

地球温暖化対策で われわれにできることはなにか

はやみ ひとし
早見 均

慶應義塾大学商学部教授・博士(商学)

地球温暖化問題の新たな展開

昨冬は暖かかったため温暖化が起きているということを実感した人も多いと思う。加えて米国のアル・ゴア元副大統領による説得的な映画あるいは著書『不都合な真実』によって、欧米では温暖化に気を遣うことがトレンドとなっているという。たとえば、航空機で移動したらそれによる炭素発生量の排出権をかうといった行動がハリウッド・スターの間では常識になっている。米国ではゴアの映画によって温暖化がこれほど現実問題になっていることをはじめて知った人も多いという。そして暖冬がまたそのストーリーに真実味を与えていることに違いない。とはいえ、世界中で暖冬だったのはかなり稀だとは思いますが、この暖冬が直接の影響かどうかはわからないと答えるのが正しいであろう。

世界中で発表された学術研究を集積して得られた最もオーソドックスな予測が4月に承認されたIPCC-AR4(気候変動の政府間パネル第4次報告書)である。IPCCは地球全体の平均気温の傾向について、2090年から2099年の10年平均

は、1980年から1999年の20年平均にくらべ1.1から6.4 上昇すると予測している。これだけの差があるのは、推定に利用したモデルの想定が人口増加や経済成長の状況によって異なるからである。さらにこの区間に収まる確率は66%より大きいと推定している。

最悪のシナリオにもとづく日本付近でも平均5 くらい気温が上昇することになる。東京の夏がさらに平均で5 気温が上がるととても生活する気にはなれない。孫の時代には北海道に移り住むのがいいかもしれない。これはあくまで条件付の予測である。温暖化によって雨が多くなり、そのフィードバックで地域によっては気温が下がる可能性もある。温暖化だからといって暑くなるばかりではないのである。

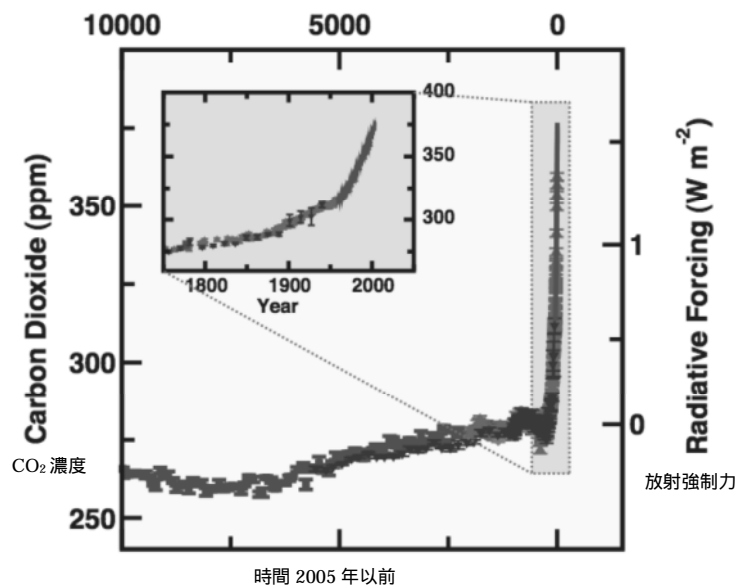
この予測の基礎になる過去の温暖化の事実は、この数年間の科学的知見でかなり確実なものになったといわれている。とくに南極の氷のコアの採取によって明らかになった二酸化炭素(CO₂)やメタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)の濃度の1万年前からの推移が衝撃的である。これらの温暖化物質の大気中の濃度は1900年以降まさに倍増の勢いで爆発的に上昇している(図1)。化石燃料を燃やすことによるCO₂、農業や化石燃料の使用

で発生するCH₄、窒素肥料の使用によるN₂Oなどの濃度の上昇は人的起源による拡散量の増加が原因である。さらに1850年からの平均気温(全球平均)で0.76 上昇していることや、海面の上昇、北半球の積雪面積の減少が報告されている¹。

昨年10月30日に英国議会で報告された『スターン報告書』Stern Review: The Economics of Climate Changeでは、温暖化による被害の経済計算をしている。なにもしないと被害額は家計消費額の20%になると予測されている。そして今から対策をすれば、GDPの1%のコストでその被害を抑えられると主張している。産業革命以前と比べて2 以下の上昇に抑えられる確率が50%になるCO₂濃度は450ppmと想定しているが、この実現に

は2050年までに現在の化石燃料の使用量の半分にしなければならない。ただ1 の上昇でも年間30万人は温暖化によって増加した下痢やマラリアによって命を落とすことを予測している²。温暖化で被害の大きな地域は比較的貧しい国であり、あまり被害はなく食物生産も増えるかもしれないのは北の寒い地域の国である。逆にそのことが、北欧では非常に熱心に支持される理由にもなっている。たとえば炭素税を導入したスウェーデンでは1990年レベルからマイナス3.7%を実現している。EUでもポスト京都の枠組みとして2020年までにCO₂排出量を1990年にくらべ20%減少することが提案され、さらに気温上昇を2 以下にするために対1990年比で同期間に30%減少を国際交渉の場

図1：1万年前からのCO₂濃度の推移（0は2005年）



出所：IPCC 第4次報告書，第1作業部会(2007)「政策決定者向け要約」日本語訳
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/ipcc_ar4_wg1_spm_Jpn_rev.pdf

1. 『IPCC第4次報告書』「政策決定者向け要約」日本語訳は気象庁のサイトから見られる。第1作業部会報告は温暖化の事実と今後の予測、第2作業部会報告は温暖化によるダメージの推定と予測について扱っている。
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/ipcc_ar4_wg1_spm_Jpn_rev.pdf
http://www.jma.go.jp/jma/press/0704/10a/ipcc_ar4_wg2_fix.html
 2. 英国財務省http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_index.cfm

で提案している³。英国では2050年までに1990年比で60%減少、2020年までに26 - 32%減を目標とする法案が提出されている⁴。米国でもその流れは変わっている。2005年のハリケーン・カトリーナによるニューオリンズ市の被害は先進国の思わぬ脆弱性を露呈したし、マスメディアによる積極的な報道、さらに数々の地球温暖化防止法案が米国議会に提出されている⁵。

いまださえ経済大国ではあるが遅れて発展した日本では、発展途上国とは競争関係にあって温暖化防止はあまりアピールしない問題なのかもしれない。ところがそれは大きな間違いである。石油・ガス・石炭などの化石燃料に頼りCO₂を排出して経済成長をした国が、一国だけ何も対策をしないでどうやって世界を相手に貿易して経済を維持していけるのだろうか。石油だけではなく多くの希少金属などの枯渇資源を海外に依存し、とりわけ食糧自給率の低い日本が、孤立した生活をする事ができるとでもいうのだろうか。温暖化問題は、単に生態系を守らなければ危険あるいは被害があるから防止しなければならないというものではなく、それは世界各国の政治的手段として利用されているのである。

国家レベルでの温暖化対策とその予想される結末

先進諸国がこぞってかなり劇的な温暖化対策目標とそれに付随した政策を決定しているなかで、日本としても全く無策であるわけではない。京都議定書に批准し、CO₂排出量を1990年比で6%減を第1約束期間(2008年から2012年までの平均)中に達成しなければならないからである。さらに2012年以降のポスト京都の課題は、日本で開催される2008年のG8での大きな議題の一つになることは間違いない。

「京都は死んだ」とまでいわれていたが、2004年2月16日に発効した京都議定書のアニバーサリーにちなんで発表された環境省国立環境研究所のシミュレーションでは「2050年に日本の温室効果ガス排出量の60から80%の削減(1990年比)を実現する日本のビジョンを作成する」シナリオを示している。日本は京都議定書に調印しなかった米国、オーストラリアという先進国と中国、インド、韓国が参加し、世界のアジア・太平洋パートナーシップ(通称A P P)などの国際技術協力を通じて貢献しようとしている。A P P参加6ヶ国の世界全体に占めるCO₂排出量は52.2%である⁷。

温暖化対策は大きく分けると今のところ4つある。その第一は北欧諸国がすでに導入している炭

3. EU Communication "Limiting Global Climate Change to 2° Celsius: The way ahead for 2020 and beyond." 2007年2月20日

http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en.htm

4. UK, Climate Change Bill, March 2007. <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/uk/legislation/index.htm>

5. John F. Kerry, Joseph I. Lieberman, Bernard Sandersなどの上院議員からの温暖化対策法案が第110議会で審議中である。とくにKerryのものはCO₂排出の上限(cap)付きの排出権取引を提案しているもので注目されている。他にも排出権取引や電力の効率性、エコ・ビルディングに関する法案などがある。

6. The Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate, <http://www.asiapacificpartnership.org/>

7. 米国エネルギー省Oak Ridge研究所のCDIAC(二酸化炭素情報分析センター)の推計 http://cdiac.ornl.gov/trends/mis/em_cont.htm

素税である。第二はEUが中心となり米国・英国でも考えられているCO₂の排出権取引である。第三が欧米で検討されている炭素の回収と貯留(CCS, Carbon Capture and Storage)である。第四がCO₂排出の少ない技術の開発と普及である。

第一の炭素税の導入は日本では効果は望み薄であろう。というのも原油の価格があれだけ上昇し、ガソリン価格も20%上昇したにもかかわらず⁸、ほとんど消費が変わらないことからわかる。だとすると炭素税を導入しても環境は改善されず、環境省のポケットマネーが増えるだけである。すでにあるガソリン税や自動車税をもう少し環境改善の技術開発や資本整備にまわす方が合理的である。

第二の排出権取引であるが、これも独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が2006年から事業費122億円で開始し2006年度には638万炭素クレジットを購入している⁹。しかしその規模と広がりとはとてもEU ETS(最近では一日の取引量が300から500万トンで取引高は1から1.5億ユーロ)に及ばない状況である。排出権取引は価格決定に市場原理を利用し排出量総量の上限(cap)をつけられるなど炭素税よりも自由度がある。しかし、CO₂排出量が多い経済主体は排出権を購入しなければならず、設備を更新して脱炭素化する資金がとぼしくなる可能性がある。つまり勝ち組みになれば、排出権を売りその資金でさらに

効率を上げる投資もできる。しかし逆に負け組みになると、排出権を買わなければならず、余剰な資金は少なくなる。最終的には負け組みは資金が乏しくなり競争原理によって淘汰されていく。このような格差が生じても総量でCO₂排出が減ればよいという考え方である。確かに新たな脱炭素型企業が容易に市場に参入できれば効率的な制度である。また排出権の価格が安すぎるとこのような汚染者が退出するというメカニズムはすぐには機能しないので、英国やEUは排出目標を厳しく設定していると考えられる。

第三のCCSは日本にはあまり得策ではない方法である。というのは回収したCO₂を貯留しなければならないが、この埋蔵量が日本付近は少ないからである。欧州、米国は今世紀末でも全体の容量の20%以下しか使用せずゆとりがある。日本が行うと今世紀末には貯留可能な容量を使い切ってしまうことが推定されている¹⁰。

最後の脱炭素社会への技術開発と普及、これこそ持続的発展の考え方にもっとも沿った方向である¹¹。どのような技術がもっともCO₂排出量の削減に結びつくのかは多くの研究者が評価をしている¹²。しかし究極的にはいかに炭素に依存せずに発電できるかにかかっている。発電さえCO₂排出がなければ、電気自動車もCO₂排出がなくてすむし、家庭の電気製品の利用から誘発されるCO₂排出もない。削減することが最も難しく、年々構成

8. 2004年平均の消費者物価指数でガソリンは90.7、2006年平均では108.5に上昇した。家計調査で同じ年を比較すると世帯当りのガソリンの購入数量はわずかに0.7%減少しただけである。購入時の平均価格108.24円から130.00円へと20%上昇している。この時期の価格弾力性は0.0378で、1%価格が上昇してもガソリンの消費量は0.04%以下しか減少していない。

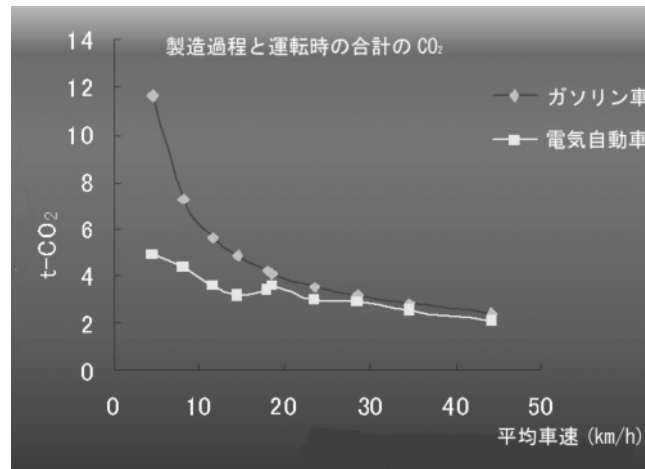
9. NEDOおよび<http://www.pointcarbon.com/>

10. 環境省の評価を参照。http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-36/mat01_2-4.pdf14

11. 国連環境と開発の世界委員会The World Commission on Environment and Development Our Common Future(the Brundtland Report) 『地球の未来を守るために』1987年にあるように、development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs, 「将来世代の能力を損なうことなく現代のニーズを満たす開発(発展)」である。

12. 慶應義塾大学産業研究所の未来開拓プロジェクトのディスカッションペーパー、独立行政法人産業技術総合研究所LCAセンターなどを参照。

図2：電気自動車とガソリン自動車のライフサイクルCO₂排出量の比較



出所：Ryuji Matsuhashi, Hisashi Ishitani, Koichi Hikita, Hitoshi Hayami, Kanji Yoshioka (2000) Life cycle assessment of gasoline vehicles and electric vehicles, WG2-19, Keio Economic Observatory Discussion Paper No.45,1998.

比の大きな部分を占めているのが、自動車・船舶・航空などの運輸（20％）と家庭（13％）からのCO₂排出である¹³。火力発電所や製鉄所、セメント工場のようにまとめてCO₂が排出されるわけではないので、運輸や家庭からのCO₂排出は政府の政策が最も作用しにくい分野である。しかも日本は世界的にみて非常にエネルギー効率のよい工場と燃費のよい自動車を利用しているので、現状から半分以下にCO₂排出量を下げるのは他国より難しいのである。

ほんとうのところなにを望んでいるのか

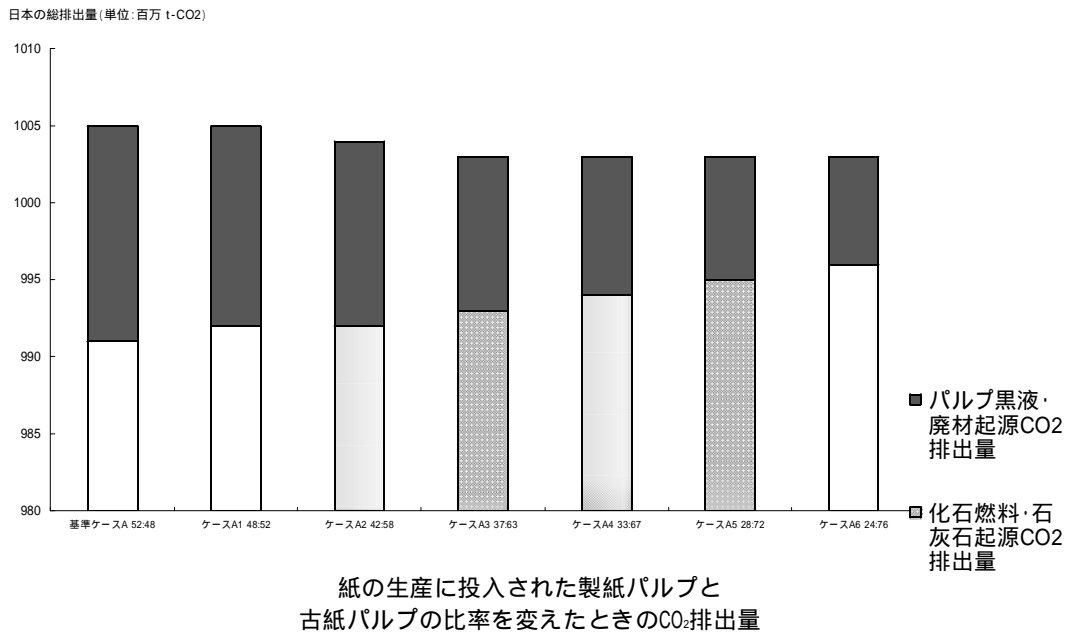
日本国内でのCO₂排出量を下げるために、炭素税や炭素排出権市場を導入した場合、世界全体で

は逆にCO₂排出量が増えることがある。これは炭素脱漏(carbon leakage)といわれる現象である。日本国内のみで規制すると、世界的にはCO₂効率のよい企業でも、日本の水準からすると劣るために淘汰される。そしてより制約の少ない海外で生産するだろう。発展途上国に工場移転する場合、もちろん現地水準よりはクリーンな技術かもしれないが、日本の基準からすると悪い場合、世界全体ではかえってCO₂排出量が増加するからである¹⁴。海外生産をしているなら環境面でもチェックする必要がある。もちろん現地の所得を上昇することに貢献してきただろうし、環境の改善にも貢献したことだろう。雇用創出は少なくとも途上国にプラスになるが、CO₂排出は世界全体でマイナスにならなければ全く意味がないのである。国の政策や企業の行動も一貫性をもつことが重要な課題となる。

13. 環境省温暖化ガスインベントリ(GIS)、電力使用からのCO₂排出を消費主体に配分した数値。産業連関分析を利用した家計の最終需要からの誘発生産によるCO₂排出量は全体の49.3%、6億トンに上る(慶應義塾大学産業研究所の2000年版の計算結果による)。

14. 日本とカナダの間の貿易によっては過去にはそのような現象が起きていないことが著者によって計算されている。Hayami, H. and Masao Nakamura, "Greenhouse gas emissions in Canada and Japan: Sector-specific estimates and managerial and economic implications." Journal of Environmental Management, 2007(近刊)。

図3：古紙回収率とCO₂排出量（左端は現状，右ほど回収率が高い）



出所：早見 均，松橋隆治，疋田浩一，溝下雅子，中野 諭，吉岡完治
 「CO₂削減の技術評価---増補版---」
 慶應義塾大学産業研究所未来開拓プロジェクト Discussion Paper, no.G~121, 2000年1月

同じことは、われわれの日常の行動にもあてはまる。たとえば古紙のリサイクルである。古紙リサイクルは環境によいといわれる。確かに森林の保護になる。しかしパルプからの廃液を乾燥して燃料として利用していることを考慮すると、古紙リサイクルはかえって重油の消費量を増やしてしまう。温暖化防止には逆効果なのである(図3)。健康には魚の方がコレステロールが分解されるのでよい。そうかもしれない。しかし同じ値段の魚と肉では、魚の方が3倍のCO₂を排出しているのである(図4)¹⁵。マグロと牛肉を比べると、簡単にわかることだが、マグロを捕獲するのに漁船は大量の重油を消費しているのである。

地球環境のために、個々人の行動を少しずつ変えることが重要だといわれる。自家用車ではなく

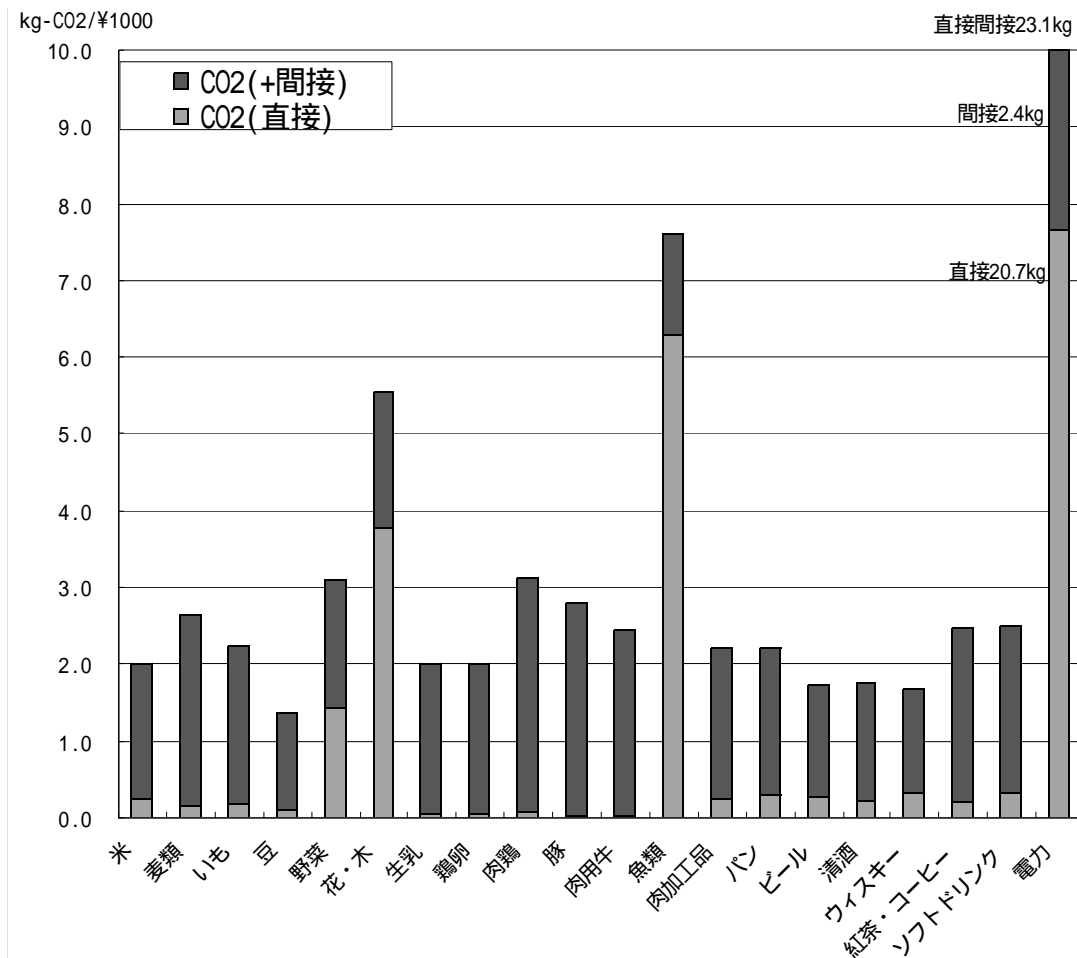
公共交通の利用、白熱球ではなく蛍光灯、待機電力を切るなどなど。しかし現在の便利さは変えられないと感じている人も多い。あちこちにある自動販売機がなくなれば景観も美しくなるし環境にもよいのだが消えそうにはない。深夜の街灯も本当のところ必要ない。犯罪防止になるとか深夜は原子力発電だからCO₂の抑制には有効ではないなどと議論があがる。地域でやってみればわかるはずである。加えて個人でも何か貢献したいというのが人情だろう。30年後あたりから海面が6m上昇して家が水没したり、40以上の日が1週間以上続く夏をむかえ、台風が増加して浸水・土砂災害にあうよりは、いまのうちから炭素を節約して生活する方が合理的だからである。その選択のなかに植林活動がある。成長の速い樹木であれ

15. 魚類は1000円(生産者価格)で7.6kgのCO₂を、牛肉は2.4kg、豚肉は2.8kg、鶏肉は3.1kgである。慶應義塾大学産業研究所の2000年版の計算結果による。

ば4～5年するとヘクタール当り10トン程度のCO₂を吸収することができる。日本では一人当り10.4トンのCO₂を排出しているので、1人1ヘクタールの森林を管理すれば相殺できることになる¹⁶。残念ながら日本の面積は22万7,943km²なので、1億2,777万人のCO₂を相殺するには小さすぎる。

完全を望むなら国際協力である。しかも政治・経済に関する国家戦略としては目立った宣伝が必要である。個人的にはとりあえずマグロを1,000円食べたら電気代は300円節約する、そうすればマグロを獲るのに必要なCO₂は相殺される。

図4：1000円当りのCO₂排出



慶應義塾大学産業研究所 環境分析用産業連関表2000年版 .

16. 慶應義塾大学産業研究所の2000年版の計算結果による。植林によるCO₂の吸収量はポプラの場合で著者らが中国の瀋陽市郊外に植林している結果からのものである。輸出・設備投資や政府消費を除いた、家計消費からの誘発で見ると一人当りのCO₂排出量は5.7トンである。森林についてもCO₂を吸収するがその一方で蓄熱効果があるのでトータルすると0.3 温暖化になるという研究もある。ただし、熱帯雨林では蓄熱だが、ロシアやカナダの森林はあった方が冷却効果に貢献するという(“A new tree line,” the Economist, April 14th-20th 2007, 81-82.)。