

社会環境工学研究連絡委員会  
地盤環境工学専門委員会報告

# 地盤環境工学の新たな展開

## 次世代を担う人材育成に向けて

平成15年4月22日

日本学術会議  
社会環境工学研究連絡委員会  
地盤環境工学専門委員会

この報告は、第18期日本学術会議社会環境工学研究連絡委員会地盤環境工学専門委員会の審議結果をとりまとめ、発表するものである。

## 地盤環境工学専門委員会

- 委員長 寺師 昌明 (日建設計中瀬土質研究所長)  
幹事 加倉井正昭 (竹中工務店技術研究所副所長)  
川地 武 (滋賀県立大学環境科学部教授)  
委員 足立 紀尚 (財団法人 地域 地盤 環境 研究所理事長)  
木村 孟 (第5部会員、大学評価・学位授与機構長)  
巻内 勝彦 (日本大学理工学部教授)  
三田地利之 (北海道大学大学院工学研究科教授)  
宮崎 毅 (東京大学大学院農学生命科学研究科教授)  
村田 秀一 (山口大学工学部教授)
- 協力 山田 恭央 (筑波大学機能工学系教授、地盤工学会理事)  
木村 玄 (竹中工務店環境ビジネスプロデュース本部、  
アンケート分析)

## 目 次

<b>はじめに</b>	1
<b>第 1 章 地盤環境工学</b>	2
1.1 地球環境と地盤の関わり	
1.2 地盤の役割	
1.3 地盤工学から地盤環境工学へ	
1.4 18 期地盤環境工学専門委員会の活動の位置づけ	
<b>第 2 章 地盤環境工学の現状</b>	5
2.1 社会的認知の状況	
2.2 社会的ニーズの分析	
2.3 人材育成・研究開発に関する産学の期待と役割の分担	
2.4 充実が望まれる課題	
2.5 地盤環境工学のあり方	
<b>第 3 章 地盤環境工学を担う人材育成</b>	15
3.1 人材の活用方策	
3.2 大学教育の現状	
3.3 企業における実態と大学への期待	
3.4 望ましい人材育成システムのあり方	
<b>第 4 章 人材育成への提言</b>	32
4.1 地盤環境工学とは	
4.2 地盤環境工学の社会的な認識、取り組みの現状	
4.3 人材の確保	
4.4 大学教育の現状	
4.5 人材育成システムへの提言	

## 要　旨

### (1) 作成の背景

17期地盤環境工学専門委員会は、新たな工学領域として“地盤環境工学”の創設を提言した。従来の力学を基盤とした地盤工学に、土壤科学、微生物学、化学、化学工学、生態環境工学、毒物学、等を援用統合すると共に、社会科学、人文科学とも広く連携するものである。

新しい工学領域が体系化され社会に貢献するものとなるためには、研究、教育、実務の各側面に優れた人的資源の充足が重要であり、必要とされる人材を育成する必要がある。18期地盤環境工学専門委員会は、地盤環境に関わる産・官・学の認識、現在の取組をアンケートにより分析し、その結果ならびに諸外国の事例調査結果を踏まえて、望ましい人材育成のあり方を議論してきた。本報告はその結果を取りまとめたものである。

### (2) 現状及び問題点

地盤環境工学が先取的に取り組むべき課題として、汚染地盤、廃棄物・核廃棄物の貯蔵ならびに処分、酸性雨・酸性土壌、砂漠化、海面上昇、環境影響物質、生物・生態系、等を例示して、これら問題にビジネスとして取り組んでいる企業、高等教育機関、国立研究機関、等に協力を願ってアンケート調査を行った。

地盤環境工学に関するわが国の教育、研究、社会的認知は、いずれも欧米に比べて遅れていると意識されていることが明らかとなった。にも拘わらず、大学において海外研究機関との交流は進んでいない。また、国内における学外との交流も多くないことが明らかとなった。また、地盤の環境問題の実務に取り組む多くの企業で、これに関わる技術者は土木工学系が主体で、農業土木系や環境工学系（衛生工学等）がこれに次いでいる。しかし、極めて学際的な地盤環境の問題に取り組むために企業が求める人材と、既存の体系で育成されてきた人材にはミスマッチがある。産・官・学の共同の下、人材育成のシステムを構築することは急務である。

### (3) 改善策、提言等の内容

新規卒業生の採用と社内教育と言う伝統的な人材育成方法にのみ頼ることを、現在の社会・経済環境は許す余裕がない。高等教育機関における新人教育に加えて、継続教育（社会人教育）による人材の再教育、あるいは人材の流動化が求められている。

高等教育機関は、学部、大学院博士課程前期、同後期の教育システムを

再検討し、多様な人材育成のシステムを準備し提供することが望まれる。また、人材の円滑な流動化を図るために行政レベル、会社間、業界枠を越えて、各界が歩調をあわせての連携協調が欠かせない。

本提言では、ゼネラリスト育成のための学部教育のあり方、高度専門職業人教育に特化する大学院と従来型の研究者養成を主体とする大学院教育の複線化、また、そのためのカリキュラムを例示した。

さらに、効果的な産・官・学連携のためには、関連学協会の主体的な取組が重要であることを提言した。

## はじめに

Stockholm から Johannesburg までの 30 年間、国際社会は地球環境への取り組みの重要性を唱え続けてきた。日本もこの流れの中で 1993 年に「環境基本法」を成立させ、その後も国内法の整備、国際条約の批准につとめてきた。環境基本法に基づき 1994 年に閣議決定された「環境基本計画」には、「人類存続の基盤である有限な環境を、健全で恵み豊かなものとして維持していくには、大気、水、土壤及び生物等の環境構成要素が良好な状態に保持され、その全体が自然の系として健全に維持されることが必要である。」と記されている。地盤環境に関わる最新の話題としては、2003 年 2 月に施行された「土壤汚染対策法」がある。この法律は、汚染地盤の調査と情報の公開、そして環境の保全にあたって原因者あるいは所有者の責任を示したものとして画期的である。

第 17 期地盤環境工学専門委員会では、新たな工学領域として“地盤環境工学”的創設を提言した。従来の力学を基盤とした地盤工学に、土壤科学、微生物学、化学、化学工学、生態環境工学、毒物学、等を援用・統合するとともに、社会科学、人文科学とも広く連携するものである。すなわち、地盤環境工学は従来の土木、建築、農業工学、資源工学といった工学体系の基礎学問であるとともに、防災・減災や環境といった全ての人間活動を横断する視点を持つものである。社会科学や人文科学との連携が必要となるのは、防災や環境問題への取り組みが国や自治体の政策、法規制と不可分であり、かつ、社会を構成する個人や組織のもつ多様な価値観や倫理観に支配される部分が多いからである。

第 18 期地盤環境工学専門委員会では、広範多岐にわたる“地盤環境工学”の中で、特に環境という視点に焦点を当て、個別の課題に先駆的な取り組みを展開している学識経験者を招き講演を頂くと共に、社会全般の現状認識をアンケート形式によって明らかにした。そして、これらを踏まえて環境という切り口を重視した時の“地盤環境工学”を担う次世代の人材を創出するために高等教育機関、国立研究機関や企業はどの様に取り組むべきか、検討を加えてきた。

第 1 章では地盤環境工学の意義を再認識し、第 2 章では、地盤環境工学に対する社会の認知度や取り組みを整理し、第 3 章では、この分野の将来を担う人材育成のあり方を議論した。第 4 章では 1 章から 3 章を要約すると共に人材育成への提言をとりまとめた。特に、高等教育機関と関連学協会の取り組みに主眼があいている。

本報告が関連機関、特に関連学協会で活用されることを期待している。

平成 15 年 4 月

地盤環境工学専門委員会  
委員長 寺 師 昌 明

# 第1章 地盤環境工学

## 1.1 地球環境と地盤の関わり

地球人口の僅かに 20 %を占めるに過ぎない先進国は高度な生活レベルを維持している一方で、種々の汚染物質を多量に排出する傍ら原材料の発展途上国依存による森林、自然環境の破壊を通して地球環境への圧力を加えている。また、発展途上国は貧困と爆発的人口増加に対応するため、食料、燃料確保のための農地の開墾、過放牧、伐採などにより森林を破壊し、土壤浸食、砂漠化を進め生活の場や水資源の喪失さらには地球規模の気象や水資源の分布の変化にも影響を与えるに至っている。したがって、先進国は地球環境への圧力を軽減する政策や技術開発をたゆまなく進めるのみならず、環境汚染とその克服の経験と技術の世界共有財産化を図り、発展途上国の「自立性」と環境管理能力の育成を支援する義務を負っている。1972 年ストックホルムからヨハネスブルグに至るこの 30 年間、国際社会は繰り返し、この地球環境問題に警鐘を鳴らし、現在の世代と未来の世代が共有する地球上での Sustainable Development を標榜してきた。

地球環境問題は地盤(地圈)と密接な関係をもっている。わが国における環境問題の戦後史は、1955 年(昭和 30 年)以降の飛躍的経済発展と裏腹に生じた負の遺産としての、7 公害(大気汚染、水質汚濁、土壤汚染、振動、騒音、悪臭、地盤沈下)の社会問題化から始まったといってよい。注目すべきは、当時問題となった 7 公害の内の 3 つ(土壤汚染、振動、地盤沈下)までが、その現象の正しい理解に地盤の知識が必要不可欠であったことである。現在、地球規模で問題となっている環境問題を、石(1998)は生物系の崩壊と、エネルギー・物質循環の攪乱とに大別して示している。ここに示される環境問題は気圏、水圏、地圏と広範多岐にわたるが、その中でも、砂漠化、浸食、土砂崩れ、塩害、地盤沈下、表土浸食、農薬(による地盤や地下水の)汚染、廃棄物(廃棄物の建設資材としてのリサイクルや地盤中への処分)、土壤汚染、地下水汚染など、多くの課題が、現象の理解と対策に地盤の知識を必要不可欠としている。すなわち、地盤(地圏)は、様々な環境問題の重要な要素となっているのである。

## 1.2 地盤の役割

地盤の表層部に存在する土は、様々な大きさの土粒子とその間隙から成り立つ多孔質の材料であり、間隙には水と空気が存在している。土は大気・水・多様な生物と連携し、きわめて多面的な機能をもって自然環境そして生活環境に重要な役割を果たしている。すなわち、土は保水機能・通気機能・浄化機能・養分の貯蔵調節機能などの多様な機能を持ち、またそれらを総合化したものとして優れた緩衝能力を有しており、本来、環境の変化によく順応していく力を備えている。このため、土は植物の生育環境を与え、地上のすべての生物生存の基盤をなすとともに生物循環の場を提供し、かつそれが食糧生産の場としての安定に寄与している。生態系から与えられるこれらの恵みは、多数の生物が介在した水や栄養分の循環、分解、およびその分解物を貯留あるいは再循環する能力によっている。地球規模の生物循環、物質循環を考えるとき、地盤はその重要な環境要素であり、物質循環のかなめとも言える大きな役割を果たしている。土の演ずる役割

は、地球的規模の循環機能にとどまらない。土の持つ浄化機能と貯蔵機能に期待して、人間の生活、生産活動の結果生じる廃棄物を受け入れる場として利用され、局所的な環境汚染に対しても大きな関わりを持っている。土中に投棄された産業・生活廃棄物は、微生物による分解、複雑な酸化・還元反応などいわば生化学的処理を経たのち、土中水の移動などを通じて土中に拡散し、地下水を含めた周囲の環境に影響を及ぼしている。工場跡地や廃棄物埋立て地周辺の地盤および地下水の汚染によって、人体に深刻な影響を及ぼしかねない事例が増大しつつあるのは周知の通りである。

生物の生存場としての地圏・水圏・気圏と生物は、土をかなめとした物質循環によって互いに強く結びついている。したがって、環境問題を考える時に「地盤に関わる問題」という形で切り離して考えることは本来不可能で、従来から地盤を対象としてきた工学（地盤工学）に、化学、生物学、環境工学、農学、等を融合させて、地盤環境の創生、保生、再生のための学問体系を構築する必要がある。

### 1.3 地盤工学から地盤環境工学へ

地盤工学(=Geotechnical Engineering)は、土の力学と岩の力学を中心として地震工学や地質学等様々な周辺の学問や技術を総合することで、伝統的な地盤に関わる問題を予測し、解決する工学である。当初は安全で経済的な国土整備のために、ついで防災・減災のためにと対象領域を拡大しつつ、社会ならびに社会環境の発展に寄与してきた。すなわち、地盤工学は、地盤という共通の視点に立ち、土木工学、建築学、農業工学、地質学等の既存の工学と密接に連携しつつ発展したものであって、われわれに有用な生活・社会基盤を創生し、保生し、再生する学問分野である。しかし、言い換えると「プロジェクトのための力学」であって、その中から環境の視点や配慮が欠如すると環境問題を惹起することになる。

近年では、地盤工学の伝統的な役割に加えて、地盤工学技術を「快適な環境の創生と保生・再生のための学術・技術」と位置づけ、環境の保全・修復・改善のために役立てるべく、その領域をさらに拡大する必要が強くなってきた。この期待に応える新たな工学が地盤環境工学(=Geotechnical and Geoenvironmental Engineering)である。すなわち、地盤環境工学が検討の対象とする領域は、従来の土質・基礎工学あるいは地盤工学を内包し、これに関連する環境科学、防災科学などとの学際的な広範な領域を対象とするものであり、環境（工学）と地盤（工学）を結ぶ学問領域である。地盤に関わる技術者が単に生活・社会基盤の整備のためのプロジェクトの達成に役立つ工学に基礎をおいて活動するだけでなく、人類の生活環境および地球環境を念頭に、常に環境の創生・保生・再生の観点を重視しつつ、多様な環境に関わる学問（土壤科学、微生物学、化学、化学工学、生態環境工学、毒物学等）を援用・統合して、地盤の有する特性を駆使しながら環境への様々なインパクトを最小限にするための予測ならびに問題を解決し、新たな環境を創造するための工学と位置づけられる。地盤環境工学は、社会科学、人文科学とも広く連携するものでなければならない。環境問題への取り組みは国や自治体の政策、法規制と不可分であり、かつ、社会を構成する個人や組織のもつ多様な価値観や倫理観に支配される部分が多いからである。

#### **1.4 18 期地盤環境工学専門委員会の活動の位置づけ**

地盤環境工学は、地盤に関する学問を中軸とし伝統的な様々な学術・技術を統合する工学である。しかし、それと同時に、土木、建築、農業工学、等の既存の工学体系にとって重要な基礎学問でもある。また、防災、環境といった既存の工学を横断する視点で眺める場合にも、その重要な一翼を担う工学である。したがって地盤環境工学をどのような立場で眺めるかによって、様々な重点課題がありうるし、この工学を担う将来の人材育成についても様々な取り組みがありうる。

18 期地盤環境工学専門委員会では、特に、近年その問題が顕在化している環境を強く意識した視点で、地盤環境工学の社会での認識、企業、大学や国立研究機関等での取り組みを調査し、将来の人材育成のあり方を提言するものである。

#### **参考文献**

- 1) 石 弘之：地球環境報告、岩波新書 592, 1998.12
- 2) 日本学術会議社会環境工学研究連絡委員会地盤環境工学専門委員会：  
21世紀における地盤環境工学 新たな discipline の創設に向けて、  
2000年4月24日

## 第2章 地盤環境工学の現状

地盤工学は、人間生活の向上に不可欠な社会基盤整備（土木、建築、農業、資源開発など）にあたって、力学的な課題解決に大きく貢献してきた。今後もその役割を継続的に担っていく必要がある。しかし、従来の地盤工学に環境の視点が不足ないしは欠落した結果として人類に負の遺産を与えてきた現実がある。1章に述べたように、地盤環境工学の創設は、地盤工学の担う役割が地球環境を含めた広範囲な問題と無縁ではいられない状況になってきたことと符合するものである。地盤工学に携わる技術者はすべからく地盤環境への責任を自覚し、対処出来る技術者として変革されるべきであろう。そして、その発展が「魅力ある地盤環境工学」として認識され、おのずと社会的貢献となり、そしてビジネスチャンスになりうるであろう。

18期専門委員会では、地盤環境工学が守備する広範な領域の中から、特に環境問題に関する認識が関係者でどのようなものであるかを調査するためにアンケートを行った。アンケートにおいて主な環境問題の対象（技術分野）をあらかじめ例示した。地盤に関わる環境問題が現実の企業活動で広がり始めている状況において、現在との接点を持ちながら将来の可能性も含めた技術分野を優先したものである。これには地盤に関わる環境問題に先進的に取り組んでいる研究者との対話（京都大学 嘉門雅史教授、長崎大学 後藤恵之助教授）ならびに国際的な動向などの情報収集を参考にした。なお、この例示にあたって広範な領域を対象とする地盤環境工学と、例示された課題群の関連についての説明が十分でなく、些かの混乱を招いた点は反省課題である。例示した技術分野をAからIに示す。

### A：汚染地盤の修復に関する問題

汚染地盤の調査、汚染の広がり、リスク分析、修復技術など

### B：廃棄物処分場(有害廃棄物、一般廃棄物)に関する問題

汚染源の隔離に関する技術、処分場の跡地利用に関する問題

### C：核廃棄物貯蔵・処分に関する問題

### D：酸性雨、酸性土壤に関する問題

### E：砂漠化防止に関する問題

### F：海面上昇と社会基盤に関する問題

### G：地盤に関する環境影響物質循環、水循環問題

### H：生物、生態系に関する地盤環境問題

### I：その他

以下そのアンケート結果（詳細は付録参照）に基づいて、地盤環境工学に対する期待を大学と民間で対比することにより、社会的認知の状況、社会ニーズの分析そして各機関における取り組みの現状（人材活用、教育を中心として）を考察する。なお、国立研究機関等についてはサンプル数が少ないため、ここでの対比では取り上げていない。アンケート結果については付録を参照されたい。

## 2.1 社会的認知の状況

地盤環境工学がどのように認識されているのかを各機関における取り組み状況から見る事が出来る。図2.1.1と図2.1.2に大学と民間での地盤環境問題での対応状況を示した。先進であるべき大学より、民間の取り組みが先行しているようにも見え、大学での今後の取り組みが期待される。

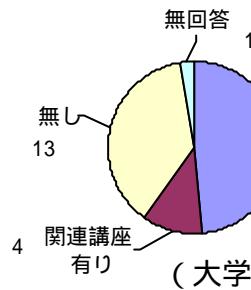


図2.1.1 地盤環境専門の講座の有無

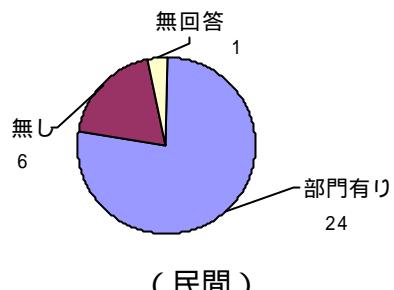
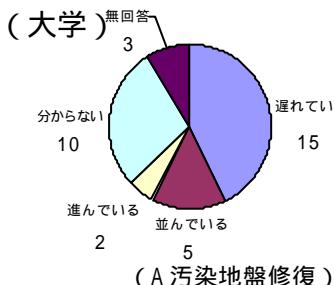
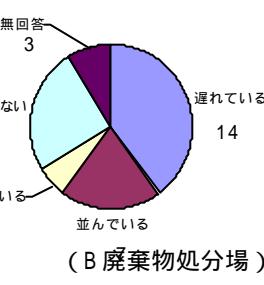


図2.1.2 地盤環境専門に対処する部門の有無

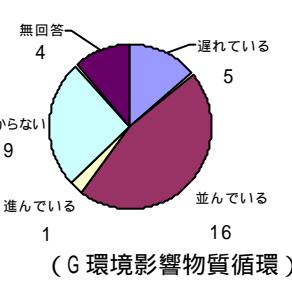
また各機関での研究レベルを欧米と比べてどのように認識しているかを、代表的な分野のみを大学と民間で分けて図2.1.3に示す。



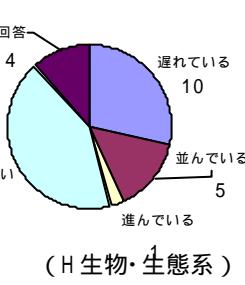
(大学)



(B 廃棄物処分場)



(G 環境影響物質循環)



(H 生物・生態系)

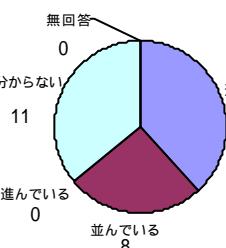
(民間)



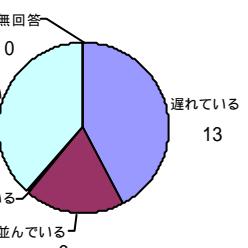
(A 汚染地盤修復)



(B 廃棄物処分場)



(G 環境影響物質循環)



(H 生物・生態系)

図2.1.3には「分らない」の回答数が多い。これは、回答者が全ての分野に精通しているとは限らない、回答者の所属する大学や企業でその分野の開発を行っていない、興味を持たれていない、などの理由によると考えられることから、評価においては「分らない」の回答を外して解釈するようにした。大学、民間とも全体的には欧米に比べ遅れているという認識がどの分野でも概ね半数を占めている。民間において汚染地盤修復や廃

棄物処分場などでは「並んでいる」と認識されている。地盤環境問題に関する分野の中では比較的早くからビジネスとして進められていた領域であり、相応の業務実績を上げていることが理由として考えられる。

図 2.1.4 にわが国の大学における地盤環境工学分野の海外研究機関との交流の有無を、また図 2.1.5 に環境全般から地盤環境に関する外部講師(他大学、企業等)の授業の有無を示す。欧米との研究レベルで「遅れている」との回答が多いにも拘わらず、大学において海外の研究機関との交流は進んでいるとはいえないようである。さらには、(おそらく国内の)外部講師の授業も少なく、学外との交流も多くないことが伺える。

また、大学の研究レベルを企業の研究レベルとの比較で民間がどう認識しているかを図 2.1.6 に示す。「低い」、「同程度」の回答数を合せると全体の 3/4 程度を占め、地盤環境工学における企業の自信の程が伺える。実務を遂行する立場から様々な状況に遭遇する、実測データがオープンになり難い、といった状況から民間企業にデータが蓄積されていることが一つの理由と考えられる。



図 2.1.4 大学における地盤環境工学の研究で海外の大学や研究機関との交流の有無

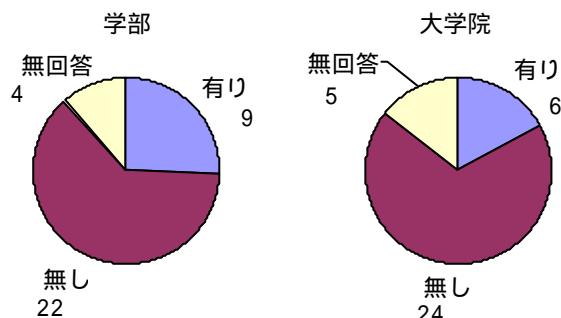


図 2.1.5 大学における環境全般から地盤環境について外部講師の授業の有無

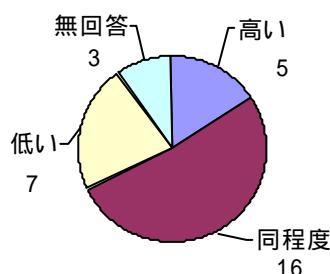


図 2.1.6 民間から見た大学の研究レベル

## 2.2 社会的ニーズの分析

大学と民間で現在実施されている技術開発分野をアンケートすることで、現在、どのような技術分野が必要と認識されているかを示すのが図 2.2.1 である。大学、民間とも汚染地盤修復、廃棄物処分場、環境影響物質循環、核廃棄物に関する技術開発が多く行なわれている。また民間では生物・生態系に関する開発も多く行なわれている。大学では土木系学科からの回答が大半を占めることから生物・生態系への関与が若干低く現れているものと考えられる。海面上昇、砂漠化、酸性雨に関する技術開発は大学で行なわれているが、民間ではほとんど実施されていない。これらは問題として認識されているものの、現時点ではビジネスとして成立する分野でないことが理由と考えられる。

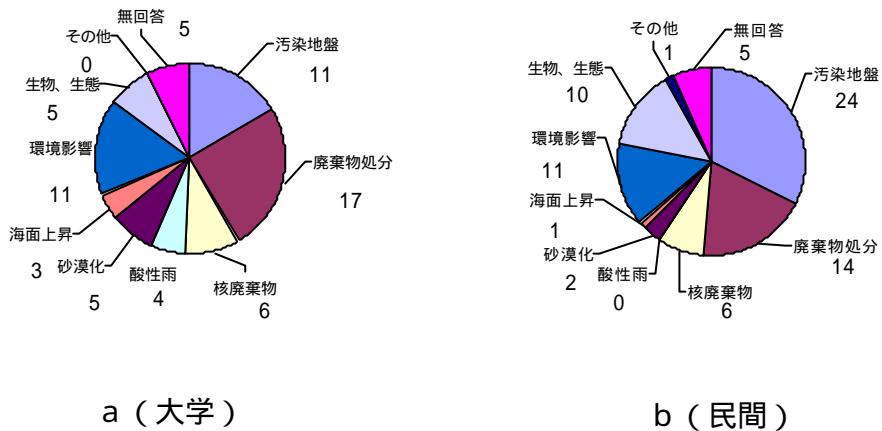


図 2.2.1 現在取り組まれている技術開発の分野

民間企業が地盤環境問題をビジネスとして捉えた場合の、現在と将来の市場性（国内に限定）を主な分野別に図 2.2.2 に示す。

汚染地盤修復、廃棄物処分場については現時点で市場が開けており、将来的にも拡大すると考えられている。それに対して環境影響物質循環、生物・生態系は現在、市場が具体化していないが近い将来に顕在化すると予想されている。海面上昇、酸性雨といった分野は現在の市場は小さく、将来も拡大を予想する回答が少ない。これは、さらに遠い将来において問題が具体化するものと考えられていると思われる。

研究開発の方向性と市場性予測は傾向が一致しており、民間企業においては市場と連動して技術開発が進められていることが分る。現在と将来の市場性も考慮して、大学と民間がどのように技術開発の役割を分担するか検討の余地がある。

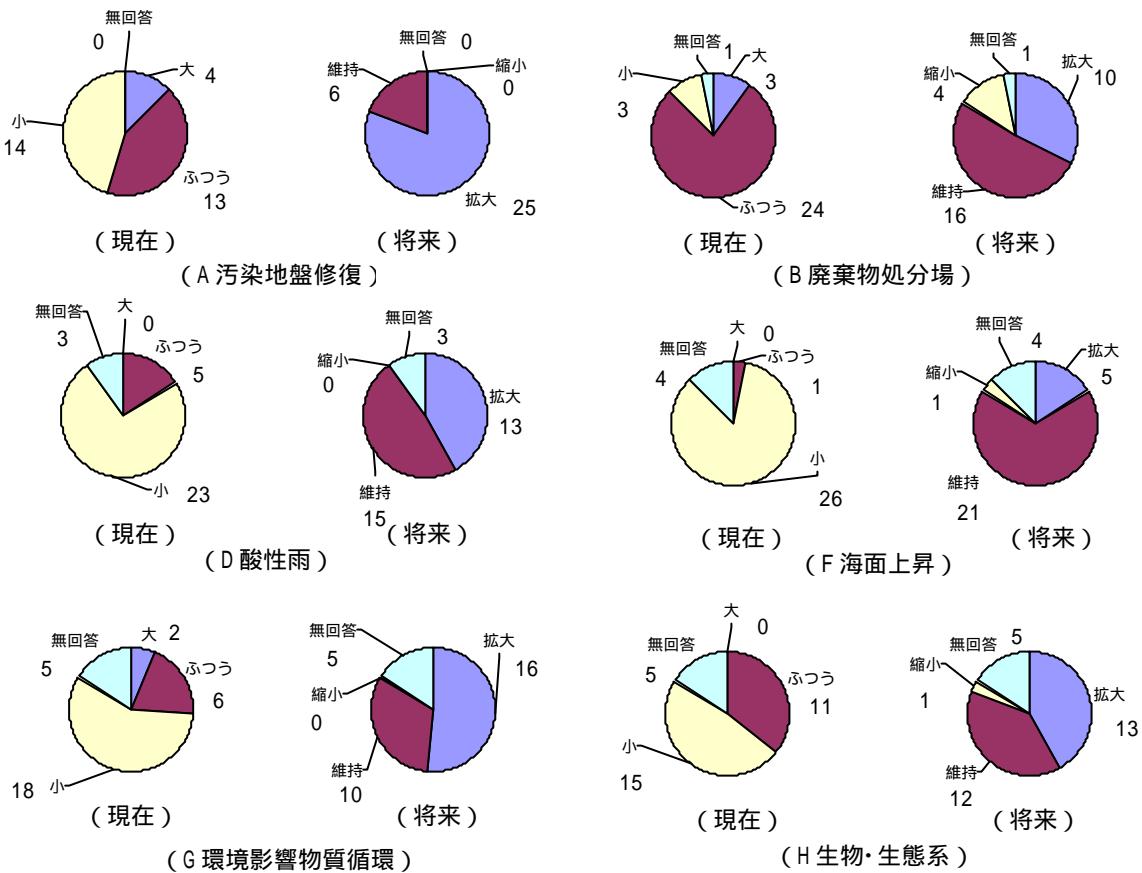


図 2.2.2 主な分野別の現在と将来の市場性（国内に限定）

地盤環境工学は社会的認知度がけっして高いものではなく、認知度を向上させるために必要な方策が求められる。企業ではその方策として、環境教育、宣伝活動に期待する声が半数近くを占めており、地盤環境問題に対する正しい知識を普及させることの重要性が示されている。また、汚染情報公開に対する意見も多く、ややもすれば隠されがちな汚染情報を公開し、正しい情報を伝え信頼を確保する必要性が問われている。もっとも、この点に関しては、2002年5月に制定され、2003年2月から施行されている土壤汚染対策法がその方向にある。社会的認知度向上のために大学の果たすべき役割は、公開講座、市民講座等による地域住民、社会に対する環境教育である（一部では既に実施）との意見が多く、大学と民間の認識とは一致している。すなわち、社会に対する様々な形での情報発信が社会的認知度の向上に必要な方策である。

地盤環境問題に関して産学官のなかで大学の果たすべき役割を大学自身がどの様に受け止めているか記述式でアンケート調査した。おおむね、基礎研究の推進が大学の重要な役割であると認識されている。さらに、産・官のパイプ役、住民との合意形成の調整役、幅広い産業を連携する橋渡し役、プロジェクトや行為・制度等への監視役（問題発生前に警鐘を鳴らす役割）、など中立の立場から社会に対して多くの役割が期待されていると認識されている。

地盤環境工学に携わる技術者には地盤環境技術のスペシャリストという側面と社会との関わりの中で広範囲な活動家としての側面の両方が要求されているものと考えら

れる。すなわち、これまでの土質・地盤工学のみならず化学、生物といった幅広い基礎知識を駆使して、社会に対して安全で健全な「地盤」を提供することが地盤環境工学に携わる技術者の使命であり責務である。

### 2.3 人材育成・研究開発に関する産学の期待と役割の分担

地盤環境工学に関して各機関の取り組みを、役割分担、人材育成、研究開発費についてどのような考え方かを示す。

図2.3.1は地盤環境工学に関する大学と民間(企業)の役割分担を示したものである。大学と企業の役割分担に関する意識は概ね一致しているが、どの項目でも大学だけには任せておけないというメッセージを感じる結果となっている。

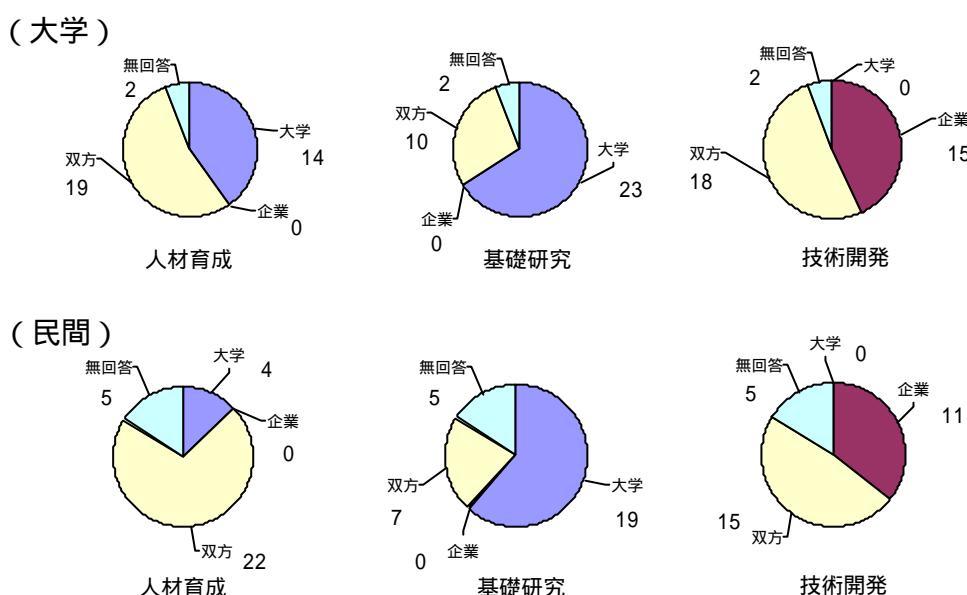


図2.3.1 大学と民間(企業)の役割分担

民間企業が大学に求める人材育成の方向と、それに対する大学の認識の相違を図2.3.2に示す。企業は実務能力のある人材を強く求めており、次いで基礎研究の能力を求めている。企業は工学を実践する立場から大学において実務能力を育成することは必要であると考えている。

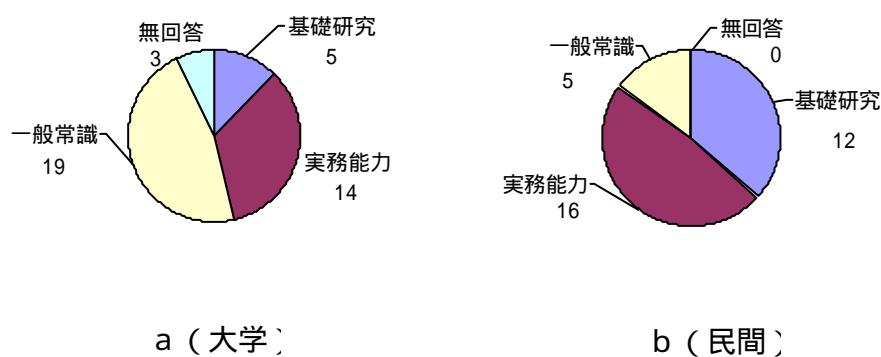


図2.3.2 地盤環境工学の人材に対する期待

大学もその事を意識しているものの、大学の半数は一般常識で良いと考えている。教育の場として必然であると考えられる反面、地盤環境工学として必要な基礎的知識を体系的に教育するシステムが未整備であることから、環境一般常識を教育するに留まっているとも推察される。

大学においては学生に不足する資質を、民間(会社)においては現有のスタッフに不足している知識に対する評価を図2.3.3に示す。企業において地盤環境問題に携わっているスタッフの大部分が土木系学科出身である(参考図)ことから、不足している知識は化学、生物に関する分野が多くなっている。大学においても土木系学科からの回答が多いため化学、生物に関して学生の素養が不足していると推定される。将来拡大する技術分野として環境影響物質の問題や生物・生態系の問題が認識されている(図2.2.2)ことから、土木系学科においても生物、化学分野の教育・基礎研究を行なうシステムを整備するとともに、生物、化学に興味を持つ学生を受け入れる必要があると言え、入学試験でも生物や化学を選択できるようにするべきであろう。

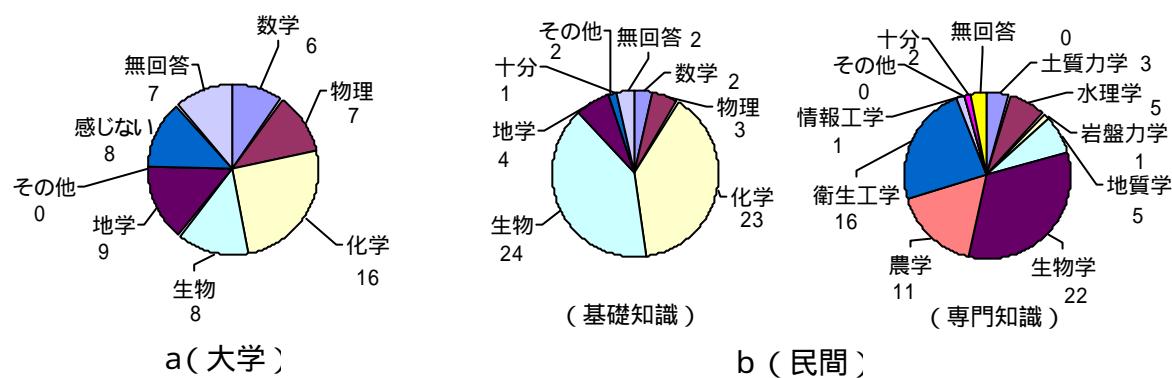
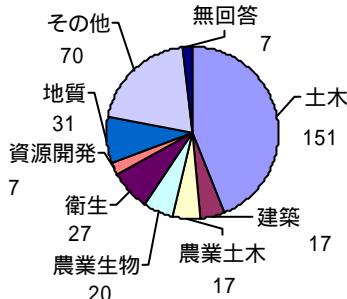


図2.3.3 大学における学生の資質と民間(会社)での不足知識

(参考) 民間設問 [4]  
地盤環境問題に携わる技術スタッフの  
専門を人数でお答え下さい。  
(回答された人数の累計を右グラフに示す)



さらに、企業において今後どのような技術分野を習得したスタッフを必要としているかを図2.3.4に示す。汚染地盤修復、廃棄物処分場、環境影響物質循環、生物・生態系の分野を修得した技術者が望まれており、将来必要性を感じている技術分野の傾向と一致している。具体的には「土質工学と化学分野が同時にわかる人」、「化学、生物学の基礎技術を習得している人」、「土木工学的マインドを持った各専門家(化学、等)」といった要望がみられ、地盤環境問題においては化学、生物の知識が不可欠であることが浮き彫りとなっている。さらに「環境の経済的価値が評価できる人」の意見があり、技術面

の充実とともに、民間においては経済的側面を判断でき、地盤環境問題を総合的にマネージできる人材が今後必要になることが示唆されている。

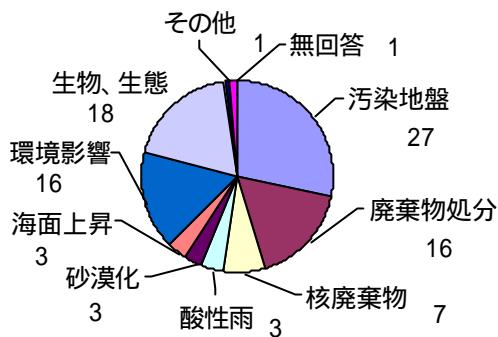


図 2.3.4 民間が将来必要と感じているスタッフの技術分野

地盤環境工学の研究開発費として公的な資金の活用状況を図 2.3.5 に、その充実の期待の程度を図 2.3.6 に示す。研究開発費の確保先として公的な研究助成制度への期待が非常に大きいが、実際に活用したのは全体の 1/4 程度にとどまっている。今後、研究助成制度のますますの充実が望まれる。また、企業においては、通常では測定困難なデータが研究助成制度のお墨付きのもとで入手できるなどの利点もあり、技術開発促進の面からも制度の整備が期待される。

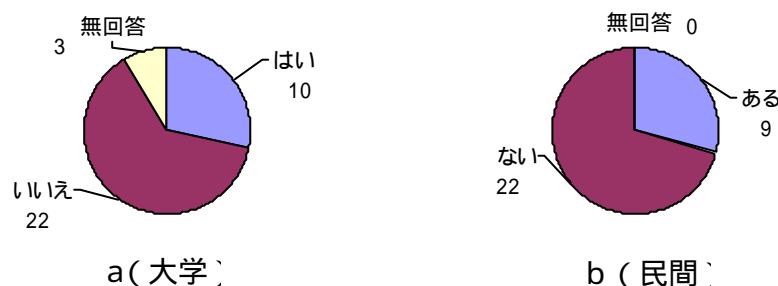


図 2.3.5 公的研究助成費（科研除く）の活用の程度

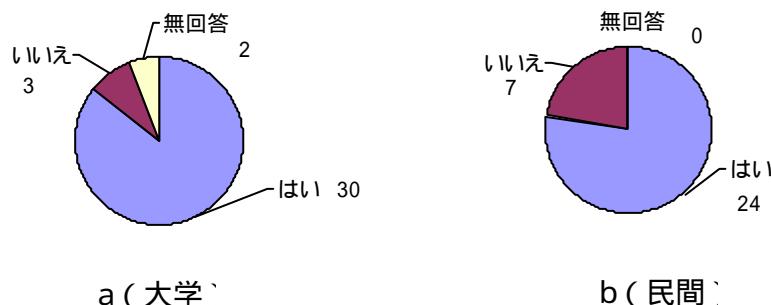


図 2.3.6 公的な研究助成制度への期待

## 2.4 充実が望まれる課題

図 2.4.1 は、将来充実の望まれる技術分野を各機関がどのように考えているか示すものである。現在取り組んでいる技術分野（図 2.2.1）と対比すると、汚染地盤修復、廃棄物処分場、環境影響物質循環、核廃棄物に関する技術開発は現時点と同じく将来においても必要であると大学、民間ともに認識している。各々の分野の傾向は、汚染地盤修復については大学の意識は高まっているが、民間では減少している。廃棄物処分はその逆の傾向である。核廃棄物については大学・民間ともに急増している。環境影響物質については横這いである。民間では海面上昇、砂漠化、酸性雨に関する必要性が大きく高まっている。大学では海面上昇、生物・生態系に関する開発の必要性が大きく高まっている。これらの分野は将来的に問題が顕在化すると予測されているものと考えられる。海面上昇は、それに起因する低平地の問題や地下水位の上昇といった力学的現象を伴うことから土木系学科において研究の対象になるべきものである。一方で、生物・生態系に対しても土木系学科からの回答が大半を占めた。生物・生態系への影響の程度が地盤環境における重要な評価尺度であることから、地盤環境工学では土木系学科においても地盤だけでクローズすることなく、生物などの分野の知見を取りこんでいく必要があるとの認識が高まっていると言える。

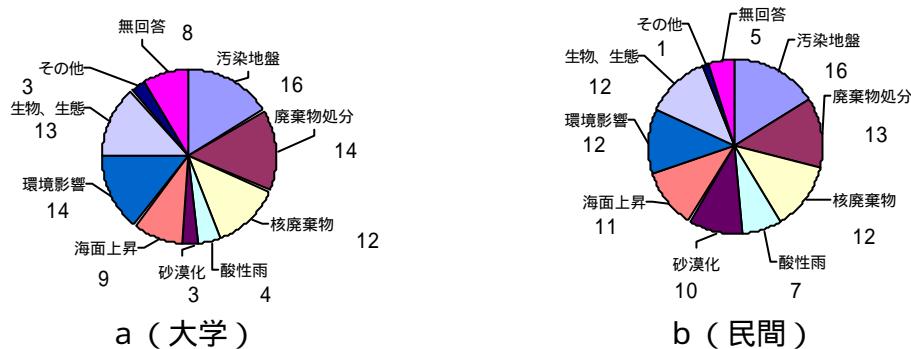


図 2.4.1 将来の技術開発の分野

それでは、環境問題について地盤を研究するグループと化学や生物などのグループ間に学内を横断する協力体制ができているかを調査した結果が図 2.4.2 である。また、これから地盤環境問題を専門とする講座(研究室)を増設する計画については図 2.4.3 に示す。上述した通り将来の技術開発ニーズからは生物・生態系などの必要性が伺えるが、学内では生物、化学分野との協力体制が進展していないのが現状である。地盤工学と生物、化学分野を統合していくためにも、地盤環境問題を扱う講座を増設するためにも、まず地盤環境工学の体系化が急がれる。

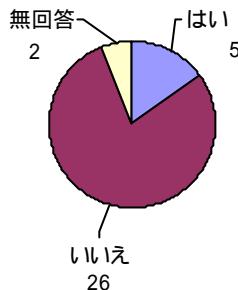


図 2.4.2 環境問題で化学とか生物などの学内を横断する協力体制があるか？

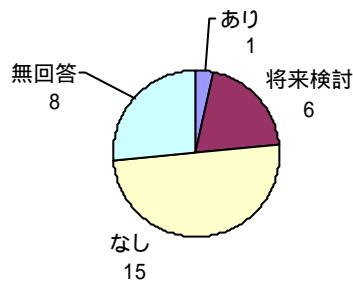


図 2.4.3 地盤環境問題を専門とする講座(研究室)を増設する計画

## 2.5 地盤環境工学のあり方

アンケート回答者の自由記述意見を概観すると、相当数の大学研究者が関心はあるが地盤環境工学を主体的に捉えているわけではなく、関連するものがあるという程度の認識であることがうかがえる。地盤工学を地盤環境工学として大きく変貌させるようなダイナミズムは感じられないが、その役割を強化する必要性を指摘する記述もあり、一部の研究者にはその重要性が理解されつつある。

一方民間企業の場合、ビジネスとして捉えて幾つかの特化した課題に対して人的資源を集中させている傾向にあるが、将来的にもその対象を広げていく必要性を認識している。ただ地盤環境問題は決して採算性の高いものではなく、企業活動の一つとして対応すべきとの意識が強く感じられる。

しかしながら、21世紀は環境に常に配慮した大きな枠組みの中で行動することがわれわれの社会活動を維持発展させていく上で重要であり、地盤環境に関わる人間にとつても大きな使命として捉えることが重要である。次世代を担う人材を育成するためにも体系作りと教育システムの改革は急務である。

## 第3章 地盤環境工学を担う人材育成

### 3.1 人材の活用方策

「魅力ある地盤環境工学」を構築するためには、既存の地盤工学とその関連分野をベースにした学際的で複合的な新しい学問体系づくりや、業際的な職種領域を開拓することが求められ、そのためには、人材すなわち優れた人的資源(human resource)の充足が重要となる。

今まで、職業人としての高度専門職の人材養成は、主として高等専門学校・大学・大学院などの高等教育機関による学校教育および就業中の企業内・企業外などの継続教育を通じて行なわれてきた。これら大学ならびに産業界の教育の現状課題と将来への提言については、人材育成の主体部分をなすので次節以降で具体的に述べる。

本節では、学校教育と継続教育と絡んで、今後の人材育成システムを考える上で見逃せない側面「人材の流動化と雇用形態の変化」への対応に言及しておく。最近のわが国の社会的潮流として雇用情勢の枠組みの変革は、徐々にではあるが確実に進行中であり、人材育成を考えるうえで避けて通れない課題となっている。この動きの底流にあるのは、能力主義に基づく人材活用すなわち効率的な人材の流動である。これから地盤環境工学分野の人材育成においてこの「人材流動性の促進」の潮流を有効な方策として活かすことが大切であろう。

#### (1) 教育システムとコンテンツ

人材の流動性を含めた適切な人材の確保を進めるには、人材教育のシステムとプログラムの充実が喫緊の問題であり、それらの内容に関わる重要なポイントとして下記の点が挙げられる。

##### a) モチベーションの付与

意欲ある優秀な人材を確保するためには、分野自身に魅力をもたせ、人材を呼び込むインセンティブは何かを明確にすることが大切である。地盤環境工学は、近年、社会に好感をもって迎えられつつあるものの、従来の見方は、どちらかというと工学すなわち開発は、環境とその保全と対立するものとして認識されてきたきらいがある。その責任の多くは建設技術者・環境技術者側にもあったことは否めないが、これからはこうした観念を払拭するものでなければならない。二律背反するかのように受けとられてきたこの問題を矛盾無く解決できるのは、地盤関係ではこの新しい地盤環境工学であり、安全で快適な地盤環境を技術的に調和・保全・修復・創成し得るのは今後の地盤環境工学の発展に懸かっているという信念に立ち、ポジティブに取り組む姿勢が必要である。

また、若い世代は、先進国ほど理工系離れが進んでいるといわれているが、他方では、若者たちは国際的にも国内的にも大きく注目されている地球環境や地域環境に関心が深い。環境に配慮し問題を解決することは、社会に貢献し、事業として意義が大きいという認識を、次世代を担う若年層に広く知ってもらうことが肝要である。

##### b) 豊富なコンテンツおよび教育システムの柔構造化

地盤環境工学が取り扱う学問領域は、極めて学際的で、教育上も修得すべき科目が広

範多岐であるという特徴がある。ジェネラリストといえども、通常、一人が全てをカバーすることは期待できない。またスペシャリスト教育にもおいても多種多様な特化した組み合わせが想定される。教育カリキュラムの中で、最新の専門技能と実務能力を養い、異分野からの転入や学際的な学習者に対応するため、豊富なメニュー やコースの提供を可能とするように、教育システムの柔構造化が求められる。具体的提言は後述する。

## ( 2 ) 人材の流動化への対応

現在のわが国では建設分野の技術者数が過剰といわれ、地盤工学の関連分野も例外ではない。日本型雇用制度体制がほころびをみせ、境界分野や他の職域への転進・転職への抵抗感は次第に少なくなりつつある。要するに、人材流動化の促進のねらいは、市場原理に基づき、必要な領域にできるだけ優秀な人材の質・量を充足させることにあることから、学際的な地盤環境工学ではこうした動きは好機と捉えることができる。

### a) 学校教育でのリカレント教育の充実

被教育者は、大別して、大学レベルではフレッシュマンのみならず学部編入学者（転職者・離職者も含む新規参入の under-graduates ） 大学院レベルでは既成分野の専門キャリアを有する技術者（社会人入学など有職者の進級・転向を含む post-graduates ）がある。例外的には教育者側（大学教師や企業の技術指導者層）も学際的な新分野の能力や知識の修得という観点で対象となろう。

人材流動化にあわせて、新しい職能の修得を目指す者へのリカレント教育体制の充実に向けて、大学・大学院へのアクセスを多様化し容易にする制度を検討する必要がある。

### b) 高度教育機関の機能強化

技術やシステムの高度化、競争の激化などの流れを受けて、最近は多くの企業はオン・ザ・ジョブなど社内教育のみによる必要な人材養成が不可能となっている。それに肩代わりする高等教育機関や学協会による再教育・追加教育に対する教育機能の充実への期待が大きい。すなわち従来の企業内教育のアウトソーシング化へのニーズが高まりつつある。また、実際の業務をこなしながら上級の学位を取得したい技術者の潜在ニーズも高い。学際分野・新領域学問への対応、また、異分野からの人材流入に対して、大学院や研究機関を社会人である高度技術者の再教育の場として強化することが求められよう。

また、環境技術の国際舞台では、メガ・コンペティション時代の戦略的 R&D が必須となっている。産官学を問わず地盤環境工学の基礎・応用研究に携わる技術者育成への必要性は大きい。技術革新の世界での COE になるためには、独創的フロント・ランナー技術者が欠かせない。そのためには、知識付与型でない能力付与型すなわち問題発見と対応能力、論理的思考能力などの総合的基礎力拡充の教育が強く求められ、濃度の濃い教育が必要となる。地盤環境工学の分野はとりわけ複合的学問領域の特徴を持つことから、上記のような先端的な高度技術者の育成には既往の分野での各人の実績は貴重な糧となろう。したがって関連する周辺領域からも経験豊かな有能な人材の流入を受け入れやすい体制であることが望ましい

以上に述べた、業界内・産官学間移動という人材流動化の流れの中で、優秀な人材の

確保に実効性をもたらすためには、行政レベル、会社間、業界枠を越えて、各界が歩調をあわせての連携協調が欠かせない。その支援施策には例えば、能力主義などモチベーションを生む人材評価システム、技術開発成果の評価制度、日本型チームワークを活かすような再編、人材流動化支援バンクやネットワーク、などが挙げられる。

### 3.2 大学教育の現状

#### 3.2.1 大学教育の現状に関する各種調査結果

##### (1) 土木系教育の現状

本委員会で実施したアンケート調査結果（第2章）によれば、学部教育において何らかの形で地盤環境工学の講義をもっている大学は全回答数35件のうち、ほぼ半数であり、さらにその半数の約25%の大学で地盤環境工学に関する独立した科目を設けている。残りの大学では地盤（地質）工学の中で講義するか、またはいわゆる環境工学の中に地盤環境工学の内容を組み込んでいる。

大学院教育について同様な観点でみると、何らかの形で地盤環境工学の講義をもっている大学は全回答数35件のうち約60%で、さらにその60%、全体の35%の大学で地盤環境工学に関する独立した科目を設けており、学部教育に比べれば独立した科目を設けている大学の数が10%程度増えていることがわかる。

これを教育方針の面でみると、学部では回答数39のうち一般常識26で、大多数が一般常識程度の内容にとどまっているとみられる。大学院では回答数41のうち一般常識13、基礎研究17となっている。このような現状では、学部教育はもちろんのこと大学院教育においても、実務能力や基礎研究能力を期待している企業の要求に応えられる状況にはないと言えよう。

アメリカおよびカナダの大学の例として、C. D. Shackelford (1998) が USUCGER (United States Universities Council on Geotechnical Engineering Research) に加盟している大学について、1998年に地盤環境工学に関する大学院の教育プログラムについてアンケート調査したところによると、回答数28のうち地盤環境工学の独立したプログラムを有する大学は4%と少ないが、71%の大学で従来の地盤工学のプログラムの中に地盤環境工学分野のプログラムを設定している。また、環境工学その他のプログラムの中に地盤環境工学分野のプログラムを設定している大学が25%となっている。このように、大半の大学で地盤環境工学分野のプログラムを設定しており、しかもそれは従来の地盤工学の教育プログラムと強く連携していることがわかる。また、修士の学位取得のために必要とされる科目数は大学によって幅があり、4~10で平均7.3科目となっている。一方、地盤環境工学プログラムの中で履修が義務付けられている地盤工学関連の科目として、大半の大学が土質力学および基礎工学を挙げている。また、地盤環境工学に関連する他のプログラム中に組み入れられている地盤環境工学関連の

科目として、きわめて多くの大学が共通して環境・化学工学、水文・水理学、地質学のコースを挙げている。このことを受けて Shackelford は、化学が環境・化学工学にも、水文・水理学にも、さらに地質学にも関連することから、化学のしっかりした教育が必要であることを強調している。

学部教育に関するまとめた調査結果は現状では入手できていないが、たとえばカナダ・アルバ - タ大学の土木環境工学科の例では、当然のことながら環境工学関連の科目がしっかり配置され、その中に地盤環境工学関連の科目が相当数、用意されている。

ケンブリッジ大学の曾我健一氏が、イギリスにおける地盤環境工学教育の状況について 2002 年に 12 の大学にアンケート調査を行ったところ、8 大学で地盤環境工学を独立したひとつのコースとして教えており、残りの 4 大学では地盤工学の授業の一項目として教えているというような状況であった。

曾我氏によれば、各大学の地盤環境工学の講義科目に取り上げられている項目は大きく（1）汚染地盤の調査と評価および浄化、（2）廃棄物処理場の設計 の二つに大別される。（1）については化学物質の紹介、地盤中の挙動、地盤調査法、止水壁、浄化工法の紹介などが主な項目であるが、イギリスでは 2002 年 4 月に汚染地盤をリスク的手法を使って評価する法律が制定されたことに伴い、今後はリスク評価法に関する講義内容が増えるであろうことを指摘している。（2）については、廃棄物処理場の水文学、粘土ライナ - を含めた廃棄物処理場の設計、ごみの変形と沈下、ガスの発生とその処理などが主な講義内容であり、ガスの問題が特に取り上げられているのは、1980 年代ごろ廃棄物からの発生ガスによる爆発事故が背景にあると推測している。

大学院に関しては 2 つの大学で修士特別コ - ス (MSc in Geoenvironmental Eng. あるいは MSc in Contaminated Land Management) を設けており、その講義内容は多岐にわたっていて、前述の（1）（2）に加えてイギリス並びに EU の環境法、環境アセスメント、さらに生物、化学分野についての科目も履修させるという総合的な修士プログラムになっている。

このように、イギリスにおいては、アメリカのように足並みそろえてというような状況にはないようではあるが、特定の大学では具体的で多岐にわたる総合的なプログラムを設けている状況が伺い知れる。

以上、地盤環境工学教育に関する国内外の実状を調査した結果、わが国の土木系大学教育の現状は、欧米の大学に比べて対応が大幅に遅れていると言って過言ではない。

## （2）農業土木系教育の現状

現在の大学では、「農業土木学」と表記した学科や専攻はほとんど残されていないので、旧農業土木学であり、現在もその教育研究内容を継承している分野全体を含むこと

とする。ちなみに、旧農業土木学は、現在、生物資源工学、地域環境工学、環境資源工学、生物生産環境工学など、類似した名称に変更となっている。

大学から「農業土木学」が消えたのは、入学希望者、進学希望者の数が激減したからである。これらを、生物資源工学、地域環境工学、環境資源工学、生物生産環境工学などと改称した大学は、おむね学生数が回復し、ほぼ従来の教育研究規模を保っている。同時に、大学での研究内容も「農業土木学」とは呼びえないような幅広いテーマが選択されるようになり、ある種の新鮮を取り戻しつつある。環境関連の研究テーマが増え、毎年の農業土木学会全国大会では、環境部門への発表希望者数が急増し、会場が満席になって溢れてしまうほどである。

農業土木系では、地盤環境工学または環境工学関連の学部教育科目は年々増加している。現在の主な関連講義名を例示すれば、

国立大学Aの場合： 地域環境工学概論、農地環境工学、水利環境工学、環境地水学、

生物環境工学、生物環境情報工学、景観デザイン論、水処理工学、

国立大学Bの場合： 地域環境管理学、地域生態学、環境工学セミナー、環境アセスメント論、生物環境制御システム論、資源・環境管理制度論、

私立大学Cの場合： 生物環境工学概論、地域環境保全学、農地環境整備学、環境土木施設工学、生物環境調節工学、生物地域環境計画学、環境整備工学などがある。

農業土木学会が平成11年度に国、都道府県、公団、コンサルタンツ、建設会社などへ行ったアンケート調査（小泉, 2000）によると、学部卒業生に対しては、「実用技術に結びつく基礎技術を大学で学ぶことを期待する」という調査結果が報告された。ところが、同じ調査で、大学院修士課程修了生に対しては、「環境関連、農村計画関連の学力を期待する」という、学部への期待とは異なる要望が圧倒的に多かった。

以上の実態を踏まえると、農業土木では、環境関連科目を、まず大学院修士課程で強化し、徐々に学部教育に広げていくことが、大学内外の要望に応える当面の道筋となっている。

### （3）環境工学系教育の現状

「環境工学科」として独立した学科を有する国内の大学の数は多くないが、ひとつの例によって考えてみる。表3.2.1は某国立大学の環境工学科の専門教育カリキュラム例である。専門基礎科目として、2年次2学期に環境化学、計4単位、微生物工学2単位、3年次1学期に分析化学が2単位いずれも必修で配置されている。また、工学基礎科目として土の力学、専門基礎科目として土の力学が選択で配置されており、土の力学は選択ではあるがほとんど必修と同等の履修状況にあり、土の力学は50名の学生中90%が履修している。構造力学についても科目の配置等、土の力学と同じ扱い

になっている。流体工学については、いずれも必修で4単位が配置されている。

表 3.2.1 環境工学科専門教育カリキュラムの例

2年1学期	2年2学期	3年1学期	3年2学期	4年1学期	4年2学期
		<b>工学基礎科目</b> 気象学(2)	<u>構造力学</u> (2) <u>土の力学</u> (2)	<u>コンストラクション</u> <u>マネジメント</u> (2)	
<b>専門基礎科目</b> 環境工学序論(2) 都市代謝工学(2)	環境統計学(2) 流体工学(2) 水文学(2) 環境生理学(2) 環境化学(2) 環境化学(2) 微生物工学(2) 反応工学(2) 分離工学(2) 環境物理(2)	計画数理学(2) 流体工学(2) 流体工学演習(1) 分析化学(2) 熱工学(2) 熱工学(2) 熱工学演習(1)	環境システム工学(2) 数理計算演習(1) <u>塞地工学</u> (2)	<u>構造力学</u> (2) <u>土の力学</u> (2)	
		<b>専門科目</b> 環境工学実験(1)	環境工学実験(1) <u>環境衛生工学</u> (2) <u>環境保全</u> <u>汎工学</u> (2) 人間環境計画学(2) 廃棄物資源工学(2)	<u>環境工学</u> <u>セミナー</u> (1)	<u>環境工学</u> <u>セミナー</u> (1)

(注: アンダーラインは選択科目で他は必修)

以上のようなカリキュラムで教育を受けた学生の大学院におけるメニューはどうかというと、約半数が都市環境工学専攻の人間環境計画学（エネルギー）と環境衛生工学（水質・水代謝）専修、残りの半数が環境資源工学専攻の環境保全システム工学（大気・水環境）と廃棄物資源工学（処分・管理・再生）専修関連の講義を受けることになる。ちなみに廃棄物資源工学専修が担当する講義を挙げると、「廃棄物管理計画特論」、「リサイクルシステム特論」、「廃棄物処理工学特論」、「廃棄物処分工学特論」、「資源再生利用学特論」および「資源分離精製学特論」などとなっている。

### 3.2.2 現状の教育システムによる望ましい人材育成の可能性

#### (1) 土木系の場合

土木系主体の本委員会アンケート結果によれば、大学・企業ともに化学、生物に関する知識の不足が指摘されており、地盤環境問題に携わる技術スタッフとして「土質工学と化学分野が同時にわかる人」、「化学、生物学の基礎技術を習得している人」が望まれていることがわかる。これまで地盤環境問題に携わってきた技術スタッフの大部分が土木系学科出身であったこと、従来の大学のシステムでは土木系のカリキュラムの中に化学、生物に関するメニューがほとんど用意されていないことから、この結果はある意味

で当然といえよう。

アンケート結果をみると、地盤環境工学に関するわが国の土木系大学の取り組みは欧米に比べて大きく遅れており、特に学部教育においては一般常識程度の扱いになっていることが浮き彫りにされた。また、地盤環境工学の基礎をなす学問分野としての化学、生物に関する知識の不足が指摘された。したがって、現状のままでは地盤環境問題を担う望ましい人材の育成はおぼつかなく、これらを強く認識した上で教育プログラムの整備の必要性が示唆される。

### (2) 農業土木系の場合

農業土木学分野から地盤環境工学へ輩出した人材が多いとは思われない。しかし、近年明らかにその数が増加傾向にある。農業土木分野からは、物質循環を取り扱う人材、

農村や林野など自然生態系に近い空間の地盤環境工学を取り扱う人材、特定の地域を対象とする地盤環境工学を取り扱う人材、などを輩出しているが、これに加えて、化学や生物や地学において基礎知識を有する人材、「水」と「土」と「人」との関わりを現実的に把握できるバランス力を有する人材、などの育成に貢献する必要がある。

### (3) 環境工学系の場合

3.1.1に示した例のように、環境工学の基礎科目として生物、化学を履修し、かつ地盤工学を含む土木工学の基礎科目を修得した上で、さらに大学院修士課程において地盤環境工学に特化した科目が履修できるようなコースを設定することができれば、「化学、生物学の素養を身につけ、土木工学的マインドを持った地盤環境工学技術者」の育成が可能になるものと考えられる。

#### 3.2.3 教育・研究に関する分野横断的協力体制の現状と将来

土木系主体の本委員会アンケートにおける「地盤環境問題で化学、生物など学内を横断する研究協力体制ができているか?」との質問に対し、回答数28のうち「できていない」とする回答が21と、ほとんど進んでいない現状にある。学内横断的なプロジェクトの存在がなければ、協力体制の構築は進展しにくいという現実はなかなか打開しにくいのであろう。この点は教育プログラムの面にも反映され、従来の学部、学科の枠組みの中で「自前」で実行可能なカリキュラムを考える傾向に陥りがちになる。したがって、思い切った教育プログラムの改革の実現は言うほどに容易ではないが、近年の組織改革において、従来の学部と大学院が一体となった組織からの脱却の試みが各大学でなされていることから、実現の兆しは見えていると言ってよいであろう。

農業土木学会では、最近「水土の知」というタイトルの将来ビジョンを作成し、全国へ普及を図っている。これは、従来の農業土木学を21世紀に発展的に継承し、改めて国土の「水」と「土」そして「人」をしっかり見直そうという思想に貫かれている。や

や懐古的抽象的表現が用いられているため、まだ、学生諸君に浸透してはいないが、農業土木学の教育現場では、あまり流行に踊らされずに、対象と方法を明確にして知の創造を続けたいとの将来ビジョンをもって、徐々に浸透させたい考えである。

地盤環境工学は、明らかに社会からの期待度が増加しているが、現状ではその期待増加速度に必ずしも追いついていない。地盤環境工学が社会からの期待と要請に応えられるよう、部分的な突出も含めた“不均一な発展”もありうると考えられる。たとえば、上記のような農業土木学の動向は不均一な発展の一員としての機能を果たし得るものと期待される。

### 3.3 企業における実態と大学への期待

#### (1) 人材育成の実態

今回のアンケート結果によれば、近年の地盤環境関連ビジネスの拡大傾向、将来性には多くの企業が注目している。このため、多くの企業が地盤環境分野を専門に扱う部署を設立しているが、その設立時期は1996年以前の企業と最近設立した企業とに分かれ。企業の規模、注力する事業分野等による違いであろう。また、地盤環境分野を扱う部署の規模も10名以下の企業と21名以上の比較的大きな企業とに分かれる。この分野に現在携わっているのは半分以上が土木系のスタッフであり、他に衛生工学や農業土木、農業生物などの分野のスタッフが目に付く。現有スタッフでは専門技術、専門知識に限界があり、新たに化学、生物、地質、機械などの素養を兼備し、土木工学あるいは地盤工学のマインドを持った人材が求められている。このようなマルチタレントの育成を企業内で短期間に行なうのは困難である。このため、社外の場（社外講習、大学等への派遣）に人材育成を求めているのが実態である。また、一部には地盤環境分野の教育・研究が進んでいる海外の大学に留学させるケースも増えている。現在のビジネスのスピード化は従来型の自前の人材育成を主とする手法の限界を示しているとの指摘もある。このため、地盤環境分野のビジネスに向く人材を他の企業経験者の転職等に期待する傾向も見られる。しかし、長年の終身雇用型の労働慣習がいまだに根強く残る社会で社外から即戦力を求めるにも限界がある。

#### (2) 企業における人材確保の将来

ある分野の人材を育成、確保するには、その分野の将来動向を描き、どのような人材がどの程度必要なのかが明確となる必要がある。この点、現時点では地盤環境の分野の将来が必ずしも明確ではないが、アンケート結果にも示されるように地盤の環境に関する問題が遅かれ早かれ課題となり、ビジネスの対象となる。また、今後の社会資本整備の方向が地盤環境工学の知見や手法を必要とするものが多くなることは間違いないと思われる。したがって、企業には地盤環境分野に対応できる人材の質的、量的な強化が求められる。その際の人材確保の方法は以下のようになろう。

- 現在の人材を再教育し、新たな分野に対応させる
- 地盤環境工学の教育を受けた人材を新規に採用する
- 地盤環境分野の実務を行っている人材をスカウトする

このうち、現下の社会・経済環境では、については困難な企業も多いと思われ、あるいは、が主体となると思われる。このような企業等からの要請のうち、に対して大学等の教育機関がどう答えられるかが、当面の課題ではないか。

一方、個人に着目すれば、これからの人材流動化の時代には生涯を通じた技術者としての継続的な自己訓練、自主的教育が求められる。このような要請に応える機構として大学等の教育機関とともに学協会の役割が注目され、多くの技術者教育プログラムが提供されつつある。この中には地盤環境工学のような比較的新しい分野も整備されることが期待される。このように、上述の、の再教育の実施母体は大学以外に学協会などがあり、また再教育の実施主体は企業が従業員に対して行なう場合だけでなく個人が主体的、自主的に行なうケースも増えるものと思われる。

### (3) 大学への企業の期待

アンケート結果によれば企業はこの地盤環境分野の人材育成に関し、基礎研究（基礎知識）を期待する企業と実務能力を期待する企業とに分かれる。企業の規模、自前による人材養成体制の有無などにより、このような二極化が見られるものと思われる。大学に実務能力の充実まで期待するのは無理との現状を踏まえ、実務への橋渡しができる基礎知識を習得した人材が望ましいとする答えもあった。このあたりが、企業が現状の大学に期待できる限界であろう。しかし、実務能力を期待する企業が多かったことに大学がどう対応するのか、検討の余地がある。答えの中に大学に民間経験者を導入して実務能力の養成を図るべしというものもあった。今後の検討課題であろう。

企業の大学に期待する基礎知識には生物、化学をあげる企業が多くいた。土木、建築の世界で育った人材で構成される企業では、この分野の基礎知識への必要性が高いことは想像できる。また、現在不足する専門知識に関する問には生物学、衛生工学、農学をあげる企業が多い。いずれにせよ、今後の大学では地盤環境工学を専攻する学生には生物、化学等の基礎知識の習得を課す必要があると思われる。しかし、大学に入学した時点で進むべき方向のはっきりした学生は少ないと思われ、環境地盤工学の専攻を意図した時点でこのような科目の再履修等が容易にできるカリキュラム編成等、大学側の柔軟な対応が求められる。

さて、(2)で述べたように、今後の地盤環境分野の人材確保のために、企業では現有する人材の再教育が必要になるケースが発生する。その際、どこで再教育を施すかが問題であるが、やはり人材の教育には大学等の教育機関が施設、スタッフ等の環境が整備されており、あるいは整備可能である点で適している。最近、大学には社会人教育が求められるようになっているが、地盤環境分野ではまさに企業技術者の再教育や技術者の継続教育という課題が与えられていると思われる。この点で、大学側にもより積極的に再教育プログラムを整備するなど、社会的要請に応じる体制の整備が求められる。その際、再教育の目的、再教育すべき重点項目、重点分野、重点科目など、再教育希望者のニーズに応じた対応が必要であり、現在の大学の学部、学科等の壁を超えた方式や受講者の必要とする科目のみを重点的に強化するためのプログラムなど企業技術者の再教育や技術者の自主的継続教育に適切かつ柔軟に対応できるシステムを開発することが望まれる。

なお、現在の大学における地盤環境工学分野の教育体制の現状が十分とはいえないこ

とも反映して、この分野の再教育を教育プログラムや体制が充実している海外の大学への技術者の派遣・留学により行なう企業もいくつか見られる。国内の大学の教育組織や体制の改革が遅れると、この傾向にますます拍車がかかることも考えられ、この意味でも大学の柔軟かつ大胆な自己変革が迫られているといえる。

### 3.4 望ましい人材育成システムのあり方

#### 3.4.1 国内外における実態

日本の大学における地盤環境工学に関わる人材育成は、欧米の大学に比較するとおおきな遅れがあると言わざるを得ない。1998年 第3回環境地盤工学会議において、地盤環境工学の教育をテーマとしたワークショップが開催され、ヨーロッパとアメリカの教育の実態が議論されている。現在、ヨーロッパや米国においては、大学のカリキュラムのなかに地盤環境工学の科目が設定されているほか、大学院においてコースとして「地盤環境工学」コースを設けている大学が多い。

しかし、国内の大学においては諸外国にみられるような新たなカリキュラム、コースなどの設置はほとんどみられない。これは、大学の学科や専攻の設置、改組が設置者である国の認可を必要とする事項であるため、新しい試みとしての学科設置、専攻設置が時代の急速な変化に対応しきれていないこと、また従来大学における教科目の設定は、普遍的な科目を設けることにより学科や専攻が構成されたことに起因するものである。しかし、近年大学の学科、専攻の特色を出すため新しい授業科目の導入、コースなどが設けられている例も見られるようになった。

今、日本の公共事業としての社会基盤整備は大きな転換期を迎えており、そのための技術の在り方、人材の育成にも変化の兆しがみえる。土木技術特に地盤工学においては、単に新規構造物の構築技術の確立ばかりでなく、地盤環境の創成手法、保全手法、再生手法などの技術に代表される新たな展開が必要とされている。また、人材育成においては、安全で自然と共生した社会創成技術力を持った人材の育成に比重が移されるべきである。

国際的な技術者資格である APEC エンジニアの登録分野は、Civil Engineering とは独立して Geotechnical Engineering の分野が確立されており、外国においては地球規模での環境科学や防災科学を含み、環境要素としての地盤の重要性を認識させる教育、倫理観を養う人材育成が実施されている。日本では、地盤環境工学分野のセクションを持つ企業において、精力的な人材育成が試みられてはいるが、これらの分野に特化した系統立てた人材育成システムの導入は遅れている。また、継続教育においても学会による人材育成講座の開設状況も必ずしも満足したものでない。国際的な競争力を持つ人材育成システムは、大学教育、継続教育、企業内教育などが体系的にそのシステムを構築すること、また学会などが認定する資格制度を設けることなどによって、始めて整うことになる。

#### 3.4.2 新しい工学・農学教育

戦後半世紀の日本の工学・農学教育は重点的・先進的な取り組みが行われ、その成果が評価された時代であった。現在、日本の理工系分野では既に学生離れが起こり、日本

の人材育成システムそのものに危機感が漂っている。特に、地球規模の環境問題、資源エネルギー問題、食料問題など国際的な学際・複合領域における人材の育成はかなり遅れている。このことについては、第17期日本学術会議工学教育研究委員会の取りまとめた「グローバル時代における工学教育」(平成12年3月27日)に、詳しく分析・提案されている。21世紀の技術者の育成は、学部において工学の基礎を確実に習得させるシステムを確立し、大学院教育において高度専門職業人としての素養を付加するシステムが望ましい。

土木系分野においては、すでに環境をキーワードとしての学科改組が行われ、学科名に「環境」を持つ大学も多い。しかし、カリキュラムの構成は、必ずしも学科名の変更に伴うほどの変革がなされていないのが実態である。諸外国の土木系学科の名称も「Civil and Environmental Engineering」となっている。問題は、カリキュラムの構成に新しい時代に対応した教科目を導入しているかである。

農業土木系分野では、学部の卒業生、博士前期課程（修士課程）修了者とも環境関連の就職先を志望する者が急激に増加している。また、民間企業及び官庁ともに、何らかの形で環境部門の強化を戦略的に図っており、それに見合う人材の確保を求めている。民間企業の場合、そのような人材を欲しているのは、必ずしも中小企業だけでなく大企業でも環境部門の担い手を欲している状況にある。少なくとも、入社案内に「環境に優しい企業である」とうたっていない会社を見出すことは難しい。農業土木系分野の大学では、現在このような傾向をやや待機的に見守っている。行きたい学生と採りたい企業の両者が一致すれば、それに越したことはないと考えているからである。

なお、昨今の大学院の改組には時代に対応した様々な取り組みを見ることが出来る。例えば、様々な学部、学科の出身者で構成される専攻、また、ある専門領域では、かなり限られた分野を深く探求する専攻、理工系と社会科学分野の融合領域の専攻などが設けられ始めており、今後の高度専門職業人の人材育成システムは、これらの大学院の改編・改革に大きくかかわってくる。

### 3.4.3 大学ではなにが必要か

これからは、小中学校、高等学校においていわゆる新課程のカリキュラムで学んだ者が大学生となる時代を迎えている。また、18歳人口の減少に伴い、大学が広く開放され大衆化した状況となり、大学生の質の変化、低下が起こっているとの指摘もある。これらの諸課題に対応するため、大学は既に特色あるカリキュラムの導入、創造性を育む様々な手法の導入、教授法の工夫を目指すFD（ファカルティー・デベロップメント）など様々な取り組みを実施しているが、学部教育ではジェネラリストの育成になっていく、いかざるを得ないというのが本音であろう。そこで、高度専門職業人の育成は、大学院博士前期課程までの6年間の中で実施するとの方向にある。

アンケート結果を見ると、地盤工学の基礎を前提としてさらに化学、生物、地学についての知識、理解を幅広く求めるとの社会要請が強いことが分る。この要請に対して、現状の大学の教育システムでは受け止めることが簡単ではない。化学や生物や地学にはそれぞれの学問体系があり、その一部を借用したような中途半端な知識を大学で教育することは、事実上不可能に近いからである。しかしながら、限られた時間の中でこれら

の分野の基礎的な知識をいかに教授していくかが、理工農系学部に課された重要な課題である。これらの問題を解決するには、大学の教育システムの抜本的改変や学部と大学院の新たな試みが必要であり、これは、土木工学分野でも農業土木学分野でも共通している。

### ( 1 ) 入試・導入教育

近年の大学入試方法は以前と較べるとAO入試の導入などかなり多様化しているが、入試科目の減少に伴い、大学特に理工系の学部に入学してくる学生の高校での数学、理科の履修量が充分でなく、場合によっては関連分野の基礎となるべき科目を履修していないケースも増えている。そこで、理工系の学部においては、1年次においてそれらの補習講義を実施しているところも少なくない。また、専門の講義を受ける前の教養科目に総合的、また常識的な知識を取り入れられている傾向にある。これらの内容は、表現力豊かないわゆる常識を持った学生とすることには成果をあげている一面もあるが、専門の講義を受ける基礎知識の教授が難しい状況である。

今日、社会から求められる技術者は、多様化しており、入学初年度におけるいわゆる「導入教育科目」の設定が重要になってきている。土木技術者においても環境問題、循環社会形成問題、倫理問題や地盤環境問題などに対応できることが必要であり、導入科目の一つに化学を入れることを考える必要がある。また、平成16年度から大学入学試験の科目として、従来理科1科目を課していた大学が理科2科目を課すと変更するケースが増えることとも関係し、新しい試みの可能性もある。このようなカリキュラムの構築は専門科目の削減と大学院博士前期課程の充実によって実現すると考える。

### ( 2 ) 学部教育

技術者の資格認定については、現在「APEC エンジニア」として諸外国との間で技術者資格の相互認定が必要となり、平成13年に技術士法が改正され、海外の技術者資格の制度と同等なものにすることになった。そのなかで特徴的なことは、技術者倫理について海外なみに「公益確保の責務」として定め、資格を取得した後は「継続教育」を義務付けたことである。また、諸外国と同様に若い技術者でも資格が得られるように改正されている。平成11年には、「日本技術者教育認定機構（JABEE）」が設立され、主要学協会の会長等で構成される理事会の下に、JABEEの活動方針や、認定の可否を決定する様々な委員会が設置され、平成14年度から多くの分野で審査が開始されている。土木学会が、土木・地盤環境系グループの幹事学会として、土木関連分野の本審査に対する実施体制を整えている。

JABEEの審査は、大学の教育プログラムが認定基準を満たしているか否かについて、自己点検書の内容実地検査によって見聞し、判定することで行われる。認定基準は自立した技術者に必要な知識・能力等を網羅した具体的な「学習・教育目標の設定」と、それを達成するための「学習・教育の量」「教育手段」「教育環境」および「学習・教育目標の達成度の評価」に基づいて継続的向上を図る「教育改善」の6項目からなっている。修得すべき知識・能力等は、「分野別要件」として、学習教育目標の中に定められている。このような流れの中で、土木系学科や農業土木系学科の学部教育については

従来の教授法に較べ、これらの認定を念頭においたカリキュラムとその教育内容がほとんどの大学で定められようとしているが、新たな科目として「地盤環境工学」を設けることは難しいといえる。学部における、地盤環境工学に関する人材育成の方向は、地盤環境工学の基礎知識に加え一般常識としての知識を教授するとの位置づけにならざるを得ないと考えられる。具体的には、教養科目に地盤環境工学に関する基礎知識を含む科目（2単位）を設け、専門科目の中にいわゆる環境工学関連の科目を設定し、その一部に地盤環境工学の内容を含ませることが必要であろう。なお、この場合その講師陣としては外部講師の活用も図る必要がある。

### （3）大学院教育

現在、大学院は様々な形態で設置されており、社会、産業界から見てわかりにくい状況にあることは事実である。理工農学分野における、大学院の設置形態の代表例を図3.4.1に示す。なお、大学院においては、「大学院」を「大学」「研究科」を「学部」「専攻」を「学科」とみると、理解しやすい。

図中、A-1が従来型で広く認識されていた形態で、学部の学科と同じ専攻名（専攻名が一致しないこともある）を持つ博士前期課程、後期課程をもっている。

近年の大学院の改革に伴い、このA-1型が変形した形態が多くなっている。その一つがA-2型で、概念的には学部学科（大学科が多い）の上に複数の、博士前期、後期課程からなる専攻を設置しているものである。これは、旧帝大系の大学院に多くみられ、いわゆる「重点化」と呼んでいるもので、教官が学部でなく大学院に所属しているのが特徴である。もう一つが、A-3型で、学部学科と同じ名称の博士前期課程専攻を持ち、博士後期課程は新たな専攻で括っている形態で、新制大学の工学系研究科に多くみられる。

基礎となる学科あるいは学部を有しない状態で設置されている大学院、専攻もある。その一つが、図に示すよな独立専攻（B）である。これは、A-1、2、3型の大学院研究科の中に、基礎となる学科組織を有さず設置された専攻であり、担当教官は大学院に所属する形態となっている。この独立専攻は、学部における教育より大学院教育による人材育成が適切であるとされる分野において認可されている。

つぎに、学部を有する大学において基礎となる学部組織も持たない研究科が、独立研究科（C）と呼ばれているものである。さらに、学部組織を一切有しない大学における大学院は独立大学院（D）と呼ばれている。基本的には、独立専攻（B）、独立研究科（C）及び独立大学院（D）は、博士前期、後期課程が一貫した形態である（2年で修士と見なすことができる）。

他に、連合大学院と呼ばれ、複数の大学の教官から構成される独立研究科（博士後期課程が多い）等もある。また、大学でない研究機関との連携を強化した研究科や専攻も多くなっている。

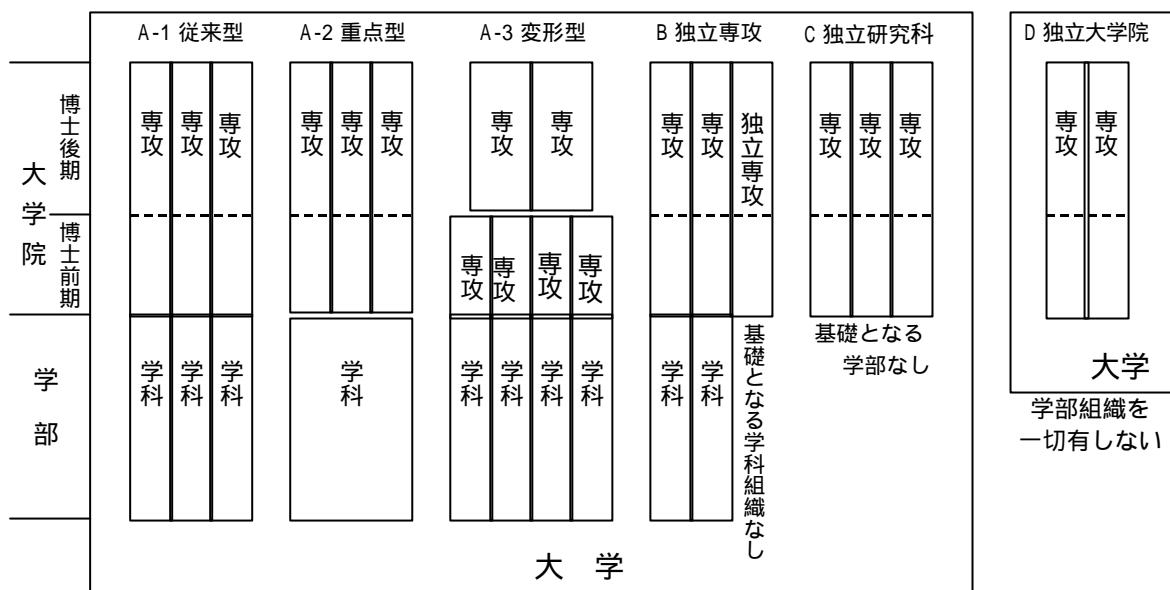


図 3.4.1 大学院の代表的な組織構成

日本の高度専門職業人の育成機関として重要な役割を担っている博士前期課程の場合、A - 1、A - 2、A - 3 の大学院研究科前期課程で大学院生が幅広くその専攻の関連科目を学ぶという姿勢に乏しいのが実態であり、大きな問題点となっている。この背景として、博士前期課程の履修科目数は 10 数科目を取得すればよいとの定め(2 年間に修士論文の他 20 数単位の取得を義務づけている。半年間に 15 回の講義により 2 単位が認定される)がある。しかし、博士前期課程における修士論文を仕上げるのに伴う教育効果も高く評価されているのも事実である。このような専攻においては、履修する講義科目に偏りがあり、結果として極めて狭い領域での知識を修得していることになっている。

一つの改善策として、博士前期課程のなかにコース制を導入すると共に、開設科目を JABEE 同様の理念の下に設定し、コースの履修推奨科目を定めることも必要である。なお、このコースは、専攻の規模、構成によっても異なるが、2 ~ 3 コースが妥当なものであろう。そのような改善のなかで、地盤環境工学コースの設定をすることが、この分野の専門の人材を社会に供給出来る方法の一つである。

地盤環境問題の人材教育で、大学に対しては「基礎研究能力」と「実務能力」を期待されているアンケート結果がある。これらのことを考えれば、大学院において力学に主体をおいた地盤工学技術者の育成を行っている大学においても、地盤環境工学コースの確立こそ求められていると思われる。また、大学院における地盤環境工学の科目については、外部講師の導入を積極的に進めることが必要である。また、これらの講義については、現在各大学に整備されている SCS (スペース・コラボレーション・システム) による講義開設システムの導入が考えられる。

なお、このような試みを進める一方、大学院の再編成を行なうことで、社会から求められる高度専門職業人教育システムを確立しようとする大学も既に出てきている。今日、

工学分野における博士前期課程への進学率を見ると、高度専門職業人教育に特化する大学院と研究者の育成を主体とする大学院に特化する動きが加速することが予想される。今後、前者の理念に基づく大学院の改組が、地盤環境工学技術者ばかりでなく日本の高度な専門技術者の養成においてポイントとなることを指摘したい。

また、地盤環境工学専攻を、独立専攻あるいは独立研究科のなかの専攻として設置することも充分に考えられる。さらに、博士前期課程の社会人入学枠を設ける動きも加速しており、大学院が「地盤環境工学」コースを設けることで志望者の増大、あるいは再教育の機会の提供など可能になると考えられる。近年、これらのコースについては、1年間の在籍により修士の学位を授与することも出来るので、このような制度の活用も一方法である。

しかし、研究を中心に活動してきた大学院では、できるだけ最先端の特化したテーマ、オリジナリティの高い研究テーマを大学院生に与える傾向が強いので、そのような博士前期課程修了者が企業の期待にぴったりと応じられる可能性は決して高くな一面もある。これらの大学における改善策として、大学院博士前期課程を2つに分割し、一方は研究者育成コースとして高度で専門性の高いオリジナルな研究を指導し、他方は社会的要請に応えるべく、数学、物理学、化学、生物学、地学などを幅広く習得した総合力を有する人材を育成することである。これも一種のコース制と見なすことが出来る。

また、人材を必要とする、企業や国、自治体などが、大学院博士前期課程で専門分野を深く研究してきた人材を積極的に採用し、その能力を生かすシステムを創出することに務めるべきである。このような価値観は、短期的な効率は悪くても、長期的には必ず効果が現れ、何よりも国際社会での認知度が格段に高くなる。いずれにせよ、博士前期課程において地盤環境工学分野の人材育成を強化することが最も望ましい方策である。しかし、これらの大学院の改組や改善は、大学のおかれた状況によって異なり、大学自身で対応しなければならないことは言うまでもない。環境地盤工学分野に必要な大学院博士前期課程の開設科目の一例を表3.4.1に示す。

表3.4.1 地盤環境工学分野関連の開設科目例

科目名	内容
環境工学特論	地球温暖化、砂漠化、海面上昇、廃棄物処分
環境化学特論	化学一般、環境汚染、浄化、環境影響物質、遺伝子
微生物工学特論	生態と地盤、汚染地盤、廃棄物処分
環境地盤工学特論	微生物生態系、微生物反応、物質循環、環境浄化
廃棄物処分工学特論	有害廃棄物、一般廃棄物、汚染源隔離技術
廃棄物管理計画特論	資源循環、評価システム、リスク管理、施設立地計画
地盤保全工学特論	地下水、汚染防止技術、汚染修復技術
環境保全工学特論	生態学、保全・補修技術、炭酸ガス問題
水環境工学特論	水循環、地下水汚染、浄化技術、森林と水
生態工学特論	酸性雨、生物生態系、緑化技術、
環境計測工学特論	環境影響物質、センサー、計測器、環境影響対策
エネルギー工学特論	電力、化石エネルギー、新エネルギー
資源循環工学特論	リサイクル・リユース技術、ゼロエミッション

博士後期課程においては、研究者として自立して研究活動を行い、又はその他の高度に専門的な業務に従事するのに必要な高度の研究能力及びその基礎となる豊かな学識を養うことを目的にしている。近年、ほとんどの国立大学の理工農系分野では、博士後期課程を有しており、博士前期課程からの進級者および社会人の入学者が増大している。従って、日本においても一昔前に較べると、高度な研究開発能力を持った人材が多く輩出されているが、企業、官庁におけるこれらの人材の有用な活用システムは必ずしも確立されておらず、あたら有能な人材の活躍の場が諸外国と比較すれば設けられていない状況と言える。このような日本の産業界の体質改善も、日本の技術力再生の鍵となる。地盤環境工学分野の人材育成においても、この分野の博士を有する人材の活用システムの構築が課題となろう。

#### 3.4.4 産官学連携体制の強化

地盤環境工学分野の人材を育成するためには、それを担う大学への企業、官庁などからの積極的な人材協力が欠かせない。大学人もこの分野の人材が、大学に十分に揃っていないことを認め企業からの協力を希望している。また企業の専門家も大学の実情を同じように見ており、相互協力のもとで学部、大学院に「地盤環境工学」の講義科目を開設する事が望まれる。まず、複合学会の一つである地盤工学会が「地盤環境工学専門委員会（仮称）」を発足させ、この分野の人材育成について学会として取り組むべき方針を審議し、具体的な活動を行なう母体となる。学会を中心とした活動こそ、地盤環境工学分野の技術者育成を促進させることに貢献することになる。一例として、地盤工学会が幹事学会となり、地盤環境工学分野の大学院の講義担当者（非常勤講師）リストを作成し、この専門化集団のリストを公表する。リストには、履歴、専門領域、業績、シラバスなど記載し、各大学が、これらのリストの中から最適な人物に講義を依頼出来るシステムを整える。

さらに、地盤工学会において、「地盤環境工学」に関する大学院の教科書・テキストの発行を企画する。また、「地盤環境工学」関連の講演会、講習会を積極的に企画し、支部の活動と連携をとり定期的に講演、講習会を実施する。なお、講習会は、その内容に応じて初級者用、中級者用、上級者用と設定し、上位の講習会の参加資格を原則として下位の講習会参加者とするなどの工夫が望まれる。将来的には、学会が地盤環境工学技術者として認定する「資格証」などを発行するような制度に発展させる必要がある。また、地盤工学会として、都道府県、市町村の地盤環境問題への指導的相談体制を作り上げることが学会の役割の一つであることも指摘したい。

近年、大学の役割の一つとして、教育研究成果の社会への還元活動が重要視されている。その一つの活動である公開講座は、大学等が持っている専門的、総合的な教育・研究機能を社会に開放することにより、生活上、職業上の知識、技術及び一般的教養を身につけるための学習の機会を広く社会人等に対して提供するものであり、地域における生涯学習プログラムとして定着している。平成14年度の国立大学等における公開講座は2,160講座であり、講座の内容は、情報処理・医療関係者あるいは教職員などを対象とした専門的なもの、生命・健康、環境等現代的課題に関するもの、教養、語学、趣味

に関するもの、スポーツなど、特色を生かした幅広い多彩なものである。しかし、ほとんどが一般市民や小中学生を対象としており、高度専門職業人や高度技術者を対象にしたもののは少ない。

地盤環境工学分野の人材の豊富な大学やそのような需要のある地域の大学にあっては、専門的な技術者を対象に「地盤環境工学」に関する公開講座を開設することは有用な再教育システムの一つとなると考える。公開講座の開設にあたっては、短期間の公開講座としたり、学会との連携講座としたり、講師陣に他機関の専門家も加えるなどの工夫によりさらに効果を発揮すると思われる。なお、国立大学の法人化後においては、このような社会貢献活動は益々活発化すると考えられる状況にあり、高度専門技術者の生涯学習プログラムとしての期待は大きい。

## 参考文献

- 1) C.D. Shackelford: Educational programs in Environmental Geotechnics/Geoenvironmental Engineering at USUCGER universities, Proc. 3rd International Congress on Environmental Geotechnics, Lisbon, 1998.
- 2) 小泉 健：大学の技術者教育に対する社会の要望と方向，農業土木学会誌，68.5，43-48，2000

## 第4章 人材育成への提言

### 4.1 地盤環境工学とは

地球環境問題としてわれわれが直面している多くの課題が、現象の理解と対策に地盤の知識を必要不可欠としている。地盤は、様々な環境問題の重要な要素となっているからである。地盤工学は、地盤という共通の視点に立ち、土木工学、建築学、農業工学、地質学等の既存の工学と密接に連携しつつ発展してきたものであって、当初は安全で経済的な国土整備のために、ついで防災・減災のためにと対象領域を拡大しつつ、社会ならびに社会環境の発展に寄与してきた。しかし、その中から環境の視点や配慮が欠如すると環境問題を惹起することになる。このため、地盤工学の伝統的な役割に加えて、地盤工学技術を「快適な環境の創生・保生・再生のための学術・技術」と位置づけ、環境の保全・修復・改善のために役立てる必要が強くなってきた。

地盤環境工学は、人類の生活環境および地球環境を念頭に、常に環境の創生・保生・再生の観点を重視しつつ、従来から地盤を対象としてきた工学（地盤工学）に加えて、多様な環境にかかわる学問（土壤科学、微生物学、化学、化学工学、生態環境工学、毒物学、等）を援用・統合し、地盤の有する特性を駆使しながら環境への様々なインパクトを最小限にするための予測ならびに問題を解決するための工学と位置づけられる。

### 4.2 地盤環境工学の社会的な認識、取り組みの現状

18期地盤環境工学専門委員会は、地盤環境工学が守備する広範な領域の中から、特に環境という視点を強く意識したときに地盤環境工学が先取的に取り組むべき課題群を例示して、地盤環境工学に対する社会的認知の状況、社会ニーズの分析、そして企業、大学、国立研究機関における取り組みの現状（人材活用、教育を中心として）に検討を加えた。

例示した課題は2章に述べたように、A：汚染地盤の修復、B：廃棄物処分、C：核廃棄物貯蔵・処分、D：酸性雨、酸性土壤に関わる問題、E：砂漠化防止に関わる問題、F：海面上昇と社会基盤に関わる問題、G：地盤に関わる環境影響物質循環、水循環問題、H：生物、生態系に関わる地盤環境問題、I：その他である。

アンケート調査の結果を要約すると、以下のような姿が浮かび上がってくる。

- ・ 地盤環境工学に関するわが国の教育、研究、社会的認知は、いずれも欧米に比べて遅れている。例示したほとんどの分野で研究レベルが欧米に比べ遅れているという認識が概ね半数を占めているにも拘わらず、大学において海外の研究機関との交流は進んでいない。さらに、国内の学外との交流も多くない。
- ・ 技術開発、人材育成にかかわる大学と企業の役割分担に関する意識は双方で一致するものの、企業の側に大学だけには任せておけないというメッセージを感じる。
- ・ 企業でも大学でも、基礎研究の推進は大学の重要な役割であると認識されている。また、それに加えて、産・官のパイプ役、住民との合意形成の調整役、幅広い産業を連携する橋渡し役、プロジェクトや行為・制度等への監視役(問題発生前に警鐘を鳴

- らす役割)、など大学の中立の立場から社会に対して多くの役割が期待されている。
- ・現在、企業において地盤環境問題に携わっているスタッフの大部分が土木系学科出身であることから、企業で地盤環境問題に取り組んでいる技術者に不足している知識は化学、生物という回答が多い。特に民間において、汚染地盤修復、廃棄物処分場、環境影響物質循環、生物・生態系の分野を修得した技術者が望まれている。具体的には「地盤工学と化学分野が同時にわかる人」、「化学、生物学の基礎技術を習得している人」、「土木工学的マインドを持った各専門家(化学、等)」といった要望がみられ、地盤環境問題においては化学、生物の知識が不可欠であることが浮き彫りとなっている。
  - ・将来、この分野の技術開発には生物・生態系などの必要性が伺えるが、大学内で、地盤工学の分野と生物、化学分野との協力体制は進展していない。
  - ・ビジネスとしての企業の視点は、現在、幾つかの特化した課題に資源を集中しているが、将来的には対象を広げて行く必要性を認識している。

一部には先進的な取り組みを進める大学があるが、従前からの大学の動きの鈍さから、全体的に眺めるとき早急な対応に多くを期待することは難しく、まずは学協会がこの分野の推進・強化に積極的に関与する必要がありそうである。

#### 4.3 人材の確保

「地盤環境工学」を構築するためには、新しい学問体系づくりや、業際的な職種領域を開拓することが求められ、優れた人的資源の充足が重要となる。人材育成は、高等教育機関による学校教育および就業中での企業内・企業外などの継続教育を通じて行なわれてきた。これに加えて、今後の人材育成システムを考えるうえで見逃せない側面は「人材の流動化と雇用形態の変化」である。

地盤環境に携わる人材の質的、量的拡充を求められている企業における人材確保には以下の方法が考えられる。

現在の人材を再教育し、新たな分野に対応させる。

地盤環境工学の教育を受けた人材を新規に採用する。

地盤環境分野の実務を行なっている人材をスカウトする。

現下の社会・経済環境では、については困難な企業も多く、あるいは、が主体となると思われる。

人材の再教育と、能力のある人材のスカウトは、いずれも人材流動化の促進であり、必要な領域にできるだけ優秀な人材の質・量を充足させることにある。

前者の人材の再教育(継続教育)にあたって、地盤環境の分野では、化学、生物、地質、機械などの素養を兼備し、土木工学あるいは地盤工学のマインドを持った人材が求められている。このようなマルチタレントの育成を企業内で従来型の自前の人材育成で行なうのは困難である。このため、社外の場(社外講習、大学等への派遣)に人材育成を求めている。高等教育機関や学協会による再教育・追加教育に対する教育機能の充実への期待が大きい。後者の業界内・産官学間移動という人材流動化の流れの中で、優秀な人材の確保に実効性をもたらすためには、行政レベル、会社間、業界枠を越えて、各界が

歩調をあわせての連携協調が欠かせない。例えば、能力主義などモチベーションを生む人材評価システム、技術開発成果の評価制度、日本型チームワークを活かすような再編、人材流動化支援バンクやネットワーク、などが挙げられる。

の新規に採用する地盤環境工学技術者に、企業は基礎知識として生物、化学を、専門知識に生物学、衛生工学、農学をあげる企業が多い。また、能力としては、基礎研究能力を期待する企業と実務能力を期待する企業とに分かれる。大学教育がこれにいかに答えられるかが課題である。

#### 4.4 大学教育の現状

土木系大学教育に地盤環境工学は組み込まれつつあるが、現状では、学部教育はもちろんのこと大学院教育においても、基礎研究能力や実務能力を期待している企業の要求に応えられる状況にはないと言えよう。土木系大学教育の現状は、欧米の大学に比べて対応が大幅に遅れていると言って過言ではない。これらを強く認識した上で、教育プログラムの整備の必要性が示唆される。

農業土木系では、旧「農業土木学」は、生物資源工学、地域環境工学、環境資源工学、生物生産環境工学など、類似した名称に変更となっている。これらの学科では、地盤環境工学または環境工学関連の学部教育科目は年々増加している。農業土木分野は、物質循環を取り扱う人材、農村や林野など自然生態系に近い空間の地盤環境工学を取り扱う人材、特定の地域を対象とする地盤環境工学を扱う人材、などに加えて、化学や生物や地学において基礎知識を有する人材、「水」と「土」と「人」との関わりを現実的に把握できるバランス力を有する人材、などの育成に貢献する必要がある。

「環境工学科」として独立した学科を有する国内の大学の数は多くないが、専門基礎科目として、環境化学、微生物工学、分析化学を必修として、工学基礎科目や専門基礎科目として土の力学をほとんど必修と同等の配置とした例もある。環境工学の基礎科目として生物、化学を履修し、かつ地盤工学を含む土木工学の基礎科目を修得した上で、さらに大学院修士課程において地盤環境工学に特化した科目が履修できるようなコースを設定することができれば、「化学、生物学の素養を身につけ、土木工学的マインドを持った地盤環境工学技術者」の育成が可能になるものと考えられる。

#### 4.5 人材育成システムへの提言

地盤環境工学に携わる技術者の育成を考えると、教育のシステムとコンテンツの問題がある。前者については、大学教育、継続教育、企業内教育、などをシステムとして構築すること、学会などが認定する資格制度を設けることなどが考えられる。後者については、地盤環境工学を体系化し、前記システムの流れの中で基礎から応用にいたる内容を組み立てる必要がある。

## (1) 学部教育 - ジェネラリストの育成

学部における地盤環境工学に関する人材育成の方向は、広く環境全般と地盤環境についての基礎知識を持ったジェネラリストの養成となろう。

今日、社会から求められる技術者は多様化しており、入学初年度におけるいわゆる「導入教育科目」で、環境に配慮し問題を解決することが社会に貢献し意義も大きいことを若い世代に認識してもらうことが重要である。学部教育のプログラムは様々な制約条件の中で定められている。地盤環境工学の基礎知識を一般常識として教授するとの位置づけにならざるを得ないが、限られた時間の中でこれらの分野の基礎的な知識をいかに教授していくかが、理工農系学部に課された重要な課題である。

## (2) 大学院教育 研究者・高度専門職業人の育成

地盤環境工学を専門とする研究者や高度専門職業人の育成には、学部から大学院博士前期課程に至る6年間で考える必要がある。地盤環境工学を担う人材としては、研究に取り組む人材と同様に実務能力を有するプロフェッショナルが求められている。しかし、現状の博士前期課程は前者に対応することに主眼がおかれ、後者に対応できる状況にはない。

大学院博士前期課程を2つに分割し、一方は研究者養成コースとして高度で専門性の高いオリジナルな研究を指導し、他方は社会的要請に応えるべく、数学、物理学、化学、生物学、地学などを幅広く習得した総合力を有する人材を育成することが一つの解決策であろう。博士前期課程のなかにコース制を導入すると共に、地盤環境工学コースの設定をすることが、この分野の専門の人材を社会に供給するために必要であろう。環境地盤工学分野に必要な大学院博士前期課程の開設科目の一例を第3章に示した。また、地盤環境工学の科目について、外部講師の導入を積極的に進めることが必要である。これらの講義については、現在各大学に整備されているSCS（スペース・コラボレーション・システム）による講義開設システムの導入が考えられる。

既に他分野あるいは関連分野で活動している社会人が新たな職能を求める機会が増えてくる。これに対応するためには、ニーズに見合った豊富なメニュー やコースが求められる。博士前期課程に「地盤環境工学」コースを設けることで志望者の増大、あるいは再教育の機会の提供などを可能にすると考えられる。また、複数の大学で得意な分野を分担するような枠組みも望まれている。しかし、これらの大学院の改組や改善は、大学のおかれた状況によって異なり、大学自身で対応しなければならないことは言うまでもない。

近年、ほとんどの国立大学の理工農系分野では、博士後期課程を有しており、博士前期課程からの進級者および社会人の入学者が増大している。従って、高度な研究開発能力を持った人材が多く輩出されているが、企業、官庁におけるこれらの人材の有用な活用システムは必ずしも確立されていない。このような日本の産業界の体質改善も、日本の技術力再生の鍵となる。

### ( 3 ) 継続教育

地盤環境工学分野の人材を育成(人材の流動化を含む)するためには、それを担う大学、企業、官庁の協力が欠かせない。このような協力の場としては関連学協会の働きが期待される。例えば、複合学会の一つである地盤工学会が「地盤環境工学専門委員会(仮称)」を発足させ、この分野の人材育成について学会として取り組むべき方針を審議し、技術者継続教育の一環として具体的な活動を行なう母体となることが期待される。

地盤環境工学分野の人材の豊富な大学やそのような需要のある地域の大学にあっては、専門的な技術者を対象に「地盤環境工学」に関する公開講座を開設することは有用な再教育システムの一つとなると考える。公開講座の開設にあたっては、短期間の公開講座としたり、学会との連携講座としたり、講師陣に他機関の専門家も加えるなどの工夫によりさらに効果を発揮すると思われる。なお、国立大学の法人化後においては、このような社会貢献活動は益々活発化すると考えられる状況にあり、高度専門技術者の生涯学習プログラムとしての期待は大きい。

今回の提言では、「地盤環境工学」を、特に環境と言う切り口で眺めた場合の人材育成を議論し試案を提示した。今後、学会を中心に、大学、企業、行政が一層の議論を深め、具体的な人材育成の仕組みと内容を確立することが、地盤環境工学分野の技術者育成を促進させることに貢献することになる。地盤工学会の前身である土質工学会の教育に関わる既往の取り組みが参考となろう(土と基礎<sup>1)</sup>)。

### 参考文献

- 1) 土質工学会:「学校教育における土質工学」小特集、土と基礎 Vol 27, No.4, 1979

## 《付録》

### 「魅力ある地盤環境工学」に関する意識調査アンケート

#### - アンケート回答 集計結果 -

1 . アンケートの実施	・・・付-1
2 . アンケート回答率	・・・付-1
3 . アンケートの集計	・・・付-2
資料 - 1 大学 アンケート設問	・・・付-1-1～付-1-5
資料 - 2 大学 アンケート集計結果	・・・付-2-1～付-2-16
資料 - 3 民間 アンケート集計結果	・・・付-3-1～付-3-18
資料 - 4 国研 アンケート集計結果	・・・付-4-1～付-4-8

## 1. アンケートの実施

アンケートの対象を大学、民間会社、国立の研究機関（独立行政法人格の研究機関を含む）に大別し、三者の立場に合せて設問を各々若干変えて実施した。ここでは、大学に対するアンケート設問を資料-1に示す。

尚、アンケートの実施時期は平成14年7月～9月である。

## 2. アンケート回答率

アンケートの回収状況を以下に示す。大学、民間、国研の回答率は30%を超えており、十分とはいえないまでもアンケートとして有効であるものと判断した。

・大学 回答35件 / 依頼100件 (回答率35%)

回答内訳 土木 26件 / 75件 (35%)

農業土木 3件 / 12件 (25%)

建築 1件 / 13件 (8%)

衛生 1件 / - 件

資源開発 1件 / - 件

その他 3件 / - 件

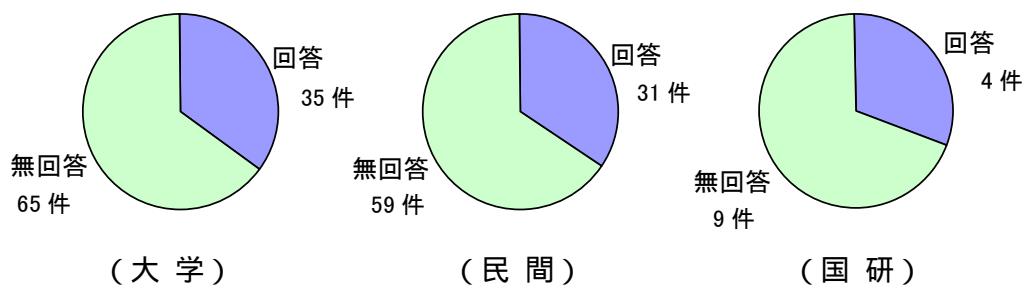
(生物資源、システム情報工学、海洋土木)

・民間 回答31件 / 依頼90件 (回答率34%)

回答内訳 ゼネコン 17件 / 57件 (30%)

コンサル・メーカー 14件 / 33件 (42%)

・国研 回答 4件 / 依頼13件 (回答率31%)



### 3. アンケートの集計

アンケートの集計は、設問毎の解答を数字(回答件数)で表現して円グラフまたは棒グラフで整理した。設問に対する回答がない場合は「無回答」として表示した。

自由意見については、回答者の意図を正確に伝えるため、記述された回答を原文のまま表形式に転記して列挙した。

大学、民間、国研に対するアンケート集計結果を資料 - 2 ~ 4 に示す。

尚、アンケートのグラフ化に際しては、例示した A ~ I の技術課題を下記に括弧書きで示す略称を用いて表示した。

A . 汚染地盤の修復に関する問題 (汚染地盤)

汚染地盤の調査、汚染の広がり、リスク分析、修復技術など

B . 廃棄物処分場(有害廃棄物、一般廃棄物)に関する問題 (廃棄物処分場)

汚染源の隔離に関する技術、処分場の跡地利用に関する問題

C . 核廃棄物貯蔵・処分に関する問題 (核廃棄物)

D . 酸性雨、酸性土壌に関する問題 (酸性雨)

E . 砂漠化防止に関する問題 (砂漠化)

F . 海面上昇と社会基盤に関する問題 (海面上昇)

G . 地盤に関する環境影響物質循環、水循環問題 (環境影響物質循環)

H . 生物、生態系に関する地盤環境問題 (生物・生態系)

以 上 .

## 資料 - 1 大学 アンケート設問

### 研究体制

【1】貴大学には、あなたが所属する学部(研究科)以外に下記A～Iの分野の地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)を擁する学部(研究科)が他にもありますか。

( あり なし )

A : 汚染地盤の修復に関わる問題

汚染地盤の調査、汚染の広がり、リスク分析、修復技術など

B : 廃棄物処分場(有害廃棄物、一般廃棄物)に関わる問題

汚染源の隔離に関わる技術、処分場の跡地利用に関わる問題

C : 核廃棄物貯蔵・処分に関わる問題

D : 酸性雨、酸性土壤に関わる問題

E : 砂漠化防止に関わる問題

F : 海面上昇と社会基盤に関わる問題

G : 地盤に関わる環境影響物質循環、水循環問題

H : 生物、生態系に関わる地盤環境問題

I : その他

【2】あなた自身の学部(研究科)は以下に示すどの分野を主としていますか。

( 土木 建築 農業土木 農業生物 衛生 資源開発 その他 )

( その他の場合は具体的にお書きください \_\_\_\_\_ )

【3】あなた自身の学科(専攻)は以下に示すどの分野を主としていますか。

( 土木 建築 農業土木 農業生物 衛生 資源開発 その他 )

( その他の場合は具体的にお書きください \_\_\_\_\_ )

【4】あなた自身の学部(研究科)には上述のA～Iの分野で地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)がありますか。

( 専門の講座有り 関連する講座有り 設問【6】へ 講座無し 設問【5】へ )

【5】地盤環境問題を専門に対処する講座(研究室)の設立をお考えですか。

( 社会動向を見極めてから 近年中に 考えていない )

設問【7】へ

【6】地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)について

- ・該当する講座(研究室)の分野を上述のA～Iでお答え下さい。複数回答可。その他(I)の場合は具体的な分野をお書き下さい。

( A      B      C      D      E      F      G      H      I      )

その他( \_\_\_\_\_ )

- ・該当する講座(研究室)は複数の学科(専攻)に分散していますか。ひとつにまとまっていますか。

( ひとつにまとまっている 分散している )

- ・該当する講座(研究室)数はいくつありますか。

( 室 )

- ・該当する講座(研究室)の名称を全て列挙して下さい( 分散している場合は学科(専攻)名称から記述して下さい。)

( \_\_\_\_\_ )

- ・該当する講座の教官(研究員)は全部で何名ですか。

( 人程度 )

- ・該当する分野で学ぶ学生数(合計人数)について

( 学部生 人程度 / 大学院生 人程度 / 博士課程後期 人程度 /  
社会人 人程度 / 海外留学生 人程度 )

- ・これから地盤環境問題を専門とする講座(研究室)を増設する計画がありますか。

( ある 将来的に検討する ない )

【7】地盤環境問題に関して学内を横断する、例えば、化学、生物、他との協力体制が出来ていますか。

( はい いいえ )

教育方針

【8】あなたの学部(研究科)では地盤環境工学に関してどのような人材を育成しようとされていますか。(複数回答可)

学部：重視する能力( 基礎研究能力 実務能力(即戦力) 技術者としての一般常識 )

大学院：重視する能力( 基礎研究能力 実務能力(即戦力) 技術者としての一般常識 )

(人材育成方針記述)

学部レベル：

大学院レベル：

【9】環境全般から地盤環境の流れの中で、教養から専門にかけてどのようなカリキュラムを組まれていますか。該当する講義の数と科目名を記述して下さい。

( 教養 必修科目数 / 選択科目数 )

( 学部専門 必修科目数 / 選択科目数 )

( 大学院 必修科目数 / 選択科目数 )

選択、推奨、必修の別で、授業科目の名称を具体的にお書き下さい。

(一般教養科目)

(学部専門科目)

(大学院科目)

・環境全般から地盤環境について、外部講師（他大学、企業等）の授業科目がありますか。

学 部 ( はい いいえ )

大学院 ( はい いいえ )

それは、環境／地盤環境分野の総単位数の何割に相当しますか？

学 部 ( 割 )

大学院 ( 割 )

・環境全般、あるいは地盤環境に関わる講義を進める上で、学生の資質に問題を感じることがありますか。以下の中からお選び下さい。（複数回答可）

( 数学 物理 化学 生物 地学 その他 ( \_\_\_\_\_ ) 特に感じない )

【10】環境問題（地盤環境にこだわらず）は倫理や価値観と不可分ですが、関連する技術者倫理に関する教育をどのように行われていますか。

( 技術者倫理に関する講義がある 日常の中で指導 考慮していない 検討中 )

(教育方針記述)

【11】企業は地盤環境工学に関してどのような人材を望んでいるとお考えですか。

重視する能力 ( 基礎研究能力 実務能力(即戦力) 技術者としての一般常識 )

(ご意見記述)

## 研究動向

【12】地盤環境工学の研究で海外の大学や研究機関との交流がありますか。

( はい いいえ )

【13】地盤環境工学に関して企業と共同研究を行ったことがありますか。

( はい いいえ )

【14】地盤環境工学に関して大学と企業の役割分担についてお考えをお聞かせ下さい。

人材育成 ( 大学が主 企業が主 双方にて実施 )

基礎研究 ( 大学が主 企業が主 双方にて実施 )

技術開発 ( 大学が主 企業が主 双方にて実施 )

(ご意見記述)

【15】現在あなたの学部(研究科)では地盤環境問題に関して、どのような分野の技術開発を行っていますか。前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。その他の場合は具体的な分野をお書き下さい。

( A    B    C    D    E    F    G    H    I    )

その他分野( \_\_\_\_\_ )

【16】あなたの学部(研究科)では現時点でどのような分野の地盤環境技術の研究が急務とお考えですか。前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、その研究対象技術を具体的にお書き下さい。

( A    B    C    D    E    F    G    H    I    )

(研究対象技術記述)

【17】地盤環境技術では将来どのような分野の研究開発が必要になるとお考えですか。前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、必要になると思われる技術について具体的にお書き下さい。

( A    B    C    D    E    F    G    H    I    )

(将来技術記述)

【18】総合技術としての地盤環境工学に対して、基礎学問としての地盤工学からどのようなアプローチができるのかについてお考えをお聞かせ下さい(具体的な開発技術で示して頂いても構いません)。

(ご意見記述)

【19】地盤環境工学に関する研究で過去10年間にあなたの大学で特許申請を何件出されましたか。

( 特許申請 件程度 : 内実用化に至った特許 件 )

## 研究レベル

【20】地盤環境工学・技術の一部は主に欧米が先行していましたが、現時点で国内の研究レベル、技術レベルは欧米に比べてどの程度のレベルに達しているとお考えですか。前述のA～Iの分野毎にお答え下さい。

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| A : 汚染地盤修復 | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| B : 廃棄物処分場 | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| C : 核廃棄物貯蔵 | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| D : 酸性雨・土壤 | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| E : 砂漠化防止  | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| F : 海面上昇   | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| G : 環境影響物質 | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| H : 生物、生態系 | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |
| I : その他    | ( 遅れている 並んでいる 進んでいる 分からない ) |

「その他」の分野( \_\_\_\_\_ )

## 将来性

【21】地盤環境工学は将来的にどのような方向に発展するべきとお考えですか。

(ご意見記述)

## 産・官との関係

【22】地盤環境問題に関して、産学官のなかで大学はどのような役割を果たすべきとお考えですか。

(ご意見記述)

【23】地盤環境工学の研究費の確保にはご苦労されていると思いますが、公的あるいは財団などの研究助成費（科研費を除く）を活用されたことがありますか。

(　　はい　　いいえ　　) 例えば「独創的革新技術開発研究の公募」(文部科学省)

【24】地盤環境の研究費の確保先として研究助成制度の充実に期待されますか。

(　　はい　　いいえ　　)

【25】地盤環境工学に関して企業の奨学寄付金を受けたことがありますか。

(　　ある　　ない　　)

## 社会との関係

【26】地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるために大学の果たすべき役割についてお考えをお聞かせ下さい。

(ご意見記述)

【27】地盤環境問題において地域貢献、環境教育における大学の果たすべき役割についてお考えをお聞かせ下さい。

(ご意見記述)

## 自由意見

【28】最後に地盤環境工学に関して自由なご意見をお聞かせ下さい。

(ご意見記述)

(ご記入して頂いた方について)

大学名

所 属 (学部(研究科)・学科(専攻)・講座)

役 職

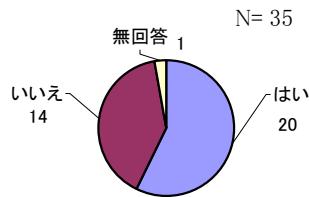
氏 名 (差障なければ)

e-mail address:

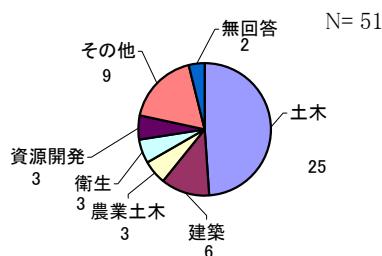
以上でアンケートは終了です。ご協力誠にありがとうございました。

## 資料 - 2 大学 アンケート集計結果

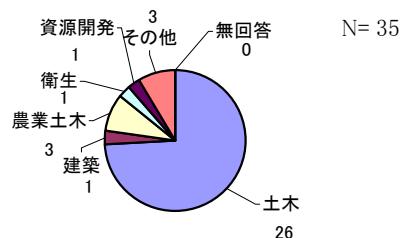
【1】貴大学には、あなたが所属する学部(研究科)以外に下記A～Iの分野の地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)が他にもありますか。



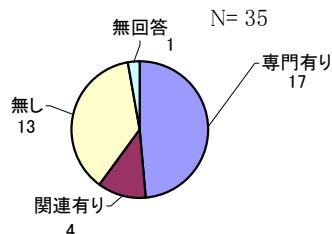
【2】あなた自身の学部(研究科)は以下に示すどの分野を主としていますか。



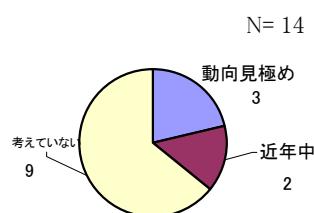
【3】あなた自身の学科(専攻)は以下に示すどの分野を主としていますか。



【4】あなた自身の学部(研究科)には上述のA～Iの分野で地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)がありますか。

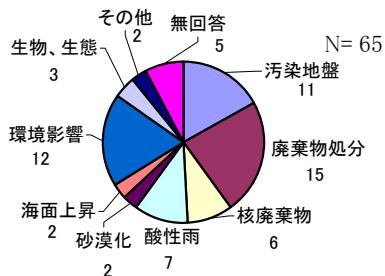


【5】地盤環境問題を専門に対処する講座(研究室)の設立をお考えですか。

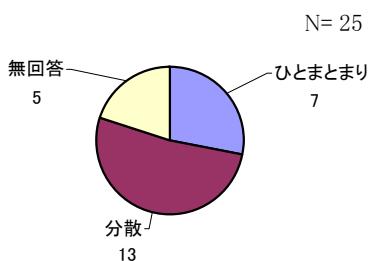


【6】地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)について

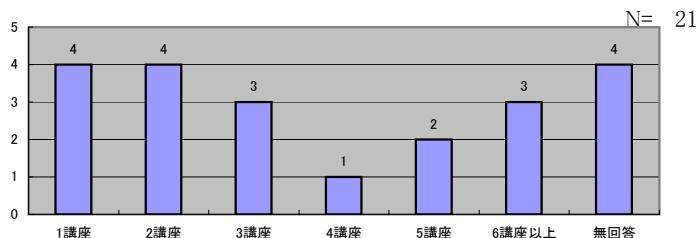
- ・該当する講座(研究室)の分野



- ・該当する講座(研究室)は複数の学科(専攻)に分散していますか。ひとつにまとまっていますか。



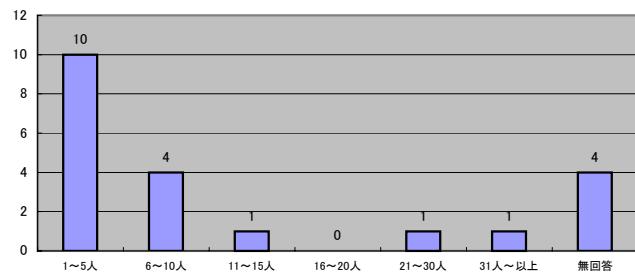
- ・該当する講座(研究室)数はいくつありますか。



- ・該当する講座(研究室)の名称を全て列挙して下さい(分散している場合は学科(専攻)名称から記述して下さい。)

土木	地盤工学研究室、生態学研究室、環境工学研究室、生浄化学研究室、水環境学研究室	建築	地盤工学、環境工学
	土木工学専攻社会基盤工学講座、地球総合工学専攻 地球環境統合学講座	農業土木	・生物資源環境科学科 生物生産科学 生物機能科学 環境生化学
	地水環境工学		土壤工学、土壤物理
	環境衛生工学、環境保全システム工学、廃棄物資源工学	農学	土壤学分野
	都市システム工学科 防災・環境地盤工学研究室、 水圏環境研究室、広域水圏環境教育センター、農学部	資源開発	環境衛生工学、環境保全システム工学、水圏工学、廃棄物資源工学
	大学院理工学研究科生物環境科学専攻生態環境システム、建設工学科地盤システム講座、地盤科学研究センター	全般	大学院地球環境学堂 地球親和技術学廊 社会基盤親和技術論分野、大学院工学研究科 環境地球工学専攻 環境リスク工学講座、大学院工学研究科 土木システム工学専攻 複合基盤システム講座ジオフロント工学分野、工学研究科資源工学専攻、農学研究科、防災研究所等に、関連する研究室が多数存在
	地盤工学研究室 環境地盤工学研究室 生態都市工学 基礎構造工学 建設基礎工学 資源エネルギー工学	その他	廃棄物処分工学分野

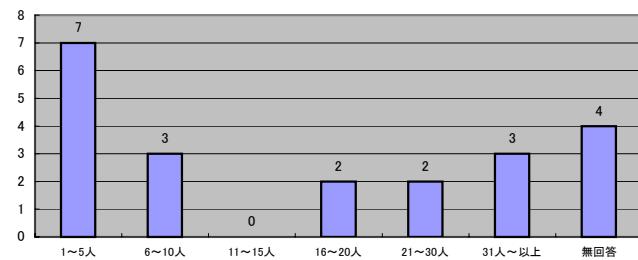
・該当する講座の教官(研究員)は全部で何名ですか。



N= 21

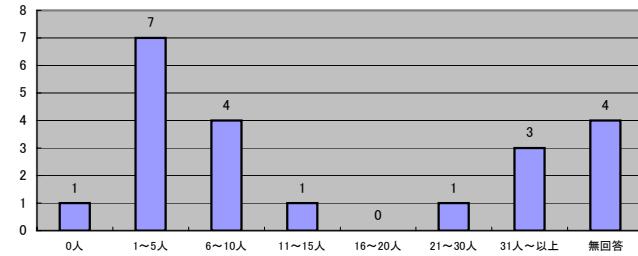
・該当する分野で学ぶ学生数(合計人数)について

大学生



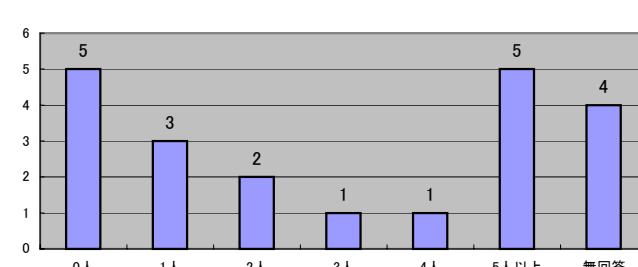
N= 21

大学院生



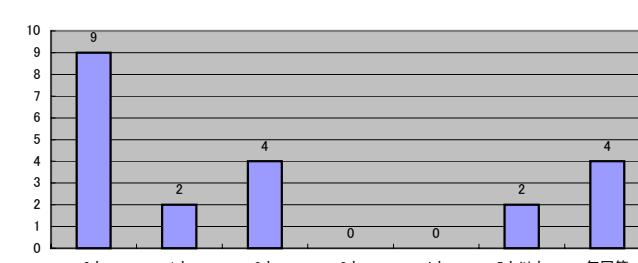
N= 21

博士課程



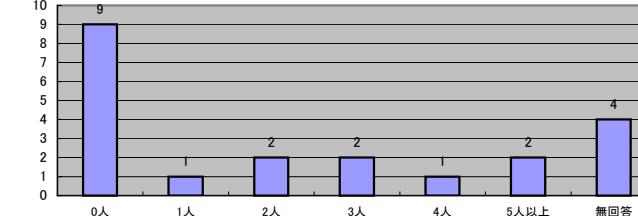
N= 21

社会人



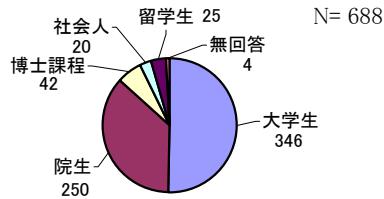
N= 21

留学生

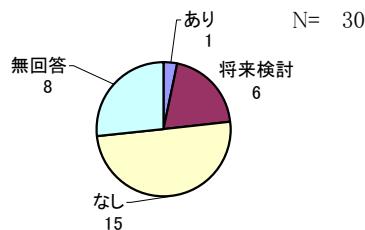


N= 21

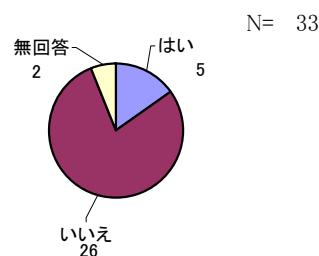
合計



・これから地盤環境問題を専門とする講座(研究室)をさらに増設する計画がありますか。

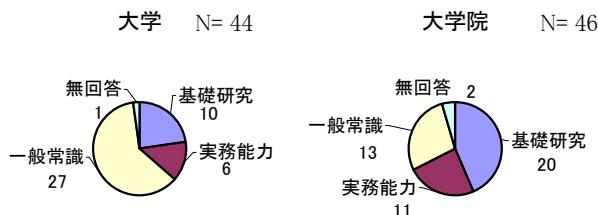


【7】地盤環境問題に関して学内を横断する、例えば、化学、生物、他との協力体制が出来ていますか。

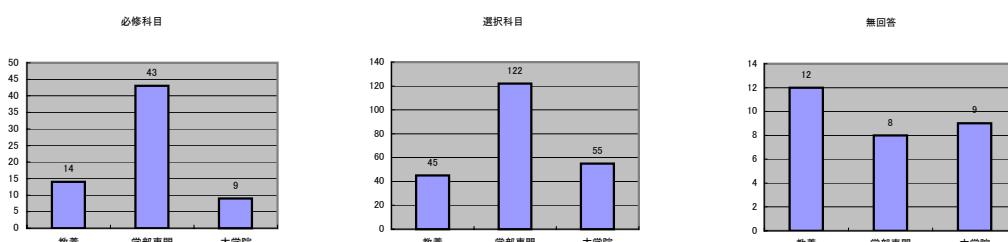


教育方針

【8】あなたの学部(研究科)では地盤環境工学に関してどのような人材を育成しようとされていますか。  
(複数回答可)



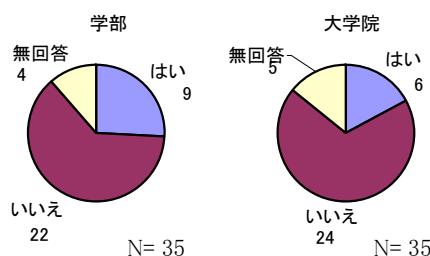
【9】環境全般から地盤環境の流れの中で、教養から専門にかけてどのようなカリキュラムを組まれていますか。該当する講義の数と科目名を記述して下さい。



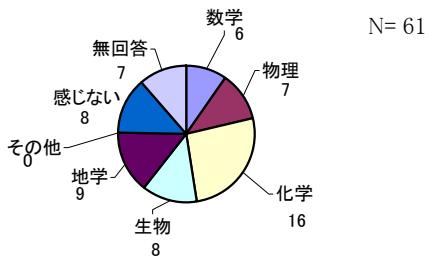
・選択、推奨、必修の別で、授業科目の名称を具体的にお書き下さい。

分野	科目		
	教養	学部専門	大学院
土木		応用地質学	土質工学特論
土木	分からない。		地盤環境については、岩盤工学、軟弱地盤工学など
土木	自然環境論	環境法規 環境工学概論* 環境数理学 環境設備 環境工学実験* 環境デザイン 環境計測 環境設計製図 地図環境 環境設計演習 環境システム 生物環境 環境マネージメント 環境アセスメント 居住環境計画学	水圏環境工学特論 環境水理学特論 社会環境システム特論 居住環境史特論 建築環境制御特論 環境材料科学特論 水環境工学特論 環境デザイン特論 音環境計画特論
土木	環境水質工学、環境整備工学ⅠとⅡ、移動現象論ⅠとⅡ、環境工学概論、地盤環境工学、廃棄物管理工学	地盤環境工学特論、産業施設工学特論、環境整備工学特論	
土木	地下水の環境科学	地水環境工学	地水環境工学特論
土木	社会工学入門Ⅱ	環境工学	必修・地盤防災特論(一部)、選択・地盤環境工学特論
土木	選択:化学と環境と健康、生活の中の化学、土と水	必修:地盤環境工学、土の力学Ⅱ、選択:生態学、河川水環境工学、地下構造学	選択:土質力学特論、環境工学特論
土木	水環境学、基礎生態学、環境保全マネジメント、地図科学、技術者と環境問題、環境アセスメント	水環境学、基礎生態学、環境保全マネジメント、地図科学、技術者と環境問題、環境アセスメント	環境地質学、環境生態工学
土木		環境と文化、環境リサイクルのための科学技術、環境計画論、地球環境論、環境アセスメント論	
土木	技術者倫理、環境工学	技術者倫理、環境工学	技術者倫理、環境工学
土木	リレー講義科目:人類と地球環境、環境適応論	建設社会工学基礎、地球環境学、防災情報工学、防災シミュレーション工学、地盤耐震工学	地盤工学特論、環境保全と生態工学、地盤防災工学特論、臨海部地盤工学特論、水環境学特論、環境水理学
土木・建築	なし	環境工学実験(必修)、環境工学概論、環境施設工学Ⅰ、環境施設工学Ⅱ、環境計画論	環境工学特論、環境学特論、流体拡散論
建築	環境と人、生物社会のしくみ、地球環境と人間社会	地盤工学、地球物理学	環境と人、生物社会のしくみ、地球環境と人間社会
農学	環境計測学、同実験	環境計測学、同実験	農地環境工学特論
農学全般			水土環境学、圃場環境学、土壤環境学
資源開発	社会工学入門Ⅱ	廃棄物資源工学、環境保全システム工学	
	教育・情報科学・外国語・体育健康科目	環境システム工学、建設システム工学他	環境システム工学、建設システム工学他
無回答	・一般教育演習(1年生)「循環型社会を考える」1単位	・廃棄物資源工学(3年生)2単位	・廃棄物処分工学特論・リサイクルシステム特論・廃棄物処理工学特論・資源再生利用学特論・廃棄物管理計画特論・資源分離精製学特論
無回答	「大気・海洋の科学」	「環境工学」	「地盤環境工学特論Ⅰ」、「地盤環境工学特論Ⅱ」
その他	土質力学、地盤工学、環境論	土質力学、地盤工学、環境論	土質力学特論、環境流体力学

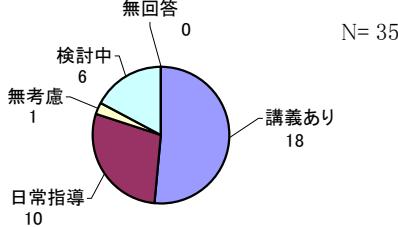
・環境全般から地盤環境について、外部講師(他大学、企業等)の授業科目がありますか。



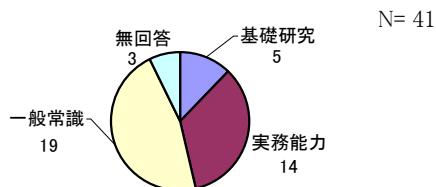
- ・環境全般、あるいは地盤環境に関する講義を進める上で、学生の資質に問題を感じることがありますか。以下の中からお選び下さい。(複数回答可)



- 【10】環境問題(地盤環境にこだわらず)は倫理や価値観と不可分ですが、関連する技術者倫理に関する教育をどのように行われていますか。

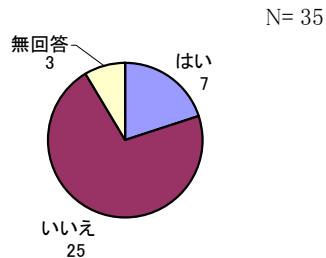


- 【11】企業は地盤環境工学に関してどのような人材を望んでいるとお考えですか？



分野	教育方針
土木	一般企業で地盤環境工学という分野がまだ認知されていないと思われる。つまり地盤工学の一分野としてしかとえられていないのではないだろうか。「地盤環境工学に関して」と言う問いには答えられない。
土木	即戦力を期待しているように思われるが、個々の要素技術についてはそれなりのレベルが期待できたとしても、地盤環境工学として必要な基礎的知識を体系的に教育するようなシステムができていないのが教育現場の現状と考えられる。
土木	最近の景気・社会動向を反映して、従来のような企業による社内教育が十分にできない情勢をよく耳にします。それだけゆとりがなくなった結果でしょうか。
土木	地盤環境工学だけに限らず、現在は、技術者として的一般常識があればよいと考えているのではないかと思うが、今後は実務、研究の面で即戦力となる人材を求めるようになるのでは考えている
土木・建築・衛生	発想と実行力ではないか？地盤環境工学をビジネスとして成立させるにはそのような力が必要である。
建築	技術者として的一般能力を望んでいることは理解しているが、特に地盤環境工学に対する要望は不明
資源開発	技術者として的一般常識
その他	一般に、企業は社会的評価の固まっていない分野に関しては、積極的には動かない。問題を起こさないという意味で、一般常識程度があればいいと考えるだろう。ただし、この分野でベンチャー的な企業は当然実務・研究能力を要求するであろう
無回答	土壤汚染や埋立地に関して確かに実務的な戦力が期待されていると感じます。しかし、実は基礎的なことが十分研究されていないから、実務が難しく、実務能力が強調されるのではないでしょうか。

【12】地盤環境工学の研究で海外の大学や研究機関との交流がありますか？

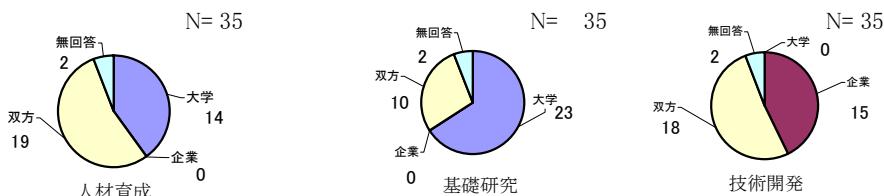


研究動向

【13】地盤環境工学に関して企業と共同研究を行なったことがありますか？

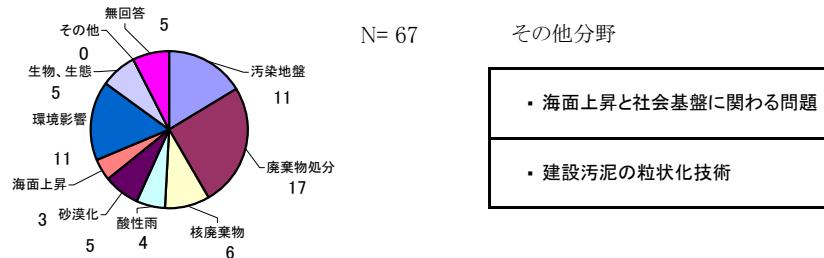


【14】地盤環境工学に関して大学と企業の役割分担についてお考えをお聞かせ下さい。

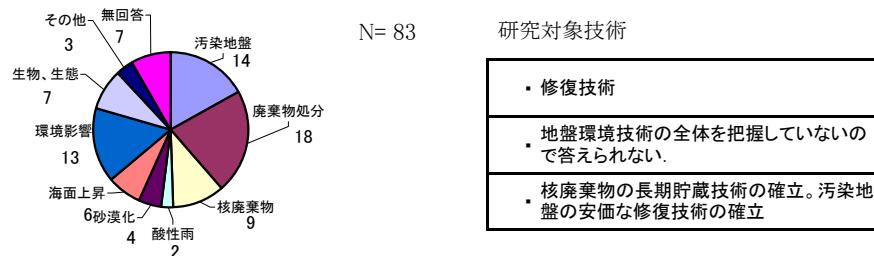


分野	意見記述
土木	現在のところ明確な役割分担はできていない。
無回答	地盤環境に係る課題はその多様性と緊急性にあると考えられます。したがって、単純な縦割りの役割分担ではなく、有機的な連携が求められていると思われる。
無回答	土壤汚染や最終処分に関しては、大学で基本的なことをやり、企業で技術開発をやるという伝統的な考え方でよいと思います。ただ、最近は分担と言うより融合といった状況ではないでしょうか。
土木	地盤環境工学を体系的に教授するほどの余裕がない。その分野の研究室に属し、なお地盤環境問題を修士論文で取り上げた人材はそれなりに評価される人材になっていると思われるが、就職後は必ずしもその知識が生かされているとは限らない。

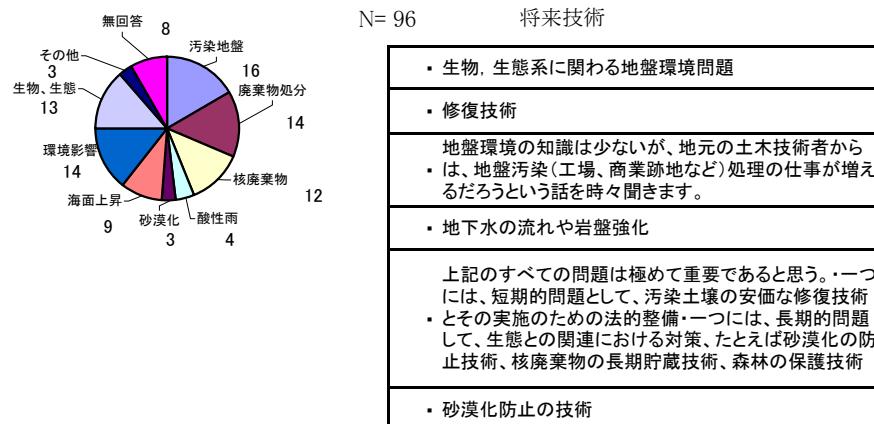
【15】現在あなたの学部(研究科)では地盤環境問題に関しどのような分野の技術開発を行なっていますか。  
前述のA~Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、その研究対象技術を具体的にお書き下さい。



【16】あなたの学部(研究科)では現時点でのどのような分野の地盤環境技術の研究が急務とお考えですか。  
前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、その研究対象技術を具体的にお書き下さい。



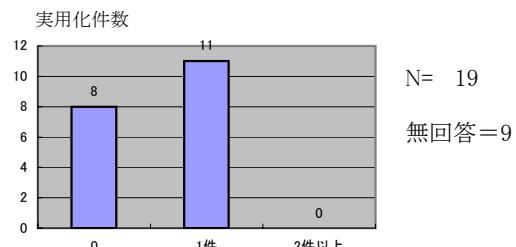
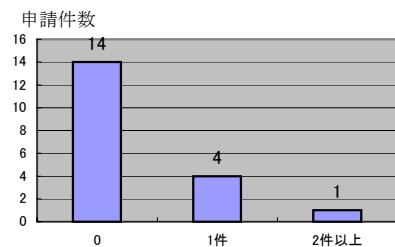
【17】地盤環境技術では将来どのような分野の研究開発が必要になるとお考えですか。前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、必要になると思われる技術について具体的にお書き下さい。



【18】総合技術としての地盤環境工学に対して、基礎学問としての地盤工学からどのようなアプローチができるのかについてお聞かせ下さい(具体的な開発技術で示して頂いても構いません)。

分野	意見記述
土木	地下水環境のモニタリング 対策技術の開発
土木	基本的なことになるが地盤工学の基礎知識無しに地盤環境工学を考えることは出来ない。今まで以上に地盤にかかわる種々の基礎研究をしていくことが重要だと考える。
土木	地盤工学の中で持続可能な社会構築に必要な技術、あるいはリサイクル技術などの研究を学会などでまとめる必要がある。教科書などの1章にこれらの技術の概要を載せたものを使用する必要がある。
土木	土粒子—水—電解質機構の観点から、効率的な浄化技術の開発
土木	地盤工学のみでできることは少ない。他分野との連携、人材交流を積極的に進め、その成果を吸收する貪欲さが不可欠である
土木	地盤環境に関する諸問題に対して、常に自分の専門分野の立場・視点からはどうなるかを考えてみることが大事だと思います
土木・建築・衛生	処理場跡地利用技術。 埋め立て処分技術。
農業土木	土壤浸透における水と塩の同時移動。塩の土壤による吸着
その他	現在行っている緑化技術においては、斜面安定や保水・浸透等の力学問題に関して、従来の地盤工学の理論が適用できる
その他	基礎学問としての地盤工学からのアプローチとして、環境防災の視点を踏まえた研究が必要と考えている
その他	不飽和土質力学の体系化

【19】地盤環境工学に関する研究で過去10年間にあなたの大学で特許申請を何件出されましたか。



研究レベル

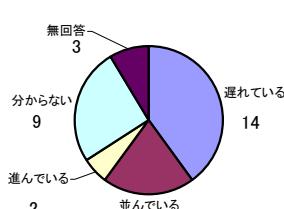
【20】地盤環境工学・技術の一部は主に欧米が先行していましたが、現時点での研究レベル、技術レベルは欧米に比べてどの程度のレベルに達しているとお考えですか。前述のA～Iの分野毎にお答え下さい。

A汚染地盤修復



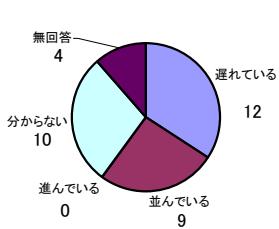
N= 35

B廃棄物処分場



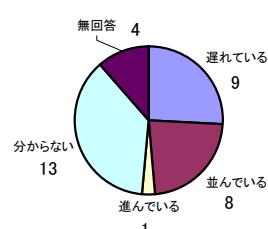
N= 35

C核廃棄物貯蔵



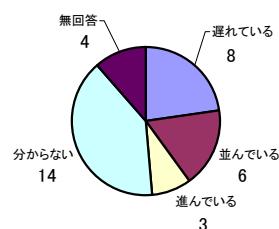
N= 35

D酸性雨・土壤



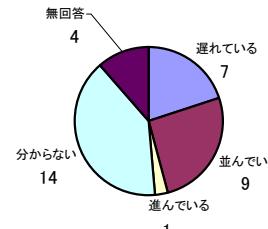
N= 35

E砂漠化防止



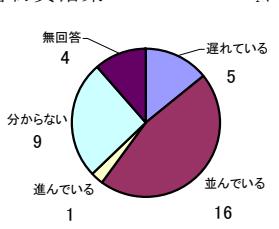
N= 35

F海面上昇



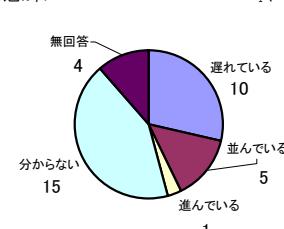
N= 35

G環境影響物質循環



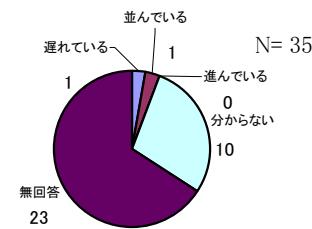
N= 35

H生物・生態系



N= 35

Iその他



## 将来性

【21】地盤環境工学は将来的にどのような方向に発展するべきとお考えですか。

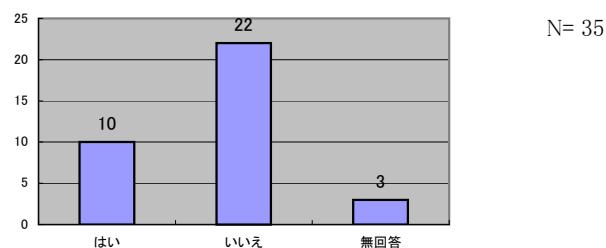
分野	意見記述
土木	社会のニーズにあうような技術開発に特化すべき。 現在のところ、学問としては個別の事例の解析・対応に終始しており、体系化されていない段階である。
土木	新しい環境空間商品の創造。
土木	環境問題は人とのかかわりは不可欠であるので、合意形成論等と融合させていくべき
土木	生活する者の立場に立った環境学。生産者の立場の地盤工学への反省がその出発点でなければならない。
土木	環境問題における総合的な判断およびその対策にあたって、プロジェクトでの決定・決断に際してのリーダーシップを發揮すべきだと思います。
土木	市民・生態系の安全性配慮を第一に考えた方向
土木	市民・生態系の安全性配慮を第一に考えた方向
土木	詳細はよくわかりませんが、地盤環境問題をもっと重視せねばならないと思います。
土木	地盤工学における地盤環境工学の占めるウエイトは大きくなるだろうとかんがえられるので、地盤環境工学という限られた範疇から外れて他の環境工学とも密接に関連した統合環境学に集約していくのではないか。
土木	関連学科、研究室を大幅に増員する必要がある。
土木	・現在の力学大系に基づく「土質力学」、「地盤工学」の中の一部として「保全・修復」あるいは「生態系の中での地盤の活用」などとして、一般化した状況で大学の講義に取り入れるべきである。・少なくとも、学部教育においては、「地盤工学」(4単位が普通であろう)として力学分野6割、環境保全分野3割としたものを標準とし、大学院修士課程で力学大系の部分の特論、また、環境地盤工学分野の特論など導入したカリキュラムの編成を必要としている。
土木・建築・衛生	封じ込めと、処分場跡地の安全利用技術。
資源開発	汚染を伴う廃棄物の隔離技術の研究開発
その他	力学を中心とした地盤工学に、環境(化学・生物等の学問分野を主とする)を取り入れる方向
その他	地盤工学の知見にベースをおきつつも、社会基盤・社会资本整備、地球環境の保全に資するよう、広い方向性をもって発展すべきと考えている
その他	環境問題に積極的に関わる姿勢を示すとともに、単に要素技術の開発にとどまることなく、総合的な学問体系を確立する
その他	化学の成果を取り入れた不飽和地盤工学の体系化
無回答	自然生態系と共存する地盤工学体系の構築
無回答	生活者の安全と持続的社会を根拠付ける社会工学

## 産・官との関係

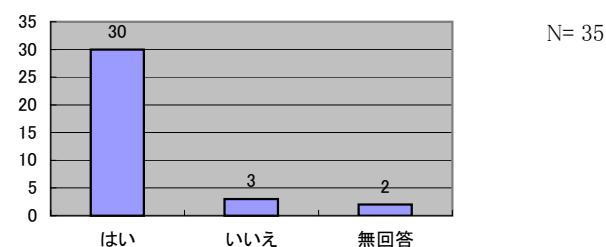
【22】地盤環境問題に関して、産学官のなかで大学はどのような役割を果たすべきとお考えですか。

分野	意見記述
土木	大学人の持つ知的財産が応用されるべき一つのターゲットである。
土木	中立の立場から将来を見据えた技術動向を先取りするリーディング的な役割。
土木	教育・研究の方向性を示すことが第一であり、ついでその具現化
土木	詳細は、よくわかりませんが、大学はさらに役割を果たすべきだと思います。
土木	本来、官の役割を考えるが、住民との対話・合意形成を得る場面をつくることにも貢献すべきと思う
土木	生活する者の立場からの研究に限られた予算と人材を振り向けねばならない
土木	客観的な基本的立場を貫くのは当然としても、産と官の間の調整・パイプ役を果たすべきだと思います
土木	既存の学問領域や産業にとらわれた地盤環境工学という分野ではなく、幅広い産業分野を連携するための橋渡し役であるとともに、基礎研究や基礎技術の開発の担い手となるべきであるとかんがえる。
土木	技術者の養成。基礎技術の開発、基・規準運用を支えるデータセンター的役割。
土木	基礎研究を進め、産官に指導的役割を果たす。
土木	この分野は、法的な規制や法的対応と無関係でない。大学人は、単に規制値だけにとどまったコメントでなく、その発展(場合によっては新産業の創出)に寄与する活動を進める必要があると思う。そこには、産学の連携、また官学の連携が不可欠であろうが、どうしてもこの分野は遅れがちであるとの感がする。
土木	独自のアイデア創出および他学問分野との共同体制作りに貢献すべきと考えている。
農学全般	社会への問題提起、人材養成
資源開発	基礎的な工学問題についての研究を担うべき
その他	学術的な基礎研究に基づきながら、産官との協力、調和でもって地盤環境の向上・保全に資する
その他	教育面では、学部での一般常識教育を充実させるとともに、主として基礎的な研究に取り組む。また、大学はオピニオン・リーダーの役目を果たす必要がある
その他	理論や手法の提案、基礎資料の提供
その他	将来の地盤環境問題の生起を予想することできる能力を付け、プロジェクトや行為・制度等に警鐘を鳴らす役割。このためには今の官べったりの学会・大学から脱却する必要がある。また、発生してしまった問題に対して、可能性のある解決方法を提言し、実用化する役割。

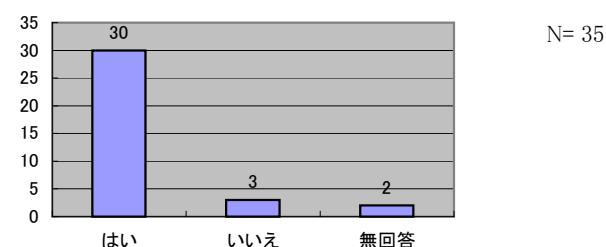
【23】地盤環境工学の研究費の確保にはご苦労されていると思いますが、公的あるいは財団などの研究助成費(科研費を除く)を活用されたことがありますか。



【24】地盤環境の研究費の確保先として研究助成制度の充実に期待されますか。



【25】地盤環境工学に関して企業の奨学寄付金を受けたことがありますか。



## 社会との関係

【26】地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるために大学の果たすべき役割についてお考えをお聞かせ下さい。

分野	意見記述
土木	土壤汚染の実態など、必ずしも一般に認知されていない、また、これらは負の遺産であり、行政の予算化も十分でない側面がある。正直に言って、大学が果たせる役割は小さいと言わざる得ない。
土木	中立の立場から将来を見据えた技術動向を先取りするリーディング的な役割。
土木	問題点とその解決方向を社会にアピールする
土木	積極的に役割を果たしていくべき
土木	地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるための大学の役割というのは考え方が狭いと思われる。地盤環境工学という限られた分野だけでなく、環境問題全般を教育・研究を行う中の大学の役割として、幅広い学問分野や産業を地盤環境というキーワードで統合していくことが必要ではないかと思う。
土木	公開講座等で、地盤汚染の状況等を広く知らせることが重要、実際に行っている
土木	生活する者の立場に立った研究の充実と、成果の社会への発信
土木	この分野の研究者が少ないとと思う。国立大学の法人化に伴い、特色ある大学が出てくると思うがこれらの分野を新設あるいは補強するとの動きは鈍いのが大学の本質である。学術会議あるいは関連学会あたりでこの分野の強化を図るべきであるとの意見が欲しい。大学においては、「地盤環境工学」分野の研究は行われていても、この分野の教育が、学部・大学院生に体系立てて行われていないのが実状である。この教育にどのように組み込むべきであるかの指針が今重要ではないだろうか。
土木	マスコミを通じた研究成果の公表などを積極的に行ないたいと考えている。
土木	地域社会に貢献するためにも、身近な地盤環境問題解決のために、出前講義や市民講座等で広く一般社会にPRを欠かさないような活動を行い、可能な限り協力する
土木	基礎研究の推進に基づく地盤環境施策への提言を行うとともに、情報発信能力を向上・活用し、あるべき地盤環境の方向性を明らかにする
農学全般	問題の提起・発信
その他	環境工学における「地盤」の重要性の認知度は低い。地盤は「農業生産のための土壤」あるいは「構造物の基礎」程度としてしか認識されていない。しかし、地盤は地球を人たとえれば、「皮膚」に相当し、それ無くしては成り立たないような多くの複雑な機能を有している。生物の進化に並行して生じた地球の進化の産物である。現時点では環境における「地盤」の重要性の社会的認知度は極端に低いので、当面、大学は啓蒙的役割を中心に据えて活動すべきであろう。
その他	公開講座、出前講座の開催
無回答	土圏の環境を維持管理改善する工学として進めば自ずと、社会の認知度は上がると思います。ただ、「地盤」という言葉でよいのでしょうか。

【27】地盤環境問題において地域貢献、環境教育における大学の果たすべき役割についてお考えをお聞かせ下さい。

分野	意見記述
土木	できるだけ公平な立場で、意見・提言を発信すること
土木	中立の立場から将来を見据えた技術動向を先取りするリーディング的な役割。
土木	高校等への出前授業でも行っている
土木	技術者倫理教育の中核には、環境教育があると考えられる。基礎研究を深め、環境教育のための教材を充実していかねばならない。大学の果たす役割は大きい。
土木	地域社会に貢献するためにも、身近な地盤環境問題解決のために、出前講義や市民講座等で広く一般社会にPRを欠かさないような活動を行い、可能な限り協力する
土木	地域の地盤環境問題を明らかにし、その結果を踏まえた教育をする
土木	積極的に役割を果たしていくべき
土木	問26と同じことになるが、地盤環境工学という限られた分野だけでなく、環境問題全般を教育・研究を行い、その成果を地域社会に還元していくことが大学に求められていると考える。
土木	各大学、近年においては地域との連携活動、地域への還元活動など極めて積極的な対応が目立つ。ただ、地盤環境問題に関しては、この問題が特定の領域になっているため、必ずしも活性のある活動が行われている訳ではない。今後、地方自治体との連携が強化されつつある（もっとも、地方自治体にはこの分野の人材が不足しているが）、今後急速に住民・市民の関心が高まると考えている。したがって、大学の果たす役割は年々その重要性を増すと思っている。
土木	オープンキャンパス等を通じて地域教育に貢献したいと考えている
建築	企業はその目的から、この問題に大きな力を持っているが、大学は中立的立場にあることを強調すべき
農学全般	地盤環境問題は本質的に「地域問題」であり、問題解決は必然として「地域貢献」につながる。環境問題は多くの要因を抱えることから認識を深めるには様々な科学的知識が必要であり、総合大学はその要請に応えうる性格を持っている。この性格を十分に活用すべき。
無回答	地盤／環境は地域的性格が強く、地域との不断の情報交換があって初めて問題の所在、影響の度合いが知れるところとなる。したがって、大学もしくはそれに所属する者は臨床的見地を積極的に取り込んだ行動が求められている。
無回答	最近、大学は産官学協同研究などで、官や民と一緒に仕事をするようになって、ものごとを批判的に見て、緊張関係を創りながら発展させるという、大学の使命を忘れないでしょうか。
その他	講師としてセミナー等に参画したり、書籍やHP等で適切な情報を発信すること
その他	各地域のローカルな特性・出来事に常に耳目を傾け、できるだけ早く、できれば問題発生前に、警鐘を鳴らす役割を自覚すべきである。問題の発生後の協力は後ろ向きである。しかし、大学の「地域貢献」がともすれば行政への「---委員会」での協力で量られかねない現今の風潮では、難しいだろう。また、多くの環境問題では、官・産は加害者（あるいはそれへの加担者）となることが多い。大学はそれらに無関係の第三者として機能できるから、住民への啓蒙においても説得力を持つはずである。この特性を生かして、学生だけでなく住民に対する教育と、さらに進んで住民との対話、問題発生に対する予防・対策計画の立案等に積極的に関わることが望ましい

## 自由意見

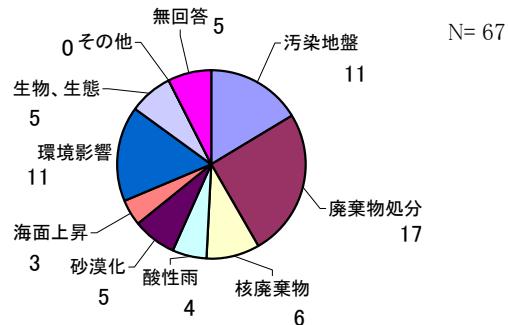
【28】最後に地盤環境工学に関して自由なご意見をお聞かせ下さい。

分野	意見記述
土木	環境を保全するためにはそれなりのお金がかかることを認識すべきである。現行では、県の環境対策課などの予算規模も非常に小さく、行政が積極的に関与できない状況にある。実態把握が不十分なので、問題の所在もある意味で不明確である。研究しようにも明確な目的や到達点が無いため、なかなか研究をシフトしにくい状況にある。
土木	地盤工学の分野で、もっと取り組む研究者が増えて欲しい
土木	遅きに失した感は否めないが、時代のニーズに沿った地盤環境工学への取り組みが始まったことにエールを送ると共に、その成果に大いに期待する
土木	学際的な分野なので、特別に分けて考える必要はない。
土木	今年の地盤工学会において、地盤環境問題について聴講する機会がありました。鉄鋼を1トン製作するのに500kgf以上の非鉄鋼成分が発生しますが、これを有効利用するなど、閉じた系により問題の発生しない完結したシステムを構築しています。一方、地盤関係ではたとえば、廃棄物は捨てる方が安いから有効利用が進んでいない現状にあります。地盤分野においては環境に対する視点が低いように感じました。鉄鋼分野を元貢分と考えて、教育・研究だけでなく法整備、公的機関の取り組むべき姿勢などに関する展開を強力に進める必要があると思います。
土木	アンケート作成者が考えておられる地盤環境工学、地盤環境問題のイメージがよくわかりません。設問【1】のAからHのみを、地盤環境工学のテーマとするなら、私には、回答する資格はありません。学部で地盤環境工学という科目を設けていますが、純粋な地盤環境の話は、全授業回数15回のうち3回くらいです。私自身は地盤環境の研究はしていません(興味はありますか)。同じ学科内に環境・衛生工学研究室があり、地盤汚染・廃棄物処理の教育と研究を行っていますので、学科全体としての環境問題への取り組みは進んでいると思います。地盤工学のマーケット(受注額)の中で、環境の割合はどのくらいなのでしょうか?その割合が大きければ(将来も考えて)、地盤環境に関する教育と研究への取り組み方が変化するでしょう。そのような情報はないでしょうか?
土木	先にもふれたが、社会一般の通念として地盤環境工学が認知されているとは思えない。地盤工学から独立した学問分野として地盤環境工学が成り立つかどうか考える必要があるのではないか。それよりももっと広い環境工学の範疇の中で地盤をどう考えるかが今後必要だと考えます。
土木	日本の場合、「地盤」は四紀層と一致して透水性の高い所が多く、そのような場所は処分場として不向きである。自ら、地盤が処分場として不適切であると発言するのは、自分の首を締めるようなもので、そのような見識は発言しにくい。必要ならば敢えて発言する勇気が、長期的には地盤工学に対する社会的な認知を向上させると考える。アンケートには「地盤環境」が多用されているために、多くの設問に答えにくかった。多くのあるいは本質的な環境問題は「地盤環境」の立場では答えられない。地盤工学が今後、環境問題に本格的に力を入れていこうとするならば、場を地盤に限定せずに、地盤に広げるべきであろう。
土木	この分野の確立は、農学部・理学部・工学部などの連携が不可欠である。地盤工学会はこれらの複合団体であるが、大学ではそれぞれの学部・学科の連携がほとんどとれていないため、効率的にこの分野の活動・研究を進めるのは残念ながら日数を要すると思う。
建築	建築学科では「地盤」の教育にあてる時間そのものが極めて少ない状態にあり、その中で「地盤環境」の問題まで踏み込むことができないのが現状である。一方、地盤以外の環境問題に対しては意識は高く、所有・使用する人間が直接関与する問題が多いことが原因であろう。地盤とそれ以外の環境問題の関連を明らかにすることも重要であると思われる。
無回答	地盤／環境は地域的性格が強く、地域との不断の情報交換があって初めて問題の所在、影響の度合いが知れるところとなる。したがって、大学もしくはそれに所属する者は臨床的見地を積極的に取り込んだ行動が求められている。
その他	「地盤環境工学」という名称で「地盤」を強調することには賛成できない。これは極端に言えば地盤分野への補助金の増加等という利益追求になりかねないし、他の分野からそう思われて協力を失う可能性すらある。もちろん、環境問題における「地盤」の重要性は認めるが。専門化し孤立化した多くの学問分野を、人間生活重視の観点から再統合することが大事なのではないか。
その他	2年程前に九州支部の委員会で大議論を行ったことがあります。そもそも「地盤環境工学」か「環境地盤工学」かの定義論から始まって、結局委員会としての統一した結論は得られないままに報告書をまとめたことがありました。もちろん、その前に本部の関係委員会でまとまった成果をベースにしてではありました。今回のアンケートもその委員会の延長線上にあるものと勝手に判断致しております。もしその時の拙い報告書を御覽戴けるようでしたら、是非御批判を賜れば幸甚に存じます
その他	第16期に「土質基礎工学研連」から「地盤環境工学研連」が設置される際、地盤環境工学の枠組みとして従来の土質基礎工学を含む広範・包括的な定義がなされました。落合英俊先生の「日本学術会議『地盤環境工学研究連絡委員会』報告(地盤工学会誌「土と基礎」1996年1月号68-69頁)」によれば、地盤環境工学研連の活動方針として、地盤防災、地盤・基礎工、土構造物の設計指針等も含んだ、広範なものが示されています。「地盤環境工学」はこのように広範な枠組みであるのに対し、「環境地盤工学」は地盤工学の知見でもって環境問題への解決をはかる、より狭義の学問領域として区別されました。しかし、このアンケートでは「地盤環境工学」の当初の定義である包括的な領域という概念が狭められ、「環境地盤工学」の定義と変わらない狭い範囲の枠組みとなっているようですので、御検討頂けると幸いです

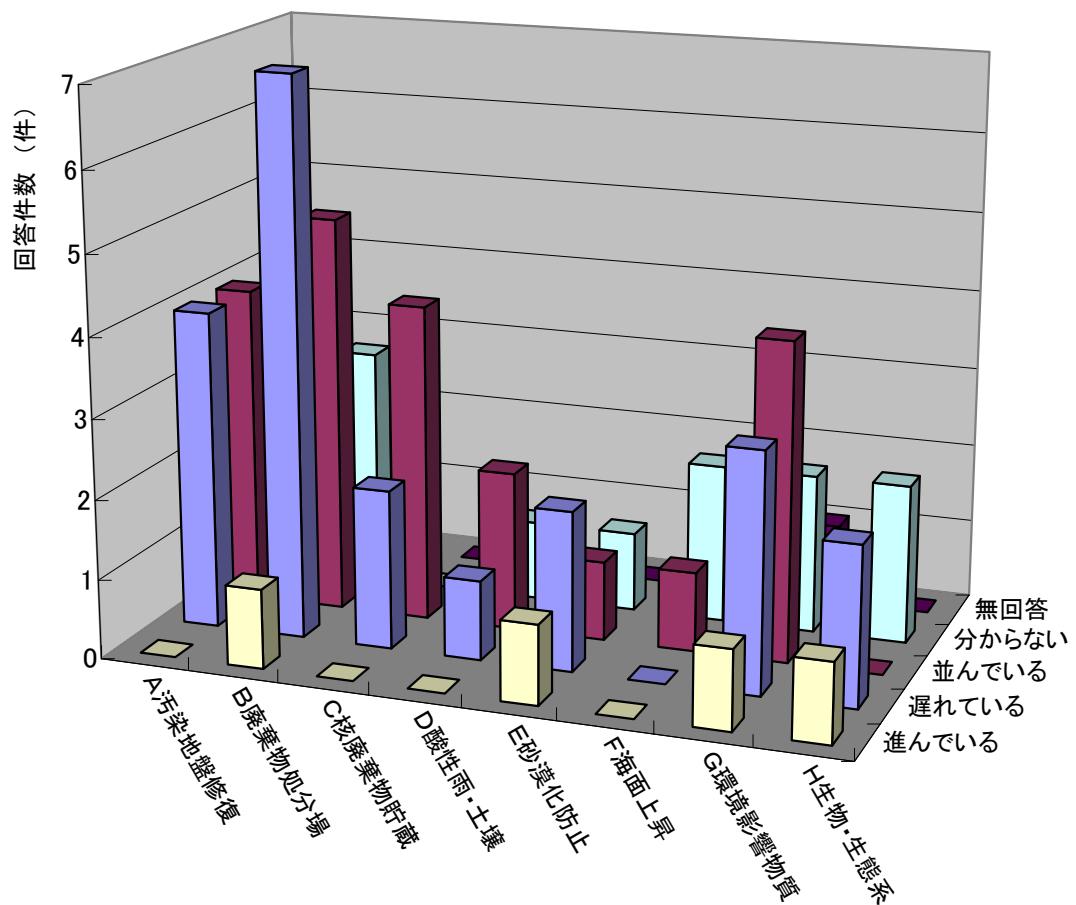
## ■ 「現在技術開発を行なっている技術分野」と「技術レベル認識」の関係

設問【15】で開発を行なっているとした回答者の設問【20】における当該分野の回答を整理

【15】現在あなたの学部(研究科)では地盤環境問題に関しどのように分野の技術開発を行なっていますか。  
前述のA~Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、その研究対象技術を具体的にお書き下さい。



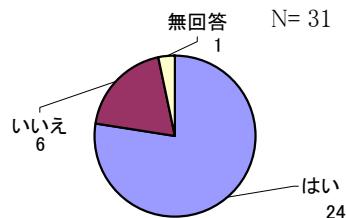
【20】地盤環境工学・技術の一部は主に欧米が先行していましたが、現時点での研究レベル、技術レベルは欧米に比べてどの程度のレベルに達しているとお考えですか。前述のA~Iの分野毎にお答え下さい。



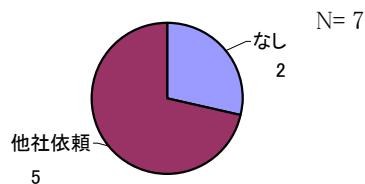
(回答件数)	進んでいる	遅れている	並んでいる	分からない	無回答	合計
A.汚染地盤修復	0	4	4	1	2	11
B.廃棄物処分場	1	7	5	3	1	17
C.核廃棄物貯蔵	0	2	4	0	0	6
D.酸性雨・土壌	0	1	2	1	0	4
E.砂漠化防止	1	2	1	1	0	5
F.海面上昇	0	0	1	2	0	3
G.環境影響物質	1	3	4	2	1	11
H.生物・生態系	1	2	0	2	0	5

## 資料 - 3 民間 アンケート集計結果

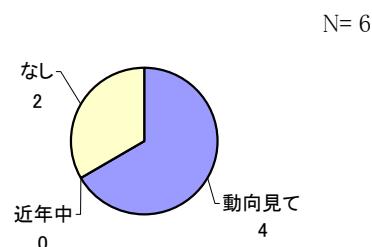
【1】あなたの会社には次に示すA～Iのような分野の地盤環境問題を専門に対処する部門がありますか



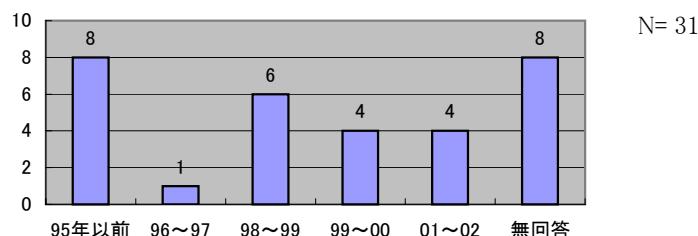
【2】地盤環境問題への取り組みについての現状は、以下のいずれでしょうか？



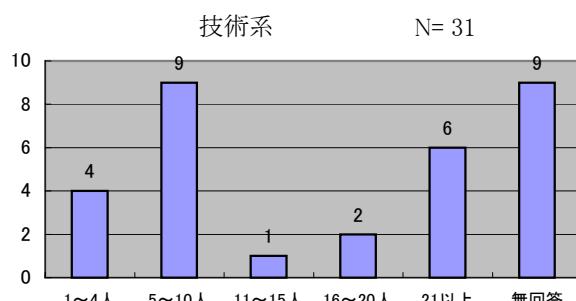
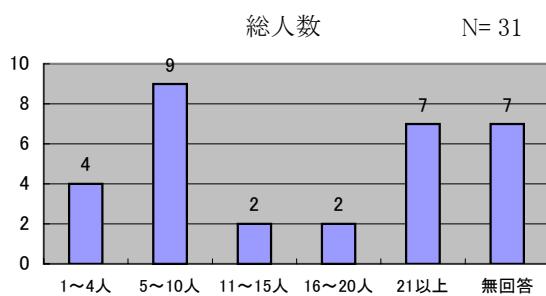
・近く、地盤環境を専門に対処する部門の設立をお考えですか。



【3】地盤環境問題を専門に対処する部門をいつ頃に設立しましたか？

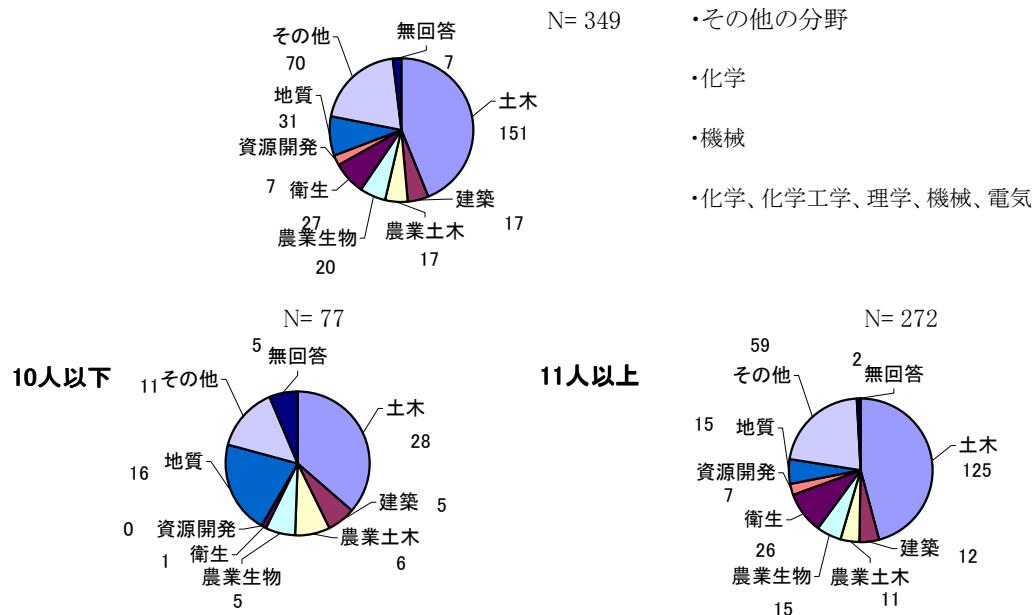


・現在、何名程度のスタッフが在籍していますか？

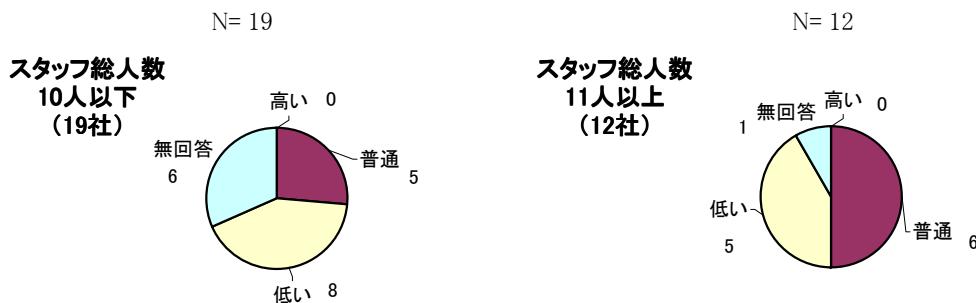


⇒ 以下、一部の設問においてスタッフ総人数で層別してデータを集計。  
スタッフ総人数 10人以下 19社／11人以上 12社（無回答は推定により振分け）

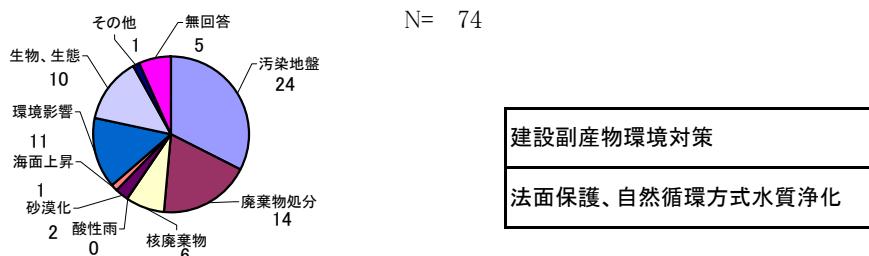
【4】地盤環境問題に携わる技術スタッフの専門はどのような分野ですか。下記の分野の各々の人数をお書き下さい。



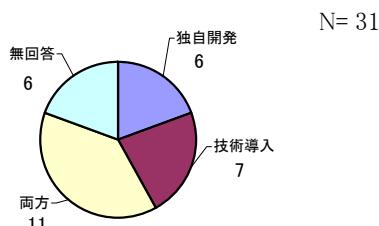
【5】地盤環境問題を専門に対処する部門の現状の採算性についてお答え下さい。



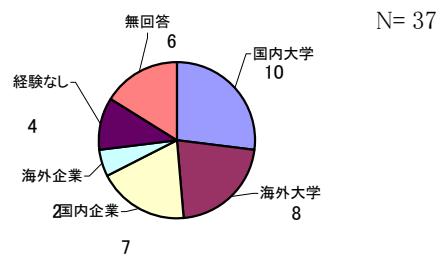
【6】現在あなたの会社では地盤環境問題に関してどのような分野の技術開発を行っていますか。  
前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。その他の場合は具体的な分野をお書き下さい。



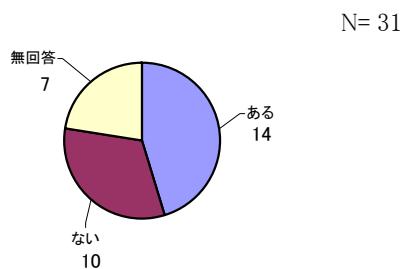
【7】新しい地盤環境技術の開発は、独自開発が主ですか、技術導入が主ですか。



【8】技術導入されたご経験がある場合、その導入先についてお答え下さい。

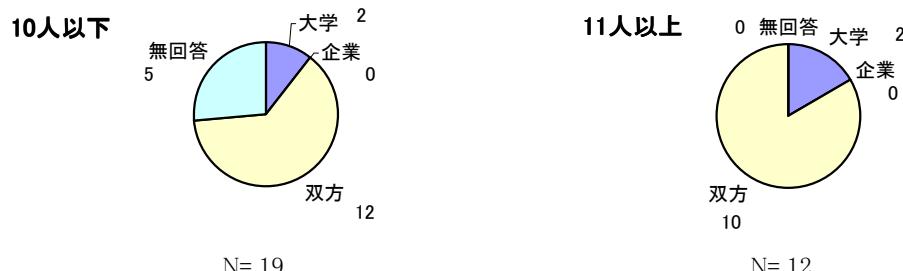


【9】新しい地盤環境技術の開発を大学と共同(共同研究)で行ったことがありますか。

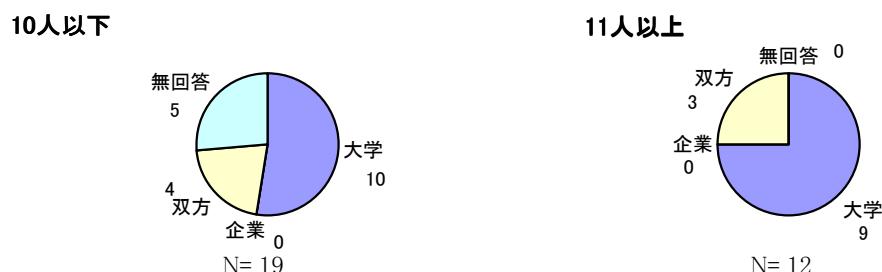


【10】地盤環境工学に関して大学と企業の役割分担についてお考えをお聞かせ下さい。

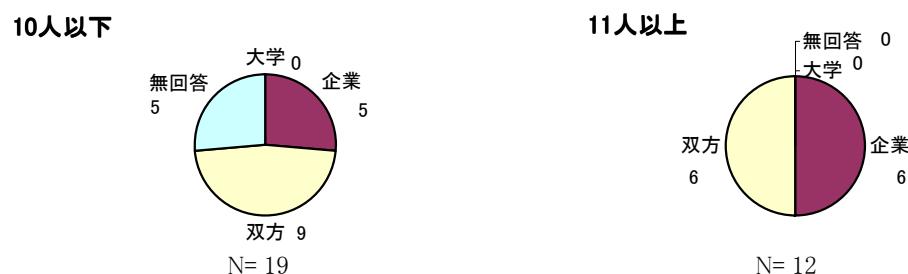
人材育成



基礎研究



技術開発

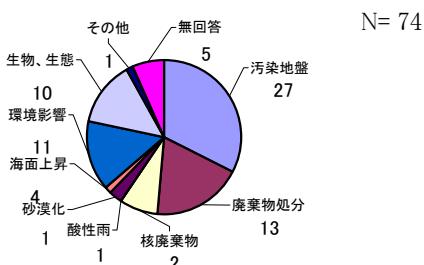


(意見記述)

- ・民間企業には守秘義務があり、特に地盤環境問題のようなデリケートな分野では業務を通しての実証研究などは困難な面が強い。このため、大学などの公的研究機関との共同研究を行って行きたいと考えている。
- ・基礎研究、基礎データの蓄積を大学に望みたく思います
- ・大学は卒業生を含め、社会人の研修(CPD)の場を提供するとよい
- ・汚染地盤問題の最前線の情報は実際に浄化工事を行う企業が持つことになるため、技術開発では企業が主になるとと思われる
- ・各々の分野の企業・大学がコンソーシアムをつくり研究開発体制を
- ・地盤環境のメカニズムを定量的に評価するのは困難であり、土木系だけではなく農業系(化学、生物)など多岐にわたる専門的な知識が求められる。

【11】あなたの会社では現時点でのどのような分野の地盤環境技術の開発が急務とお考えですか。

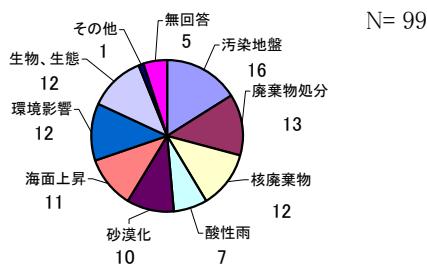
前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、現在どのような技術の開発を進められていますか。差し支えなければ、具体的にお書き下さい。



開発技術

- ・油汚染土壤浄化技術の開発
- ・汚染地盤対策技術、法面・海辺環境保全技術
- ・・汚染土壤の封じ込め、浄化技術の開発・海面埋立処分場の遮水技術の開発・人工干潟造成技術の開発
- 地盤環境調査における、いわゆる水理地質構造の正確な把握の重要性に対する認識は一般にはまだ高いとは言えないことから、水理地質構造と地盤環境汚染機構の関連を正確に把握・可視化できる技術を確立すると共に、環境修復事業との関わりにおける重要性について広く理解を得ることが重要と考えている。
- ・(1)固化・不溶化工法 (2)熱脱着工法 (3)土壤洗浄工法 (4)バイオレメディエーション工法
- ・重金属の汚染土壤浄化技術
- ・現状では土壤汚染開発技術、材料のリサイクル利用技術
- ・地盤環境問題の外部コストの評価技術、水循環問題他
- ・汚染地盤を原位置で、早く、安く、確実に浄化出来る技術が必要とされてきている。
- ・油汚染の浄化処理技術、鉛直遮水壁
- ・汚染地盤;in-situの修復技術、廃棄物 ;多重安全typeの処分場技術
- ・1.広域地表水系水循環シミュレーションシステム2.汚染物質移流拡散3.汚染物質処理対策
- ・油汚染土壤浄化技術の開発

【12】地盤環境技術では将来どのような分野の技術開発が必要になるとお考えですか。  
前項のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。また、将来必要になると思われる技術について具体的にお書き下さい。



### 将来技術

・汚染土壤や発生土のリサイクル技術
・汚染土地盤の環境負荷評価技術
放射性廃棄物の地層処分については、欧米で進められている花崗岩や岩塩などを天然バリアとする他に、第 ・三紀の泥岩などいわゆる軟岩を用いる場合の評価技術が必要となる。また日本のような断層の多い地域において、c級C級活断層の評価についてどう合理的に住民説明するかなど(の技術)
・モニタリング技術、修復技術
・A:ダイオキシン類汚染土壤を安価に無害化する技術B:廃棄物処分場の再生技術
・有害廃棄物減容化技術
・地盤環境リスクの評価など、地盤環境評価のためのソフト技術の重要性が徐々に高まる。
・環境の経済的価値をオーソライズし、環境対策・創造にコストを掛けることに国民的理解が得られるようにすることが必要。このような環境経済に係わる技術の確立も必要。
・耐震設計を考慮した遮水設計
・海上上昇による塩水浸入シミュレーションと抑止対策工法
環境破壊による生物・生態系へのダメージは、今後も深刻度を増すと思われます。これらの環境改善に土の浄化能力を利用する方法は、低コストな手段として有効と思われます。今だに土中に潜む微生物はほんの一部しか把握できておらず、いわゆる土の緩衝作用がどのようなメカニズムで成されるのかは、不明な点が多く残されているのが現状です。よって、土の持つ能力を生かした環境改善技術が期待できると思われます。

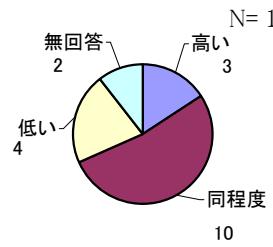
【13】総合技術としての地盤環境工学に対して基礎学問としての地盤工学からどのようなアプローチができるのかについてお考えをお聞かせ下さい(具体的な開発技術で示して頂いても構いません)。

#### 意見記述

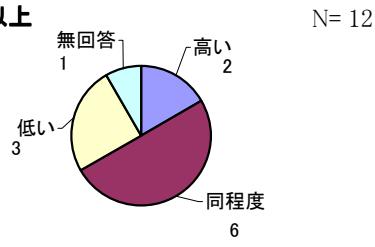
・汚染物質の移流、拡散についての技術。地盤の調査技術
・自然地盤の浄化機能解明
・・解析→汚染物質の地盤内吸着/拡散解析による環境影響評価・現場データに基づく汚染土浄化技術の適用性評価
・土壤・地下水汚染問題や、地球温暖化に起因する海面上昇に対する短期的対応など、すなわち対症療法的な対策に対しては、かなり広範な範囲分野において既存地盤工学の技術が応用可能と考えられます。
現実的な汚染地盤の修復工事では、地盤の掘削や運搬、土留め壁・遮水壁の構築などといった従来の地盤工学の基礎知識が非常に重要になります。学問的には汚染物質の除去や分解、固定化といった反応面が非常に重要視されることが多いですが、修復後の地盤はこれまで以上に「健全な地盤」であることが望ましく、その点からも総合技術としての地盤環境工学に期待がかかると考えています
・土壤(土質)と汚染物質の結合メカニズム
従来の地盤工学は構造物構築のためのエンジニアリングであり、構造物の安定性、すなわち破壊に対するリスク評価を基にすべてが構築されてきた。これに対して、地盤環境工学においては、環境リスクの評価を基に、エンジニアリングがなされるべき分野であり、それについての学問体系の構築が望まれる。それがなくしては底の浅い分野となり、エンジニアリング分野として確立されない可能性がある。
・土壤・地下水汚染の拡散シミュレーション技術
・地盤工学の研究者・技術者が、現在・将来の地盤環境問題に積極的にアプローチしていくこと。そのために、異分野との交流を促進すること。
汚染地盤の浄化工事を行うためには、汚染物質の分解方法に関する化学的、生物的な知識と、地盤に関する知識(ex. 砂、粘土等の物性・強度特性、地盤強度(支持力など)、掘削方法、地下水の特性、等々)の両方が不可欠である。双方の技術者が連携を密にする体制を構築することが必要であると考えられる。
・施工後の現場における不透水性の確認試験方法
・実施工技術を裏付ける基盤技術の集大成
・施工後の現場における不透水性の確認試験方法
・実施工技術を裏付ける基盤技術の集大成
物理的な手段を用いて良好な環境をコントロールするのは限界があり、現状の地盤環境の特性を利用して人間の生活環境の改善に寄与しうる技術開発が望ましいのは周知のことです。当社では、既存の樹木、植物を利用した法面保護工法、および地中熱を利用した熱循環システムなど、地盤条件を利用した技術開発を検討してきました。

【14】地盤環境工学では企業の研究レベルは大学と比べてどの程度のレベルとお考えですか。

10人以下



11人以上



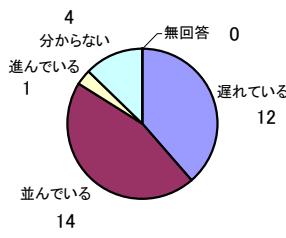
【15】地盤環境工学・技術の一部は主に欧米が先行していましたが、現時点での技術レベル、研究レベルは欧米に比べてどの程度のレベルに達しているとお考えですか。前述のA～Iの分野毎にお答え下さい。

A. 汚染地盤修復

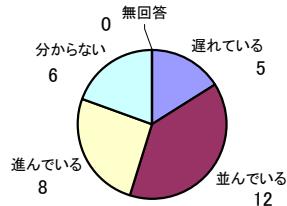
B. 廃棄物処分場

C. 核廃棄物貯蔵

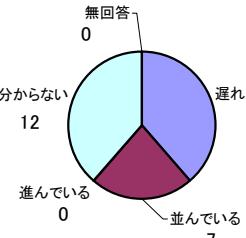
N=31



N=31



N=31

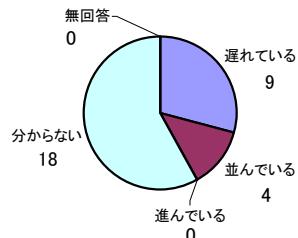


D. 酸性雨・土壤

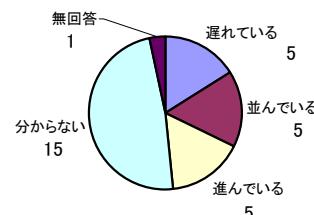
E. 砂漠化防止

F. 海面上昇

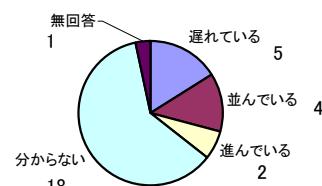
N=31



N=31



N=31

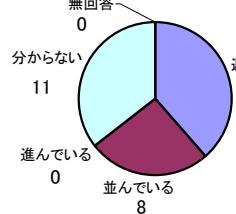


G. 環境影響物質

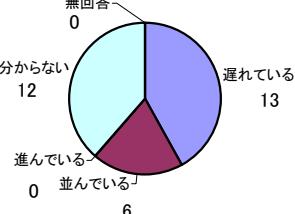
H. 生物・生態系

I. その他

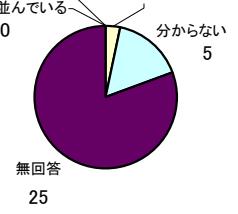
N=31



N=31



N=31



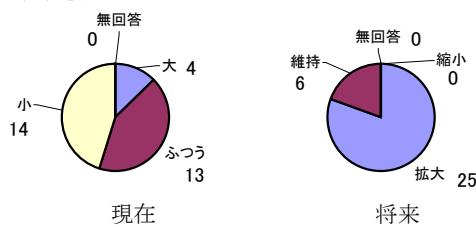
その他の分野記述

- 建設副産物対策

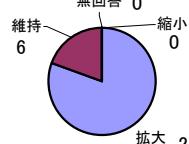
【16】地盤環境問題をビジネスと捉えた場合、その市場性について前述のA～Iの分野毎に、国内と国外に分けてお考えをお聞かせ下さい。

(国内市場)

A:汚染地盤修復  
現状の市場規模

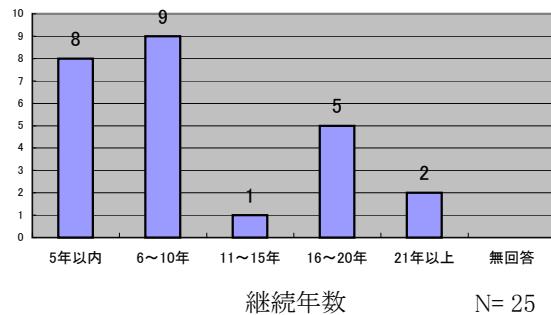


N= 31



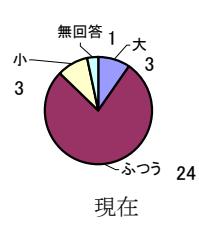
現在

将来



継続年数

B:廃棄物処分場

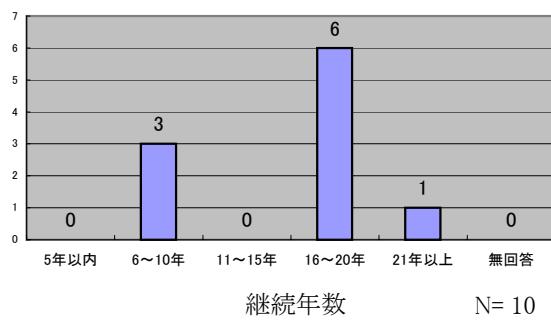


N= 31



現在

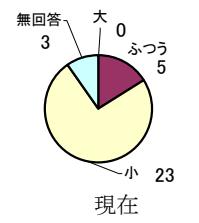
将来



継続年数

N= 10

C:核廃棄物貯蔵

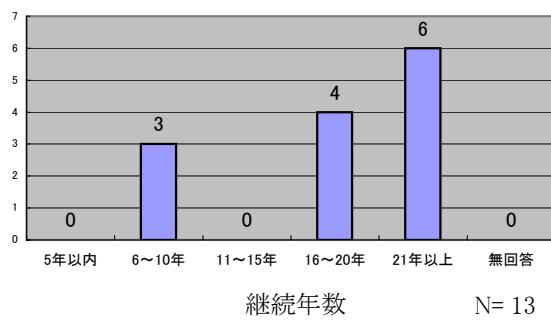


N= 31



現在

将来



継続年数

N= 13

D:酸性雨地盤影響

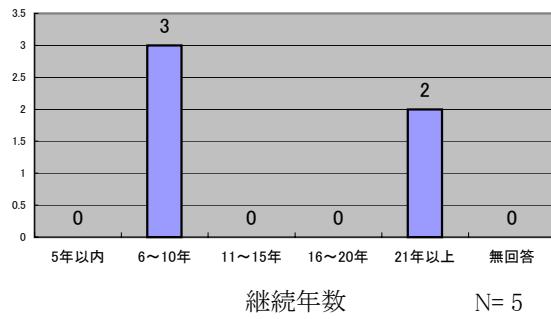


N= 31



現在

将来



継続年数

N= 5

E:砂漠化防止

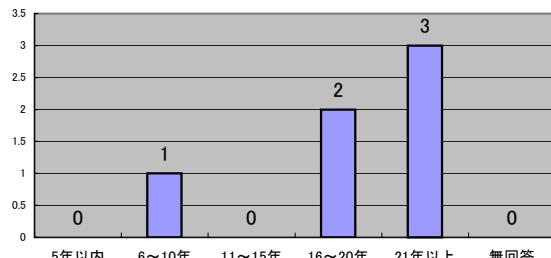


N= 31



現在

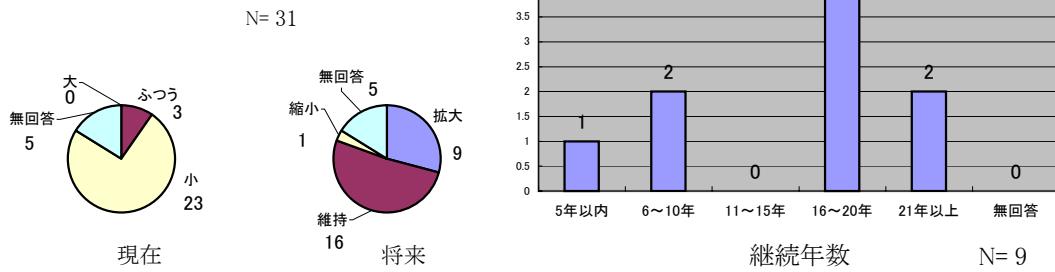
将来



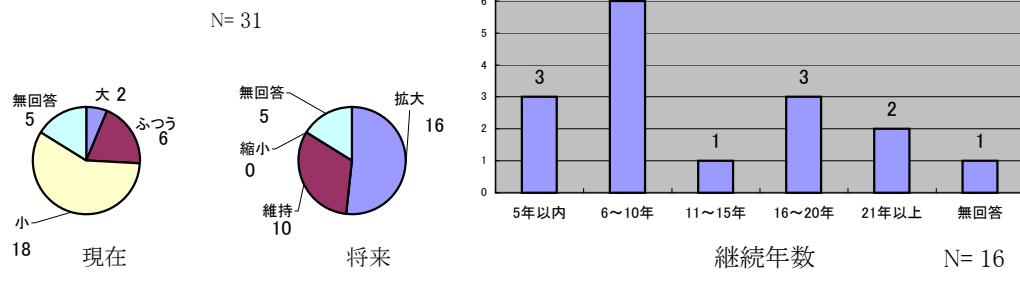
継続年数

N= 6

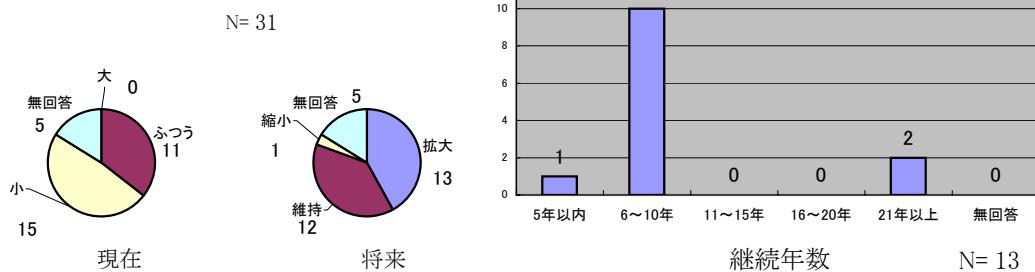
### F:海面上昇



### G:環境影響物質

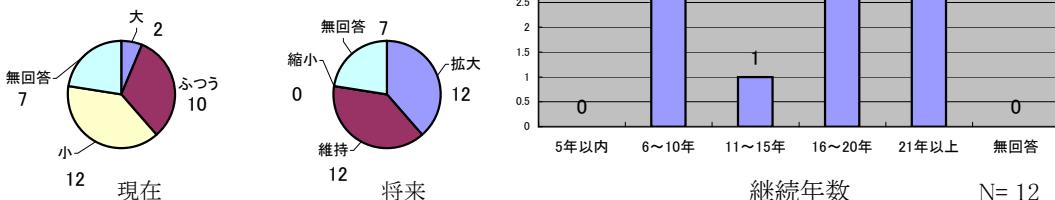


### H:生物、生態系

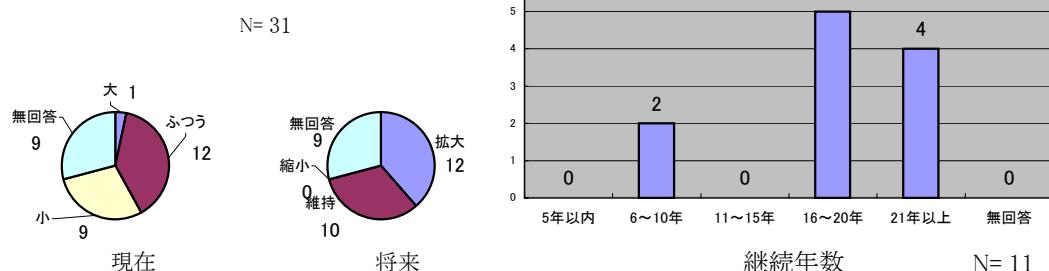


### (国外市場)

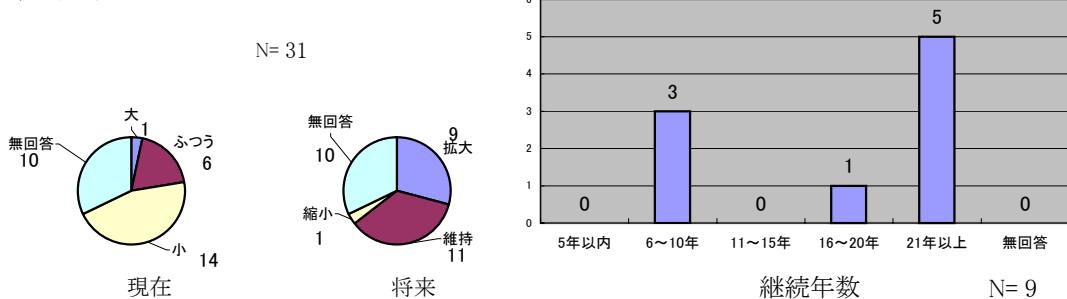
#### A:汚染地盤修復 現状の市場規模



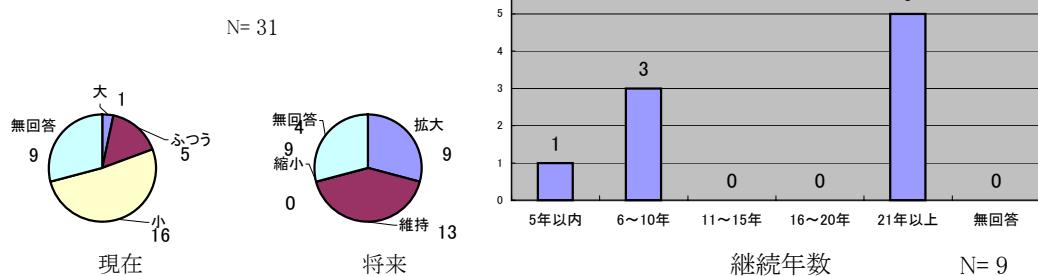
#### B:廃棄物処分場



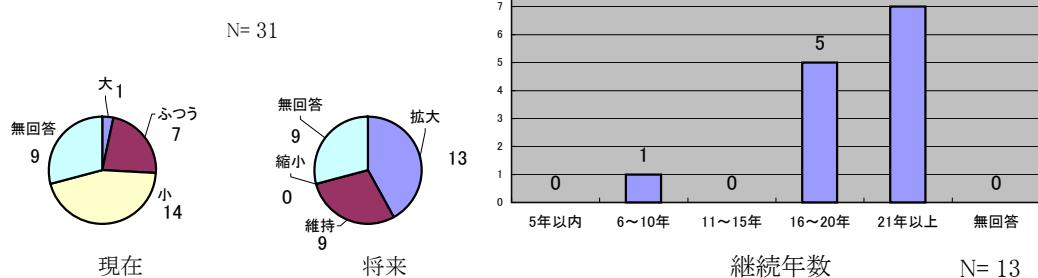
### C:核廃棄物貯蔵



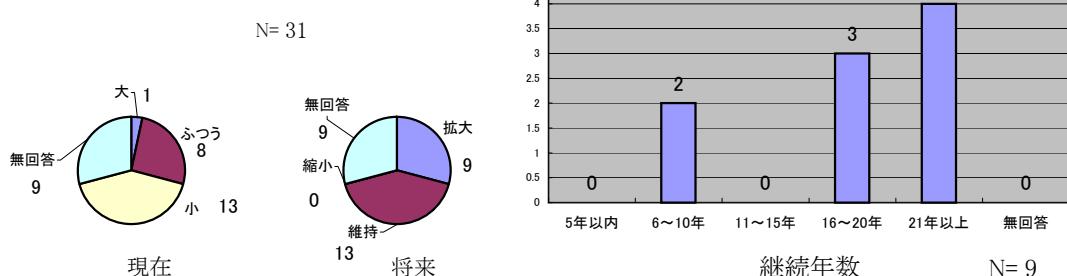
### D:酸性雨地盤影響



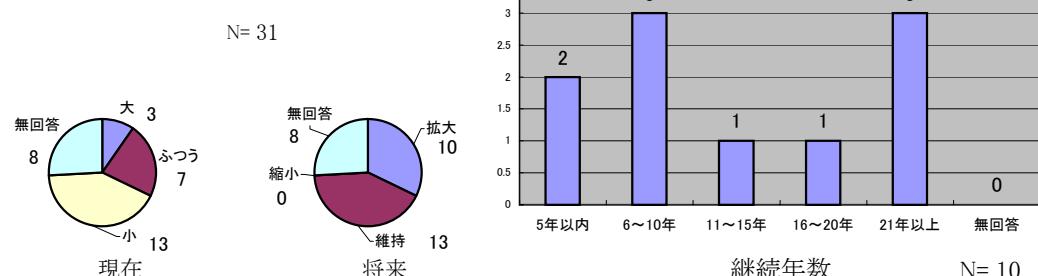
### E:砂漠化防止



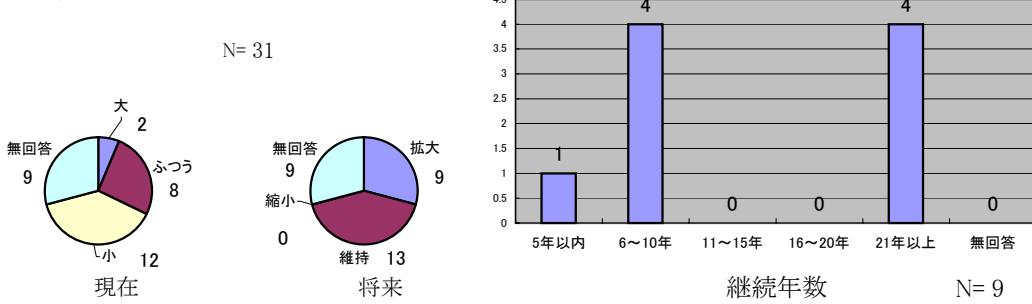
### F:海面上昇



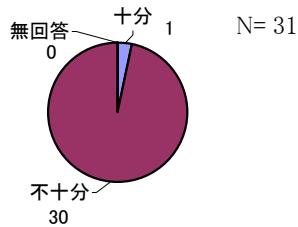
### G:環境影響物質



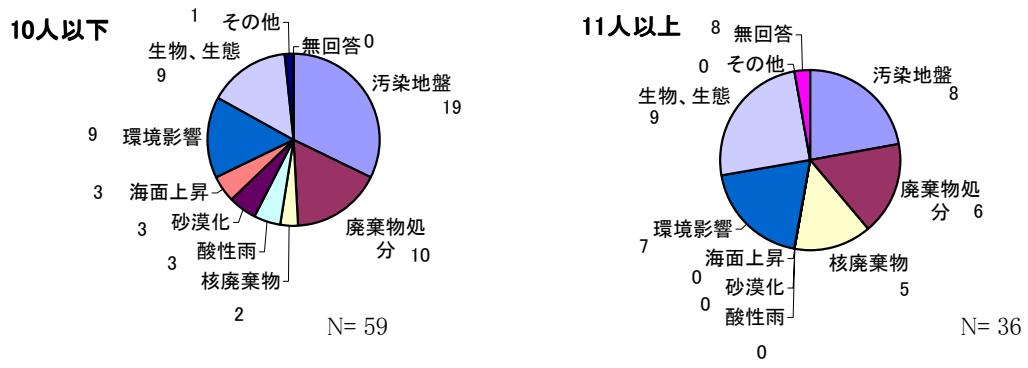
H:生物、生態系



【17】地盤環境問題に携わる技術スタッフの現状の能力、専門分野は問題の解決において十分とお考えですか。



【18】地盤環境問題に携わる技術スタッフとして今後どのような技術分野を修得した人材が必要ですか。  
前述のA～Iの分野でお答え下さい。

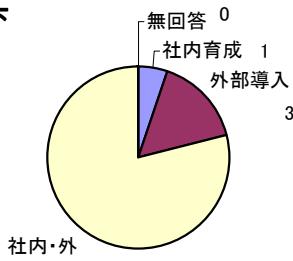


必要な人材

- ・化学、生物分野の人材
- ・水理地質学、物理探査技術、地盤工学全般、土壤化学
- ・化学・生物学、機械設備に精通した人材。
- ・土質工学と化学分野が同時にわかる人
- ・土木工学的マインドを持った、各専門家(化学の知識のある地盤施工、化学、土壤学)従来工学分野は土木=構造物構築、農学=農業、化学=生産であり、その基礎能力を違う視点から体系化していく必要がある。その体系構築はこれからの仕事。
- ・化学、生物学の基礎技術を習得している人が必要である
- ・環境の経済的価値が評価できる人も必要

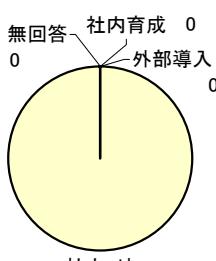
【19】上記設問【18】の技術スタッフは社内で育成すべきとお考えですか、外部から導入したいとお考えですか。

10人以下



N= 19

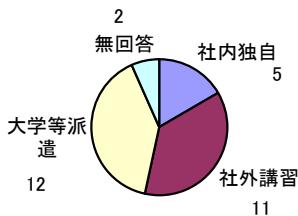
11人以上



N= 12

【20】技術スタッフの社内での育成方法についてお答え下さい。複数回答可。

10人以下



N= 30

11人以上



N= 21

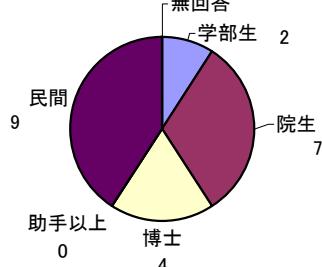
【21】地盤環境問題に幅広く対応できる人材を大学に期待しますか、既に経験ある民間技術者の獲得に期待しますか。

10人以下



N= 21

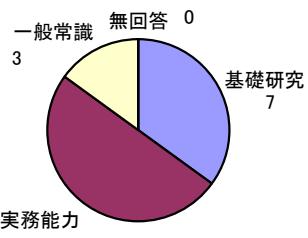
11人以上



N= 22

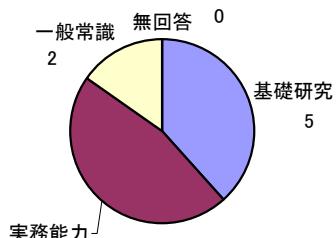
【22】地盤環境問題の人材教育(育成)について大学に何を期待しますか。

10人以下



N= 20

11人以上



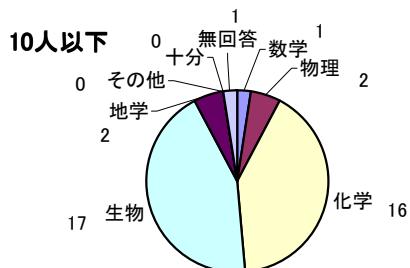
N= 13

### 必要な人材

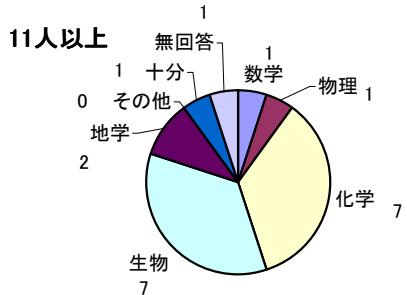
- ・民間経験者の導入による教育を期待する。
- ・大学は基礎研究重視で良いと思います。実践への橋渡しが出来る人材の育成を期待します。
- ・実務能力に長けた人材、技術者としての一般常識に長けた人材が大学にいるとなると、非常に魅力的な人材となる。タイミング次第でそのような需要が高い時もある。
- ・基礎学問をきちんと身に付けさせて欲しい
- ・大学は基礎研究能力を持った人材をキチンと排出して頂きたい。
- ・企業は即戦力を必要としています
- ・従来の地盤工学のカリキュラム等では対応が難しいと懸念される。改善が急務
- ・世の中の動きは速い、この動きに対応可能な能力が必要

【23】地盤環境問題に取り組もうとするとき、あなたの会社の人材として不足している知識があるでしょうか。

#### 基礎知識

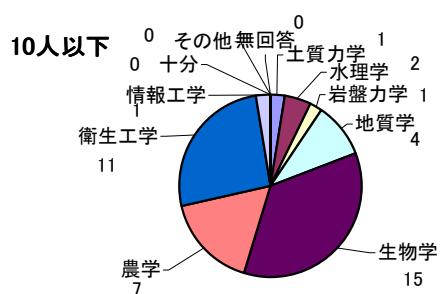


N= 39

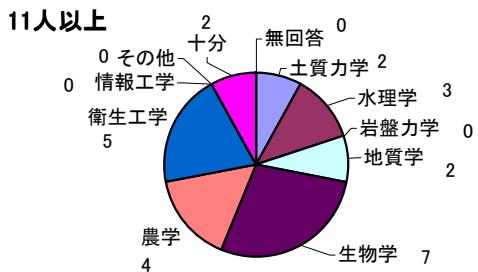


N= 20

#### 専門知識



N= 42

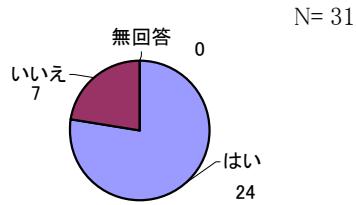


N= 25

【24】地盤環境技術の開発費の確保にはご苦労されていると思いますが、公的あるいは財団などの研究助成費を活用されたことがありますか。



【25】地盤環境技術の技術開発費の確保先として研究助成制度の充実に期待されますか。

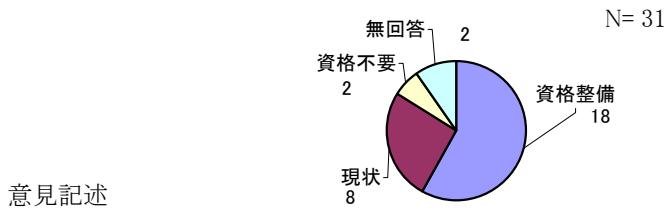


【26】「土壤汚染対策法」の整備など地盤環境問題に対する官の対応が時代の要請と共に変化していますが、国や自治体に対して今後どのような施策を期待しますか。

意見記述

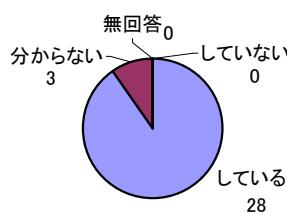
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 基本は国民の健康であるが市場(ビジネス)面で考えた時、広くチャンスを与えるべきである。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 情報公開</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ アカウンタビリティー、コスト透明性、リスクマネジメントを考慮した施策。発注体制の確立、適正価格での発注、瑕疵担保の対応、CM方式の活用。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 土地利用用途別による環境基準地の設定組織的なりサイクルの促進</li></ul>
<p>官発注の土壤・地下水汚染対策事業においても、技術提案書方式の発注を期待したい。また土壤・地下水汚染は調査から修復、モニタリングと、一貫した対応が重要な分野であるので、そのような認識に立った事業の展開をお願いしたい。例えばCM方式などの充実が望まれる。</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 地盤環境問題は時間と共に拡大するものが多いためスピードある対応が可能となる施策。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ ケースにあつた細やかな対応。現状のような小額ではなく零細企業向け本格補助金充実</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 凈化対策を国の社会資本整備の一つとして予算化・実施。現状では、費用の面から民間だけでは浄化が出来ないため。また、現在の法は、「正道は馬鹿を見る。」という点に問題がある。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 規制は少なく、民間企業が自由に競争できる仕組みを希望する。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 米国のSuper Fundのような基金の整備</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 自ら問題を解決する姿勢を示し、スピード感を持って事にあたることが大事であると思う。アイディアは民間にもたくさんあるので、それらをコーディネートすることなら、早い対応が可能であると考えます。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 経済情勢、身体への影響、生態系への影響などを総合的に評価して、それに見合った法整備を進めてほしい</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 明確な実施方針の提示、中立性・公平性・透明性の確保</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 環境の経済的価値を適切に評価し、きちんとした予算措置を計ること</li></ul>
<p>土壤汚染を透明性を持って修復できる体制が望ましいと思われる。「土壤汚染対策法」により土壤が汚染されている場合は自治体に届け出ることが明示されたことは、評価できる。また、今後、中小企業による土壤汚染が増加すると考えられる。かつては規制がなかった化学物質が、一転して汚染物質となったことから、一概に企業の責を問うことはできないと考えられることから、大企業に比べ資本力が弱い中小企業に対しては浄化工事費用の補助制度などが必要と思われる。</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 官の外郭団体の今後の問題に関する調査報告書の公開等を望みます</li></ul>
<p>汚染責任者を特定し浄化義務を負わせるのは簡単ではあるが、浄化費用を負担できる状況にない場合の事後処置が曖昧となり据え置きになるような危惧を持っています。スーパーファンドのような基金も、今の経済状態で立ち行くものなのか、十分な検討する必要があると思います。</p>

【27】土壤環境保全士、技術士(環境部門)など地盤環境に関わる資格の整備に対するお考えをお聞かせ下さい。また、今後どのような資格制度が必要とお考えでしょうか。

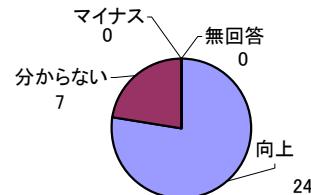


- 意見記述
- ・ 基本は国民の健康であるが市場(ビジネス)面で考えた時、広くチャンスを与えるべきである。
  - ・ 資格と実際にギャップがありすぎる。要は実務に対して適正な評価が出来るかどうかである。(資格マニアが多くいる)
  - ・ 類似資格の設立には十分な検討が必要
  - ・ 新しい資格は必要ないと思います。内容の充実で十分だと思います。
  - ・ 土壤・地下水汚染の最前線の現場において、土壤地盤環境を適切かつ安全に評価できる技術を保証するをする国家資格(技術士)が必要とされる。
  - ・ 社会的な認知度が高い資格の充実。
  - ・ 社団法人土壤環境センターで新資格制度「土壤環境監理士」が誕生。社団法人産業環境管理協会でも新資格が誕生するという新聞情報もあります。一般の人にも違いが分かるような資格制度であるべきで、整理が必要と考えます。
  - ・ 従来分野よりも客観判断が難しいので、将来的に資格の必要性が高まる可能性がある。それ以前にエンジニアリング体系の構築が進む必要がある。
  - ・ 体系的に資格制度を整備する必要がある
  - ・ 真に力量を持った技術者を確保するためには、安易に資格を整備するのではなく、教育・訓練、実績、抱負などを総合評価するようにするといい。
  - ・ 建設部門の建設環境の技術士や応用理学部門でも対応可能と考えるが。いずれにしても整備は必要。ただし、整備をして参入のハードルを高くすることは当面は避けるべき
  - ・ 技術力だけでなく、汚染物質を後世に残さない、責任を持って浄化するという技術者としてのモラルまで評価した資格認定であるべき
  - ・ 官も民も同等の資格をもつようとする
  - ・ これ以上増やす必要はないのでは?
  - ・ 環境分析に特化した環境計量士の専門化。

【28】地盤環境問題は一部の分野では社会的に負のイメージがありますが、地盤環境問題に取り組むことは社会貢献に役立っているとお考えですか。また、企業イメージの向上につながるとお考えですか。

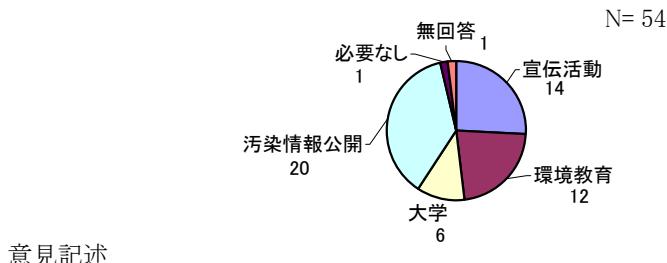


社会貢献



企業イメージ

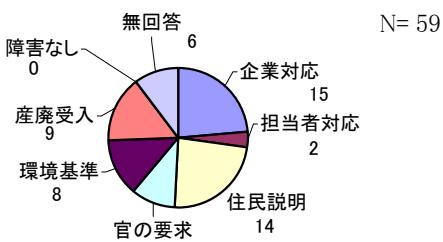
【29】地盤環境問題を学問として扱う地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるためにはどのような方策が必要とお考えですか。



意見記述

- 地盤環境工学としての社会貢献工学とする以上、コストというものを具体的に課題の一つとして取り扱い、それをひろく公開してゆく活動も重要ではないでしょうか。
- 情報公開は必要だが、「正しい認識」を与える方法が問題。環境基準の1000倍とか数字のみが先行している。
- ①“工学”としての認知度を高めるにはまず研究の量・質を高め、情報を世界に発信できるようになること。②上記の方策はいずれも有用である。
- 産・官・学が一緒になって、地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるための宣伝活動を行う(例:駅・市役所などでの技術展示など)
- 公共工事発注部門への学会としての働き掛け
- 社会のニーズに合う技術力をもつ他はない

【30】地盤環境関連の実務の遂行上で障害や困難な点についてお聞かせ下さい。



意見記述

- 公正な報道に欠ける。
- マスコミの報道においても、住民に誤解を与え、不安や不信感を増大させる刺激するような三面記事的な報道ではなく、地盤環境を一緒に修復する～、あるいは守るという事実を正確に報道するという視点での報道が望まれる課題があるように思います。
- 金銭的にもイメージ的にも負の事項が多く、技術的にもまだ100%の対策とならないケースも多いため出来れば避けて通りたいという考えに陥りやすい。
- 法体系が未整備のため判断に困ることが多い。
- エンジニアリング分野としての認識が十分になされておらず、判断の基準が一定していないこと
- 適切な予算措置が成されていない。環境経済的価値等の価値面の認知がさらに必要
- 工場跡地の売買における浄化工事など浄化工事期間が短い場合が多くなってきているが、環境基準値は全般的に厳しい値であり、広い敷地において短期間に基準値まで汚染濃度を下げるには難しい。このような場合、汚染土壤を掘削・場外処分すれば早く、確実に汚染土壤はなくなるが、産廃処理費用が高くなる
- 技術力そのものが手さぐり部分が多い
- 情報公開に対する正当な評価が必要
- イメージとしては広く社会に貢献できる部門として期待できますが、具体的な事業として大々的に実施される事例が少なく、どのような形で将来を表現できるのかわかりづらい分野であると思われます。

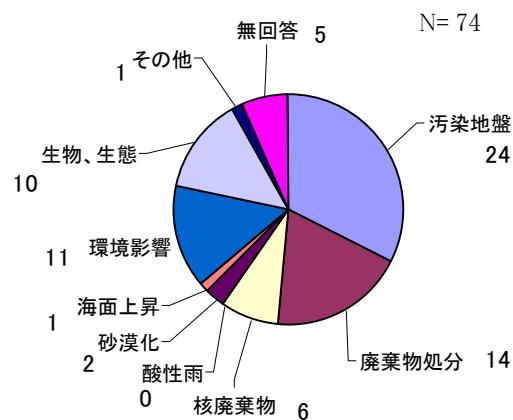
【31】最後に地盤環境工学に関する自由なご意見をお聞かせ下さい。

<p>汚染土壤や生物環境に関しては、地盤環境工学の一部としてとらえている。しかし、酸性雨、砂漠化、海面上昇などは地盤環境工学としてとらえることがもちろん必要であるが、まだ身近なビジネスチャンスとしての認識がないため、こうした観点をおろそかにしているのが現状ではなかろうか。</p>
<p>技術的にまだその有効性が確立されていないものが多いため実務を担当する場合、積極的な対応が行ないにくい面がある。情報開示が遅れがちとなる理由もその原因の一つと思われる。</p>
<p>汚染地盤の修復にはこれまでの土質・地盤工学の知識はもちろんのこと、環境工学、衛生工学、化学工学などの幅広い知識を必要とし、最終的には人々の生活や社会活動に対して安全で健全な「地盤」として再生することが求められます。地盤環境工学にはこれらの学際領域での学術的な交流を活発化させ、諸問題に対応できる総合的な技術者を育成していただくことを期待しております。</p>
<p>①環境リスクを減じることを目的とするエンジニアリング ②豊かな環境を創造するためのエンジニアリングという二つの面があると思うが、いずれもその目的意識が現在のところ具体性に乏しい面がある(特に②)。このままの状態で長い期間推移し続けた場合、地盤環境分野が日本でキチンとしたエンジニアリング分野として確立しないまま、輸入偏重の分野となりつづけてしまう可能性もあると思います。民間の活動だけではそれを防ぐことは困難であり、大学に最も期待されるところであると思います。今回のアンケート自体非常に意義深いとは思いますが、上記の意味で活動自体もやや遅いような気もいたします。これには日本の学会が持つ従来の大テーマの上に知見を積み重ねる研究が重宝される古い体質も関係しているとも思われますが、諸外国と比較した場合、この点が最も日本の欠点となることを自覚し、今後そうした危機感を持って、工学の発展に寄与していく必要があると考えます。(諸外国では、優秀な大学ほど新しいテーマへの取り組みが早く、厚みがある。)</p>
<p>・リスクを適切に評価する手法を早急に確立し、リスクマネジメントシステムを効果的に機能させる必要がある。</p>
<p>私個人としては、「地盤環境工学」という語句に対して、土木工学や衛生工学、地質学、環境科学などの用語よりも良い印象を持っています(心地よい響きがある)。幅広い分野の方々の参画を求め、より良い国土の構築・維持に寄与できる工学分野になることを期待しています。</p>
<p>・学問内容に関する議論の継続と、社会的認知が早急に必要。また、教育機関・内容の充実も必要。いずれにしても、この分野の社会的認知が前提</p>
<p>・地盤環境はこれからますます重要な分野であることは認識していますが、当社にとってはまだまだレベルの高く(ハードルが高い)、回答するのに割り切りが多くありましたことをご了承下さい</p>
<p>・地方自治体ごとに、見解、対応が異なる。</p>

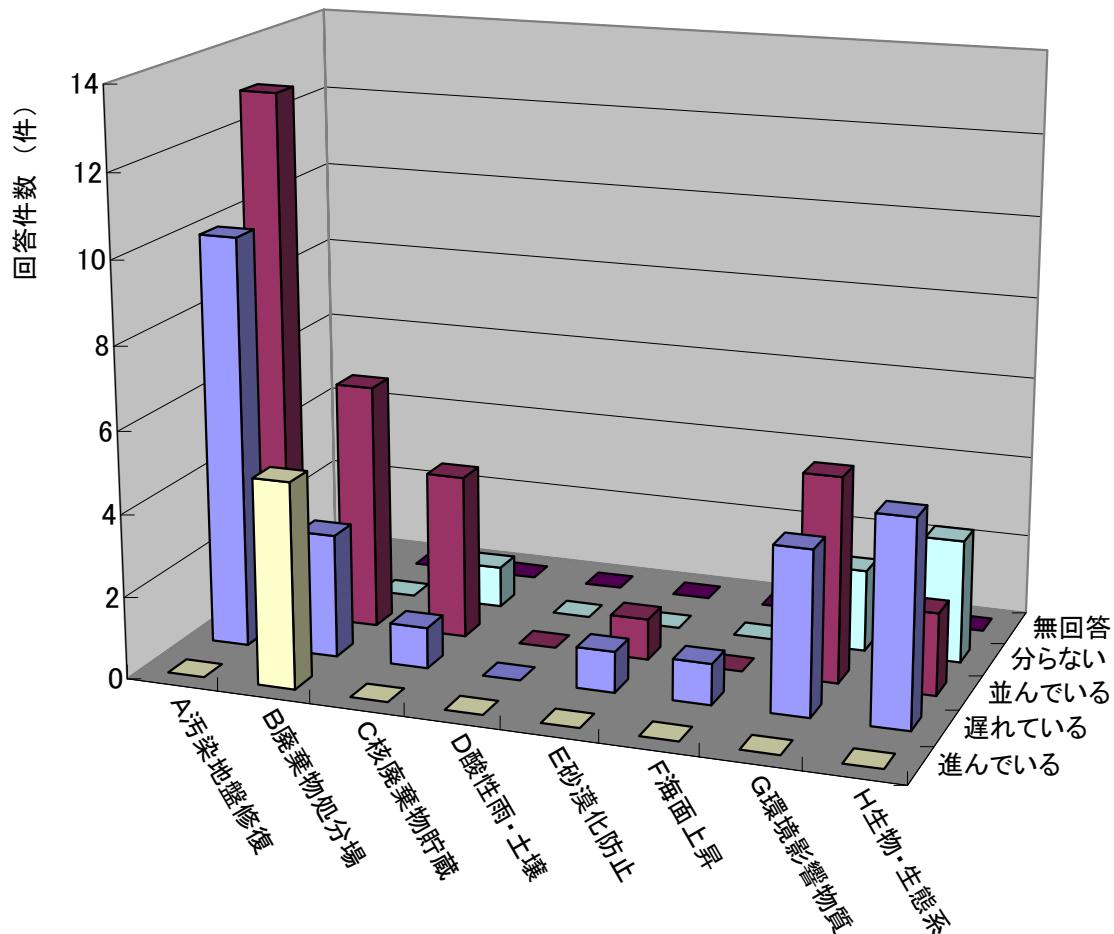
## ■ 「現在技術開発を行なっている技術分野」と「技術レベル認識」の関係

設問【6】で開発を行なっているとした回答者の設問【15】における当該分野の回答を整理

【6】現在あなたの会社では地盤環境問題に関してどのような分野の技術開発を行っていますか。  
前述のA～Iの分野でお答え下さい(複数回答可)。その他の場合は具体的な分野をお書き下さい。



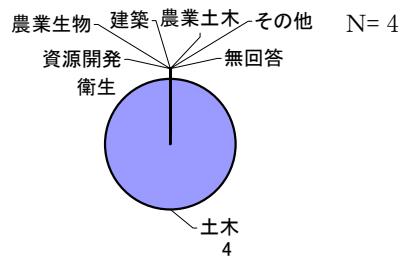
【15】地盤環境工学・技術の一部は主に欧米が先行していましたが、現時点で国内の研究レベル、技術レベルは欧米に比べてどの程度のレベルに達しているとお考えですか。前述のA～Iの分野毎にお答え下さい。



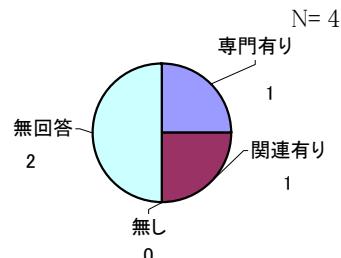
(回答件数)	進んでいる	遅れている	並んでいる	分からない	無回答	合計
A汚染地盤修復	0	10	13	1	0	24
B廃棄物処分場	5	3	6	0	0	14
C核廃棄物貯蔵	0	1	4	1	0	6
D酸性雨・土壌	0	0	0	0	0	0
E砂漠化防止	0	1	1	0	0	2
F海面上昇	0	1	0	0	0	1
G環境影響物質	4	5	2	0	0	11
H生物・生態系	0	5	2	3	0	10

## 資料 - 4 国研 アンケート集計結果

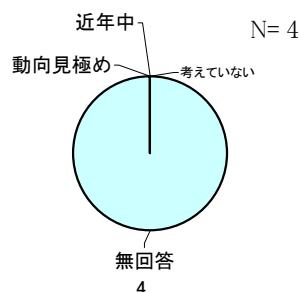
【1】あなたの研究所は以下に示すどの分野を主としていますか。



【2】あなたの研究所には次に示すようなA～Iの分野の地盤環境問題を専門とする、または関連する研究室がありますか。

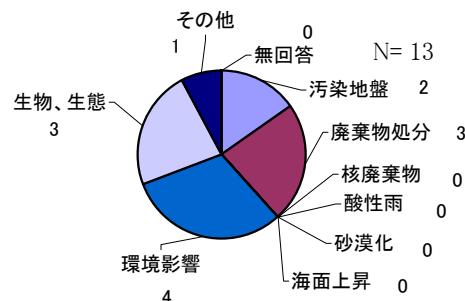


【3】地盤環境問題を専門に対処する講座(研究室)の設立をお考えですか。

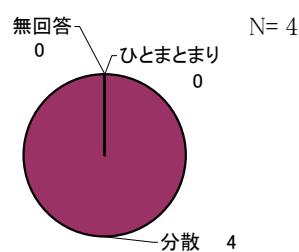


【4】地盤環境問題を専門とする、または関連する講座(研究室)について

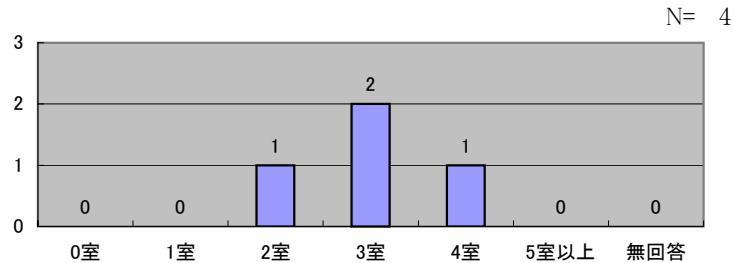
・該当する研究室の分野



・該当する研究室は複数の研究部に分散していますか。ひとつにまとまっていますか。



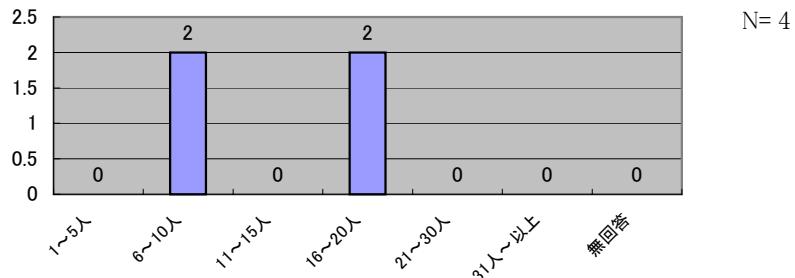
・該当する研究室数はいくつありますか。



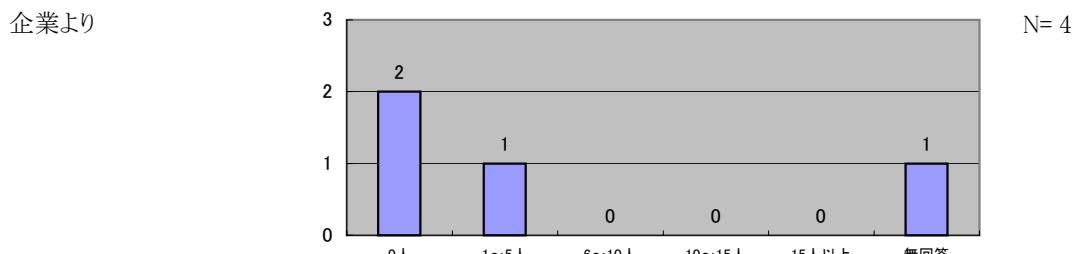
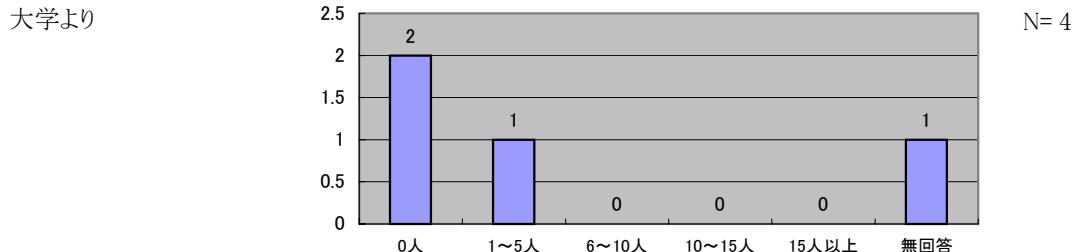
・該当する研究室の名称を全て列挙して下さい。(分散している場合は学科(専攻)名称から記述して下さい)

- ・地盤・構造部 土質研究室、海洋・水工部 沿岸生態研究室、底質環境研究室
- ・交通環境研究部 環境・緑化研究室、道路研究部 土工研究室
- ・構造部 土質基礎研究室、農業開発部 農業土木研究室、農業開発部 土壤保全研究室

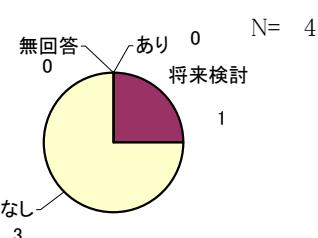
・該当する研究員数は全部で何名ですか。



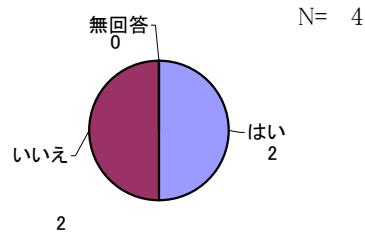
・該当する分野に所属する期限付きの外部からの研究員について



・これから地盤環境問題を専門とする講座(研究室)を増設する計画がありますか。

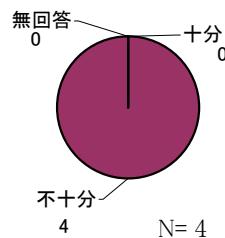


【5】地盤環境問題に関して研究室を横断する、化学、生物、他との協力体制が出来ていますか。

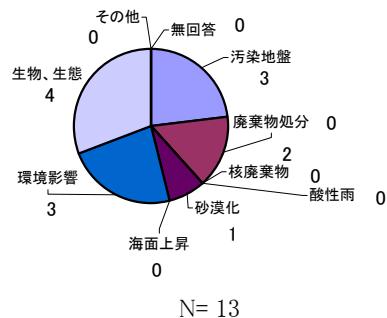


人材育成

【6】研究所で地盤環境問題に携わる技術スタッフの現状の能力、専門分野は問題の解決において十分とお考えですか。

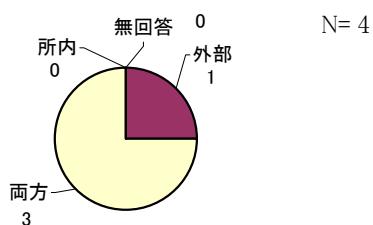


【7】研究所で地盤環境問題に携わる技術スタッフとして今後どのような技術分野を習得した人材が必要ですか。

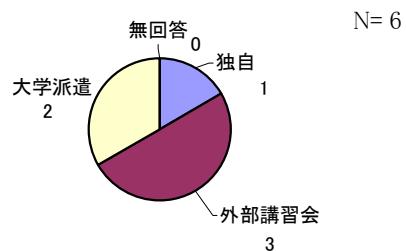


- ・土質、水理、水文、生物、化学と横断的な知識を有している人材(不可能かも)
- ・生物、生態系について基礎的な知識を有する人材

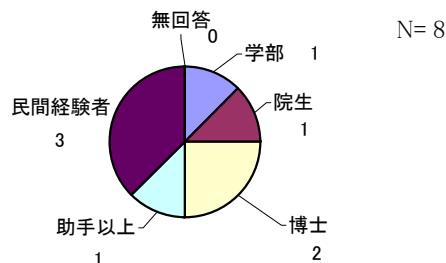
【8】上記設問【7】の技術スタッフは研究所内で育成すべきとお考えですか、外部から導入したいとお考えですか。



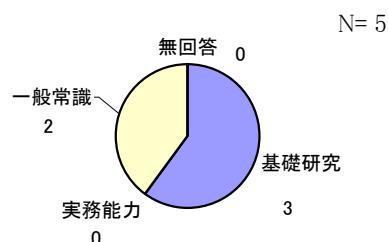
【9】技術スタッフの研究所内での育成方法についてお答え下さい。



【10】地盤環境問題に幅広く対応できる人材を大学に期待しますか、既に経験ある民間技術者の獲得に期待しますか。



【11】地盤環境工学に幅広く対応できる人材教育(育成)について大学に何を期待しますか。

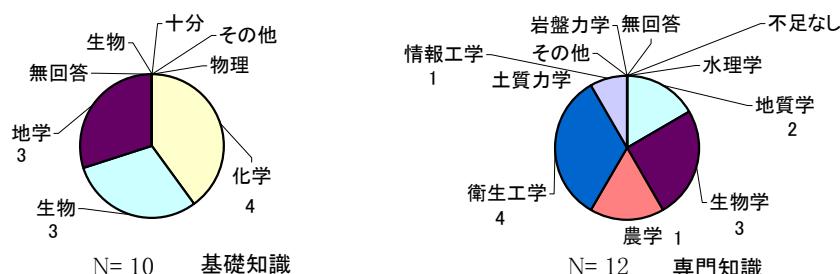


・実際のプロジェクトに即した研究(基礎の点から)。欧米の研究のまねだけはして欲しくない(翻訳研究、二番煎じ)。外国(米国)がやっているからではなくて、自分たちのチームが実際の調査に従事し、何が大学として解決しなくてはいけないかを、実感した基礎研究を目指して欲しい。

・大学に実務能力を期待しても、無理。基礎的知識の確実な修得を期待。

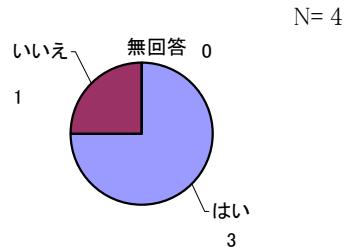
#### 研究動向

【12】地盤環境問題に取り組もうとする時、これまでの大学教育で欠落している一般的な教養があるでしょうか。



・実際には難しい(習得には)

【13】地盤環境工学の研究で海外の大学や研究機関との交流がありますか。

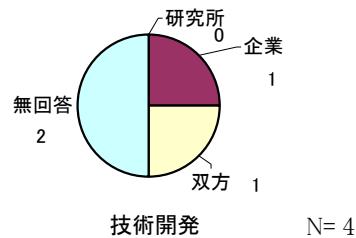
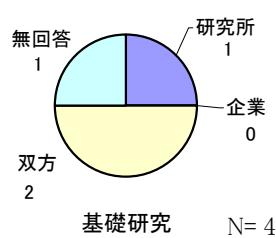


【14】地盤環境工学に関して大学や企業と共同研究を行なったことがありますか。



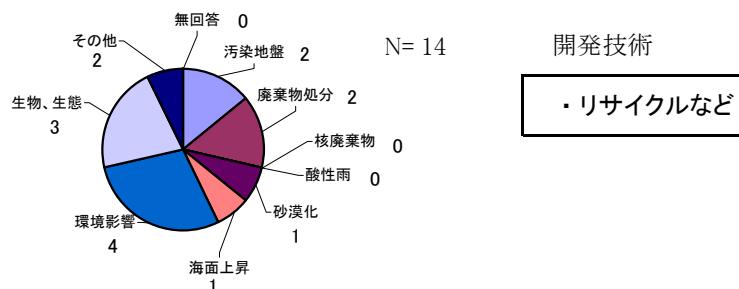
・灰(石炭灰)捨地近傍地盤の汚染状況に関する調査研究

【15】地盤環境工学に関して研究所(大学)と企業の役割分担についてお考えをお聞かせください。

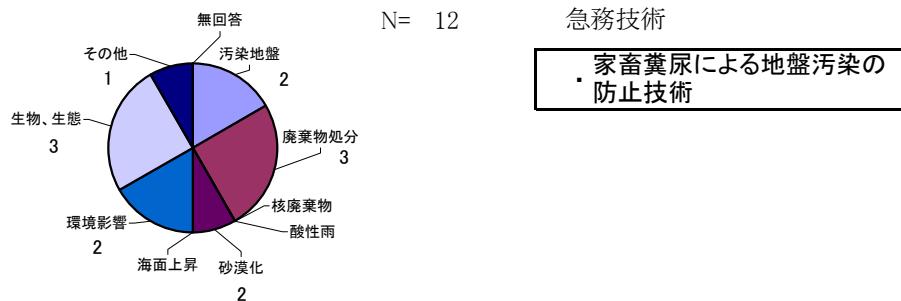


・地について(受け売りでなくて)基礎研究を大学あるいは研究機関に望みたい。

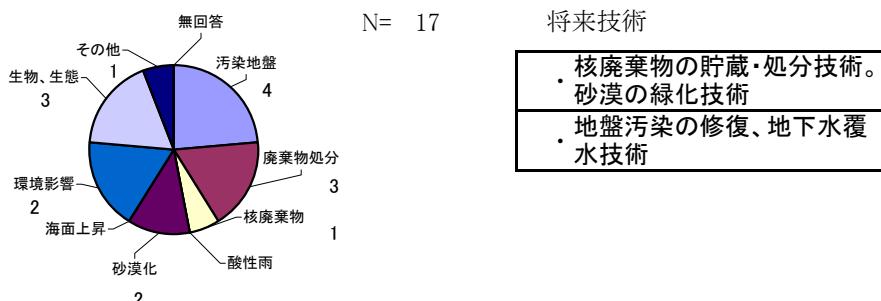
【16】現在あなたの研究所では地盤環境問題に関してどのような分野の技術開発を行なっていますか。



【17】現在あなたの研究所では現時点でのどのような分野の地盤環境技術の研究が急務だとお考えですか。



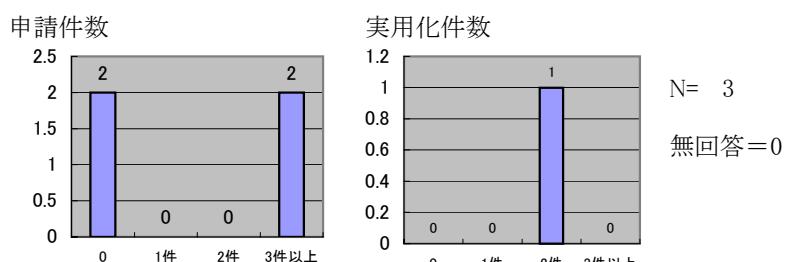
【18】地盤環境技術では将来どのような分野の研究開発が必要になると思いますか。



【19】総合技術としての地盤環境工学に対して、基礎学問としての地盤工学からどのようなアプローチができるのかについてお考えをお聞かせ下さい(具体的な開発技術で示して頂いても構いません)。

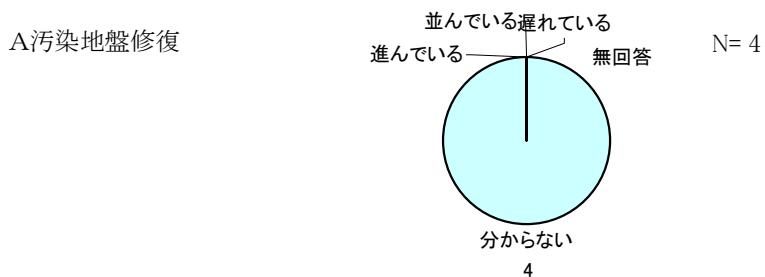
- ・地盤(土質)が持つ環境への貢献能力(例えば汚染浄化力)を明らかにする

【20】地盤環境工学に関する研究で過去10年間にあなたの大学で特許申請を何件出されましたか。

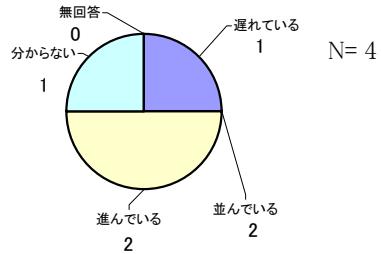


研究レベル

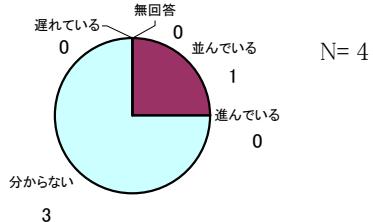
【20】地盤環境工学・技術の一部は主に欧米が先行していましたが、現時点での国内の研究レベル、技術レベルは欧米に比べてどの程度のレベルに達しているとお考えですか。前述のA～Iの分野毎にお答え下さい。



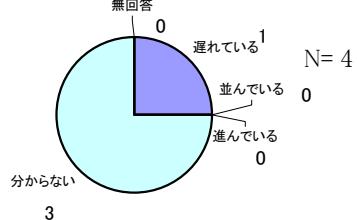
B廃棄物処分場



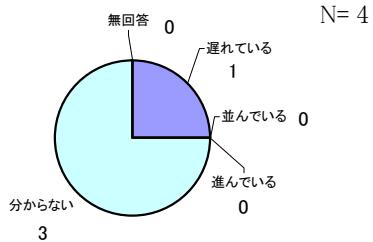
C核廃棄物貯蔵



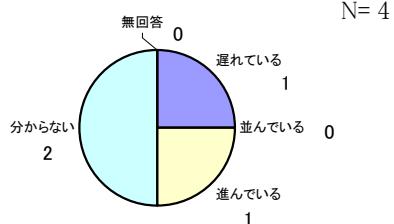
D酸性雨・土壤



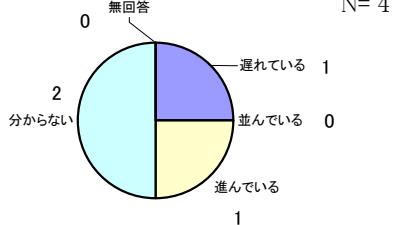
E砂漠化防止



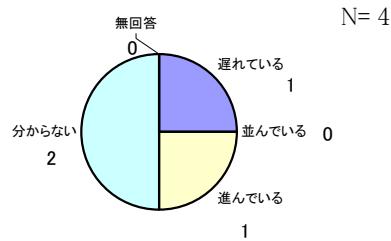
F海面上昇



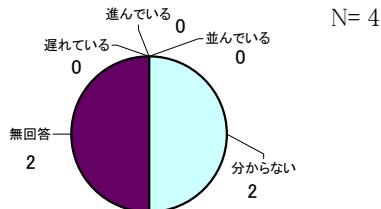
G環境影響物質



## H生物・生態系



## Iその他



## 将来性

【22】地盤環境工学は将来的にどのような方向に発展するべきとお考えですか。

- 総合技術として何でも取り組もうとせず個々の技術を発展させていく。

## 産・官との関係

【23】地盤環境問題に関して、産学官のなかでどのような役割を果たすべきとお考えですか。

- 私たちの研究所は、社会基盤の整備に深く関与した研究所であるため、事業の実施に当たり、また地盤環境の維持・修復に当たり、整備主体あるいは政策の立案に対して説明責任を果たすための研究が必要と考える。
- 大学における基礎研究の成果を実用化するためのリスクの多い研究を実施。
- 基礎的研究

【24】地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるために研究所の果たすべき役割についてお考えですか。

- 実際の事業を遂行している部門と密接な関係にあることから、事業の実施、政策の立案の観点から社会的認知度を高める。
- 地道に成果を上げる

【25】地盤環境工学に対する社会的認知度を向上させるために研究所の果たすべき役割についてお考えをお聞かせください。

- 24と同じ(地域貢献について)。環境教育は大学院生の受入。
- 現状や将来的な問題点を、いろいろな機会を利用して広く知らしめること。地道な研究活動を行うこと。
- 地道に成果を上げる

【26】地盤環境工学に関する自由なご意見をお聞かせください。

他の分野と比べて幅広く横断的な分野の知識が、必要不可欠。したがって、適切なコーディネーターが必要。大・学、民間との関係を考えた場合、国立研究所(現在は独法であるが)がその役割を担う必要があるのでは?しかし、現在、いろいろな問題があり、必ずしもその役割を担っている訳ではない。