

第 編 重点課題と提言

PART A 土木技術者の質的向上とその活用についての提言

A - 1	土木系技術者活用の現状と課題	71
(1)	土木系技術者活用の現状	71
(2)	土木系技術者活用の課題 - 避けるべき土木技術者の余剰	80
(3)	欧米先進国の事例	87
A - 2	土木系技術者活用方策の提言	96
(1)	基本的方向 - 優秀な人材の確保と有効活用	96
(2)	技術者資格制度の確立	98
(3)	高度多様な人材の確保と技術者特性の明確化	102
(4)	技術者の適正配置 (技術力脆弱分野への是正)	104
(5)	周辺分野, 新規分野への進出	106
(6)	業種間交流, 人材流動化の促進	107
(7)	高齢技術者の活用	108

PART - A 土木技術者の質的向上とその活用についての提言

A - 1 土木系技術活用の現状と課題

(1) 土木系技術者活用の現状

土木系技術者とその職域

- a) 土木系業務の職域で活躍する土木系技術者は約 201 千人と推計される。
- b) 土木系技術者の職域分布をみると建設業 41%と最も多く、中央官庁，都道府県，公団・公社・事業団などの公共機関ならびに準公共機関が 26%，建設コンサルタント 13%，その他鉄道，電力・ガス，製造業など民間企業は 18%となっている。大学など学校は 3%である。

- a) 土木系業務の職域に勤務する土木系技術者の数については、土木系卒業生分布調査での卒業生の就職先調査結果と土木系技術者分布調査（注 1）での職域別学歴別技術者調査結果から推計した。

卒業生の就職先調査結果をベースに、1960 年以降の卒業の者を現役とする
と、土木系技術者は 201 千人となる（表 A-1 参照）。（注 2）

一方、土木系技術者分布調査に基づく職域別学歴別技術者数の推計値は、表 A-1、職域別専門別技術者数の推計値は表 A-2 の通りである。表 A-2 から学校を除く職域における高卒を含む技術者は 271 千人で、その内高卒を含む土木系技術者は 203 千人、技術者の 75%である（表 A-3 参照）。

一方、表 A-2 から高専・短大卒以上の技術者は 173 千人、土木系技術者は 130 千人となる。

2つの調査からの推計による土木系技術者には大きな差が生じた。土木系技術者分布調査に基づく推計では、アンケート回答団体の実数（例えば学歴別技術者数）に対し、アンケート回答団体の土木学会入会率から逆算する方法を採用している。この時、アンケート対象団体は土木学会名簿より抽出している。このため、アンケート回答者は土木学会入会率が高いことが十分に考えられる。

以上から、土木技術者調査による推計値は実態より少ないと判断し、ここでは土木系卒業生分布調査結果より推計した 201 千人を我が国の土木系業務に携わっている土木系技術者の数とする。

b) 土木系卒業生分布調査から土木系技術者の職域分布を推計すると、建設業が最も多く 41%を占める。中央官庁 4%, 都道府県 10%, 市町村 9%, 公団・公社・事業団など 3%で公共機関ならびに準公共機関が 26%となる。建設コンサルタントは 13%, 鉄道 2%, 電力・ガス 2%, 製造業 5%で、その他の民間を加えた民間企業は 18%である。大学など学校は 3%となっている。

また、土木系技術者分布調査から、中央官庁、地方公共団体及び公団・公社など及び鉄道・電力・ガスでは高校卒の技術者が多いことが特筆される。技術者の内高校卒者の割合は建設業 26%, 建設コンサルタント 19%であるのに対し、中央官庁 47%, 地方公共団体 39%, 公団・公社など 31%, 鉄道・電力・ガスが 58%となっている。全体では 32%である。

(注 1) 土木学会企画委員会では、土木系技術者の実態を把握するため、1999 年 5 月に土木学会員調査、土木系卒業生分布調査ならびに土木系技術者分布調査を実施した。その結果は「参考資料」に取りまとめられている。

(注 2) 土木系技術者の数については、全国の学校の土木系 161 学科に対し、土木系卒業生分布調査(アンケート調査)を実施し、140 学科よりこれまでの卒業生の就職先別の数について回答を得た結果より推計したものである。回収率(87%)から見れば、全国の職域の土木系技術者数はここで推計した 201 千人よりも多いことが確実であるが、データの得られないところでの推計はしないこととした。したがって、201 千人は実態より少なめの数値であることを了解願いたい。

表 A - 1 学校卒業者の就職先別人数の推移

土木系卒業生分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

(単位：人)

就職先	年	～ 50	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	60-99 合計	60-99 割合
1中央官庁		127	51	132	349	443	664	1,095	1,218	1,449	1,614	1,258	8,090	4%
2公社、公団、事業団等		13	9	61	259	530	863	948	964	988	1,130	908	6,590	3%
3都道府県		144	68	150	626	1,558	2,702	2,413	2,848	3,165	3,869	2,708	19,889	10%
4市町村		39	22	125	324	770	2,055	2,779	2,578	2,793	2,929	2,073	16,301	8%
5国公立、私立大学		126	125	147	235	462	424	429	446	439	545	771	3,751	2%
6その他学校		26	10	23	44	106	149	248	215	246	156	175	1,339	1%
7学協会		47	28	54	38	56	56	61	75	89	285	322	982	0%
8総合建設業		542	456	967	1,794	3,514	7,294	8,122	9,468	9,505	12,019	13,028	64,744	32%
9その他の建設業		129	79	165	208	690	1,694	2,631	2,730	2,755	2,710	3,816	17,234	9%
10コンサルタント業関係		492	379	630	765	1,216	2,027	3,226	3,528	3,637	4,875	6,942	26,216	13%
11鉄道関係		55	19	23	150	187	291	621	343	464	780	539	3,376	2%
12電力・ガス関係		58	32	22	73	120	266	581	620	770	974	650	4,053	2%
13製造業関係		74	72	120	312	502	974	1,250	1,439	1,696	1,912	1,680	9,765	5%
14その他の民間		521	238	480	456	908	1,545	2,900	2,827	3,737	3,279	3,527	19,179	10%
合計		2,393	1,588	3,099	5,633	11,061	21,004	27,304	29,299	31,733	37,077	38,397	201,508	100%

就職先	年	～ 50	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	60-99 合計	60-99 割合
建設業		671	535	1,132	2,002	4,204	8,988	10,753	12,198	12,260	14,729	16,844	81,978	41%
建設コンサルタンツ		492	379	630	765	1,216	2,027	3,226	3,528	3,637	4,875	6,942	26,216	13%
その他民間企業		708	361	645	991	1,716	3,076	5,352	5,229	6,667	6,945	6,396	36,373	18%
官庁・公団等		370	178	522	1,596	3,357	6,340	7,296	7,683	8,484	9,827	7,269	51,852	26%
大学関係		152	135	170	279	568	573	677	661	685	701	946	5,090	3%
合計		2,393	1,588	3,099	5,633	11,061	21,004	27,304	29,299	31,733	37,077	38,397	201,508	100%

表 A - 2 職域別技術者（非土木系含む）の学歴別人数の推計

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

アンケート集計値 (単位:人)

	大学博士	大学修士	大学学部	高専短大	高校	その他	不明	合計
建設業	60	3,357	20,856	2,435	9,630	494	16	36,848
建設コンサルタント	77	1,707	6,901	1,086	2,360	435	2	12,568
中央官庁	12	1,418	4,242	2,088	7,554	218	0	15,532
地方公共団体	55	903	6,087	1,097	5,393	197	0	13,732
電気・ガス・私鉄	3	651	430	411	2,238	93	0	3,826
公団・公社	7	1,073	2,415	764	4,332	5,594	3	14,188
製造業	6	298	581	89	420	61	0	1,455
財団・その他	1	42	109	42	28	2	2	226
合計	221	9,449	41,621	8,012	31,955	7,094	23	98,375

学会入会率による全体推計値

	大学博士	大学修士	大学学部	高専短大	高校	その他	不明	合計
建設業	100	5,591	34,735	4,055	16,038	823	27	61,368
建設コンサルタント	289	6,417	25,944	4,083	8,872	1,635	8	47,249
中央官庁	18	2,114	6,324	3,113	11,261	325	0	23,155
地方公共団体	275	4,517	30,446	5,487	26,975	985	0	68,685
電気・ガス・私鉄	6	1,368	904	864	4,704	195	0	8,042
公団・公社	14	2,082	4,685	1,482	8,404	10,852	6	27,524
製造業	40	1,992	3,884	595	2,808	408	0	9,728
財団・その他	110	4,636	12,030	4,636	3,090	221	221	24,944
合計	853	28,717	118,952	24,314	82,153	15,445	261	270,695

(注)推計値はアンケート集計値に対して職域別の土木学会入会率により推計したものである。

表 A - 3 職域別技術者（非土木系含む）の専門別人数の推計

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

アンケート集計値 (単位:人)

	土木系	土木系以外の 工学系	理学系	工学、理学以外	不明	合計
建設業	32,552	2,425	425	1,446	0	36,848
建設コンサルタント	8,242	1,871	569	1,846	40	12,568
中央官庁	10,774	2,108	42	374	2,234	15,532
地方公共団体	10,011	1,609	254	993	865	13,732
電気・ガス・私鉄	3,481	171	28	146	0	3,826
公団・公社	11,747	786	0	1,655	0	14,188
製造業	588	790	6	71	0	1,455
財団・その他	158	13	6	49	0	226
合計	77,553	9,773	1,330	6,580	3,139	98,375

(学会入会率による全体推計値) (単位:人)

	土木系	土木系以外の 工学系	理学系	工学、理学以外	不明	合計
建設業	54,214	4,039	708	2,408	0	61,368
建設コンサルタント	30,986	7,034	2,139	6,940	150	47,249
中央官庁	16,062	3,143	63	558	3,330	23,155
地方公共団体	50,073	8,048	1,270	4,967	4,327	68,685
電気・ガス・私鉄	7,316	359	59	307	0	8,042
公団・公社	22,789	1,525	0	3,211	0	27,524
製造業	3,931	5,282	40	475	0	9,728
財団・その他	17,439	1,435	662	5,408	0	24,944
合計	202,809	30,864	4,941	24,273	7,807	270,695

土木系技術者の年齢分布，地域分布などの特性

- a) 職域の技術者の年齢分布には、建設業と地方公共団体において 46～50 歳の層（いわゆる団塊の世代）が突出している。
- b) 技術者の勤務地は首都圏（東京都，神奈川県，千葉県，埼玉県）に集中している。全体の 34% を占める。次いで大阪府 9%，愛知県 7% であり、これに北海道，宮城，新潟，広島，福岡の地方ブロック中核県が 4% 前後で続いている。
- c) 技術者のうち 10% が大学院博士・修士卒で、42% が大学学部卒である。
- d) 技術者の約半数が技術士，一級土木施行管理技士，RCCM など建設分野関連の技術資格を取得している。
- e) 土木系技術者の概ね 1 割が転職経験者である。建設コンサルタントに転職者が多い。

a) 表 A-4 は土木系技術者分布調査における回答（182 団体）の職域別技術者の年齢分布の集計値である。55 歳を過ぎると技術者数は減少し、61 歳以上は激減する。

特徴的な点は 46～50 歳の数が多い点である。建設業は全体のほぼ 20% を占め、他の年齢区分より断然に多い。

地方公共団体（都道府県，市町村）でも 17% で 46～50 歳が最も多い年齢区分である。全体でも 17% で最も多い年齢区分となっている。この世代はいわゆる団塊の世代（後半）である。

一方、この世代の高専・短大卒業者（1970 年代卒業）は後の世代より多くないことから、46～50 歳の数には高校卒業が相当含まれているものと考えられる。

b) 表 A-5 は土木系技術者分布調査における回答（182 団体）の職域別技術者の勤務地域別分布の集計値である。本調査は抽出調査であり、例えば地方公共団体は全ての都道府県を対象としていないことから、正確な把握となっていないが、調査結果は技術者の首都圏集中と地方ブロックの中核県への集中を示している。

首都圏は東京都 24.6%，神奈川県 3.8%，千葉県 2.8%，埼玉県 2.3% で合計 33.5% を占める。次いで大阪府 8.8%，愛知県 7.3% となっている。

地方では、地方ブロックの中核県に集中している。例えば、東北地方では青

森県 0.8%、岩手県 1.4%、秋田県 0.9%、山形県 0.9%、福島県 1.2%であるが、宮城県 3.7%である。北海道 3.6%、新潟県 4.3%、広島県 3.6%、福岡県 3.7%で、地方ブロック中核県が 4%前後を占めている。

c) 土木系を含む技術者の学歴分布は前出表 A-2 の通りであり、大学院博士・修士卒は 9.8%、大学学部卒 42.3%、高専短大 8.1%、高校卒 32.5%、その他 7.2%である。中央官庁、地方公共団体、公団・公社、電力・ガス・私鉄に高校卒が多い。

d) 技術者の 56%が、博士、技術士、1 級土木施行管理技士など土木系業務に関連する資格を取得している。

技術士は建設業と建設コンサルタントに多い。建設業は技術者の 6.8%、建設コンサルタントは 16.2%が取得している。一級土木施工管理技士は業務性格上から、建設業では技術者の 79.2%が取得している（表 A-6 参照）。

e) 技術者のうち 7.5%が転職経験者であり、1.4%が転職 2 回以上経験者である。職域別では建設コンサルタントにおいて 24.0%が転職経験者であり他の職域に比して極めて高い。建設コンサルタントへは各職域から転職しているが、建設コンサルタント同士の転職が最も多い（表 A-7 参照）。表 A-8 は定着率を示すが、建設コンサルタントが概ね 70%程度で最も低く、流動性が比較的高くなっている。

表A - 4 職域別技術者年齢分布

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

(単位:人)

年齢区分	~20	20~ 25	26~ 30	31~ 35	36~ 40	41~ 45	46~ 50	51~ 55	56~ 60	61~ 65	66~ 70	71~	不明	合計
建設業	105	2,723	5,340	4,330	4,056	4,916	7,169	4,965	2,462	531	177	33	41	36,848
建設コンサルタント	10	1,547	3,105	1,813	1,508	1,419	1,377	759	440	334	180	76	0	12,568
中央官庁	131	1,796	2,714	2,317	2,348	1,969	2,044	1,523	592	0	0	0	98	15,532
地方公共団体	67	894	1,540	1,385	1,065	1,634	2,391	2,224	1,514	0	0	0	1,018	13,732
電力・ガス・私鉄	38	486	577	529	726	655	443	211	145	14	1	1	0	3,826
公団・公社	82	874	1,286	1,080	2,223	3,077	2,799	2,490	277	0	0	0	0	14,188
製造業	6	91	197	203	103	201	348	182	93	9	3	1	18	1,455
財団・その他	1	19	32	56	37	27	22	14	7	7	2	0	2	226
合計	440	8,430	14,791	11,713	12,066	13,898	16,533	12,368	5,530	895	363	111	1,177	98,375

(注1) 技術者には非土木系も含む

(注2) 回答 182 団体の集計値である

表A - 5 職域別技術者勤務地域分布

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

	北海道	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都
建設業	1,144	76	326	1,633	34	154	241	176	359	195	727	650	8,586
建設コンサルタント	154	133	132	642	81	106	27	30	8	6	460	156	2,392
中央官庁	27	206	281	619	286	366	291	475	175	199	285	365	1,931
地方公共団体	1,569	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	5,941
電力・ガス・私鉄	278	27	3	1	0	0	93	49	59	173	39	92	894
公団・公社	187	324	530	604	413	260	435	356	327	360	560	1,240	2,797
製造業	0	0	0	2	0	0	0	12	0	0	0	139	350
財団・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
合計	3,359	766	1,272	3,501	814	886	1,087	1,098	928	933	2,188	2,642	23,115

	神奈川県	新潟県	富山県	石川県	福井県	山梨県	長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	滋賀県
建設業	1,318	1,135	497	453	206	266	336	133	331	2,618	196	134
建設コンサルタント	525	317	148	163	32	7	23	23	175	1,199	62	26
中央官庁	656	753	225	126	107	114	302	347	310	748	271	114
地方公共団体	0	1035	0	0	177	0	216	0	233	1018	0	0
電力・ガス・私鉄	160	87	89	0	22	83	242	210	169	339	17	74
公団・公社	709	671	31	28	23	173	476	87	584	979	211	67
製造業	200	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
財団・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	3,568	3,998	990	770	567	643	1,595	800	1,802	6,904	757	415

	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県	徳島県	香川県	愛媛県
建設業	284	4,052	753	46	18	96	261	236	1,141	420	118	649	231
建設コンサルタント	188	1,664	172	67	24	207	182	324	642	87	28	95	103
中央官庁	129	615	440	92	131	160	185	178	633	301	174	322	159
地方公共団体	0	880	0	0	0	0	0	0	863	0	97	250	483
電力・ガス・私鉄	59	274	91	50	32	0	0	0	1	0	9	4	0
公団・公社	131	560	167	8	40	15	29	38	130	56	61	97	54
製造業	0	215	72	0	0	0	0	7	8	0	0	0	0
財団・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	791	8,260	1,695	263	245	478	657	783	3,418	864	487	1,417	1,030

	高知県	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県	大分県	宮崎県	鹿児島県	沖縄県	不明	合計
建設業	184	1,899	361	241	81	272	144	236	51	3,150	36,848
建設コンサルタント	99	620	45	38	92	106	129	41	67	521	12,568
中央官庁	171	782	214	156	353	203	195	246	9	105	15,532
地方公共団体	0	1	0	550	0	0	0	0	0	302	13,732
電力・ガス・私鉄	23	10	0	2	18	0	0	0	4	49	3,826
公団・公社	31	164	7	18	31	48	34	28	9	0	14,188
製造業	0	2	0	0	0	57	0	0	0	388	1,455
財団・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	226
合計	508	3,478	627	1,005	575	686	502	551	140	4,517	98,375

(注1) 非土木系も含む

(注2) 回答 182 団体の集計値である

表 A - 6 職域別技術者の関連資格取得者

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

(単位:人)

	博士	技術士	1級土木施工 管理技士	RCCM	測量士	地質調査技士	有資格者合計	技術者数
建設業	234	2,504	29,178	45	7,635	9	39,605	36,848
建設コンサルタント	154	2,039	2,680	2,047	2,399	204	9,523	12,568
中央官庁	36	8	162	0	42	0	248	15,532
地方公共団体	14	37	323	1	308	0	683	13,732
電力・ガス・私鉄	22	147	892	11	60	0	1,132	3,826
公団・公社	14	356	1753	4	447	0	2,574	14,188
製造業	121	153	1002	0	46	0	1,322	1,455
財団・その他	1	27	34	7	9	0	78	226
合計	596	5,271	36,024	2,115	10,946	213	55,165	98,375

(注1) 技術者には非土木系も含む

(注2) 回答 182 団体の集計値である

表 A - 7 職域別転職者数と前職

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

転職者数

(単位:人)

	転職者数	左記のうち 転職2回以上	技術者数
建設業	2,977	511	36,848
建設コンサルタント	3,011	749	12,568
中央官庁	298	32	15,568
地方公共団体	782	109	15,732
電力・ガス・私鉄	105	12	3,826
公団・公社	128	0	14,188
製造業	45	9	1,455
財団・その他	52	0	226
合計	7,398	1,422	98,375

(注1) 技術者には非土木系を含む

(注2) 回答 182 団体の集計値である

転職者の前職

(単位:人)

	前 職							合計
	国家公務員	地方公務員	民間企業者	教職者	建設業	建設コンサルタント	その他	
建設業	253	205	212	22	1,505	83	496	2,776
建設コンサルタント	147	211	283	37	520	969	630	2,797
中央官庁	103	13	95	0	39	4	55	309
地方公共団体	101	72	178	5	177	22	229	784
電力・ガス・私鉄	2	2	0	0	12	1	89	106
公団・公社	5	0	1	1	21	4	16	48
製造業	2	0	0	0	16	5	22	45
財団・その他	15	7	0	0	25	40	31	118
合計	628	510	769	65	2,315	1,128	1,568	6,983

(注) 合計が の転職者数と合わないのは回答なしがあるためである

表 A - 8 職域別定着率

土木系技術者分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

	昭和40年	昭和45年	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成2年	平成7年
建設業	59.3%	72.4%	72.6%	74.3%	74.7%	79.0%	87.2%
建設コンサルタント	55.4%	68.1%	68.0%	69.3%	70.6%	74.7%	84.4%
中央官庁	62.3%	68.1%	87.4%	87.7%	88.2%	89.8%	93.5%
地方公共団体	92.5%	95.5%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
電力・ガス・私鉄	100.0%	96.7%	97.9%	94.5%	100.0%	94.0%	98.8%
公団・公社	100.0%	100.0%	94.6%	98.0%	97.4%	92.7%	96.2%
製造業	47.1%	73.4%	92.5%	100.0%	89.0%	83.6%	93.9%
財団・その他	回答なし						59.5%

(注) 上表は例えば昭和40年入社の者のうち退職せず現在勤務している者の率を示す

(2) 土木系技術者活用の課題 - 避けるべき土木系技術者の余剰

土木事業量と土木系技術者の関係

- a) 第二次世界大戦後、土木系技術者の数は土木事業量の増大と軌を一にして増大してきた。土木系技術者は、1965年度で約29千人であったと推計される。一方、2000年度は201千人に達すると推計されるので35年間で6.9倍(年率5.7%)に増大した。
- b) 土木事業量は、建設投資額(土木, 実質)で見ると1965年度6.3兆円であったが、2000年度39.2兆円で35年間に6.2倍(年率5.4%)に増大した。
- c) 土木系技術者数と土木事業量には強い相関関係が見られる。1965年以降35年間で平均的に見れば、土木系技術者一人当たり2.3億円/年の建設投資額(土木)量であった。

a) 土木系卒業生分布調査で得られた年代別の学校卒業就職者を用いて、我が国の土木系技術者の推移を推計した。学校卒業就職者は1950~54年度は3千人(年平均600人)であったが、1995~99年度は38千人(年平均7,600人)と推計される。(表A-9, 表A-10)

b) 我が国の土木事業量は、戦後の復興、そして高度成長により急激に増大し、1973年、81年のオイルショックによる停滞があったものの、その後の安定成長下において着実に増大してきた。

土木事業量を建設投資額で見ると、実質(1990年暦年基準デフレーター)で1965年度で約6.3兆円、1995年度37.4兆円であり、2000年度は名目約40.0兆円、実質で約39.2兆円となり、35年間で約6.2倍、年率にして平均5.4%の増加となる。(表A-11参照)

c) このような背景下において、土木系技術者数と土木事業量には強い相関関係が見られる。1965年度以降、35年間で平均的に見れば、土木系技術者1人当たり約2.3億円の建設投資額(土木, 1990年暦年基準によるデフレーターによる実質額)であり、2000年度は約2.0億円と推計される。(図A-11)

表 A-9 学校卒業就職者数の推移（アンケート調査）

土木系卒業生分布調査(土木学会 企画委員会, 1999年5月)より

年 度	総 数 (人)	年 平 均 (人)	備 考
95 - 99	38,397	7,679	
90 - 94	37,077	7,415	
85 - 89	31,733	6,347	
80 - 84	29,299	5,860	
75 - 79	27,304	5,461	
70 - 74	21,004	4,201	
65 - 69	11,061	2,212	
60 - 64	5,633	1,137	
55 - 59	5,000	1,000	
50 - 54	3,000	600	
50 以前	10,657	(600)	年平均は総数を 約20年で割り算

(注1) 学校卒業者は高専, 短大, 大学学部, 大学院を卒業して就職した者

表 A - 10 新規参入土木系技術者数と各年度国内土木系技術者数の推計

新規参入土木系技術者数			国内総土木系技術者数	
年	総数(人)	年平均(人)	年 度	総数(人)
95 - 99	38,000	7,600	2000	201,000
90 - 94	37,000	7,400	1995	168,000
85 - 89	32,000	6,400	1990	134,000
80 - 84	29,000	5,800	1985	105,000
75 - 79	27,000	5,400	1980	79,000
70 - 74	21,000	4,200	1975	55,000
65 - 69	11,000	2,200	1970	37,000
60 - 64	6,000	1,200	1965	29,000
55 - 59	5,000	1,000	1960	-
50 - 54	3,000	600	1955	-
45 - 49	3,000	600	1950	-
40 - 44	3,000	600	1945	-

(注1) 新規参入土木系技術者数は表 A-8 の学校卒業生数（アンケート調査）より概略設定

(注2) 国内総土木系技術者数は現役40年間として計算。例えば2000年は1960年以降の人数を積算。1939年以前は新規土木系技術者数は600人/年で一定としている。

表 A-11 建設投資額(土木)と土木系技術者数

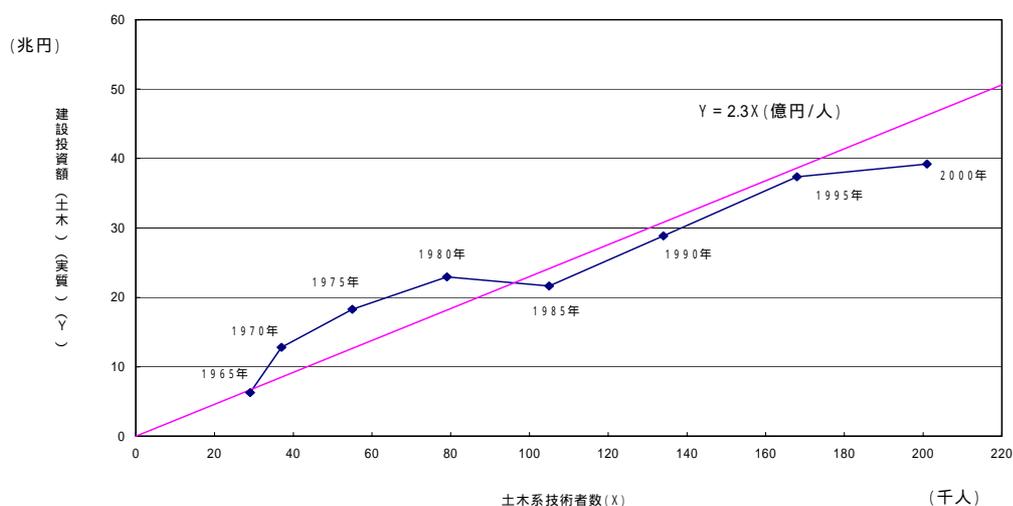
年 度	土木系技術者数 (千人)	建設投資額(土木) (名目,年度) (10億円)	建設投資額(土木) (実質,年度) (10億円)	デフレーター
2000年度	201	40,000 (1999年見込み 35,270)	39,216	102.0
1995年度	168	38,027	37,391	101.7
1990年度	134	29,181	28,864	101.1
1985年度	105	20,019	21,642	92.5
1980年度	79	20,256	22,966	88.2
1975年度	55	11,864	18,280	64.9
1970年度	37	4,916	12,802	38.4
1965年度	29	2,203	6,294	35.0

(注1) 建設投資額(土木)は昭和44年版～平成11年版の建設白書から抽出

(注2) 土木技術者数は表2-7による。

(注3) デフレーターは公的総固定資本形成デフレーター, 1990年暦年基準の年度値(日本統計年鑑, 総務庁統計局編, 平成11年)但し、1965年度と2000年度は推定。

図 A - 1 建設投資額(土木)と土木系技術者数の関係



今後の土木事業量と土木系技術者

- a) 土木事業費が将来も現状程度に推移すると想定した場合、環境など新規分野を考慮せず、現状の業務分野、企業別の人材配分と一人当たりの受注額(2.3億円/人)がそのまま続くとすれば、学校卒業就職者を現状レベルに維持し続けても将来2025年には100千人近い余剰人員になることが予想される。一方で土木系技術者が不足している分野も多い。
- b) 土木事業費の低減の場合には、さらに大量の余剰人員になる。
- c) 以上は、社会資本整備のためのシステム(建設生産システム)が現状のまま推移した場合の予測であるが、限られた財源の中で質の高い生活を営む上で必要な社会基盤整備を効率良く実現するためには、システムの改革とともに優秀な人材が必須であり、また、土木技術を基盤とする周辺分野や関連分野には今後大きな市場が創出される可能性がある。土木系技術者の供給量を考える上で、この可能性の見方が鍵となる。

- a) 土木事業費と土木系技術者の関係について、将来シュミレーションを行ってみた。
2050年まで土木事業費が横這いであるとした場合(ケース)、土木系技術者1人当たりの土木事業費を2000年度の値である約2.0億円/年で維持されるとすると、土木事業費と土木系技術者の関係は表 A-12 及び図 A-2 のようになる。新規参入者、すなわち学校卒業就職者を2000年レベルに維持し続けた場合でも、市場は人員余剰となり、2025年は96千人、2050年には103千人の余剰となる。

新規参入者を2025年まで毎年前年比の2%削減を続けていった場合、2025年には2000年レベルの60%の新規参入者となる。この場合でも2025年までは50千人前後の余剰が生じ、2045年以降は多少不足となる。

- b) 次に、土木事業費が2010年まで横這いであるが2010年以降減少し、2020年には現状の約60%となり、その後は横這いのケースを考えて見る(ケース)。シュミレーション結果は、表 A-12 及び図 A-3 のとおりである。

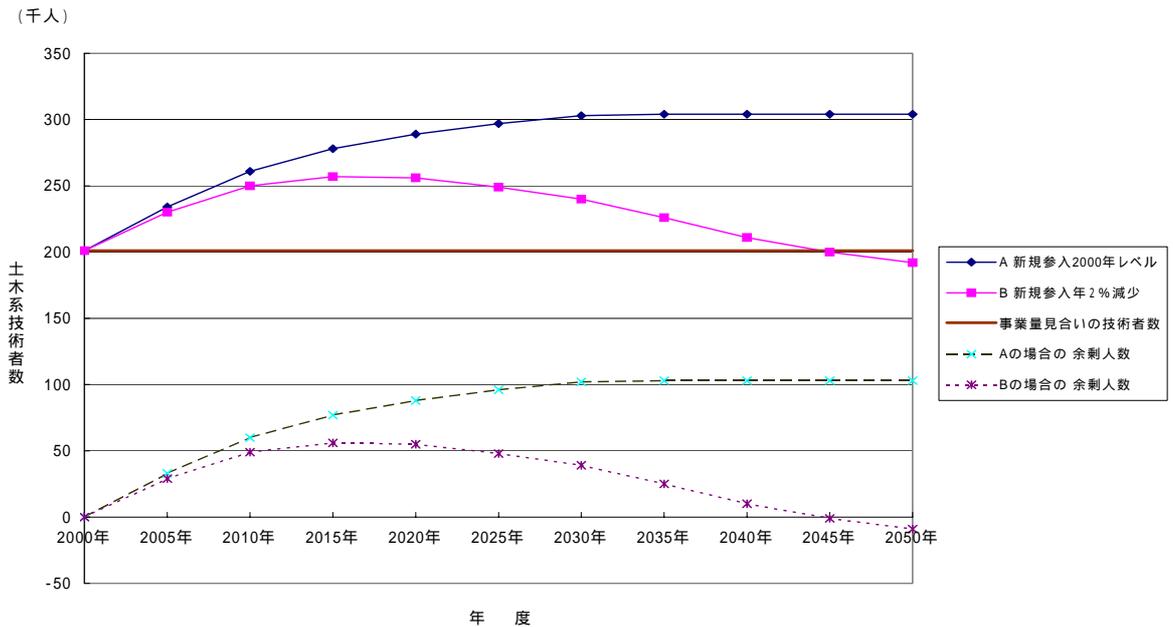
新規参入者が2000年レベルで横這いの場合には大量の余剰者が生じる。2025年には約176千人の余剰となる。2050年にも約182千人の余剰となり、事業費見合い土木系技術者数約121千人をはるかに超える。新規参入者を2025年まで毎年対前年比2%削減して、2025年に2000年レベルの約60%にしても、2025年には約128千人の余剰が生じる。2050年には余剰人数は約71千人に

減少する。新規参入者を 2025 年まで、毎年対前年比 4%削減して 2025 年に 2000 年レベルの約 36%にしても、2025 年には約 94 千人の余剰が生じる。2050 年にはほぼ釣合いが取れる。

c) 以上は、社会資本整備のためのシステム（建設生産システム）が現状のまま推移した場合の予測である。しかしながら、土木事業費の抑制の中でも必要なものはつくっていかねばならないのであり、そのためには効率化が是が非でも必要である。このためにはシステムの改革とともに、これを支え実施して行く優秀な人材が必須である。さらに、発展が著しい情報技術などと組み合わせた高度な社会基盤整備や持続的な発展を可能とする環境創造事業など、土木技術を核として今後展開を図るべき分野へのニーズは極めて大きい。土木系技術者の将来を考える上で、これらの可能性に対する見方が鍵となる。

表 A - 12 事業量ケース の場合の土木系技術者数予測

年 度	事業量 建設投資 額(土木)	事業量 見合いの 土木系技 術者数	新規参入者が横這いの場合			新規参入者を 2025 年まで毎年 2.0%削減した場合		
			新規参入者	土木系 技術者数	余剰人員	新規参入者	土木系 技術者数	余剰人員
2000 年	(10億円) 40,000	(千人) 201	(千人/年) 7.6	(千人) 201	(千人) 0	(千人/年) 7.6	(千人) 201	(千人) 0
2005 年	40,000	201	7.6	234	33	6.9	230	29
2010 年	40,000	201	7.6	261	60	6.2	250	49
2015 年	40,000	201	7.6	278	77	5.6	257	56
2020 年	40,000	201	7.6	289	88	5.1	256	55
2025 年	40,000	201	7.6	297	96	4.6	249	48
2030 年	40,000	201	7.6	303	102	4.6	240	39
2035 年	40,000	201	7.6	304	103	4.6	226	25
2040 年	40,000	201	7.6	304	103	4.6	211	10
2045 年	40,000	201	7.6	304	103	4.6	200	-1
2050 年	40,000	201	7.6	304	103	4.6	192	-9

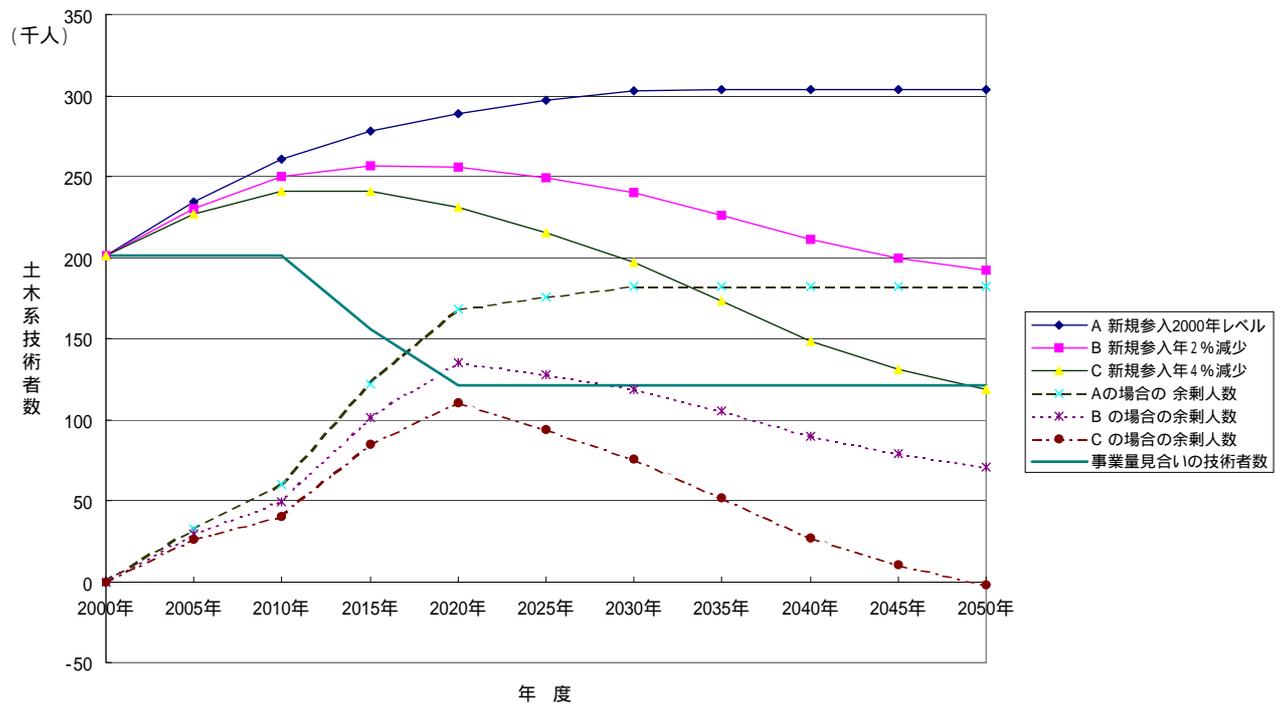


図A - 2 土木系技術者の予測 - 事業量ケース の場合 -

表A - 13 事業量ケース の場合の土木事業量と土木系技術者数の予測

年 度	事業量建設投資額 (土木) (10億円)	事業量見合いの土木系技術者数 (千人)	新規参入者が横這いの場合			新規参入者を2025年まで毎年2.0%削減した場合			新規参入者を2025年まで毎年4.0%削減した場合		
			新規参入者 (千人/年)	土木系技術者数 (千人)	余剰人員 (千人)	新規参入者 (千人/年)	土木系技術者数 (千人)	余剰人員 (千人)	新規参入者 (千人/年)	土木系技術者数 (千人)	余剰人員 (千人)
2000年	40,000	201	7.6	201	0	7.6	201	0	7.6	201	0
2005年	40,000	201	7.6	234	33	6.9	230	29	6.2	227	26
2010年	40,000	201	7.6	261	60	6.2	250	49	5.1	241	40
2015年	30,950	156	7.6	278	122	5.6	257	101	4.1	241	85
2020年	24,000	121	7.6	289	168	5.1	256	135	3.4	231	110
2025年	24,000	121	7.6	297	176	4.6	249	128	2.7	215	94
2030年	24,000	121	7.6	303	182	4.6	240	119	2.7	197	76
2035年	24,000	121	7.6	304	182	4.6	226	105	2.7	173	52
2040年	24,000	121	7.6	304	182	4.6	211	90	2.7	148	27
2045年	24,000	121	7.6	304	182	4.6	200	79	2.7	131	10
2050年	24,000	121	7.6	304	182	4.6	192	71	2.7	119	-2

(注) 事業量は2025年まで年率-2.7%で推移し、その後は横這いとしている。



図A - 3 土木系技術者の予測 - 事業量ケース の場合 -

(3) 欧米先進国に見る土木事業量と土木技術者の動向

アメリカの事例

- a) アメリカ合衆国においては、1980年代以降はI g (政府投資額)の対GDP比2%前後で推移している。
- b) 公共投資の減少に伴い、公共機関の土木系技術者の削減が行なわれるとともに、公共機関における土木系業務のアウトソーシングが進行している。
- c) 国内土木事業量の減少を背景に海外市場の開拓と進出が行われた。
- d) アメリカ合衆国における土木系学校卒業者の数は、概ね、わが国の現状レベルで推移している。
- e) アメリカ合衆国では、土木も含め技術分野におけるPE (プロフェッショナル・エンジニア)制度があり、「技術者」が確立されている。

a) アメリカ合衆国では、1930年代のニューディール政策による経済回復が成功し、現在の社会資本整備の骨格が形成されたが、1960年代から経済は下降に推移し、特にベトナム戦争の影響もあって1970年代中頃の衰退は著しかった。これに伴って公共投資は減少した。例えば、カリフォルニア州交通局(CALTRANS)によれば、州内道路建設は1960年代は1,000 万ドル/年、1970年代は500 万ドル/年、1980年代は20 万ドル/年と急速に減少している。

1980年代以降はI g (政府投資額)のGDP比は2%前後で推移しており、アメリカの公共投資額の水準は、日本の概ね6割の水準である。公共投資の減少のため、道路など社会資本ストックの荒廃も指摘されている。

b) 1960年代からの公共投資の減少に伴い、公共機関の公共事業部内の整理縮小が行われた。内部技術者(インハウスエンジニア)は退職しコンサルタントなどの民間に移動した。この傾向は東部に強く、例えばマサチューセッツ州では上下水道部門については公社化(Massachusetts Water Resources Authority)している。これに併行して業務の外注化も進行した。

GSA (General Service Administration)では、事業量の増大に対して技術者の増はせず、民間コンサルタントを活用している。バージニア州交通局は設計業務の60%を外注している。カリフォルニア州交通局(CALTRANS)では通常の設計業務は内部技術者が行うが、耐震業務はほとんどが外注である。

c) 国内土木事業量の減少を背景に、国外市場の開拓と進出が行われた。ENR (Engineering News - Record)によれば、アメリカのコントラクター上位 400 社の 1997 年の売上高は国内 1,129 億ドル, 国外 254 億ドル (国外の全体に占める割合は 22.3%) であり、デザインファーム上位 500 社の 1997 年の売上高は国内 254 億ドル, 国外 73 億ドル (国外の全体に占める割合は 22.3%) となっている。国外の地域についてはコントラクター, デザインファームともにヨーロッパとアジア・オーストラリアが中心となっている。

d) アメリカ合衆国における Civil Engineering の学校 (大学学部, 修士, 博士) 卒業生数は 1980 年以降 11 千 ~ 14 千人程度である (表 A-14)。この内には建築系も含まれるので、土木系卒業生はわが国とほぼ同程度であろうと思われる。人口比でみるとわが国の土木系卒業生の約 1/2 となり、GDP の比がわが国の約 1/2 であるのとほぼ一致する。

ちなみに、アメリカ合衆国の大学学部卒業生は 1995 年で総数 1,174 千人, 科学技術関係 378 千人である。

e) アメリカ合衆国では、土木も含め技術分野における PE (Professional Engineer) 制度がある。PE 制度は各州の州法によって規定されており、州によって異なるが、概ね指定する大学を卒業して 4 年程度の経験によって受験資格を得、合格したものは PE を称することができ、規定される職業においてその業務独占が認められる職業資格制度である。わが国における建築士, 公認会計士, 医者, 弁護士などと同様の資格である。

分野は、土木, 構造, 化学, 電気, 産業, 機械, 冶金, 石油 (カルフォルニア州の場合) であり、有資格者は全国で約 450 千人といわれている。PE 資格は大学教授, 公共機関の内部技術者も多く取得しており、技術者イコール PE という概念がほぼ確立しているといえる。

表 A - 14 アメリカ合衆国土木系 (Civil Engineering) 学校卒業生数

年	大学学部	大学院修士	大学院博士
1950	7,781 (20)	689 (3)	28 (0)
1955	3,868 (8)	693 (3)	29 (0)
1960	5,303 (15)	1,052 (1)	74 (1)
1965	5,200 (13)	1,686 (5)	252 (2)
1970	6,524 (47)	2,242 (19)	411 (2)
1975	7,790 (150)	2,771 (74)	356 (9)
1980	10,442 (991)	2,486 (197)	270 (6)
1985	9,730 (1,342)	?	?
1990	7,992 (1,262)	?	?
1995	11,329 (2,298)	?	?

注：() は女性数 (内数)

出典：NSF, Science and Education Indicators, 1998

ヨーロッパの事例

- a) イギリスではサッチャー首相の小さな政府政策以降、公共事業の民営化、アウトソーシングが急激に進行している。その結果、公共機関の土木系技術者のエージェンシー、あるいは民間企業への移動が進行している。一方で、必要な社会資本整備については民間資本を導入する P F I を推進している。また、レイサムレポートやイーガンレポートに見られるように、政府主導による住宅を含めた建設産業（公共も含む）の競争力強化、具体的にはコストと工期の短縮に向けた生産システム、選定・発注システムの改革が行われている。イギリスにおいては、技術分野において C E（チャータード・エンジニア）という技術資格が古くより確立している。
- b) ドイツでは、東西統一に伴う国内社会資本整備に取り組むとともに、既存都市のリノベーション、公共交通機関の強化整備が重点的に行われている。国外市場の開拓に積極的である。
- c) フランスでは、地方分権化に伴う生産システムの再編が進みつつある。フランスにおいても、国外市場の開拓に積極的である。また、民間資本の導入（Concession）も推進されている。フランスの技術者教育では、高など教育システムが整備されており、特定の学校卒業者が「技術者」として確立されている。

a) イギリスでは、サッチャー首相の小さな政府政策以降、公共事業の民営化、アウトソーシングが急激に進行している。その結果、公共機関の土木系技術者のエージェンシー、あるいは民間企業への移動が進行している。

例えば、1988年に環境省などの公共機関の水管理部門が準公的機関である EA（The Environment Agency）とテムズウォーターなど地域別の民営会社に移管された。EAは水管理のうちの洪水対策、環境保全などの公的部分を環境交通省や農水省からの出費により実施している。テムズウォーターは、テムズ川流域内の水道供給と下水処理を有料で行う民営会社である。さらに1992年には政府の Marketing Testing（業務を内部で行うことと外注との効率比較）により、EAの専門職員200人が民間企業（ハルクロー社）へ移籍している。1997

年3月までに130の行政機関で387千人（国家公務員の74%）がエージェンシーに移行している。

PFI（Private Finance Initiative）はメージャー政権下の1993年にスタートした。金融機関からの出資による特定目的会社を設立し、道路、下水道処理など住民へサービスを提供し、利用料で運営していくことを基本とするもので、既に有料橋（例：クイーンエリザベス2世橋）、鉄道（例：ドックランドライトレールの延長工事）、都市再開発（例：カーフィリー再開発）など多くの実績を挙げている。1999会計年度で中央政府など公共部門資本支出179億ポンド¹に対し、42億ポンド²のPFI出資を予測している。1996年度実績では、公共部門支出173億ポンド³に対し、PFI11億ポンド⁴であった。（表A-15）

一方、建設産業の競争力の強化については政府主導で取り組んでいる。レイサムレポート（1994年7月）は30%のコスト削減、イーガンレポート（1998年7月 政府建設産業特別委員会報告）は毎年10%のコストと工期の縮小を目標とし、そのため建設生産システムの再構築を提言している。特徴的な点は発注者、設計者、施工者がチームをつくって効率性を向上させるという点にある。そのため、例えば発注における恒常的繰り返しの競争入札は、何をつくるかの共通認識を持たないとして、これを排し、あらかじめ複数の業者を選定しておいて、その中から業者を特定する（アグリーメント方式）など長期的関係を構築すること、また、実績測定と評価を徹底することなどを提案している。

イギリスにおいては、古くよりCE（Chartered Engineer）制度というエンジニアの資格がある。分野は機械、造船、航空、電気、化学、建設、都市工学、構造など多岐にわたり、資格者は約210千人とされる。各分野毎のCI（Chartered Institution）のメンバーであることが必須であり、業務独占の法的規定はない。CEは職場を問わず、技術者としての資格を表すものである。

b) ドイツはIgの対GDP比率は2%程度であるが、東西統一に伴う交通網の整備など国内社会資本整備に取り組んでいる。また、既存都市のリノベーション、環境対策も勘案した公共交通機関の強化整備が重点的に行われている。国外市場の開拓に積極的であり、以前は中東地域を大きな市場としていたが、現在はヨーロッパ、アメリカを大きな市場としている。

ドイツの建設生産システムで特徴的な点は大学とコンサルタントとの連携である。大学教授とコンサルタントを兼ねている例は少なくなく、技術者の交流も盛んである。

c) フランスでは、1982年の地方分権化法の施行以来、地方分権が進行している。フランスは歴史的に典型的な中央集権国家であったため、地方分権化により建設生産システムに大きな混乱が生じた。それは、地方政府における内部技術者の不在によるものである。州(20州)、県(100県)、市町村(36,500以上)へ発注権限が移っても技術力がないため、中央政府の出先機関の内部技術者がサポートするシステムが長くとられてきた(発注など技術サービスは無料で行い、工事の施工管理を有料で受託して国家収入とする慣例がある)。その一方で、民間技術力(コンサルタント)を活用する割合が増大してきている。フランスでも民間資本の導入(Concession)が推進されている。パリ環状高速道路の最終区間分は、民間資本で行われている。ドゴール空港からパリ外縁までの鉄道建設は、民間資本により行われたが、これは採算が取れなかったため無償でパリ地下鉄公団に譲渡された。

フランスの技術者資格は、学校卒業者に与えられる。グランゼコールと呼ばれる高度認定大学の卒業者は、IPC(土木技官)、ICPC(民間土木技術者など)の称号を、一般の認定大学の卒業者は Diploma, 工業高校などの卒業者は Technicians の称号が与えられる。但し、これは職業資格ではなく、その能力を示す資格(称号)である。

表 A - 15 英国における公共部門資本支出の推移及び計画

(単位: 1億ポンド)

会計年度	93	94	95	96	97	98	99
中央政府	98	91	86	65	60	60	60
地方公共団体	67	73	72	64	64	70	70
国営企業など	34	42	42	44	46	46	46
公共部門計	199	206	200	173	170	179	179
PFI	1	2	4	11	15	30	42
総計	200	208	204	184	185	209	221

(注) 英国会計年度: 当年4月~翌年3月。97年度は見込み。98年度以降は予測値。

(出所) Financial Statement and Budget Report (March 1998)

欧米諸国の事例からの教訓

- a) 土木事業量と土木系技術者のアンバランスの対策としてはまず、第一に事業量を確保することであり、国外市場の開拓と進出、民間資本の導入（民間公共事業）と民営化が挙げられる。
- b) 一方で、技術者の確立が教訓として挙げられる。限られた財源の中で重点的、効率的な投資を行なうとともに生産性（コストと工期）の向上が不可避であり、これらを担える技術者を整備・確保することが重要である。また、適正な人材の確保とともに、建設生産システムの再編も重要である。

a) 欧米諸国は国外市場の開拓を積極的に行った結果、現在、大きな占有率をもっている。国際市場におけるシェアは、建設業（コントラクター、建築も含む）では1997年でアメリカ合衆国22.3%、イギリス11.5%、フランス15.0%、ドイツ8.6%である。日本は11.7%のシェアを有しているが、国内市場との対比から見ると著しく小さくかつその大半がODA関連プロジェクトである。

コンサルタント業（デザインファーム、建築含む）では同じく1997年でアメリカ合衆国43.7%、イギリス13.0%、フランス3.9%、ドイツ3.9%で、日本は3.7%である。日本のコンサルタント業のシェアが極めて小さいのが特筆される。

イギリスやフランスでは、PFIに代表される民間資本の導入によって必要な事業を効率的に進めようとしている。イギリスの場合、民間資本の導入とともに国営企業の民営化も進んでいる。財源の確保とともに効率的な執行（Value for Money）という観点が参考になる。

b) 欧米先進諸国においては、技術者（エンジニア）の地位と役割が確立されている。アメリカのように試験を行って職業資格を与えたり、フランスのように学校卒業者に与えるというように国情によって資格の性格はやや異なるが、共通して社会的地位は高い。専門職業家意識、職業倫理は学校あるいは試験を通して教えられる。継続教育も確立している。

わが国においては、今後、限られた財源の中で重点的、効率的な投資を行うとともに、生産性（コストと工期）の向上が求められるが、このためにはまず人材を整備、確保することが重要であり、そのためには教育（継続教育も含む）、資格、処遇を整備し、技術者を確立する必要がある。

一方、効率的な生産と運用という観点から建設生産システムの見直し、再編も必要となろう。

表 A - 16 国際的コントラクターの 1997 年シェア (ENR : 1998 年 12 月)

国 別	企業数	全世界		中 東		ア ジ ア		ア フ リ カ		ヨ ー ロ ッ パ		ア メ リ カ		カ ナ ダ		ラ テ ン ア メ リ カ	
		百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%
アメリカ	65	24,553.7	22.3	3,440.2	32.9	7,488.8	21.5	1,504.7	16.4	6,377.0	21.6	NA	NA	1,192.6	54.4	4,508.2	46.7
カナダ	7	876.7	0.8	0.0	0.0	59.7	0.2	8.5	0.1	10.0	0.0	782.6	5.8	NA	NA	15.9	0.2
ヨーロッパ	70	56,274.0	51.1	4,526.1	43.3	10,281.1	29.6	5,294.9	56.2	21,139.7	71.6	10,147.2	74.6	938.9	42.8	3,910.3	40.5
イギリス	7	12,674.1	11.5	737.6	7.1	3,069.5	8.8	237.7	2.5	3,715.6	12.6	4,048.0	29.8	408.6	18.6	457.1	4.7
オランダ	2	1,481.1	1.3	407.5	3.9	93.6	0.3	0.0	0.0	831.1	2.8	0.0	0.0	24.5	1.1	124.4	1.3
フランス	10	16,532.5	15.0	720.8	6.9	2,739.4	7.9	2,786.1	29.6	8,408.7	28.5	967.0	7.1	345.0	15.7	565.5	5.9
ドイツ	13	9,431.9	8.6	306.5	2.9	2,582.3	7.4	751.9	8.0	2,844.2	9.6	2,461.4	18.1	160.6	7.3	324.9	3.4
イタリア	15	6,299.8	5.7	1,131.6	10.8	1,212.4	3.5	918.2	9.8	1,431.4	4.8	394.8	2.9	0.2	0.0	1,211.2	12.6
その他	23	9,854.6	8.9	1,222.1	11.7	583.9	1.7	601.0	6.4	3,908.7	13.2	2,276.0	16.7	0.0	0.0	1,227.2	12.7
日本	19	12,867.3	11.7	585.4	5.6	8,727.2	25.1	683.8	7.3	373.2	1.3	1,663.8	12.2	56.5	2.6	182.5	1.9
中国	26	4,079.3	3.7	415.4	4.0	2,781.1	8.0	706.7	7.5	86.0	0.3	55.5	0.4	5.1	0.2	29.4	0.3
韓国	10	4,922.0	4.5	461.9	4.4	3,810.3	11.0	274.1	2.9	186.7	0.6	135.0	1.0	0.0	0.0	54.0	0.6
その他	28	6,651.4	6.0	1,025.0	9.8	1,609.3	4.6	906.5	9.6	1,348.3	4.6	817.5	6.0	0.0	0.0	944.8	9.8
合計	225	110,224.4	100.0	10,454.1	100.0	34,757.4	100.0	9,415.3	100.0	29,520.8	100.0	13,601.6	100.0	2,193.1	100.0	9,645.1	100.0

表 A - 17 国際的デザインファームの 1997 年シェア (ENR : 1998 年 12 月)

国 別	企業数	全世界		中 東		ア ジ ア		ア フ リ カ		ヨ ー ロ ッ パ		ア メ リ カ		カ ナ ダ		ラ テ ン ア メ リ カ	
		百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%	百万ドル	%
アメリカ	88	7,012.7	43.7	660.3	48.7	2,367.8	44.8	310.5	26.4	2,603.4	51.7	NA	NA	358.0	89.8	694.6	52.1
カナダ	14	1,221.7	7.6	69.0	5.1	296.6	5.6	273.3	23.3	121.7	2.4	282.1	19.7	NA	NA	178.9	13.4
ヨーロッパ	65	6,355.5	39.6	410.7	30.3	1,747.4	33.1	488.8	41.6	2,250.0	44.7	1,081.1	72.1	31.7	7.9	395.6	29.7
イギリス	16	2,087.7	13.0	151.5	11.2	947.7	17.9	82.9	7.1	534.3	10.6	309.3	21.6	13.7	3.4	47.9	3.6
ドイツ	12	624.1	3.9	40.7	3.0	59.8	1.1	90.0	7.7	129.0	2.6	232.1	16.2	0.3	0.1	72.2	5.4
フランス	7	631.3	3.9	50.2	3.7	179.2	3.4	94.0	8.0	247.6	4.9	37.1	2.6	0.3	0.1	22.9	1.7
イタリア	2	95.0	0.6	10.0	0.7	38.0	0.7	19.0	1.6	17.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.8
オランダ	8	1,785.3	11.1	97.8	7.2	330.4	6.3	78.8	6.7	781.6	15.5	434.0	30.3	0.0	0.0	62.6	4.7
その他	20	1,132.2	7.1	60.4	4.5	192.2	3.6	124.1	10.6	540.6	10.7	18.6	1.3	17.4	4.4	178.9	13.4
日本	11	598.0	3.7	21.7	1.6	498.9	9.4	39.8	3.4	9.5	0.2	6.4	0.4	0.0	0.0	21.7	1.6
その他	22	843.2	5.3	194.8	14.4	371.4	7.0	62.6	5.3	51.6	1.0	110.9	7.8	9.2	2.3	42.6	3.2
合計	200	16,031.1	100.0	1,356.6	100.0	5,282.2	100.0	1,174.9	100.0	5,036.2	100.0	1,430.5	100.0	398.8	100.0	1,333.3	100.0

表 A - 18 国内建設投資額と国外建設売上高の国際比較

	国内建設投資		国外建設業売上高		国外コンサルタント業売上高	
	投資額 (億円)	割合 (%)	売上高 (百万ドル)	割合 (%)	売上高 (百万ドル)	割合 (%)
日本	914,998	50.2	12,867	17.8	598	5.2
アメリカ	540,998	29.7	24,554	33.9	7,013	60.7
フランス	139,286	7.6	16,533	22.8	631	5.5
イギリス	80,437	4.4	12,674	17.5	2,088	18.1
カナダ	68,427	3.8	877	1.2	1,222	10.6
韓国	78,788	4.3	4,922	6.8	(不明)	—
合計	1,822,406	100.0	72,427	100.0	11,552	100.0

注 1) 国内建設投資額は 1994 年, フランスは建築のみで土木は含まない

注 2) 国外建設業売上高は ENR のコントラクター上位 225 社 1997 年国外売上高

注 3) 国外コンサルタント業売上高は ENR のデザインファーム上位 200 社 1997 年国外売上高

A-2 土木系技術者活用方策の提言

(1) 基本的方向 - 優秀な人材の確保と有効活用

- a) わが国においては21世紀初頭以降、公共土木事業量(費)の頭打ち、そして減少が予測される。これに対し、民間資本の導入、国外業務の拡大が期待されているものの、全体として大幅に減少することは確実であろう。現状の土木界の構造のままでは、わが国の国民生活、経済活動に不可欠な社会資本を良好に維持することができず、わが国の衰退とともに土木界も衰退する。高度な技術力と構造変革への活力を失う前に改革の道を選択しなければならない。
- b) これからの社会資本整備においては、必要で良質なものを効率よくつくることが至上命題となる。同じ費用でより多くのものをつくらねばならない。このためには、公共事業へ市場システムを導入すること、競争性を格段に強化することが不可欠であり、学、官、民における執行、生産、教育のシステムを転換しなければならない。さらに転換、改革されたシステムを担う優秀な人材が必須である。人材活用においては、人材の高度化とその有効活用が必要である。

- a) 民間資本の導入の推進、アジア地域を中心とした国外業務の拡大が期待されているものの、従来型の土木市場総体としては伸び悩み、全体として大幅に減少することは確実である。

このような状況の中で、土木界は今後とも従来のみで行くのか、新しい改革の道を歩むのか、選択を迫られている。従来のみでは土木界の衰退、ひいてはわが国の衰退に繋がる。土木界は新しい改革の道を選択しなければならない。

- b) わが国の社会資本整備は、第2次世界大戦後に本格化し、経済成長とともに順調に推移してきたものの、そのストック水準は欧米先進国に比べると未だ途半ばの状態である。情報化関連、生活関連施設、都市の活性化、環境保全など々、やらねばならない分野は山積みしている。このような状態での社会資本投資の減少は、国土保全、国民の生命と資産の保全を脅かすとともに、国民生活・経済に重大な支障を来すことになる。したがって、これからの社会資本整備においては、必要で良質なものを効率よくつくることが至上命題となる。同じ費用でより多くのものをつくらねばならない。このためには、公共事業に

市場システムを一層導入拡大すること、競争性を格段に強化することが不可欠である。学、官、民における執行、生産、教育のシステムを大転換しなければならない。

そして、転換、改革されたシステムを優秀な人材が支えなければならない。そのためには、人材を高度化し、これを有効に活用することにしなければならない。

すなわち、これまで土木系卒業者が主として就職してきた職域において新規就職者を適正に抑制して高度、多様な人材を採用するとともに、現役技術者を有効活用することである。有効活用のために、まず技術者資格の整備確立、その技術力を更新していくための継続教育が必要である。また、地域、分野において優秀な技術者を適正に配置しなければならない。さらに、学、官、民の相互間で、またそれぞれの中での人材の交流は活性化をもたらす。そして土木系技術者は、土木を取り巻く周辺分野へ積極的に進出していかねばならない。

(2) 技術者資格制度の確立

- a) 良質で快適な国民生活に貢献する専門職業として、技術者資格制度を確立することが必要である。
- b) そのために、基礎・共通資格をベースにして分野別に細分化, 階層化した技術資格制度を整備する必要がある。資格制度の整備においては、周辺分野も積極的に視野に入れるものとする。
- c) 基礎・共通資格については、規制や独占の弊害が生じないように留意しつつ職業資格化することが望ましい。
- d) それぞれの技術水準の維持・更新を図るため、必要な資格については可能な限り有期限化するとともに、資格取得者を含め土木技術者全体の技術力の確保, 向上を図るため、社会人教育(継続教育)を格段に拡充しなければならない。

- a) そもそも、わが国において土木技術者も含め、技術者(エンジニア)とはどのようなもの(人)を言うのか明確ではない。技術的職業にある者, あるいは技術的業務に就いている者のようである。技術力や職業倫理などからの区別でもない。専門の学校を卒業した者をいうことでもない。欧米先進諸国においては、資格の取得, あるいは学校卒業など国情により異なるが、定められた要件により技術者が他の者と区別して確立している。技術者という職業概念の確立は重要である。専門職業という認識は、専門職業家の社会的役割, そして倫理を保有し、これを実行することを促す。その結果、社会的地位を確立することになる。

確立された技術者は、とりわけ若者にとって魅力あるものになるであろう。職業としての社会的使命・役割と倫理を保有して業務に責任を持ち、力を十二分に発揮し、そしてその成果に相応した処遇が得られるようになれば、技術者自身は一層の自己研鑽に励むであろうし、これからの若者はこれを目標にして学校で学び、職場で働くことになる。

- b) 技術者資格制度を確立するためには、まず技術者資格制度を整備, 体系化することが必要である。基礎的な土木全般の能力を証明する資格があつて、その上にそれぞれ専門の能力を証明する細分化, 階層化された専門的資格が整備されることが望まれる。現在、技術士, 一級施工管理技士, RCCM, 測量士, 環境計量士などの資格制度があり、近年、ISO 審査員, PMR(プロジェクトマネージャー)

などの新しい資格制度も登場しているが、これらを改めて見直した上で、必要な資格の創設を含めた資格制度を整備する必要がある。

専門的資格は、まず、建設コンサルタント、建設業などの業務分野において、施工管理、設計、マネジメントなど細分化され、かつその専門能力で階層化されている必要がある。次に、河川、道路、都市などの専門技術分野において、それぞれ専門分野毎に細分化され、かつ階層化される。ここで細分化においては、総合的・横断的視点が欠落しないよう留意しつつ、個々の技術分野の特性を的確に把握した高度な技術力が確保されるよう可能な限り細分化されることが望ましい。例えば河川分野において、ダム、砂防、河川、海岸などである。さらにコンクリート、鋼構造、耐震、地質、環境など専門技術分野を横断する共通技術部門においても、細分化、階層化された資格が整備される。

また、基礎的な土木全般の能力を証明する資格は、いわば総合技術のベースとなるものであるが、この上に総合技術についての階層化された資格が整備される。ここで重要なのは、土木分野のみならず、生物、化学、情報、電気、機械、デザインなど、今後一層関連が強くなると予想される技術分野との境界融合領域を積極的に視野に入れ、同様の検討をしておかねばならないことである。

また、高等専門学校や工業高校などの一定の専門基礎技術を有する者の位置づけ（士補制度など）にも留意しておく必要がある。

以上を整理すると、図 A-4 のようなイメージとなる。

c) 基礎・共通の資格、基礎的な土木全般の能力を証明する資格については、職業法化、すなわちこの資格を有していない者は、関係する業務を実施することができない（業務独占）こととするものである。

わが国では、医者、弁護士、公認会計士、税理士から調理師、理容師まで免許を必要とする資格は沢山あるが、土木関係はほとんどない。施工管理技士が実質的な業務独占になっている。

アメリカでは P.E.（プロフェッショナル・エンジニア）が州法で職業法化されている。イギリスでは C.E.（チャータード・エンジニア）が土木学会の認定資格であるが、慣例的に実質的な職業法となっている。

職業法化は、その取得者に社会的責任、当該能力の維持を求められることから、品質確保の上からも望ましいことであると考えが、一方、規制緩和の必要性、独占的職業資格の弊害も考慮の上、国民にとって有効な制度化をその理

解を得つつ進める必要がある。学会が資格の体系化とその認定を行ない、必要に応じて法制化することが取るべき道であろう。

- d) 資格取得者は、当該資格に相応した能力を維持し、更新していくことが肝要である。このため、然るべき資格については、有期限化する必要がある。資格の有効期間を3～5年間と定め、適切な試験・講習・審査を行って再認定するシステムとする。

有期限化しない資格についても、維持・更新は当然必要であるし、当該資格を有するか有しないに関わらず、土木技術力の確保、向上は求められる。したがって、資格を有しない者が必要な資格を取得し、あるいは有資格者がより上位の資格を取得してキャリアアップを図ることを可能とする継続した社会人教育システムを早急に確立しなければならない。各技術資格と社会人教育システムとの連携も当然である。因みに、医学界においては、医師数などは表 A-19 のとおり土木技術者より少し多い程度であり、図 A-5 のように、各専門分野学会による認定医制度をとっている。開業医は、医師会に加入して社会的地位と経済的処遇の確保を図るとともに、学会に加入して、技術（医術）力の向上を確保する。認定医制度が学会入会の大きなインセンティブになっており、かつ学会が技術水準の向上に日常的に寄与するという体制をここに見ることができる。

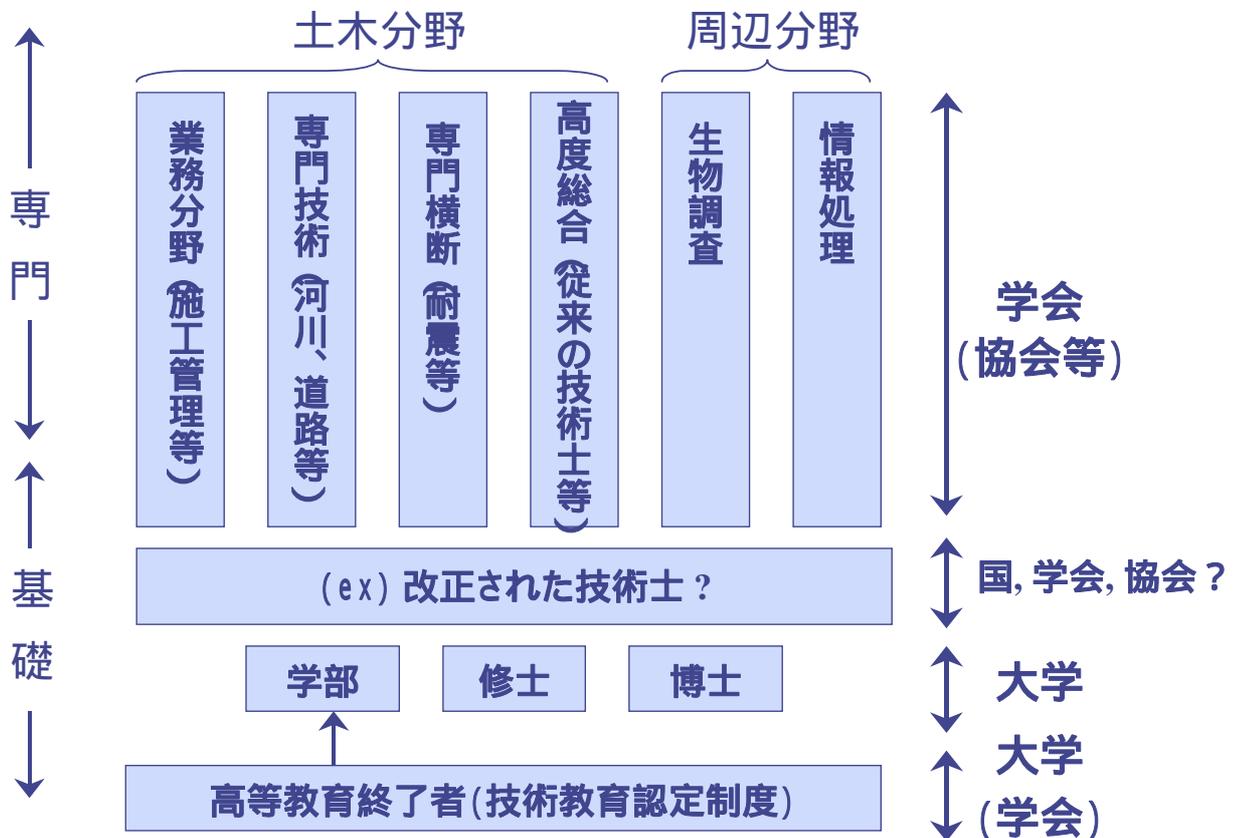


図 A-4 技術資格制度の整備イメージ

表 A - 19 わが国の医師数など

国内医師総数	25.5 万人 (1999 年概算)
日本医師会会員数	14.9 万人 (1998 年 12 月)
医師国家試験合格者数	7,309 人 (1999 年) 受験者 8,692 人, 合格率 84.1%
学校数 (大学)	80 (定員 7,695 人, 1998 年)

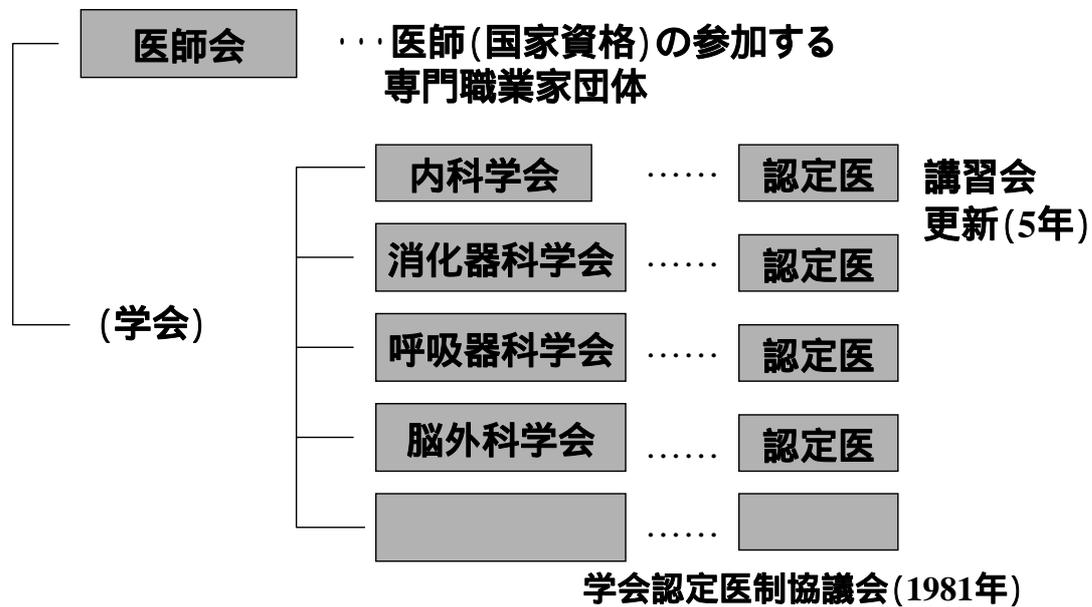


図 A - 5 医学界における資格制度

(3) 高度多様な人材の確保と技術者特性の明確化

- a) 公共機関ならびに民間においては、課程博士や社会人博士の高度な能力を有する人材を積極的に活用し、技術力の向上を図るべきである。
- b) また、女性技術者や外国人技術者など多様な人材をさらに活用することも重要である。
- c) 一方、技術者の処遇においては、従来の年功序列主義から能力・実績主義への転換を図る必要がある。この時、資格は能力を内外に示す重要な指標と見なされるべきであろう。
- d) 生産現場においては、生涯を技術者で過ごす仕組み、例えば専門職背番号方式、技師長職位の導入など専門技術職人事制度の確立などを積極的に導入し、技術者特性を明確化する必要がある。

- a) わが国の土木系課程を修了した博士は、約 120 人/年（土木系卒業生分布調査）であり、アメリカの 300～400 人/年（構造含む）に比べて圧倒的に少ない。これは、民間などにおける採用意欲の低さ、処遇の難しさも影響していると考えられる。

博士号取得者は、高度専門技術を有していることから、後述する処遇の改善など採用の環境づくりを行って、積極的に採用すべきであるが、土木分野における公共機関や民間が、高度な専門技術者を真に必要とする状況を実現することがまず必要である。公共機関ならびに民間企業が社会人博士制度を活用して、職員や社員の技術力向上を可能な限り図ることも重要である。

- b) 土木界においては、学校、官庁、民間企業のいずれにおいても、女性（土木系）技術者が極めて少ない。

一方、大学では近年女子学生が増加しており、土木系学科においてもその割合は 10%を超えている。しかし、女子学生の就職には依然として厳しい状況が存在している。女性技術者の職域での活躍は、産業イメージの向上や有能な人材を確保する機会の増大にも資するものであり、快適に仕事ができる環境を積極的に整備すべきであろう。

また、外国人技術者の活用は、生活様式、文化、語学などで市場の一層の国際化に直面する日本人技術者にプラスとなるとともに、創造性と柔軟性に富んだ技術開発を促進する上でも有益である。

c) 民間企業においては、従来の年功序列・終身雇用に対し、能力主義、実績主義の導入や転換が行われているが、他産業に比してスピードは遅いようである。それは、複数の技術者による協力体制による遂行という、建設生産の特性によるところがあると考えられるが、これからの時代における技術者のインセンティブは、立派で良いものをつくることはもちろん、自己実現とそれに見合う処遇という面も大きいことから、技術者個人の評価と、それに対応した処遇が重要である。集団主義体制から、個人の役割機能分担が明確なシステムへの転換が求められている。技術者の能力評価においては、資格を重要な評価指標とする必要がある。

d) 専門職背番号方式は、技術者個人の得意専門分野を明確にすることである。公共機関、民間の技術者は生涯のうちで色々な職位や分野を経験するであろうが、自分の専門性を確立して、常にその技術分野について情報を集め、研鑽に努めることにすることが必要である。

また、前項の技術者の処遇に関連し、民間企業における専門技術職の処遇を改善することが必要である。とかく経営管理職が出世コースであり、そのため優秀な技術力を有しておりながら、若い年で経営職についた後専門性を失う状況が多く見られる。これは全体として大きな損失であり、技師長職位など高位の専門技術職制度を導入し、高い給料により高度専門職を優遇するなどして、技術力の保持と向上を図るべきである。このことは、企業のイメージアップにも繋がる。

(4) 技術者の適正配置 (技術力脆弱分野の是正)

- a) わが国においては、地域別に見た土木事業量と適正な土木系技術者の数との間にアンバランスが存在する。必要で良質な社会資本を効率的に整備していくことは、地域を問わず求められている。事業量に対応した適正な土木系技術者の場所的配置を行なう必要がある。そのためには、地方自治体ならびに地域産業の技術力を強化する必要がある。
- b) 全ての技術分野にわたって高度な技術者を常時雇用しておくことは、地方自治体、とくに市町村においては必ずしも容易でない。このような自治体にあっては、専門職嘱託制度を導入して技術力を強化することが考えられる。市町村の規模に応じて、複数の自治体で共同嘱託とすれば、専門分野の幅を広げることができる。また、土木系学生を一般職として採用し、土木系の業務に就かせることも考えられる。
- c) 地域産業の技術力の強化のため、民間企業は組織形態の見直しを含め、全国的にバランスのとれた組織と人材の配置を進めるべきである。また、過度の地元重視方策や分割発注による弊害が生じないように、競争によるコスト競争力と技術競争力を向上するシステムを構築することが地域産業の技術力向上に有効であろう。
- d) 土木系業務の発注に係わる選定・契約においては、技術力競争を推進していかなばならない。

a) 地域別に見た土木事業量と土木技術者数との関係について、現状はアンバランスがある。土木を目指す全国の若者は、首都圏や各地方ブロックの中核都市の学校に入学し、そのまま学校の在った所の企業に就職している。土木系技術者が首都圏と地方ブロック中核地に集中している。

地方自治体,特に市町村では、土木職として採用するところが少なく、技術職あるいは一般職として採用しているため、土木関係の部署の長が土木系技術者でないなど、専門技術力が脆弱である状況が多数見受けられる。一方、民間企業においては、建設業や建設コンサルタントの大手企業は首都圏を筆頭に大都市圏に集中し、地方には中小企業という構図となっている。大手企業と中小企業の技術力には一般的に大きな差がある。この結果、法制度的な問題も原因となって、地方における事業は大規模事業を除いて、大手と中小の JV や技術力

の確保が実質的に十分でないような事態が生じている。

必要で良質な社会資本を効率的に整備することは、地域を問わず求められている。一方で、地方分権化の動きのある中、事業量に対応した適正な土木系技術者の適正な場所的配置を行う必要がある。そのため、地方自治体の技術力ならびに地域産業の技術力を強化する必要がある。

b) 地方自治体における専門職嘱託制度は、地方自治体の業務量と財政規模を勘案し、単独自治体、あるいは複数自治体共同で導入することになる。また、業務内容によって、定常的なものと臨時的なものと組み合わせてよい。学校を含めた職域のしかるべき技術力を保持しているOBなどに適切な人材が見出せるであろう。

一方、下水道や廃棄物処理など大規模なプロジェクトが発生した場合には、発注者の業務を支援代行する支援者、いわゆるCM方式を導入することも考えられる。

土木系学生を市町村の一般職として採用するためには、学校における適切な指導と一般教養、政治、社会・経済などの社会科学ならびに自然科学一般の幅広い教育が必要であり、学校でしかるべきカリキュラムを用意するか、専門学校で併習させるといった指導も必要となろう。

c) 建設業、建設コンサルタントなどの民間企業は、全国的にバランスの取れた組織と人材の配置を進める必要がある。大手企業は、地域別分社化など組織形態に再考を加えることも有用であろう。

d) 地域産業の技術力の強化のためには、現在の公共事業に係わる入札・契約方式を技術力競争の強化という観点から見直す必要がある。過度に細分化された業務の発注や地場業者の育成策は、それに伴う弊害を発生させる要因となっている。プロポーザル方式など技術力を主因として選定する方式を拡大するとともに、発注単位を大規模化し、発注(指名)プロセスを透明化することにより、地域産業の技術力強化を図るべきである。技術力のある者、優秀な技術力を有する者を選定し、選定された者が自ら生産するシステムを構築することが、結局は地域の技術力を高め、良質な社会資本の効率的な整備を可能にする。

(5) 周辺分野，新規分野への進出

- a) 土木系技術者は、その技術を活かせる周辺産業への転換も図る必要がある。このためには、民間企業がこの分野に進出することも検討するべきである。土木系技術者への再教育システムの検討が必要であり、学校教育において他分野にも通用する教育システムの検討も必要である。
- b) 周辺分野から、さらに新規分野への企業と技術者の思い切った進出も検討すべきである。

a) 社会基盤整備を進める上で、土木技術者には電気，機械，化学，生物，数学，情報などの知識も必要であり、土木技術は総合技術であるといわれる。また体系的な分析力と総合的な判断力に優れ、管理技術者的役割についていることも多いといわれる。かつてバブルの時代には土木系卒業者が、ディベロッパーや金融機関，情報産業にも多く就職したが、バブル崩壊の影響もあって、最近では建設業や建設コンサルタントへ回帰している者も多い。しかし、長期的には土木技術者が必要とされる分野であり、土木系技術者がその技術を活かせるこれらの周辺産業や関連産業，例えばシンクタンク，不動産，ディベロッパー，金融保険業，情報産業への進出をより積極的に考えるべきである。

民間企業においては、このような分野についてグループ化，共同出資などの方法で進出することを検討する必要がある。

現役の土木系技術者には、これら諸分野の知識に関する再教育を必要とする者も少なからず存在するが、企業単独では必ずしも十分な再教育体制を整備することができない場合もあるため、学会・協会が再教育コースを用意することも必要となろう。また、学校教育においては、必要に応じて不動産，情報，金融などの学科目を併せて修得できるようカリキュラムの拡充や複専門制度の導入，他学科・他学部との連携などを進めることが望ましい。

b) 土木系の新規産業分野としては、大深度地下空間利用，宇宙空間利用，海洋開発，地球環境創造，新エネルギー，社会基盤システムの高度情報化などがある。今後、市場規模の大幅な拡大が見込まれるこれらの分野において、土木系技術者が本来の技術力に加えて、新しい知識と技術を身に付けることにより活躍する可能性は大きく、その開拓と育成に主導的な役割を果たすことを期待したい。

(6) 業種間交流，人材流動化の促進

- a) 土木系業務における職域間の交流を促進し、人材の流動化を活発にすべきである。このことは、わが国の建設生産システム全体の活性化を促す。
- b) 各職域の技術者の総合技術力の確保・向上を図るため、他の職域経験を評価するシステムを導入すべきである。

a) 土木系業務における学，官，民の職域間の交流を促進すべきである。わが国の土木系技術者で転職経験を有する者は全体の1割程度であり、少ないといえる。職域間の交流は、各職域における生産システム全体の活性化を促すものと考えられる。

学校においては、民間からの教員の採用は近年増える傾向にあるが、これをさらに増大することが望まれる。公共機関においては、中途における民間からの採用がほとんどない状況にある。中途採用制度を飛躍的に拡大すべきである。

先に延べた民間企業における処遇制度の改革，能力主義，実績主義の導入は、人材の流動化を促進する。民間企業におけるプロパー優遇の風土も改める必要がある。

b) 学校教員においては、複数の教育機関における研究・教育経験を有することを基本とするほか、公共機関や民間企業への一定期間の出向を奨励したり、あるいはこれら経験を評価するシステムを検討する必要がある。修士課程や博士課程に進学する前に、公共機関や民間企業で業務経験を持つことを推奨したり、経験者の進学を優遇するといったことも考えられる。

公共機関においても、学校や民間企業への出向を検討すべきである。特に地方自治体は狭い閉鎖的社会になりがちであり、どうしても学校閥や人閥が形成されやすく、また政治家や有力者の意向を無視出来なくなる傾向になりやすい。例えば、市町村職員は都道府県内で異動する，都道府県職員は地方ブロック内で異動するなどの人事制度改善が必要である。このような人材流動の活発化は職域・単独では困難なため、土木界全体として推進のための環境整備を図るべきである。

(7) 高齢技術者の活用

高齢技術者の現状と活用

- a) 第二次世界大戦後の学校卒業者の増大と、平均寿命の伸びにより高齢技術者が多数存在する状況となってきたが、活用のしくみが整備されていないため、貴重な人的資源が埋もれたままとなっている。高齢技術者は現状で約5千人程度と推計される。
- b) 高齢技術者の活用は、1995年の阪神・淡路大震災の復興活動でクローズアップされ、その後様々な試みが行われている。

- a) 第二次世界大戦後、学校卒業者は増大した。土木事業量の増大で建設業、建設コンサルタントなどへ就職した土木系技術者は、社会資本整備に活躍してきた。企業における定年年齢の延長があったものの、戦後50年余を経た現在、大幅な寿命の伸びもあって意欲と能力のある退職高齢技術者の数が増加してきている。しかし、これら高齢技術者を活用するしくみの整備が立ち遅れているため、現状では十分な活用が図れていない。

土木系技術者分布調査によると、民間企業における定年年齢は60歳に集中しており、平均も60歳である。定年後は嘱託などの処遇で専門を生かすか、系列会社に再就職するケースがあるが、土木系技術者分布調査では61～65歳の技術者数は、56～60歳の16%に激減しており、ほとんどの技術者が一線を退いている。

なお、56～60歳の技術者数は51～55歳の約半数となっており、定年60歳といっても定年前に退職する者が多い(表1-6参照)。

今、高齢技術者をおおよそ60歳以上70歳程度の者とする、その数は学校卒業者の数から推測して、現状で約5千人程度と見られる。

- b) 高齢技術者はベテラン土木技術者、シニア・シビルエンジニアなどと呼ばれる、職域を退いたいわゆるOB技術者である。

高齢技術者の活用が注目されたのは、1995年の阪神・淡路大地震の復興活動である。同年1月17日に地震が発生したが、1月30日には被災状況の調査、被災者支援などの活動が開始されていた。土木学会関西支部では、1990年度よりフォーラムシビルコスモス(FCC&FCCW)の活動、すなわち土木工学と人文科学、社会に根ざした土木工学を目指して21世紀に向かう土木界のあるべ

き姿を創造的に考えるとともに、土木に関わる情報の受信と発信の場として社会との係わりを模索してきたが、1996年よりシビル・ベテランズの活用について検討と活動を進めてきており、土木学会企画調整委員会(1998年より企画委員会に改称)でも「国土防災の適正水準に関する検討小委員会」のワーキンググループ「シビル・ベテランズの活用」において、1997～1998年度に検討が行われた。

災害時に対応する「国境なき土木技術者」という提案もあり、これも学会にとっての検討課題である。

高齢技術者数の予測

- a) 高齢技術者数は、今後増加することが確実である。2025年には6万人程度になると推計される。
- b) 新規の学校卒業者を含めた現役の土木系技術者の活用とともに高齢技術者の活用が大きな課題である。

a) 高齢技術者数は、今後増加することが確実である。これまでの学校卒業者から推計すると、2025年には57千人に達すると予測される。(表A-20)

b) 土木学会としてもこれについての施策の提言と自らの活動が必要となろう。

高齢技術者は40年近い経験から、高度な専門性と判断力を有しており、前述(1の(2)の)のように、各種の関連技術資格も有している。今後、土木技術者が不足している地域や分野を中心に、高齢技術者が有する技術力の活用を図ることが大きな課題となる。意欲ある高齢技術者については、その特性に則してこれらの技術力を活用する場をつくり、実際に機能するシステムづくりが早急に求められている。

表A-20 高齢技術者数の予測

年 度	高齢技術者数 (千人)	摘 要
2000年	5	1950～1959 卒業者
2005年	9	1955～1964 卒業者
2010年	17	1960～1969 卒業者
2015年	32	1965～1974 卒業者
2020年	48	1970～1979 卒業者
2025年	57	1975～1984 卒業者

高齢技術者への社会的ニーズ

a) 高齢技術者の有している、長い経験に裏打ちされた高度な専門技術，幅広い教養と社会性に対する社会的ニーズは大きく、今後はさらに拡大していくであろう。

a) 高齢技術者の技術力に対する社会的なニーズとしては以下のようなものが考えられるが、今後は、社会資本整備システムの転換により、アカウントビリティ向上のためのインターフェイス，各種資格制度の整備に伴う継続教育など、さらにニーズは拡大していくであろう。

- ・ 期限付公務員，複数自治体の囑託など市町村技術力支援
- ・ 技術的なチェック・レビュー
- ・ 規格審査員・試験官（ISO9000, ISO14000 の審査員など）
- ・ 選定・入札に係わる事前審査
- ・ 成果物についての事後評価
- ・ 技術相談
- ・ 講習・研修の講師
- ・ 各種モニター（観測・調査モニター，事業モニターなど）
- ・ 市民への啓発・教育活動
- ・ NGOなど市民活動（ を守る会， 川をきれいにする会など）
- ・ 住民紛争の調停
- ・ 海外協力（海外派遣技術者）

高齢技術者活用の支援

- a) これからの時代は年齢に関係なく、意欲と能力のある人が活躍する社会である。このため、高齢技術者の持つ技術力と社会的ニーズを結合させることが重要である。高齢技術者自身が定常的に組織に所属しないが故に、十分な結合がなされないのは社会的に大きな損失となるため、支援・実施組織や制度などの支援システムを積極的に整備していく必要がある。
- b) 土木学会は、高齢技術者活用支援の中心的な組織として活動することが求められる。まず、活用に資するため、高齢技術者データベースと必要とする高齢技術者に対する継続教育、再教育の機会を整備すべきである。
- c) 学、官、民の各職域においては、処遇制度などの改善を図り、高齢技術者の有効活用を図って行くべきである。
- d) 資格制度を拡充し、有資格者が希望する勤務形態とそれに即した給与体系で働ける環境を創出すべきである。

a) 平均的には、70歳までは能力のある人は活躍できるように制度、システムを用意していく必要がある。高齢技術者は定常的に組織に所属しないので、活用を支援する組織を意識的に作っていかねばならない。技術的なチェック・レビューや、規格審査員、選定・入札に係わる事前審査、成果物についての事後評価などは、これが可能となるように、入札・契約制度を改善するとともに、これを実施する組織をつくるのが有効である。

b) 土木学会にセンターを設け、登録制にして高齢技術者データベースを整備し、具体的ニーズに対する紹介制度をとることが考えられる。本人の属性の他、資格、経験、高齢技術者として希望する活動などをデータベース化するのが望ましい。

また、現役技術者と同様に、高齢技術者にも必要に応じて継続教育を受ける機会が必要であり、新たなニーズにも対応したいと希望する技術者については、再教育を受ける機会を用意することも必要である。土木学会を中心に学会、協会が推進するのが良い。

c) 学、官、民の各職域においては、顧問・嘱託制度、在宅勤務など人事、処遇制度などの見直し、改善を図り、各職域のOBの技術力を有効に活用する手立て、

工夫を積極的に図って行くべきである。

d) ISO9000 シリーズ, ISO14000 シリーズの審査員制度は、高齢技術者に相応しい資格制度の一例である。土木系においても、資格制度を拡充, 整備し、高齢技術者が自らの意欲と能力に応じて業務量と報酬を選ぶことのできる、多様で柔軟性に富んだシステムを考えていく必要がある。

土木技術者の不在が社会資本整備上問題とされながら、常時専門家を配置するほど業務量がない規模の小さい市町村では、中高年技術者を短期間, あるいは周辺市町村と共同で嘱託として採用することも検討対象となろう。

PART B 土木系教育（学校）のあり方についての提言

B - 1	教育の現状と課題	114
(1)	土木系教育の推移	114
(2)	土木系教育の課題	120
B - 2	土木系教育改善方策の提言	126
(1)	基本的方向 - 展望と魅力のある教育.....	126
(2)	卒業生数の適正化	128
(3)	土木工学科の性格の差別化	131
(4)	新規分野への卒業生の展開	133
(5)	国際的に通用する人材の育成と大学の国際化.....	134
(6)	学校（大学）教員の活性化	135

PART - B

B - 1 教育の現状と課題

(1) 土木系教育の推移

土木系教育の広がり

- a) わが国の土木系教育機関は、土木事業量の増大と国民の高学歴志向を背景に、機関数および学生定員の増大を続けてきた。
- b) 土木系教育は、土木事業の多様化、複合化を反映し、建築分野、社会・経済分野、農業・水産・海洋分野、環境分野、生態学分野、資源エネルギー分野、そして情報分野など周辺分野へと広がっている。

a) 戦後の土木事業量の増大を背景にして、土木系教育は拡大を続けてきた。表 B-1 は土木系卒業生分布調査(平成 11 年 5 月、土木学会企画委員会)での学科数の変遷を示したものであり、A 分類(土木工学科あるいは名称は土木工学科ではないが、実際は土木工学科に極めて近い教育を行っている)の学科数は、1950 年以前は 13 学科であったものが 1995 ~ 99 年には 74 学科となっている。B 分類(組織上は他分野と一体運営しているが、その一部の学生に対し土木工学科としての教育を行っている)の学科は 1950 年以前は 5 学科であり、1995 ~ 99 年で 16 学科である。

また C 分類(土木系ではないが土木工学を含んだ教育をしている)の学科は 1969 年までは 0 であったが、1995 ~ 99 年で 15 学科になっている。

図 B-1 は A, B, C 分類ごとの卒業生数の推移を示したものである。機関数の増加とともに、一学科当たりの学生定員も増員されており、その結果 A 分類および B 分類の一年間の卒業生数は 1950 年の約 2,000 人から現在の約 8,000 人にまで増加している。A 分類の卒業生は 1960 年代と 1970 年代に著しく増大し、その後も伸び続けている。

b) 土木系教育は、土木事業の多様化、複合化を反映し、周辺分野へと広がっている。

建築・都市分野では、建設工学科、土木建設工学科、都市工学科などの名称で複合化された教育が行われている。近年は社会基盤施設の景観への関心の高まりから、デザイン系の学科でも土木教育が行われており、土地利用の点から不動産系の学科でも土木教育が行われている。

社会・経済分野との複合は社会工学科， 社会開発工学科などの名称でおこなわれている。農業分野， 海洋分野においても土木系教育が行われている。

環境分野への拡大は、環境問題の高まりを背景に進行している。環境建設工学科， 土木環境工学科など土木を主体としたものと、環境工学科， 環境システム科など環境系を主体としたものとある。環境には生態分野もある。環境に関連して資源エネルギー分野でも土木系教育が行われている。

近年、伸長が著しいのは情報系であり、本来の土木工学系においても情報技術の教育が行われているが、情報系の学科，専攻が誕生し、土木系教育が行われている。(表 B-2 参照)

表 B - 1 土木系分類別学科数と卒業生数の推移

上段：学科数

下段：卒業生数

年	~50	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	合計
A;土木工学科あるいは名称は土木工学科ではないが実際は土木工学科に極めて近い教育を行っている	13 5,984	19 2,392	21 4,686	21 5,719	38 10,078	57 17,319	64 22,344	69 24,740	71 25,858	73 29,593	74 33,803	- 182,516
B;組織上は他分野と一体運営しているが、その一部の学生に対し土木工学科としての教育を行っている	5 4,673	6 750	6 1,348	7 1,590	10 1,950	11 3,095	12 3,350	12 3,266	12 3,247	13 3,885	16 4,739	- 31,893
C;土木系ではないが土木工学を含んだ教育をしている	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 295	6 1,208	7 847	9 1,496	11 2,026	15 2,804	- 8,676
不明	0	0	0	0	536	772	1,180	1,297	1,280	1,573	1,717	8,355
合計	10,657	3,142	6,034	7,309	12,564	21,481	28,082	30,150	31,881	37,077	43,063	231,440

土木系卒業生分布調査(土木学会 企画委員会, 1999年5月)より

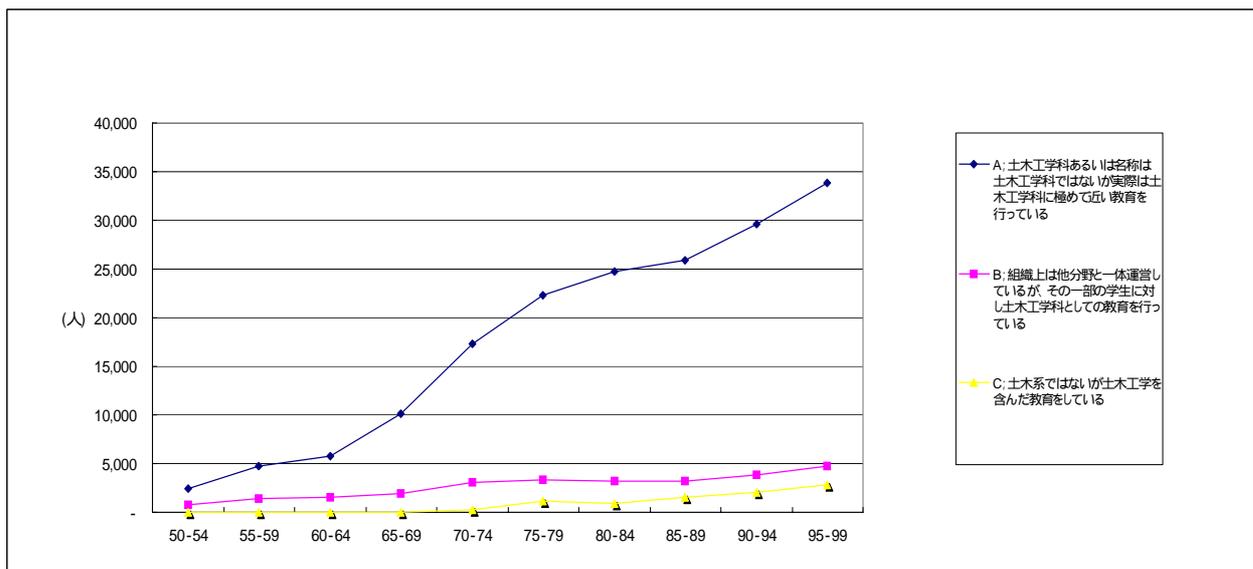


図 B - 1 学科分類別卒業者の推移

土木系卒業生分布調査 (土木学会 企画委員会, 1999 年 5 月) より

表 B - 2 土木系分類別の学生定員と学科名

土木系卒業生分布調査 (土木学会 企画委員会, 1999 年 5 月) より

分類	学科の概要	学生定員 (学部)	実際の人数 (学部1年生)	学科名
A	土木工学系 (土木工学科、あるいは名称は土木工学科ではないが実際は土木工学科に極めて近い教育を行っている)	8373	7745	<ul style="list-style-type: none"> 安全システム建設工 海洋土木工 環境建設 環境建設工 環境都市工 建設システム工 建設環境工 建設工 建設社会工 土木 土木開発 土木環境工 土木建設工 土木工 土木工・環境システム 農業土木工学講座
B	準土木工学系 (組織上は他分野と一体運営しているが、一部の学生に対して土木工学科としての)	2152	755	<ul style="list-style-type: none"> 開発システム工 環境システム工 土木環境教室 環境建設 建設 建設 土木システム 土木 建設環境 社会開発工 第4類 (建設系) 土木・土木システム 土木工
C	周辺主体 (土木系ではないが土木工学を含んだ教育をしている)	2254	2490	<ul style="list-style-type: none"> エコロジー工学系 システムマネジメント工 デザイン情報 環境システム 環境科 環境工 環境情報 環境人間 建設工 建築 工学システム学類 工業デザイン 構造工 国際交流 国際地域 資源工 社会開発システム工 社会学類 生産環境工 総合政策 土木建築工 流通情報工学課程

土木系卒業生とその活用の場の変遷

- a) 学校を卒業して土木系業務分野に就職する者は、1950年代前半は約300人/年であったが、1990年代の後半には約7,700人/年と約26倍に増大している。年率にして平均7.3%の増大率となっている。
- b) 政府・公団、建設業、建設コンサルタント、鉄道、電力などの民間企業および学校（教員）が土木系卒業生の主要な就職先である。政府・公団への就職者数は1980年代以降頭打ちの状況にあり、一方で建設コンサルタント業への就職者が1990年代に急激に伸びている。

- a) 学校を卒業して土木系業務に就職する者の数は、土木系卒業生分布調査によれば1950～54年には約1,600人で1年当たり約300人であったが、1995～99年には約38,000人で1年当たり約7,700人となり、約26倍に増大している。年率にして約7.5%の増加率である（表B-3参照）
- b) 土木系卒業生の主要な就職先は、中央官庁・地方自治体、公団・公社・事業団、建設会社、建設コンサルタント、鉄道・電力・ガスなどの民間企業および学校（教員）である。表B-3、図B-2は土木系卒業生分布調査による学校卒業者の就職先別人数を示したものである。官庁・公団など（中央官庁、公社・公団・事業団など、都道府県、市町村）は1980年代以降頭打ちであるが、建設コンサルタントへの就職者が1990年代に急激に伸びている。

表 B - 3 学校卒業者の就職先別人数の推移

土木系卒業生分布調査(土木学会 企画委員会, 1999年5月)より

(単位:人)

就職先	年	~ 50	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	60-99 合計	60-99 割合
1中央官庁		127	51	132	349	443	664	1,095	1,218	1,449	1,614	1,258	8,090	4%
2公社、公団、事業団等		13	9	61	259	530	863	948	964	988	1,130	908	6,590	3%
3都道府県		144	68	150	626	1,558	2,702	2,413	2,848	3,165	3,869	2,708	19,889	10%
4市町村		39	22	125	324	770	2,055	2,779	2,578	2,793	2,929	2,073	16,301	8%
5国公立、私立大学		126	125	147	235	462	424	429	446	439	545	771	3,751	2%
6その他学校		26	10	23	44	106	149	248	215	246	156	175	1,339	1%
7学協会		47	28	54	38	56	56	61	75	89	285	322	982	0%
8総合建設業		542	456	967	1,794	3,514	7,294	8,122	9,468	9,505	12,019	13,028	64,744	32%
9その他の建設業		129	79	165	208	690	1,694	2,631	2,730	2,755	2,710	3,816	17,234	9%
10コンサルタント業関係		492	379	630	765	1,216	2,027	3,226	3,528	3,637	4,875	6,942	26,216	13%
11鉄道関係		55	19	23	150	187	291	621	343	464	780	539	3,376	2%
12電力・ガス関係		58	32	22	73	120	266	581	620	770	974	650	4,053	2%
13製造業関係		74	72	120	312	502	974	1,250	1,439	1,696	1,912	1,680	9,765	5%
14その他の民間		521	238	480	456	908	1,545	2,900	2,827	3,737	3,279	3,527	19,179	10%
合計		2,393	1,588	3,099	5,633	11,061	21,004	27,304	29,299	31,733	37,077	38,397	201,508	100%

就職先	年	~ 50	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	60-99 合計	60-99 割合
建設業		671	535	1,132	2,002	4,204	8,988	10,753	12,198	12,260	14,729	16,844	81,978	41%
建設コンサルタント		492	379	630	765	1,216	2,027	3,226	3,528	3,637	4,875	6,942	26,216	13%
その他民間企業		708	361	645	991	1,716	3,076	5,352	5,229	6,667	6,945	6,396	36,373	18%
官庁・公団等		370	178	522	1,596	3,357	6,340	7,296	7,683	8,484	9,827	7,269	51,852	26%
大学関係		152	135	170	279	568	573	677	661	685	701	946	5,090	3%
合計		2,393	1,588	3,099	5,633	11,061	21,004	27,304	29,299	31,733	37,077	38,397	201,508	100%

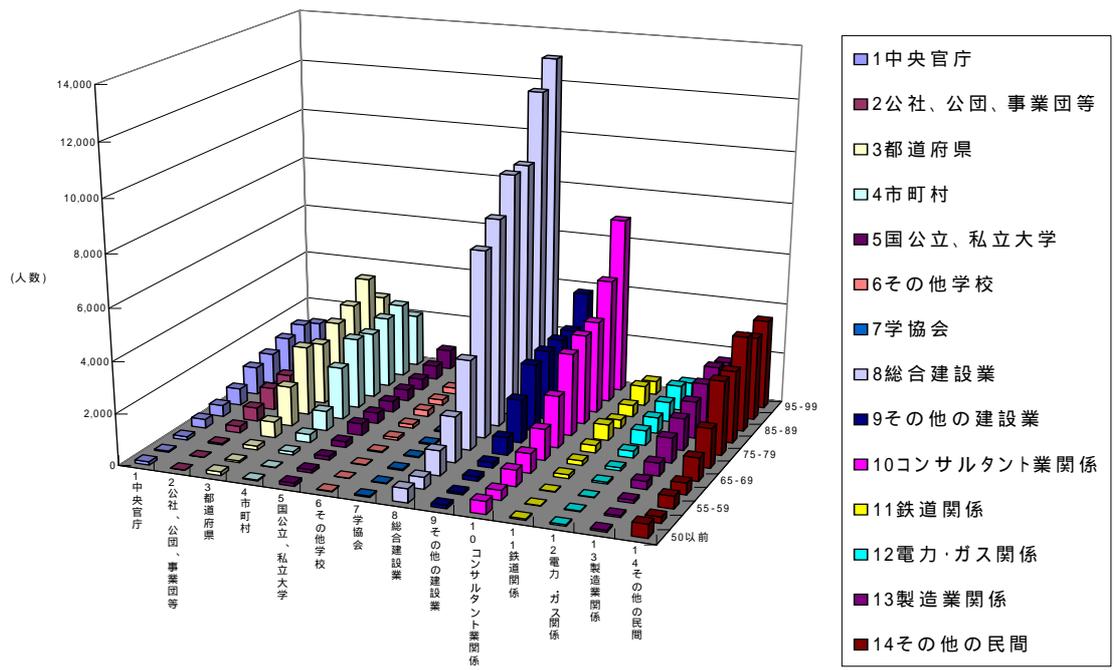


図 B - 2 学校卒業者の就職先とその推移

土木系卒業生分布調査（土木学会 企画委員会，1999年5月）より

(2)土木系教育の課題

教育カリキュラムの内容

- a) 今後の社会変化に対する土木技術者像の将来展望が必ずしも十分でなく、そのためにどのような教育を行うべきかといった目標も明確に定められていない。
- b) 土木系の技術者教育プログラムが確立されていない。
- c) 学生の品質を保証する教育カリキュラムと技術者の能力を保証する資格制度に対する要請が高まっている。
- d) 技術者倫理に関するカリキュラム整備が望まれている。
- e) 18才人口の減少に伴う競争の低下と高校までのゆとり教育に対応したカリキュラムがもたらす基礎学力の低下が土木系学科においても見受けられ、それに対する適切な対処が必要な状況となっている。

a) 土木技術者は他の分野の技術者と比べ企画，運営，調整能力に長けていると言われることが多く，総合技術者としての役割を担っている場合が少なくない。このような資質をさらに伸ばす教育，あるいは土木以外の分野で活躍する際にも通用する教育が今後の土木系教育に求められている。他方，複合領域の拡大と周辺関連領域への展開が進展する中で，エネルギー，バイオ，情報，環境関連技術などを包含した社会基盤整備技術をも身につけた技術者，あるいはこれらの技術に明るい総合技術者としての土木技術者の育成が要請されている。しかし，将来の土木技術者像とそのような土木技術者になるために大学教育で身につけておくべき能力が何かということに関して十分な展望がなされていない。したがってそのような人材を育成する際の教育目標もまた明確でない。

b) 従来の土木系教育には技術者教育という視点がさほど明確に導入されておらず，技術者教育という観点から今後の土木系教育を見直す必要がある。育成しようとする土木技術者像と対応づけて，一般教育，専門基礎教育，専門教育，高度専門教育，研究者教育など専門性の程度を限定したり，特定の専門分野に特化したカリキュラムを構成するなど，各大学が目指す教育の目標と特長を明らかにし，全体として多様性に富んだ教育プログラムを提供することが必要である。

- c) 社会が土木技術者をしかるべく認知・評価するためには、技術者がしかるべき水準の技術を有しているという信頼感が必要である。しかし入学時の成績評価に比べて卒業時のそれが必ずしも厳格で無いこともあり、卒業生に対する品質評価がきちんとできない状況にあるのが現状である。教育を受けた卒業生が所定の技術を身に付けていることを社会に保証するためには教育カリキュラムの認定制度が、技術者がさらに高い技術を身につけていることを明示するためには技術者の資格制度が有効であり、その早急な整備が要請されている。(pp. 4,5)
- d) 社会からの信頼に足る技術者であるためには、技術者が高い技術者倫理を身に付けている必要がある。しかし、これまで教育機関で明示的な倫理教育が行われてこなかったこともあって、倫理教育の専門家が絶対的に不足しており、カリキュラムの整備も立ち後れている。
- e) 18才人口は既に減少しつつあり、大学への入学志願者数が入学定員とほぼ等しくなる時代が目前に迫っている。大学への入学志願者数が減少し入試時の競争が緩和される一方、ゆとり教育の進展による高校での履修時間の減少や多岐にわたるカリキュラムが開設されており、これらの結果入学者の学力レベルが一層多様化し、十分な基礎学力を有していない学生が大学教育を受ける事態が生じつつある。このような状況は土木系学科においても見受けられるため、基礎学力の低い学生が必要な修学レベルに達することができるよう適切な対策を講じる必要がある。

国際化への対応

- a) 内外の市場における国際化の進展に鑑み、これに対応できる能力を賦与する教育体制やカリキュラムの整備が早急に求められている。
- b) 知識・ノウハウを体系化し、仕上げる能力を身につけることが要請されている。
- c) 留学生教育を通じた途上国への技術移転を幅広く行うための体制、および海外との交換留学など大学教育の国際化を進展させるための体制、わが国の留学生を通じた技術移転の体制など、教育を通じた国際化を推進するための環境を着実に整備していく必要がある。

- a) 国際市場における競争で伍していくためには、国際的な技術基準に裏付けられた専門的な技術のほか、英語による高いプレゼンテーション能力と交渉能力、チームワークに頼らず技術者個人の能力で業務を遂行する単独遂行能力などが要求されるが、これらを体系的に身につけるカリキュラムが十分には提供されていない。
- b) 知識を習得するだけでなく、克服した技術課題や新たに開拓した技術、そこで培われたノウハウなどを体系化し、技術基準としてコード化したりソフトウェアとして商品化すると言った能力が日本人には弱いとの指摘がある。世界をリードする技術国を支える技術者としてこのような能力を身につけられるような教育が今後重要となってくるのではないか。さらには、知識に加え、豊かな発想力を涵養する教育も求められている。
- c) 留学生教育は途上国への技術移転方策を行うひとつの方法として大きな効果が期待される。また、人的ネットワークの形成を介した長期的な国際戦略ともなりうる。しかし、経済的支援のための諸制度が整備の途上にあることもあって、必ずしも留学生(特に途上国からの)が留学しやすい状況になっていない。また、海外との交流は日本人学生にとっても有用な経験となるが、交換留学制度をさらに拡充することも課題である。教官による学術交流を拡大するために解決すべき課題も多い。

学生ならびに卒業生

- a) 今後どれだけの数の土木技術者が必要であるかについての展望が無く、過大供給となる恐れがある。
- b) ドクターコースへ進学するメリットが依然として低いため、工学の他分野に比較してドクターコースに進学する学生が少なく、土木分野の新しい課題や深度化あるいは国際化に対応できる能力を有する高度な人材の育成と供給が適切に機能していない。
- c) 就学のための財政的支援措置が十分でない。
- d) 社会人の再教育ならびにインターンシップなどの導入による学教育の多様性や教育機会の拡大をはかり、技術者のレベルを高めるとともに、学生の目的意識の明確化が一層重要となってきた。

- a) 土木系学科の定員はこれまで一貫して拡大されてきたが、土木技術者の活躍の場が今後とも同様な伸びで拡大するとは考えられない。したがって、土木系卒業生が過大供給される可能性が極めて高い。複合領域の拡大や周辺分野への展開の進展をも念頭に置いた上で良質な社会基盤を整備していくために今後必要とされる土木技術者像とその数を長期的に展望し、学生定員の削減や周辺分野への展開など戦略的に対応していく必要がある。
- b) 就職した同級生がしかるべき給与を得ているのを横目にしながら在学中は定収がなく経済的に不安定な生活を強いられるうえ、卒業後も身につけた高度な専門性があまり評価される場が少なく投資に見合った待遇を受けられないことが多いため、ドクターコースへ進学する学生の比率が他の分野と比べて低い。このため高度の専門性を有する技術者や研究者の育成が十分に行われていない。大学における高度専門教育と、会社などでの教育は本質的に異なるものであり、ドクターコースにおいて特に基礎分野の教育を受けた人材は、新しい課題への取り組みや独創的な技術開発、技術の深度化において不可欠である。
- c) 欧米では TA 制度や RA 制度が整備され、意欲ある学生の就学を支援する体制が整っているが、わが国では整備の途上にあり、奨学金制度も必ずしも十分でない。これまで家族による経済的支援を前提にしてきた風土もあって学生の進学意欲を経済的に支援する体制が十分に整っておらず、やむなく進学をあきらめるケースも少なくない。

d) 技術の高度化や競争の激化に伴い、社会人がより高度な技術を身につける必要性が多く、の場面で生じている。このような必要性を充足することも大学の重要な機能であり、社会人の再教育に幅広く対応できる体制を早急に整備することが必要とされている。社会の第一線での経験を有する者が身近にいることは他の学生や教員にとっても刺激となり、教育の場の活性化にも寄与すると考えられる。逆に、学生が一定期間実務を経験することは勉学の目的意識をより明確にする上で役に立つとともに、社会が大学教育に求めるものも従来以上に具体的になるものと期待されるため、インターンシップなどの制度を導入していくことが求められる。

とくに終身雇用制が崩れていく方向にある時、社会人の再教育の需要は相当拡大していくであろう。

教員

- a) 多様な学生に対して教育による高い付加価値を賦与するため、教育技術をより高度化することが要請されている。
- b) 工学教育は実務と緊密な関係を持つことが重要である。そのために大学間のみならず、国・自治体の研究機関や民間企業との人事交流を活発化し、教員の流動化の促進を図る必要がある。
- c) 効率的な教育が行える体制づくりが求められている。

- a) 学生の基礎学力や目的意識にはかなりの差異が見受けられる。このような多様性を有する学生に対して的確な教育効果を上げるためには、相応の教育技術が必要となる。これまで大学の教官は教育に関する特段のトレーニングを受ける機会をほとんど持たなかったが、教育技術者としてしかるべき技術者教育を受ける機会を確保し、積極的に技術の向上を図る必要がある。
- b) 教員の適切な流動化は教育・研究を活性化する。教育、研究、実務などに過度に分離することがないように、大学相互間ではもとより存立基盤の異なる組織間においても積極的に人事交流を行うことが組織の活性度を保つ上での課題であろう。カリキュラムや教育方法を定める上においても実務経験は重要である。教員組織での一定の割合を実務経験者とするなどの対策が必要と考えられる。
- c) 教育、研究、大学行政、社会貢献など、教官が行うべき職務は多くかつ個人間でも均などでない場合が多い。TAの積極的導入や学内における支援機能の拡充など、教官が教育を効率的に行うことができる体制づくりがあまり進んでいないのがわが国の大学の実状であり、その改善が求められている。

B - 2 土木系教育改善の提言

(1) 基本的方向 - 展望と魅力のある教育

- a) 21 世紀に予想される社会資本整備の転換の中で、人材（土木系技術者）に求められるものは、高い倫理観と豊かな感性のもとでの高度な技術力と実行力である。学校は人材の供給者として、適正な数の優秀な人材を適切な分野に供給することが求められる。
- b) 学校は学生に対し、自らの適性に合った卒業後の進路についての展望と活躍の喜びと処遇の期待，すなわち魅力を示し、あわせてそのために必要な素養と技術力を示して、然るべく教育カリキュラムを用意しなければならない。
- c) このため、卒業生数の適正化，土木工学科の性格の差別化，新規分野への展開，国際化への対応を行うとともに、教員の活性化を図ることが必要である。

a) これからの社会資本整備では、限られた財源のもとで必要なものを効率良く安くつくっていくことが求められ、公共事業における市場システムの導入拡大が進行する。このシステムを担うのは、技術（研究開発）と人材であり、人材には高度化と高度化された人材を適切に分野配分することである。

学校は人材の供給者として、生産現場（職域）における人材の高度化と適切な分野配分のための改革とタイアップして、適正な数の優秀な人材を、適切な分野に供給できるよう教育の改革を進めねばならない。

b) 従来より土木分野においては、業務の規模が大きいこと，変化する自然を相手にすることなどから、経験が重要であり，チームワークが重要であった。このため、土木系技術者の誇りや喜びは、社会の発展に寄与する構造物の建設に組織の一員として参加した，あるいはしているということであった。個人プレーでなく、組織プレーであった。これは公共事業が長い間、公共機関の直営で行われてきた歴史的経緯も関係していると考えられる。しかしながら、現在は他産業，とりわけ金融業に代表されるように、個人の能力・実績とそれに相応しい処遇が強調される時代となっている。現代の若者は、このことをマスメディアで見て、聞いて育ってきている。

これからの土木分野は、競争社会とすることが求められていることを考え合

わせれば、個人、優秀な技術者の能力を最大に引き出し、その結果が個人的にも報われるようなシステムとすることが必須であり、このような方向で学生に将来の展望と魅力を示し、これに応えられる教育を実施していくことが求められている。

(2) 卒業生数の適正化

- a) 各学校においては、実質的に定員削減で定員の見直しを行なう必要がある。現在の卒業就職者数約 8,000 人/年を 2025 年までに 5,000 人/年程度にすることが目安になるだろう。この数値は土木界の将来展望に基づいて試算したものである。
- b) 定員削減の方向は、純粹に定員を削減する方向と、環境、情報など周辺分野との統合や部分転換する方向とが考えられるが、いずれにせよ当該学校の事情のみでなく、分野や教育の性格の特性についての地域ならびに全国的なバランスの下で計画的に進めていく必要がある。

a) 21 世紀に入り、社会資本整備システムが転換され、より優秀な学校卒業者が求められるとしても、現状の学校卒業生数を受け入れることはまず難しいものと思われる。

一方で、生産性の向上、すなわち一人当たりの事業量の増大の要請もあり、また一方で、高齢技術者の増大という問題もあり、卒業生の削減、学生定員の削減は必須であろう。

具体的には、2025 年に現状の概ね 6 割程度の学生定員とする長期的方向の下で、取り巻く環境の変化を勘案しつつ 5 年単位の段階計画を内容とする長期年次計画を策定して、節目ごとに見直しを行いつつ進めて行くのが良い。

適正な卒業生数については、現状約 8,000 人/年を 2025 年においてその 6 割の約 5,000 人/年程度とすることが目安となろう。

公共土木事業量は、前述(1.(2)、今後の公共土木事業量)で述べたように現状の約 6 割に減少すると設定した。一人当たりの事業量が変わらないとすると、これに見合う土木系技術者数は約 12 万人である。これからの拡大が期待される民間公共事業と、アジアを中心にした国際市場において、概数 4 万人の土木系技術者の活躍が見込まれる。さらにシンクタンク、情報産業など周辺分野への進出強化により、これらの分野においても概ね 2 万人の土木系技術者が活躍できる。また、地方自治体、地域産業の技術力脆弱分野の強化のための土木系技術者の移動と新規採用が考えられる。とくに、わが国の公共事業に関わる事業者数は 19 万社、国の事業に関わる事業者数は 5 万社といわれるが、この分野においても資格制度の充実による技術力が確保されるようになれば、資格を有する相当数の土木系技術者が活躍できる。したがって、地方自治体と地域産業を主体とした建設事業者の技術力強化により 4 ~ 6 万人の土木系技術者の

新しい活躍の場があるものとした。

以上から、現在 20 万人に対し、2025 年には国内外の土木ならびに土木関連市場において、約 25 万人程度の土木系技術者が活躍している姿を想定したものである。上記は厳密な予測に基づくものではなく、あくまで想定であるが、相当のシステム変革を前提としてもこのような試算となるのである。2025 年において、約 25 万人の土木系技術者となるには、新卒者の数は 2025 年に現状の約 6 割、約 5,000 人に徐々に減少させていく必要がある（表 3-2 参照）。

なお、上記において将来も一人当たりの公共土木事業量は変わらないとしている点については、次のように考えたことによる。すなわち、土木事業の生産性が現状のままということではなく、今後、事業量の内容において企画、計画、調査、マネジメントなどソフト分野の比重が増大し、その単価は上がるとしてもハード分野に比較して一人当たり事業量は低いことから、ハード分野の生産性の向上を考慮しても全体として見れば一人当たり事業量は現状と概ね同程度であろうとの見通しによるものである。

また、将来は高齢技術者の増大が予測されるが、高齢技術者の活用を考えると、ここで設定した新卒者数より、やや厳しい状況になることも考えられる。

b) 定員削減の方向は、1 つは純粹に定員を削減、あるいは学科を廃止する方向がある。もう一つは環境、情報など周辺分野との統合による実質的な削減の方向もある。周辺分野への部分転換の方向もある。

このような分野に加え、次項(3)で述べる総合型、分野重点型、研究教育型、資格取得支援型(実務型)などの教育の性格を考慮し、それぞれの卒業生に対する需要のバランスに配慮する必要がある。さらに、地域ごとの学校入学希望者や、卒業生に対する需要に配慮する必要がある。

以上から、削減に当たっては次の点に留意して計画的に進めていく必要がある。

- ・ 長期年次プログラムの作成

- 5 年単位程度の年次プログラムを作成し、環境の変化を勘案して見直し修正をする。

- ・ 地域的、教育特性バランス

- 純土木系、準土木系、周辺主体系などの教育の内容や、次項 b) で述べる総合型、分野重点型、研究教育型、資格取得支援型などの教育の性格を考慮し、それぞれの卒業生に対する需要のバランスを考慮しなければならない。さらに地域ごとの学校入学希望者や、卒業生に対する需要にも配慮する必要がある。

表 B-4 2025 年における土木系技術者活用のイメージ

(1) 2025 年における学校卒業就職者数と土木系技術者数の予測

学校卒業就職者数	職域の土木系技術者数
現状 7,600 人/年	約 300,000 人
現状の約 6 割 4,600 人/年 (2 %/年減)	約 250,000 人
現状の約 4 割 2,700 人/年 (4 %/年減)	約 215,000 人

(2) 2025 年における土木系技術者の分野別分布のイメージ

分 野		土木系技術者数	備考
公共土木事業		約 12 万人	事業量(費) 4 割減
民間公共事業		約 2 万人	約 4 兆円市場
技術力脆弱分野	地方自治体	約 1 ~ 2 万人	
	地域産業など公共事業に係わる企業	約 3 ~ 4 万人	
周辺分野, 関連新規分野		約 4 万人	シクタク, 情報, 環境不動産, レジャー
国際市場の拡大		約 2 万人	増大分約 4 兆円
合 計		約 24 ~ 26 万人	

(3) 土木工学科の性格の差別化

- a) 学校(大学)の土木工学科は、それぞれの学校の特色を出した教育を実施することにより生き残りうる。分野的には土木の分野をすべてカバーした教員の構成により教育研究を行う総合型と、特定の分野に強みを発揮できるような教員構成により教育研究を行う分野重点型、教育の方向としては、大学院を中心として高度化教育と研究を重視した研究教育型と、実務面を重視した教育により、将来の資格取得を目指す教育を行う資格支援型(実務型)にそれぞれに特化し、当該土木工学科の特性を明確に打ち出した教育を行う必要がある。
- b) 土木工学科の性格の差別化は個々の学科で行うとしても、全体のバランスに配慮した調整も必要である。

- a) 総合型と分野重点型の分野特化と、研究教育型と資格支援型の方向特化を組み合わせた形が当該土木工学科の特性となろう。

一つの土木工学科で、全てを有することは無理であろうが、分野特化して二つの方向を持つとか、方向特化して二つの分野を持つことはコース制の採用などで可能であろう。

分野と方向の組み合わせにより、卒業生の進路も概ね見えてくる。総合型で研究教育型はシンクタンクや教員に向いているし、総合型で資格取得支援型(実務型)は公共機関、総合コンサルタント、ゼネコンに向いている。

また、分野重点型で研究教育型は、教員や公共機関・民間の研究所、分野重点型で資格取得支援型は専門工事業や専門コンサルタントに向いている。

資格取得型(実務型)においては、これを促進するため、いわゆるダブルスクールシステムが考えられる。すなわち、通常の教育カリキュラムの他に、学生が就職試験対策、あるいは資格取得のために別途に専門学校や特別講座などで学ぶシステムである。特別講座を学科あるいは大学単独で開催する方法もあるし、複数の学校で学校やセンターを設立する方法もある。文科系の大学では必要な単位は極力早期に取得させ、3年生の後半ぐらいから、外部の専門学校に行かせたり、独学により公務員試験対策や関連資格取得を指導しているところがある。

- b) 個々の土木工学科の性格特化を個々の土木工学科に任せるだけに行っていると、生産現場(職域)の需要とのアンバランスが発生する。学会などで全体のバランスに配慮した調整も必要である。

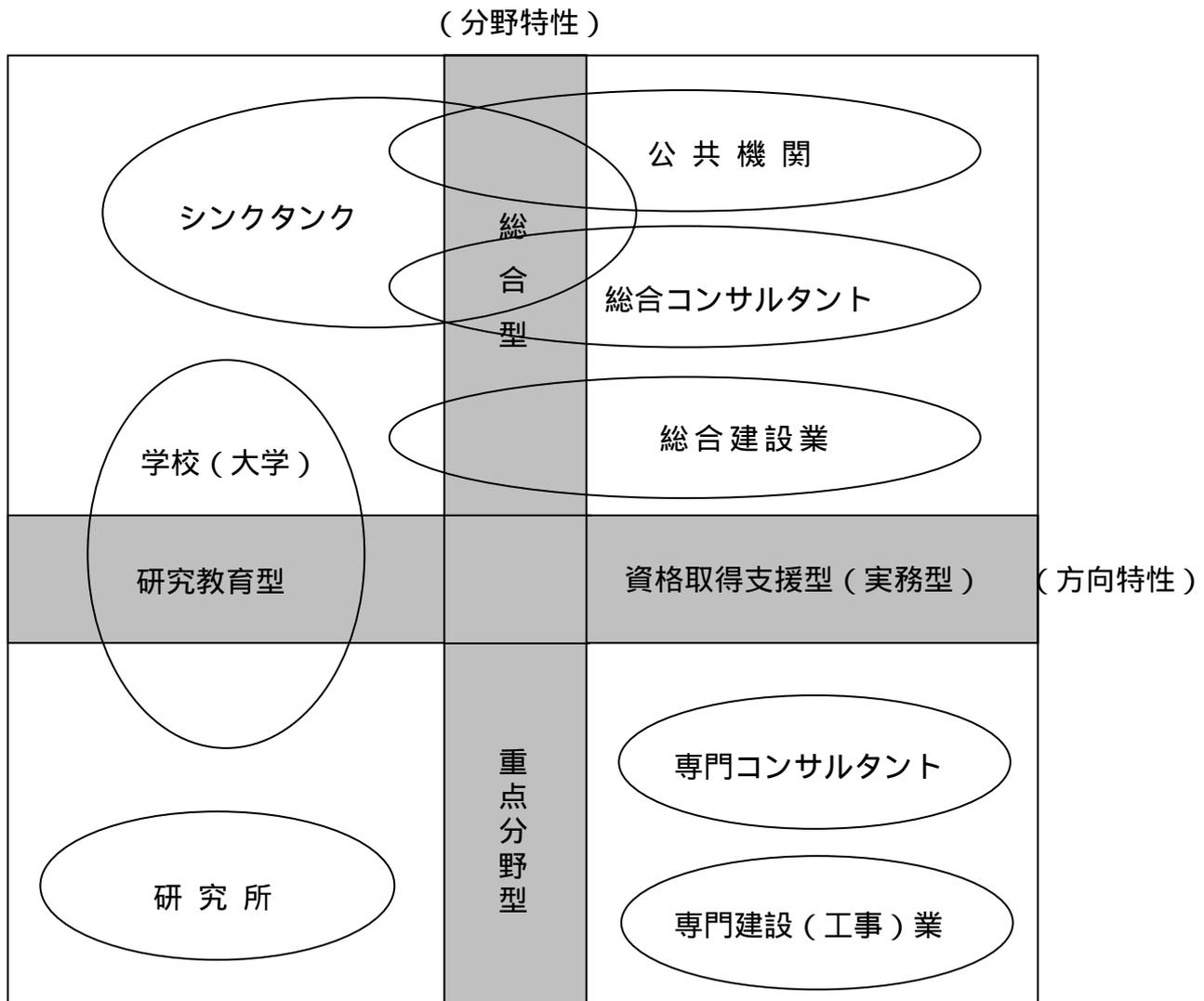


図 B-3 教育の分野特性と方向特性に対する卒業後進路のイメージ

(4) 新規分野への卒業生の展開

- a) 生産現場における周辺分野への進出や関連新規分野への進出と人材の活用に合わせ、これら分野への人材供給，すなわち卒業生の就職を意識的に促進する必要がある。この時、フォローアップが重要である。また、このような分野にも通用する教育システムを用意しなければならない。
- b) 地方自治体への人材供給も意識的に促進する必要がある。とくに土木職としてのポストを有しない市町村には、一般職採用としての人材供給も積極的に行い、土木業務を担当するようにすることが良い。そのための幅広い知識と教養を身につけられるような教育の充実を図る必要がある。

a) シンクタンク，金融・保険，情報，環境，デザインなどの周辺分野，さらにはスポーツ・レジャー，ホテルなど関連新規分野への人材供給のためには、これらに必要な社会，経済 情報，環境，文化，芸術などのカリキュラムを用意しなければならないが、単独学科では困難な場合には、他学部との相互乗り入れ，単科大学相互の乗り入れなどにより対応する必要がある。そして学校は、卒業生との接触を継続し、卒業生に対する適切なケアを行うとともに、得られた経験と情報からカリキュラムや相互乗り入れの方法など、教育の見直しを行うことが大切である。

PFI 方式は土木系技術者の必要分野を変化させる。中高年の経験者を中心に、NPO への人材供給支援も必要であろう。

b) 技術力が脆弱な地方自治体に対しては、意識的な人材供給が必要である。市町村では、土木職として採用するところは少ないので、一般職として就職し、土木系業務を担当させることを指導するのが良い。このためには、教養・人文社会科学教育の充実が必要で、前述のような特別講座を設立するとか、そのための専門学校に行かせる指導をするなどの方法が考えられる。

(5) 国際的に通用する人材の育成と大学の国際化

- a) 大学では、国際的に通用する人材の育成が急務である。国際レベルの専門教育のみでなく、英語のみならずスペイン語、中国語の教育、交渉力、倫理、歴史、文化、総合技術力など広い面についての教育が必要である。
- b) 大学の国際化も重要である。学校の国際ランキングで上位にランクされるよう教育システムを整備するとともに、研究成果の公表、国際活動への参加、特許の取得などを積極的に行ない、教員の国際化にも取り組む必要がある。

- a) 専門分野における技術の国際的レベルと、わが国のその位置付けや外国の社会資本整備状況や、整備の進め方についての教育を拡充する必要がある。特に、欧米先進諸国の社会資本整備の状況、それも優れた成果を紹介することは大きな効果がある。夏休みなどに、安い費用で苦勞して欧米先進諸国の優れた構造物、歴史的構造物、環境に配慮した構造物、美しい都市、歴史的都市を見学することは、極めて貴重な体験となる。ひどいもの、失敗作を見ることも良いことである。こういったものの発表会、報告会を行うことも考えられる。

わが国の土木系技術者が、欧米先進国の技術者に比較して、不足している点をあげると、語学力、交渉力、倫理、文化、総合技術力である。

語学力は英語だけでなく、ドイツ語、スペイン語、フランス語、中国語が達者な技術者も必要である。交渉力については、語学に合わせ、特にプレゼンテーション技術を向上させることが求められ、伝えたいことを簡明に要領よく伝えること、自分の意見をはっきり表明することに対する教育が必要である。学生の研究や体験を報告させ、発表技術、内容について議論させ、指導することを習慣づけるのが良い。

文化については、芸術、宗教、哲学の知識と理解が求められる。総合技術力は個別知識でなく、課題の解決・対応の仕方、考え方である。

- b) 欧米先進諸国を中心に、大学の国際ランキングが急速に進む。現状の教育システムでは評価制度の導入が図られているが、果たしてわが国の大学は上位にランクされるであろうか。土木学会を中心に早急な対応が求められている。

大学の国際化における教員の国際化においては、任期、処遇、兼業などの環境整備が必要である。

(6) 学校(大学)教員の活性化

a) 教育を展望と魅力のあるものにするには、教員の活性化が不可欠である。そのためには次のような施策についてそれぞれの大学で検討・導入を考えるべきであろう。

- ・ 教員採用プロセスの透明化
- ・ 教員任期制の導入
- ・ 評価制の導入とその拡大
- ・ 大学以外の職域経験の評価方法の確立
- ・ 実務経験の義務化
- ・ 大学間移動の推進
- ・ 大学教員の兼業容認

a) 教員採用プロセスは国民にとって不透明なところが多い。例えば、教員の第1段階である助手について、試験が行われているのか、どのような内容なのか不明確である。講師の位置付けも、国公立と私立とでは異なる。助教授、教授の決定も、近年は公募制で明確にしている大学もあるが、全体としては密室的イメージを国民は持っている。採用プロセスと各段階の基準を明確にすることが求められている。

教員を、例えば5年の任期制にして、後述の評価制度を活用し、本人の継続意思を確認して、再任かどうかにする教員任期制の導入も検討の価値がある。

現在、学科の評価制を導入し、学内ならびに学外有識者による評価とこれに基づく改善の実施を行っている学科が増えてきている。これを拡大するとともに、評価の内容も拡大していく必要がある。

評価制においては教員の評価も重要で、教育、研究の実施とその内容、成果とともに教員自身の評価も多様にすることが大事である。例えば、学会や協会の実施する資格の取得、他の職域経験の評価である。

他の職域経験、例えば公共機関、民間研究所、民間企業での経験を助手、助教授、教授のいずれかの段階での昇任、採用の要件とすることも考えられる。

また、教員が当該学校の卒業生で占められるとか、退職するまで同じ学校にいるという状態は好ましくない。一度以上は他の学校の経験を義務化するとか、相互乗り入れを行うなど、学校間の移動を活発化する必要がある。

国公立大学の教員の兼業は認められていないが、現在、検討の機運がある。教員の倫理、前述の評価制度が確立していれば兼業は容認されるべきと考える。

PART C 研究開発体制についての提言

C - 1	研究開発体制の現状と課題	136
(1)	問題認識	136
(2)	大学の研究開発体制の現状と課題	139
(3)	国の研究開発体制の現状と課題	142
(4)	民間の研究開発体制の現状と課題	147
(5)	土木分野における研究開発の質とその評価	161
(6)	研究開発体制の課題	163
C - 2	研究開発体制の方向	166
(1)	研究開発体制の変化	166
(2)	研究開発体制の基本的方向	174
(3)	社会的変革への対応	176
(4)	周辺境界領域への展開	178
(5)	国際市場における総合的競争力の確保	179
C - 3	研究開発体制の改善方策の提言	181
(1)	基本的方向	181
(2)	大学の研究開発体制の改善方策	183
(3)	国の研究開発体制の改善方策	185
(4)	民間の研究開発体制の改善方策	187
(5)	土木学会が果たすべき役割	195
おわりに	- 提言の実現に向けて	199

PART C 研究開発体制についての提言

C - 1 研究開発体制の現状と課題

(1)問題認識

a) 避けるべき土木の衰退産業化への道

現在の土木界の状況下で、今後公共投資の抑制に伴い国内における土木事業の発注量が減少すると、土木はかつての鉱山や繊維のような衰退産業となりかねない。豊かな生活を送るための社会基盤を整備する上で土木技術は不可欠であり、衰退により国民が被る損失は計り知れない。将来にわたって質の高い国民生活を持続的に営んでいくためには、このような状況は何としてもさげなければならない。それを打開するためには大幅なコストダウンや国際市場、周辺分野への展開を図ることが急務であり、その鍵は研究開発にある。

b) 部分最適化の積み重ねで全体的最適化が達成できるのか。

上記の問題意識に立ち産、官、学でさまざまな対応策が講じられているが、計画、設計、施工、維持管理といったそれぞれのステージ、あるいは機関毎の部分最適化に留まり、全体的な最適化につながっていないおそれがある。

c) 経営要素として位置づけられていない研究開発

土木の分野では研究開発が事業推進の必須要素（経営要素）として適切に位置づけられていない。そのため、研究開発成果が新たな投資を呼び込み、さらに研究開発が進むというサイクルが形成されておらず、持続的な再生産が可能な状況となっていない。

d) 研究開発マーケットの欠落

新技術に的確な価格づけを行い、開発者と利用者の間で技術を速やかに取り引きするマーケットが、わが国には存在しない。

e) 研究開発機能の維持と適切な分担の可能性

研究開発機能、コンサルティング機能、試験検査機能、基準認定機能、情報提供機能、人材育成機能の6つの機能が適切にかつもれなく分担され、有機的に機能する体制を将来にわたり維持できるであろうか。

f) 軽視されつつある基礎研究

個別研究の費用対効果を重視する風潮の高まりの中で、基礎研究が軽視されつつある。

- a) 生産人口の減少などにより公共投資が抑制されると従来型の土木事業の発注量も縮小に向かい、土木が縮小再生産のサイクルに落ち込んで衰退産業化するおそれがある。一旦衰退してしまうと良質な社会基盤整備に支障が生じて、国民生活の安全と豊かさを支えることができなくなり、わが国の社会自体が衰退の危機に瀕するおそれがある。このような事態は何としても避けなければならず、そのためには高い技術とそれによって可能となる低コスト化により整備の効率化を図るか、あるいは低コスト化により高まる国際競争力を武器に国際市場へ進出する、既存技術を発展させ周辺分野への展開を図るなどを余儀なくされる。いずれにせよそれを支えるのは高度な技術であり、今後の研究開発機能に大きく依存する。
- b) 研究開発は多様な専門分野と基礎から応用・実用化に至る幅広い段階にわたっており、研究者や研究開発機関はそれぞれ得意分野や強みを持っている。したがって、研究費をどこに投資するのが効率的かという観点から、重点投資と競争のバランスをとりつつ研究者や研究開発機関を選定しあるいは組み合わせることが重要であり、研究開発機能を育成する上でも有効である。しかし、現状は個々の主体が個別に部分最適化を行っている状態であり、長期を見据えて全体的な最適化を図るという意識が希薄である。
- c) 研究開発成果やそれを導入したプロジェクトが市場価値と対応づけた形で評価されていないため、技術以外の要素（営業活動,etc.）に頼ることが結果的に多くなっている。そのため、土木分野においては研究開発に頼る割合が低下して研究開発資金の確保や研究開発体制の維持が困難になるといった悪循環が形成され、事業量の低下とともに持続的な研究活力を維持することが困難になりつつある。事業評価制度の充実や PFI の導入などにより、費用対効果としての事業の効率化やリスク分担の明確化が今後一層進む中で、個別リスクを低減しコストを引き下げる経営資源としての技術の役割がますます高まってくる。また、品質保証や性能保証に対する責任能力の一層の向上が求められつつあり、それを支えるための従来以上に幅広い技術が必要となる。将来に向けてこのような研究開発を持続的に実施し続けることが可能な体制をつくり上げておくことが極めて重要である。
- d) 高度な技術水準を維持し続けるためには、新たな研究成果を活用してより効率的な生産活動を行うしくみを有していることが必要である。そのためには優

れた研究成果に高い対価が支払われるような確な価格づけがなされ、開発者とそれを最大限に活用しうる者とが新技術を速やかに取り引きできるマーケットの存在が不可欠である。しかしc)で述べた状況の故にわが国の土木界にはこのような研究開発マーケットが存在していないのではないかと懸念される。

e) 研究開発の体制は、単に研究機能を有するだけでなく、高い技術の蓄積に裏付けられたコンサルティング、試験検査、基準認定、情報提供、人材育成などの諸機能を有することが求められる。ひとつの機関でこれらの機能の全てを広い範囲にわたって高度な水準で満たすことは必ずしも効率的でないため、個々の研究機関で適切な機能分担と分野別の特化を図りつつ競い合う状態が望ましい。これらの諸機能が産・官・学あるいは機関間で適切に分担される状況を将来的に確保しうる体制を構築しておくことが必要である。

f) 研究の効率性を高めるため、費用対効果に基づく評価が積極的に導入されつつあるが、その際に個別研究レベルでみた短期的な費用対効果に目が向けられ、研究成果が目に見えやすい応用研究に高い評価が与えられる結果となる傾向にある。基礎研究はわかりにくくしかも理解されにくく、それゆえに研究費もつきにくい。その結果、長期的には大きな効果をもたらす基礎研究が軽視されてしまうことが強く懸念される。基礎研究は応用研究を行う上での一種のインフラであり、インフラが整っていないと応用研究の効率的な遂行に支障をきたす。基礎研究の研究水準を高めるためにこれまで孜孜として投入されてきた資源と努力を十分に認識せず、あたかも自然に与えられたもののように考え投資を怠ると、応用研究が前提とする基礎研究の水準自体の低下を招く。

(2) 大学の研究開発体制の現状と課題

- a) 大学においては、第3者機関による外部評価制度、教員の任期制度の導入、大学院の重点的拡充などの変革の時期を迎えている。
- b) 大学は高度な研究教育の場であること、社会人の再教育・研究の場であること、留学生の育成や教員による開発教育援助による国際貢献の場であることが求められている。
- c) 大学の基礎研究の活用に対する産業界の期待は高まっている。魅力ある未来に開かれたプロジェクトテーマを創出することが求められている。
- d) 大学における研究設備の老朽化と研究費の不足は、研究開発を進める上で重大な障害となっており、特に基礎的な研究や大型の研究が困難な状況にある。また、他分野に比べて大型の研究を推進するための制度が文部省関連以外にほとんどない。
- e) 大学院生に対する奨学金支給率は低く、特に博士課程への進学が低い理由の一つとなっている。さらに欧米におけるRAに対応する制度が不十分であることは、日本人学生のみならず、留学生の受け入れを困難としており、大学における国際競争力を高める上での障害となっている。
- f) 土木系の卒業生は現在年間8,000人であり、将来的には過剰供給である。各大学で教員の構成やカリキュラムを調整し、今後のマーケットの変化への対応を模索することも重要である。

- a) 現在、日本の大学を取り巻く状況は急速に変化しかつ、大学側もみずから主体的な変革を実行する局面に達している。一連の変化は、第3者機関による外部評価制度の検討、教員の任期制度の導入や公募制、外国人教員の任用、大学院に対する社会的需要の増大に伴う大学院の量的拡大などに見ることができる。これらの変化の根底には、学術研究の著しい進展や社会・経済の急速な変化、学問分野の細分化と複合領域の増大、高など教育の大衆化、生涯学習体系への移行などの社会的状況の変動、産学協働の推進や国際競争力の確保の維持の問題など、さまざまな動きが絡み合っている。また、大学で行う高等教育、基礎研究とその産業への技術シフトへの大きな期待があることは言うまでもない。
- b) 人類の直面する問題は、環境・人口など高度で複雑なものとなっており、これは土木界においても同様である。また、近年の著しい技術の進展によって、

社会人自らが再教育による技術の向上を求め、大学の門戸をたたいている。グローバル化が一層進む中での国際貢献も重要な課題となっている。こうした状況に大学が積極的に対応し、諸課題の解決に寄与して行くべきことは論を待たない。たとえば、第 3 諸国の留学生を日本で育て、優秀な人材として世界へ送り出すことは、重要な国際貢献と言える。土木の分野では、こうした国際貢献は他の分野よりも一歩先んじ行ってきたという自負心もある。また、再教育を求める社会人に教育研究の機会を提供し、実務経験と研究を結合する場を大学に構築することは、大学にとっても大きな刺激となる。文部省の大学院審議会の答申では大学院の改革の指向性として以下の 3 点を掲げており、土木の分野でもこうした方針を堅持することは、今後重要と考えられる。

) 学術研究の高度化と優れた研究者養成機能の強化

) 高度専門職業人の養成機能・社会人の再教育機能の強化

) 教育研究を通じた国際貢献

c) 大学での研究成果の活用に対する産業界の期待はこれまでになく高まっている。大学がこれに積極的に対応してゆくことは、外部からの新鮮な知的刺激を通じて教育研究の活性化につながり、大学にとっても極めて有意義であると考えられる。産官学の協働を含めた共同研究の推進への期待も急速に高まっており、土木の分野でもより効率的、魅力的な共同研究の推進が求められている。大学が設備や研究費の制約から大規模な研究を行うことが困難になっていること、共同利用施設を活用して共同研究を実施する環境が必ずしも整備されていないことなどが、今後改善すべき問題として提起されている。産官学のプロジェクトで出遅れていると言われる土木分野でも、ぜひとも魅力ある未来に開かれたテーマで、プロジェクトを推進することが重要である。

d) 一方、大学における研究設備の老朽化と研究費の不足は、研究開発を進める上で重大な障害となっている。特に基礎的な研究や大型の研究が困難な状況にある。また、大型の研究を推進するための制度も最近ようやく拡充の動きがでてきたものの、他分野との比較で見ても十分な水準にはほど遠い状況にある。大学には、このような実態に対する認識と土木の分野における基礎研究の重要性、大型研究の必要性に対する社会の理解を得るべく一層努力することが求められている。

e) 大学院生に対する奨学金支給率は低く、特に博士課程への進学が低い理由の

一つとなっている。欧米におけるRAに対応する制度が著しく不十分である状況は、日本人学生のみならず、留学生の受け入れを困難としており、大学における国際競争力を高める上での障害となる。また、国際競争の観点から日米の技術士あるいはPE制度と大学の問題についても言及する必要がある。米国でPE (Professional Engineer) の資格をとるためには、ABET^(注)を持つ大学を出る必要がある一方、ABETは大学に対して、定期的多面的な評価を行なっている。また、日米の技術者の違いとして、日本ではチームワークで仕事をこなす一方、外国の技術者は設計から施工まで一人でこなせるようになっていることなども指摘できる。大学の教育については、どちらかという知識の修得に重点が置かれ、討議や課題研究などを通じた発想力の涵養を図ることが一層求められている。

注：ABET = 米国工学教育認証会議（理工系大学の審査機構）

f) 現在、土木工学科を卒業する学生は 8,000 人といわれている。今後の土木技術者の分野別需給動向の変化を見据え、この卒業生数をどう考えるかが今後重要になってくる。これを自然の流れに任せることも一つの方策ではあるが、必要な変革を適切な時期に行なうためにも、大学間での教員、カリキュラムなどの調整を行い、周辺分野への展開や技術水準の底上げを重点的に図るべき職域への対応を踏まえた戦略的方策を確立することが喫緊の課題である。

(3) 国の研究開発体制の現状と課題

(現状)

- a) わが国においては、科学技術の研究開発を進めることにより、経済社会を取り巻く諸課題の解決を図るとの認識のもと、科学技術基本法の制定と科学技術基本計画の策定が行われ、総合的かつ計画的に行なうとの認識の下に施策が推進されている。
- b) 建設省では、所管事業に係る技術的問題の解決のため、本省、地方建設局、土木研究所が一体となって研究開発に取り組んでおり、その中核となる土木研究所では、基礎的研究から応用研究、技術開発まで幅広い研究開発を推進している。
- c) 運輸省では、所管事業に係る研究について、港湾技術研究所を中心に、本省、地方港湾建設局と一体となって取り組んでいる。研究内容については、波浪などのデータの収集整理に始まり、海洋構造物の設計、施工に係る研究から、水質保全などの環境問題など、幅広いテーマについて研究開発を進めている。
- d) また、北海道開発庁の下部機関である開発土木研究所においては、積雪寒冷地である北海道において社会資本整備を効率的かつ効果的に推進するために、寒地土木技術を中心とする研究開発を行っている。

(課題)

技術は国家を支えているものであり根幹をなすものであるので、国が確固とした技術戦略をもって国の技術資源を評価し、国全体としての技術開発を主導していくべきであるが、社会ニーズを先取りしての技術開発を行っているとはいえないのが実状であり、問題などが生じてからの対処的な技術開発が多く、先見性があるとはいえない。また、行政の縦割りなどの理由で総合的な技術開発が行われず、必ずしも社会ニーズに応えられておらず、現状よりさらに横断的な研究開発を実施する必要がある。

また、国が実施している研究について、外部評価が実施され始めたが、導入段階でありシステムとして十分機能しているとは言い難い。今後はさらに厳正な評価を実施し、適切に研究開発を行う必要がある。

- a) 土木分野の研究開発については、行政機関、民間企業および大学など教育機関にまたがって推進されているが、現状では各実施主体の役割分担が適切に行われているとはいえない。
- b) 土木分野における国の技術研究開発予算は、科学技術関係経費全体から見ると非常に少なく、直近の事業に直結しない基礎研究や分野に横断的に関連する基礎研究の重点的实施が困難である。
- c) 土木技術は様々な分野にまたがる総合技術であることから、異分野の技術との連携・交流を進めるとともに、民間、学界、行政、NGO、NPO、諸外国など多様な主体との連携・交流を一層推進する必要がある。
- d) 一部の研究開発では、分野を越えた協力が行われているが、今後ますます分野を越えた研究開発が必要であり、今後このような協力を推進する体制を検討する必要がある。

(現 状)

a) わが国を巡る社会経済情勢は、21世紀を目前に控え厳しさを増しており、国際化、少子・高齢化、住宅・社会資本の老朽化が進む中で、経済活動の停滞、環境問題、食糧問題、エネルギー問題などが深刻化している。また、国民の意識、価値観が多様化している中で、多様な価値観を有する国民がそれぞれ満足しうる社会の構築が求められている。

このような状況を踏まえ、科学技術の研究開発を進めることにより、これらの諸課題の解決を図る「科学技術創造立国」を目指すとの認識の下で、平成7年に科学技術基本法が制定された。また、これに基づき、今後10年程度を見通した平成8年度から12年度までの5年間の科学技術政策を具体化するものとして、平成8年に科学技術基本計画が策定され、総合的かつ計画的に各種施策が推進されている。

b) 建設省においては、研究開発の企画・総合調整などを行う本省、基礎的研究から応用研究まで幅広く行う研究開発の中核機関である土木研究所、現場に密着した技術開発を担当する地方建設局が一体となって研究開発を推進している。

本省においては、技術開発に関する企画、総合調整などを実施するとともに、民間技術開発促進などの技術行政を担当している。建設技術に関する重要な研究開発課題のうち、特に緊急性が高く、対象分野の広い課題について、行政部局が計画推進の主体となり産学官の連携により総合的、組織的に研究を実施する「総合技術開発プロジェクト」制度の他、建設技術の先導研究、官民連帯共同研究などの制度が設けられ積極的に研究開発が展開されている。

試験研究機関である土木研究所においては、環境、河川、下水道、ダム、道路、材料施工、構造橋梁、地震防災、積算技術など所管事業にかかる技術的問題の解決のため、基礎的研究から応用研究、技術開発まで幅広く研究開発を行っており、現在および将来における国民のニーズに対応した国土建設技術の研究開発の中核機関となっている。

また、全国8つの地方建設局の技術事務所においては、それぞれの地域の課題に対応した技術開発、新技術の活用、普及を行っている。地方建設局の工事事務所においては、これと連携して現場に密着した新技術の活用を推進しており、新技術は建設現場での調査を通じて基準類の整備にフィードバックされ、技術の普及が図られている。

c) 運輸省においては、所管に係る事業について港湾技術研究所を中心に、本省、地方港湾建設局と一体となって取り組んでいる。港湾構造物を安全に設計するために、海象・気象・地震に関するデータの収集整理を行うとともに、実際の波浪をシミュレートするための水理実験を行ったり、水中構造物の設計・施工に関する調査・研究や技術開発が進められている。また、港湾や海岸の防災対策、沿岸域の自然や生態系、水質保全などの環境問題、地球温暖化に伴う海面上昇など、幅広いテーマの研究開発を行っている。

さらに、港湾技術研究所では、本省、地方局との間で積極的な人事交流を行うとともに、各種委員会や技術研究開発推進部を通じて活発な研究開発を展開している。

d) また、北海道開発庁の下部機関である開発土木研究所では、積雪寒冷地域である北海道において社会資本整備を効率的かつ効果的に実施するため、寒地土木技術を中心とした研究開発が行われている。

(課 題)

a) 技術研究開発に係る国、民間、大学などの主たる役割については、

国は国家的観点に立った技術研究開発の方向・目標の提示、民間が取り組みにくい長期的な行政ニーズに対応した基礎的研究、技術基準の整備などに関わる研究開発、公共事業実施上の技術的課題の解決のための研究開発など

民間は建設プロジェクトの実施に必要な技術の研究開発や生産性向上など市場における競争力を強化するための研究開発

大学は学術的・基礎的研究

を実施することが基本的考え方である。

しかしながら、国が行なっている建設分野における技術研究開発については、テーマ選定に当たって適切な評価が行われていないため研究開発テーマに重複があったり、民間などに対して補助金などで資金面で援助する制度が存在しないために民間の技術開発を促進できなかつたり、国民各界、各層の意見を適切に反映しない場合があるなど、効率的、効果的な技術研究開発がなされていない場合がある。このため、研究成果や実施体制に対する的確な評価を通じて、効率的な技術研究開発の実施を図ることが課題

となっている。今後は、産学官の連携の強化、評価システムの確立、国民各界・各層への情報提供と意見を反映できるシステムの構築が重要である。

- b) 土木分野における国の技術研究開発予算は、例えば建設省関係の予算額は科学技術関係経費全体の 1.3%程度、運輸省関係の予算額は全体の 0.8%程度にすぎず(平成 11 年度)他分野に比べ少ない予算総額となっている(表 C-1 参照)。また、技術研究開発の大半が公共事業関係費に分類される予算によってまかなわれており、事業に直結しない基礎研究や、横断的に関連する基礎研究への充当は困難である。

しかしながら、例えばコスト縮減や資材のリサイクルの推進に役立つ新素材の開発やコンクリート・鉄筋に代わる新材料の開発、自然生態系の破壊・回復メカニズムの解明などの基礎研究に分類される技術研究開発は重要であり、このような基礎研究分野の技術研究開発の予算・体制などの充実強化を図ることが必要となっている。

- c) 土木分野における民間、学界、行政が適切な役割分担の下で、研究開発テーマの重複などを避け、効率的、効果的な技術研究開発を進めるため、相互に連携・交流を図ることが重要である。

また、建設技術は機械、電気・通信、化学、物理学、生物学、人間工学など様々な分野にまたがる総合技術であることから、その研究開発に当たっては、NGO、NPO を含め、異分野との広範な連携を進めるとともに、世界に通用し、これをリードする技術水準を常に維持するため、諸外国との共同研究を進めるなど、国際的な連携を図ることも重要である。

このため、共同研究に係るテーマ設定のあり方や知的財産権の扱いなどに関する環境整備を進めるとともに、国の研究機関などにおける任期付任用制度の導入など、人的交流を円滑に進めるための制度の整備により、連携・交流を進めることが必要である。

- d) 現在、AHS に関しては、鉱工業技術研究組合法に基づき、建設大臣の認可を得て、先端的な企業 21 社が連携し、「走行支援道路システム開発機構(AHS 研究組合)」を設立し、研究開発に際して分野を越え協力している。

表 C - 1 省庁別科学技術関係経費

(単位：百万円)

事項 省庁等名	平成 10 年度				平成 11 年度			
	科学技術 振興費	その他の 一般会計 中の研究 関係費	特別会計中 の科学技術 関係費	科学技術 関係経費 総額	科学技術 振興費	その他の 一般会計 中の研究 関係費	特別会計中 の科学技術 関係費	科学技術 関係経費 総額
国会	611	-	-	611	689	198	-	887
日本学術会議	-	1,306	-	1,306	-	1,326	-	1,326
警察庁	2,124	24	-	2,147	2,200	0	-	2,200
北海道開発庁	219	1	-	220	227	1	-	227
防衛庁	-	144,176	-	144,176	-	146,529	-	146,529
経済企画庁	1,032	-	-	1,032	1,055	-	-	1,055
科学技術庁	399,580	185,542	155,010	740,132	432,045	183,256	158,536	773,837
環境庁	16,733	2,843	-	19,575	18,339	5,128	-	23,467
国土庁	-	696	-	696	-	855	-	855
法務省	2,062	-	-	2,062	2,094	-	-	2,094
外務省	-	12,432	-	12,432	-	13,742	-	13,742
大蔵省	768	157	1,481	2,405	801	158	1,382	2,342
文部省	176,069	166,686	968,329	1,311,084	192,283	168,812	987,634	1,348,729
厚生省	74,437	5,441	15,242	95,120	80,704	5,829	15,183	101,716
農林水産省	89,737	11,537	3,227	104,501	95,077	10,872	3,227	109,176
通商産業省	82,089	45,137	365,556	492,782	89,436	46,661	372,175	508,272
運輸省	15,179	6,659	1,212	23,051	15,194	7,224	1,237	23,655
郵政省	20,971	13,575	26,000	60,547	23,048	25,328	26,000	74,375
労働省	908	7	2,973	3,888	939	6	3,432	4,378
建設省	7,414	13,294	18,839	39,547	8,073	14,037	19,167	41,277
自治省	766	100	-	866	791	227	-	1,018
合計	890,699	609,611	1,531,870	3,032,179	962,995	630,188	1,561,974	3,155,157

出典：「平成 11 年版 科学技術白書」科学技術庁編

(4) 民間の研究開発体制の現状と課題

総合建設業

わが国総合建設業(ゼネコン)の研究体制の現状は、以下の5点に特徴づけられる。

- a) 海外のゼネコンにはない企業内研究機関である。その研究活動の目的はそれぞれの会社の技術力の象徴として技術面から企業の信用を支えることであった。
- b) その機能は、研究開発、コンサルティング、試験検査、情報提供および人材育成と多岐にわたっている。
- c) 研究施設、研究テーマは各社横並びであり、特化されたものは少ない。これは、1社だけの技術では受注できない、また代案を認めないという従来のわが国の入札制度の特質によるものと思われる。
- d) 研究成果は、一部に官・学を凌ぐものが見られるが、企業経営への貢献を疑問視する声が強まってきている。
- e) 大学や国立研究所との共同研究は活発とはいえないが、電力など公益企業体からの委託研究は漸増の傾向にある。

a) わが国公共工事の品質を支えているものは、信用第一という企業文化である。すなわち、良い品質のものを提供すれば信用を得られ、これにより評判(ランク)が上がり、一定のシェアを得(指名に入り)、これが利益を生み再び品質の確保に投資するという循環によって企業が存続するという社会通念である。ここでいう品質とは、成果品の質そのものだけではなく、工期、安全、環境への配慮を含めた広義の品質の意味である。この社会通念により、わが国の社会資本の品質を確保してきたと言ってもいい。逆に、信用さえなくさなければ生きて行ける業界であったとすることもできる。

一定規模以上の企業において、その信用を技術面から支えてきたのが技術研究所である。ゼネコンの技術研究所は、昭和20年代後半から相次いで設立された。設立当初は試験研究所の意味合いが強く、材料や部材の強度試験が主な役割であったが、昭和40年代に入り、高度成長に伴う急速な社会資本整備の要請に応えるべく、技術開発的な研究が主流となった。その後、ゼネコン各社は研究所の予算、設備、研究者の数、さらに研究分野の広さなどを競うようになり、純学術的な研究や建設とは直接関係のない分野の研究にも手を広げ始め

た。その活動の目的は、企業がそれを意識していたかどうかに関わらず、研究成果そのものではなく、研究活動を通じて技術力をアピールし、「あの会社に任せておけば安心」という評判を高めることであった。

b) (1) e) で述べた研究機関の 6 つの機能の内、ゼネコンの研究機関は、基準認定機能を除く 5 つの機能をすべて有している。このうち主なものは、研究開発機能とコンサルタント機能であるが、ここ数年の傾向としては、基礎研究の割合が減少し、現業のコンサルタント業務が増加している。人材開発機能については、各社共、研究機関と設計・現業部署の人材の交流を活発にしようとしているが、会社によって研究機関を技術者のキャリアパスの一部と考えるところから、研究者はあくまで研究者として育てるという方針のところまで、その育成方針はまちまちである。

c) これまで、地下タンクや石油の岩盤内貯蔵など、エネルギー産業の設備投資に対しては、ゼネコンの開発技術が活かされており、この点においてはゼネコンの研究機関も経営に貢献してきたと言える。

一方、官庁工事においては、実績重視のわが国の受注競争の中で、技術開発は営業支援のための大きな柱となる。実績の少ない企業は、この壁を乗り越えるための手段として技術開発に力を注いできた。しかしながら、現在のわが国入札制度の下では、1社だけに傑出した技術がある場合は、その技術で発注できない、すなわちその企業は受注できないという仕組みになっている。したがって、ある程度開発に目処がついた段階で、いわゆる「工法協会」を組織して「みんなが使える」技術にしないと採用されないという、世界的に見ても、また他業種から見ても誠に奇異な手順を踏んできた。特許の数は会社の信用を高めはするが、特許は仕事に結びつかないのである。勢い、研究や開発の方向も独自路線を目指すのではなく、横並び、総花的、特化しないという体質が生まれてきた。コンクリートを例に取ってみても、誰かが高流動をやれば皆が後を追ひ、今度は軽量だとなればどこの会社も同じ研究を行ってきた。

また、代案を認めない契約制度が、コストダウンに対するインセンティブを弱めていることも見逃せない。コストダウンに寄与する技術を独自で研究・開発したとしても、それが採用される道がなければ、インセンティブが働かないのは当然のことである。結果的に、ゼネコンの研究開発成果にコストダウンに関わるものが驚くほど少ないという現象がおきている。VE という手段もとら

れてはいるが、実効を発揮するまでには至っていない。

今、その入札・契約制度を変えようという動きが急である。「技術と経営に優れた会社が繁栄する」ための仕組み作りが急ピッチで進められている。が、反面、「何も変わらない」という声も根強くある。建設業という業種が生まれて以来、この業界に競争はなかったという指摘もある。技術が競争に勝つための道具であれば、その中枢たる研究機関は経営のために必須である。これからも競争が行われず、かつ信用をそれほど必要としない社会になるのであれば、企業内研究機関は存在価値を失う。

d) 景気後退に伴い他産業のリストラによって失業者が増大する、これを景気対策の名の下に公共事業を増やし建設業で吸収するというサイクルは、すでに限界がきている。この状態を続けていると、建設業は破綻するという指摘もある。建設業が生き残りを図らなければならない時代がそこまで来ているのである。

企業が学術的に優れた研究をすることの意義を、信用の獲得に見出していた時代は終わろうとしている。いくらでもパイがあった時代を過ぎ、限りあるパイを奪い合う時代になって、企業の研究機関は経営に役に立つことがその存在価値であるという、しごく当たり前のことに気がつき始めた。その存在が企業競争力を弱めているのであれば、それを縮小しようとするのは競争社会では当然である。図 C-1、図 C-2 は、それぞれゼネコン数社の研究所員数および研究予算の推移である。開発部門からの配置替えなどにより一時的に研究所員が増加している社もあるが、全体的には人員・予算とも漸減傾向である。

図 C-1 ゼネコン研究所員数の推移

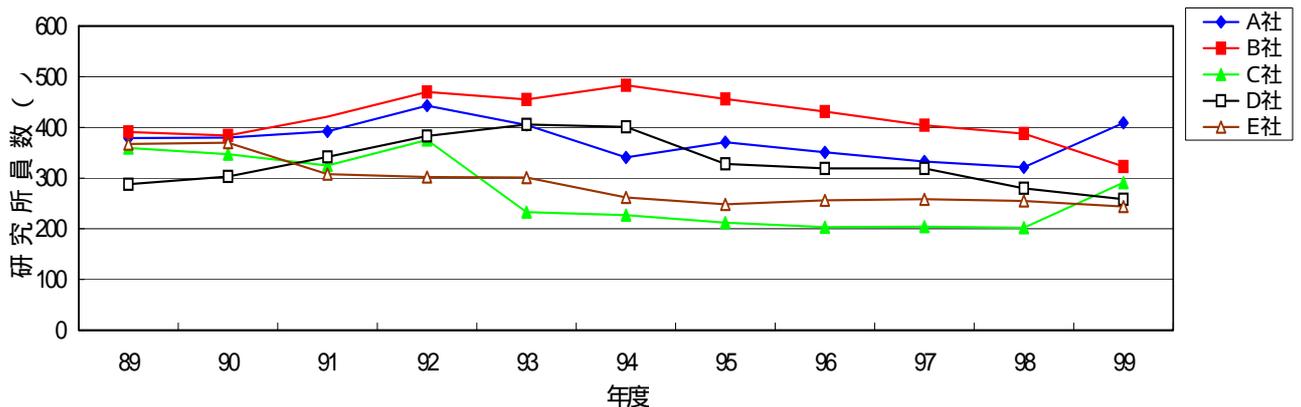
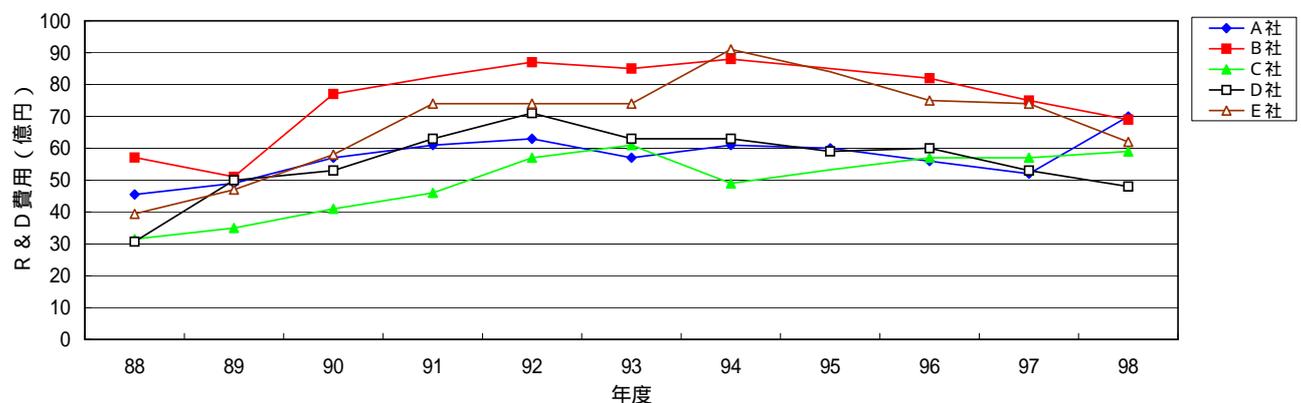
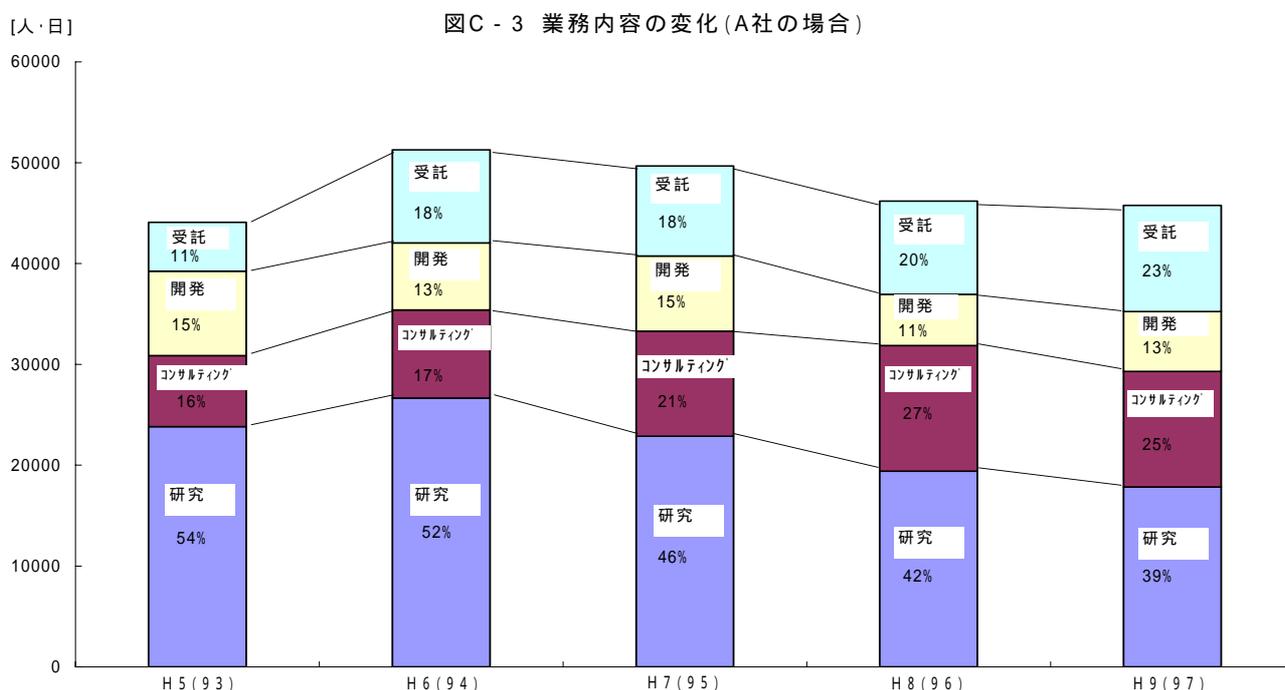


図 C-2 ゼネコン R&D 費用の推移



e) 図 C-3 は、あるゼネコンの技術研究所の業務内容の変化である。ここ 5 年間で、基礎研究の比率が減少し、現業のコンサルタントと受託研究の比率が上昇している。受託先はエネルギー関連の民間企業が多く、土研や大学からの受託は少ない。土木研究所との共同研究については、常にいくつかのテーマ数が同時進行してはいるが、その成果が直接企業の業績に結びついていないと難しい、共同研究という制度自体が曲がり角に来ているといえる。したがって、各社とも共同研究への取り組みについて慎重な姿勢に変わりつつある。

かつて、ゼネコンの研究所では、目先のことをやる必要はない、研究活動は将来のために必要な投資であり自由な活動こそが企業のエネルギーとなる、そのために、基礎研究に重きを置くというポリシーで運営されてきたところも少なくない。現在では、研究所の存在価値を問われ、その答えを高度な技術による現業のコンサルティングと新しい商品開発のための研究に見出そうとしている。



建設コンサルタント

(現状)

- a) 建設コンサルタントにおける研究開発においては、受託業務そのものが研究開発となっていることが最大の特徴であり、建設コンサルタントそのものが研究・開発組織であるという一面がある。
- b) 建設コンサルタント自身における研究開発への投資は売上高の約1%程度であり、比較的少ない。
- c) 建設コンサルタント自身における研究開発は解析手法、数値解析プログラムの開発や、調査・分析、観測に関わる機器の開発など、調査・計画に係わる技術、ならびにCAD技術など設計に係わる技術の研究開発が主流となっている。

(課題)

- a) 欧米諸国では、コンサルタントがプロジェクトの企画・設計・管理を行ない、それに必要な研究開発をリードしコーディネートしている。これに対し、わが国のコンサルタントは行政機関や社団法人、財団法人などから研究開発業務を単体で受託することが多く、それもあって受け身的である。国際市場で欧米のコンサルタントが本来的業務として行なっているデザインファームとしての業務に積極的に進出するとともに、当該業務が要請する研究開発（特にコストダウン技術）に対しての主導的な役割を発揮することが望まれている。
- b) 前項に関連し、欧米諸国に肩を並べて活躍するためには、建設コンサルタントは、高い技術力、企画力を有する人材を獲得していく必要がある。
- c) 建設コンサルタントが主として担当する土木技術のソフト面での国際的評価が低い。これはa)で述べたわが国のコンサルタントの実態ならびにb)で述べた人材不足問題と相互依存の関係にあるため、この悪循環を断ち切る抜本的な変革が必要である。
- d) 経営基盤が弱いため、経営状況によって研究開発投資が左右されやすい。また、投資にあたっては共同研究など効率的運用が必要である。
- e) 研究開発に係わる受託における選定、契約、報酬などの改善が必要である。
- f) 建設コンサルタント自身による研究開発に対する積極的な評価が必要である。

(現状)

a) 建設コンサルタントにおける研究開発においては、受託業務そのものが研究開発となっており、受託業務の遂行という形で各種の研究開発に貢献している。

研究開発に関係する業務は、例えば建設省の研究組織である土木研究所からの受託という形になっている。土木研究所に限らず、地方建設局や社団・財団法人から受託するケースも多い。因みに社団法人および財団法人からの受託額は平成 10 年度で約 310 億円に達している。

(建設コンサルタンツ協会の平成 10 年度会員受注状況調査書, 会員 480 社)

業務の内容は、発注機関によって多少異なるが表 C-2 のとおりである。

一方、建設コンサルタントは各分野で任意に組織される学識者を中心にした各種研究会に参加し、共同の研究開発に参加している。

b) 各建設コンサルタント企業においても自ら研究開発に投資している。土木系技術者分布調査(土木学会企画委員会, 平成 11 年 5 月)では、アンケート対象 46 社のうち 8 社では現業部門とは独立して研究組織を保有している。研究組織を保有している企業の研究組織人員は平均 12.6 人(技術者 11.6 人)であり、年間予算は平均約 2 億円である。(表 C-3 参照)

建設コンサルタントにおける研究開発のもう一つの特徴として、自社独自の開発の他に、他の研究機関に職員を派遣している点ならびに社会人大学に参加している点が特徴的である。

(社)建設コンサルタンツ協会の建設コンサルタント第 2 回実態調査報告書(平成 7 年 3 月, 以下「建コン実態調査」という)によれば回答 869 社の研究開発投資総額は約 20,322 百万円であり、1 社平均 23.4 百万円、対売上高比率は 1.1%である。

なお、同調査によれば研究開発とは別に社内外講習会への参加、海外視察・留学など社員の研修に対し、売上高の 0.7%を投資している。

c) 建設コンサルタント自身における研究開発は調査・計画ならびに設計に係わる技術についての研究開発が主体であり、施工管理、施工技術に係わる研究開発の割合は小さい。(図 C-2)

調査・計画に係わる技術の研究開発は、例えば公共事業の費用効果分析手法の研究などの解析手法の研究開発、公共用水域における水理現象、富栄養化現

象などの数値解析プログラムの開発といった計画技術に関連したものや、3次元流向・流速観測手法の開発やバイオテクノロジーを利用した水質汚濁測定法の開発といった調査・観測技術に関連したものである。

設計技術に係わるものとしては、CAD、VE研究などであり、緑化技術、あるいは水質浄化、騒音対策など施工に関連する技術開発も行われている。

(課題)

a) 欧米先進諸国、特にアメリカにおいてはコンサルタントが研究開発をリードし、具体的な研究開発プロジェクトをコーディネートしている。これはコンサルタントが、いわゆるデザインファームとして企画・設計・監理業務という建設プロジェクトの主要業務を担当していることに加え、学校、官庁、民間の間の技術者の移動が活発であること、教員がコンサルタントを兼業できることなども一因であると思われる。

建設コンサルタントは、その業務内容や果たすべき役割から、建設事業における新規の研究開発課題が見える立場にある。このことから、発注者や学界に対して研究開発についての具体的な提案を積極的に行い、研究開発プロジェクトをコーディネートしていくことが求められる。

b) 欧米先進諸国では、博士号を持ったり、大学教員の経験者あるいは現役がコンサルタントとして活躍している。国際的に欧米先進諸国と肩を並べて活躍し、国内においても研究・開発をリードしていくためには、博士号の取得、博士号保有者の採用あるいは大学教員経験者の招聘など、人材を獲得していかなばならない。

c) 土木分野における解析手法や数値解析プログラム、データ処理プログラムなどいわゆるソフト分野について現状の国際的評価は低い。これには国際的なPR、発表が不足していることも影響している。ソフト技術は、国際競争力の重要な部分であり、建設コンサルタントはソフト開発を積極的に行い、国内外での学会などの場で発表するとともに、商品化に努めることが求められる。また、建設コンサルタントがソフト開発に力を注げるような環境づくりの形成も必要である。

d) 建設コンサルタント企業は概して経営規模が小さく(建設コンサルタンツ協会会員480社の1社平均売上高2,260百万円、平成9年度)わが国では主として行政機関からの受注産業であるので公共事業量の変化に敏感であることから、

研究開発投資は経営状況に大きく左右される。前述の建設コンサルタンツ協会実態調査では、研究開発費の対売上高比率は昭和 61 年度は 0.5%であったのが平成 5 年度は 1.1%に上昇しているが、平成 9 年度以降は激減している。例えば A 社では平成 11 年度は平成 8 年度の 1/2 に減額されている。

一方、建設コンサルタント業界全体としては、研究開発投資額は 200 億円のオーダーであることから、その効率的な活用が望まれている。建設コンサルタンツ協会実態調査でも業界としての共同研究所の設置を求める意見が多い(図 C-4)。

e) 研究開発に係わる受託においては、選定、契約、報酬などに課題が多い。選定においてはプロポーザル方式の採用など技術力による選定が必須である。

また、報酬は一般的な設計業務に係わる人件費単価をベースに歩掛りによる積算によっているが、別途単価の設定、あるいは成果の評価による買取り方式などの工夫が必要である。

一方、契約に関しては著作権の問題がある。使用权についてはその所属について論議のあるところであるが、人格権(氏名の表示など)については積極的に認めていって、受託者である建設コンサルタントにインセンティブを付与することが望まれる。

f) 建設コンサルタント自身による研究開発に対して、これを評価して採用していくことが必要である。発注者は往々にしてある専門分野業務について 1 社独占になりかけないとして、例えば開発プログラムなどについて採用しない傾向にあるが、このことは研究開発のインセンティブを失くしてしまうことになりかねない。内容を公開すれば他社も開発に取り組み、良い意味の技術競争になると考える。

表 C - 2 建設コンサルタントが受託する研究開発関連業務

発注機関	研究開発関連業務
国などの工事所管発注機関 (地方建設局など)	<ul style="list-style-type: none"> ・新事業開発検討 (例えば ITS、舟運など) ・解析手法の開発と応用 (例えば経済評価手法など) ・分析・観測などシステム機器の開発と応用 (例えば洪水観測センサーなど)
国などの研究機関 (建設省土木研究所など)	<ul style="list-style-type: none"> ・解析手法研究開発 (例えば経済評価手法など) ・数値解析プログラム開発 (例えば水理計算プログラムなど) ・分析・観測などシステム機器開発 (例えばバイオテクノロジーを利用した水質浄化システムなど) ・新しい事業システム開発 (例えば積算システムなど)
社団法人, 財団法人	<ul style="list-style-type: none"> ・解析手法研究開発 ・数値解析プログラム開発 ・分析・観測などシステム機器開発 ・関係情報収集と分析 (例えば欧米の水管理手法など)

(注)社団法人, 財団法人からの研究開発関連業務は国などの研究機関からの場合とほぼ同様であるが、有識者による委員会形式で進められることが多い。

表 C - 3 建設コンサルタントの研究組織についてのアンケート結果

研究組織の有無	全体	有	無
	46社	8社	38社
研究組織の役職員数 (1研究組織当たり)	全体	事務系	技術系
	12.6人/社	11.6人/社	1.0人/社
研究組織の年間予算 (1研究組織当たり)	年間予算		
	206百万円/社		

(注)土木学会職域別技術者アンケート調査結果(平成11年5月実施)より

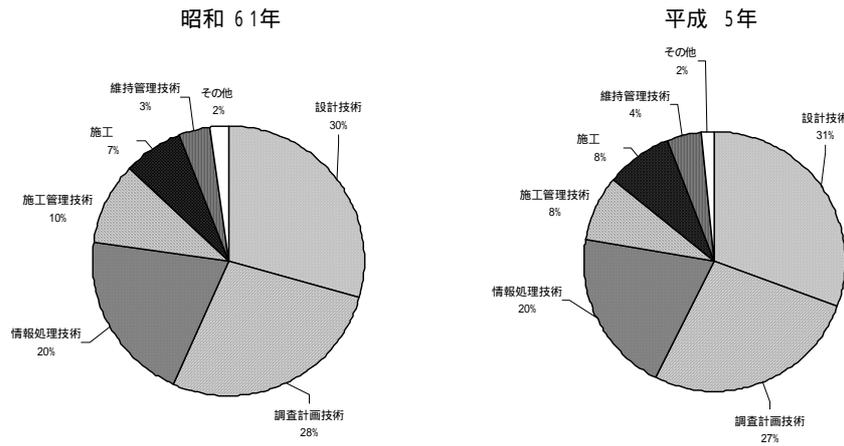
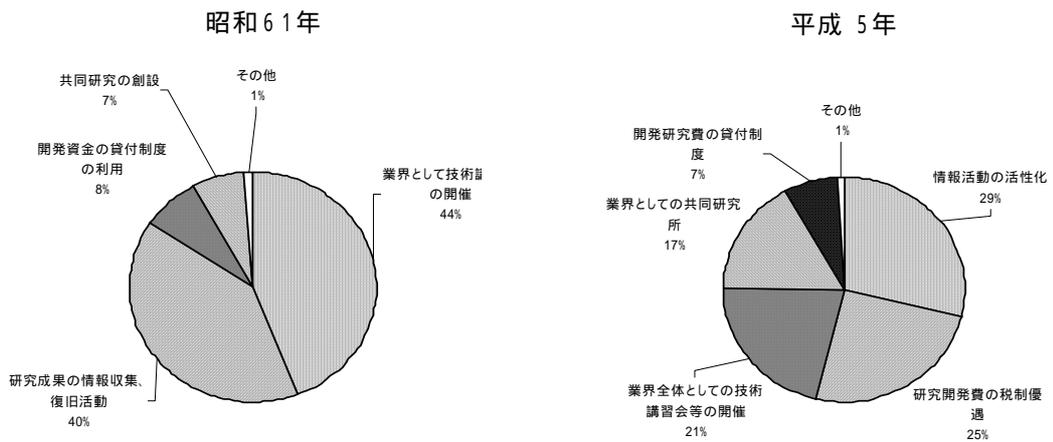


図 C - 4 建設コンサルタントの研究・開発分野

(建設コンサルタント第2回 実態調査報告書, 平成7年3月, (社)建設コンサルタンツ協会)



(注)平成5年では「研究開発費の優遇税制をはかる必要がある」の項目を追加した。

図 C - 5 建設コンサルタントで技術力向上に必要な事項

(建設コンサルタント第2回 実態調査報告書, 平成7年3月, (社)建設コンサルタンツ協会)

鉄道関係

- a) 国鉄改革に伴い、財団法人鉄道総合技術研究所が発足し、JR各社からの負担金で運営されている。JR各社の研究開発体制については現在のところ、独自の研究所を持っていないが、会社によっては、自社研究所のニーズが高くなると傾向にある。
- b) 鉄道総研と各JRの人事交流については、若手を中心になされているが限られた範囲である。今後の鉄道総研の研究が鉄道工事における技術開発、新工法、コストダウンなど、現場および施工実施から離れる恐れがある。基礎研究を進めつつ、現場のニーズを反映させる工夫を要する。

a) 国鉄時代は鉄道の土木関係研究機関として、以下の2箇所が存在した。

- ・ 鉄道技術研究所 ... 基礎技術、線路技術、電気技術
- ・ 構造物設計事務所 ... 構造物設計基準、新規構造物設計、技術指導

鉄道技術研究所は主に基礎分野を中心として取組み、現場における各種構造物の設計指導、新形式構造物の導入、新工法の導入、設計基準の作成改訂は構造物設計事務所が担当した。双方の人事交流は比較的少なかった。

1987年4月JR発足後は、技研と構設を合わせたJR総研が発足した。その基本運営資金はJR各社が売上げに応じて負担することとしており、売上げの0.35% (JR貨物のみ0.035%) で概ねJR全体の売上げ4兆円×0.35% = 140億円となる。この基礎部分以外に受託事業に積極的に取組み約40億円、検査、出版、講習、情報サービスで約20億円と全体として約200億円の収入規模となっている(リニア特別会計分を除く)。要員約500名。

b) JR各社の取組み

JR内の研究開発体制については、車両、情報などを中心として技術開発推進担当部で研究開発を進めている。

土木関係の研究開発については、建設工事部を中心として、各工事事務所とチームを組んで、開発実施している。また、従来構設が行ってきた構造物の設計指導、技術指導については、構造技術センターを設けて技術指導を行っている。鉄道特有な工事に対する技術開発、新工法の開発については、特許工法などの相互利用促進を目的に鉄道ACT研究会を発足させ、特許工法の普及と技術開発コストの回収を図っている。鉄道総研とJR各社とは多少の人事交流は

あるが、若手のごく少数に限られる。JR各社は、コストダウンを中心とした技術開発が中心となり、鉄道総研は基礎研究、JRの各社事情を超えた共通研究に役割分担をしている。鉄道総研は基礎研究において、今後とも役割を果たすとともに、JR各社や現場ニーズを研究テーマに反映させる積極的な努力が必要になると思われる。

電力関係

- a) 技術研究開発は各電力会社の研究所などと、電力中央研究所において実施されている。このうち、電力各社は競争力強化や各社施策に必要な独自の研究を、電力中央研究所は電力の共通基盤技術の研究を推進している。
- b) 今後の課題としては、電力自由化に代表される規制緩和のなかで、各社の競争力強化のための独自の研究と共通基盤技術の共同研究のありかたについてさらに明確にし、経営資源を最適化することが重要である。

a) 電力各社の現状

電力各社の研究開発業務は本店各部（技術開発部、建設部、工務部など）と各社保有の技術研究所などで実施されてきた。そのなかで、大規模水力開発時代はコンクリート試験、土質試験、水理実験など現場に密着した試験業務が中心であった。近年は火力・原子力地点開発が加わり、また、保守管理業務も増大するなかで、対象業務も多様化し、新材料、新工法、環境対応などの技術研究開発も行われている。

一方、電力中央研究所においては、高度な知見や設備を必要とする研究や、電力大での共通基盤技術の諸研究を実施してきた。電力中央研究所（我孫子研究所）の概要は以下の通りである。

- ・ 電力中央研究所（総員 870 名）のうち我孫子研究所（240 名）において土木関係業務を実施している。研究項目は地質、地震耐震、構造、水理、原子力バックエンドプロジェクト、加えて境界分野の環境科学、生物科学などである。11 年度基本方針は「電気事業の重要課題の適時・的確な解決」「21 世紀の研究開発を支える研究推進体制の構築」「業務全般にわたる合理化の徹底と組織効率の向上」である。
- ・ 研究件数(平成 10 年度)は約 360 件であり、このうち電力会社からの依頼件数約 210 件(59%)、国などからの受託研究約 20 件(6%)となっている。
- ・ 研究予算(平成 10 年度)は電力各社からの給付金および国などからの受託研究費を含めて 50 億円程度である。

b) 今後の課題

2000 年より電力の部分自由化が始まり、電力各社の地域独占が崩れ、競争原理が働き始めるなかで、各社の競争力強化のための独自の研究と電力の共通

基盤技術の研究のあり方についてさらに明確な区分が必要となり、各電力および電力中央研究所の関係において経営資源の効率化を図る必要がある。また、電力大のみならず、国の機関、大学、ゼネコン、コンサルとのさらなる協調により、より効果的な技術開発成果を生み出す工夫も必要である。

競争力強化のための電力土木における研究としては、コストダウン項目があげられ、新規地点における新工法、新技術や設備保守運営上の劣化診断技術などがあるが、研究開発を目に見えるコストダウンとして評価できるよう望まれている。

また、より効果的な技術開発を目指し、電力以外の分野との研究開発技術交流も視野に入れる必要がある。

(5) 土木分野における研究開発の質とその評価

- a) 日本のゼネコンの研究成果の中で、学術的にも大きな貢献がなされた事例は多い。
- b) 海外からの技術導入に熱心であり、日本の土木技術の中でオリジナルなものがどれだけ存在するかという厳しい指摘が存在する。
- c) わが国は過去 10 年間で、技術貿易赤字から黒字に転換することができた。こうした中、大学の技術移転のシステムの整備が進む一方、土木の分野は出遅れている。

a) 日本での土木の研究開発は大学、公的研究機関、民間のゼネコンなどの研究所でなされてきた。ゼネコンの研究所はコストベネフィットの面からは、成り立たないという指摘がある。しかし、ゼネコンの研究所の中で学術分野への貢献は無視できない大きなものがあつた事例もある。大学とは比べ物にならない規模の予算と、一大学ではそろえられない、優秀な人材が投入された場合には、大きな研究開発成果が得られるという教訓も得られたと言える。

b) 一方で、大学、公的研究機関、民間の研究機関の研究開発の Quality は実際のところどうであるかという問題設定もある。企画委員会での大成建設花村氏の講演、話題提供および意見交換によれば、国内の事業でも民間工事では技術的な面での競争世界に入っているという現状認識がなされる一方で、日本の土木技術で世界に通用するものオリジナルなものがどれだけあるかという厳しい見方が存在する。特に、1980 年代では契約やマネージメントが問題とされてきたのに対し、1990 年代では技術コストの問題がクローズアップされ、技術力の持つ重みや研究開発の Quality や評価が問われるようになってきた。

また、21 世紀に向け、わが国がより豊かで潤いのある社会を実現して行くためには、新たな知見や技術を生み出すことにより、新規産業や雇用を創出してゆくとともに、環境や人口など、地球規模の問題の解決に貢献することが必要であるとの認識が高まっている。知的資産としての研究成果の Quality の尺度として、特許について調べてみると、1980 年代後半から 1990 年代はじめにかけて、わが国は米国の 4 倍以上の特許出願を行っているにも関わらず、約 4 兆円の技術貿易赤字となっていた。しかしながら、1993 年より技術貿易は、黒字に転じ年々増加傾向にある。

c) こうした中で、大学の基礎研究への期待が高まり、大学の基礎研究と技術移転のシステムの整備が急がれているが、さまざまな、産学官の研究プロジェクトのプログラムの中で、土木の分野は出遅れているのが現状である。この理由として産・官・学で形成する土木分野のなかで、研究開発が事業推進の必須要素として適切に位置づけられていないことなどが挙げられる。

(6) 研究開発体制の課題

a) 経営資源と位置づけられていない研究開発

研究開発が拡大再生産あるいは持続的再生産が可能なサイクルを有しておらず、経営資源としても位置づけられていない。研究のコスト意識も低い。

b) 評価とインセンティブの欠如

研究開発成果を外部から評価するシステムがなく、個人が研究を遂行するインセンティブはもとより、組織として研究開発部門を維持する積極的なインセンティブが見当たらない。

c) 先細りする研究者の再生産体制

研究者の再生産体制が適切に機能しなくなりつつある。

d) 資源の偏在化

人材、資金、設備、現場といった研究資源が存立基盤の異なる研究機関の間で偏在しており、相互利用の体制も整っていない。また、「研究」と「現場」の乖離も見られる。

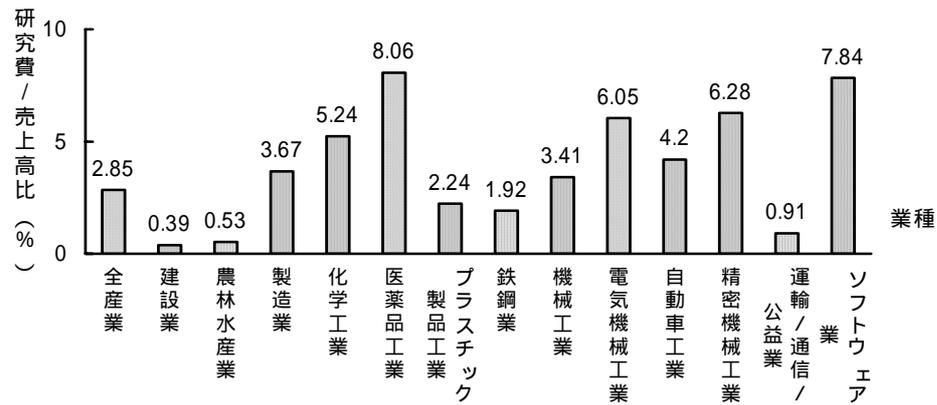
e) 総合的な競争力を持たないわが国の土木技術

施工技術や一部の理論研究などにおいては国際水準に達し世界をリードしている技術や研究が見られるが、あくまで要素技術に留まり、プロジェクト全体として国際競争に勝ち残り利益を確保しうるような総合的な競争力を持ってはいない。また、コストダウンを目指す技術開発は極めて少ない。

f) 再編の好機

民間企業における組織のリストラ、大学院生の流動化、国の研究機関や国立大学の独立行政法人化の動きといった現在の状況は、ある意味で研究開発マーケットを新たに構築する上での好機であるともいえる。

a) 研究成果が業務の受注や特許料収入、外部からの研究投資、野心に満ちた研究者の流入といったかたちをとって新たな研究資源をもたらし、さらなる研究成果につながるという形で研究開発を持続的ないしは拡大再生産するしくみが確立されていない。また、民間企業については企業の経営資源としての研究開発部門の位置づけが明確でなく、一種のステイタスシンボリックな機能しか有していないケースも少なくない。単純労働者まで含めると 700 万人にも上る従業員数を抱える極めてすそ野が広い業界にあって“母数として何をとりべき



図C - 6 業種別に見た我が国における研究費の対売上高比
(科学技術庁編「平成11年版科学技術白書」p.545の表をもとに作成)

か”という問題もあるが、高い国際競争力を有する電気機械工業や自動車工業における売上高に占める研究費の比率が5~8%程度であるのに対し、建設業は0.4%弱に過ぎないところに端的に見ることができる。研究テーマにも現場での問題に対応するための研究に特化しているといった偏りが見られ、製品開発的研究、コスト縮減、工期短縮を意識した研究が欠けていた。また、一定の研究開発成果をできる限り低コストで得るという要請もさほどなく、研究におけるコスト意識が十分でない。

- b) 研究成果を活用するマーケットが存在していないため、効率的な生産資本としての研究開発成果とその生産システムである研究開発機能を外部から評価するシステムがない。研究成果に対する実質的な評価が外部からなされないと、研究者本人の研究遂行意欲はもとより、貴重な資源を投入して研究開発を行うというインセンティブを組織が保持し得なくなる。現場における問題解決型に偏り新製品開発型の研究開発が少ないのもそれを商うマーケットが不完全であり、したがってマーケットリサーチを行う動機も生じないところに原因の一端があるものと推察される。
- c) よい研究成果を出しても報われることが少ないと研究に携わろうとする意欲が減退し、しかるべき人材を研究機関内にとどめておくことが困難になる。と同時に若き同僚を多数養成して研究の拡大再生産を行おうとするインセンティブが低下し、養成のための投資の先細りと相まって、研究者の再生産機能が失われつつある。また、大学においては大学院重点化に伴う学生の二極化が進み、人材の流動化なしには研究者の再生産が困難となる状況も生じつつある。

- d) 設備と資金と現場に欠ける大学、研究者が相対的に少ない国の研究所、基礎的・長期的な研究の蓄積に欠ける民間企業の研究所といった基幹的研究資源から、高価な設備を保有しているにもかかわらず当面利用する者のいない研究機関と必要を感じながらもそれを利用できない他機関の研究者や類似テーマに関心を持ちながら異なる研究機関に属して共同研究の機会がない研究者など、さまざまなレベルにおいて研究資源が偏在している。また、個々の研究機関が類似した機能を保有する傾向も見られ、電力や鉄道においては中央研究所と各社が有する研究開発部門があり、棲み分けはなされているものの二重構造化する恐れがある。にもかかわらず、共同研究、人材の流動化、研究資金の流動化などこれらの研究資源を相互利用するしくみが十分整っていない。研究の場と現場が必ずしも密接な関係になく、両者の乖離も懸念されている。
- e) プロジェクトのコストは計画段階でほぼ決定されるが、わが国では計画策定技術やプロジェクトの設計監理技術に対する投資が少なく、全体的なコスト削減という観点に立った研究開発もあまり行われていない。その結果、施工部門は競争力を有しているものの、エンジニアリング部門に競争力がなく国際市場で設計管理業務を受注できない。また、そのため、海外コンサルタントの設計監理によるプロジェクトの施工を行うに留まっているというのが実状で、請負業の域を出られず、名(プロジェクト実施主体としての認知)も実(利益)もとれない状況が続いている。
- f) 民間企業では受注量の減少に伴う研究開発部門のリストラが進められている一方、国の研究機関や国立大学においては行財政改革の一環として独立行政法人化などの検討がなされつつある。また、国立大学においては大学院重点化に伴う学生の二極化が進み、教育・研究機能の分担の新たなあり方が模索されている。いずれも研究開発機能の効率性が問われており、効率化を進めるためには種々の機能の適切な分担が不可欠であるが、単一の機関内では必ずしもそれが可能でないため、既存機関の枠を超えた大胆な組織再編をも視野に入れて新たな枠組みを構築することが必要な状況となっている。そこでは研究開発成果の評価と活用、ならびに適切な資源配分が求められており、国際市場への進出や周辺分野への展開の機運とも相まって、研究開発マーケットを構築するための諸条件がこれまでになく整いつつある。

C - 2 研究開発体制の方向

(1) 研究開発体制の変化

国の研究開発体制の変化

- a) 「中央省庁など改革基本法」(省庁再編) に基づき、中央省庁など改革関連法律案が平成 11 年 7 月 8 日に成立した。
- b) これにより、現行の 1 府 22 省庁体制が 1 府 12 省庁体制に再編され、平成 13 年 1 月から新体制がスタートする予定である。
- c) 内閣府に総合科学技術会議が設けられるとともに、北海道開発庁、国土庁、運輸省、建設省を母体とする国土交通省が誕生し、通商産業省は経済産業省に、厚生省は厚生労働省に移行することとなった。
- d) 行政改革により、国の試験研究機関の多くが平成 13 年 4 月から独立行政法人に移行する予定。建設省土木研究所、運輸省港湾技術研究所(仮称) はそれぞれ独立行政法人に移行する予定。
- e) 独立行政法人の特徴は、業務の公共性、効率性、自主性および透明性である。
- f) 国の試験研究機関として、国土交通省では建設省土木研究所、建築研究所、運輸省港湾技術研究所の一部を統合し、「国土技術政策総合研究所」(仮称) を設置することとされた。

(省庁再編)

- a) 行政改革については、平成 9 年 12 月に行政改革会議の最終報告がとりまとめられ、これを受けて平成 10 年 6 月に、内閣機能の強化、国の行政機関の再編成、国の行政組織のならびに事務および事業の減量、効率化などを内容とする「中央省庁など改革基本法」が成立した。

また、これに基づき、「内閣法の一部を改正する法律」ほか 16 件の中央省庁など改革関連法律が国会で審議され、新府省の設置法、独立行政法人制度の基本となる共通の事項を定めた独立行政法人通則法などが平成 11 年 7 月 8 日に成立した。

- b) これにより、1 府 22 省庁あった現在の中央省庁が 1 府 12 省庁に再編成されることになり、平成 13 年 1 月から新体制がスタートすることになった。

c) 新体制では、内閣の重要政策に関する事務を助けることを任務とする内閣府が新設され、この中に重要政策に関する会議として総合科学技術会議が設けられた。総合科学技術会議は、内閣総理大臣を議長とし議員 14 人以下で構成され、科学技術の総合的かつ計画的な振興を図るための基本的な政策について調査審議することなどを所掌事務としている。

また、北海道開発庁、国土庁、運輸省、建設省を母体として、国土の総合的かつ体系的な利用、開発および保全、そのための社会資本の統合的な整備などを行う国土交通省が設けられた。

この他、科学技術庁と文部省が文部科学省に、通商産業省は経済産業省に、厚生省は労働省と統合され厚生労働省に移行することとされた。

(独立行政法人化)

d) 省庁再編の根拠となる「中央省庁など改革基本法」においては、「政策研究などの国が直接に実施する必要のある業務を行う機関以外の機関は、原則として独立行政法人に移行すべく具体的な検討を行うこと」とされている。

これに基づき、政府部内での検討の結果、運輸省の港湾技術研究所、建設省の土木研究所をはじめ、現在の国の試験研究機関の多くが平成 13 年 4 月から独立行政法人という新たな組織形態に移行することとなった。

e) 「中央省庁など改革基本法」および「独立行政法人通則法」によれば、独立行政法人とは、「国民生活および社会経済の安定などの公共上の見地から確実に実施されることが必要な事務および事業であって、国が自ら主体となって直接に実施する必要のないもののうち、民間の主体にゆだねた場合には必ずしも実施されないおそれがある」などの理由がある事務・事業について、国とは独立した公的な組織に行わせようとするもので、それぞれの組織の事業内容などの詳細は個別に定める法律で規定されることとなる。

独立行政法人制度の主な特徴は、次の通りであり、従来国の研究機関で制約となっていた事項の改善が図られるとともに、効率性、自主性、透明性に配慮したものとなっている。

- ・ 主務大臣は 3～5 年の期間における独立行政法人の達成すべき業務運営に関する目標（中期目標）を定める
- ・ 各独立行政法人はこれを達成するための計画（中期計画）を策定し、自らの

創意工夫により計画的に業務を遂行する

- ・いわゆる企業会計原則を採用して財務運営に柔軟性を持たせる
- ・業務運営には各独立行政法人の自己責任が強く求められ、外部有識者から成る評委員会による業績評価が義務づけられる

f) 一方、環境問題や災害対応など、国土を取り巻く状況は常時変化しており、国が責任ある政策実行体制を担保するには、自ら継続して所管分野の技術を蓄積・向上し、行政と一体不可分な技術政策に迅速に反映させる必要があり、国が主体となって総合的な研究を行う機関が不可欠である。

このような趣旨に基づき、今般の試験研究機関の見直しの一環として、国土交通省の試験研究機関として「国土技術政策総合研究所」(仮称)を設置することとされた。なお、独立行政法人と国土技術政策総合研究所(仮称)の研究上の役割分担などについては現在検討中である。

大学における研究開発体制の変化

- a) 社会状況の変動、大学への期待と厳しい見方などをベースに、大学をとりまく状況は急激に変動するなか、大学の側でも、組織を主体的に変革し、土木分野でも学際領域を開拓する動きが活発になってきた。
- b) 一方、こうした変動の中、一部国立大学の大学院重点化に伴う定員増は大学院生の流動化を引き起こし、大学間の2極分解を引き起こしている。

a) 近年、大学をとりまく状況は急速に変化している。この変化の背景として、学術研究の著しい進展や社会・経済の急速な変化、学問分野の細分化と複合領域の増大、高等教育の大衆化、生涯学習体系への移行などの社会的状況の変動、また、産学共同の推進や国際競争力の確保の維持なども求められるようになってきたこと、また、文部省の答申に見られるように、大学に対する社会からの厳しい見方も存在する一方での高等教育への大きな期待などを挙げることができる。

この結果大学では、多様な知識、経験を有する教員相互の人事交流が不断に行われる状況の創出が大学の教育研究の活性化にとって重要であるという認識がなされ、これまでも述べてきたように、大学の教員などの任期に関する法律が公布された。また、大学の活性化に関連して、学生の流動化への一層の期待が大学審議会でも打ち出されている。さらに、国立大学の独立行政法人化や大学の自己点検、第三者機関からの評価などもクローズアップされてきた。一方、大学を取り巻く状況の変化の中で個々の大学でも学部や大学院の改組など主体的な変革を行うケースも多く見られる。社会・経済の急激な変化、学問分野の細分化と複合領域の増大にあわせるように、専攻の名前も社会基盤工学、人間環境システム、環境地球工学など、従来の土木のコンセプトをベースにしながらも、学際領域を開拓してゆく前向きな流れであると考えられる。

b) こうした、大学の主体的な改革、特に、一部国立大学の大学院重点化に伴う定員増によって、学生の大学間への流動化も生じ、学生が大学院への進学時点で自分に相応しい教育研究環境を改めて選択できる機会が広がっている。しかし、この流動化が優秀な学生を集める大学と放出する大学への2極分解を引き起こし、前者では学生に対する教員の比率の低下、後者では学生の質の低下が生じる可能性があるなど切実な問題をはらんでいる。

(注) 土木に関連しながら土木，建設の名称の無い専攻名，学科名の例

社会基盤工学，都市環境工学，環境資源工学，環境計画学，環境工学科，人間社会情報科学専攻，都市システム工学科，情報環境学，社会開発システム工学科，人間環境システム，地圏環境工学，環境地球工学，地球総合工学，宇宙地球科学科，知能情報システム工学

民間会社の研究開発体制の変化

- a) 企業内研究機関の存在価値をどこに見出すか、どのような評価軸でそれを評価してもらうか、について早急に戦略を立てる必要がある。
- b) 国際競争力を高めるために、企業内研究機関がどのような貢献ができるかを明示する必要がある。
- c) 土木界を研究機関同士が競争する体質に変え、競争を通じ技術が高まる仕組みづくりを考える必要がある。
- d) 統合・縮小・撤退・売却の道について、経営への影響、研究員の処遇、信用の下落などを勘案し、真剣に検討する時期に来ている。
- e) 建設コンサルタントは、これまでの受身的立場を脱却し、研究、開発をリードする立場を構築すべく、積極的な投資と人材の確保を行っていく必要がある。

- a) 建設事業量が横ばいもしくは減少傾向と予測される一方、受注競争の激化による利益率の低下は必至である。このような状況の中で、利益に直接寄与しない部門の見直しが図られるのは当然のことである。これまでの信用 評判 シェア 利益という日本流の経営手法が変わろうとしている現在、研究開発費は必要経費であるという考え方は通用しない。企業内研究機関は、明確な形でその存在価値、すなわち経営への寄与の度合いを示す必要がある。これまで、他製造業の研究所ではあたりまえながら、ゼネコン研究所が不得手としてきた、新しくマーケットを作り出す研究開発や商品開発型研究も一つの道である。
- b) 海外のゼネコンは、研究部門や設計部門を持っていない。だから日本のゼネコンは国際競争力がない、という指摘がある。しかし、このことが逆に国際競争の舞台においてアドバンテージとなる可能性は大いにある。国際競争の場では、信用は役に立たないが、真の技術提案力は必要である。それを他の設計コンサルタントや研究機関に外注する外国企業に対抗して、インハウスで検討するわが国建設業が勝つために、研究部門がどのような体制であればいいかを検討しなければならない。
- c) これまで建設業界そのものが技術競争体質を持っていたとは言い難く、当然ながら企業内の研究部門も他社と競争するという体質はなかった。競争が技術を高めることは疑いのないところであり、わが国全体の技術競争力を高めるた

めにも、産官学の研究機関が切磋琢磨する仕組みを作らなければならない。

d) わが国の入札契約制度は変わったようでまだ大きくは変わっていない。公共工事の発注は、未だに官の設計・施工計画で行われるものがほとんどであり、民間の創意工夫・独自の保有技術を活用する場はほとんどない。近い将来、真の技術競争社会が来ると信じ、その時まで企業内研究機関を保有しておく余裕のあるゼネコンは残念ながら多くない。とすれば、企業としては、てっとり早く研究部門の統合・縮小・撤退・売却の道を選ぶことも、あながち荒唐無稽な話ではない。研究部門を売却した後、必要な成果を買うという選択肢もあるはずである。しかしながら、経営上の判断のほか、そこにいる研究員の処遇を考えることは企業としての当然の責任である。

e) 建設コンサルタントにおいては、大手企業を中心に近年の国際化、社会資本整備への国民参加、ならびに多様な建設生産システムの導入などを背景にして、外国企業との提携、系列会社の設立、専門学識者の招聘などの手段により、ソフト開発、シンクタンク化、マネジメント業務開発に着手している。しかしながら、総体としてみると未だ発注者の指示を受けて動く受身的立場であるといえる。

建設コンサルタントには、国際的潮流から見て自ら提案していくことが求められており、研究開発をリードする立場を構築すべく、積極的な投資と人材の確保を行っていかねばならない。1 企業で投資が難しいのなら複数社で共同出資することが肝要であり、効率性の向上を主軸とした競争力強化を指向した企業経営がより必要とされている。

また、能力や業績を反映する処遇制度を導入して魅力ある職域とし、博士や大学教授など優秀な人材を積極的に獲得していく必要がある。

研究組織の技術者とその将来動向

- a) 学校を除く官庁、民間の各団体の研究組織に勤務する技術者は全体技術者の約 2.5% である。
- b) 官庁、民間の各団体においては、研究組織とこれに従事する技術者については不透明感を持っている。

a) 平成 11 年 5 月の土木学会企画委員会の土木系技術者分布調査では対象とした中央官庁、公社・公団、地方公共団体、建設業、建設コンサルタント、電力・ガス・私鉄、製造業など学校を除く 182 団体のうち 66 団体 (36%) で研究組織を保有している。その研究組織に勤務する技術者 (非土木系含む) は 2,500 人であり、全体技術者 (非土木系含む) 98,375 人の約 2.5% となっている。

b) 土木系技術者分布調査において、10 年後における研究組織と技術者についてアンケートを行なったが、研究組織については研究組織を保有する団体の 55% が現状規模で続けて行きたいとしており、規模縮小あるいは廃止が 14%、規模拡大が 13% となっている。

一方、技術者については現状程度が 43%、減少が 31% である一方、増加が 21% あり、研究組織ならびに技術者の将来については不透明感を持っている。

(2) 研究開発体制の基本的方向

研究開発の方向

- a) 社会資本整備を効率的に実施するために、コスト縮減，工期短縮などの研究開発がますます重要となる。
- b) 今後の社会状況変化に対応し、異分野・新成長分野・境界分野を取り込み事業拡大のために研究開発の役割は重要となる。
- c) 国際競争力強化のための、コスト競争力強化および独創的な研究開発が重要となる。

a) わが国の社会資本整備に対する投資は将来縮小が予想され、その中で設備の維持修理投資が増大するため、新規投資は相当程度縮小する傾向となる。そのような状況の中で、コスト縮減，工期短縮，高品質確保，安全確保など、国民が必要とする良質な社会資本を効率的に整備するために研究開発の果たすべき役割は重要である。

b) 地球環境問題、人口減少少子高齢化，グローバル化，高度情報化が今後ますますクローズアップされていくなかで、新規事業分野・境界事業分野が台頭・成長することが考えられる。土木界を取り巻く環境も、各種の他の事業分野との関連が強くなるものと予想され、今後、異分野も含めたこれらの分野を積極的に取り込み事業拡大するための研究開発が重要となる。

c) 国際的な大競争時代に入った現在、国際競争力の強化を図るためには、コスト競争力の強化が重要であり、研究開発の果たす役割は大変重要である。また、建設事業のみならずソフト開発，調査設計などのコンサルタント事業も含め、独創的な研究開発成果は世界をリードできる可能性もある。

競争力強化については国内における各企業者においても、品質向上，コストダウン・工期短縮などを正当に評価する市場原理が働くという条件のもとで、事業獲得のための技術開発や独創的な研究開発が重要な位置づけとなる。

研究開発の6つの機能の適切な役割分担

研究開発には、研究開発機能、試験検査機能、技術情報提供機能、コンサルティング機能、基準判定機能、人材育成機能の6つの機能があるが、大学、国（独立行政法人含む）、自治体、ゼネコン、コンサルタント、その他民間の各職域が競争と協力のバランスに留意しつつ適切に分担する必要がある。

a) 6つの機能の適切な役割分担

- ・ 研究開発機能

工学的基礎研究機能を有する大学と実験設備を保有するゼネコンを中心に官民の資金を集中し、独創的、長期的な研究開発を実施する。その際、得意分野の棲み分けと競争のメリットを考慮し、効率的な実施体制とすることが必要である。

- ・ 試験検査機能

実際のプロジェクトに関連した業務が多いと思われ、土研・港研、ゼネコンを中心とした試験実施体制とすることが効率的であると思われる。なお、プロジェクトにより、自治体、他民間の参入もある。

- ・ 技術情報提供機能

必要となる技術情報はプロジェクトの調査研究・計画・設計・施工・運営保守の各段階で多種多様なものがあり、それぞれの分野で蓄積、提供されることが望ましいが、所在情報などについては国または公共機関が一括して提供するのが効率的であろう。

- ・ コンサルティング機能

ソフトウェアの開発研究適用も含み、プロジェクトファイナディング・FS・DS・SV・OMのコンサルティング分野にコンサルタントを中心に取り組む。

- ・ 基準判定機能

性能保証型の考え方への普及も考慮し、大学、土研・港研などを中心に、国際的な視野をもちながら、わが国の基準類を統括管理する必要がある。

- ・ 人材育成機能

大学での教育を基本とした人材育成は、他機関でもそれぞれ重要であり、交流の場も含めて、全体で取り組む必要がある。

	大学	土研港研	自治体	ゼネコン	コンサル	他民間
研究開発						
試験検査						
情報提供						
コンサルティング						
基準判定						
人材育成						

(3) 社会的変革への対応

今後の公共投資は、行政改革・規制緩和が進行する中で、全体の枠の縮小とともに、質的にも更新の比重が増大し、効率化が求められる。そのなかで、センター業務・保険業務・地方支援業務という、新たな業種の拡大に取り組むべきである。

a) 公共投資の質的变化

新規投資から更新費への移行、運用の効率化と、新たな建設投資需要

b) 規制緩和と行革に伴う効率化

地方分権化の促進と地方支援業務・センター業務の拡大

- a) 新規投資から更新費への移行、運用の効率化と、新たな建設投資需要公共投資基本計画において、21世紀初頭には「社会資本が全体としておおむね整備される」事を目標としており、欧米に比べて立ち遅れていたとされるわが国の社会資本も、成熟期を迎えつつある。このことは、第一に、投資の中身が新規投資から更新費へと移行することを意味する。第二に、今後の高齢化社会と福祉予算の拡大を背景として、社会資本の効率化・高機能化が一層求められ、建設というハードから、利活用というソフトへと重心が移動する。

社会資本ストックは、その計画的な整備に伴い着実に増加してきたが、今後は蓄積された社会資本ストックの耐用年数の経過に伴い、大量の更新需要が発生すると予想される。同時に、この更新需要は財政負担を招き、結果として新規投資の圧迫要因になる。さらには、維持補修費も更新投資とともに新規投資の阻害要因となる。経済企画庁が平成6年度に推計したケースでは、毎年度の公共投資の予算伸び率が0%の場合に、2010年には新規投資がゼロになるという推計値も出ている。

また、更新にあたっては、単に既存施設の機能を維持するのみでなく、文化・環境への配慮、高齢化、高度情報化、耐震性の向上など、新しいニーズに対応して、機能を向上した施設の整備が求められることになる。

さらに、社会的要請の変化に伴い、建設関連投資の需要内容の多様化が進むとともに、新たな需要が見込まれるのではないかと予想される分野がある。具体的には、都市住環境の改善(中心市街地の活性化、住宅のリフォームなど)、環境対策(省エネ・新エネルギー開発、廃棄物処理、リサイクル、自然復元など)

高齢化社会への対応（福祉施設、バリアフリーのまちづくりなど）、情報化への対応（ITS、GIS、光通信など）などの分野の成長が考えられる。また、CM、PMなどの施工管理業務、PFIなどの公的な業務、既存施設の維持管理サービスなどの、建設関連業務の伸びも予想される。

b) 規制緩和や行革に伴う効率化地方分権化の促進と、地方支援業務・センター業務の拡大規制緩和に伴い、細かい数値規定から性能規定に移行するなど、製造者の自己責任化が拡大する。また、検査業務・技術指導分野の民営化が促進される。このため、構造物保険業務が拡大するとともに、検査・特殊設計の認定、基準・マニュアルづくりなど、いわゆるセンター業務が民営化され、新たな業務創出の可能性がある。

また、行政改革に伴い、行政のスリム化・効率化・スピードアップが求められるため、土木事業を実施する業務のなかで、調査・計画段階での政策面の重視、積算・発注業務のシステム化、外注化・施工計画・施工監督のCM化、監督の外部委託・VE、一般競争入札、WTOによる海外資本の参入を背景とした競争激化と大幅なコストダウン化が進行すると考えられる。特に、政策重視を背景として、費用対効果（CBA）を重視する方向にあるが、このことは、一面で、新たなコンサルティング・マーケットが生まれる可能性を示している。

また、地方分権化に伴い、地方政策の支援業務が拡大するため、技術コンサルティング業務が地域的に拡大する事が予想される。さらに、検査・特殊設計の認定、基準・マニュアルづくりなど、センター業務が発生する可能性がある。

(4) 周辺境界領域への展開

社会的要請の変化に伴って、環境・バイオ・エネルギー・情報関連などの分野との積極的な交流によって、新たな需要が見込まれるため、これらの分野へ積極的に展開を図るべきである。

土木工学は、物理的な研究対象が必ずしも固定化されているのではなく、社会資本整備に関連した事柄であれば研究対象となる、手法の学問であるともいえる。このことは、社会的要請の変化に伴って、社会基盤に対する考え方や対象が新たに生じれば、自ずから土木事業の対象や研究分野が拡大したり、新規に発生することを意味する。なかでも、今後は、環境・バイオ・エネルギー・情報関連などの分野との積極的な交流によって、新たな需要が見込まれるのではないかと予想される。具体的には、

- ・都市住環境の改善（中心市街地の活性化、住宅のリフォームなど）
- ・環境対策（省エネ・新エネルギー開発、廃棄物処理、リサイクル、自然復元など）
- ・高齢化社会への対応（福祉施設、バリアフリーのまちづくりなど）
- ・情報化への対応（ITS、GIS、光通信など）
- ・新たな空間利用（大深度地下、海洋、宇宙など）

などの分野の成長が考えられる。また、CM、PM などの施工管理業務、PFI などの公的な業務、既存施設の維持管理サービスなどの、建設関連業務の伸びも予想される。

環境面では、従来は、ともすれば「環境にも配慮する」という言葉に表されるように、事業の補完的な役割しか与えられてこなかった。しかしながら、例えば河川技術において、従来型のコンクリートを用いた河川工法が生態系に与える悪影響の反省から、自然材料を用いた近自然（多自然）工法への移行や、自然環境の原型への復帰が課題とされている。海岸事業においても、干潟や浅場が持つ様々な機能、特に水質浄化機能や生物生息空間を提供する機能の重要性が認識されるとともに、干潟や浅場の環境修復の技術を確立する必要性が高まっている。このような状況に表されるような、自然復元への社会的要請に対しては、生態学・生物学・水質化学との連携なしでは直ちに応えることができないものである。現状では、土木技術者と他の専門分野との共同作業で行われつつあるが、専門を異にする者同士の意思疎通は必ずしもスムーズに行われているとは言い難い。今後は、コンサルティング業務の中に、土木技術者の基本的知識に加えて、あるいはその一部としてこれら生態系の考え方を修得した人間を送り込んだり、養成する必要がある。

(5) 国際市場における総合的競争力の確保

- a) 国際競争力強化のためにコスト競争力をつけ、世界の土木事業分野に日本の研究開発技術を展開する。
- b) 日本得意の応用・改良技術のさらなる向上と、独創的な技術開発が醸成される環境をつくり、技術開発の強化を図りながら、国際市場へ積極的にのり出す。
- c) 近隣のアジア市場にはわが国と共通する課題が多く、有効な日本の技術を積極的に展開する。
- d) 世界に通用する技術者ならびに資格を生み出す環境を強化し、国際競争および国際的な技術情報交換に資する。
- e) 国際的な最先端の基準、ルールと日本のものの整合を図る。

a) 日本の土木技術は、戦後 50 年あまりを経て着実に発展してきた。当初、官主導で始まった土木技術も高度成長期には民へ技術移転が進み、さらに今日まで発展してきた。その内容は、品質、安全面で高度な技術発展を達成してきたといえるが、官民ともにコスト低減努力では遅れをとり、国際的なコスト競争力に弱点を持っていると言える。しかし、国際競争経済に突入した現在、有効なコスト競争力強化策を打ち出す必要がある。具体的方策としては、民間の自主性を重んずる技術開発、規制緩和、性能保証的考え方の普及、経済的な工事発注方式や建設システムづくりなどがあげられる。

国際競争の場において、建設事業の場合、海外ゼネコンは技術研究開発の中心となるコンサルタントや研究機関と協調し、競争力をアップしているのに対し、わが国ではゼネコン単独または JV で国際競争の場に出る場合が多い。これからは技術開発分野の専門機関と協調するか、または自己の研究組織の強化を行いながら、国際競争を行う必要がある。また、建設事業のみならず、コンサルタント事業・エンジニアリング事業においても、技術開発成果を国際的な場で展開する場合において、国家戦略としての国際競争支援体制を確立することも必要である。

b) 日本の土木技術は現在も多くの分野で世界第一級の水準にあるといえる。その中には、当初諸外国から導入した技術ではあるが、日本の大きな市場で多数の実績を積み、改良され世界最先端レベルにあるものが多い。しかし、独創的な技術開発という点では欧米と比較すると課題が多いと考えられる。これから

は、日本得意の応用・改良技術のさらなる向上と同時に、独創的な技術開発が醸成される環境をつくる必要がある。独創性は技術開発の原動力であり、産官学で協調し設備、教育、制度などの環境を整備する必要がある。

また、ベンチャー型の研究開発やソフトウェア開発も重要な技術開発であるが、わが国ではあまり高く評価されない土壌であり、意識高揚の環境整備が必要である。

- c) 今後の国際展開のなかで、アジア諸国のインフラ整備に対する日本への期待は大きく、また、文化的土壌や自然条件などに関する類似点が少なくないアジア市場においては、日本の技術経験が大いに役立つものと考えられる。したがって、民間は経営上の理由から、官学は技術援助の観点から、アジアに積極的に事業展開を図る必要がある。具体的には同じ地域の課題である洪水、火山、港湾、人口密集都市、産業と環境など、日本が経験した、または現在取り組んでいる技術課題の展開が考えられる。本事業展開を図るためにはコスト競争力強化、技術者の発想力、語学力、交渉能力の強化、アジア統一コードに対する取り組みなどがあげられる。
- d) 国際競争のなかで伍していくためには、技術者個人の能力、資格も重要である。日本の土木技術に関しては、チームワークで業務を実施する体制に慣れており、技術者個人の能力で、業務を遂行する慣習はあまりない。この事は個人の能力向上にインセンティブが働きにくくなっている面もあると考えられ、また、日本の行動には顔が見えないということに繋がっている。今後は上記の状況を踏まえ、技術者の能力向上（専門的な技術力はもちろん、国際言語となっている英語駆使能力も重要）を図るとともに、技術者の資格についても国際的に通用するものを形成できる制度を諸外国の例を参考にしながら整備する必要がある。また、個人の国際的ネットワークは情報交換の基本部分であり、各個人がその枠を広げられるよう、またそのネットワークを組織的に生かせるようにする事も必要である。
- e) 国際的に、土木関係基準、ISO、CALIS、会計基準の整備が進んでおり、日本においても世界の最先端のコードへの取り組み強化を実施し、国際競争の対等な立場を確保する必要がある。その際、国際的な情勢を理解すると同時に、国際基準を受け入れる受身の姿勢だけではなく、国際戦略として捉え、技術水準から見て日本の基準が他をリードしている場合には、国際標準として採用するよう努力することも必要である。

C-3 研究開発体制の改善方策の提言

(1) 基本的方向

- a) 研究開発が市場価値と対応した形で評価され、競争原理が働き、その持続的な活力が生まれるような体制を目指す。このため、公共事業に市場システムを導入するとともに研究開発マーケットを整備する。
- b) 国際市場において総合的競争力が確保できるよう目指す。このため、コスト、国際コンサルティング、国際標準への日本標準の採用働きかけなど国の戦略として取組み、研究開発もこれを支える仕組みに組込む。
- c) 競争力ある研究開発体制の構築を目指し、国、大学、民間で独立して個別に進められている研究開発を重点化し、協働化して研究開発の大型化、成長新分野・境界分野における主導的取組み、国際競争力の強化を目指す。
- d) 土木技術者の高度活用として、博士号取得者の活用、人材流動化、卒業生の削減、研究の組織化などを進め、技術者が活力ある研究開発を進められるような環境を整備する。
- e) 国、大学、民間の各機関、各大学の個別の改善では限界があり、また、部分改善しか進まない。研究開発投資の最適配分は、「競争と重点投資」により達成されていくことを考慮し、土木界全体として最適な研究開発体制を目指す。

a) 国際的に見て、日本の公共事業は GDP 比で高い水準にあり、大きな投資が続けられているにもかかわらず、国際的にリードする研究開発が育っていない状況にあり、誠に不幸な状況と言わざるを得ない。

これを打破し、さらに今後の公共事業減少時代を迎え、かつ、土木技術そのものの発展に寄与し、世界的な技術レベルを維持するには、研究開発体制そのものの見直しをする時期に来ている。

日本の研究開発体制は、公共事業の推進方法と密接な関係があるが、その発注に関しては技術やコスト以外の諸要素があり、また、民間会社の研究開発成果や創意工夫が発揮しにくく、結果的に研究開発成果と市場価値が対応した形となっていない。このため、研究開発の分野で適正な競争が起こらず、また、研究開発がプロジェクト推進で必要不可欠な要素となっていないため、厳しい企業経営の中では研究資金不足と体制維持困難を来しており、将来的に土木事業量の縮小とともに全体の維持ができなくなる恐れがある。

- b) 国際市場において日本の土木技術の国際競争力は弱い。部分的に施工技術で強い部分はあるが、総合的な競争力は弱い。その第一は、コスト競争力が弱いという点である。これは国内市場が競争の少ない市場であるため、あまりコストを意識しなかったことが、高コスト体質となってしまったことによる。第二は、建設コンサルティングが弱い点である。プロジェクトを提案、マネジメント、設計監理するコンサルティングは欧米にリードされており、日本のゼネコンはその下に入り、コントラクターとして仕事をしているため、わが国のコンサルタントがプロジェクト全体をマネジメントする力は弱い。第三は、土木基準が国際標準で日本標準が使えないことである。国を挙げて、日本標準が良いところは売り込むほか、日本標準と国際標準の共通化を可能な限り進めるべきである。第四に、語学力が本当の意味で身につけておらず、日本の技術、論文は国際的にはなかなか評価を受けにくい。第五に、技術プレゼンテーション力が弱い。これら弱い点を研究開発の改善を含めて国際的競争力強化を目指す。
- c) 公共事業の発注に競争が導入され、市場経済の原理が働くとコストダウン、品質、工期短縮を含めた、技術の競争が起ってくる。この技術競争を支える研究開発が競争力をつけるための重要な要素となり、研究成果も商品になりうる。研究開発には競争を行うと同時に、重点化を進め、大型の研究開発や国際競争力強化を目指す。このため、大学と民間が協力して研究開発を進める。特にプロジェクトベースで大学と民間の研究開発を進めることが、双方の活性化を促す。
- d) 土木技術者の高度活用は今後の研究開発と極めて密接な関係がある。博士後期課程への進学率の低さと博士号取得者の活用の場の少なさは、日本の研究開発の現状を表わしている。研究開発に関わる土木技術者の活性化のため、人材の流動化を進める必要がある。また、米国 NSF リサーチセンターのような研究の組織化を目指すことも必要である。さらに、土木全体の活性化のためには卒業生の削減も視野に入れて取り組む必要がある。高年技術者の増大と活用も今後の大きなテーマである。
- e) 現在の研究開発体制の改善に取り組む場合、個々の法人、研究機関の内部で行われる取組みは部分的には最適な改善となる可能性もあるが、土木界全体を考えた場合、必ずしも最適な改善策になるとは言えない。とりわけ、研究開発投資の最適配分を考える場合には、個別改善では達成できない。国、大学、民間が協働して、全体最適の改善に向かう仕組みを考える必要がある。大学、民間の研究開発の組合せや、協同グループの組織化、グループ間の競争など、土木の技術開発の活性化に結びつく新しい体制を目指す。

(2)大学の研究開発体制の改善方策

a) 大学をとりまく状況は急激に変動し、大学の側でも組織の主体的に変革の局面に達している。個々の大学では、大学院の重点化に伴う定員増を行っているが、今後の少子化の問題や土木のマーケットの変動を考慮すると、こうした大学の組織の改革が、部分最適化に過ぎないか、全体を見渡した改革になり得るのか検討の余地がある。

b) これまでに述べてきた大学を取り巻く問題を、組織の改革の視点で改善を図る場合、今後とりうる形態として

現状踏襲型

研究分野特化型

ベンチャー型

の三つが考えられる。

a) これまでも述べてきたように、大学をとりまく状況は大きく変動しており、大学の側でも組織を主体的に変革し、従来の土木を基本的なコンセプトとしながらも、学際的な境界領域に踏み込む姿勢を示すようになってきた。しかし、これが個々の大学の部分最適化にとどまるのか、全体を見渡した解決になっていくのか、なお注視が必要である。たとえば、大学院重点化が行われている一部の国立大学では、大学院の学生定員を大幅に増員している一方で、土木関連のマーケットの変動、少子化の進行など、土木卒業学生年間 8,000 人体制をどうするかといった話題も出される状況が進行している。学生定員増を含めた各大学の対策を自然放置し、市場原理に基づく淘汰にまかせる方法も、もちろん一つの手段である。徒になりゆきにまかせて事態の推移を漫然と見守るよりも、適切な時期に必要な変革を行ない、より良い方向へと誘導することが肝要である。たとえば、各大学で土木工学のすべてを網羅することをやめ、各大学で特色を持たせるとともに、境界領域を積極的に開拓してゆくことも選択枝の一つである。学生は、各大学での単位互換のシステムを活用することで、より柔軟かつ、全体的な知識と技術を獲得することが可能である。各大学での研究設備の重点的な投資によって、非効率を省くことが可能な場合もある。

b) 以上の改善案をもう少し具体化すると、

“現状踏襲型”として、現行の枠組みの中で、受託研究を増やす、社会人の受

け入れを拡大する、個々の教官が外部との連携を積極的に行うなど。

“研究分野特化型”として、すべての分野を有する百貨店型から得意分野への教員構成、研究分野、教育分野の重点化をはかり、官庁や民間からの重点的な研究投資を視野に入れた集中的な研究体制を整備する方法で、これをさらに進めて他大学の関連学科が学外組織と連携集約した“複数大学連携型”も可能となる。

“ベンチャー型”として、大学や教員がコアの役割を果たし、周辺に民間研究所を集める方法

の3種類を提案することが可能である。

以上の提案は、研究組織の形態から見たハードの面からの改善策であるが、これらの組織形態が改変の趣旨に沿って効率的に機能するためには、人材の流動化が確保され、処遇に反映されるなどそれを支えるソフト面の改善が併せて重要であることはいうまでもない。

(3) 国の研究開発体制の改善方策

a) 国の研究機関に期待される研究課題

(i) 総合防災対策、地球規模的環境対策，国土保全・開発・総合交通体系など国土政策，都市政策など総合的な研究

() 国家として国際的な連携が必要な研究

() 研究開発課程およびその成果の活用において公平・中立性が求められる研究

() 大学，民間の自主性のみには十分な成果が期待し難い研究

b) 上記研究活動以外に以下の機能も期待される。

(i) 人材，施設，資金での産，官，学連携の中心となること

() 国家として整備しておくべきデータベースの整備と提供

() 設計基準設定，新技術の実用化のための認定，基準外設計や P F I 事業の設計などの評価，認定

() 国の政策・事業を支援する高度な技術をもった人材の育成

a) 国家として国際的な連携が必要な研究を推進するためには、国際的な協力協定を締結するなどの協力体制の整備、研究者、技術者の交流や共同研究の実施などの国際化への対応が必要である。

また、公平・中立性が求められる研究とは、国民生活において必ず遵守されるべきもの、その遵守を確実にする必要がある場合の技術的規制や、公正さを確保しつつ迅速に対応すべき安全対策、事故や災害の発生原因の中立的立場での調査・分析などである。

大学・民間の自主性のみには十分な成果が期待し難い研究は、先導的・基礎的であるため投資の回収が不確実である技術研究開発、および環境に配慮した整備技術、バリアフリーなど移動制約者の利用に資する技術、安全性を高める技術など、直接企業利益に結びつき難い技術研究開発などであり、不特定多数の幅広い分野に貢献する基礎的研究など、技術研究開発の成果が国民生活の向上や経済の発展などの社会全体の利益として期待できるものもある。

b) 標記の期待される研究課題，機能に対応していくため、国の研究機関においては下記のような研究開発体制に係わる課題に対応していく必要がある。

(i) 技術研究開発計画の明確化

課題を明確にし、そのために必要とされる技術を的確に把握したうえで実現

方策を検討し、技術研究開発計画を明確化したうえで推進していく。

() 効率的・効果的な技術研究開発の実施体制の確立

陸・海・空の各モード間において十分調整を図る、あるいは、分野横断的・連携的な研究開発テーマを設定し、その成果を総合的に活用するなどして、一体的な技術研究開発を促進する。

また、産学官の研究機関が人材、施設、情報などについて相互に連携を図り、技術研究開発資源の一層の有効活用を図る。国においては、様々な主体の研究開発の情報を収集し、支援体制などについて行政に助言する。

() 技術研究開発の効率性・透明性の向上

運輸省においては、「運輸省研究開発評価指針」を策定し、研究開発に対する評価体制を取り入れられているところであるが、引き続き、外部の者による評価を基本とした厳正な評価制度の導入、評価結果の公開を通じて、評価手法を改善しつつ、技術研究開発の一層の効率的な実施に努める。

また、国における研究開発についての透明性確保の観点からは「土木博物館（仮称）」の創設などにより、国民に対し土木技術を紹介し、技術開発の積極的なPRをはかる。

(4) 民間の研究開発体制の改善方策代替案

- a) 総合建設会社などが持っている研究所は、公共事業縮小と企業のスリム化の中で、今のままで維持することが難しくなる。このため、土木全体の研究開発体制全体の見直しを行い、将来ともに研究機関が存続できる方向性として大きく3つが考えられる。

現状維持案

現状の総合建設会社などの持つ研究開発機関を残しつつ、大学や独立行政法人との連携を図る。会社内では、より役割を明確にして機能を高める。

連携強化案

1社だけでなく、他社、コンサルタント、大学、独立行政法人の連携は勿論のこと、異業種分野の研究所との連携を図り、競争力強化と境界成長分野への進出を図る。

再編案

各社の研究の重複回避、大型の研究開発、国際的に競争力のある研究開発の実施など、1社ではできないことを合併や統合により研究開発体制を再編成し、技術レベルの向上、効率化および競争力強化を目指す。

- b) 民間の研究開発体制を1社単独の体制から、他研究機関との連携を強化し、技術レベルの向上、効率化および国際競争力強化を目指す。特に大学、独立行政法人との補完的組合せを進める。また、グループ化、プロジェクトごとの連携を進める。

- a) 民間の研究開発体制は、現行のシステムの下で公共事業費が縮小に向かう中では、中長期的には今のままで維持していくことは恐らく難しいと思われる。研究開発体制を維持、存続させていくためには、効率化と成果重視に向かうと思われる。その研究開発成果が会社経営に結びつき業績向上に寄与するためには、公共事業の中に市場原理が導入され、研究開発の成果を生かせる技術競争が生まれる市場に変わっていく必要がある。民間研究開発体制の効率化と競争力強化を目指して、大きく3つの代替案を提示する。

- b) 民間の研究開発機関と大学および独立行政法人との連携を進める。現場を持つ民間と持たない大学、また資金、実験設備、最新の技術情報、高い学問レベルなどお互いに補完し合う形で共同的研究開発を進めて、今までにない研究開発成果を目指す。また、プロジェクトごとに民間会社と大学との連携を図り、共同研究開発を進めることができるようにする。

現状維持案

- a) 公共事業の減少、企業経営のスリム化、国際競争の激化をうけ、総合建設会社などが持っている研究所は、組織と研究費の削減により、技術レベルを維持できなくなり、存続できなくなる恐れがある。
- b) 公共事業に順次適正な競争が導入され、市場原理がより強く働くようになると、競争力をつけるため、技術力のある大手会社の研究開発機関は強化されるであろうし、市場原理が十分に働かない状況が続けば、総合建設会社などはステータス的意味のなくなった研究機関を手放していくこともありうる。
- c) 公共事業の発注が、技術とコストの競争原理が働く市場に向かう途中段階であることを踏まえ、現状維持を基本として見直しを進める。見直しの視点としては、経営と現場との密着、技術開発の相互利用と対価の支払い、コストダウンに寄与する技術の重視、得意分野への集中などが考えられる。合わせて、研究開発が評価され対価が支払われる研究開発マーケットの育成を進める。

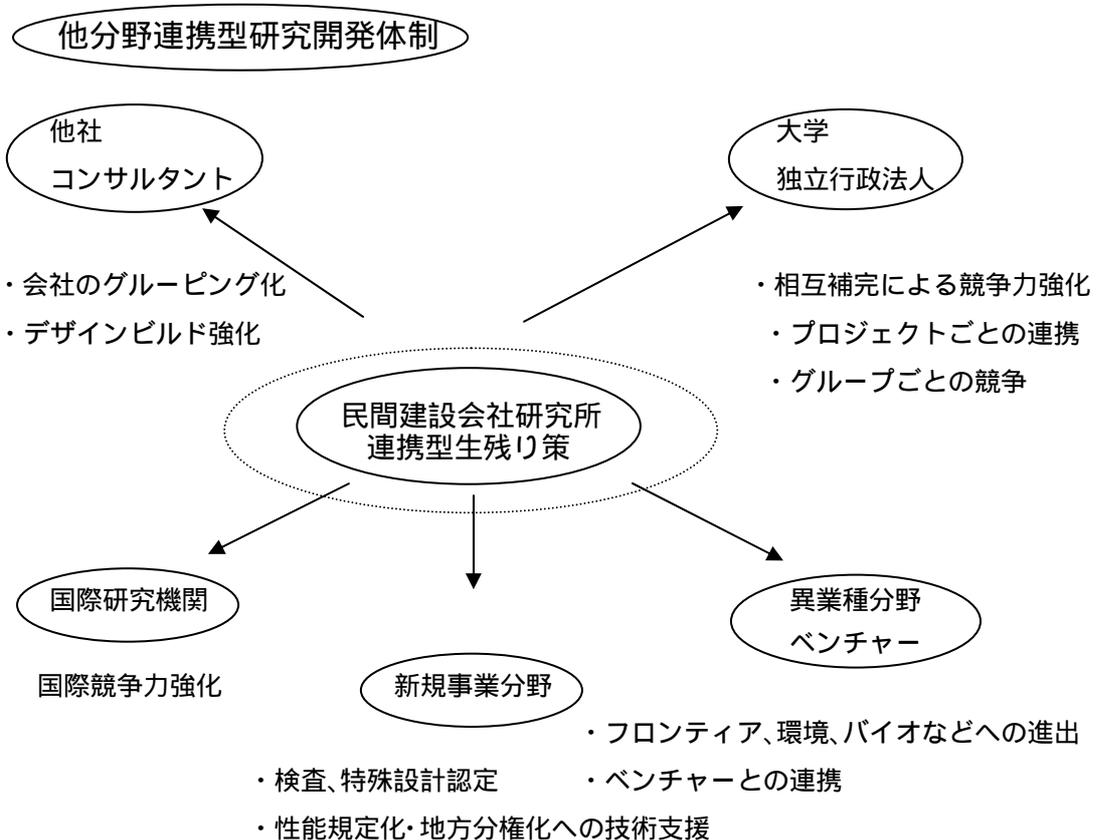
- a) 研究開発の今後は、公共事業の縮小、およびそれに伴う業界の生残り再編、国際競争の激化など取巻く環境の大きな変化の中で、その存在意義が改めて問われようとしている。このままいけば、研究所の存続が危うくなる恐れがある。
- b) 総合建設業などにおける研究所は、現在、現場施工のコンサルティング、新工法の研究開発、技術企業としての競争力維持など果たしている役割はある。しかし、研究所ステータス論、現場との遊離、開発コストの回収困難性、コスト競争力への反映がされにくいなど課題も多く、公共事業縮小に伴う企業経営のスリム化が大命題の中で、今のままの形態で続ける困難性がある。このまま進むと、研究所閉鎖、売却なども含めて大整理がなされる可能性があり、土木界としては大きな損失となる。
- c) しかし、大きな流れの中で現状体制の中での改善はまず第一歩である。その視点としては、
- ・ 経営と現場に合った研究開発の推進
 - ・ 技術開発を各社が相互利用し、ロイヤリティを払う仕組みづくり
 - ・ 技術開発コストの回収（技術開発に対する評価、対価の重視）

- ・ コストダウンに効果のある技術開発の重視
- ・ 各社、自己の得意分野への経営資源の集中
で取組み、当面の改善を行う。

その背景としては、研究開発分野のみで独立した会社経営は難しいこと、現場を持つ以上、それに対応した技術開発テーマは存在すること、人材の育成、企業成長を考慮して適正な規模で現状の技術温存と新しい開発を図ることが必要と考えられる。

連携強化案

- a) 1社単独で行っている現状の研究開発を他社、他事業者との連携を行うことによって、技術レベル向上、効率化、競争力強化を図る。
- b) 連携先として以下の分野が考えられる。
- 他建設会社およびコンサルタント
建設会社同士の協力関係の他に、コンサルタントと組むことにより、海外における技術競争力をつける。特にデザインビルド方式では有力な連携となる。
- 大学および独立行政法人
大学との連携は相互補完として競争力強化に役立つ。
- 国際研究機関
異業種分野
新規事業分野
- c) 今までにない連携を進めることにより、1社単独より高い競争力が生まれる。特に、民間と大学との連携はその補完性から見て、今後重要な取り組みとなる。



他建設会社およびコンサルタントとの連携

1 社単独で行う研究開発は質、量ともに限界がある。建設会社の協力関係の下、研究所においても会社間の連携を進める。特に、建設会社とコンサルタントはその性格から連携を深めることが双方の技術力向上と競争力強化につながる。デザインビルド方式が採用されることが多くなる今日、コンサルタントとの連携は不可欠になる。

大学および独立行政法人との連携

大学の持っている学問レベルと人材と民間の資金と実験設備は、双方がうまく組み合わせれば大きな力となり、今までにない研究開発成果を生み出す可能性がある。大学ごとの連合体や民間のグループ化もありうる。また、専門分野に重点化したリサーチセンター方式も考えられる。長期的な連携ではなく、プロジェクトごとの連携が取組み易い。

国際研究機関との連携

- ・ WTO に関連して海外企業の国内参入による競争激化が進む一方で、公共事業の縮小により海外への進出が必要不可欠となる。国際協力 (ODA) におけるアジアなどへの技術輸出に関連して、現在のように官・学中心に取り組んでいるものから、民間を含めた総合的チームづくりが必要となる。また、欧米の研究開発機関との連携合併を進め、国際的に通用する技術レベルの向上と技術輸出を目指す。
- ・ 海外からの留学生を将来の日本技術の伝導者およびサポーターとして捉え、母国と日本との技術協力の橋渡し役とするとともに、国際協力の中で学だけでなく官民含め総合的な協力者・橋渡し役とするなど留学生教育の活用を図る。

異業種分野との連携

- ・ 土木分野における研究開発領域については、公共事業減少に伴う土木本来業務の縮小と周辺分野への進出拡大を視野に入れて進めていく必要がある。
- ・ 道路関係で拡大分野である ITS などを含め、自動車、情報分野との交流拡大を図り、連携と合併を目指す。
- ・ 環境・エネルギーについては成長分野であり、新事業分野として今以上に土木の既存技術の活用を図りつつ、新領域への展開を図る。
- ・ また、フロンティア分野、ベンチャーへの拡大に向け、先進的技術開発分野へのアプローチを図り、他工学分野に比較して遅れた技術分野にならない展開を模索する。

新業種、新事業分野の取込み

- ・行政改革に伴う行政のスリム化、効率化、スピードアップ、透明性向上により、直轄要員の削減、業務の抜本的見直しが進められる。これにより、周辺業務は民営化、委託外注化されるとともに、公共事業の費用対効果(CBA)と説明責任(アカウンタビリティ)、規制緩和、性能規定化が進む。これら土木を取巻く環境の変化に対応して、新ビジネスも発生し、それらを取り込んだ形での取組みが必要とされる。
- ・行政改革 ... 行政のスリム化、効率化 ... 周辺業務の民営化、委託化
政策重視 ... 費用対効果の重視、コストダウンの重視、
アカウンタビリティ
地方分権 ... 土木センターの特殊設計・基準作り業務、
技術支援、指導業務の増大
- ・規制緩和 ... 数値規定から性能規定へ ... 自己責任の拡大、
技術指導箇所の必要性
検査外注化 ... 検査分野、技術指導分野の民営化
保険業務の拡大 ... 自己責任による品質保証と適切なリスク分散

再編案

- a) 1社単独の研究開発を見直し、他社などとの連携をさらに進める。「集中と選択」により研究所間のグルーピング化を進め、研究開発の重点化を図る。重複研究の見直し、開発研究の相互利用と開発費の回収、得意分野の深度化と他社成果の購入、競争力の向上と海外研究所との提携などを視野に入れ、合併統合を含めた再編を進める。再編のイメージとしては、水平統合、垂直統合、専門統合などが考えられる。
- b) 再編を行う研究機関は、建設会社の研究所のほか、コンサルタント、異業種の研究所や国際研究機関も含まれる。大学、独立行政法人との連携と組合せて競争力強化の方向で合併とグループ化を図る。

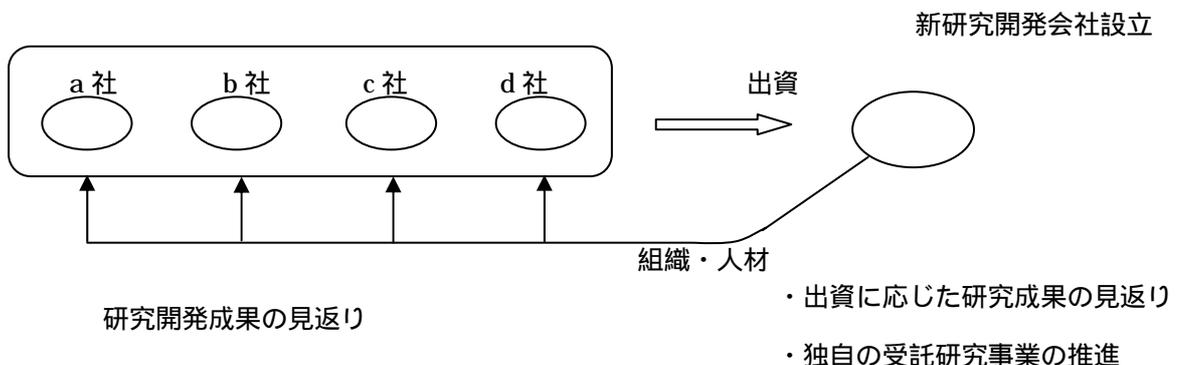
- a) 現在の総合建設業などの研究所を整理合併させることで、研究開発の効率化、重複研究の見直し、研究開発成果の相互利用を促進し、研究開発分野における専門会社化を狙う。この民間研究所は高い技術力を持つのは当然のことながら、研究成果に商品として対価の支払われることが必要で、そのための市場環境を整えることが不可欠となる。

水平統合

建設会社における研究組織、人材を集め、新しい研究開発会社を発足させる。親会社は基礎負担（従前より軽くなる）をする一方、見返りとして研究成果の使用、技術指導の特典が与えられる。

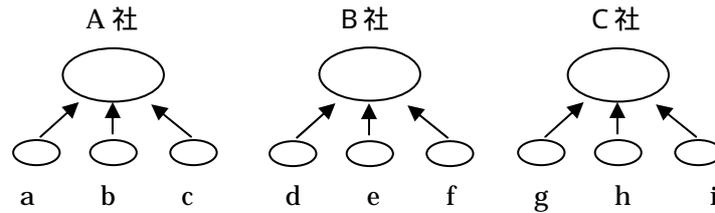
発足会社は基礎負担分以外に、独自に受託研究開発、研究開発の商品化を積極的に行う。

[イメージ図]



垂直統合

研究開発会社を独立で発足させていくことは難しい点もあり、既存の大手建設会社の研究所を中心に再編を図る。この場合、現在ある研究所を核として発足し、それに他の研究所を吸収合併する。成果は出資割合に応じて受取る。基本的に技術は購入する。



独立した研究開発会社になるには、研究開発そのものが収益を上げる事業として成立する必要がある、現状のように企業内サービスを中心に行われている事業が分離独立できるところまで、研究開発の充実が求められる。また、土木業界全体の中に、技術に対する評価と対価を認める風土が必要でもある。

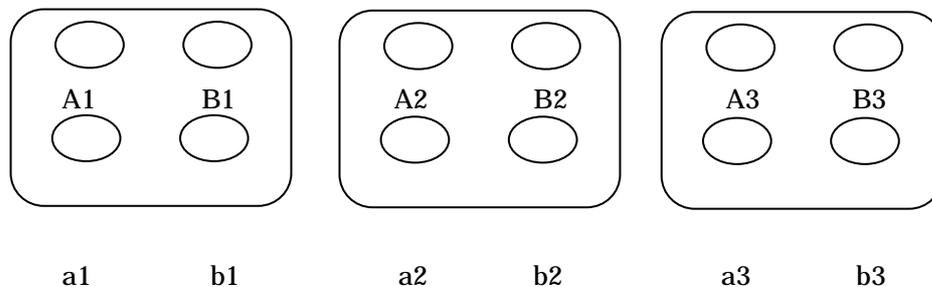
専門統合

現在ある総合建設会社の研究所を統合する場合、やはり総花的研究所では国内的にも国際的にも競争力を保持することは難しいであろう。土木技術分野ごとに特徴ある研究所に再編する。各社から各分野ごとに専門家を集めて新しい研究所会社を発足させ、世界をリードする専門会社として生残りを図る。ビジネス的にも総合系よりは有利になると考えられる。

[土質、基礎、地質岩盤研究所]

[構造、耐震研究所]

[材料、施工研究所]



(5)土木学会が果たすべき役割

土木分野における新たな研究開発体制を構築するにあたっては、本学会が果たすべき役割そのものをも見直す必要がある。

a) 全体的最適化の拠点

土木界の将来見通しを大局的観点から行い、部分最適化を図るのみでは達成できないものについては協同してことに当たる態勢を整えるなど、全体的最適化を推進するための拠点として機能する。

b) 研究開発マーケットの構築と発展のセンター

マーケットが成立・機能するためのメカニズムを明らかにし、成立を妨げている諸原因の発見とその改善策を見出すとともに、それを構築するために関係者が一堂に会して検討する場を提供するなど、学術的・人的な支持基盤としての役割を果たす。

c) 土木分野におけるわが国の総合的技術水準のチェック機関

国・大学・ゼネコンなど全てを含めたわが国の土木に関する研究開発水準の評価を定期的に行う。

d) 技術の評価・認定に関する第三者機関

既存技術や新たな研究成果を円滑に活用するため、技術と技術者ならびに研究開発機関を専門的・学術的観点から客観的に評価・認定する第三者機関としての役割を果たす。

e) 内外の土木技術者を結ぶネットワーク

相互の接続が必ずしもよくない研究と事業・現場を結び、分野横断的な交流を可能とするための人的ネットワークと情報ネットワークを提供する。

f) 技術協力と情報発信の国際的窓口

営々と蓄積されてきたわが国の高度な技術を定型化して商品として提供する役割を果たすとともに、国際的な技術協力を行う際の窓口として機能する。

g) 土木系学協会全体としての活動の効率化と高度化

土木界には分野別にさまざまな学協会が存在しており、活動や機能の面で重複と欠落が見られる。相互の間で効率化と高度化が図れるよう本学会の活動の見直しを行う。

- a) 土木が生き残るためには個別主体や官民学の枠にとらわれぬ土木界全体の長期戦略を持つことが不可欠である。研究開発体制ひとつをとってみても時代の要請に応じてダイナミックに進化して行くべきものであるため、ひとつの新たな体制が構築されたとしても環境の変化に応じてさらに次の体制へと速やかに移行するためのしくみがなければならない。そのためには関係主体が共通の目的意識を持って検討を行うことがまず必要である。土木学会の正会員の構成比率は、官が約 20%、民が約 70%、学が約 10%であるが、日常的な諸活動の多くは大学の人間中心に行われているのが実状であるといつて過言でない。大学以外の会員がわが身の問題を解決するための場として本学会を積極的に利用するインセンティブを持てるように学会の運営方法を改善するなど、関係主体が一堂に会して土木界の長期的戦略を集中的に検討するための環境を整備し、全体的最適化を図る拠点としての機能を強化すべきである。
- b) 研究開発マーケットを構築しそれを持続的に機能させるためには、関係するすべての主体が協同してそれぞれの立場から力を結集する必要がある。技術と研究開発を土木事業の推進力として位置づけて大学以外からも多くの人々の参画を積極的に求めるとともに、いかにすればマーケットを構築し機能させることができるかを体系的に探り、マーケットを核とする研究開発体制を支えるセンター機能を提供すべきである。
- c) 国際比較を含めて、日本全体としての土木分野の研究・技術水準評価を定期的(10年に1回等)に実施し、既存技術の維持と研究開発による持続的な水準向上が可能となる状態を確保しえているかをチェックしていく機能が必要である。投入した資源が適切に配分され研究開発体制が効率的に機能しているかどうかを見極め、総合的観点から将来に向けての方向性と改善点を指し示す役割を果たすべきである。
- d) 研究成果や技術が国内外で広く使われるためには、その内容に関する情報提供と併せて客観的な評価がなされていることが欠かせない。また、技術者が国際的に活躍するためには身につけている資質の客観的な評価を必要とする。土木の分野においては、これまで一品生産ということから工業製品のような第三者的な検査評価機関が整備されていないが、国際的な建設事業(国内におけるものを含む)にしかるべき位置を占めるためには専門的・学術的観点から技術、技術者、研究開発機関を客観的に評価する第三者機関の存在が必要である。

e) わが国では研究と事業・現場との接続がどちらかというと弱い。ゼネコンの研究開発部門や国の研究所の存在はこの弱点を補うひとつの体制であるが、機構改革の動き等を踏まえ、今後は組織の枠を超えて両者の接続を強化する体制の構築を積極的に展望すべきであろう。また、鉄道、電力、道路といった分野をまたがった技術的交流が少なく、技術基準や解析法等が相互に異なるなど、分野を越えて共通する技術開発の可能性や得られた研究成果を相互に活かされていらない。設計手法やデザインコードの統合化を図りつつ研究開発交流や情報交流を活発に行い、技術移転を進めることも研究開発面における全体的な効率性を高める上で有効である。

研究資源も偏在しており、大学には研究資金が、企業には基礎研究を推進するインセンティブが、国の研究機関には人員が、それぞれ不足しているが、それらが相補的に協力しあって研究開発をプロモートするしくみがいずれにも十分ないのが現状である。研究開発に対するニーズや環境が常に変化していくものであることを思えばこのような状況は現在に限ったものではなく機動的な連携はいつの時代にも必要である。このための人的ネットワークと情報ネットワークを提供し、重要な問題についてはそれを解決するための共同研究をプロモートするなど、関係主体間の接続を強化する場としての役割が求められている。

f) 国際協力においてもネットワークの核としての役割は重要である。現在、技術協力や研究協力を必要とする諸外国の企業や研究機関等からわが国の研究開発機関ならびにそこで開発された技術へのアクセスが必ずしも容易でないとされている。このため、土木分野においては土木学会への関係情報の集積を図り、国による当該機能を補完し、土木学会にコンタクトすればどこにどのようにアクセスすればよいか分かるネットワークの核としての機能を充実させることが望ましい。

このような観点から土木学会の現状を見ると、国外会員（国外在住の日本人会員を除く）がほとんどいないという事実が目が行く。他の国々から見た土木学会は、日本における技術情報ネットワークの窓口でもなければ、国際的な技術情報ネットワークの核でもないのではないかと推察される。土木学会から出される研究論文や日常の活動関連情報がほとんど日本語のみでしか書かれていないため、日本語を知らない技術者や研究者の視野に入っていないためと推察される。価値ある情報を英語で発信することを始め、諸外国の技術者・研究者が技術情報ネッ

トワークのひとつの重要な核であると認識してくれるための条件を整備し、多数の国外会員を有する学会へと発展することが大きな課題である。

また、土木分野におけるわが国の国際競争力を高める上で、技術表現力の低さがひとつのネックとなっている。他国に例を見ない極めて入り組んだ高密度な都市空間の中で隣接施設の機能を阻害せずに新たな基盤整備を実現する都市土木など、高度な技術的対応力と事業推進能力を有していながら開発した技術を定型化できないがために場当たりの対応に終わってしまい、技術を商品として提供しきれないケースが少なくない。繰り返し使用可能な形で提供するためのノウハウを蓄積し、資料の英文化や出版等をも通じて売れる商品へと作り上げる手助けをする組織となることも必要であろう。

g) 本学会の活動が大学に所属する会員を中心としてなされているためもあってか、民間技術者を主体として構成されるさまざまな学協会が多数存在している。その中には部分的に土木学会の活動と類似した活動を重複して行っているものがある一方、海外への情報発信など必要性が認識されてはいるものの手が回らず十分に行われていない活動もある。分野別目的別に学協会を組織して活動することの利点は利点として、土木界に共通するニーズでありながら個々の学協会で行い得ない活動を、最大規模の組織であり各学協会の会員の多くが同時に会員となっている本学会で担い、相互の効率性を高めることによって土木界全体としてより高度な学会機能を保持しうるように、活動を見直す必要がある。

変革期にある日本

現在、岐路に立っているのは土木界のみではなく、日本の社会、各地域、経済界、そして大学が大きな変革期にある。現在を、明治維新、第2次世界大戦後に続く大変革期だと認識する意見が多い。戦後の高度成長を支えてきた産業構造の転換、生産施設の海外移転による地域経済の変質、少子高齢化と人口減少時代への移行、省庁再編や地方分権をはじめ国家の仕組み、社会経済構造が変革期を迎えている。そんな中で、社会資本整備に対する厳しい批判がなされ、公共投資の仕組みを含めて大きな改革が進められてきた。

今、土木技術者のとるべき思考方法は、単に降りかかる問題への対応ではなく、より積極的に社会の中で土木技術者を如何に位置づけ、そのあり方を再設計するという捉え方である。あたかも明治期や、戦後の様に、新たな時代の設計への志向である。また、個別の問題への対応策も重要であるが、土木界全体のあり方を転換する意識こそ重要である。

土木界の向かうべき方向

土木学会企画委員会は、土木界の3つの課題について検討してきた。3つの課題とは、第1に公共投資の財源制約下で、大学からの卒業生即ち技術者供給の量と質はどうあるべきかという検討である。第2は、土木界の研究機関のあり方である。大学の改革、国立研究所の独立行政法人化、民間研究所のリストラの動きの中で、それぞれが個別に努力した結果が、国民にとって望ましい方向、言い換えると土木界の将来のあるべき方向に向かっているかという問題提起である。第3は、中高年の技術者の活用に関する検討である。それぞれの内容については、ここでは繰り返さないが、我々の問題意識は、これらの3つの課題を個別に考えるのではなく、一体の問題として解決すべきだというものであった。その要点は以下の通りである。

(1) 公共投資減少への対応：現在、我が国の土木関連公共投資は総額約 50 兆円/年（内用地費・補償費 19 兆円、これに加え鉄道・電力・通信等公益事業の投資額 10 兆円/年）であり、GDPに対する公共投資の比率は欧米の2～3%に対し日本は6%前後で推移してきた。災害多発国であり、都市の立地条件が欧米と異なることから、GDP比で欧米より高い水準を必要とするものの、それでも、現在の60%程度まで投資水準が低下するとの意見が多い（それが何時かについては2010年から25年頃まで開

きがある)。一方、高度成長期に整備された社会資本が更新期を迎えることから、30兆円/年程度の投資水準では更新投資のみとなり、新規投資が困難となる。新規の公共投資ができない時、生活環境は悪化するため、最小限の新規投資財源は是非必要である。我々がとりうる方法は、可能な限り費用節減を図り、技術力を生かして、安くていいものを造り国民に提供することである。それは実行可能である。例えば、橋本政権下で目標とされた10%のコスト削減に加え、昨年7月に閣議決定された公共事業への時間管理概念の導入により約10%程度のコスト削減が可能となろう。10年間では500兆円に對し合わせて20%即ち100兆円相当の節約、即ち10年毎に各地方ブロックで10兆円プロジェクトを実施できる節約額である。費用削減のためには、特に時間管理概念の導入には、予算配分、計画・設計、発注、入札等を見直すことが必要であるが、同時に工期削減、費用削減を目指した研究を推進する必要がある。

(2) 研究開発がビジネスになる仕組みの構成：公共事業の発注に際し、公平性重視のため特定企業のみが有する技術は採用されないこと、発注単位の細分、受注者にとっての設計・施工自由度の少なさなどがコスト削減の余地を小さくしてきた。更に、中小企業優先と地元企業優先が技術力による競争を妨げてきた。結果的に、研究開発に対するインセンティブを欠如させてきた。発注、入札制度等の改革が進められ、競争を促進する環境が整いつつあるものの、建設業界がコスト削減の研究開発を強化する動きはない。むしろ研究所はリストラの対象となっている。研究成果が市場で評価され、技術力、研究開発力がコスト、品質に影響するプロジェクトでは、その力のない企業は排除される状況に変革することが必要である。財源制約下でも必要な社会基盤整備を続けるために、今後期待される分野に国民に求められる技術を展開するために、高度成長期を迎えるアジアに我が国の土木技術が貢献するために、日本企業が世界的競争力を有するために、競争を通じた技術力向上が欠かせないからである。そのためには、企業のみならず、研究所、大学も同様であり、更に組織に加え、技術者個人の能力向上のためにも、競争環境、評価制度、資格制度等が必要である。

(3) 土木技術者の有効活用：ところで高専・大学卒以上の土木技術者は約20万人である(医師は25万人)。戦後公共事業量に比例して技術者数も増加してきた。公共投資が60%まで減少すると、土木技術者は12万人必要で、8万人の減となるのだろうか。卒業生数が昭和40年頃3,000人/年から現在の8,000人/年まで増加してきた、その累積としての20万人に對し、現在の学生数を維持すると日本の土木技術者数は30万人強まで増大する。従って18万人が余剰となる可能性もあるのである。逆に、大量

の余剰を生じないという見方も存在する。第 1 に、公共事業に携わる建設業は 19 万社に対し、20 万人の技術者数は少なすぎる。第 2 に、建設業に比して一人当たり事業量が 1 桁少ないコンサルタント業の業務は、住民の合意形成、環境評価、事業評価など、増大しており、この部門の技術者数は増加傾向にある。第 3 に、老朽化施設の維持管理などより人手を必要とする業務が増大する。第 4 に、東アジアは社会資本整備についても高度成長期に入りつつあり、我が国の技術者の貢献すべき市場である。第 5 に、情報、環境関係をはじめ土木技術の新分野が開かれつつある。土木界は、上記(1)(2)に述べた方向に様々な改革をすることが、この国のために必要である。そのことは結果的に土木技術者が誇りを持って仕事ができる社会を意味する。本報告書では、そのような状況を想定し、また意欲のある技術者は 70 才ぐらいまで働ける社会を前提に、また上記諸条件を勘案して、土木界の改革を行うと同時に、新卒者を少なくとも 5,000 人/年まで段階的に減少することを提唱している。その減少分を各大学の戦略に応じて今後必要な関連新規分野に振り向けることが重要である。

土木学会のとるべき方策

本報告書の提案の基本的考え方は以上に述べたが、具体策としては極めて多くの事項に及んでいる。学会では、本報告書をたたき台にして、各支部や関連委員会で議論を重ね、学会で取り扱うべき事項と取り扱い方を含めて検討することが望ましい。ただ次の事項については、より具体的対応策を早急に作成し実行することが必要と考える。

- (1) 技術者資格制度の改革
- (2) 中高年技術者の活用制度
- (3) 大学の改革
- (4) 研究体制の見直し
- (5) 入札方式の改革
- (6) 基準、マニュアル外設計の位置づけ

このうち、(1)(2)については、学会の事業として展開することを検討するべきである。(3)(4)(5)(6)については、学会で議論や提言をする必要があろうが、その実行や意志決定は、それぞれの組織の仕事であろう。

学会の実行体制

本報告書に関して、理事会のもとに特別組織を立ち上げ、

- ・改革の実行計画の策定
- ・社会への提言、P R
- ・改革内容のうち学会の行う事業の総合調整
- ・改革に関する産官学の調整
- ・その他

の業務を始めることを提言する。それぞれのテーマに関しては、既存委員会の検討対象になっているものも多いため、上記特別組織が総合調整する必要がある。