

総合問題（生物資源産業学部）

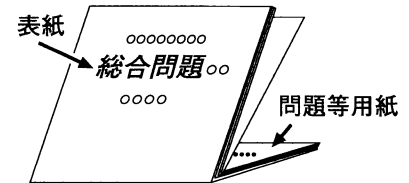
952

（後期日程）

表紙も問題・解答用紙もすべて  
表面のみに印刷している。

（注意事項）

- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は13枚、下書き用紙は1枚である。  
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、解答用紙の指定された解答箇所を書くこと。  
指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。  
また、裏面に解答したものも採点しない。
- 4 解答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 下書き用紙を含め、配付した用紙はすべて回収する。



## 総合問題 952 その1

第1問 次の文章を読み、以下の問い（問1～6）に答えよ。

第4周期金属の金属片 A, B, C, D がガラスの試薬瓶にそれぞれ保管されていた。A のみ灯油の中に保管されていた。これらの金属が何かを明らかにするために、次の実験を行い、以下の結果が得られた。

実験1：全ての金属片をそれぞれ水に加えた（A を水に加える際には、ピンセットを用いて灯油から取り出し、ナイフで切断した）。その結果、A と B は水と激しく反応して溶解し、同じ気体が発生したが、C と D は水と反応しなかった。

実験2：C を実験1で作製した A または B の水溶液に加えた。その結果、C はどちらにも反応して溶解した。

実験3：C と D をそれぞれ希塩酸に加えた。その結果、C は希塩酸と反応して溶解したが、D は希塩酸とは反応しなかった。

実験4：D を希硝酸および濃硝酸にそれぞれ加えた。その結果、どちらにも反応して溶解した。

問1 A と考えられる金属の元素記号および A が灯油中で保管されていた理由を述べよ。

問2 B と考えられる金属の元素記号および下線部の気体の名称を答えよ。

問3 実験2および実験3において、C が溶解した理由を述べよ。

問4 実験2で作製した C の水溶液に硫化水素を通じたところ、白色の沈殿が発生した。C と考えられる金属の元素記号および白色の沈殿の名称を答えよ。

問5 試薬瓶をよく観察すると、試薬瓶のフタに付着した D は空気にさらされて緑青色に変色していた。D と考えられる金属を元素記号で答えよ。

問6 実験4の反応をそれぞれ化学反応式で表せ。

総合問題 952 その2

(第1問の解答)

問 1	元素記号		理由	
--------	------	--	----	--

問 2	元素記号		気体の名称	
--------	------	--	-------	--

問 3				
--------	--	--	--	--

問 4	元素記号		沈殿の名称	
--------	------	--	-------	--

問 5	元素記号	
--------	------	--

問 6	希硝酸との反応	
	濃硝酸との反応	

## 総合問題 952 その3

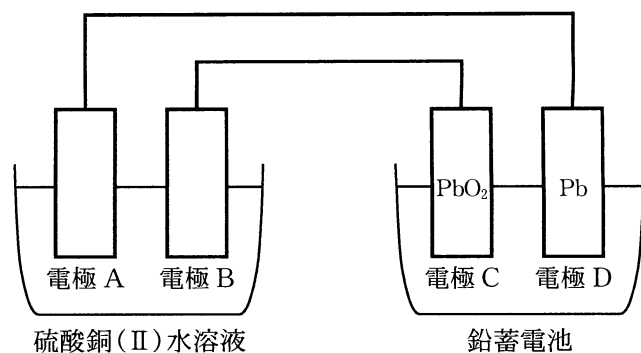
**第2問** 銅や鉄の性質や製造方法について、次の文章を読み、以下の問い（問1～3）に答えよ。ファラデー定数  $F$  は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。原子量は次の値を使うこと。（O：16，S：32，Cu：64，Pb：207）

銅の単体は特有の赤色光沢をもつ金属である。展性・延性の大きい金属で、電気や熱の伝導率が大きく、導線や鍋などに使われる。また、スズや亜鉛などとの合金である（ア）や、ニッケルとの合金である（イ）なども様々な用途に使用されている。銅は銅鉱石から得られる純度約99%の粗銅から、より純度の高い銅を得るために電気分解による精錬を経て製造する。

鉄は赤鉄鉱（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）や磁鉄鉱（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）などの鉄鉱石を高炉内に入れ、下から熱風を送るとコークスの燃焼から生じる一酸化炭素で還元することにより単体の鉄を得ている。高炉内で得られる鉄は（ウ）といい、約4%の炭素を含み、硬いがもろい。（ウ）を転炉に移して酸素を吹き込み、酸化により炭素含有量を減らすと（エ）となる。鉄は空気中では酸化して錆びるため、クロムやニッケルなどの合金である（オ）として用いられることが多い。また、鉄は希硫酸や塩酸とは反応するが、濃硝酸とは（カ）になるため反応が進行しない。

問1 文章中の（ア）～（カ）に適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)の銅の電解精錬に関する図を下に示す。鉛蓄電池を外部電源に利用しているものとし、次の問いに答えよ。



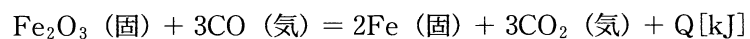
小問1 粗銅板は電極 A および電極 B のどちらであるかを答えよ。

小問2 電極 A, B, C, D で起こった化学反応のイオン反応式（電子  $e^-$  を含む）をそれぞれ答えよ。

小問3 鉛蓄電池を2時間40分50秒放電したところ、平均して2.0 A の電流が流れた。電極 C は何 g 増加したか、またその際に純銅板が何 g 増加したかを答えよ。

小問4 粗銅に含まれる Cu 以外の金属元素には、粗銅板の下に沈殿するものや陽イオンとなって溶けだすものがある。たとえば、Zn, Pb, Au が粗銅に含まれていた際に、それぞれがどのような挙動を示すかを選択し（沈殿するまたは沈殿しないに○をつけよ）、その理由を述べよ。

問3 下線部(b)の反応を示した次式の反応熱  $Q$  の値を求めよ。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ （固）、 $\text{CO}_2$ （気）、 $\text{CO}$ （気）の生成熱はそれぞれ  $824 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $111 \text{ kJ/mol}$  とする。



## 総合問題 952 その4

(第2問の解答)

問 1	ア	イ	ウ
	エ	オ	カ

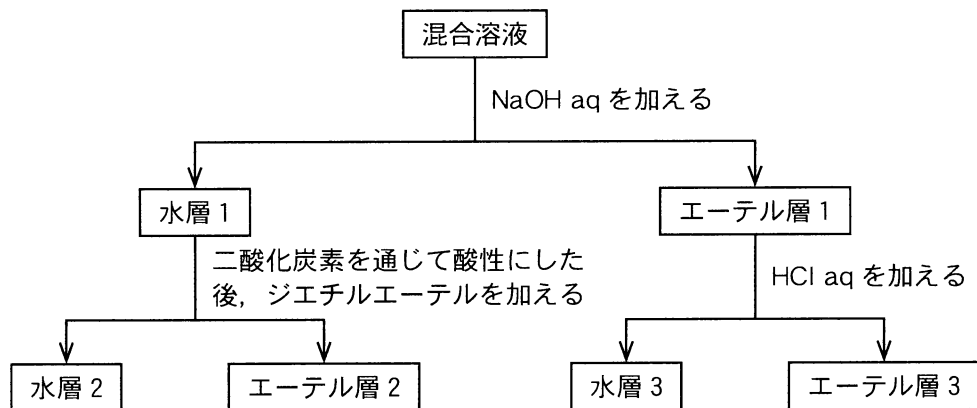
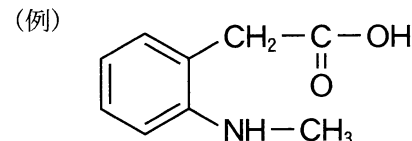
問 2	小問 1					
	小問 2	電極 A				
		電極 B				
		電極 C				
		電極 D				
	小問 3	電極 C		純銅板		
	小問 4	Zn	沈殿する 沈殿しない	理由		
		Pb	沈殿する 沈殿しない	理由		
		Au	沈殿する 沈殿しない	理由		

問 3	
--------	--

小計		点
----	--	---

## 総合問題 952 その5

**第3問** アニリン、サリチル酸、フェノール、ベンジルアルコールをジエチルエーテルに溶解させた混合溶液を、下図に従って分離した。以下の問い（問1～6）に答えよ。なお、構造式は例にならって表すこと。



問1 エーテル層2とエーテル層3のそれぞれから得られる化合物の薄い水溶液に、黄褐色の塩化鉄(Ⅲ)の薄い水溶液を加えたときの色の変化について適切なものを、次の①～⑥から選べ。

- ① 白色になる    ② 緑色になる    ③ 赤色になる    ④ 紫色になる    ⑤ 黒色になる    ⑥ 呈色しない

問2 水層2に含まれる化合物について、その状態での化合物の名称と構造式を答えよ。

問3 以下の(ア)～(エ)に適切な語句を答えよ。

水層2に塩酸を加えると(ア)が得られる。(ア)とメタノールに濃硫酸を加えて加熱すると、(イ)が生成する。(イ)は芳香のある無色の油状の液体で、(ウ)として外用塗布薬に用いられる。また、(ア)をアセチル化した(エ)は、解熱鎮痛剤に用いられる。

問4 水層3に含まれる化合物について、その状態での化合物の名称と構造式を答えよ。

問5 水層3を氷で冷やしながらかリウム硝酸ナトリウムを加えると、化合物Aが得られた。化合物Aの水溶液を温めると、気体Bが生成した。気体Bが生成するときの化学反応式を答えよ。

問6 エーテル層3から得られる化合物5.4gと酢酸3.0gに触媒の濃硫酸を加えて加熱すると、化合物Cが4.5g得られた。化合物Cが生成するときの化学反応式を答えよ。また、化学反応式より理論的に得られる化合物Cの量に対する、実際の反応で得られた化合物Cの量の割合(%)を答えよ。なお、原子量は次の値を使うこと。(H:1.0, C:12.0, N:14.0, O:16.0)

総合問題 952 その6

(第3問の解答)

問 1	エーテル層2から得られる化合物の水溶液		エーテル層3から得られる化合物の水溶液	
--------	---------------------	--	---------------------	--

問 2	名称		構造式	
--------	----	--	-----	--

問 3	ア		イ	
	ウ		エ	

問 4	名称		構造式	
--------	----	--	-----	--

問 5				
--------	--	--	--	--

問 6				
	理論値に対する割合		%	

小計	点
----	---

## 総合問題 952 その7

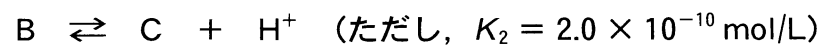
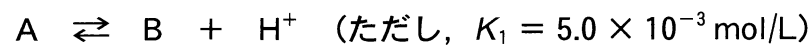
**第4問** 次の文章を読み、以下の問い（問1～4）に答えよ。

$\alpha$ -アミノ酸は、分子中の同じ炭素原子に酸性の（ア）基と塩基性の（イ）基が結合した化合物である。アミノ酸の結晶を純水に溶かすと、（ウ）イオンとなって溶け、電離平衡の状態<sup>(a)</sup>で存在し、溶液のpHにより各イオンの割合が変化する。アミノ酸の水溶液があるpHになると、溶液全体の電荷が0になる。<sup>(b)</sup>このときのpHをそのアミノ酸の（エ）という。

1つのアミノ酸の（ア）基と、別のアミノ酸の（イ）基との間で脱水縮合が起こると、アミド結合ができる。このように、アミノ酸どうしから生じたアミド結合を、特にペプチド結合という。ペプチド結合をもつ物質をペプチド、2分子のアミノ酸の縮合で生じたペプチドをジペプチド、3分子のアミノ酸の縮合で生じたペプチドをトリペプチド、多数のアミノ酸の縮合で生じたペプチドをポリペプチド<sup>(c)</sup>という。

問1 文章中の（ア）～（エ）に適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)に関連し、グリシンは水溶液中では、pHの低い方から高い方へ順にA、B、Cの3種類の形で存在し、次の電離平衡が成立する。次の問いに答えよ。



小問1 A、B、Cの構造式をそれぞれ書け。

小問2 電離定数  $K_1$ 、 $K_2$  を各成分のモル濃度  $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ 、 $[H^+]$  を用いて表せ。

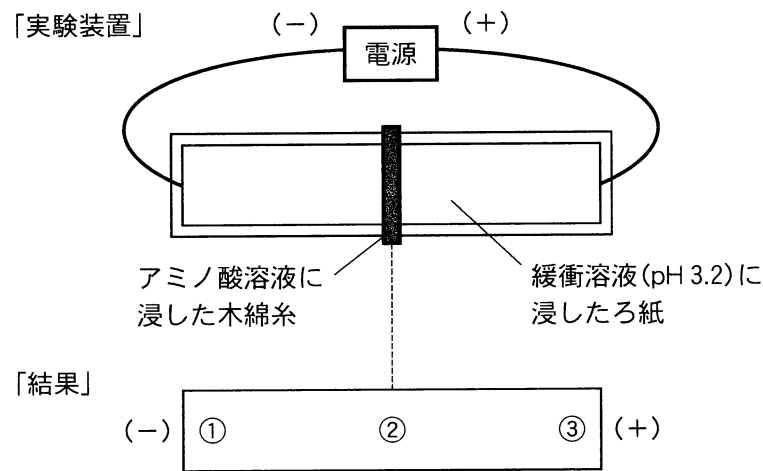
小問3  $[A] = [C]$  のとき、グリシンのもつ電荷は0となる。このときのpHを求めよ。また、解答の過程も示すこと。



## 総合問題 952 その8

問3 下線部(b)に関連し、アミノ酸の分離に関する次の実験を行った。

グルタミン酸（等電点 3.2）とリシン（等電点 9.7）が等物質質量ずつ含まれている pH 3.2 の混合溶液がある。この混合溶液を浸した木綿糸を、緩衝溶液（pH 3.2）に浸したろ紙の中央部に置き、図のような実験装置にかけた。直流電圧を一定時間加えた後、ろ紙を乾燥し、これにニンヒドリン溶液を噴霧した。このろ紙をドライヤーで熱した結果、青紫色のスポットが観察された。グルタミン酸とリシンは、図に示す①、②、③のどの位置にスポットが観察され则认为られるか。また、その理由も答えよ。



問4 下線部(c)に関連し、次の問いに答えよ。原子量は次の値を使うこと。(H: 1.0, C: 12.0, N: 14.0, O: 16.0)

小問1 あるジペプチドの 0.708 g を純水に溶かし、フェノールフタレインを加えて中和滴定をすると、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 30.0 mL を要した。また、このジペプチドを加水分解したところ、フェニルアラニン  $C_6H_5-CH_2-CH(NH_2)-COOH$  と中性アミノ酸が得られた。得られた中性アミノ酸の名称を答えよ。また、解答の過程も示すこと。

小問2 グリシン 2 分子とアラニン 1 分子が縮合してできた鎖状のトリペプチドがある。この構造異性体は何種類あるか答えよ。

## 総合問題 952 その9

(第4問の解答)

問 1	ア		イ		ウ		エ	
--------	---	--	---	--	---	--	---	--

問 2	小問 1	A		B		C	
	小問 2	$K_1$		$K_2$			
	小問 3	pH	(解答の過程)				

問 3	グルタミン酸の 位置		理由	
	リシンの 位置		理由	

問 4	小問 1	名称	
	小問 2	(解答の過程)	

小計	点
----	---

総合問題 952 その10

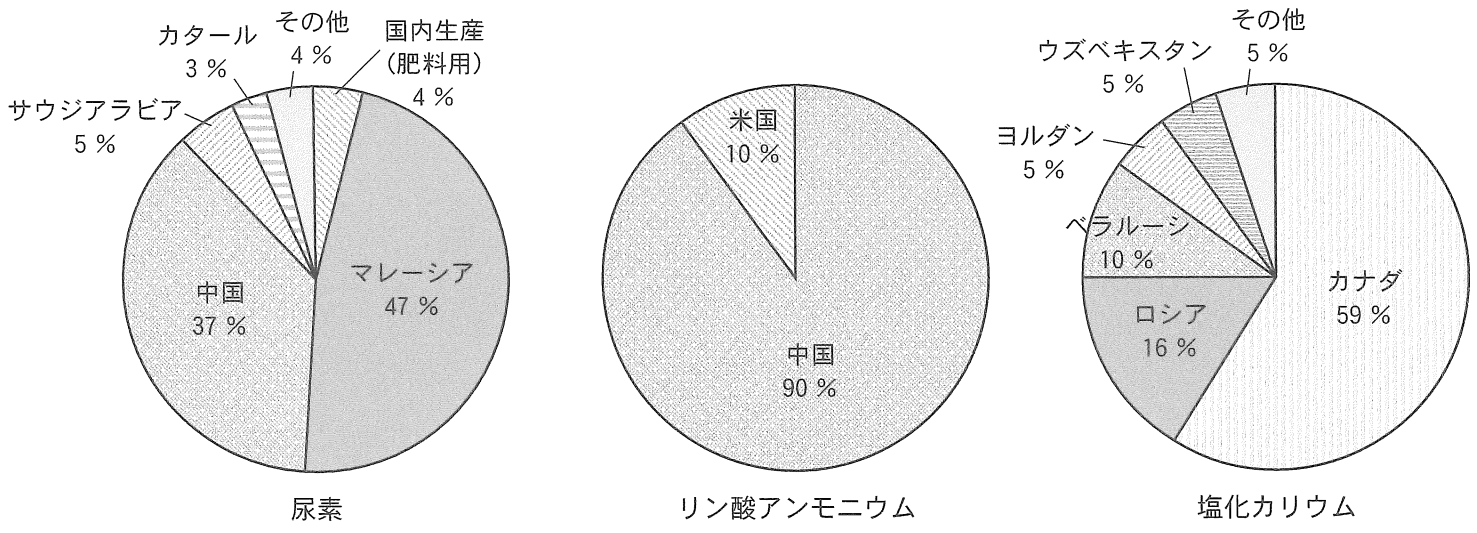
第5問 食料の安定確保や持続可能な農業を推進するためには、安定した肥料源が必要となる。食料生産に必要な化学肥料原料の調達に関する以下の文章を読み、日本の農業をどの様な形で維持し、食料を安定供給させるか、あなたの考えを160字以上200字以内で述べよ。

主要な食料である農作物の収穫量は、天候などに大きく左右されるため、安定した供給によって飢饉<sup>ききん</sup>を克服することは、人類の大きな課題であった。19世紀になって、作物の生育に不足しやすい要素が窒素・リン・カリウムであることがわかり、これらを化学肥料で補うことによって、農作物の増収が可能となった。

最近の50年間、世界の人口増加に合わせて食料を増産できたのは、化学肥料を安価で大量に供給出来るようになり、世界的規模での食料増産が可能となったことによるものである。しかし、化学肥料の使いすぎは、河川や湖などの富栄養化や土壌微生物の生態系に悪影響を与え、地力の低下などを招いている。

肥料は農業生産にとって重要な資源であるが、日本は化学肥料原料の大部分を限られた輸入先国に依存している。たとえば、2016年の日本の化学肥料の使用量は90万トン（化学肥料総量・出荷ベース）となっており、下図のとおり、尿素は96%、リン酸アンモニウムや塩化カリウムは、ほぼ全量が輸入されている。化学肥料原料の調達は国際情勢により左右されるため、農業資材の価格が高騰するなど食料自給に関する社会事情は変化している。

そこで、日本は「みどりの食料システム戦略」政策<sup>まきくてい</sup>を策定し、2050年までに化学肥料30%低減をかけた持続可能な肥料資源の利用など環境負荷低減に取り組もうとしている。



農林水産省 令和3年度食料・農業・農村の動向（令和4年5月27日刊）をもとに改変

図 日本の農業に必要な化学肥料原料の調達先

受験番号	第	番
------	---	---

総合問題 952 その11

(第5問の解答)


(20字 10行)

小計		点
----	--	---

受験番号	第	番
------	---	---

総合問題 952 その12

**第6問** 生物資源産業学部は、バイオテクノロジーを応用した生物資源の生産、医療、食品としての有効利用に関連する幅広い知識、国際的に通用する専門性、バイオ産業創出に必要な起業マインドをもった人材の育成を目指している。そこで、当学に入学後、あなたが考える生物資源を用いた産業化について、160字以上200字以内で述べよ。

受験番号	第	番
------	---	---

総合問題 952 その13

(第6問の解答)


(20字 10行)

小計	点
----	---