

平成 22 年 6 月 28 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19560552  
 研究課題名（和文） 持続的な森林資源循環に基づいたカーボンニュートラル社会構築に関する基礎的研究  
 研究課題名（英文） Fundamental study on carbon neutral society construction considering sustainable forest resource circulation  
 研究代表者  
 天野 耕二（AMANO KOJI）  
 立命館大学・理工学部・教授  
 研究者番号：80167957

## 研究成果の概要（和文）：

国内の森林を対象として持続的に多くの CO<sub>2</sub> 吸収量が見込まれる森林経営手法を検討した。炭素吸収機能を考慮した森林の経済的評価を行い、年間平均 CO<sub>2</sub> 吸収量が 1990 年比 6% に相当する森林経営手法を提示した。また、森林経営活動によって吸収される CO<sub>2</sub> が将来の国内排出権取引市場で売却可能となった場合、排出権売却利益を見込んだ森林経営収支は現行の育林補助金と同等もしくはそれ以上の収支改善効果を示した。さらに、森林経営は省エネルギーなど他の CO<sub>2</sub> 削減施策における費用と比較して 15 分の 1 以下の費用負担で実施できる可能性を示した。

## 研究成果の概要（英文）：

We investigated the forest management procedure which can assimilate much amount of CO<sub>2</sub> continuously in the planted forest in Japan. We also evaluated forest economically considering the carbon assimilation capacity and we would be able to confirm the forest management procedure whose amount of annual average CO<sub>2</sub> assimilation became nearly 6% of domestic CO<sub>2</sub> emission in 1990. On the other hand, on the condition that assimilated CO<sub>2</sub> through forest management procedure can be traded in the future domestic emissions trading market, the balance of forest management income and expenditure including emissions-rights sale profits is indicated to be equivalent to the balance on silviculture subsidy, or more profitable than that. Furthermore, forest management could be found to cost less than 1/15 of the marginal abatement costs in other CO<sub>2</sub> reduction measures, such as energy saving.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

## 研究分野：環境システム分析

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム・都市環境システム

キーワード：二酸化炭素排出削減，バイオマス，森林工学，土木環境システム

## 1. 研究開始当初の背景

産業革命以降、大規模な社会基盤形成に伴う化石燃料エネルギーの大量消費に加えて

過剰伐採・土地利用転換による森林減少等によって、二酸化炭素を主とする温室効果ガスが大気中に大量に排出されている。地球温暖

化を緩和させるためには、化石燃料エネルギーに依存して資源を大量消費する非持続可能な社会経済システムから、再生産可能なエネルギーと適正量の資源消費を軸とする持続可能な社会経済システムへの移行を指向する必要がある。この場合、化石燃料の消費を抑制して二酸化炭素排出量を削減する排出源対策と、森林の減少を抑制し適正な森林管理によって二酸化炭素吸収量を増大させる吸収源対策を同時に進めていくカーボンニュートラル（炭素中立）社会基盤更新を考えなければならない。

1990年から2003年までの二酸化炭素排出量の伸びを見ると、家庭・業務部門が30%以上増加、運輸部門が約20%増加と主に都市域由来の二酸化炭素排出量が増大傾向にあり、都市の社会基盤形成および維持に関わる二酸化炭素排出量を大幅削減していくことが重要課題と捉えることができる。一方、二酸化炭素の吸収源である森林において、日本政府は京都議定書における温室効果ガス削減目標である1990年比6%削減量のうち3.9%分を森林の二酸化炭素吸収量によって達成しようとしているため、国内の森林管理も重要な推進課題となっている。持続的に森林の二酸化炭素吸収を継続させるためには、森林の成長量と伐採量のバランスを前提とした適正量の木材伐採を繰り返しながら健全な森林経営を行う必要があり、間伐等を含む木材伐採とその有効活用が不可欠となる。

過去、我が国においては、昭和30年代から40年代にかけての高度経済成長に伴い都市域の社会基盤形成に伴い鉄鋼・セメントコンクリート等の非木質系材料利用が進められた。さらに、国際貿易における木材の関税率引き下げによって輸入木材が増加し国産木材自給率は18%まで落ち込んでおり、日本の国土面積の約67%を占める森林資源は有効に活用されているとは言い難い状況である。このため、二酸化炭素吸収能力を維持させるための健全な森林経営は、伐採後の木材資源をその主たる消費側である社会基盤形成および維持更新時においてどのように有効活用していくのかに依存していると言えよう。加えて、今後全国的に進められる社会基盤更新において、枯渇性資源である鉱物資源・化石資源に替わり、代表的な更新性資源である木材資源を有効活用することは、持続可能でカーボンニュートラルな資源消費のあり方のひとつと言える。住宅建築・家具等に木材資源を使用し長期間ストックすることは、二酸化炭素固定場所を増大させることになり、化石燃料エネルギー消費をバイオマス資源である木材資源消費に代替することは、実質的な二酸化炭素排出量を大幅に削減させる効果がある。

## 2. 研究の目的

地球温暖化緩和策として木材資源活用に着目し、木材資源の生産側と消費側である森林と社会基盤における相互依存関係を一体として包括的に捉え、社会基盤と森林双方の持続可能性を高める木材資源循環に関する包括的な研究を行う。日本が京都議定書の温室効果ガス削減目標を達成するためには、2008年から2012年に国内の森林において年間約1300万t-C(炭素量換算)の二酸化炭素吸収量を確保する必要がある。そのため、日本政府は、国内の森林管理を皆伐・新植といった画一的管理から複層林管理へ移行し、森林の二酸化炭素吸収量を増大させることを目標としている。森林の複層林化は、二酸化炭素吸収速度を高水準に維持しながら、従来よりも管理コストを削減できる可能性があるが、二酸化炭素吸収効率と経済効率を同時に高めることができる最適な管理手法を提示しなければならない。そこで、木材伐採量・伐採周期といった森林管理手法の違いによって経年変化する二酸化炭素吸収速度と管理コストの分析を行い、森林の二酸化炭素吸収量と林業経営双方に最適な森林管理システムを検討し、京都議定書における森林分野の目標達成において効率的な森林経営の方向性を検討する。同時に、国内の森林経営の活性化には、国産木材の需要量拡大が重要課題であるため、国内の総木材消費量の80%以上を占める輸入木材に対する価格競争力を持ち、国産木材の需要量拡大に効果的な施策についてもシナリオ分析を試みる。日本は世界の木材貿易量の約2割を占める大量輸入国であり、輸入木材の20%~80%が森林減少の著しい地域からの違法伐採による木材である可能性が指摘されている。このような地球規模の森林減少問題の観点からも、輸入木材の外洋輸送における化石燃料エネルギー消費由来の二酸化炭素排出問題も含めて、国産木材の需要量拡大に関わる施策提言は、地球規模における森林減少・温室効果ガス排出の抑制にも寄与できると考える。地球温暖化を緩和させるためには、資源・エネルギーが最も集約された場である社会基盤に関わる温室効果ガス排出量の削減が不可欠となる。そのために、人々の生活を維持・充実させるサービスを提供しながら、二酸化炭素等の温室効果ガス排出量を削減していく資源消費のあり方を検討し、持続可能なカーボンニュートラル社会基盤を構築・維持・更新していくための様々な施策が求められている。そこで、社会基盤の環境持続性を高める資源消費のあり方として、更新性資源である木材資源に着目し、二酸化炭素固定場所の増大と化石燃料由来の二酸化炭素排出量の削減双方に有効となる木材資源活用の方向性を本研究により提示する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 建築木材フロー

「木材需給報告書」における2000-2004年の国内素材生産量のうち、建築分野が主な需要先である製材用・合板用素材を素材生産量の対象とする。素材輸入量は「貿易統計」の2000-2004年製材用・合板用素材輸入量を引用する。また材種は、北洋材、南洋材、北米材、ニュージーランド材、チリ材、欧州材の6種とする。これら6種の製材用・合板用素材輸入量の合計は製材用・合板用素材輸入量全体の95%以上を占める。国内製材・合板生産量は、2000-2004年の国内製材工場・合板工場における素材入荷量および製材・合板生産量を「林業統計要覧」から引用する。製材・合板輸入量は「貿易統計」から6材種における2000-2004年製材・合板輸入量を引用する。また合板材料である単板の輸入も対象とし「林業統計要覧」から6材種の単板輸入量を引用する。製材、合板の建築分野投入量は「建設資材・労働力需要実態調査(建築部門)報告書」における構造別の単位面積あたり木材(製材・合板)使用量を用いる。この木材使用量原単位に「建築統計年報」2000-2004年着工建築物の総床面積を乗じて建築分野木材投入量を推計する。建築現場で発生する木くず等を含めて、木材使用量には建築工事の際に使用されるコンクリート型枠合板、枠材等の木材も「損料対象木材」として含まれている。これら工事用木材および木くず等を除いた木材使用量を建築物蓄積量としてフロー集計に考慮する。

#### (2) 廃棄木材フロー

素材(製材用・合板用)生産量を立木換算係数で除して立木材積を推計し、立木材積に残材発生率を乗じたものを林地残材発生量とする。一般的に素材材積には樹皮部分を含まない丸木材積が用いられるが、この樹皮部分は製材および合板加工の際、工場残材として焼却もしくは再利用されるため、林地残材の対象外とする。なお、輸入材については国内の状況と同等と仮定して林地残材発生量を求める。先に述べた残材発生量の捉え方に従って、間伐材積から立木材積を推計し、残材発生率を乗じて間伐残材発生量とする。間伐材積は「間伐実施状況調査」を用いて、2000-2004年の間伐材積に国内素材生産量における製材用・合板用素材生産量割合を乗じて、製材用・合板用素材生産量に対応する間伐材積を求める。また、未利用間伐材積は「間伐実施状況調査」から比率を推計する。2000-2004年新設林道距離(林野庁業務資料)に平均幅員5mを乗じて林道面積における森林伐採量を推計する。森林蓄積量は「森林資源調査結果」の国内民有林の単位面積あたり

蓄積量を引用する。このように推計した森林伐採量に素材生産量における製材用・合板用素材生産量割合を乗じて、製材用・合板用素材生産量に対応する林道用伐採量を求める。製材・合板生産時に発生する木くず等の工場残材は、工場への素材入荷量(合板工場への単板入荷量を含む)から製材・合板生産量を差し引いて求める。コンクリート型枠合板、枠材等の工事用木材も建築廃材として「調査報告書」における「損料対象木材」の統計値を引用する。

#### (3) 木材の生産や輸送に伴って消費された化石燃料起源の炭素放出量

素材生産過程、製材・合板生産過程およびこれらの国内輸送過程は、2005年産業連関表から推計された購入者価格あたりの原単位を用いて炭素放出量を算出する。素材生産過程から製材生産を経て製材輸送過程に至るまでの炭素放出量原単位には「製材部門」原単位(固定資本形成を含まない国内[1-Ad]<sup>-1</sup>型逆行列)を、素材生産過程から合板生産、合板輸送過程に至るまでの炭素放出量原単位には「合板部門」原単位(固定資本形成を含まない国内[1-Ad]<sup>-1</sup>型逆行列)を引用する。なお輸入材(素材、単板、製材、合板)生産過程については国内生産過程と同等と仮定し、上記の原単位を用いる。輸入材輸送過程については産業連関表から把握することが困難なため、輸入材の国内到着地点を東京と仮定して、各輸入産地からの輸送距離に輸送手段別エネルギー原単位を乗じて炭素放出量原単位を求める。

#### (4) 地球温暖化緩和策における森林経営・建築木材活用の包括的評価

将来人口予測および一人当たり建築床面積等の木材需要動向を基に2050年までの建築物着工量や他の木製品や紙類の需要予測を行い、建築基準法および建設コストといった制約条件を考慮した上で、総木材需要を変化させる複数のシナリオを設定する。特に、建築用木材については、炭素蓄積量の経年変化を推計するために、時間経過に伴って解体される建築物の残存率を表す確率関数を用いて、各シナリオにおける2050年までの建築用木材による炭素蓄積量変化を予測する。また、建築物等にストックされる木材中の炭素蓄積量だけでなく、木材の生産・加工・輸送等において消費される化石燃料エネルギーによる二酸化炭素排出量、建築物解体後の廃棄木材やその他木質系廃棄物の焼却に伴う二酸化炭素排出量も含め、木材のライフサイクルを通じた炭素収支を算定する。木材資源の生産側である森林経営に焦点を絞り、森林蓄積量を維持しながら二酸化炭素吸収速度を高水準に保ち、京都議定書における国内

森林分野の二酸化炭素吸収量目標を達成可能な木材伐採システムの検討を行う。本研究期間を通して得られた研究知見を併せて、国内森林における木材供給可能量および木材需要可能量のバランスを評価しながら、双方の需要と供給を満たす最適な木材有効活用のあり方を検討し、二酸化炭素排出削減効果の評価する。具体的には、各年の国産建築木材需要量および国産材供給可能量の推移から木材の需給バランスを検討する。ある年までの国産材供給可能量の総量が同年までの国産建築木材需要量の総量を常に上回り、かつ供給可能量と需要量の差が最小となる需給関係を、「国産建築木材の需給バランスがとれる需給関係」と定義し、この需給関係に適合する住宅・国産材施策と森林経営手法の組み合わせを国産建築木材の需給シナリオとして設定する。最終的には、対象範囲を木材資源消費全体に広げ、輸入木材の生産国における森林の持続可能性や、世界貿易機関WTOの規定等の国際貿易における木材輸出入の制約条件も含めた経済社会システム全体のカーボンニュートラル化に向けた課題を検討しながら、持続可能な都市と森林のあり方に関する包括的な評価を試みる。

#### 4. 研究成果

##### (1) 建築木材の需給シナリオの設定

建築分野における各種住宅・国産材施策ごとの国産建築木材需要量と、森林分野における各種森林経営手法ごとの国産材供給可能量との需給バランスを検討し、双方の需給バランスを考慮した国産建築木材需給シナリオ(表-1)を設定した。

各年の国産建築木材需要量および国産材供給可能量の推移から木材の需給バランスを検討した。ある年までの国産材供給可能量の総量が同年までの国産建築木材需要量の総量を常に上回り、かつ供給可能量と需要量の差が最小となる需給関係を、「国産建築木材の需給バランスがとれる需給関係」と定義した。この需給関係に適合する住宅・国産材施策と森林経営手法の組み合わせを国産建築木材の需給シナリオ(表-2)として設定した。ただし、建築分野における住宅・国産材施策シナリオ2.B.は、日本政府の提示している2010年時の国産建築木材の利用量目標を達成できる施策であり、建築木材の政策目標達成シナリオと想定しているため、森林分野における皆伐植林型、短期二段林型、常時複層林型のいずれの森林経営手法との組み合わせも需給シナリオとして設定することとした。弱択伐型の森林経営手法と国産建築木材の需給バランスがとれる住宅・国産材施策は、施策の導入を想定しない1.A.シナリオだけであった。このため、1.A.と弱択伐型を組み合わせた需給シナリオ 1.A.\*弱択伐型を

BaU (Business as Usual : 施策や取り組み等を実施しない)シナリオと設定した。

表-1 建築木材需要量を変化させる住宅・国産材施策シナリオ

<非木造建築物を木造建築物へ代替する住宅施策シナリオ>

1.シナリオ	木造と非木造の着工量が現状傾向のまま推移する(BaU)
2.シナリオ	木造代替可能な非木造の着工量を2005年から毎年1%ずつ木造へ
3.シナリオ	木造代替可能な非木造の着工量を2005年から毎年2%ずつ木造へ
4.シナリオ	木造代替可能な非木造の着工量を2005年から毎年5%ずつ木造へ

<輸入材を国産材へ代替する国産材施策シナリオ>

A.シナリオ	建築木材の国産材と輸入材比率が現状のまま推移する(BaU)
B.シナリオ	建築木材の輸入材を2005年から毎年1%ずつ国産材へ
C.シナリオ	建築木材の輸入材を2005年から毎年2%ずつ国産材へ
D.シナリオ	建築木材の輸入材を2005年から毎年5%ずつ国産材へ

表-2 国産建築木材の需給シナリオ

1.A.*弱択伐型(BaU)
2.B.*皆伐植林型
2.B.*短期二段林型
2.B.*常時複層林型
4.A.*皆伐植林型
4.A.*常時複層林型
4.D.*短期二段林型

##### (2) 国内の建築分野および森林分野に関する包括的炭素収支評価

国内の建築分野と森林分野を対象として、国産建築木材の需給シナリオ(表-2)ごとの包括的炭素収支を評価し、建築分野・森林分野双方に効果的な地球温暖化緩和策を提示する。

##### 包括的炭素収支の評価対象範囲

国内の建築分野に関わる炭素収支は、(a)建築着工時に建築物に投入される建築木材および非木質系建築資材の生産・輸送に伴って消費される化石燃料エネルギー起源の炭素排出量と、(b)耐用年数経過後の建築物解体時に発生する解体廃棄木材の焼却もしくは生物分解による炭素排出量を評価対象範囲とする。一方、国内の森林分野における炭素収支は、(c)国内の人工林による炭素吸収量を評価対象とする。なお、人工林による炭素吸収量には、木材伐採を森林分野から木材消費分野への炭素ストック場所の移動と捉え、木材の焼却時もしくは生物分解時に炭素排出されると評価するストック方式によって推定した結果を用いており、上記の建築分野に関わる炭素収支において、(b)解体廃棄木材による炭素排出量を評価対象とすることによって両者の整合性をとっている。

##### 包括的炭素収支の評価手法

建築分野および森林分野に関わる包括的炭素収支は、(a)化石燃料起源の炭素排出量に(b)解体廃棄木材による炭素排出量を加算し、(c)森林による炭素吸収量を差し引いて算出する。設定した国産建築木材の需給シナ

リオ(表-2)ごとに、シナリオ適用後 50 年間における包括的炭素収支((a)+(b)-(c))を評価する。

建築分野および森林分野に関わる包括的炭素収支評価結果

図-1 は、国産建築木材の需給シナリオ(表-2)適用後 50 年間における包括的炭素収支の評価結果を示している。BaU(1.A.\*弱択伐型)シナリオでは、シナリオ適用直後は、弱択伐型の森林経営手法による炭素吸収量が建築分野に関わる 1.A. 施策の化石燃料起源炭素排出量の一部を相殺するが、徐々に森林による炭素吸収量は減少するため炭素収支全体では排出量が増加傾向を示す結果となった。50 年間を通した年間平均炭素収支は、約 18 百万 t-C/年の炭素排出量と推計され、1990 年時の国内総二酸化炭素排出量の約 5.9%に相当している。なお、解体廃棄木材による炭素排出量は少なく、全体の炭素収支にほとんど影響を与えなかった。

一方、他の各種需給シナリオは、いずれの需給シナリオも BaU シナリオと比較すると 50 年間全体で炭素排出量削減効果が見込める結果となった。建築木材の政策目標を達成できる 2.B.\*皆伐植林型、2.B.\*短期二段林型および 2.B.\*常時複層林型の需給シナリオの中では、2.B.\*常時複層林型において最も炭素排出削減量が多く、年間平均炭素収支は約 2 百万 t-C/年の炭素吸収量と推定された。すなわち、この需給シナリオでは、建築分野に関わる炭素排出量を全て相殺し、さらに毎年平均で約 2 百万 t-C の炭素が大気中から削減されることとなる。BaU シナリオと比較すると毎年平均で約 20(=18-(-2))百万 t-C の炭素排出削減効果があり、この削減量は 1990 年時二酸化炭素排出量の約 6.5%に相当している。

各種需給シナリオの中で最も炭素排出削減効果に期待できるのは、4.A.\*常時複層林型シナリオと評価された。BaU シナリオとの比較において毎年平均で約 22(=18-(-4))百万 t-C の炭素排出削減量に期待できると推定され、この削減量は 1990 年時二酸化炭素排出量の約 7.2%相当である。特に、シナリオ適用後 40 年経過前後においては、建築分野に関わる炭素排出量を全て相殺した上で、さらに年間約 19 百万 t-C の炭素が大気中から削減されると推計された(40 年経過前後)。

以上の結果から、各種の建築木材需給シナリオを建築分野と森林分野双方において適用することにより、毎年 1990 年比 6%相当もしくはそれ以上の二酸化炭素排出量を削減できる可能性を示した。特に、2.B.\*常時複層林型および 4.A.\*常時複層林型の需給シナリオは、効果的な地球温暖化緩和策と評価することができる。

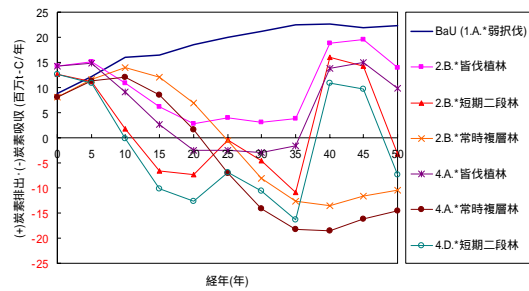


図-1 国産建築木材需給シナリオによる包括的炭素収支の評価結果

### (3) まとめ

本研究では、国内の建築分野と森林分野における木材需給バランスを考慮した建築木材の需給シナリオを検討し、これら建築木材需給シナリオごとの建築分野および森林分野に関わる包括的炭素収支を評価した。その結果、建築木材需給シナリオを建築分野と森林分野双方において適用することにより、毎年 1990 年比 6%相当もしくはそれ以上の二酸化炭素排出量を削減できる可能性を提示した。特に、建築木材の政策目標を達成できる住宅・国産材施策として、建築分野において木造代替可能な非木造建築物を毎年 1%ずつ木造建築物に代替し、さらに輸入建築木材を毎年 1%ずつ国産建築木材に代替していく施策の導入とともに、森林分野において常時複層林型の森林経営活動を実施していく需給シナリオ(2.B.\*常時複層林型)や、木造代替可能な非木造を毎年 5%ずつ木造へ代替していく住宅施策の導入とともに、常時複層林型の森林経営活動を実施していく需給シナリオ(4.A.\*常時複層林型)は、効果的な地球温暖化緩和策と評価することができる。

また、今後の課題としては、国産建築木材の需給シナリオにおいて、国産材が大幅な供給過剰となるシナリオ(2.B.\*短期二段林型、4.D.\*短期二段林型)が存在した。そのため、紙製品・木製家具・木質バイオマスエネルギー等の建築分野以外の木材需要分野も含めた木材需給バランスについても検討する必要があると考える。その上で、木材消費全体を捉えた包括的な炭素収支を把握することが重要である。また、各種森林経営手法については、森林の経済的評価を行った上で地球温暖化緩和策として森林経営の経済的優位性を提示したが、建築分野における住宅・国産材施策においては、現実の社会経済活動の状況を反映した施策シナリオを検討する必要がある。さらには、国際貿易における木材製品の関税率低下に伴った輸入材の増加や、国産材の国際的な価格競争力の問題等の社会経済上の課題を詳細に検討した上で、現実的な木材活用施策を提案するべきと考える。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計10件)

吉川直樹・天野耕二・島田幸司:「気候変動および人口・世帯構成変化を考慮した家計消費に伴う環境負荷の排出構造分析」, 日本LCA学会誌, Vol. 5, No. 2, pp. 252-261, 2009, 査読有り

吉本皓亮・吉川直樹・天野耕二・島田幸司:「バイオエタノール需要増を考慮した地球規模の食料需給構造と土地利用改変に関する研究」, 環境システム研究論文集, Vol. 36, pp. 255-263, 2008, 査読有り

植田真弘・天野耕二・島田幸司:「地域特性を考慮した風力発電導入のポテンシャル分析と事業性評価」, 環境システム研究論文集, Vol. 36, pp. 79-85, 2008, 査読有り

天野耕二・垣守雅善・加用千裕:「資源作物の燃料材代替による発展途上地域の二酸化炭素排出削減ポテンシャルの評価」, 環境科学会誌, pp. 133-142, 2008, 査読有り

天野耕二・宮川征樹:「産業廃棄物の再資源化・有効利用による環境負荷削減ポテンシャルの評価」, 土木学会論文集G, Vol. 64, No. 1, pp. 26-45, 2008, 査読有り

高野昌宏・天野耕二:「滋賀県の汚水処理システムを対象とした環境効率の評価」, 日本LCA学会誌, Vol. 4, No. 1, pp. 59-66, 2008, 査読有り

天野耕二・曾和朋弘:「中間処理方法の組み合わせに着目した一般廃棄物処理システムの包括的評価」, 土木学会論文集G, Vol. 63, No. 4, pp. 391-402, 2007, 査読有り

吉川直樹・天野耕二・島田幸司:「日本の青果物消費に伴う環境負荷とその削減ポテンシャルに関する評価」, 環境システム研究論文集, Vol. 35, pp. 499-509, 2007, 査読有り

田丸裕昭・天野耕二:「緊急時対応と環境負荷低減を目的とした分散型エネルギー供給システムの構築と総合評価」, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, pp. 63-68, 2007, 査読無し

井上陽佳・天野耕二・田中 真人:「改質硫黄固化体によるセメントコンクリート代替に伴う二酸化炭素排出削減効果」, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, pp. 245-250, 2007, 査読無し

[学会発表](計8件)

神島啓司・天野耕二・島田幸司:「大津市域を対象としたコンパクトシティ政策による環境影響評価」, 第5回日本LCA学会研究発表会, 横浜市(神奈川県)2010年3月5日

Naoki YOSHIKAWA, Koji AMANO and Koji

SHIMADA:「Life cycle analysis of environmental load and reduction potential related to food consumption in Japan」, 9th International Conference & Exhibition on Life Cycle Assessment, ポストン(米国), 2009年10月2日

吉川直樹・天野耕二・島田幸司:「日本の主要食料消費における温室効果ガス排出のライフサイクル分析とその削減ポテンシャルの評価」, 環境経済・政策学会2009年大会, 千葉市(千葉県), 2009年9月26日

吉川直樹・天野耕二・島田幸司:「輸入食料・飼料の環境負荷を考慮した産業連関表によるCO2排出原単位の作成」, 第4回日本LCA学会研究発表会, 北九州市, 2009年3月5日

Naoki YOSHIKAWA, Koji AMANO and Koji SHIMADA:「EVALUATION OF ENVIRONMENTAL LOAD ON FRUITS AND VEGETABLES CONSUMPTION AND ITS REDUCTION POTENTIAL」, 第8回エコバランス国際会議, 東京都, 2008年12月11日

Naoki YOSHIKAWA, Koji AMANO and Koji SHIMADA:「EVALUATION OF ENVIRONMENTAL LOAD RELATED TO FRUITS AND VEGETABLES CONSUMPTION BY HYBRID LCA METHOD: JAPANESE CASE STUDY」, 8th International Conference & Exhibition on Life Cycle Assessment, シアトル(米国), 2008年10月1日

吉川直樹・天野耕二・島田幸司:「気候変動および人口・世帯構成変化を考慮した家計消費に伴う環境負荷の将来予測」, 第3回日本LCA学会研究発表会, 名古屋市(愛知県), 2008年2月29日

田丸裕昭・天野耕二:「緊急時のエネルギー安定供給と環境負荷低減を目的としたマイクログリッドの構築と総合評価」, 第3回日本LCA学会研究発表会, 名古屋市(愛知県), 2008年3月1日

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

天野 耕二 (AMANO KOJI)

立命館大学・理工学部・教授

研究者番号: 80167957