

小論文

工学部

注意事項

1. 「解答始め」の合図があるまで、この冊子は開かないこと。
2. この冊子は表紙を除いて8ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、掲示又は板書してある問題冊子ページ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配付された数と合っているか確認し、もし数が合わない場合は手を高く挙げ申し出ること。次に、受験番号・氏名を必ずすべての解答用紙の指定された箇所に記入してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。

問 1 つぎの文章を読んで、後の設問(1)～(6)に答えなさい。

従来は安全といえば「絶対安全」だった。これは、設計・製造に間違いがなく劣化もしていない製品は安全 — つまり大前提としての「100%の安全」があり、^(a) それが 何らかの原因で損なわれて「危険」になる — という考え方。

これに対して、インドでの猛毒ガス流出事故（1984年ボパールの化学工場で発生した世界最悪の化学工場事故。最終的には様々な要因で2万5000人程度が死亡したとされる）など前世紀末に多発した何度かの大事故を教訓に、世界の工業標準を定めるISO（国際標準化機構）は大転換を行った。1999年のISOガイド51の改定で「絶対安全は存在しない」と明記したのだ。

そこで「絶対安全」亡き後の安全の概念として掲げられたのが「機能安全」。「機能安全」とは、一言でいえば、システムに100%の安全を求めない — 求められないという考え方。安全も速「度」や精「度」と同じように、「機能」として実装し安全「度」で語るべきスペック^(注1)の一つだということだ。

実は絶対安全が存在しないことは、すべての技術者が昔から心の中では実感していた。しかし、^(b) それは社会のコンセンサス^(注2)にはなっていなかった。つまりは本音と建前。この建前を明確に捨てることが、社会をより安全に近づけるために重要 — というのが技術分野における安全哲学の大転換だったのだ。

絶対安全を捨てることが安全を生むというのは一見矛盾するように感じるだろう。そこで、たとえば原子力発電所や飛行機など極度に安全を求められるシステムを考えてみよう。絶対安全が前提なら、すべての部品について安全性を訊ねても「100%安全です」という答えしかない。とすれば、その部品を使って作るシステムも「100%安全」という答えしか出てこない。どこにリスク要因があるといった情報は絶対安全という建前と反する — あってはならないものとしてシステム構築の流れの中で消される。

その結果、そこにリスクを減らすような安全装置を「機能」として実装するべき、という話にならず結果的に事故は起こりやすくなり、また事故が起きたときの対処もうまくいかなくなる。

システム全体の安全度を上げるため、各構成要素の真の安全度情報を引き出し把握
(c) する - そのためには「絶対安全」という考え方を捨てる - それが数々の大事故から学んだ教訓なのだ。

(中略)

安全度ということでは、火力発電はもちろん風力発電ですら危険はある（風車の羽根が折れて飛散したとか、根本から倒れたといった事故は結構多い）。発電所関連の被害ということなら、1975年の中国でのダム連鎖決壊事故が最悪だ（直接の被害で数万人が死亡、その後数十万人が食糧問題や感染症により死亡したとされる）。それに比べれば、今回の3・11の福島第一原発の事故でわかったのは、想定外の自然災害でも直接の死者は出していないという意味での原子力発電の意外な面だろう。

しかし、事故後の対処の困難さや風評被害まで含めれば、あきらかにいままでのコストは軽く見積もられすぎていたということも顕^{あら}わになった。今後の日本のエネルギー戦略を考えるなら、自然エネルギーの高コストと見過ごされてきたリスク、核エネルギーの見過ごされてきた高コストと意外な安全度という前提で、冷静な議論がされるべきだろう。

(注1) スペック：仕様。機械などの構造や性能を表示したもの。

(注2) コンセンサス：意見の一致。合意。

[出典] この文章は、坂村健『不完全な時代 - 科学と感情の間で』角川書店、2011年より抜粋した。ただし、問題作成のため、一部を改変、または、省略している。また、一部の語句にルビを振った。

設問(1) 下線部(a)および(b)の「それ」は、何を指すか。本文から抜き出して、それぞれ 15 字以内で答えなさい。

設問(2) 「絶対安全」と「機能安全」の安全に対する考え方を、それぞれ 75 字以内で説明しなさい。

設問(3) 「絶対安全」から「機能安全」へと安全哲学が大転換したのはなぜか。50 字以内でまとめなさい。

設問(4) 下線部(c)「システム全体の安全度を上げるため、各構成要素の真の安全度情報を引き出し把握する」について、「各構成要素の真の安全度情報を引き出し把握する」ことが、なぜ「システム全体の安全度を上げる」ことに結び付くと著者は考えているのか。75 字以内で述べなさい。

設問(5) 太陽光等の「自然エネルギー発電」、石油等の「化石エネルギー発電」および「核エネルギー発電」の三つに関して、あなたの考えに基づき、「長所」と「短所」をそれぞれ 25 字以内で述べなさい。

設問(6) 福島第一原子力発電所の事故で問題となっている放射性同位体の「セシウム 137」の半減期は、約 30 年である。すなわち、「セシウム 137」は、初めの量の半分に減るまでに約 30 年、また、初めの量の 1/4 に減るまでに約 60 年かかる。それでは、「セシウム 137」が初めの量の 1/1024 に減るまでには、約何年を要するか。計算過程と計算結果を示しなさい。

問 2 つぎの文章と図表を読んで、後の設問(1)~(4)に答えなさい。

2017年度のCO₂排出量は11億9,020万トンCO₂^(注1)(2013年度比9.6%減少)であり、そのうち、発電及び熱発生に伴うエネルギー起源のCO₂排出量は11億1,100万トンCO₂でした。さらに、エネルギー起源のCO₂排出量の内訳を部門別に分けると、産業部門からの排出量は4億1,300万トンCO₂、運輸部門からの排出量は2億1,300万トンCO₂、業務その他部門からの排出量は2億700万トンCO₂、家庭部門からの排出量は1億8,600万トンCO₂でした。なお、地球温暖化対策計画^(a)では、2030年度におけるエネルギー起源CO₂の各部門の排出量の目安を、産業部門が4億100万トンCO₂、運輸部門が1億6,300万トンCO₂、業務その他部門が1億6,800万トンCO₂、家庭部門が1億2,200万トンCO₂と設定しています。

CO₂以外の温室効果ガス排出量については、メタン(CH₄)排出量は3,010万トンCO₂(2013年度比6.8%減少)、一酸化二窒素(N₂O)排出量は2,050万トンCO₂(同(①)%減少)、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)排出量は4,570万トンCO₂(同42.4%増加)、パーフルオロカーボン類(PFCs)排出量は350万トンCO₂(同(②)%増加)、六ふっ化硫黄(SF₆)排出量は210万トンCO₂(増減なし)、三ふっ化窒素(NF₃)排出量は50万トンCO₂(同68.8%減少)でした。

2017年度の森林等吸収源によるCO₂の吸収量^(b)は約5,570万トンCO₂でした。

(注1) トンCO₂：二酸化炭素その他の温室効果ガスの量を、それに相当する温室効果を有するCO₂の重量に換算した単位。

表1 日本の温室効果ガスの排出量

(単位：百万トン CO₂)

	2005 年度	2013 年度	2016 年度	2017 年度
二酸化炭素 (CO ₂)	1,293.5	1,317.3	1,208.3	1,190.2
メタン (CH ₄)	35.7	32.3	30.5	30.1
一酸化二窒素 (N ₂ O)	25.0	21.6	20.3	20.5
ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)	12.8	32.1	42.6	45.7
パーフルオロカーボン類 (PFCs)	8.6	3.3	3.4	3.5
六ふっ化硫黄 (SF ₆)	5.1	2.1	2.2	2.1
三ふっ化窒素 (NF ₃)	1.5	1.6	0.6	0.5

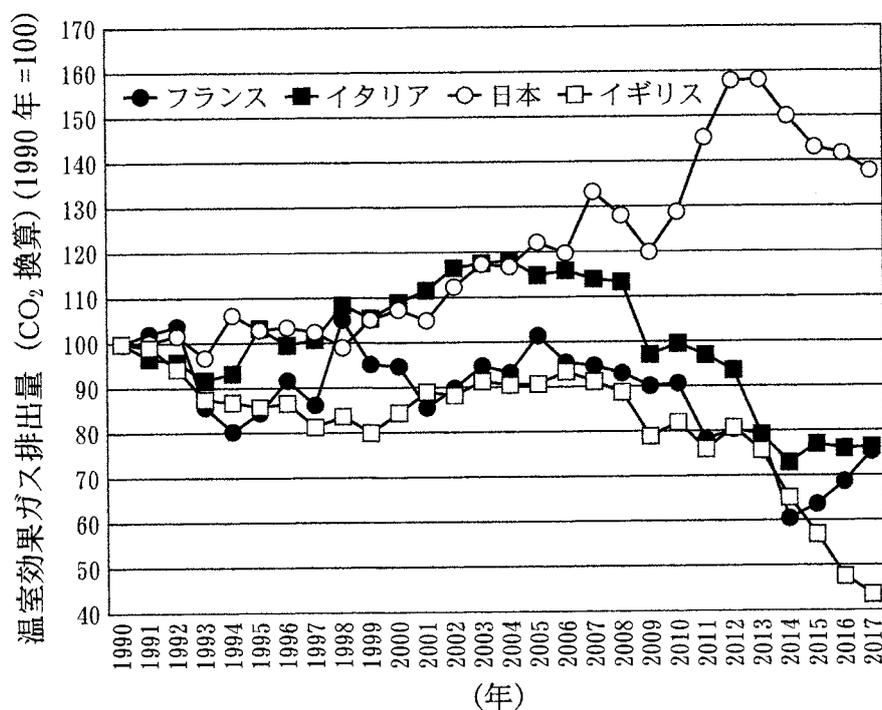


図1(a) 各国の「エネルギー産業」部門から排出される温室効果ガスの推移 (1990年を100として)

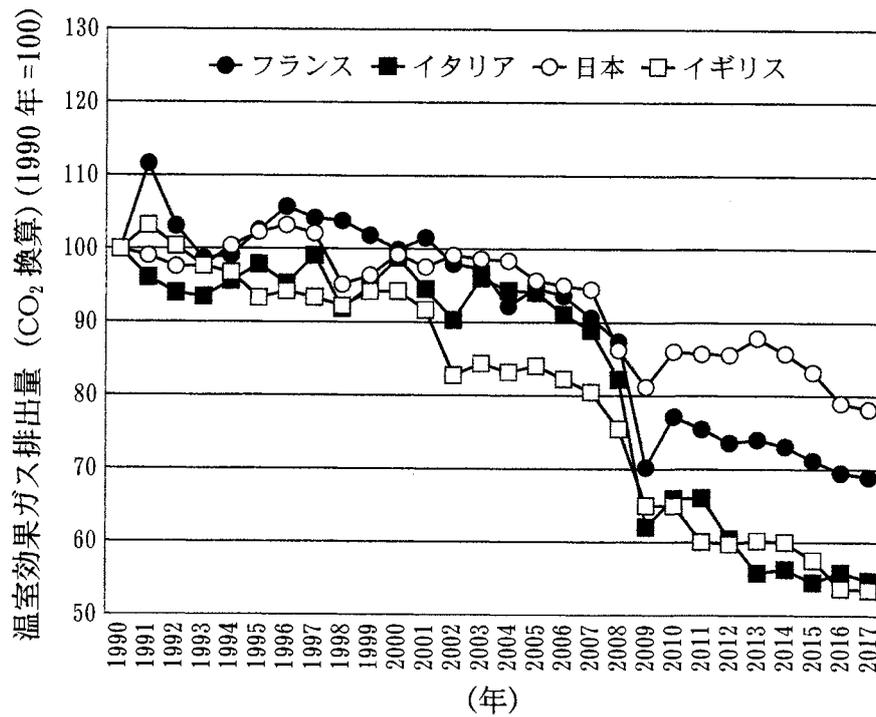


図 1(b) 各国の「製造業および建設業」部門から排出される温室効果ガスの推移 (1990 年を 100 として)

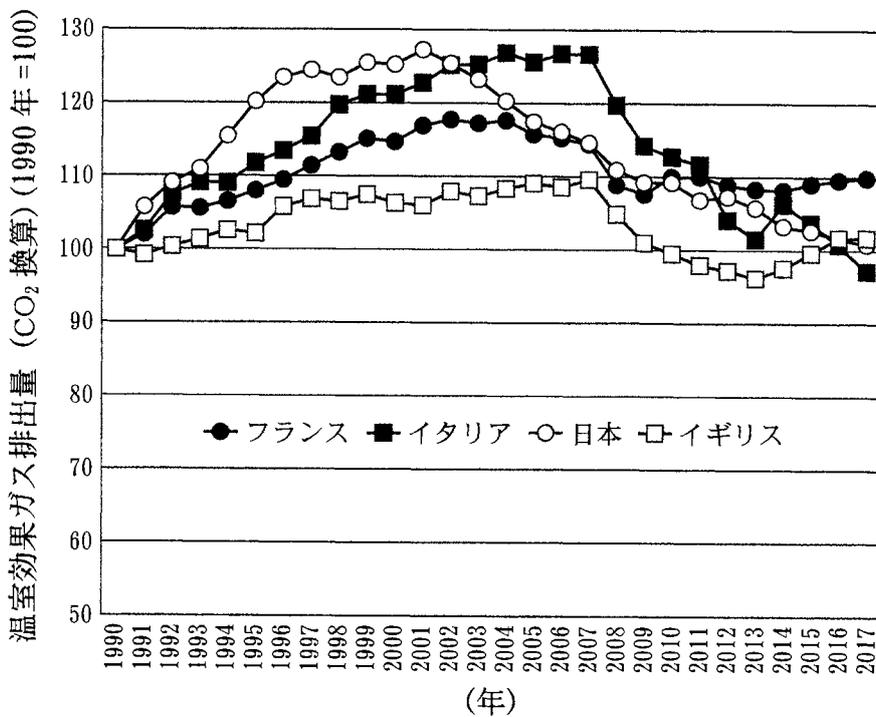


図 1(c) 各国の「運輸」部門から排出される温室効果ガスの推移 (1990 年を 100 として)

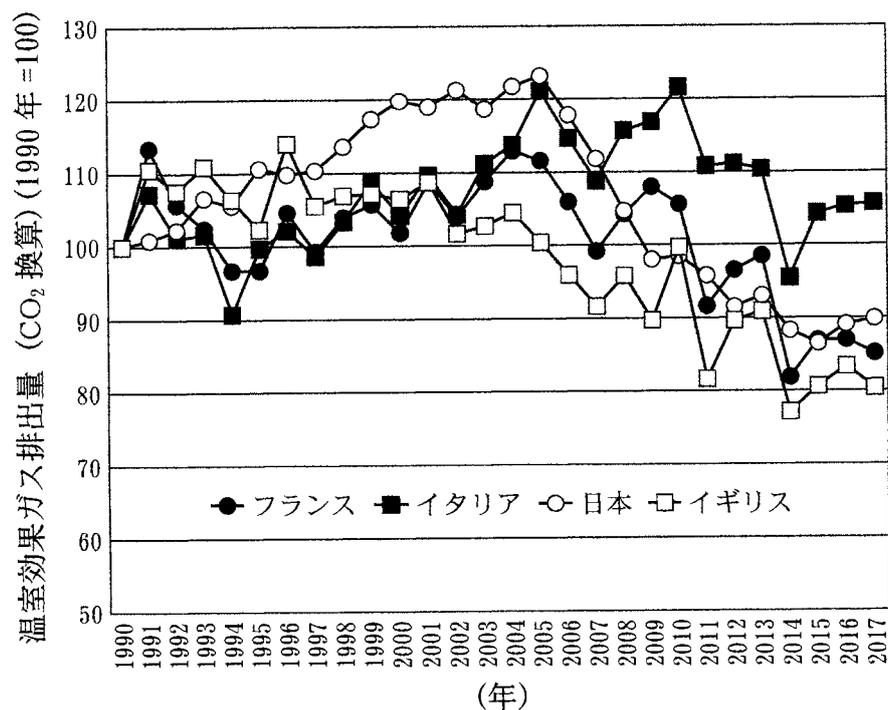


図1(d) 各国の「民生および農林業」部門から排出される温室効果ガスの推移（1990年を100として）

[出典] 本文および表は，環境省編『令和元年版 環境白書・循環型社会・生物多様性白書』（www.env.go.jp/policy/hakusho/r01/index.html），環境省サイト『2017年度（平成29年度）の温室効果ガス排出量』（www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/201729.html），図は国立環境研究所サイト『附属書I国のガス別分野別温室効果ガス排出量データ』（www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html）より作成した（以上のサイトへは2020年8月アクセス）。ただし，問題作成のため，一部を改変，または，省略している。

設問(1) 本文中の空欄 (①) および (②) に入る最も適当な値をそれぞれ答えなさい。ただし、小数点第二位以下を四捨五入して答えなさい。

設問(2) 下線部(a)「地球温暖化対策計画」の部門別目安に対して、2017年度時点で、エネルギー起源のCO₂の低減対策が最も遅れている部門は「家庭」部門である。この分野のCO₂排出量を低減するための技術や製品を一つ取り挙げ、その技術や製品をさらに普及・発展させるためにはどのような点を改善しなければならないと考えられるか、150字以内で述べなさい。

設問(3) 下線部(b)「森林等吸収源によるCO₂の吸収」について、なぜ森林等をCO₂の吸収源と見なせるのか、30字以内で説明しなさい。

設問(4) 図1(a)～(d)は、1990年から2017年までの、フランス、イタリア、日本、イギリス、以上各国の、諸部門から排出される温室効果ガスの推移を示したものである。これらのグラフから読み取ることができる(ア)～(エ)の事柄について、正しい場合は○、正しくない場合は×をつけなさい。

(ア) 「エネルギー産業」、「製造業および建設業」、「運輸」、「民生および農林業」の四部門のなかで、1990年に対する2017年の温室効果ガスの排出量が増加している国が最も多いのは「運輸」部門であり、温室効果ガスの排出量が減少している国が最も多いのは「民生および農林業」部門である。

(イ) 「製造業および建設業」部門の温室効果ガスの排出量の1990年から2017年までの減少率が最も大きいのはイギリスで、次にイタリアが続く。

(ウ) 四カ国における各部門の温室効果ガスの排出量の推移をみたとき、最も顕著に傾向が異なるのは日本の「エネルギー産業」部門の傾向である。

(エ) 1990年と2017年を比較して全ての部門で温室効果ガスの排出量が増加している国は一カ国もないが、全ての部門で減少している国は一カ国ある。