

平成 22 年度技術士第二次試験問題【応用理学部門】

必須科目 10 時～12 時 30 分

次の 3 問題（ - 1、 - 2、 - 3 ）から 1 問題を選び、応用理学部門の問題として解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙 3 枚以内にまとめよ。）

- 1 下記の資料は産業革命以前に人間活動が作り出した環境変化について述べた文章である。これを参考に、1) 産業革命以降に人間活動が作り出した環境変化について、性格の異なる事象を 3 つ挙げ、それぞれについて原因とその後の推移を含めて概要を説明せよ。2) 次にそれらのうち 1 つについて対応方策を提案し、あなたの専門の観点から、解決すべき技術課題を論ぜよ。

化石データに基づけばヒトとチンパンジーとの分岐は700～500万年前のアフリカとされる。直立二足歩行していた猿人 (*Australopithecus*) の多くの種は絶滅したが、その中から250万年前頃ホモ (*Homo*) 属がアフリカに出現した。石器と火を使うホモ・エレクトス (*Homo erectus*) は、100万年程前に世界各地へ拡散し独自のホモ族に進化した。多くは絶滅した。ミトコンドリアDNAを用いる研究結果からは、現生人類、ホモ・サピエンス (*Homo sapiens*) は20～15万年前にアフリカに出現し、世界各地に拡散したとされる。中近東から東アジアへ拡散した現生人類は当時陸橋 (land bridge) になっていたベーリング海を渡りアメリカ大陸へ拡散し、日本列島へは5万年ほど前に到達したと推定されている。その当時のヒトは高度な石器を使い集団で狩猟と採集を行っており、ヒトと環境との関わりはまだほかの動物と違いはなかった。

最終氷期が終わり温暖化し始めた1万年前頃から人口が爆発的に増加し（紀元前8000年頃の世界人口は800万人と推定されている）、狩猟による食料確保は危機に陥ったため、イネ科の植物の農耕が始まった。狩猟採集から農耕牧畜への転換はヒトの生活の定住化を促し、人口が増えたヒトの共同体生活では、言語、文字、技術、宗教など高度な文明をもつに至った。紀元前4000年頃に青銅器文明の時代に入り、地下資源の利用が始まると、人間と環境との関わりにも変化が出始めたが、地球全体への影響はまだ極めて微々たるものであった。地球上の各地に独自の文明をもつ国家社会ができ、紀元元年頃の世界人口は2億5000万人と推定されている。

<資料：野津憲治著『宇宙・地球化学』（朝倉書店 2010年）第11章第1節から抜粋>

- 2 図1～図5を参考として、我が国の科学技術予算及び技術水準の動向を他国との比較により分析せよ。また、応用理学部門の技術士としての専門性を活かした観点から、我が国の科学技術水準の向上戦略について3、あなたの考えを述べよ。

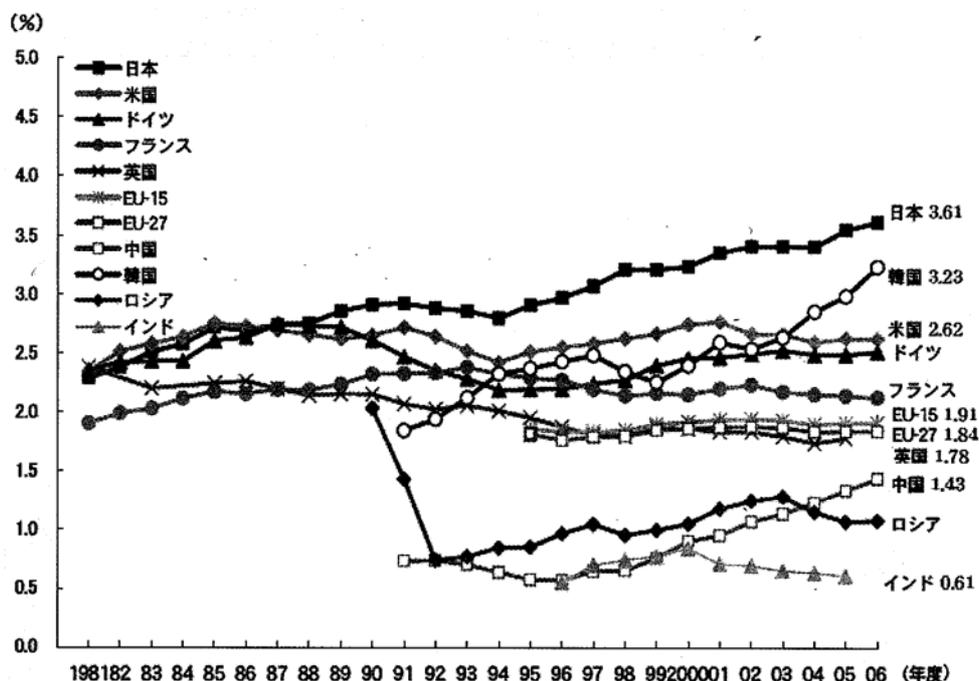


図1 主要国等の研究費の対GDP比の推移

注)

1. 国際比較を行うため、各国とも人文・社会科学を含めている（韓国を除く）。
2. 日本は、1996年度及び2001年度に調査対象産業が追加されている。
3. 米国の2005年度以降は暫定値である。フランスの2006年度は暫定値である。ドイツの2006年度は暫定値である。EU-27は、OECDの推計値である。
4. EU-15（15か国；ベルギー、ドイツ、フランス、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、デンマーク、アイルランド、英国、ギリシャ、ポルトガル、スペイン、オーストリア、フィンランド、スウェーデン）
5. EU-27（EU-15に加えて以下の12か国；キプロス、チェコ、エストニア、ハンガリー、ラトビア、リトアニア、マルタ、ポーランド、スロバキア、スロベニア、ブルガリア、ルーマニア）
6. 中国の1999年以前の値は、過小評価されたか、又は過小評価されたデータに基づいている。2000年の値は前年のデータとは継続性がない。

資料：日本は総務省統計局及び内閣府のデータを基に文部科学省で試算。

米国、ドイツ、フランス、イギリス、韓国、中国、ロシア：OECD「Main Science and Technology Indicators」

EU：Eurostat（欧州委員会統計局、以下略）ウェブサイトのデータベース、OECD「Main Science and Technology Indicators」

インド：UNESCO Institute for Statistics S&T database、世界銀行「World Development Indicators CD-ROM - 2007」

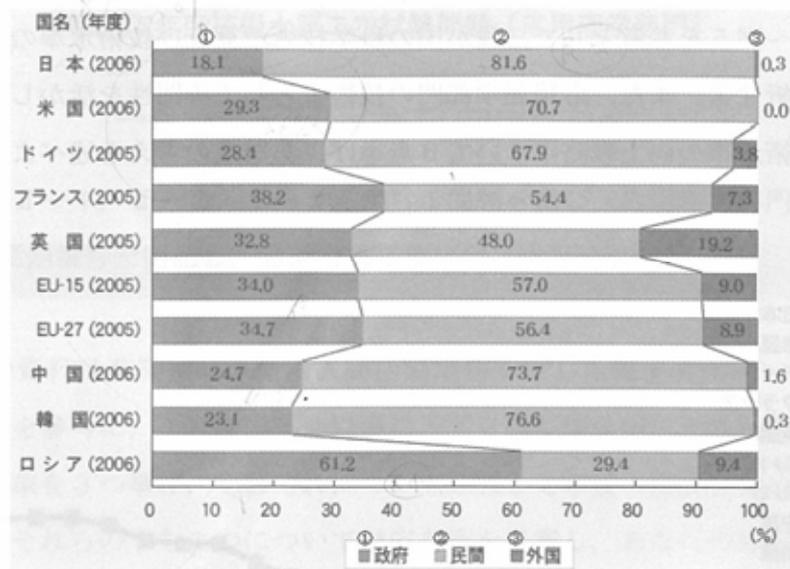


図2 主要国等における研究費の組織別負担割合

注)

1. 国際比較を行うため、韓国を除き各国とも人文・社会科学を含めている。
2. 米国の値は暫定値である。
3. 負担割合では政府と外国以外を民間とした。
4. EUの値はOECDの推計値である。

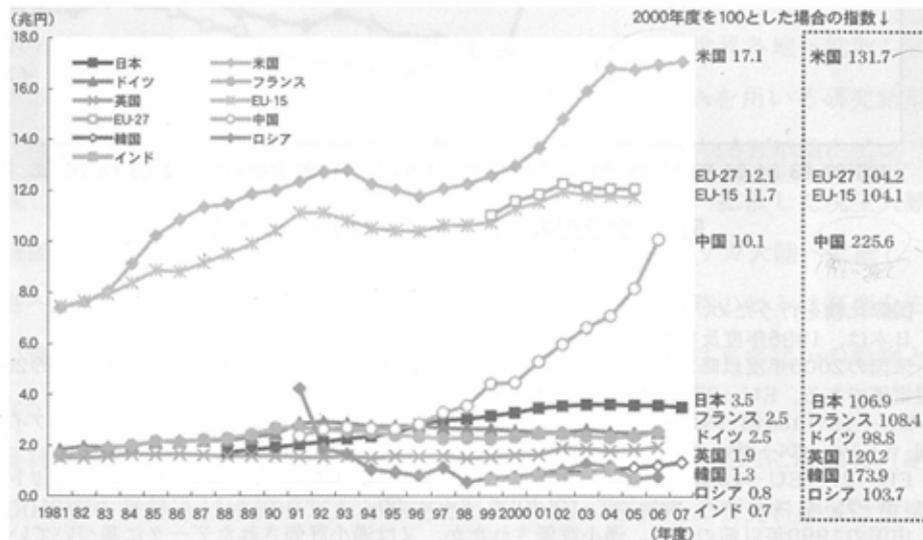


図3 主要国等における政府研究開発予算額の推移（購買力平価換算）

注)

1. 米国の2007年度は暫定値である。フランスの2006年度は暫定値である。ドイツの2006年度は暫定値である。
2. イギリスの2005年度及び2006年度は暫定値である。韓国の2006年度及び2007年度は暫定値である。
3. EUはEurostatの推定値である。インドの予算には、科学技術及び環境を含む。
4. 邦貨への換算はOECD購買力平価による（2007年度の値は推計値）。ただしインドはOECD購買力平価が存在しないため、世界銀行の購買力平価を用いている。
5. 世界銀行の2005年の購買力平価は2007年12月に修正されたため、インドの2005年度の予算は2004年以前よりも低くなっている。インドについては2000年度を100とした場合の指数を算出していない。

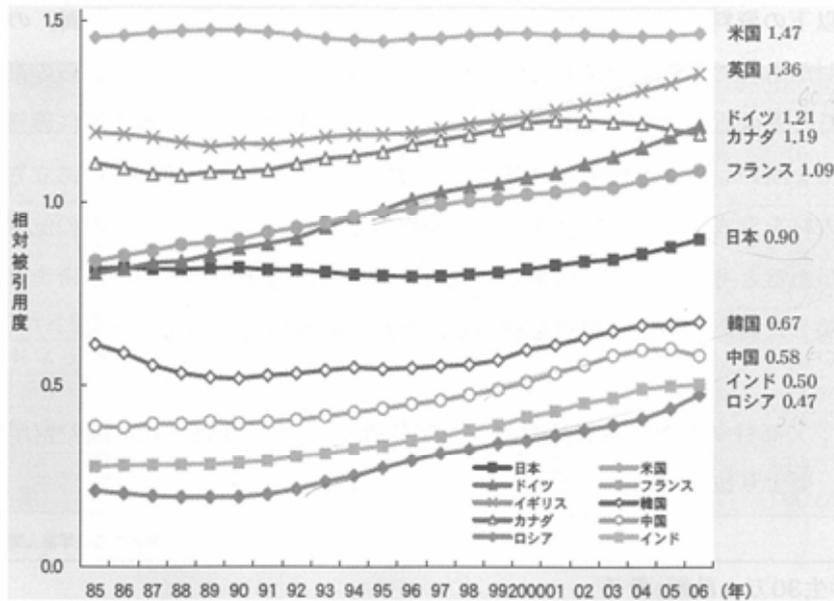


図4 主要国の論文の相対被引用度の推移

注)

1. 相対被引用度とは、各国の論文の被引用度（論文1編当たりの被引用回数）を、世界全体の被引用度で除して基準化した値であり、1.0であれば世界平均の被引用度であることを示す。
2. 人文社会科学分野は除く。
3. 各年の値は、引用データを同列に比較するため、5年間累積値（5-year-window data）を用いている。例えば1985年の値は1981～1985年の累積値となっている。
4. 複数の国の間の共著論文は、それぞれの国に重複計上した。

資料：The Thomson corporation, "National Science Indicators, 1981-2006 (standard version)" を基に文部科学省で集計

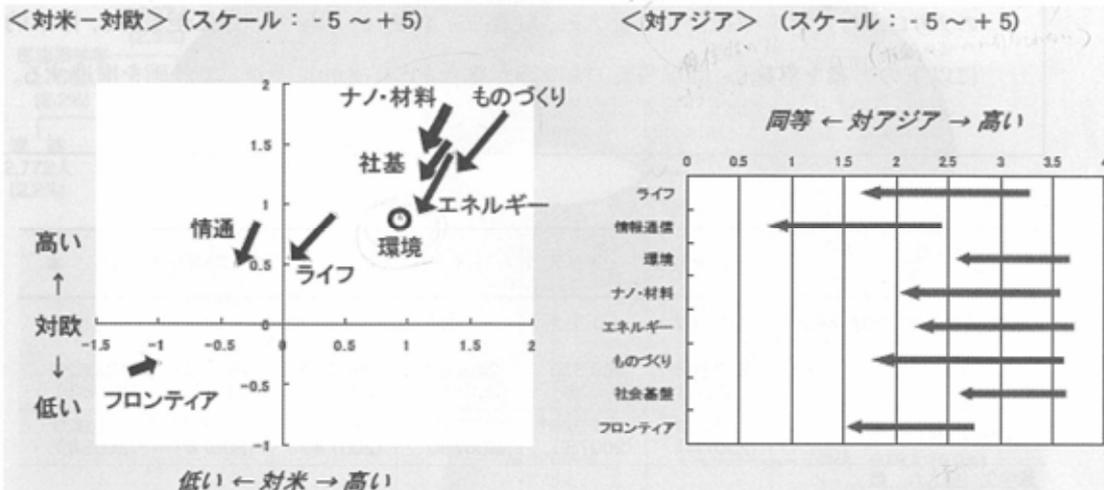


図5 米国・欧州及びアジアと比較した我が国の技術水準

注)

1. 図表中の矢印の起点が「現在」、終点が「5年後」を示す。
 2. 数字が大きい方が「水準が高い」ことを示す（0は同等）。
- 資料：科学技術政策研究所「科学技術分野の課題に関する第一線級研究者の意識定点調査（分野別定点調査2006）報告書（2007年10月）」

- 3 以下の資料は、平成20年7月にまとめられた「留学生30万人計画」の骨子の一部を引用したものである。今後の労働力人口の減少の対策として、海外からの高度な人材を獲得することは重要な課題である。このために優秀な留学生を戦略的に獲得して、我が国の文化を高いレベルで理解した外国人を育成すること、国際的な視点に立ち活躍できる優秀な人材を育成することは、グローバル化の進む世界の中での我が国の位置づけに大きな影響があると考えられる。留学生の現状を考察し、応用理学部門の技術士としての専門性を生かした観点から、問題点を抽出し、それに対する対応策を述べよ。

参考資料：文部科学省高等教育局学生・留学生課平成21年度版 我が国の留学生制度の概要より抜粋

「留学生30万人計画」骨子	
趣 旨	
①	日本を世界により開かれた国とし、アジア、世界との間のヒト、モノ、カネ、情報の流れを拡大する「グローバル戦略」を展開する一環として、2020年を目途に留学生受入れ30万人を目指す。その際、高度人材受入れとも連携させながら、国・地域・分野などに留意しつつ、優秀な留学生を戦略的に獲得していく。また、引き続き、アジアをはじめとした諸外国に対する知的国際貢献等を果たすことにも努めていく。
②	このため、我が国への留学についての関心と呼び起こす動機づけから、入試・入学・入国の入り口から大学等や社会での受入れ、就職など卒業・修了後の進路に至るまで、体系的に以下の方策を実施し、関係省庁・機関等が総合的・有機的に連携して計画を推進する。

区分 \ 国名	アメリカ合衆国	イギリス	ドイツ	フランス	オーストラリア	日 本
高等教育機関在学者数 (千人)	10,797	1,513	1,979	2,217	1,029	3,516
留学生 (受入れ) 数 (人)	623,805 (2007年)	389,330 (2007年)	246,369 (2007年)	260,596 (2007年)	294,060 (2007年)	123,829 (2008年)
国費外国人留学生数 (人)	3,282 (2007年)	11,025 (2007年)	5,869 (2007年)	11,891 (2007年)	2,679 (2007年)	9,923 (2008年)
留学生 (受入れ) 数 高等教育機関在学者数 (%)	5.8	25.7	12.4	11.7	28.6	3.5

注) 文部科学省、日本学生支援機構、Institute of International Education (米)、Higher Education Statistics Agency (英)、ドイツ連邦統計庁、Deutscher Akademischer Austausch Dienst (独)、フランス教育省、フランス外務省、Australian Education International (豪) 調べ

表 1 主要国における受け入れの状況

国・地域名	留学生数 (人)		構成比	
中 国	72,766	(1,794)	58.8%	(18.1%)
韓 国	18,862	(930)	15.2%	(9.4%)
台 湾	5,082	(0)	4.1%	(0.0%)
ベ ト ナ ム	2,873	(574)	2.3%	(5.8%)
マ レ ー シ ア	2,271	(238)	1.8%	(2.4%)
タ イ	2,203	(564)	1.8%	(5.7%)
ア メ リ カ 合 衆 国	2,024	(127)	1.6%	(1.3%)
イ ン ド ネ シ ア	1,791	(690)	1.4%	(7.0%)
バ ン グ ラ デ シ ュ	1,686	(466)	1.4%	(4.7%)
ネ パ ー ル	1,476	(123)	1.2%	(1.2%)
そ の 他	12,795	(4,417)	10.3%	(44.5%)
計	123,829	(9,923)	100.0%	(100.0%)

() は国費外国人留学生数で内数

表2 出身地・地域別留学生数 (平成20年5月1日現在)

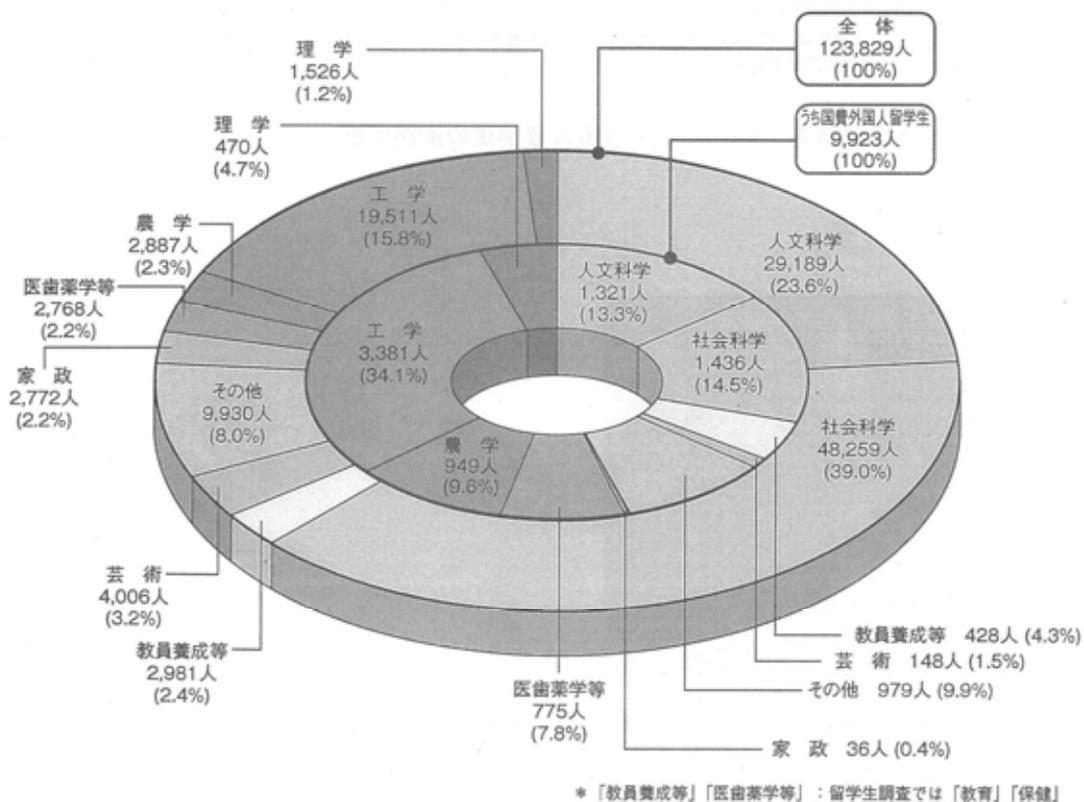


図1 専攻分野別留学生数 ※大学・専門学校等の在籍者に限る (平成20年5月1日現在)

(上段:留学生数(人)/下段:構成比(%))

進路 在学段階	日本国内				出身国(地域)				日本・出身国(地域)以外				小計	不明	卒業(修了) 留学生総数
	就職	進学	その他	計	就職	進学	その他	計	就職	進学	その他	計			
博士課程	747 (32.7)	77 (3.4)	309 (13.5)	1,133 (49.6)	707 (31.0)	7 (0.3)	350 (15.3)	1,064 (46.6)	65 (2.8)	6 (0.3)	14 (0.6)	85 (3.7)	2,282 (100.0)	285	2,567
修士課程	2,261 (36.2)	1,479 (23.7)	716 (11.5)	4,456 (71.3)	842 (13.5)	34 (0.5)	857 (13.7)	1,733 (27.7)	16 (0.3)	25 (0.4)	21 (0.3)	62 (1.0)	6,251 (100.0)	604	6,855
専門職 学位課程	66 (44.3)	11 (7.4)	12 (8.1)	89 (59.7)	47 (31.5)	0 (0.0)	12 (8.1)	59 (39.6)	1 (0.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.7)	149 (100.0)	25	174
大学(学部)	4,503 (40.2)	3,023 (27.0)	1,258 (11.2)	8,784 (78.3)	642 (5.7)	17 (0.2)	1,674 (14.9)	2,333 (20.8)	21 (0.2)	48 (0.4)	29 (0.3)	98 (0.9)	11,215 (100.0)	844	12,059
短期大学	156 (20.3)	413 (53.6)	52 (6.8)	621 (80.6)	40 (5.2)	1 (0.1)	102 (13.2)	143 (18.6)	1 (0.1)	3 (0.4)	2 (0.3)	6 (0.8)	770 (100.0)	17	787
高等専門学校	2 (1.3)	145 (94.8)	2 (1.3)	149 (97.4)	0 (0.0)	1 (0.7)	2 (1.3)	3 (2.0)	0 (0.0)	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.7)	153 (100.0)	1	154
専修学校 (専門課程)	1,925 (21.5)	4,757 (53.1)	719 (8.0)	7,401 (82.6)	423 (4.7)	72 (0.8)	1,019 (11.4)	1,514 (16.9)	7 (0.1)	28 (0.3)	14 (0.2)	49 (0.5)	8,964 (100.0)	173	9,137
準備教育課程	24 (1.3)	1,589 (83.6)	22 (1.2)	1,635 (86.0)	56 (2.9)	51 (2.7)	159 (8.4)	266 (14.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1,901 (100.0)	0	1,901
計	9,684 (30.6)	11,494 (36.3)	3,090 (9.8)	24,268 (76.6)	2,757 (8.7)	183 (0.6)	4,175 (13.2)	7,115 (22.5)	111 (0.4)	111 (0.4)	80 (0.3)	302 (1.0)	31,685 (100.0)	1,949	33,634

- (注) 1. 構成比は、小計に対する割合である。
2. 「その他」には、卒業(修了)後引き続き就職活動中の者等を含む。
(平成19年度から新たに「日本国内」「出身国(地域)」「日本・出身国(地域)以外」に分けて調査した。)
3. 「不明」とは、進路がわからない者をいう。
4. 卒業(修了)留学生総数には、標準修業年限を越えて在学した者を含む。
5. 「博士課程」には、単位取得退学者を含む。

表3 平成19年度に卒業(修了)した外国人留学生の進路状況

国・地域名	留学生数(人)
アメリカ合衆国	35,282
中国	18,363
イギリス	6,200
オーストラリア	3,305
ドイツ	2,377
台湾	2,188
フランス	2,112
カナダ	1,812
韓国	1,212
ニュージーランド	1,036

アメリカ合衆国はIIE「OPEN DOORS」、中国は中国教育部、台湾は台湾教育部、イギリス、オーストラリア、ドイツ、フランス、カナダ、韓国、ニュージーランドはOECD「Education at a Glance」による。

表4 日本人の主な留学先・留学生数(2006年)

平成 22 年度技術士第二次試験問題【応用理学部門】

選択科目【17 - 1】物理及び化学

次の 2 問題(- 1 , - 2)について解答せよ。

- 1 次の 5 設問のうち 3 設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,それぞれ 1 枚以内にまとめよ。)

-1-1 半導体集積回路の製造に用いられる光リソグラフィ技術について,その原理と装置の概略を説明せよ。また,加工可能な最小線幅を決める物理的要因を述べよ。

-1-2 大気中の温室効果ガスの検出法を 1 つ挙げ,その原理を説明せよ。また,取り上げた検出法の長所と短所を述べよ。

-1-3 周期ポテンシャル中の 1 電子の波動関数に関するブロッホの定理について,1 次元系を例にとり,説明せよ。また,この定理から導かれる重要な現象を 1 つ挙げて説明せよ。

-1-4 薄膜の作製方法を 2 つ挙げ,その方法に用いられる原料,薄膜の形成過程,薄膜の特性などを説明せよ。また,その作製方法の特徴を比較せよ。

-1-5 有機化合物の分析法の 1 つに核磁気共鳴分光法がある。核磁気共鳴分光法の原理を述べ,その特長と問題点を挙げよ。

-1-6 導電性を示す高分子材料には,大きく分けてイオン伝導性のものと電子伝導性のものの 2 つのタイプがある。それぞれについて導電性が発現する機構を説明せよ。次に,それぞれの材料に適した用途を述べよ。

- 2 次の3設問のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3枚以内にまとめよ。)

-2-1 2011年7月に,地上波テレビ放送はすべてデジタル化される。従来のアナログ放送では,主にVHF帯の周波数の電波を利用していた。デジタル放送ではUHF帯の電波を用いる。この周波数の違いによって,テレビ放送を受信する場合に起こりうる障害に関して,2つ例を挙げて説明せよ。また,それらの障害を解決する方策に関して意見を述べよ。

-2-2 石油・石炭・天然ガスといった化石燃料には,エネルギー源のほかに有機化学品・高分子材料の原料という重要な役割もある。それらの材料の利便性を放棄することなくポスト化石燃料時代を迎えるには,生産プロセスの転換が求められる。これについて以下の問いに答えよ。

(1)化石燃料から得られる有機化学品・高分子材料を1つ挙げて,その分子構造を示し,生産プロセスを説明せよ。

(2)化石燃料がない場合に(1)で挙げた材料を得るための原料とプロセスを提案せよ。その際の問題点を指摘し,その解決策を述べよ。

-2-3 太陽電池の原理を説明し,再生可能エネルギーを用いたその他の発電法と比較して,その特徴を述べよ。さらに,発電効率を高めるための改良点について述べよ。

平成 22 年度技術士第二次試験問題【応用理学部門】

選択科目【17 - 2】地球物理及び地球化学

次の 2 問題 (- 1、 - 2) について解答せよ。

- 1 次の 6 設問のうち 3 項目を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ 1 枚以内にまとめよ。)

I-1-1 地球上で運動している空気塊に作用する力を 4 つ挙げよ。また、これらの力のうち 2 つが近似的に釣り合った状態である地衡風平行と静力学 [静水圧] 平衡について概要を述べよ。

I-1-2 2010 年 2 月末、南米のチリ沿岸で起こった地震により津波が発生した。海を伝わる波動としての津波の特徴について、海上風によって発生する風浪との違いに焦点を当てて説明せよ。

I-1-3 地震の震源と震源域についてそれぞれどういうものか述べよ。次に、震源の一と震源域の面積の推定方法についてそれぞれ述べよ。

I-1-4 GPS に使用されている座標系は世界測地系である。この測地系の特徴・利点を述べ、準拠楕円体の位置・方向を実際の地球とどのように結合しているか説明し、さらに旧日本測地系との原理的な相違について述べよ。

I-1-5 地中の熱資源は、様々な分野に利用されている。地温が高いか低いか、地下水や地熱流体 (温度の高い地下水) が豊富かどうかなど、対象とする調査領域の特徴による熱資源の利用方法を 1 つ挙げて説明せよ。次に、熱資源の調査方法には、地球物理学的手法と地球化学的手法があるが、取り上げた熱資源の利用方法について、どちらかの調査手法の一例を挙げて概要を説明し、その手法の長所、短所を述べよ。

I-1-6 地球の過去の歴史の中で大気が二酸化炭素に富んでいた時期があると推定されている。その根拠を、二酸化炭素の物理的科学的性質を踏まえて論ぜよ。

- 2 次の2設問のうち1設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 自然災害(地震、火山噴火、水害、津波、高潮、土砂災害等)による被害をあらかじめ予測し、その被害範囲や被害程度等を地図上に表したものをハザードマップと呼ぶ。あなたの専門分野に関連する自然災害を選び、その自然災害のハザードマップについて、(1)概要、(2)作成方法及び(3)どのように防災に役立つかの事例、をそれぞれ述べよ。次に(4)一般にハザードマップの作成、普及や利用に伴う問題点を論ぜよ。

I-2-2 日本の開発途上国への技術協力は、技術の移転という観点に加え、今後の日本の長期にわたる経済発展を追及する観点からも重要と考えられる。あなたの専門とする分野で、

(1) 開発途上国への移転に適していると考えられる技術は何か、協力を進める上での当該技術の課題とその解決策を述べよ。

(2) 日本の経済発展の観点を含み、(1)の技術協力をより有効にするための方策を提案せよ。

(3) さらに、あなたがこの協力に関連して技術士として貢献できる内容について述べよ。

平成 22 年度技術士第二次試験問題【応用理学部門】

選択科目【17 - 3】地質

次の 2 問題 (- 1、 - 2) について解答せよ。

- 1 次の 10 項目の中の I-1-1 ~ I-1-2 から 1 項目、I-1-3 ~ I-1-10 から 2 項目、合わせて 3 項目を選び、それぞれの項目について定義及び内容を解説し、次に、応用理学部門地質科目の技術士の立場から考えるところを述べよ。(項目ごとに答案用紙を替えて解答項目番号を明記し、それぞれ 1 枚以内にまとめよ。)

I-1-1 シーケンス層序学	1 項目を選択
I-1-2 ジオパーク	
I-1-3 地山強度比	2 項目を選択
I-1-4 ダム基礎岩盤の原位置せん断試験	
I-1-5 広域地盤沈下	
I-1-6 斜面の動態観測	
I-1-7 現場透水試験	
I-1-8 砂岩型ウラン鉱床	
I-1-9 微動アレイ探査	
I-1-10 ナチュラルアナログ	

- 2 次の 8 設問の中から 1 設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3 枚以内にまとめよ。)

I-2-1 山岳工法でトンネルを計画する場合に予測される特殊な地山条件を 2 つ挙げ、それぞれの状況を説明した上で、その調査方法と調査から得なければならない情報、更にその特殊な地山条件に対して計画時に考慮しておかなければならない補助工法について述べよ。

I-2-2 軟岩を成因的に 3 つに区分し、その地質工学特性を整理するとともに、重力式コンクリートダムの基礎岩盤として課題となる項目及び対応策等を述べよ。

I-2-3 土質試験の基本的な原位置試験の一つである標準貫入試験について、以下の項目について述べよ。

- (1) 試験方法
- (2) N 値
- (3) N 値の補正

- 1-2-4 広い範囲にわたって道路・民家などに地すべりによると思われる変形が生じた。地表踏査を行った結果、地すべりブロックの境界は不明瞭であった。数本のボーリング調査を行い、地中変位を測定したところ、深度50mを超える地すべり面が確認された。このような場合、調査・対策を行う上で考慮すべき事項を4つ挙げその理由を述べよ。また、考えられる対策工事を3つ挙げ、その留意事項と施工順序に関する留意点について述べよ。
- 1-2-5 花崗岩分布域の水理地質構造モデルを作成するために、水理地質調査の手法を段階的にまとめるとともに、技術的課題及び今後の展開について述べよ。
- 1-2-6 ピークオイル (peak oil) について、その概念と意味するものを説明し、問題点を挙げるとともにピークオイル到達時期を遅らせる方法についてあなたの考えを述べよ。
- 1-2-7 反射法地震探査と屈折法地震探査について、データ取得・処理・解析方法を説明し、両者の長所・短所と具体的利用方法について述べよ。
- 1-2-8 記録の照合により、ある工場において数年間にわたり燃料油の補給量が使用量を上回っていたことが明らかになった。これを契機に地下油送配管を点検したところ、配管の損傷が発見され、油が土壤に漏れていることが確認された。また、現地調査の結果、工場敷地内の井戸にも油膜の存在が確認された。
このような場合、油汚染問題の基本的な考え方を述べ、基本的な調査の流れについて4項目以上を挙げて説明せよ。また、対策目標を拡散防止と油含有土壤の浄化とした場合の対策工事を2つずつ挙げ、適用性又は留意点を述べよ。