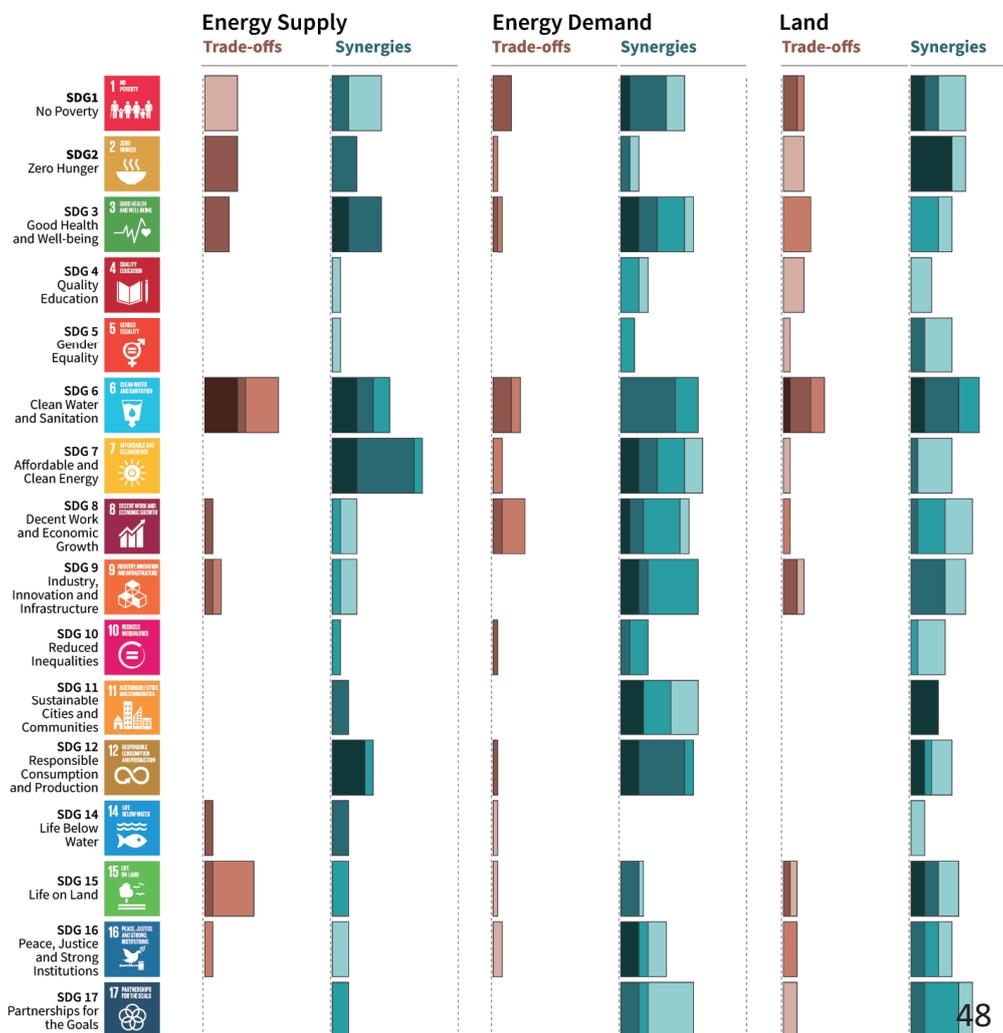
気候変動緩和策とSDGs

バーの長さは影響の強さを表す
(相乗効果またはトレードオフ)

色の濃さは確信度



IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C.



まとめ

- カーボンニュートラルに向けて吸収源の役割はますます重要になる
- 木材の用途を多様化し、それらの用途における炭素蓄積量を正しく評価する必要
- 吸収源対策においてSDGsとの整合性（相乗効果やトレードオフ）も考慮する必要

第2部

木材工学委員会活動報告

1. CO2収支評価研究小委員会
2. 木橋研究小委員会
3. 地中使用する木材の耐久性と
耐震性研究小委員会
4. 木製建設資材に関する研究小委員会

第12回木材利用シンポジウム 小委員会報告

CO₂収支評価研究小委員会

(1) 土木における木材利用の実態調査

(2) 木材利用の受容性の調査

日時: 2022年5月16日(月)

場所: 土木学会講堂(オンライン併用)

小委員会メンバー

(50音順)

| 氏名 | 所属 |
|--------|------------------|
| 池田 穰 | 安藤ハザマ |
| 加用 千裕 | 東京農工大学 |
| 木村 礼夫 | ジェイアール総研エンジニアリング |
| 久保山 裕史 | 森林総合研究所 |
| 佐々木 貴信 | 北海道大学 |
| 外崎真理雄 | 森林総合研究所 |
| 沼田 淳紀 | 飛鳥建設 |
| 野田 龍 | 秋田県立大学 |
| 橋本 征二 | 立命館大学 |
| 村野 昭人 | 東洋大学 |

(1) 土木における木材利用の実態調査

土木分野での木材利用実績がある事業者10社にヒアリング調査を行った。

【木材利用実態および利用拡大の可能性】

| 用途 | 利用拡大の可能性 | コメント |
|--------------------------------|----------|---|
| 地盤改良（木杭） | ◎ | 「環境パイル」「LP-LiC工法」「LP-SoC工法」をはじめ、近年においても新たな工法開発が進んでいること、住宅向けを主体に用途拡大の傾向がみられることもあり、今後も普及が進んでいくことが予想される。 |
| 各種公園施設 （公園内の木柵、遊具、サイン、東屋など） | △ | 自治体などの行政の影響が大きい。全般的には自治体からの発注は減少傾向にある。 |
| 木造構造物 （木柵、木橋、木塀、ガードレールなど） | △ | 自治体などの行政の影響が大きい。全般的には自治体からの発注は減少傾向にある。地域によっては、ガードレール、木塀などを積極的に採用する動向もみられる。 |
| 治山ダム | ○ | 木材利用に結び付きやすい側面がある。残存型枠などの木材利用が一般化しているほか、優れた工法については、一気にシェアを拡大する事例もみられる。 |
| その他（土留め、のり面保護、漁礁/木工沈床、舗装など） | △ | 木材を利用することで、環境対応工法として展開しているが、受注実績は限定的となっている。 |

(1) 土木における木材利用の実態調査

【木材利用拡大に向けた課題】

| | |
|--------------------------------|--|
| 地盤改良（木杭） | <ul style="list-style-type: none"> 条件によっては有利だが、コスト高になる傾向にある。 木材の安定的な供給/調達 |
| 各種公園施設 （公園内の木柵、遊具、サイン、東屋など） | <ul style="list-style-type: none"> 腐食の問題 管理/点検に手間がかかる 自治体の財政難 コスト高になる傾向にある |
| 木造構造物 （木柵、木橋、木塀、ガードレールなど） | <ul style="list-style-type: none"> 自治体の動きが鈍い。 維持管理の仕組みが必要。 腐食しやすい。 |
| 治山ダム | <ul style="list-style-type: none"> 残存型枠工法に対する不信や誤解 仕様によっては、コスト高が採用の障壁となる。 |
| 舗装 | <ul style="list-style-type: none"> 職人不足によるコスト高 |

(2) 木材利用の受容性の調査

【調査概要】

方法：WEBアンケート

調査期間：令和4年2月4日～2月7日

対象：全国の18～99歳の一般市民

回答数：4000

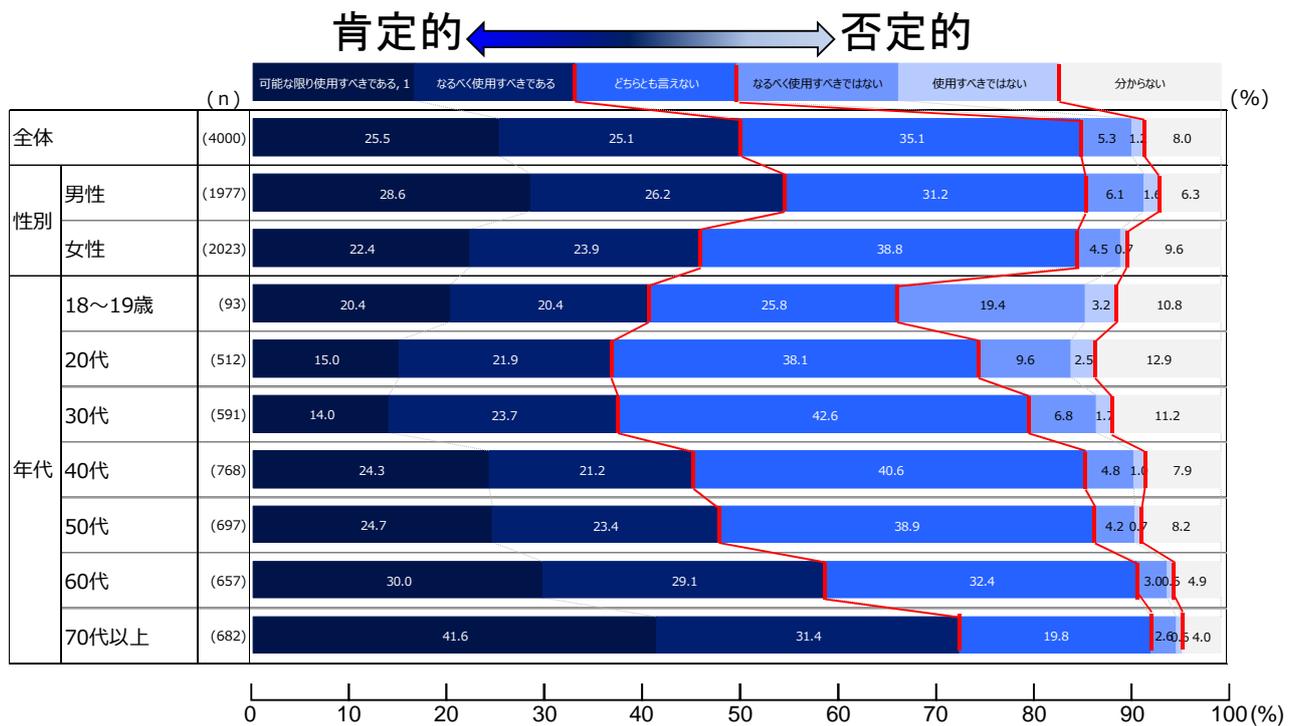
←性別・年代・居住地方で割付

【調査項目】

- ・ 木材利用に対する印象
- ・ 気候変動・炭素吸収・日本の森林に関する知識
- ・ CLT (Cross Laminated Timber) の認知度
- ・ CLTを土木利用することの受容性

(2) 木材利用の受容性の調査

【木材を使用すべきと考えますか？】



(2) 土木における木材利用の受容性の調査

【木材を使用すべき理由（複数回答）】 n=2021

- ・天然素材であり環境問題を起こす心配がないから 50.8%
- ・木材を利用することは森林のために良いから 49.3%
- ・見たり触ったりしたときの感じがよいから 45.9%
- ・木材は二酸化炭素を大気から吸収して貯蔵する能力があるから 36.2%
- ・木材は燃料を必要とせず自然に成長し環境にやさしいから 35.1%

【木材を使用すべきでない理由（複数回答）】 n=258

- ・森林を減らし環境破壊となるから 75.2%
- ・燃えやすいから 28.7%
- ・木材は腐ったり、虫に食われたりするから 24.0%

(2) 土木における木材利用の受容性の調査

【国産材の利用が低迷していることで、日本の森林が高齢化していることを知っていますか？】

- ・よく知っている 14.5%
- ・良くは知らないが、聞いたことがある。 47.0%
- ・知らない 38.6%

【森林が二酸化炭素を吸収していることを知っていますか？】

- ・よく知っている 59.6%
- ・良くは知らないが、聞いたことがある 31.3%
- ・知らない 9.2%

→【森林の高齢化により、二酸化炭素の吸収能力が低下していくことが懸念されていることを知っていますか？】

- ・よく知っている 19.5%
- ・良くは知らないが、聞いたことがある 41.1%
- ・知らない 39.4%

(2) 木材利用の受容性の調査

・アンケートで回答者に提示した、CLTの説明資料

CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板) の略称で、ひき板を並べた後、繊維方向が直交するように積み重ねて接着した木質系材料です。

ヨーロッパや北米では、CLTを使った10階建て以上の高層建築が建てられるなど、CLTの利用は近年になり各国で急速な伸びを見せています。日本でもCLTの製造規格や、CLT関連の建築基準が定められるなど、利用が進められています。

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略には、炭素を貯蔵する木材の積極的な利用が盛り込まれており、その中でCLTは木材利用を促進する部材として位置づけられています。(245文字)

□メリット

- ・断熱性や耐火性、遮音性に優れる。
- ・扱いやすい材料・工法のため、職方(職人)不足等の課題解決につながる。
- ・鉄筋コンクリートの1/5程度と軽く、運搬費用や基礎工事の費用を抑えられる。
- ・壁等で木質感を表現できる。
- ・再利用が可能な材料である。



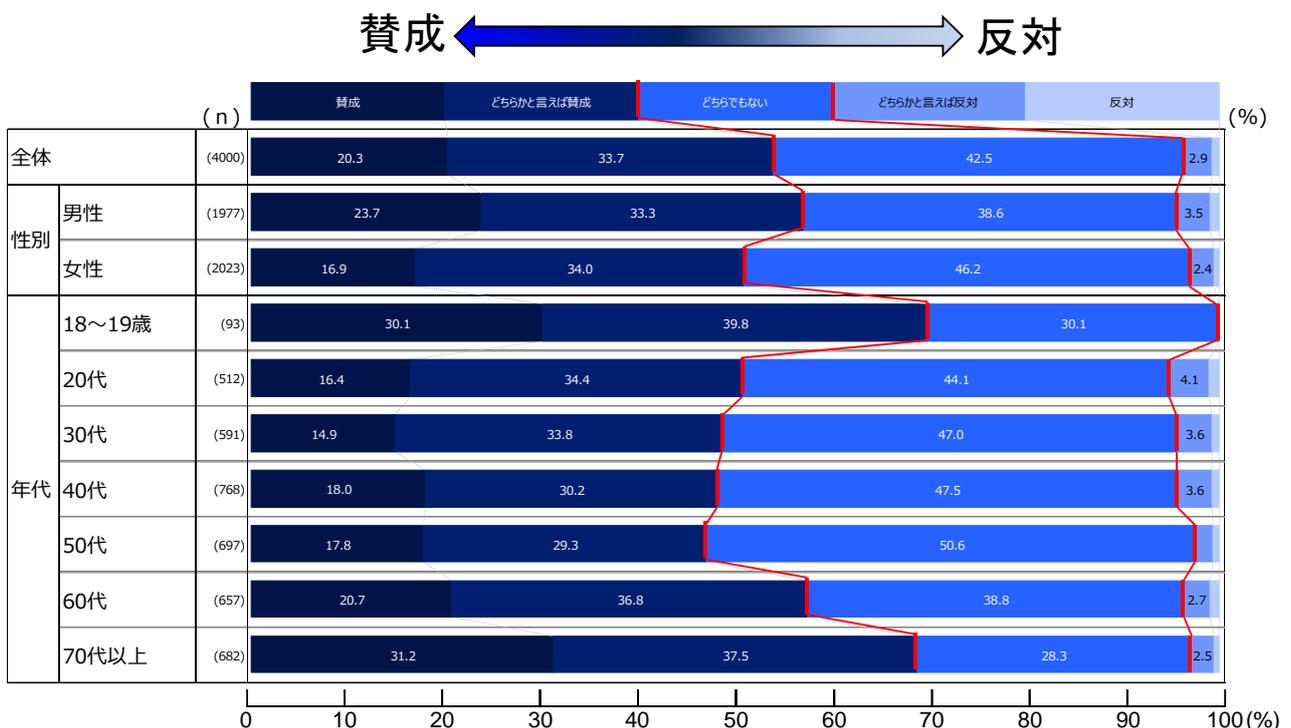
一般社団法人 日本CLT協会HPより

□デメリット

- ・材料コストが高い。
- ・施工事例が少なく、技術者が少ない。

(2) 木材利用の受容性の調査

【CLTを土木分野に利用することについてどのような印象を持っていますか？】



(2) 木材利用の受容性の調査

【CLTの土木利用に賛成の理由（複数回答）】 n=2158

- ・ 環境に良いと思うから 76.6%
- ・ 自然のぬくもりを感じるから 46.4%
- ・ 景観が良いと思うから 27.5%
- ・ 健康に良いと思うから 17.7%

【CLTの土木利用に反対の理由（複数回答）】 n=144

- ・ 鉄やコンクリートなど他の材料で十分だから 35.4%
- ・ コストが高そうだから 23.6%
- ・ 特に理由は無い 23.6%

謝辞

謝辞: 報告内容は、「令和3年度林業成長産業化総合対策補助金等(CLT・LVL等の建築物への利用環境整備事業のうちCLT・LVL等を活用した建築物の低コスト化・検証等)」の支援を受けて実施したものである。

「土木における木材利用の実態調査」の実施にあたっては、日本森林学会・日本木材学会・土木学会の協力を頂いた。

木橋研究小委員会活動報告



北海道大学大学院 佐々木貴信

土木学会第76回年次学術講演会 研究討論会(11) 2021.9.6 オンライン開催

「新しい木質材料 CLTの床版利用を考える」 木材工学委員会・木橋研究小委員会

| | | |
|---------------|-------|--------------------------------|
| 直交集成板（CLT）の特徴 | 宮武 敦 | （国立研究開発法人 森林研究整備機構 森林総合研究所） |
| CLTの土木利用の取り組み | 林 知行 | （京都大学 生存圏研究所） |
| 国内外の事例と課題 | 渡辺 浩 | （福岡大学） |
| CLT床版の設計 | 平沢 秀之 | （函館工業高等専門学校） |
| 耐久性向上技術 | 宮内 輝久 | （北海道立総合研究機構 林産試験場） |
| 床版補修の現状と課題 | 石井 博典 | （横河ブリッジホールディングス） |

座長 佐々木貴信（北海道大学大学院 農学研究院）

研究討論会 オンライン開催の話題提供者

土木学会第76回年次学術講演会 研究討論会(11) 2021.9.6 オンライン開催

「新しい木質材料 CLTの床版利用を考える」
木材工学委員会・木構研究小委員会

直交集成板 (CLT) の特徴 宮武 敦 (国立研究開発法人 森林研究 整備機構 森林総合研究所)
CLTの土木利用の取り組み 林 知行 (京都大学 生存圏研究所)
国内外の事例と課題 渡辺 浩 (福岡大学)
CLT床版の設計 平沢 秀之 (建設工業高等専門学校)
耐久性向上技術 宮内 輝久 (北海道立総合研究機構 林産試験場)
床版補修の現状と課題 石井 博典 (横河ブリッジホールディングス)

座長 佐々木貴信 (北海道大学大学院 農学研究院)

直交集成板 (CLT, Cross Laminated Timber)

1990年代後半からオーストリアを中心に開発され、木造建築の床や壁などの面材料として、欧米において普及している新しい木質材料



国内で製造できる一番大きなサイズ (3m×12m) のスギCLTパネル (銘建工業：岡山県)

13階建てのCLT建築（カナダ・ケベックシティ）

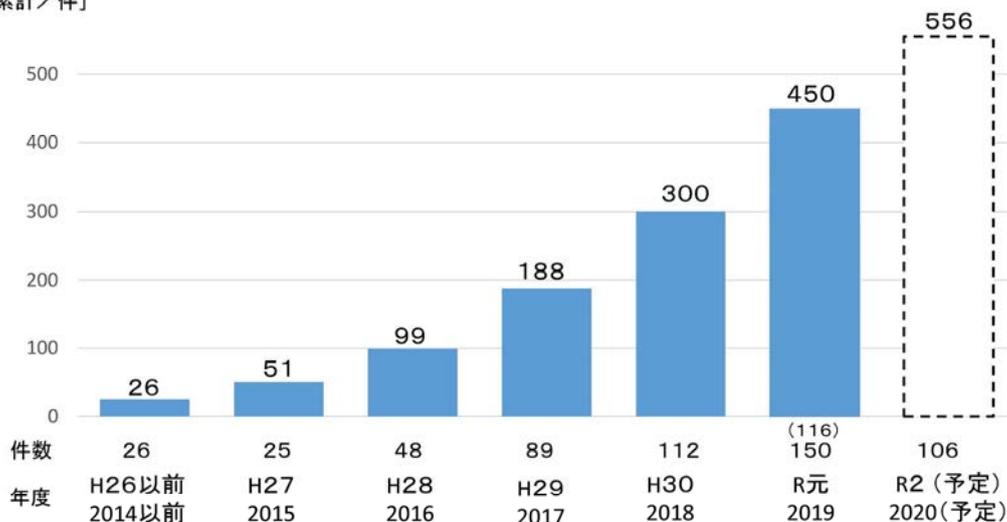


<https://www.nordic.ca/>

CLTを活用した建築物の竣工件数の推移

- CLTを活用した建築物の竣工件数は、R2年度に累計で550件強に達する見込み。
- R元年度には、全都道府県において、CLTを活用した建築物の整備が実現した。

[累計/件]



※ 関係省庁、都道府県による調査結果等に基づき内閣官房で集計（R2.7末時点）
R元の件数の（ ）書きは、R元年度中の竣工見込み件数（R元.7末時点）
R2（予定）は、R2年度中の竣工見込み件数（R2.7末時点）

2019年CLTの年間製造量はおよそ15,000m³となった。これまで建築分野での利用が推進されてきたが、今後さらに消費拡大を目指すには他分野への活用研究が必要

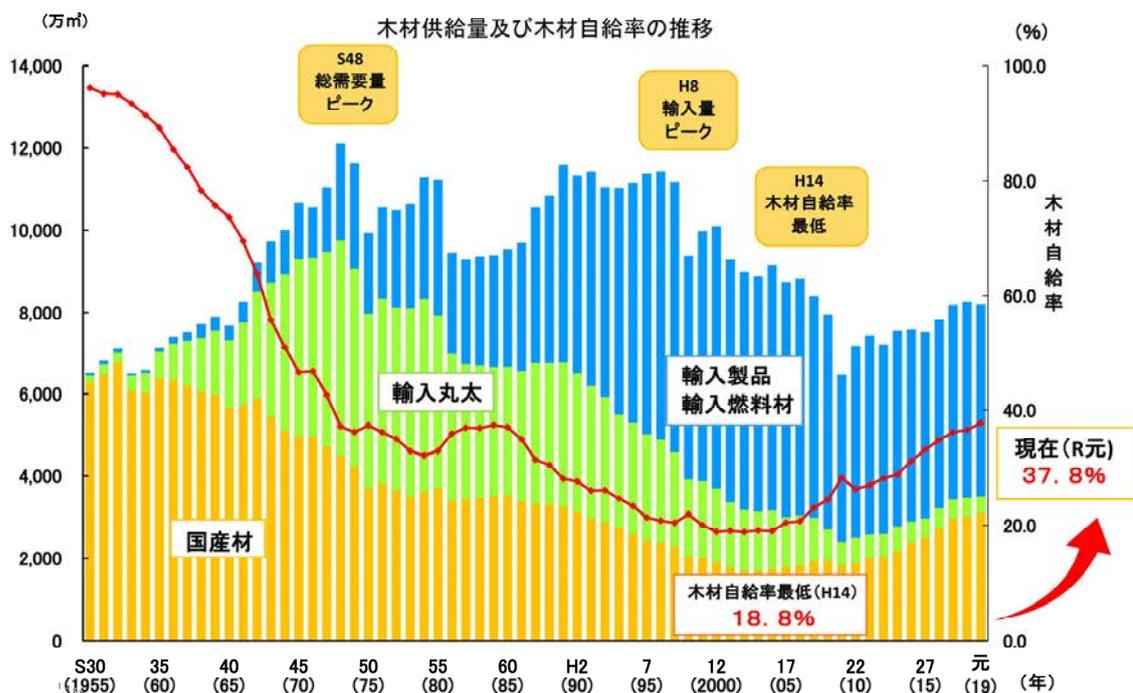
引用：内閣官房CLT活用促進のための政府一元窓口
CLTを活用した建築物の整備状況について

CLTの普及に向けた新ロードマップ 2021年3月

| 課題 | 取組事項 | CLT活用促進に関する関係省庁連絡会議 | | | | | 目指す姿 | |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------|--|----------------------------|-----------------|--|-----------------|
| | | R3年度 | R4年度 | R5年度 | R6年度 | R7年度 | | |
| CLTの認知度が低い | CLTに関する情報の発信・CLTを用いた建築物の評価の向上 | 消費者・事業者等に向けたPR | 大規模イベント等における活用 | SDGs・ESG投資等への寄与 | | | CLTの更なる利用拡大を目指した新たなロードマップには、 初めて建築以外の分野での活用として「土木分野での活用」 が明記された | |
| | | モデル的なCLT建築物等の整備の促進 | モデル的・先導的建築物の建築 | 先駆性の高い建築物・製品の顕在化 | 公共建築物等への積極的な活用 | CLT建築物を活かした街づくり | | |
| | コスト面の優位性が低い | まとまった需要の確保 | 公共建築物等への積極的な活用 | | | | | |
| | | | 効率的な量産体制の構築 | 製造施設の整備（令和6年度末までに年間50万m ³ のCLT生産体制を目指す） | CLTパネル等の寸法等の規格化に向けた連携体制の構築 | 低コストの接合方法等の開発 | | S造やRC造等とのコスト比較等 |
| 需要に応じたタイムリーな供給を行えていない | 安定的供給体制の構築 | 製造メーカー間の連携による安定供給体制の構築 | 供給を推進 | 制が整備される。 | | | | |
| | | 建築コスト関連の情報提供 | S造やRC造等とのコスト比較等 | | | | | |
| CLTの活用範囲が狭い | 建築基準・材料規格の合理化 | 中層CLT建築物の構造計算等の合理化・普及 | 幅広い層構成の基準強度の設定等 | 告示の普及等 | | | 本研究討論会ではCLTの土木利用の一つとして、床版用途について考える | |
| | | 効率性の高い非等厚CLT等の規格の拡充 | 規格の普及 | | | | | |
| | 建築以外の分野での活用 | 土木分野で活用可能な製品の開発推進 | 土木分野での活用の実証 | | | | | |
| | | | | | | | | |

引用：内閣官房CLT活用促進のための政府一元窓口

土木分野での木材利用の意義 ① 国産材の需要拡大への貢献



引用：林野庁「令和元年（2019年）木材需給表」

土木分野での木材利用の意義

②2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現への貢献



引用：林野庁 令和2年度 森林・林業白書



直交集成板 (CLT) の特徴

森林研究・整備機構

森林総合研究

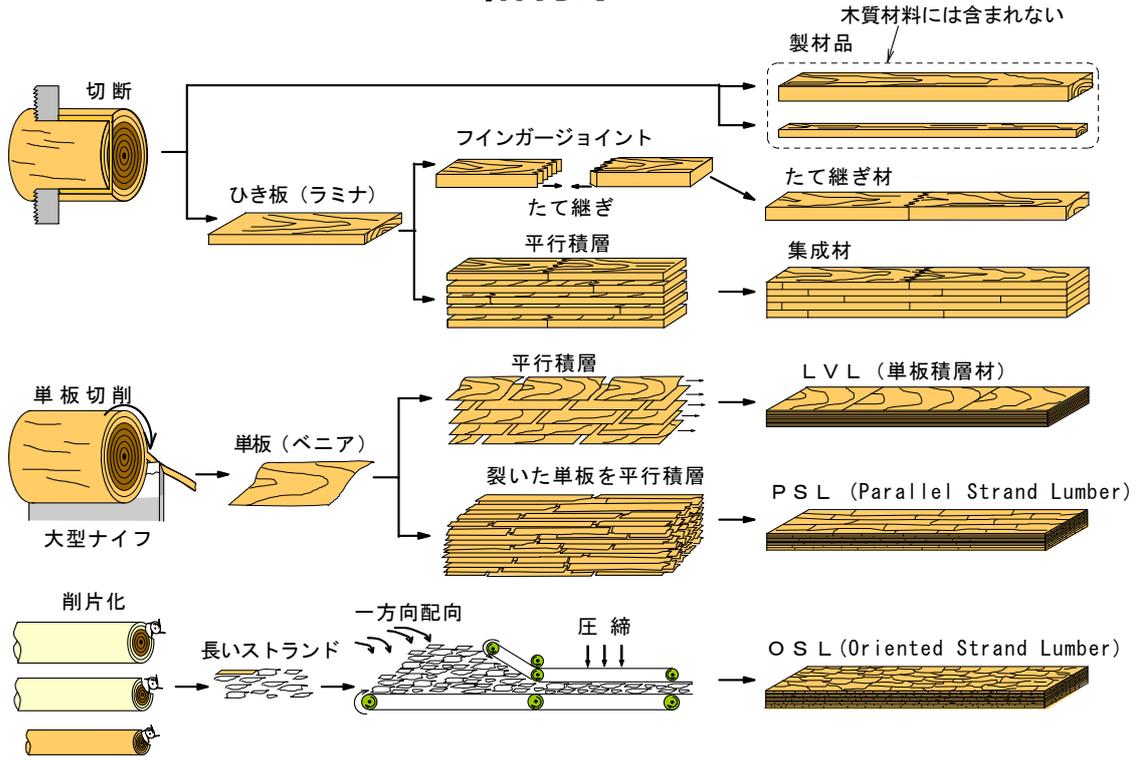
所複合材料研究領域 チーム長

宮武敦

1
0

様々な木質材料

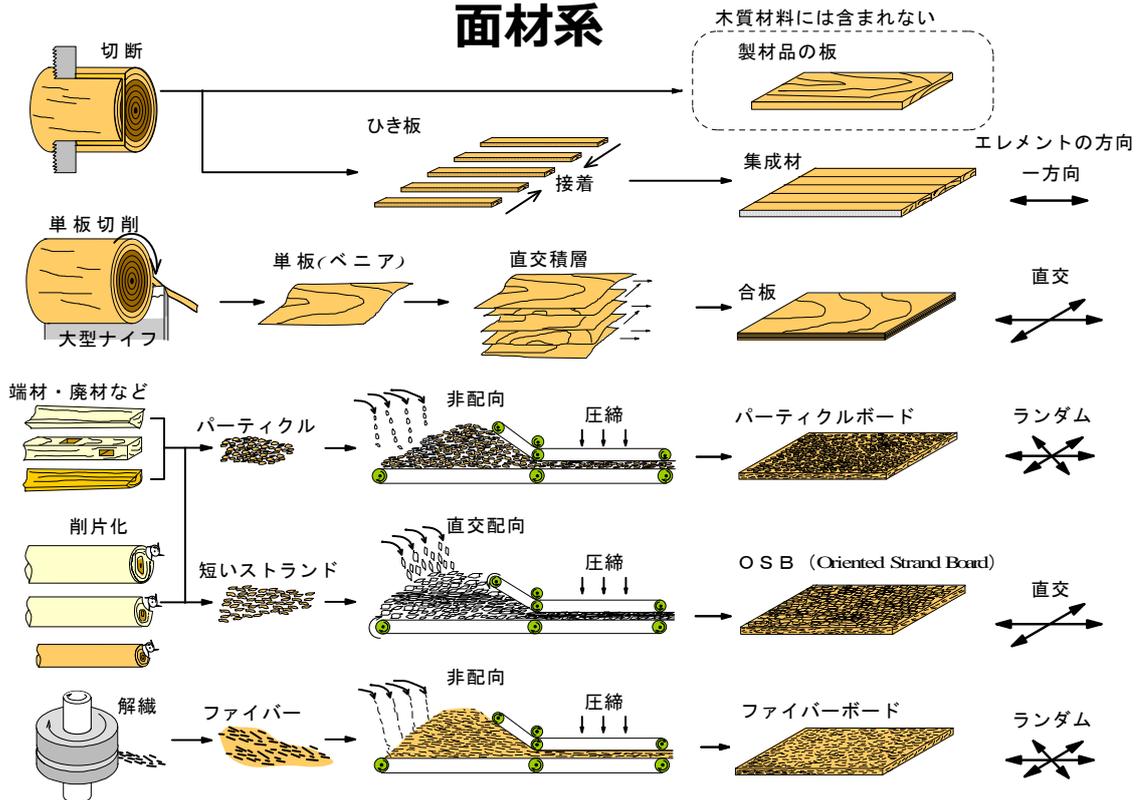
軸材系



森林総合研究所 宮武敦氏提供

様々な木質材料

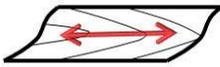
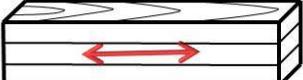
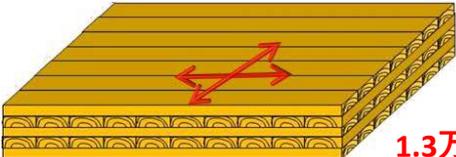
面材系



森林総合研究所 宮武敦氏提供

CLT : Cross Laminated Timber

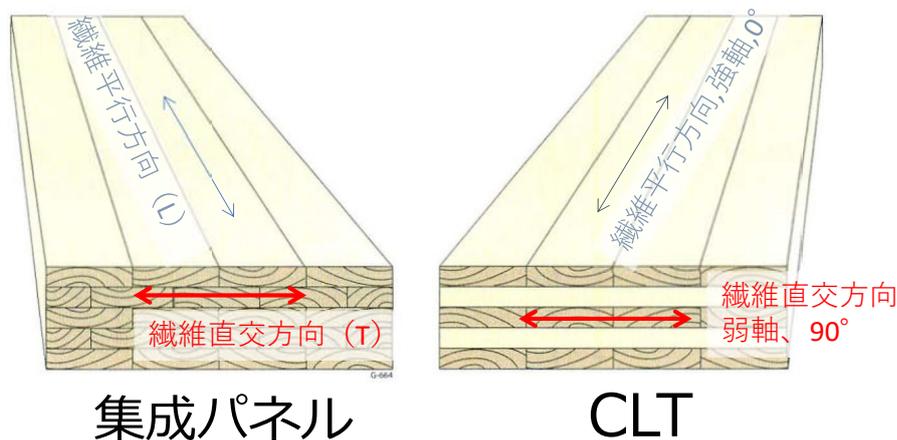
クロスラミネイティドティンバー 直交集成板

| エレメント | 平行積層 (軸材料) | 直交積層 (面材料) |
|--|---|---|
|  単板 |  LVL 20万m³ |  合板 350万m³ |
|  ひき板 |  集成材 174万m³ |  1.3万m³ 直交集成板 (CLT) |

森林総合研究所 宮武敦氏提供

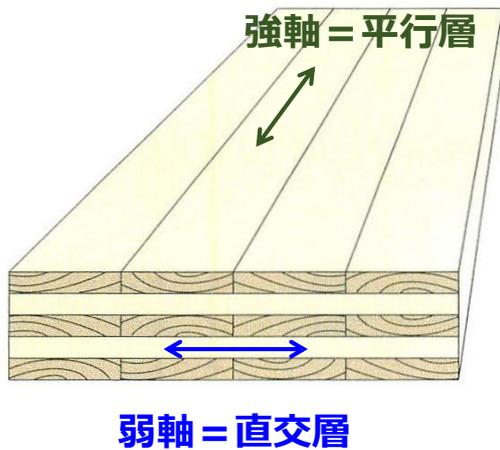
CLTの特徴

- ◎ 寸法安定性の改善 繊維直交方向安定性の向上 ⇒ **製品寸法の大きさ**
含水率1%変化時1m材の膨潤収縮量 L:T=0.1mm:2.5mm
- ◎ 強度異方性の改善 繊維直交方向強度の向上 ⇒ **二方向応力伝達**
曲げヤング率 L:T=7.5kN/mm²:0.3kN/mm²
- ◎ 大断面・大面積化による高耐力・高剛性 ⇒ **低質材の大量使用**



森林総合研究所 宮武敦氏提供

直交集成板のJAS：用語の定義



- プライ = ラミナ1枚
- 層 = 同じ繊維方向のプライ
- 外層 = 最も外側の層
- 内層 = 外層以外の層
- 長さ = 強軸方向の辺長
- 幅 = 弱軸方向の辺長

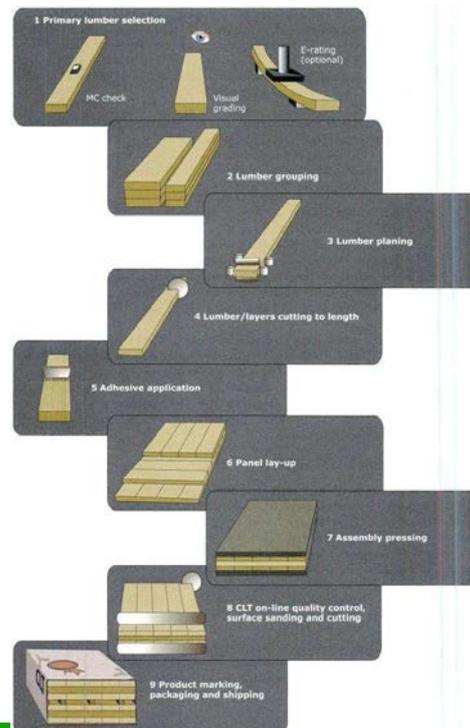
15

森林総合研究所 宮武敦氏提供



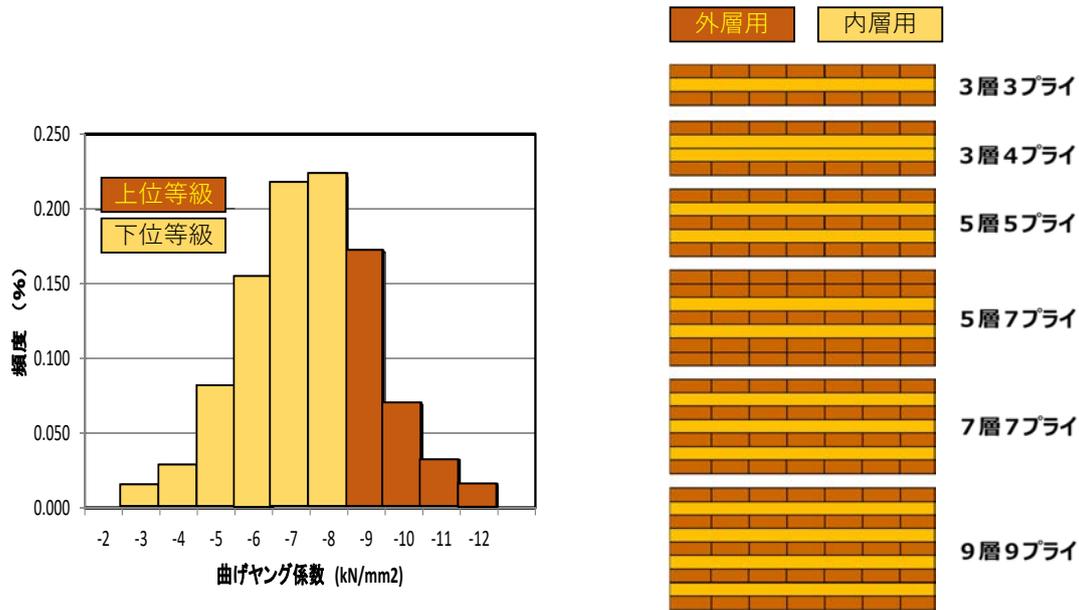
CLTの製造工程

- ラミナの等級区分
M30、M60、M90、M120
- ラミナのたて継ぎ・幅はぎ
- 積層接着/接着剤塗布
- ラミナ組合せ/層構成
- 仕上げ・梱包



10

ラミナの等級区分と構成



森林総合研究所 宮武敦氏提供

橋梁床版としてのCLT 入手できるCLTの仕様

| 接着剤 | 厚さ × 短辺 × 長辺 (単位：mm) | 工場所在地 |
|--------------------------------|--|--|
| レゾルシノール系 又は 水性高分子イソシアネート系樹脂 | 60～210 × 1,200 × 6,250 | 北海道 宮城県 秋田県 石川県 岡山県 愛媛県 鹿児島県 |
| | 36～450 × 1,200 × 8,350 | |
| | 36～270 × 2,000 × 8,500 | |
| | 90～270 × 1,250 × 6,200 | |
| | 90～270 × 2,600 × 6,000 | |
| | 60～400 × 3,000 × 12,000 | |
| | 36～450 × 2,000 × 4,000 | |
| 水性高分子イソシアネート系樹脂 | 60～270 × 3,000 × 12,000 | 岡山県 鳥取県 |
| | 36～90 × 1,250 × 4,000 | |
| 標準的寸法は 樹種は | ～270 × 1,200 × 6,000 スギ、ヒノキなど (要工場確認) | |

森林総合研究所 宮武敦氏提供

橋梁床版としてのCLT JASにない層構成・仕様の活用

| 層数 プライ数 | JAS 構成 | 外層 数 | 構成 // 平行層 ⊥ 直交層 太字は外層扱い | 強軸 | | | 弱軸 | | |
|-----------|-----------|---------|----------------------------|------|-------|-------|------|-------|------|
| | | | | MOE | G | MOR | MOE | G | MOR |
| 3層 3プライ | ○ | 2 | // ⊥ // | 5.77 | 0.023 | 12.67 | 0.11 | 0.062 | 0.36 |
| 3層 4プライ | ○ | 2 | // ⊥ ⊥ // | 5.25 | 0.020 | 11.51 | 0.37 | 0.093 | 1.18 |
| 5層 5プライ | ○ | 2 | // ⊥ // ⊥ // | 4.72 | 0.027 | 10.37 | 0.62 | 0.012 | 1.97 |
| 5層 6プライ | | 2 | // ⊥ // // ⊥ // | 5.33 | 0.045 | 11.70 | 1.11 | 0.013 | 3.52 |
| 5層 7プライ | ○ | 4 | // // ⊥ // ⊥ // // | 5.53 | 0.029 | 12.14 | 0.22 | 0.008 | 0.72 |
| 7層 7プライ | ○ | 2 | // ⊥ // ⊥ // ⊥ // | 4.04 | 0.042 | 8.87 | 0.86 | 0.019 | 3.80 |
| 5層 8プライ | | 2 | // ⊥ ⊥ // // ⊥ ⊥ // | 3.51 | 0.027 | 7.71 | 1.22 | 0.024 | 3.86 |
| 7層 8プライ | | 2 | // ⊥ // ⊥ ⊥ // ⊥ // | 3.79 | 0.027 | 8.33 | 0.93 | 0.024 | 2.97 |
| 5層 8プライ | | 4 | // ⊥ ⊥ // // ⊥ ⊥ // | 3.51 | 0.035 | 7.71 | 2.11 | 0.025 | 4.63 |
| 7層 8プライ | | 4 | // ⊥ // ⊥ ⊥ // ⊥ // | 3.79 | 0.035 | 8.33 | 1.83 | 0.025 | 4.01 |
| 7層 9プライ-1 | | 2 | // ⊥ ⊥ // ⊥ // ⊥ ⊥ // | 3.28 | 0.025 | 7.21 | 1.30 | 0.030 | 4.13 |
| 7層 9プライ-2 | | 2 | // ⊥ // // ⊥ // // ⊥ // | 3.69 | 0.038 | 8.09 | 0.90 | 0.017 | 2.86 |
| 9層 9プライ | ○ | 2 | // ⊥ // ⊥ // ⊥ // ⊥ // | 3.58 | 0.030 | 7.87 | 1.00 | 0.022 | 3.18 |
| 7層 9プライ-1 | | 4 | // ⊥ ⊥ // // ⊥ // ⊥ ⊥ // | 3.28 | 0.031 | 7.21 | 2.20 | 0.031 | 4.83 |
| 7層 9プライ-2 | | 4 | // ⊥ // // ⊥ // // ⊥ // | 3.69 | 0.054 | 8.09 | 1.80 | 0.017 | 3.94 |
| 9層 9プライ | | 4 | // ⊥ // ⊥ // ⊥ // ⊥ // | 3.58 | 0.039 | 7.87 | 1.90 | 0.022 | 4.17 |

森林総合研究所 宮武敦氏提供

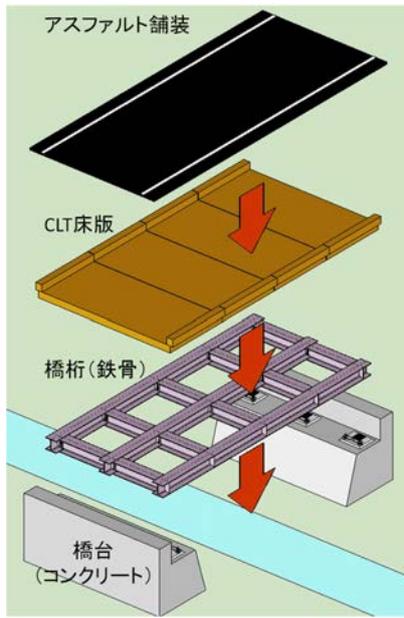
CLTの土木利用への取り組み



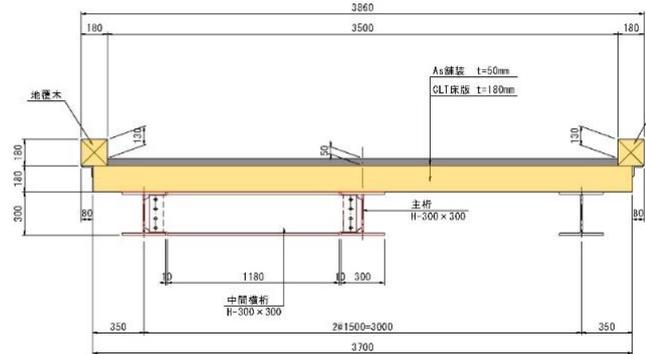
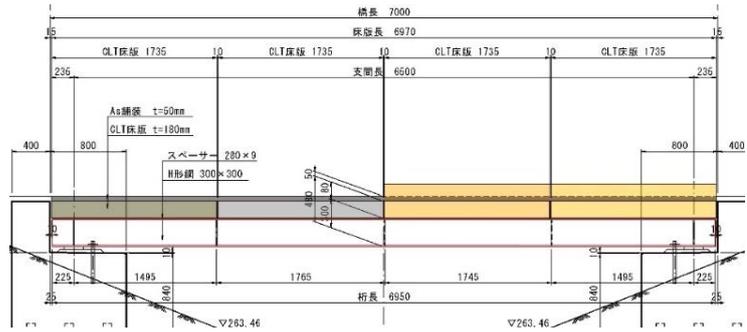
京大大学生存圏研究所 特任教授
秋田県立大学 名誉教授
林知行

実証試験～林道橋の試験施工～

橋長7m、有効幅員3.5m、設計荷重：14t(2等林道橋)



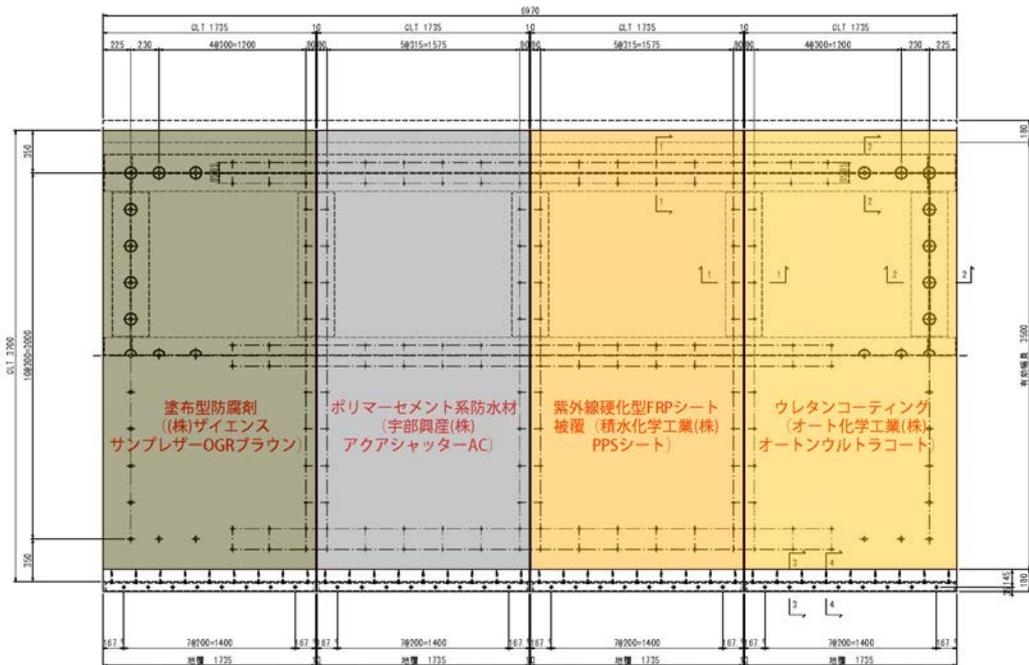
CLT床版を用いた橋梁のイメージ



実験橋一般図

21

CLT床版の防水処理(4種類)



22

石倉沢橋の施工(平成29年3月9日:CLT床版の架設)



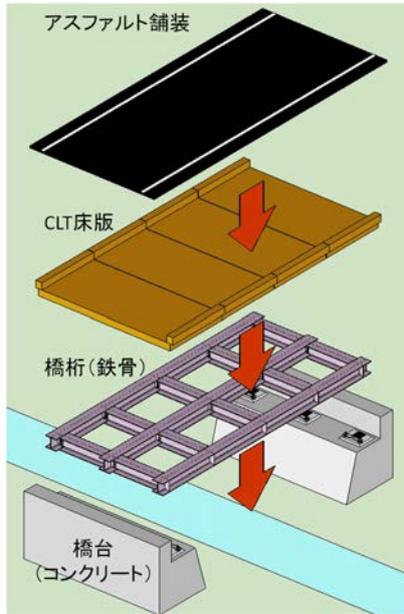
石倉沢橋の施工(平成29年3月16日:舗装工事)



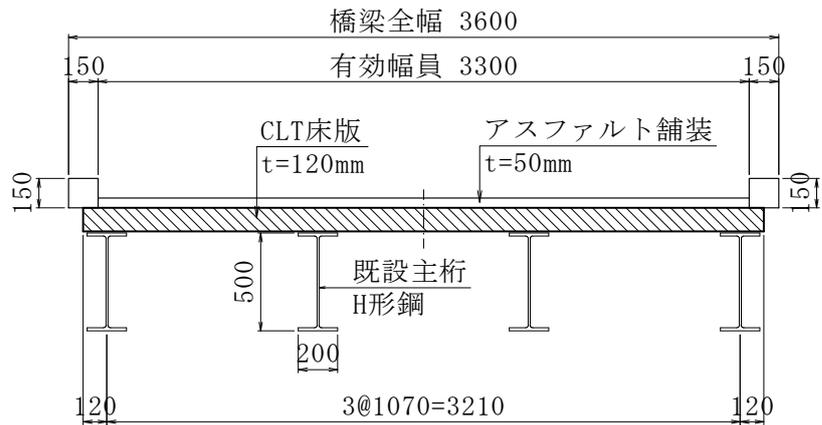
実証試験～農道橋の試験施工～

橋長10m、有効幅員3.0m、設計荷重:4t

2号橋



CLT床版を用いた橋梁のイメージ



実験橋一般図

25

CLT床版の設置 (13t吊クレーン)





設計荷重(4tf)相当のトラックを用いた載荷試験
2018年6月実施

試験車両(4tf)の载荷に対して、最大たわみ(鋼桁の中央)は1.5mmと十分な性能を示した。

既設のCLT床版橋の耐久性調査(2020年10月5日、6日)



秋田県仙北市



秋田県大仙市

土木学会令和3年度全国大会 研究討論会

新しい木質材料CLTの床版利用を考える ～国内外の事例と課題

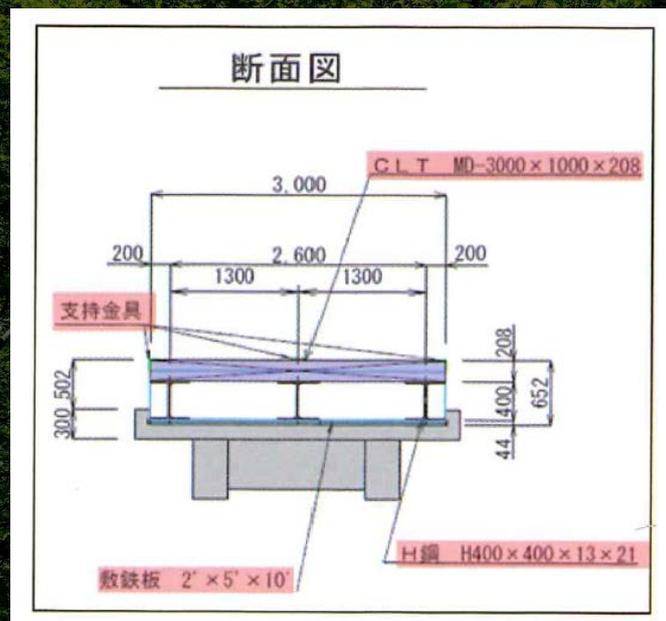
福岡大学 渡辺 浩

1. CLT床版を使用した1号事例



CLT床版橋の1号事例(秋田県仙北市)

4. RC橋の補強の事例②



「林道」2021.2.3.p130.
林道研究会

1966年竣工、橋長10.6mのRC橋に災害復旧事業で10トン車を通過させたい

2年間だけの使用

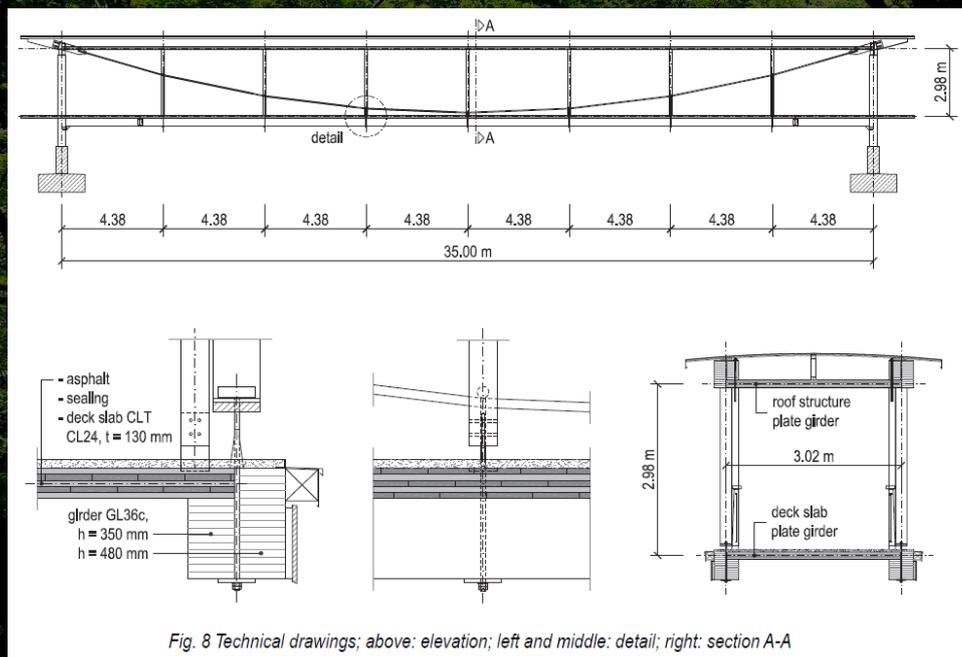
1年経過で損傷はない 費用は敷鉄板の倍程度

5. オーストリアの木橋の例①



歩道吊橋(オーストリア・フェルトバッハ)

6. オーストリアの木橋の例②

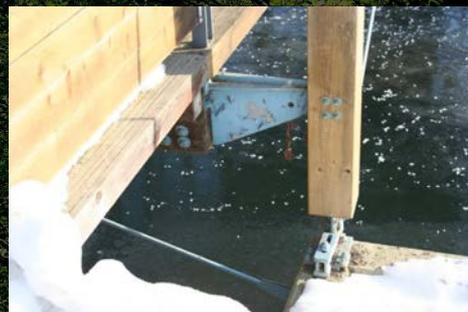


G.SCHICKHOFER et al., 5th International Conference Footbridges 2014

7. オーストリアの木橋の例③



8. オーストリアの木橋の例④



歩道トラス橋(オーストリア・グロスヴィルファースドルフ)

9. オーストリアの木橋の例④



歩道トラス橋(オーストリア・グロスヴィルファースドルフ)

10. 仮設橋へのCLTの利用



TerraCross™ Bridge (米Sterling社)



11. 最新のCLT床版橋の事例①



鹿児島県庁外周園路の木橋(2021年更新)

撮影: 原田浩司氏



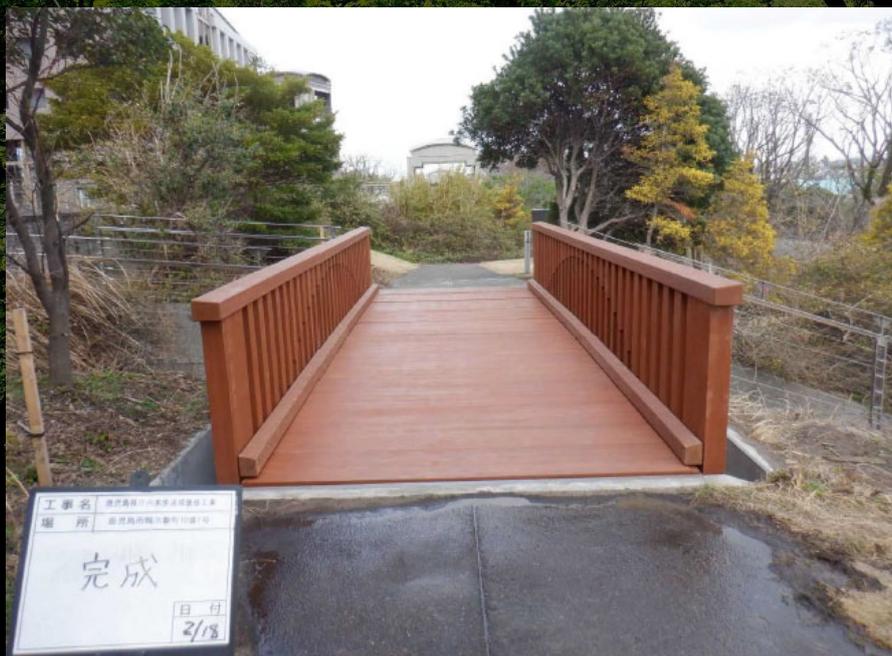
旧橋(1996年架設)

12. 最新のCLT床版橋の事例②



林野庁補助事業研究成果報告書, 山佐木材㈱, 2021.2

13. 最新のCLT床版橋の事例③



林野庁補助事業研究成果報告書, 山佐木材㈱, 2021.2

CLTの耐久性向上技術

CLTの防腐処理（保存処理）について

北海道立総合研究機構 林産試験場
宮内 輝久

木材・木質材料の腐朽を防ぐには

- 腐朽の発生には栄養（木材）、温度、酸素、水分が必要
- 温度や酸素を制御することは困難→水分の制御、防腐処理によって防ぐ

防水シート、床下換気、通気構法

防腐処理（塗布、浸漬、**加圧注入**）

木材・木質材料



腐朽



木材・木質材料の加圧注入処理



住宅の土台・柱



青い森総合建設株式会社
https://www.goimorisk-breathhomes.com/

動物等の立入（侵入）防止柵



木製の歩道



環境パイル：軟弱地盤改良用の木杭（加圧注入処理材）

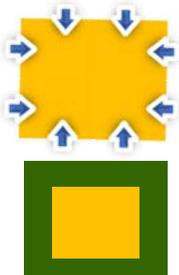


「環境パイル工法パンフレット」

木材・木質材料の加圧注入処理について



| 性能区分 | 想定される木材の使用環境 | 具体的例 |
|------|---|--------------------------------|
| K1 | 屋内の乾燥した条件で腐朽・蟻害の恐れのない場所で、乾材害虫に対して防虫性能のみを必要とするもの | 外気に接しない乾燥した状態でヒラタキクイムシの被害を防止する |
| K2 | 低温で腐朽や蟻害の恐れのない条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 寒冷地の住宅の土台や外壁、屋外の非接地使用の処理木材 |
| K3 | 通常の腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 住宅の土台や外壁、屋外の非接地使用の処理木材 |
| K4 | 通常より激しい腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 地面に接地した状態で使用する屋外使用の処理木材 |
| K5 | 極度に腐朽・蟻害の恐れのある環境下で高度の耐久性の期待できるもの | 電柱、枕木、海水中での使用等、極めて高い耐久性を要するもの |



浸潤度(%)：処理後の木材断面の全面積のうち
木材保存剤が浸潤した部分の面積

$$\frac{\text{木材保存剤が浸透した面積}}{\text{対象面積}} \times 100$$

吸収量(Kg/m³)：処理された木材単位体積中の
有効成分量

$$\frac{\text{有効成分量}}{\text{単位体積}}$$

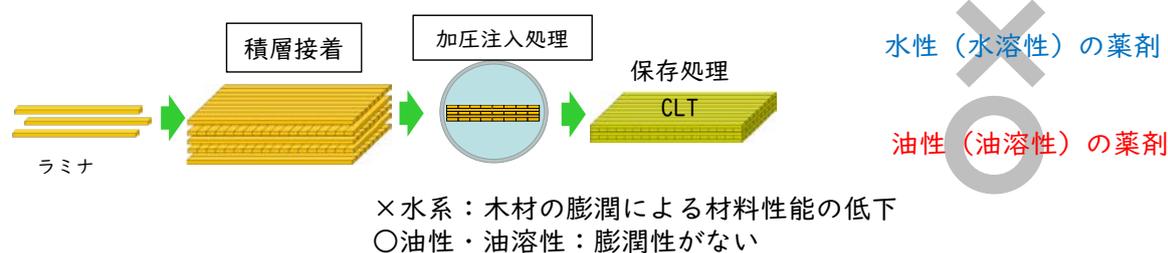
| 性能区分 | 想定される木材の使用環境 | 具体的例 |
|------|---|--------------------------------|
| K1 | 屋内の乾燥した条件で腐朽・蟻害の恐れのない場所で、乾材害虫に対して防虫性能のみを必要とするもの | 外気に接しない乾燥した状態でヒラタキクイムシの被害を防止する |
| K2 | 低温で腐朽や蟻害の恐れが少ない条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 寒冷地の住宅の土台や外壁、屋外の非接地使用の処理木材 |
| K3 | 通常の腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 住宅の土台や外壁、屋外の非接地使用の処理木材 |
| K4 | 通常より激しい腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 地面に接地した状態で使用する屋外使用の処理木材 |
| K5 | 極度に腐朽・蟻害の恐れのある環境下で高度の耐久性の期待できるもの | 電柱、枕木、海水中での使用等、極めて高い耐久性を要するもの |

| JASの性能区分 | 青字：水溶性、赤字：油性・油溶性 |
|----------|--|
| K2～K4 | ①第四級アンモニウム化合物系、③銅・アゾール化合物系、④ほう素・第四級アンモニウム化合物系、⑤第四級アンモニウム化合物・非エステルピレスロイド化合物系、⑥脂肪酸金属塩系（乳化性）、⑦アゾール・ネオニコチノイド化合物系、⑧ナフテン酸金属塩系、⑨クレオソート油（K4以上） |
| K5 | ②銅・第四級アンモニウム化合物系、⑥脂肪酸金属塩系（乳化性）⑦脂肪酸金属塩系、⑧ナフテン酸金属塩系、⑨クレオソート油 |

⑧、⑨は鉄道枕木に使用されている

CLTの加圧注入処理（主に建築用途を想定した開発）

製品処理：パネル化後に加圧注入処理を実施する



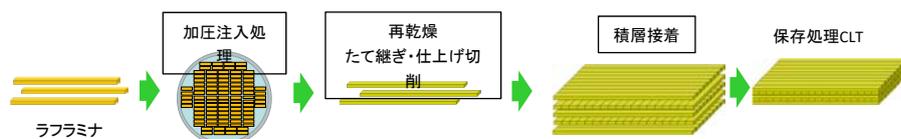
国内最大級の注薬缶（直径3mクラス）

- ・幅2.2m（一般的な装置の約2倍）×長さ9.3mに対応可能
- ・現在はK3相当の処理（建築用）に対応
- ・油性薬剤：AZN

*写真：兼松サステックニュースリリース（2020年11月5日）より

CLTの加圧注入処理（主に建築用途を想定した開発）

ラミナ処理：加圧注入処理を行ったラミナを使ってパネル化する



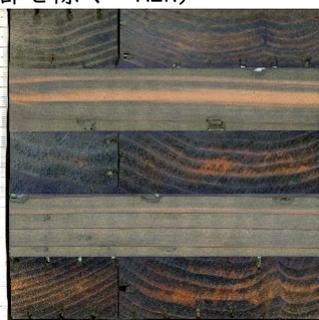
水性（水溶性）の薬剤

油性（油溶性）の薬剤
（一部を除く）

- 水系：接着性能への影響が少ない
- ×油性・油溶性：初期の接着性能への影響が大きい
（一部を除く：AZN）



処理ラミナを用いたCLTの製造の様子
・幅約2000×長さ約4000mm
・写真は直行層のラミナ



処理ラミナを用いたCLTの断面
・幅約1000×長さ約2000mmで製造

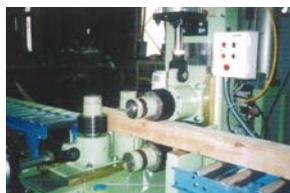
CLTの加圧注入処理（土木利用を想定した開発（進行中））

| 性能区分 | 想定される木材の使用環境 | 具体的例 |
|------|--------------------------------------|---------------------------------|
| K4 | 通常より激しい腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの | 地面に接地した状態で使用する屋外使用の処理木材 |
| K5 | 極度に腐朽・蟻害の恐れのある環境下で高度の耐久性の期待できるもの | 電柱、まくら木、海中中での使用等、極めて高い耐久性を要するもの |

- 鉄道のまくら木に使用されている油性の薬剤であるナフテン酸銅とクレオソート油を使用
- 接着性能への影響を考慮して製品処理
- 薬剤の浸潤を高めるためのインサイジング処理の実施

インサイジング処理

材の表面に細かい切り込みを適当な間隔で入れることで、薬剤の浸透（浸潤）を高める処理



（株）ヤスジマ
<https://yasujima.co.jp/>



ナフテン酸銅で処理されたまくら木

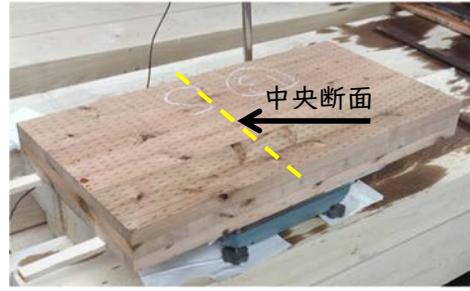


インサイジング処理による切込み

ナフテン酸銅とクレオソート油を用いたCLTの製品処理（加圧注入）の検討



インサイジングされたラミナを使ったCLT
(3層3プライ、厚さ90×幅900×長さ1810mm)



CLT試験体 (90×420×800mm)



加圧注入処理

加圧注入処理



ナフテン酸銅 (中央断面)



クレオソート油 (中央断面)

その他の処理方法との比較 ナフテン酸銅



加圧注入処理



浸漬処理



塗布処理

- ・加圧注入処理：試験体全面が浸潤
- ・浸漬・塗布処理：インサイジング部位とラミナの間隙に薬剤が浸潤
- ・いずれの処理も吸水性を抑える効果あり
⇒用途によってはこれらの処理で充分ラッピングの併用



CLT工場で製造したインサイジングラミナを用いたCLT (約2000×8000mm)
(場所：銘建工業 (株) CLT工場)



CLTの塗布・浸漬処理の事例
(建築用途の処理)
(場所：(株) ザイエンス 広島製造所)

林道橋（道有林）改修での保存処理CLTの利用計画

奥大谷林道1号橋（赤平）

- ・路線名：奥大谷沢線
- ・橋梁名：1号橋
- ・竣工年：1980年（昭和55年）、約41年経過
- ・橋長：6.80m
- ・幅員：3.80m（全幅）
- ・耐荷荷重：9t
- ・上部工構造：H鋼桁（主桁、横桁、縦桁）+木床板
- ・下部工構造：逆T式橋台（推定）

現況調査の様子（令和2年10ごろ月）



- R5年度に改修工事の予定
- 鋼製の桁を残し、床版としてCLTを使う方向で計画されている
- 加圧注入処理などの薬剤処理、ラッピング処理など、CLTの仕様について検討中



軽さを活かした木質系材料の床版利用

(株)横河ブリッジホールディングスとヤマハ発動機(株)は共同で、バルサ材とGFRPを組み合わせた複合パネルを歩道橋用の床版パネルとして開発している。



(株)横河ブリッジホールディングス提供 石井博典氏提

地中_{使用}木材の耐久性と耐震性 研究小委員会 活動報告

令和4年5月16日（月）

地中_{使用}木材の耐久性と耐震性研究小委員会
末次大輔（宮崎大学）

地中_{使用}木材の耐久性と耐震性研究小委員会

• 活動目的

- 地中_{使用}木材の健全性調査の方法の整備
- 木材の基礎としての性能や効果に関する調査

• 活動内容

- 活動期間：2019年～2021年度（3年間）
- 地中_{使用}木材の健全性調査に関する各種データの収集（WG1）
- 既存マニュアル類の調査と地震による丸太の被害調査（WG2）

研究小委員会の構成メンバー（20名）

委員長

末次大輔（宮崎大学）

副委員長

山田昌郎（港湾空港技術研究所）

幹事

秋田寛己（防災科学技術研究所）、三村佳織（住友林業）

委員

水谷羊介（兼松サステック）、原忠（高知大学）、桃原郁夫（森林総研）、池田浩明（昭和マテリアル）、植田謙三（近畿測量設計）、久保光（福井県）、鈴木博（寒風）、手塚大介（兼松サステック）、富澤幸一（北武コンサル）、中村裕昭（地域環境研究所）、沼田淳紀（飛島建設）、森満範（北海道総研）、吉田雅穂（福井高専）、尾崎健一郎（熊谷組）、西岡英俊（中央大学）、浦野和彦（安藤ハザマ）

2022/5/16

第12回木材利用シンポジウム

3

地中・水中使用木材の健全性調査事例のアーカイブ化

• WG1メンバー

- 主査：秋田寛己（防災科学技術研究所）
- 委員：山田委員、手塚大介、原忠、水谷羊介、三村佳織、桃原郁夫、森満範、吉田雅穂、末次大輔

• 活動内容

- 地中・水中使用木材（木杭等）の健全性調査方法の検討に参考となる資料を収集・整理する。

• 資料整理方法

- 国内・海外の調査事例（地中・水中で使用された木材の調査結果の報告）と参考資料（実験報告、総説など）のリストを作成。

2022/5/16

第12回木材利用シンポジウム

4

地中・水中使用木材の健全性調査事例のアーカイブ化

・地中・水中使用木材の健全性調査事例（国内）

調査事例リストの記載事項

- 著者
- 発行年
- 文献題目
- 掲載誌名, 巻(号), 頁
- 健全性調査方法
- 木材用途
- 樹種
- 経過年数
- 調査結果
- 木材使用地点
- 周辺条件
- 木材と水位の関係
- URL

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------|------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------|------|---------------|------------------------------|-----------------------|---|--------------------|---|----|----|
| 著者 | 発行年 | 文献題目 | 掲載誌名, 巻(号), 頁 | 健全性調査方法 | 木材用途 | 樹種 | 経過年数 | 調査結果 | 木材使用地点 | 周辺条件 | 木材と水位の関係 | URL | | |
| 岡野大輝, 堀内崇, 原忠 | 2020 | 地盤改良工法における丸太の劣化に関連する微生物の検出 | 日本農芸化学会2020年度大会, 講演番号2A09a06 | 細菌の同定, 土壌成分分析 | 建物基礎 | — | 約50年 | — | 青森県八戸市滝巻地区 | — | — | https://doi.org/10.26067/2454-1024.2020.2454-1024.2020.2454-1024.2020.2454-1024 | | |
| 村田拓海, 沼田享紀, 古地内謙, 徳隆 | 2019 | R2造4階建物の基礎に用いられていた木材の健全性調査 | 木材利用研究論文報告集18, 77-88 | 目視, ビロディン | 建物基礎 | — | (a)59年 (b)56年 | (a)一部劣化に陥り, (b)健全 | 奈良県大和郡高市町 | 粘土, 砂質シルト (R2造4階建物の基礎に用いた) 地下水位は (a)地下水位以下 (b)地盤面 | 基礎は地下水位以下 | https://doi.org/10.26067/2454-1024.2019.2454-1024.2019.2454-1024.2019.2454-1024 | | |
| 谷口謙 | 2019 | 重要文化財白馬橋 国語館事務所保存修理工事—基礎工事と不同沈下の調査— | 建築史学79, 110-122 | 目視, 沈下量測定 | 建物基礎 | 杉材 | 約100年 | 材積部50cm部分が腐朽欠損, 不同沈下, 種互いの腐朽 | 長崎県長崎市長崎町 | — | 地下水位まで掘削して杭を打設 | https://doi.org/10.26067/2454-1024.2019.2454-1024.2019.2454-1024.2019.2454-1024 | | |
| 水野正二, 藤原賢士, 野澤伸一, 水谷圭介 | 2019 | 地盤面から地下水位にまで位置する木材の耐久性評価 | 土木学会論文集, C7, 75(1), 35-48 | 目視, ビロディン, 圧縮強度, 木材の含水率測定 | 橋梁基礎 | マツノ属 | 100年以上 | 腐部を除き健全 | 東京都千代田区丸の内, 東京駅丸の内線南口 | 埋設分倉庫15-20階層, 埋設分倉庫30階層の砂質土 | 約50年経過後, 健全体の地下水位は | https://doi.org/10.26067/2454-1024.2019.2454-1024.2019.2454-1024.2019.2454-1024 | | |
| 原忠, 竹内保志, 松橋利伸, 奈良岡勲 | 2018 | 未利用資源の腐敗材を新分野へ活用する—青森県八戸港での地盤改良への事例— | 木材保存44(5), 282-300 | 目視, ビロディン | 建物基礎 | カワマツ | 50年 | 健全 | 青森県八戸市八戸港内臨地 | 細砂 | 地下水位は深 | https://doi.org/10.26067/2454-1024.2018.2454-1024.2018.2454-1024.2018.2454-1024 | | |
| 三村健隆, 原忠, 加藤英祐, 本田賢亮, 中野卓也 | 2017 | 汽水域における木材の劣化原因に関する考察 | 木材保存43(1), 1-12 | 目視, ビロディン | 橋出し水障工 | アカマツ | 20年 | 上部に腐朽と虫害, 下部の腐敗が常時発生する区間は健全 | 高知県高知市種川(海部郡) | 汽中, 汽水, 砂 | 上部は水位変動域 | https://doi.org/10.26067/2454-1024.2017.2454-1024.2017.2454-1024.2017.2454-1024 | | |

2022/5/16

第12回木材利用シンポジウム

5

地中・水中使用木材の健全性調査事例のアーカイブ化

・地中・水中使用木材の健全性調査事例（海外）

調査事例リストの記載事項

- 著者
- 発行年
- 文献題目
- 掲載誌名, 巻(号), 頁
- 健全性調査方法
- 木材用途
- 樹種
- 経過年数
- 調査結果
- 木材使用地点
- 周辺条件
- 木材と水位の関係
- URL

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------|------|--|--|---------------------------|-------|---------------------------------|----------|-------------|-----------------------------|-----------|-----------|---|----|----|
| 著者 | 発行年 | 文献題目 | 掲載誌名, 巻(号), 頁 | 健全性調査方法 | 木材用途 | 樹種 | 経過年数 | 調査結果 | 木材使用地点 | 周辺条件 | 木材と水位の関係 | URL | | |
| Schreurs, J.C.W. | 2017 | Deterioration of timber pile foundations in Rotterdam | A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, 2017 | 目視, レジストグラフ, CT, 目視, 圧縮強度 | 住宅基礎 | スプルース | 約115年 | 腐朽あり, 心材は健全 | Soonsineel, Rotterdam, オランダ | 砂, 泥炭, 粘土 | 基礎は地下水位以下 | https://www.tue.nl/tuefile/handle/11258/1460624 | | |
| Klassen, R. (編) | 2005 | Preserving cultural heritage by preventing bacterial decay of wood | EVK4-CT-2001-00043 Bacopes Final report | 顕微鏡観察, 圧縮強度, 化学分析, 細菌の同定 | 基礎, 船 | スプルース, ツグ, オーク, アルダー, カラマツ, パーチ | 95~2000年 | 細菌による腐朽あり | 欧州各国, 27か国 | 地点による | 地点による | http://www.ev4.eu/fileadmin/user_upload/2005-0101-final-report-ev4-bacopes.pdf | | |

2022/5/16

第12回木材利用シンポジウム

6

地中・水中使用木材の健全性調査事例のアーカイブ化

● 地中・水中使用木材の健全性調査に関連する文献（国内）

参考資料リストの記載事項

著者
発行年
文献題目
掲載誌名, 巻(号), 頁
摘要
URL

| 著者 | 発行年 | 文献題目 | 掲載誌名, 巻(号), 頁 | 摘要 | URL |
|------------------|------|-------------------------------------|--------------------------|--|--|
| 手塚大介, 角谷俊和, 五十嵐聖 | 2021 | 木製地盤補強材の地中深さ毎の劣化状況(1) | 木材保存, 47(3), 107-114 | スズ丸木材(加圧注入処理・無処理)を、一部が地上に露出するように埋設し、5年2ヶ月経過後の被害度を調査することによって、処理材は無被害であったが、シロアリ被害は地下0.5mまでの部分に多く付着し、地下1.0m付近に付着した試験体も存在した。無処理材は地下0.5mまでの腐朽とシロアリ被害が著しかった。 | jst.go.jp |
| 東京都建設局 | 2021 | 街路樹更新等マニキュア(参考資料) | 東京都建設局ホームページ | 街路樹の腐朽・空洞診断機器の特性、伐採樹木断面調査方法、キノコ(子実体)や白色腐朽・褐色腐朽の事例写真、腐朽診断カルテ様式等。 | www.kansai.go.jp |
| 桃原郁夫 | 2019 | 地中や水中に長期放置された木材の劣化について | 木材工業, 74(5), 176-181 | 本邦の劣化調査事例(国内、オランダ、ドイツ、イタリア、スウェーデン)を紹介した。また、ヨーロッパでの研究に基づく地中木材のバクテリアによる劣化の特徴等について解説した。 | |
| 秋田寛己 | 2019 | カラマン間伐材の含水率変化に伴うビロディン貫入量の経年変化に関する推察 | 木材保存, 45(3), 122-126 | ・カラマン間伐材丸太の含水率を木材・鋸水・気乾の3状態に変化させ、ほぼ同じ箇所でのビロディン貫入量を測定。 ・ビロディン貫入量の平均値は生材から乾燥状態に変化した場合に約0.9mm増加し、鋸水から乾燥状態に変化したと約4.8mm減少した。 ・現場での貫入量の測定時には、含水率の違いに留意した評価が必要。 | jst.go.jp |
| 沼田淳紀 | 2018 | 丸太打設後劣化対策期における生物劣化対策 | 木材保存, 44(3), 170-171 | ・本邦同様地盤を用いた腐朽保護試験(沼田ら2011)の結果、丸太を粘性土で覆ったものには強度低下が認められない。 ・LP-Lに工法では、丸太が地下水変動の下限以下である場合に、物理的な生物劣化対策として粘性土などで丸太頭部を空室から遮断している。 | www.jst.go.jp |
| 木村直裕, 渡部守義, 神田佳一 | 2018 | 護岸材料に用いるための間伐木材腐朽特性に関する研究 | 明石工業高等専門学校研究紀要, 90, 9-14 | ・スズ、ヒノキ、マツの円材(直径10cm長さ60cm)を使用した。スズについては、焼き加工、皮付き、ヤシ油、銅イオン注入材も使用した。 ・条件A: 1/2土中・1/4浸水、条件B: 1/4土中・1/2浸水、条件C: 完全浸水。の3条件に、2005年に設置し、経過年数0, 4, 8, 11年におけるビロディン貫入量、含水率、初め及経過速度を測定した。 ・条件A,Bの気中では腐朽が生じ、マツ、焼きスズ、皮付き | www.jst.go.jp |

2022/5/16

第12回木材利用シンポジウム

7

地中・水中使用木材の健全性調査事例のアーカイブ化

● 地中・水中使用木材の健全性調査に関連する文献（海外）

参考資料リストの記載事項

著者
発行年
文献題目
掲載誌名, 巻(号), 頁
摘要
URL

リスト化した文献: 66件
(2022年3月現在)

今後も文献を追加するとともに、小委員会HPに掲載予定

| 著者 | 発行年 | 文献題目 | 掲載誌名, 巻(号), 頁 | 摘要 | URL |
|---------------------------|------|--|---|--|--|
| Elan, J. Bjorndal, C. | 2020 | A review and case studies of factors affecting the stability of wooden foundation piles in urban environments exposed to construction work | International Biodeterioration & Biodegradation, 148(104913), 1-9 | ・水圏下ではいわゆるEB (erosion bacteria, 浸食細菌) のみか木材を劣化させるが、その速度は一般に極めて遅いので、基礎材は数百年間の使用が可能である。 ・EBにより細胞が完全に細胞死のみ残存(図4)、見かけ上健全に見えるが徐々に軟化・強度喪失。 ・ヨーロッパのBACPOLESプロジェクト(2002-2005年)、埋設期間100~2500年、ほぼEBによる劣化のみ、心材は健全なものが多い。 ・考古学的遺跡の木材の再埋設による保存事例 | www.tandfonline.com |
| Vatovec, M., Kelley, P.L. | 2007 | Biodegradation of Untreated Wood Foundation Piles in Existing Buildings Part 3 - Remedial Options | Structure magazine, Dec., 2007, pp.15-17 | 本稿 (Part3) では、地下水位低下により木材に生物劣化が生じた場合の対応について述べる。 ・被害の拡大を予防・監視する方法として、沈下量・ひび割れ幅・地下水位のモニタリング、地下水自動補給システム等が用いられている。 ・補修補強方法として、木材の腐朽部分の掘削への取り替え、既存の木材と自立した基礎システムの設置 (Mini-pile, Push-pier, Helical-pile, Jet-grouting等) が用いられている。 | www.structuremagazine.com |
| Vatovec, M., Kelley, P.L. | 2009 | Biodegradation of Untreated Wood Foundation Piles in Existing Buildings Part 2 - Deterioration Mechanisms | Structure magazine, Sept., 2007, pp.53-56 | 19世紀の経年より20世紀の初期に建てられた歴史的重要建築物では、杭を地下水位以下に埋設することにより、腐朽は想定してなかった。しかし多くの建物の腐朽は地下水位低下が、杭の腐朽と構造物の沈下を生じた。本稿 (Part2) では、木材腐朽菌などの劣化原因、劣化の種類、地盤環境との関係について述べる。 ・地下水位が杭より上に2~3か月以上あると、腐朽は休止し、腐朽は停滞になると腐朽は再開する。 ・杭が粘土で覆われていると、地下水位が低下したとしても粘土と比較しては腐朽が生じにくい。 ・木材含水率が40~70%となるような条件では、褐色・白色腐朽菌による劣化が0~7年で木材の断面全体に及ぶ場合もある。 ・干渉の影響で1日2回地下水位が変動するような条件で、木材含水率が褐色・白色腐朽菌の生育には高すぎる場合、腐朽が主となり、外観は健全に見えるも内部まで軟化している場合がある。腐朽が1インチ未満のものには200年以上かかる。しかし、表面腐朽が腐朽でも構造物の沈下を生じる場合がある。 | www.structuremagazine.com |

2022/5/16

第12回木材利用シンポジウム

8

過去地震被災地等における地中使用木材の性能評価に関する事例調査

• WG2メンバー

- 主査：尾崎健一郎（熊谷組）
- 委員：原忠，末次大輔，水谷羊介，吉田雅穂，沼田淳紀，池田浩明，植田謙三，久保光，浦野和彦，富澤幸一，西岡英俊，中村裕昭

• 活動内容

1. 木杭を対象とした設計基準類の調査

- 既往の設計基準類の種類や発行年
- 設計の考え方（例えば；鉛直・水平支持機構，計算モデル，限界値）
- 主要な構造物の設計事例

2. 木杭で支持された代表的構造物の調査

- 構造物の選定
- 建造物本体や基礎構造の仕様など
- 地震や自然災害の被災記録

木杭を対象とした設計基準類の調査

- 下記の資料により一定の体系化は完了しているため，事例研究を中心に調査を行った。

JSCE 木材利用ライブラリー

『国内の構造物基礎における
木材利用事例と設計方法の変遷』

2012年3月
土木学会 木材工学特別委員会
土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会

005

国内の構造物基礎における木材利用事例と
設計方法の変遷

2012年3月

公益社団法人 土木学会 木材工学特別委員会

土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会
(一般社団法人日本森林学会・一般社団法人日本木質学会・公益社団法人土木学会)

木杭を対象とした設計基準類の調査（一例）

北海道開発局管内 基礎形式【木杭】橋梁一覧表

| 事務所 | 出張所 | 路線名称 | 起点側所在地 | 橋種 | 橋長 | 全幅員 | 有効 |
|---------|----------|---------------|---------|-----|--------|------|-----|
| 札幌開発建設部 | 滝川道路事務所 | 12 須麻馬内橋(右歩道) | 滝川市江部乙町 | 鋼橋 | 22.6 | 2.4 | 2 |
| 札幌開発建設部 | 滝川道路事務所 | 12 須麻馬内橋 | 滝川市江部乙町 | PC橋 | 13.5 | 9.1 | 8.5 |
| 札幌開発建設部 | 深川道路事務所 | 233 深川橋 | 深川市音江町 | 鋼橋 | 481.68 | 9.5 | 8.8 |
| 札幌開発建設部 | 深川道路事務所 | 233 深川橋(左歩道橋) | 深川市音江町 | 鋼橋 | 299.43 | 2.9 | 2.5 |
| 札幌開発建設部 | 滝川道路事務所 | 275 札の内橋(上り) | 浦臼町宇札の内 | 鋼橋 | 20 | 8.02 | 7 |
| 札幌開発建設部 | 岩見沢道路事務所 | 452 豊田橋 | 夕張市沼の沢 | PC橋 | 11.4 | 13.5 | 12/ |
| 函館開発建設部 | 八雲道路事務所 | 5 第1赤井川橋 | 森町赤井川 | PC橋 | 10.84 | 9.5 | 8.5 |
| 函館開発建設部 | 八雲道路事務所 | 5 国縫橋 | 長万部町豊野 | PC橋 | 15.37 | 8.5 | 7 |
| 函館開発建設部 | 八雲道路事務所 | 5 陣屋橋 | 長万部町陣屋 | 鋼橋 | 15.46 | 11.5 | 11. |
| 函館開発建設部 | 八雲道路事務所 | 5 善畑橋 | 長万部町美畑 | RC橋 | 8.44 | 8.05 | 7.5 |
| 函館開発建設部 | 八雲道路事務所 | 5 寿橋 | 長万部町知来 | 鋼橋 | 18.7 | 8.6 | 7.5 |
| 函館開発建設部 | 函館道路事務所 | 228 富川橋 | 北斗市富川 | 混合橋 | 13.54 | 14.8 | 14 |

竣工年, 準拠基準類, 基礎形式
に係る一覧表【北海道開発局管内69橋】

| 函 | 架設竣工年 | 設計基準上部 | 上部工形式 | 下部工形式 | 基礎形式 | 一般図 |
|---|-------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------|-----|
| | 1979 | 昭和43年 プレストレスコンクリート造路橋設計指示書 | 単純非合成H桁橋(デッキプレート) | 逆T式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1980 | 昭和30年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純PCプレテン床版橋 | 逆T式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1982 | 昭和31年 鋼造路橋設計指示書 | 2径間連続合成鋼桁橋4連・単純鋼トラス橋2連・2径間連続鋼床版鋼桁橋4連 | 逆T式橋台2基・壁式橋脚(RC)3基 | オープンケーソン10基・木くい | 有り |
| | 2011 | 平成14年 道路橋示方書 1共通編2鋼橋編 | 2径間連続鋼床版鋼桁橋×4連 | 逆T式橋台2基・壁式橋脚(RC)3基 | オープンケーソン8基・木くい | 有り |
| | 1983 | 昭和31年 鋼造路橋設計指示書 | 単純非合成鋼桁橋 | 重力式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1978 | 昭和43年 プレストレスコンクリート造路橋設計指示書 | 単純PCプレテン床版橋 | 重力式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1983 | 昭和36年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純PCプレテン床版橋 | 逆T式橋台2基 | 直接基礎・木くい | 有り |
| | 1957 | 昭和30年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純PCプレテン床版橋 | 逆T式橋台2基・壁式橋脚(RC)3基 | 木くい5基 | 無し |
| | 1985 | 昭和31年 鋼造路橋設計指示書 | 単純非合成H桁橋 | 逆T式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1965 | 昭和33年 コンクリート標準示方書 | 単純RC中央床版橋 | 重力式橋台2基 | 木くい2基・既製鋼くい2基 | 有り |
| | 1994 | 昭和31年 鋼造路橋設計指示書 | 単純合成鋼桁橋 | 控え壁式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1959 | 昭和30年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純RCT桁橋・単純PCプレテン中空床版橋 | 逆T式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1967 | 昭和39年 鋼造路橋設計指示書(改訂) | 単純非合成H桁橋 | 逆T式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1963 | 昭和33年 コンクリート標準示方書 | 単純RC中央床版橋 | 重力式橋台2基 | 木くい2基 | 無し |
| | 1970 | 昭和39年 鋼造路橋設計指示書(改訂) | 単純合成H桁橋 | 逆T式橋台2基 | 木くい2基 | 無し |
| | 1970 | 昭和43年 プレストレスコンクリート造路橋設計指示書 | 単純PCプレテン床版橋 | 重力式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1985 | 昭和36年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純PCプレテン床版橋 | 半重力式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |
| | 1984 | 昭和36年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純PCプレテン合成T桁橋・単純PCプレテン床版橋 | 壁式橋脚(RC)・控え壁式橋台・逆T式橋台1基 | 木くい・既製鋼くい・直接基礎1基 | 有り |
| | 1981 | 昭和30年 プレストレスコンクリート設計施工指針 | 単純PCプレテン床版橋 | 重力式橋台2基 | 木くい2基 | 有り |

木杭で支持された代表的構造物の調査

- 基礎形式や構造仕様などの情報が確認できる構造物を対象に、大きな地震等の自然災害による被災記録（状況）を収集・整理した。

| 施設名 | 場所 | 地震履歴 | 被害の状況 |
|-------------|---------|------------------------|---------------------------|
| 新潟駅本屋 | 新潟市 | 新潟地震 (1964) | 被害なし（周辺は液状化等） |
| 万代橋 | 新潟市 | 新潟地震 (1964) | 側方流動による橋台の沈下 |
| 秋田港 本港地区物揚場 | 秋田市 | 日本海中部地震 (1983) | 支保工・控え杭の傾斜、護岸の変形、噴砂 |
| 幸橋 | 福井市 | 福井地震 (1948) | 橋脚は被害なし 橋台はき裂・傾斜、周辺液状化 |
| 東京駅 | 東京都千代田区 | 大正関東地震 (1923 関東大震災) | 被害なし |

木杭で支持された代表的建造物の調査

・丸太によって支えられた建造物の地震・液状化履歴リスト

| 対象建造物 | 丸太の状況 | 建造物の概要 | 丸太の状況 | | | 建造物の被害状況 | 被害の概要 | 被害の状況 | 被害の状況 |
|---------|----------|--------|-------|------|------|----------|-------|-------|-------|
| | | | 丸太径 | 長さ | 打設間隔 | | | | |
| 新潟県木更 | 地下1階地上4階 | 新築 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害なし | 被害なし | 被害なし | |
| 万代橋 | 河川橋 | 橋梁 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害あり | 被害あり | 被害あり | |
| 第二細橋 | 河川橋 | 橋梁 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害あり | 被害あり | 被害あり | |
| 松浜橋 | 河川橋 | 橋梁 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害あり | 被害あり | 被害あり | |
| 舟前架道橋 | 河川橋 | 橋梁 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害あり | 被害あり | 被害あり | |
| 第一白山架道橋 | 河川橋 | 橋梁 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害あり | 被害あり | 被害あり | |
| 第二白山架道橋 | 河川橋 | 橋梁 | 100mm | 2.5m | 1.5m | 被害あり | 被害あり | 被害あり | |

- ・ 施設名, 構造概要, 場所
- ・ 丸太径, 長さ, 打設間隔, 樹種
- ・ 対象地震, 地震規模 (震度, マグニチュード)
- ・ 地盤情報
- ・ 建造物の被害状況, 周辺地域の液状化等
- ・ 参考文献
- ・ その他

木杭で支持された代表的建造物の調査

・丸太によって支えられた建造物の地震・液状化履歴リスト 情報整理

| 対象建造物 | 構造種別 | 建設年 | 杭長 | | | | 地震情報 | 被害 | 被害 | | | | | | | | | |
|---------|----------|-----|-----|-----|-----|----------|---------|----|-----------|------|------|------|-----|------|------|------|----|----|
| | | | 大分類 | 中分類 | ≤5m | 5<L≤7.5m | | | 7.5<L≤10m | 10m< | 発生時期 | 加減速度 | 液状化 | 変状種別 | 二次被害 | 二次被害 | 被害 | 被害 |
| 新潟県木更 | 地下1階地上4階 | 新築 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |
| 万代橋 | 河川橋 | 橋梁 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |
| 第二細橋 | 河川橋 | 橋梁 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |
| 松浜橋 | 河川橋 | 橋梁 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |
| 舟前架道橋 | 河川橋 | 橋梁 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |
| 第一白山架道橋 | 河川橋 | 橋梁 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |
| 第二白山架道橋 | 河川橋 | 橋梁 | | | ○ | | 新潟 1964 | | | | | | | | | | | |

- ・ 施設名, 構造概要
- ・ 構造種別 (大分類, 中分類)
- ・ 建設時期
- ・ 杭長 (グループング)
- ・ 地震情報 (地震名, 発生時期, 規模)
- ・ 被害の状況 (有無, 液状化等, 変状種別, 二次被害の有無, 木杭の効果など)

話題提供・意見交換

- 外部講師や委員会メンバーから、本小委員会の調査研究に関連する講演をいただき、意見交換を行った。

| 話題提供者 | 題目 | 実施日 |
|---------------------|--|---------|
| 堀澤 栄氏 高知工科大学 | 地下環境における木材生物分解に關与する微生物群集 | R3.6.24 |
| 久保島吉貴氏 森林総合研究所 | 木材のヤング率の非破壊測定 | R3.9.1 |
| 吉田雅穂氏 福井工業高等専門学校 | 福井地震を経験した木杭基礎構造物の調査 | R4.1.13 |
| 沼田淳紀氏 飛島建設（株） | 木杭基礎の地震時液状化地帯における事例 －1964年新潟地震における旧国鉄新潟駅－ | R4.4.28 |

今後の活動予定

調査研究活動

- 健全性調査に関する事例収集の実施（WG1）
- 木杭の耐震性と設計に関する調査の継続実施（WG2）

研究小委員会の開催

- 6回/年の開催
- 木材の地中使用に関する話題提供と意見交換
- 現場見学会（予定）

次期研究小委員会の委員募集

- **次期研究小委員会の立ち上げ**

- 現小委員会の活動を継続する次期小委員会を設置
- 活動期間：2022年6月～2025年5月

- **次期研究小委員会の委員を募集します。**

- 木材の地中利用に関心のある方は、是非ご参加ください。
- 参加を希望する方は下記までご連絡ください。
 - 末次大輔（地中利用木材の耐久性と耐震性研究小委員会）
 - E-mail: suetsugu@cc.miyazaki-u.ac.jp

木製建設資材に関する 研究小委員会



所属メンバー

| | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 加藤 (森林総研) | 木村 (JRSE) | 町田 (群馬県) | 池田 (安藤ハザマ) |
| 今井 (道総研林産試) | 内倉 (九州木材工業) | 奥原 (長野県) | 大本 (熊谷組) |
| 笠間 (寒地土木研究所) | 新藤 (森林総研) | 田口 (東急建設) | 原田 (東京インキ) |
| 東野 (大林組) | 溝淵 (日出水道機器) | 桃原 (森林総研) | 山口 (越井木材工業) |
| 吉田貴紘 (森林総研) | 岩川 (愛知県) | 落合 (日本森林技術協会) | 黒川 (国土防災技術) |
| 玉井 (森林総研) | 野田 (秋田県立大) | 原 (高知大) | 山口 (長野県) |
| 吉田宰 (越井木材) | 山名 (林野庁) オブザーバ | 目黒 (林野庁) オブザーバ | 27名 (令和4年3月現在) |

メンバーによる話題提供

メンバーが取り組んでいる課題を取り上げ、
5回実施（1回当たり3課題）

新刊本「知っておきたい土木と木材のはなしQ&A（仮題）」の対応方針

小委員会活動の再検討

見学会の実施方法
外部識者による話題提供
（治山，木材利用，木塀・木柵，PPP・PFI）

メンバーによる話題提供（2021/4/23）

1. 北海道型木製ガードレールの最新情報と木部材のリサイクル利用について
今井委員（北海道林産試験場）
2. 南松本駅の木造新駅舎、長野県内における森林環境贈与税の事例
奥原委員（長野県林業総合センター）
3. 木材チップを用いた法面緑化
杉本様（大林組技術研究所研究支援推進部）

メンバーによる話題提供 (2021/6/25)

5

4. 木質チップ舗装の長寿命化とリサイクル
吉田委員 (森林総研)
5. 木質材料接合部への鋳鉄利活用
溝渕幹事 (日出水道機器)
6. ジオセルを用いた工法紹介
原田委員 (東京インキ)

メンバーによる話題提供 (2021/8/26)

6

7. 木製浮き基礎工法
山口委員 (越井木材)
8. コンセプション事業における木材利用の現状と
今後の方向性
田口委員 (東急建設)
9. 土木分野での木材利用の課題と可能性に関する
考察と提案について
笠間委員 (寒地土木研究所)

メンバーによる話題提供 (2021/10/20) ⁷

10. 熊谷組の土木・建築分野における木への取り組み
 大本委員（熊谷組）
11. 野外試験（杭試験）による木材の耐久性評価
 桃原委員（森林総研）
12. 鉄道における木材利用
 新藤委員（森林総研）

メンバーによる話題提供 (2022/1/28) ⁸

13. 土木学会選奨土木遺産およびウッドデザイン賞
 の土木用木材受賞事例の紹介
 池田委員（安藤ハザマ）
14. 鉄道分野での木材利用について
 木村委員（（株）JR総研エンジニアリング）
15. 坪毛沢木堰堤について
 野田委員（秋田県立大学）

メンバーによる話題提供：効果的
情報共有や課題を把握する上で有効
一方、事例は極めて限定的でクローズド

土木分野での木材利用：認識あり
課題は事例と耐久性の整理

土木利用と木材生産：一層の連携
更新周期、持続的な健全性維持

継続的な事例収集や現地調査を実施

2022年度
土木における木材の利用拡大に関する横断的研究報告書
(第12回木材利用シンポジウム講演要旨集)

編集・発行

土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会
(一社)日本森林学会、(一社)日本木材学会、(公社)土木学会
公益社団法人 土木学会 木材工学委員会

〒160-0004 東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内
TEL 03-3355-3441(代)

発行日:2022年5月16日

<http://committees.jsce.or.jp/mokuzai/>



※本誌掲載内容の無断転載を禁じます。