

地球温暖化問題の本質

京都大学原子炉実験所 小出 裕章

はじめに

大気中の二酸化炭素の濃度が増加している。そして、地球の温暖化が進んでいる。この2つのことは事実である。しかし、どちらが原因で、どちらが結果かすらはっきりしていない。また、46億年の地球の歴史の中では、もっと炭酸ガス濃度の高い時もあったし、もっと暖かい時も寒い時もあった。しかし、産業革命後のこの200年の間に急激にエネルギー浪費をしてきて、この地球上に増殖してきた人類にとっては、気候変動の結果が予測できないこともあり、不気味なことである。

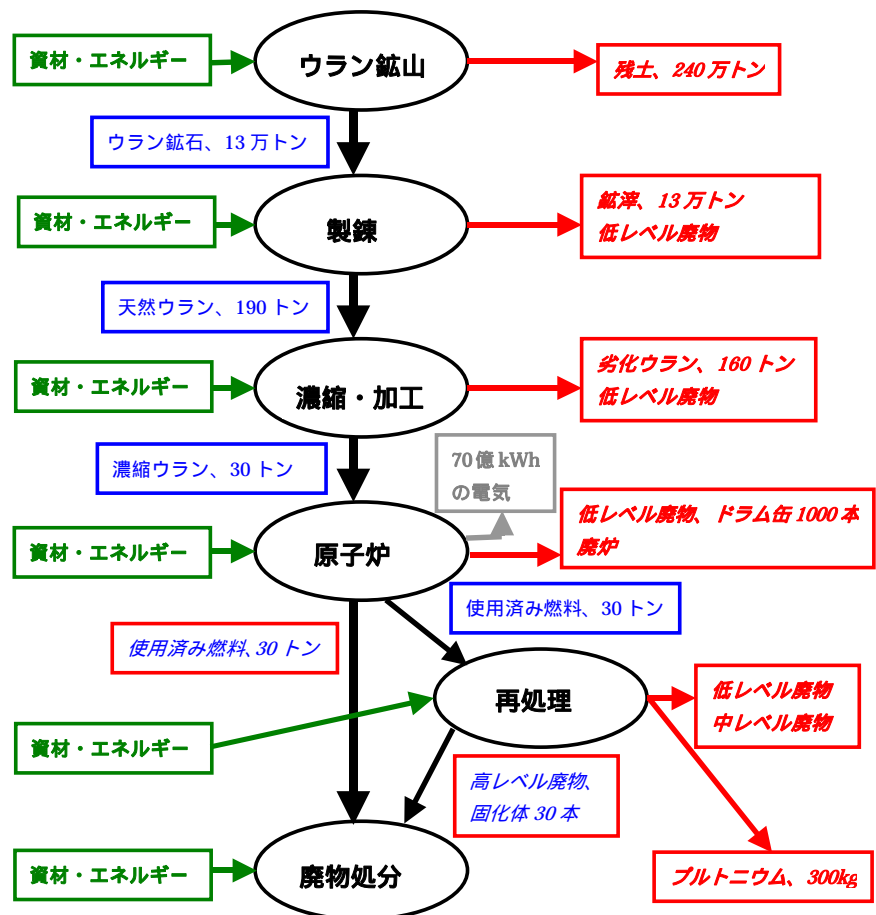
そして、「原子力は二酸化炭素を出さないから環境に優しい」などと言う主張がまことしやかに広がっている。本メモはその真偽を検討する。

原子力は二酸化炭素を出さない？

原子力とはウランやプルトニウムの核分裂現象を利用する。核分裂現象は原子核反応であり、通常の方が燃える場合に二酸化炭素が出る現象とは異なる。そのことを根拠に、当初日本の国や電力会社は「原子力は二酸化炭素を出さない」と宣伝していた。しかし、その宣伝は、最近では「原子力は発電過程で二酸化炭素を出さない」に変わってきた。何故か？

原子力発電を行うにあたって必要な作業の流れを図1に示す。図1で中央やや下よりに「原子炉」と書いた部分が原子力発電所である。これを動かせば、今日標準的となった100万kW

図1 100万kWの原発を巡る一連の流れ



の原発の場合、1年間に約70億kWhの電気が生み出される。しかし、この原子炉を動かそうと思えば、ウラン鉱山でウランを掘ってくる段階に始まり、それを製錬し、核分裂性ウランを「濃縮」し、原子炉の中で燃えるように加工しなければならない。そのすべての段階で、膨大な資材やエネルギーが投入され、膨大な廃物が生み出される。さらに原子炉を建設するためにも膨大な資材とエネルギーが要り、運転するためにもまた膨大な資材とエネルギーが要り、そして、様々な放射性核種が生み出される。これら膨大な資材を供給し、施設を建設し、そして運転するためには、たくさんの化石燃料が使われざるを得ないから、原子炉を運転しようと思えば、もちろん膨大な二酸化炭素が放出される。この事実があるため、国や電力会社も「発電過程で」という言葉を追加せざるを得なかった。しかし、「発電過程」と言うことが原子力発電所を動かすことを示すのであれば、原子力発電所の建設にも運転にも膨大な資材や化石燃料を必要としているから、その宣伝もまた虚偽である。正確に言うのであれば、「ウランが燃える時には」あるいは「核分裂では」と言うべきである。

さらに、たしかに核分裂現象は二酸化炭素を生まないが、その代わりに生むものは核分裂生成物、つまり死の灰なのである。二酸化炭素を生まないとの理由だけを強調して、死の灰に目をつぶる議論もまた虚偽であろう。日本の原子力発電は1966年の東海1号炉の運転で始まったが、今日までに生み出してしまった核分裂生成物の量を図2に示す。この図の右の軸に示したように、生み出した核分裂生成物(Cs-137で測る)の量は何と広島原爆のその100万発分を超えてしまった。図1には原子炉の運転に伴って「低レベル放射性廃物」が生じることを記載したが、その廃物は現在青森県六ヶ所村に次々と埋め捨てにされている。そして、日本の国は、それが安全になるまでに300年間管理するのだと言う。日本で原子力発電を行って利益を得ているのは、電力会社である。

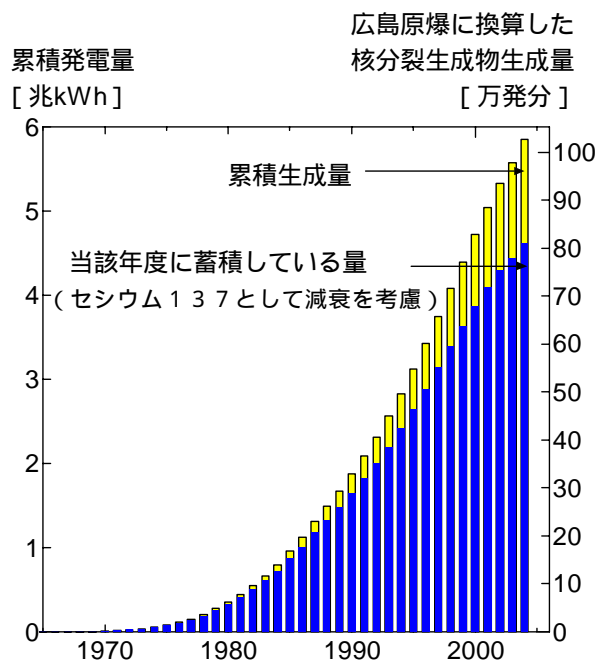


図2 日本の原子力発電による累積発電量と核分裂生成物の累積生成量

表1 気が遠くなる時間の長さ(2007年現在)

日本で原子力発電が動き始めて(1966年)から	41年
現在の9電力会社ができて(1951年)から	56年
日本初の電力会社(東京電灯)ができて(1886年)から	121年
明治維新(1868年)から	139年
アメリカ合州国建国(1776年)から	231年
忠臣蔵の討ち入り(1702年)から	305年
邪馬台国(卑弥呼)から	約1,800年
神武天皇(?)即位から	2,667年
低レベル放射性廃物のお守り	300年
高レベル放射性廃物のお守り	1,000,000年

しかし、現在の九電力が生まれたのは戦後であり、その歴史は未だに 56 年しかない。その電力会社が生んだ放射能のごみを 300 年間管理するのだと言うが、電力会社にそのような保証ができる道理がない。そこで、電力会社は放射能のごみは国の責任で管理してくれと求め、日本の国はよしよしと言ってそれを受け入れた。しかし、300 年と言う時間の長さはどの程度の長さであろうか？ 日本の明治維新で現在の国家体制ができてからわずか 140 年しかたっていない。米国という国など未だに 230 年の歴史しかない。現在から 300 年昔にさかのぼれば元禄時代、忠臣蔵討ち入りの時代である。その時代の人々が現在の私たちの社会を想像できた道理がないように、私たちが 300 年後の社会を想像することなど到底できない。もちろん現在の電力会社などないし、自民党という政党もないであろう。日本の国すらないかもしれないかなたなのである。それにもかかわらず、生み出した放射能のごみを 300 年にも渡って一体どうやって誰の責任で管理するのであるか？ ましてや、図 2 に示した核分裂生成物は「高レベル放射性廃物」として 100 万年にわたって、生命環境から隔離しなければいけない毒物である。日本の国はそれを地中に埋め捨てにってしまうというが、その安全は科学的に保証できない。もし、高レベル放射性廃物を現在の日本の国が言っているような方法でなく、きちんと管理し続けようとするれば一体どのような手段があるのか、現在の科学では、そのシナリオすら書けない。したがって、一体どれくらいのエネルギーが必要になるか定量的に示すこともできないが、発電して得たエネルギーをはるかに上回るであろうことは想像に難くない。もちろん、二酸化炭素の放出も膨大になってしまうだろう。

．深刻なエネルギー浪費

問題は二酸化炭素の放出などという個別のことにあるのではない。エネルギーを際限なく浪費してきた現在の社会そのものにある。

地球は 46 億年前に誕生したといわれる。誕生当初の地球は生命が根付くには過酷過ぎ、生命が誕生するまでには数億年の時の流れが必要だった。40 億年前に生まれた生命は、おそらくは今の常識から言えば、生命と呼ぶにはあまりにも原始的なものだったであろう。その後、様々な生物種が生まれ、そして滅んだ。人類と呼べるような生物種がこの地球上に誕生したのは、400 万年前とも 600 万年前とも言われるが、地球や生命の歴史に比べれば、人類の歴史などいずれにしても 1000 分の 1 の長さでしかない。もし、地球の歴史を 1 年として 1 月 1 日から時をたどれば、人類が発生したのは春も夏も秋も過ぎ、冬が来て、大晦日の午後になってからに過ぎない。

その人類は現在地球上で栄華を極めていますが、人類が今日のようにエネルギーを膨大に使い始めるようになったのは 18 世紀末の産業革命からで、それ以降わずか 200 年しか経っていない。それを地球の歴史を 1 年と考える尺度に当てはめれば、大晦日の夜 11 時 59 分 59 秒にしかならず、残り 1 秒のことである。図 3 に示すように、その 200 年の歴史で人類が使ったエネルギーは人類が数

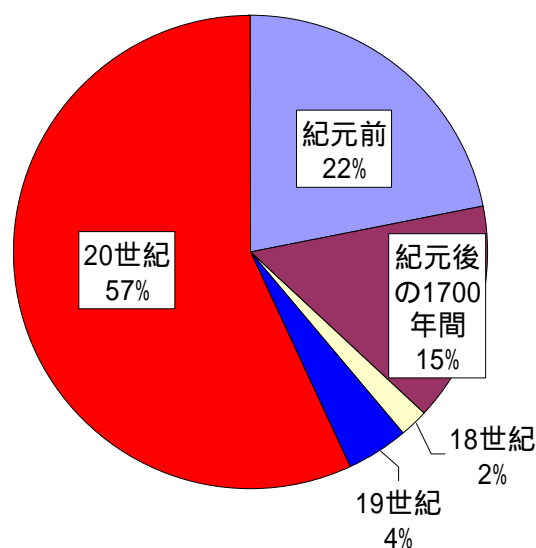


図 3 浪費の世紀

百万年で使った全エネルギーの6割を超える。

命あるものいずれ死ぬのは避けられない。個体にしてもそうだし、種としての生物もそうである。地球上には、これまでもたくさんの生物種が生まれては滅んできた。数千万年前までこの地球を支配していたといわれる恐竜たちも、忽然と姿を消した。その原因は、宇宙からの巨大隕石の落下だという説もあれば、肉体が巨大化しすぎて生命を維持できなくなったとの説もある。しかし、恐竜たちからみれば、いずれにしても万やむをえない理由で絶滅に追い込まれた。人類も一つの生物種として、いずれは絶滅する。ところが、図4に示すように人類は自らの栄華のために地球上に住む多くの生物種を絶滅に追い込んできた。結局、人類は、他の生物種を含めた地球の生命環境を破壊し、その挙句に自らも絶滅することになる。人類は自らを万物の霊長と呼んでいるが、むしろ愚かな生き物というべきだろう。

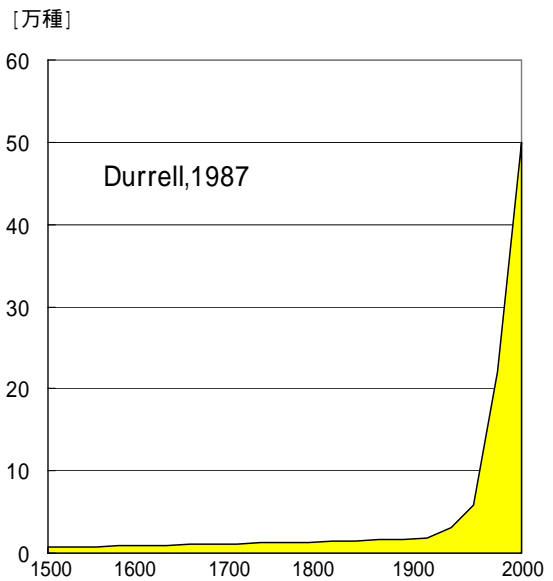


図4 人類が絶滅に追い込む生物種

危機的な日本の環境

日本においては1880年代以降、50年で10倍になるような率でエネルギー消費の拡大を続けてきて、現在、日本に入射する太陽エネルギーの総量に比べて約0.6%のエネルギーを人為的に消費している(図5参照)。このままエネルギー消費の拡大を続けるならば、数年後には太陽エネルギーの1%、2050年には10%、2100年には太陽が我々に与えてくれているエネルギーと等しいだけのエネルギーを人為的に消費することになる。そうした時代がどんな時代になるか人類には経験がない。またそれを予測できるような学問もない。しかし、かりにその時代の日本においてまだ人が生きられたとしても、従来と同じスピードでエネルギーの浪費を続けるかぎり2150年には太陽エネルギーの10倍、2200年には100倍のエネルギーを使うことになってしまう。そのような

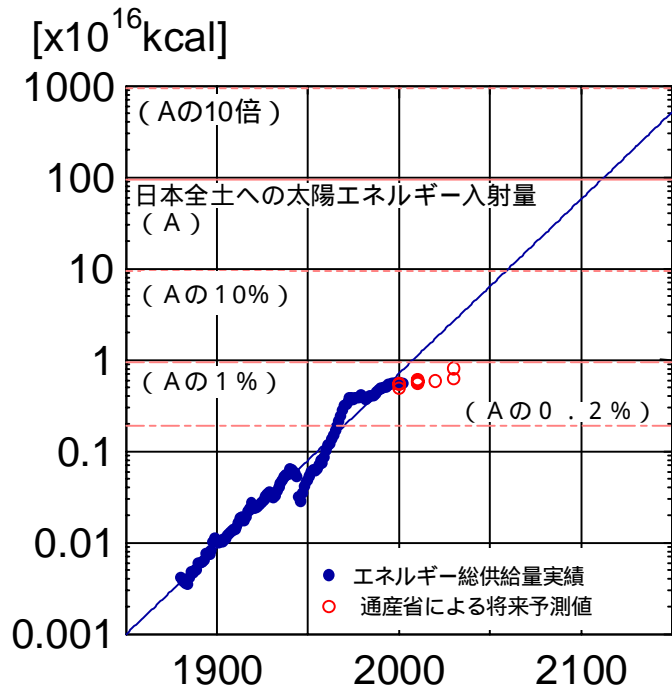
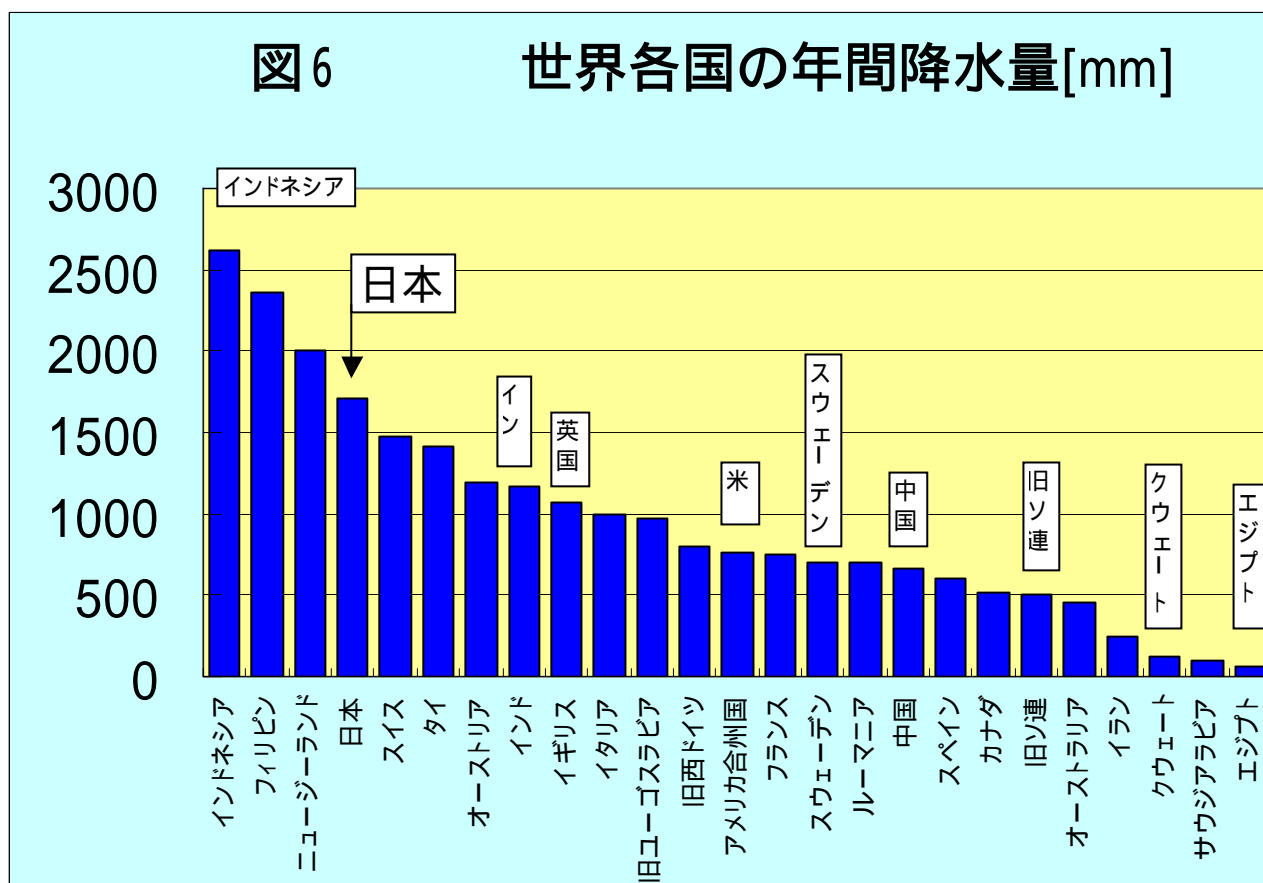


図5 日本におけるエネルギー総供給量の変遷
(太陽エネルギーの0.2%の部分は、風、浪、空気の対流など、いわゆる自然現象を引き起こすために使われている。) 日射量の平均値として256kcal/cm²/yr、日本の総面積は37.8万km²とした。

未来に人類が生き延びられないことは当然である。エネルギーの浪費に慣れてしまった日本人にとって、エネルギー消費を抑えることは容易なことでない。そのため、多くの日本人は消費を抑えることなど出来ない、もっと便利に暮らしたいと言う。しかし、できなければ、自らの生きる環境を失うだけである。

日本というこの国が国家として「美しい」とは私には到底思えない。しかし、気候に恵まれた、得がたい生命環境だと思う。たとえば、雨は地球の生態系を持続させる上で決定的に重要なものだが、日本の降水量は図6に示すように平均で1700mm/年を越え、世界でも雨の恵みを受けている貴重な国の一つである。国土全体では6500億トン近い水を受けている。それによって豊かな森林が育ち、長期にわたって稲作が持続的に可能になってきた。また、日本の河川の総流量は約4000億トンである。一方、現在日本には55基、電気出力で約5000万kWの原子力発電所がある。100万kWの原子力発電所1基は1秒毎に70トンの海水を冷却水として使用し、その温度を7度上昇させて海に流す。55基の全原発を考えれば、1年間に1000億トンの海水を7度上昇させている。日本の全河川にすれば約2度も暖かくなっていることになり、これで温暖化しなければ、そちらの方がおかしい。



もちろん日本には原子力を上回る火力発電所が稼動しており、それらも冷却水として海水を使っている。しかし、現在の原子力発電所は燃料の健全性の制約から、1次冷却水の温度を高々330度までしか上げることができず、そのため発電の熱効率は約33%でしかない。すなわち、ウランを燃やして得たエネルギーのうち約3分の1しか利用できず、残りの3分の2は海に無駄に捨てているのである。いや、無駄に捨てているのではない、海からすれば迷惑な話であろう。この事実について、「この装置を原子力発電所と呼ぶのは正しくない。正しくは海温め装置と呼ぶべきだ」と私に教えてくれたのは、今は亡き

水戸巖さんだった。一方、最近の火力発電所の熱効率は50%を超えており、もし原子力から火力に転換することができれば、それだけで海に捨てる熱ははるかに少なくてすむ。

．醜い国、日本

地球温暖化を巡る国際的な取り組みとして、気候変動防止枠組み条約があり、1977年に京都で開かれたその第3回締約国会議で、京都議定書が採択された。それによれば、日本は、2008年～2012年の5年間の平均で、1990年レベルに比べて二酸化炭素の放出量を6%減らすことになった。しかし、2007年の現在、日本は1990年に比べてすでに8%も二酸化炭素の放出量を増加させている。この日本という国は国際的な約束も守らない、自分だけは贅沢を続けたいというまったくくなっていない国になっている。おそらくは今後もエネルギー浪費を抑制する実効的な対策も採らないまま、最後は「排出権取引」を使って、二酸化炭素の放出量枠を金の力で買って来ることになる。一方で原発が二酸化炭素を出さないなどという虚偽の宣伝を流しながら、原子力発電を強行し、エネルギー浪費自体には何らの対策も取らない国なのである。それだけではない、もし本当に二酸化炭素を抑制しようと思うのであれば、一方で化石燃料の消費を抑えるとともに、二酸化炭素を固定してきた森林を守らなければならない。たしかに、日本はいまだに国土の60%が森林であるという国である。しかし、その影で日本は1970年まではフィリピン、71年～75年はインドネシア、その後マレーシアと東南アジアで略奪的な森林破壊を続けてきた国でもある。バブルがはじけ、その傾向は近年は幾分収まっているは言うものの、図7に2003年度の実績を示すように日本は世界に冠たる森林破壊国である。まったく、この日本という国は何という国なのであろうか？

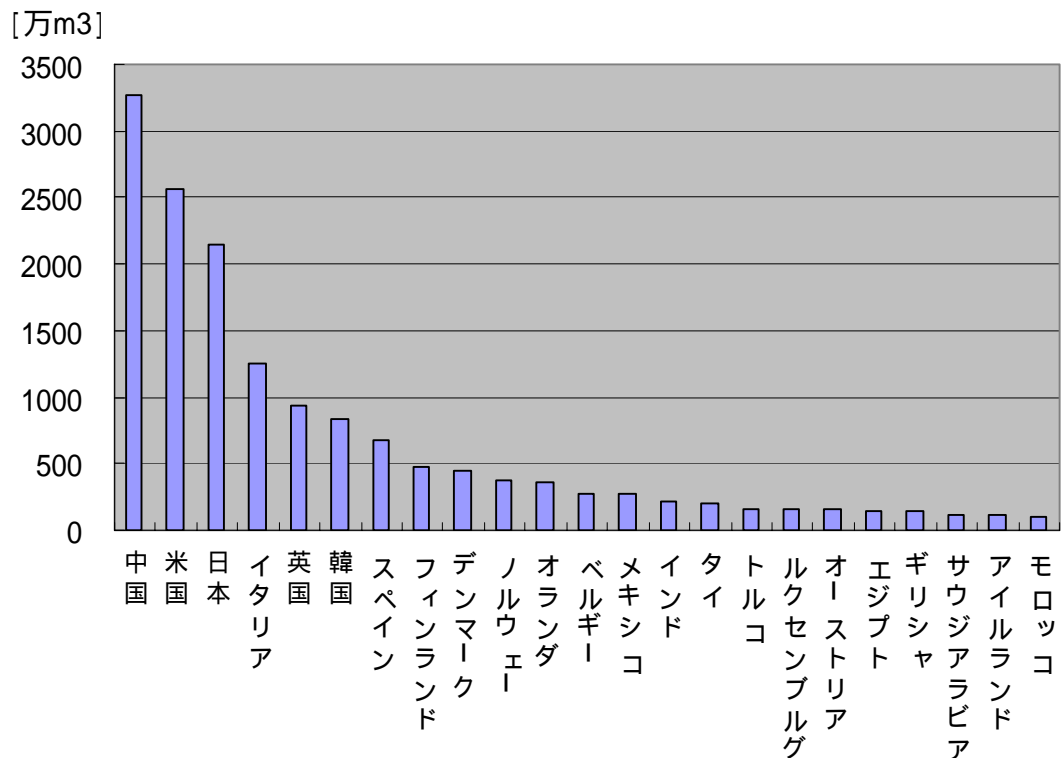


図7 木材の純輸入量(輸入量 - 輸出量) (2003年実績)