

第38回 (平成17年度) 研究発表会のご案内

日時: 平成17年9月6日(火) 9:15~17:20
 会場: 大阪科学技術センター (401・403・404・405・701・702号室・小ホール・中ホール)
 大阪市西区靱本町1-8-4 (地下鉄四つ橋線本町駅、又は肥後橋駅下車徒歩5分 うつぼ公園北東角)
 TEL.06-6443-5324

申込: 参加費は無料、資料は当日配布します。はがきまたはメールにて、氏名・勤務先・連絡先(住所・所属部課名・電話等)をご記入(様式随意)のうえ、平成17年8月25日までに下記宛にお申し込み下さい。折り返し参加証をお送りします。当日不参加の場合、参加証による資料のみの請求はおことわりいたします。

主催: (社)建設コンサルタンツ協会近畿支部 研究発表委員会 TEL 06-6764-5891
 〒540-0005 大阪市中央区上町A番12号 上町セイワビル
 E-mail: gyouken@kk.jcca.or.jp

後援: (社)土木学会関西支部、(社)地盤工学会関西支部

プログラム

- 開会挨拶: 近畿支部長 朴 慶智 (401号室 9:15~9:25)
- 特別講演: ①「最近の建設情勢とコンサルタントに期待すること」
 近畿地方整備局 企画部技術調整管理官 伊藤 利和 (401号室 11:30~12:30)
 ②「最近の自然災害の環境変化とコンサルタンツの役割」
 京都大学 防災研究所 教授・所長 河田 恵昭 (401号室 15:30~17:00)
- 一般発表講演: 交通・計画、土質、河川、環境、構造系の5系統、44題の発表を行います。
 詳細は近畿支部HPをご覧ください。http://www.kk.jcca.or.jp
- 委員会報告: ① 橋梁維持管理研究委員会 (8F 小ホール 9:30~15:20)
 ② 景観デザイン手法研究委員会 (8F 中ホール 9:30~15:20)
- ビデオ上映: (403号室 9:30~15:20)
 ・信玄堤 ~ 悠久の叡智をゆく~
 ・阪神大震災による道路の被災と復旧
 ・明日をつくった男 田辺朝郎と琵琶湖疏水
 ・神石高原 地すべり対策の話 ~ 神石高原地区農地保全事業~
 ・よりよいアクセスのために (川辺橋東交差点)
- 表彰式および
 閉会あいさつ: 近畿支部副支部長 岡田 鉄三 (401号室 17:00~17:20)



CREATE KINKI **クリエイティブ きんぎ**

〔テーマ〕「計る、測る、量る」その1
 距離、長さ、位置を測る・・・(測量の世界)



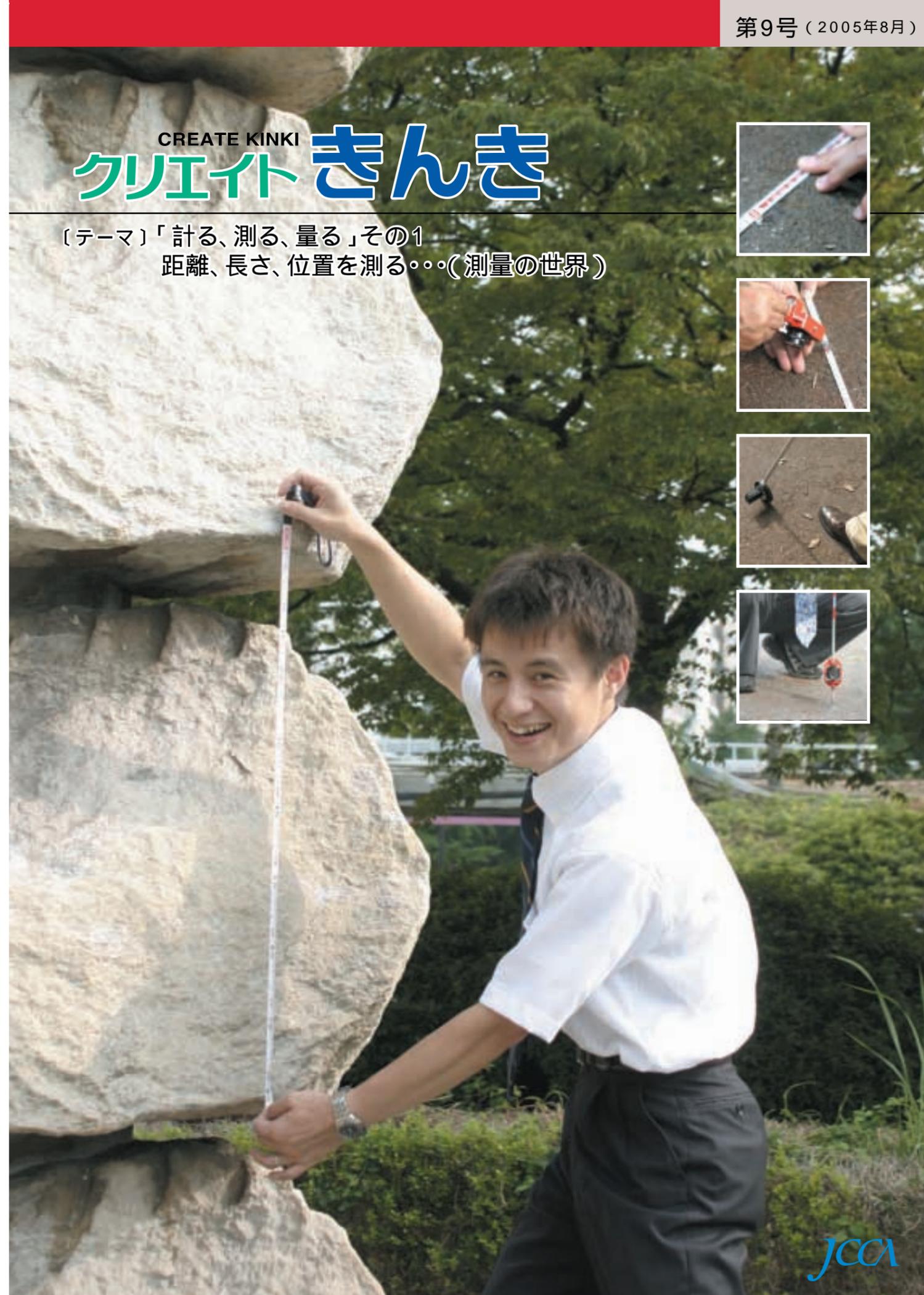
JCCA Japan Civil Engineering Consultants Association
 社団法人 建設コンサルタンツ協会 近畿支部

クリエイティブ きんぎ 〔第9号〕

〒540-0005
 大阪市中央区上町A番12号(上町セイワビル)
 TEL. 06(6764)5891 FAX. 06(6764)5892
 http://www.kk.jcca.or.jp

発行日: 2005年8月5日

ご意見、お問い合わせは、create@kk.jcca.or.jp まで





CONTENTS

クワイエット きんき

第9号

テーマ 1 「計る、測る、量る」その1 距離、長さ、位置を測る・・・(測量の世界)

特集

- 総説
- 1 【はかる】を語る
 - 4 伊能忠敬の夢
 - 6 トンネルは両側から掘削して、どうして合うの？
 - 8 衛星からの恩恵
 - 10 山の高さはどうして測るの？
 - 12 明石海峡大橋で知った丸い地球
 - 14 編集委員が測量に挑戦

映画や文学にみる土木

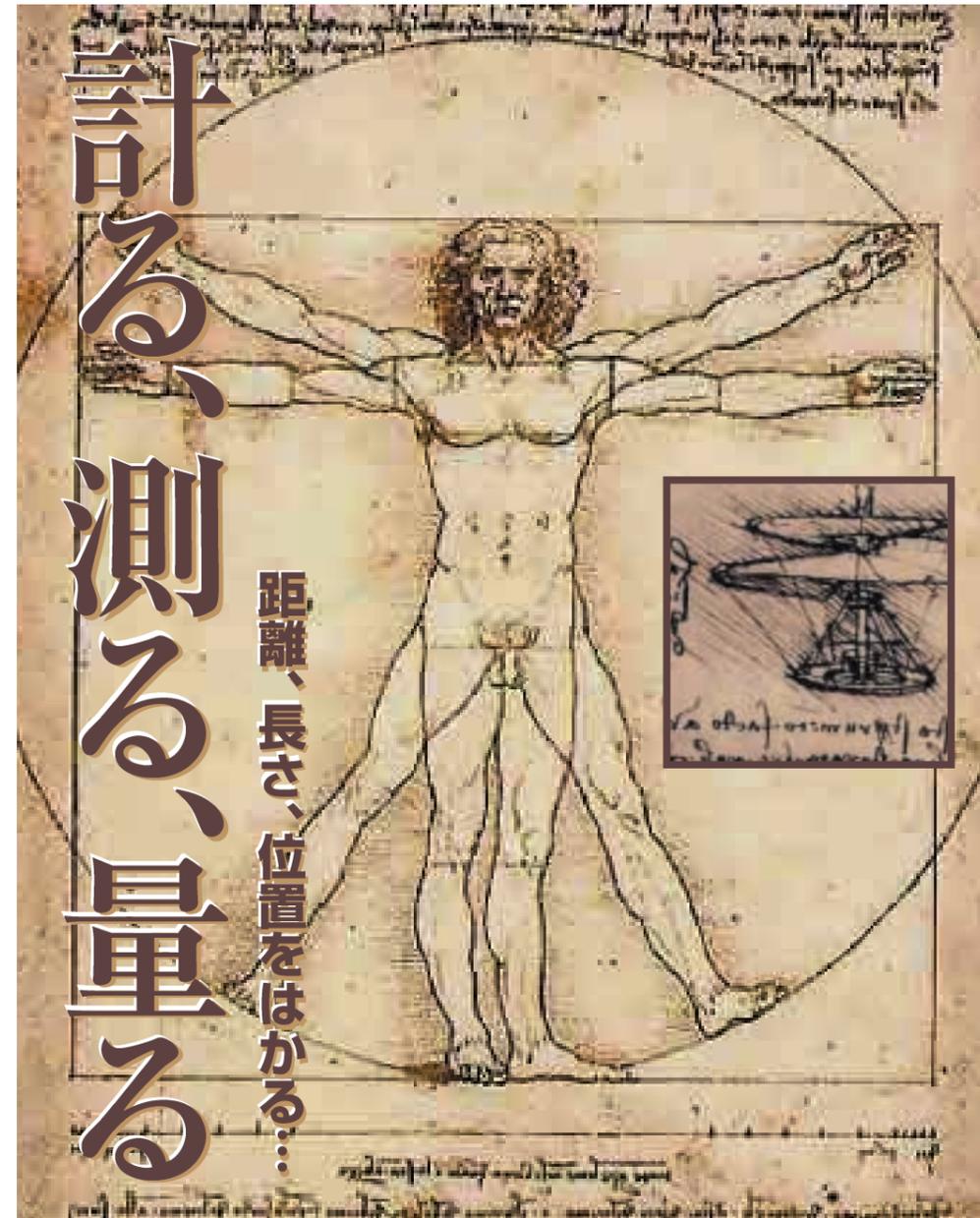
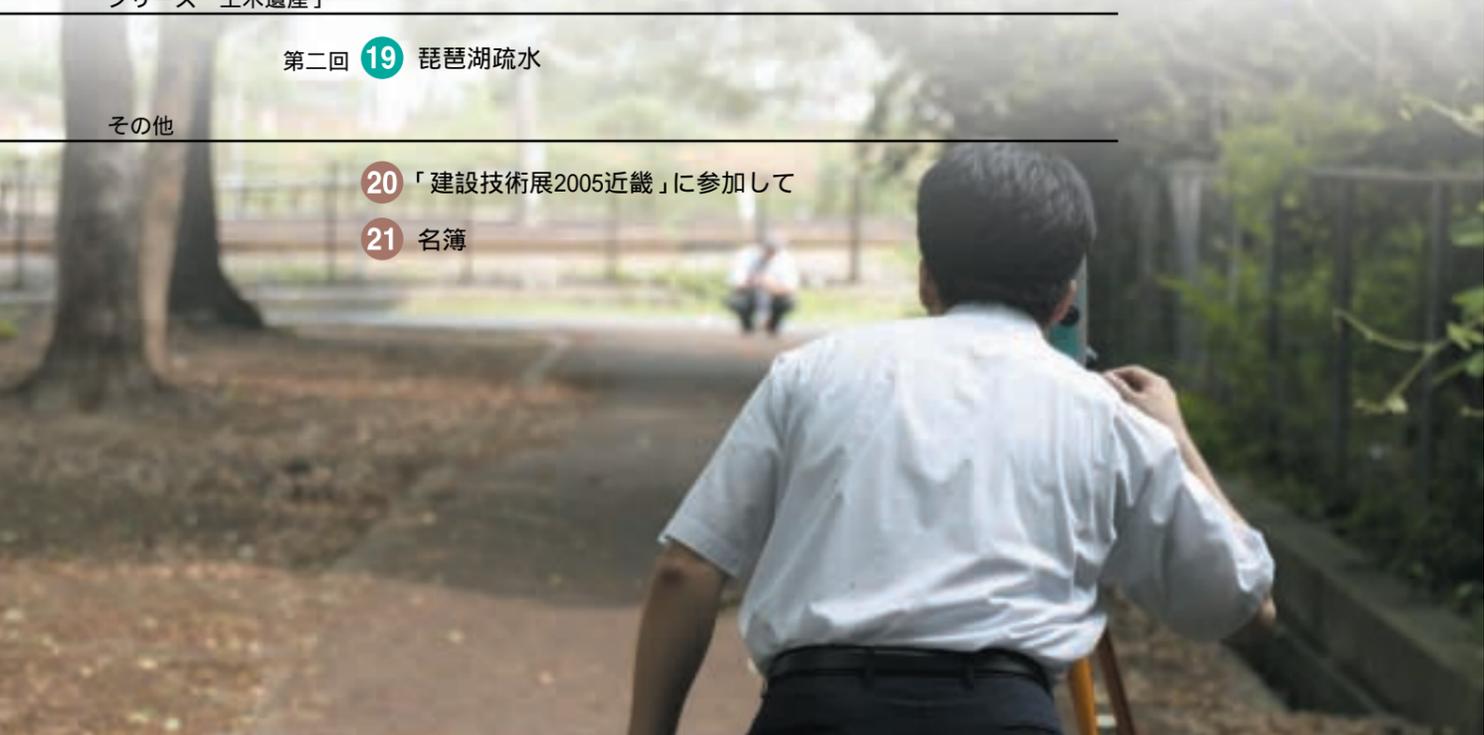
- 16 文学の中の土木、映画の中の土木
 - ・京都インクライン物語
 - ・ウェールズの山

シリーズ「土木遺産」

- 第二回 19 琵琶湖疏水

その他

- 20 「建設技術展2005近畿」に参加して
- 21 名簿



エジプトのピラミッドのような古代の建築物を作ることができたのも、世界地図を作ることができたのも、人類が測るということを学んだからに違いない。500年前のレオナルド・ダビンチも200年前の伊能忠敬も、「はかる」ということにかけては達人だった。「測る」という視点から、建設コンサルタントの業務を眺めてみようと思う。現代の達人たちをきくと発掘できることだろう。



【はかる】を語る

編集委員：ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 北後 征雄

I. 「はかる」ということ

建設コンサルタント業としての仕事のなかには「はかる」という作業がたくさんあります。しかし、一口に「はかる」といっても内容はさまざまです。

広辞苑によりますと、「はかる」の項では、「計る」「測る」「量る」「図る」「謀る」「諮る」の6つの言葉が取り上げられています。全体の共通的な意味合いとしては、「仕上げようと予定した作業の進捗状態を数量・長さなどについて見当をつける意」とあり、以下のように分類されています。

- (1)【計・測・量】 数量を調べて知る。①数える。計算する。②はかり・ます・ものさして、重さ・量・長さを知ろうと試みる。見つめる。
- (2)【図・計・測】 物事を推し考える。①考える。分別する。考慮する。②物事の内容・程度を推しはかる。③予測する。
- (3)【諮・計】 よいわるいなど見当をつける。①相談をする。②機会をうかがう。見はからう。
- (4)【謀・計・図】 企てる。もくろむ。工夫する。
- (5)【謀】 欺く。だます。

建設コンサルタント業としての仕事に当てはめて考えてみます。

(1)【計る】計算をする

たしかに建設コンサルタント業務の大きな部分に、計算があるのは事実です。しかし、構造物を設計することは、構造物の安全性を予測し、担保することです。そのためには、「構造物の性能を照査する」ことが必要です。性能照査の方法には、いくつかの方法があります。緻密に計算し確認する方法もあれば、超ヴェテランの技術者が太鼓判を押すだけという方法もあるのです。

(2)【測る】測量する

測量については、本号でこのあと詳しく述べますので、そちらに譲りますが、土地の面積を測ることもコンサルタントの仕事です。

以前こんな経験をしたことがあります。公共事業に必要な用地買収を行うことになりました。そのためにはAさんとBさんの土地の境界を確定しなければなりません。この作業を「民地の用地確定」と言います。現地はかなりな田舎です。田のあぜ道に座り込んで10cm程度の幅の土地を延々とお互いに「この部分はうちの土地だ」と言い合って譲りません。先祖伝来の土地ですが、お金の直すとそれほど大した額にはなりません、ふたりは頑張ります。多分こういうことで土地は代々守られてきたのでしょう。間に立ってコンサルタントは、内心「早くどちらかに決めてくれよ」と考えていますが、顔には出しません。

「測る」は、測量だけではなくたくさんの顔を持っています。非破壊試験という分野があります。そこでは、超音波や赤外線、X線や電磁波などを使って目では見えないコンクリートの浮きや空洞を測ります。

また、建設コンサルタントには環境計量士という資格を持った人もたくさんいて、公害振動計や公害騒音計を用いて騒音・振動を測ります。これらの計器は人間が感じやすい周波数帯を大きく評価するなど、感覚補正がされています。騒音・振動を測るのも建設コンサルタントの仕事です。

(3)【量る】

もともとは「穀物の重さをはかる」という意味から来ており、現在も「重さや体積などをはかる」ときに使われます。その他には「考える」という意味でも用いられ、その代表的な使い方としては「推し量る」などが挙げられます（この場合「推し測る」と書くこともあります）。建設コンサルタントでは、土壌汚染などの原因物質としての重金属の含有量をはかります。この場合の「はかる」が「量る」です。

(4)【図る】

物事を行うことが困難な状態を示しています。その困

難を乗り越えるためには、いろいろと細かい作戦を練ることになります。「図る」は、何かの目標をめざして「工夫する」「計画する」「企画する」「考える」「とりはからう」という意味です。

「工夫する」「考える」は、コンサルタントの日常的なテーマです。また、「計画する」「企画する」も、建設コンサルタントにとって重要なテーマです。新しい道路計画を企画する。新しい駅をつくる。造ったらどのように利用されるかを予測することも建設コンサルタントの大切な仕事です。

(5)【諮る】

「身分の上の者が下の者に問い尋ねる、相談する」という意味を表します。例えば、「大臣が学識経験者に諮問する」などのように、主に政治や学問の分野では、いまでも使われているようですが、身分や上下の関係がうすれてきた現代社会では、官公庁や政治の世界以外ではあまり使われません。コンサルタントは、委員会活動に委員として参加したり、事務局を引き受けて委員会の運営をしたりすることもあります。

(6)【謀る】

もともとは「難しいことを相談する」という意味だったようですが、「問う」「計略を練る」「相談する」といった「集団で何かを考える」ということから、それが転じて、「(悪事を)くわだてる」「たくらむ」「おとし入れる」といったあまり良くない意味に、いまは用いられているようです。しかし、このような意味での「謀る」は、建設コンサルタントにはありません。

II. 単位ということ、基準ということ

「はかる」ためには、長さ、重さ、時間などのように**単位**が必要です。また、高さをはかる場合や位置を決定する場合などには、何か**基準となるもの**が必要となります。

1. 単位について

人がものをはかることを考えだしたのは、今から約1万年も前のことだといわれています。私たちの遠い祖先が集団で生活し、獲物を捕ったり植物を採取したりし、それを分配したりする。その段階で、それらの数、量、大きさなどを正確に表す必要がでてきたのでしょう。

長さの単位について見てみると、その起源はどここの国でもはじめは人間のからだの一部分を基準としているようです。例えば、長さや大きさは手足を用いてその大きさを表すことから始まっています。今も残っている『foot(複数形はfeet)』は、もとは足(くるぶしから下)の長さであり、12インチ、約30cmです。その『inch』は手の親指の幅からきており、2.54cmです。

これらは西洋の単位ですが、東洋においても同じことが言えます。『尺』は手をひろげたときの親指の先から

中指の先までの長さであり、その十分の一を『寸』としました。親指の幅は『寸』の起源となったとされています。

小泉袈裟勝という人が著した『単位の起源事典』によれば、『尺』の定義は変わらないのですが、実際の長さは、殷時代の17cmに始まって、周の時代(紀元前1000年頃)には約23cm、魏の時代(250年頃)には24.3cm、唐の時代(600年~800年頃)には30.3cm、清の時代には32cmという風に、時代の変遷とともに段々と長くなっているそうです。殷から清までの間の約3000年の間に15cmも伸びたこととなります。このことは、単位の不確かさを表しているとも言えますが、3000年のとてつもなく長い時間を『尺』という単位が生き残ってきたということでもあります。

1784年、現在の福岡県志賀島で「漢倭奴国王」ときざまれた金印が発見されました。これは中国の王朝から日本におくられたもので、この金印の一辺の長さは約2.3cmで、当時の中国の王朝「漢」の正式な長さである「漢尺の1寸」になっています。

これとは別に、中国の伝説の皇帝「黄帝」は、「黄鐘管」という12音律(規則正しくならべられた音のこと)を出す笛を作り、その笛の長さを9寸と決めて、1尺が定められたそうです。これは「笛の音の高さが一定ならば長さも一定である」ということに着目して定められた絶対的な基準です。「尺八」という楽器は、その名の通りに1尺8寸の長さになっています。

伝説によれば、「中国最初の帝王・黄帝は、宮廷音楽師・伶倫を夏の国の西方、崑崙山の北に派遣して竹を採取させた。その中から内径の様なものを選び、節の間を切って笛を作り、これを吹いて黄鐘という音階基準を定めた。そして、この調子笛の長さによって『長さの単位』を制定し、この笛の内容積によって「体積の単位」を決め、さらに、この笛の中に入る『租黍(黒キビ)』の質量によって「質量の単位」を制定した。」(高田誠二『単位の進化』)そうです。

いってみれば、すべての基準を音波の波長から定めたわけで、なんとも優雅な基準です。こうして基準が作られ、単位が生まれました。この笛の長さは『租黍(黒キビ)』90粒分に当たるので、その1粒を1分、10分

主な基本単位

量	単位の名前	記号	定義
長さ	メートル	m	メートルは、光が真空中で1/(299,792,458)秒の間に進む距離。
質量	キログラム	kg	キログラムは、(重量でも力でもない)質量の単位であって、それは国際キログラム原器の質量に等しい。
時間	秒	s	秒はセシウム-133の原子、2つの超微細単位の間の変位に対応する放射の9,192,631,770周期の継続時間。

を寸、10寸を尺、10尺を丈、10丈を計としました。

この『黒キビ』一粒の幅を基準とした尺度は、隋、唐をへて奈良時代に日本へ渡来し、大宝律令(701年)で制度化されました。

1790年、国ごとにちがう単位を使っていたのでは交流するにも不便だということになり、フランスの国民議会在議が共通の単位を作ることを決め、1875年5月20日、メートル外交官会議でメートル条約が成立しました。この後、各国でメートル法が使用されるようになり、現在では、世界中のほとんどこの国へ行っても、メートルが長さの単位として通用するようになりました。江戸時代には鎖国していた日本も、明治になると開国しました。このとき、最初に必要になったのが、貿易に使うお金と長さの基準を西洋に合わせることでした。日本は明治18年(1885年)にメートル条約に加入し、昭和33年(1958年)に、メートル法は完全に行きわたるようになりました。

メートル会議で、1メートルの長さは地球の子午線(北極と南極を通る大きな円)の長さの4000万分の一にすることになりました。そしてその長さを「メートル原器」として、さまざまな国に置き、長さの基準としました。

現在は、1メートルは光が真空の中を2億9979万2千458分の1秒に進む距離として定められています。1875年に定められたメートル法は、1954年の第10回国際度量衡総会で、6つの基本的な単位として定め直されました。これを国際単位系(SI単位系)といい、現在の日本は、このSI単位系を使用しています。

2. 基準について

地球上で任意の位置を表そうとすると、X、Y、Zの3つの要素が必要です。平面的な位置はXとYで表します。高さに関してはZを定めることによって確定します。それでは、X、Yの原点はどこにあるのでしょうか。東京都港区麻布台2丁目18番1にあつて、東経139°44'40.5020、北緯35°39'17.5148です。日本経緯度原点と言います。Z方向の基準は、東京都千代田区永田町1丁目1番地に置かれていて、東京湾平均海面高さ+24.4140mとなっています。こちらは、日本水準原点と言います。

これらを原点として、日本中に座標の網が掛けられているのです。

<参考文献>

- ・『広辞苑 第四版』
- ・高木仁三郎『単位の小辞典』岩波ジュニア新書
- ・小泉袈裟勝『単位の起源事典』
- ・その他、単位についての多数のウェブサイトを参考にし、その一部を引用させていただきました。

伊能忠敬の夢

編集委員：中央復建コンサルタンツ株式会社 林直美



近頃、某テレビ番組で「ソーラーカー日本一周ひとふで書きの旅」なんてのが放送されておりますが、200年ほど昔、「歩いて日本一周測量の旅」をしていた人々がいたそうです。それが伊能忠敬測量隊です。

* * *

時は、江戸中期。当時世界の暦は、太陽暦(エジプトなど農業国家で、季節を正しく知る必要がある地域で採用。現在の世界標準)、太陰暦(アラビアなど夜の旅のために月の光を重要視された地域で採用)、太陽太陰暦(中国で採用。季節とのずれが一番大きく、何十年おきかに改暦が必要)等があり、日本では中国から太陽太陰暦を輸入していました。しかし、一番ずれが生じてくる暦だった上に中国との緯度の差の分、さらにずれが生じていました。夏至が実際と2日ずれていたそうです。それにより幕府は権威を失っていました。そこで、改暦に力をそそぐため、天文方として民間の天文学者を登用しました。それが、関西で名高かった天文学者・麻田剛立の弟子で後に伊能忠敬の師となる高橋至時と間重富でした。

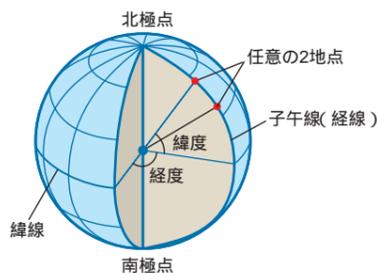
さて、伊能忠敬の人物像とはいいますが、算法大好き、根気強く、人扱いがうまく調整役にも長けていました。そんな人柄ゆえ、実家よりも格上の造り酒屋へ婿入りし、更に家業を大きくし財産を築き、そして、惜しまれつつ隠居。長男に家業を譲り、50歳にしてようやく自分の大好きな学問に没頭出来る身分となり、いそいそと江戸へと出て行きました。そして、運命の師、高橋至時の下、天文暦学に勤しむこととなるのでした。天文暦学は複雑な計算技術と精密な観測が必要のため、忠敬にはぴったりの学問でした。余談ですが、忠敬が遺言で「師の傍らで眠りたい。」と言い残した事からも至時への信頼ぶりを知る事ができます。現在も、東京浅草の源空寺に二人並んで眠っているそうです。

忠敬は、ついに1800年、蝦夷地へと初めての測量の旅に出ました。忠敬の目的は、子午線1度分の長さを計ること。忠敬55歳のことでした。

子午線とは・・・

昔の中国では、方角を干支(えと)の十二支で表していました。真北の方角が「子」、真南の方角が「午」となり、「子午線」とは真北と真南を結んだ線の意味になります。すなわち、経線のことです。当時、忠敬はじめ世界の天文学者がやっきになって知りたがった数字、子午線1度分の長さ。子午線上の任意の2地点間の距離を測り、星を観測して緯度を測れば算出できます。それが分かれば、地球の大きさを知ることができます。しかし、誰も測量して計測したものはいませんでした。

ようやく4回の測量の末、師匠をも納得させる数字を算出した忠敬の喜びは、ひとしおだったに違いありません。ちなみに、忠敬が算出した長さは、28里2分、現在の単位にすると、110.74898km。東京付近(緯度35度)の緯度1度分は110.952kmとされているのと比べるとかなりの精度です。



伊能隊の測量法は・・・

距離を測る

歩測(ほそく)

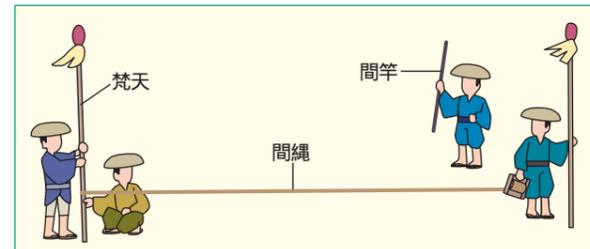
第一次測量時の蝦夷地は未開の地も多く、道が険しく時間がかかり、道具で計測するが不可能だったため、ほとんどが歩測でした。

間縄(けんなわ)

1間(約1.8m)ごとに印がつけられている縄。軽量だが、ぬれると伸び、乾くと縮むのが難点。

鉄鎖(てっさ)

針金を60本つないで10間(約18m)の鎖。



間竿(けんざお)

2本つないで、3.6mの長さ。間縄や鉄鎖が使いにくい岩場などの計測時に使用。毎朝、間縄や鉄鎖の長さにくるいが無いかを確認するのに使用していた。

量程車(りょうていしゃ)

車輪を回転させて、その回転数で距離を測る。しかし、平らな地形以外ではほとんど使い物にならなかった。



量程車

方位を測る

杖先羅針

杖先に方位磁石を付けたもの。

半円方位盤

方位を測定する器具。

中象限儀

四半円の角度をよみとる目盛りと望遠鏡を組合せたもので、星の角度をみるのに用いられた。



杖先羅針



象限儀

測量方法

道線法

曲がりくねった道や海岸も曲線に沿った直線(測線)の連続となるように測り、測線の角々に梵天を立て距離と角度を測る。

交会法

各測線の角々から共通の目標物(お宮の屋根や大きな一本杉など)への角度を測った。それによってより正確な測線を引く事が出来た。

遠方交会法

道線法と交会法で行った測量の正確さ確かめるため、遠くの目標物(富士山など)を定め角度を測る。



アメリカで発見された「伊能図」を近畿版として合成

このような、綿密な測量を繰り返し、70歳までの15年の間に、10回にわたる日本縦断の測量で完成させたのが、大図214枚(1/36,000)、中図8枚(1/216,000)、小図3枚(1/432,000)からなる「大日本沿海輿地全図」でした。

時を経て、2001年春、アメリカで発見された「伊能図」は、その精密さと美しさで世界を唸らせた。

国土院発行の地図の山地の緑は、伊能図の緑がもとになっているそうです。また、いろいろな人が伊能図を真似て地図を作っているようですが、伊能隊が作成したものには、測線に複製のための針穴が空いているそうです。

1日は24時間で1年は365日、地球の直径は約12,000km、円周率は3.14・・・と、生まれた時から決まっていること何の疑いもなく育ってきた私には

あり得ない時代です。暦がずれていく??縄で測量??でも、そんなんですよね。こうして歴史は築きあげられて今があるんですよね。それに気づいた時、先人達の苦勞に思いを馳せ、感謝をしたいと思います。

人生50年の時代に50歳から事を為した伊能忠敬・・・人生80年の現代、まだまだ時間はあります。あなたなら、どう生きますか?輝かしい終焉を迎えるために。



測量器具および肖像画写真:伊能忠敬記念館提供

トンネルは 両側から掘削して どうして合うの？

編集委員：株式会社オリエンタルコンサルタンツ 今村 博行



貫通点銘板

昭和58年（1983年）1月27日午前9時15分、青函トンネルの先進導坑が貫通した。先進導坑というのは、本坑の掘削に先立って掘られる断面の小さいトンネルのことである。先進導坑のおかげで、海底における高圧湧水をとめる施工方法の研究、工事全体の工期、工費の把握等、多くの情報を得ることができた。先進導坑の貫通地点は、竜飛方から11km363m77、吉岡方からは10km927m83の位置である。貫通時の発破開始ボタンを押したのは東京の官邸に鎮座する時の総理大臣中曽根康弘氏である。ドーンという鈍い響きとともに、北海道と本州を隔っていた最後の切羽が掘削され、さわやかな風が吹き抜ける。現場では男達の笑顔と涙と酒が飛び交った。喜びの余韻が醒めやらないなか、建設コンサルタントである朝日航洋（株）の測量チームの手で、最後の測量が行われた。左右644mm、距離19mm、高低差196mm（吉岡方が低い）という結果であった。

「海峡」という映画がある。「日本沈没」「八甲田山」などの大作を手掛けてきた森谷司郎監督が、津軽・竜飛の自然を背景に青函トンネル工事に賭けた人々の姿を壮大に描いた名作である。高倉健、森繁久彌、三浦友和、吉永小百合などの豪華な俳優が出演したこの作品を見ると、トンネル貫通に立ち

会った人々の興奮と感動を感じることができる。

両側から掘り進み 真ん中で合う？ ～測量精度がカギを握る～

その後工事は、難航したものの、ついに昭和60年（1985年）3月10日に本坑が貫通した。本坑貫通時の誤差は、先進導坑貫通時の誤差をカーブで吸収することで、±10cm以内となった。ところで、青函トンネルは、全延長53.85km（海底部23.30km、陸上部30.55km）という当時は類を見ない海底トンネルであるが、こんな長いトンネルを両側から掘ってどうして真ん中で合うのだろうかという素朴な疑問を持たれたことはないだろうか。

疑問に対する回答を先に言おう。両側から掘ってきたトンネルが真ん中で合うのは、トンネルの平面・縦断線形を「X、Y、Z」の座標を測量により管理しているからである。地球上で任意の点を表すためには、X、Y、Zの3つの要素が必要である。X、Yが平面位置を表し、Zは高さを表

す。平面位置を決定するための座標（X、Y）は、国土地理院が定めた「三角点」を基準点として、「一辺の長さ」と2つの角度が分かれば、残りの辺の長さや角度が求められる」という三角形の性質を利用して、地表に目に見えない多くの三角形をつくることで成り立っている。座標を用いることで、地表での両坑口の位置関係は、正確に把握することができる。水準測量で用いる高さZは、東京湾平均海面高さを基準とし、正確な高さを求めることができる。

トンネルを掘り進める方向は、地表面で予め求めた座標をトンネル内で確認しながら掘り進めていくのである。しかし、あくまでもこれは机上での



トンネル内での測量



日本で一番低い三角点
(JR北海道提供)

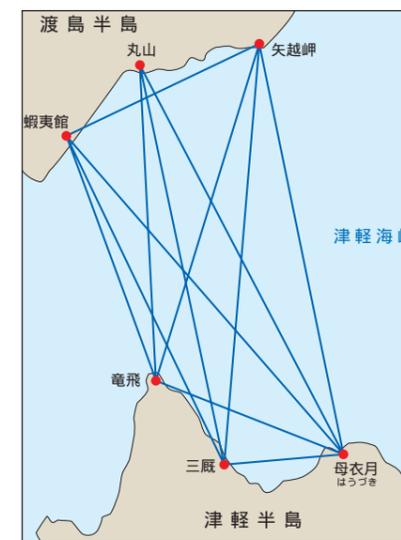
話である。実際の測量は、掘削幅が狭く、延長が長いために、常にオープントラバース測量（トラバース測量というのは、三角形が組み合わされた多角形で成り立っている。全部の三角形が結ばれた場合を閉合トラバースといい、一部に結ばれない三角形がある場合をオープントラバースという）となり誤差を伴い易い状態にある。そのため、トンネル内での測量は、読みとり誤差を極力小さくするために、視界や温度などの坑内環境が安定するトンネル工事の休止期間を利用して行われる。測量は、一地点毎にチェックを行い、貫通時の精度が、許容値内（50mm）であることが確認出来るまで慎重に何度も行われる。

更に建設中に直接地表から立坑を掘ったり、ボーリングを行うことで位置の点検をすることもある。

測量の要は基準点の設置 ～温度変化が障害となった～

しかし、海底トンネルである青函トンネルでは、地表面に基準点を設けたり、地表からボーリングを行うなどは、到底無理である。それではどうしたか。

青函トンネルでは、まず津軽海



渡海三角測量の6つの基準点位置図

峡を挟んだ6点の基準点を設けることから始める必要があった。（下図参照）。まず、この基準点を設けること自体が想像を絶する困難な作業であった。特に矢越岬の基準点は、断崖絶壁の上であり、測量を請け負った当時の東洋航空事業（後の朝日航洋）の測量チームが遭難に近い状態になった。測量作業は終わったものの天候が悪化し、船が出せないことから、天候の回復を待っている間に食料が底をついたのである。やむを得ず陸路に行くことにし、熊笹を掻き分け泳ぐようにして道無き道を辿ったという。

更に6つの基準点を結ぶ「渡海三角測量」を行う必要があり、角度はウイルドT3、距離はジオジメーター2型と呼ばれる最高精度の測量機器を使用し、繰り返し測定を行うことによって精度を確保した。

トンネル内での測量では、誤差の生じる理由もいろいろと存在する。青函トンネルでは、トンネル内に配管された排水管と空気の温度の違いによって生じた温度勾配によって光が屈折し、誤差が生じたことが報告されている。

また、長大トンネルでは、地球が丸いことに起因する平面座標の基準となる東京湾平均海面高さとのトンネル施工面の半径補正が必要となる。

明治のトンネルは 立坑を掘って確認

明治の初期に日本人だけで造った、琵琶湖から京都に流れる琵琶湖疎水はトンネルで長等山を越えている。長大トンネルの施工技術に加えて測量技術も乏しく、これを補うために平面線形上に中間立坑を多く造り、その立坑から両側にトンネルが掘削された。



青函トンネル竜飛側作業坑(左)から本坑への連絡坑
(日本国有鉄道100年史より)

長いトンネルは 分けて掘れ

トンネルは、その延長が長くなると工期と経済性から両坑口から掘削される。さらに延長が長い場合には、中間斜坑や中間横坑を用いた掘削方法も採用されることがある。山陽新幹線の新大阪～新神戸間に位置する六甲トンネル（1970年貫通、延長16250m）では、工期短縮を目的として、6工区に分割され、両坑口その他、中間立坑、中間斜坑から本線に到達して両側に掘削する方法が採用された。中間立坑は、まず縦断方向に約30m（幅12m）で掘削され、この30mを基線にして約2kmを掘削する必要があった。当時は、鉛直トランシットが無いと、立坑の両端に基準点を設置し、その点をさげ振りして施工基面に移した。この時、さげ振りには、ピアノ線と10kgの錘が使用されたそうである。それでも錘は、地球の自転によりさげ振りが回転するため、錘を油の中に入れることで、回転を抑える工夫をしたそうである。その結果、30mを基線にした測量で2km先での誤差は、許容値内であった。

現在では、測量にも人工衛星（GPS：全球測位システム）が利用され、現場作業の軽減、精度の向上が計られている。

衛星からの恩恵

編集委員：東洋技研コンサルタント株式会社 宮下 典嗣

GPSとは？

GPSと聞いて皆さんは何を思い浮かべますか？最も身近で活躍しているカーナビゲーションシステム（カーナビ）を思い浮かべる人が多いのではないのでしょうか。このカーナビは大変便利なシステムであり、ドライブ中に地図を片手に肝心の部分がページとページの狭間であることにばやいたり、夫婦やカップルの喧嘩の原因になることが無くなるのです。（カーナビの操作方法を原因とする喧嘩が増えているとの情報もありますが・・・）

カーナビ以外にもさまざまな分野においてこのGPSは活用されていますが、我々土木の世界では、測量分野においてこのGPSが活用されています。

このGPS測量には、

- ・測量する2点の見通しがなくてもOK
- ・天候に左右されない
- ・陸上・海上・空中のいずれもOK
- ・精度が高く、世界測地系のデータが得られる

といった、長所があります。

では、GPSとはそもそもどのようなシステムなのでしょうか。

活躍する人工衛星

GPSは人工衛星と関係があることを

知っている方は多いと思いますが、一口に人工衛星といってもその種類にはさまざまなものがあります。

無線通信を目的とした通信衛星、衛星放送を目的とした放送衛星、気象観測のための気象衛星、科学的探査を行うための科学衛星等々、現在数千個の人工衛星が地球を周回しています。これら数多くの人工衛星のうち、24個のGPS衛星から発信されている情報を利用して現在地を特定するのがGPS（Global Positioning System：全地球測位システム）です。

詳しい説明は省略しますが、24個のGPS衛星の内、3個のGPS衛星からの電波を受信することにより2次元としての現在地を特定することが可能になり、4個以上のGPS衛星からの電波を受信することにより高度を含めた3次元としての現在地を特定することが可能となります。

カーナビは、予め緯度、経度の与えられた地図情報と、GPS衛星からの情報により特定した自分の位置を組み合わせで表示しているのです。

GPS衛星の持ち主は？

カーナビのような便利なシステムに無くてはならないGPS衛星の持ち主は

誰なのでしょう？日本？いえ、違います。アメリカの持ち物なのです。

元々このGPSはアメリカが軍事目的のために120億ドル以上の開発費を注ぎ込んで作り上げたシステムなのです。このアメリカの持ち物であるGPS衛星からの情報を無償で使用させてもらっているのが現状です。

アメリカは当然の如く本来の目的である軍事目的用の情報と、民間目的用の情報を使い分けています。軍事目的用の情報から特定された位置の誤差は15cm～25cmといわれているのに対し、民間目的用の情報から特定された位置の誤差は約10m程度あるといわれています。また、これらGPS衛星の運営は当然アメリカが行っていますので、測定精度は予告無しに変更されることも有り得るといわれています。アメリカのシステムに依存している日本を含めた各国にとっては大きな問題でしょう。

昨年初めには、GPS衛星の1基が故障し、カーナビや船舶の位置情報に一時的に数十キロ～数百キロの誤差が生じた例がありました。幸い事故等は起きなかったのですが、GPSの便利さゆえ、私達の生活の一部になればなるほどこのようなリスクを保有していることは理解する必要があります。

さまざまなGPS活用法

カーナビや測量分野以外のGPSを活用したシステムやサービスにはさまざまなものがありますが、ここではその一部を紹介します。

津波計として

現在実験段階ではありますが、GPS津波計による津波早期検出システムにより津波災害の軽減に大きな効果があると期待されています。これは、海上に浮かべたブイにGPSアンテナを取り付け、波の高さを陸上の基地で観測するシステムです。通常の地震により発生した津波はもとより、地震計に反応しない長周期の地震（いわゆる津波地震）により発生した津波を検出することも可能になります。世界有数の津波被災国である我が国にとってはなくてはならないシステムでしょう。

緊急事態のために

あまりお世話になりたくはありませんが、いざと言う時になくってはならない救急車、消防車、パトカーへのGPSシステム導入が広がっています。いざという時のために、素早い対応を期待しましょう。これらの緊急車両以外にも、素早い対応のために、タクシー会社や運送会社にもGPSシステムの導入が広がりがつつあるようです。

勤怠管理として

外回りの多い営業マン等の勤怠管理を行うために、GPSを利用した勤怠管理システムなるものがあります。確かに効率的な管理ができるのですが、衛星から常に見張られていると思うと・・・。

携帯電話を使用して

携帯電話事業者が行っているサービスとして、携帯電話に付加したGPS機能により迷子や徘徊老人を探すシステムが提供されています。当然のことながら探す側も、探される側も携帯電話を持つ必要がありますが、いざという時のために大変便利なサービスではないでしょうか。また、携帯電話ではなくGPS通信端末をランドセルに取り付けることにより、パソコン等で子供の居場所を確認するサービスを行っている警備会社もあります。

野生動物の生態調査として

さまざまな野生動物にGPSテレメーター（GPS首輪）なるものを取り付けることにより、その生態調査を365日24時間観察することが可能になっています。野生動物の科学的基礎資料収集に大きく貢献しています。

レジャーに

これだけ便利なGPSシステムですから当然レジャーにも活用されています。世界的な規模で行われているGPSを使用するの宝探し。登山、サイクリング、熱気球等々、移動を伴うレジャーには必須のアイテムになっていくのかも知れません。

GPSの今後

アメリカの持ち物を使わせてもらっているがための問題や、プライバシー上の問題はあっても、非常に便利なシステムであるGPSの後は、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）との連携により、現在

よりも更に高度なカーナビや、車・航空機等の自動運転システム、地震の予知等、現状では考えも及ばないような活用方法まで発展すると予想されます。人類は更に多くの恩恵をGPS衛星から享受することができるのではないのでしょうか。測量分野においても、将来的にはGISと連携したシステムにより、

現場に行かずして測量が完了してしまうような時代がくるかも知れません。

ただ、さまざまな活用方法を安心して運用していくため、また、より独自性を発揮したシステムを構築するためには、我が国独自のGPS衛星が必要かも知れません。

GPSは大阪市民の「安心」を支える！

私たちの生活の中で身近に活用されているGPSがあります。私たちがいつ関わるかもしれない救急車や消防車は、実は高度なGIS（地理情報システム）が要です。大阪市消防局では、緊急時に必要なさまざまな情報を高い精度で管理、処理し現場の機動力に役立てています。

（ANSIN：Advanced Network System for Intelligence and Navigation）

情報処理が決め手！

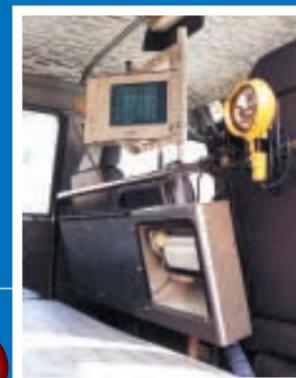
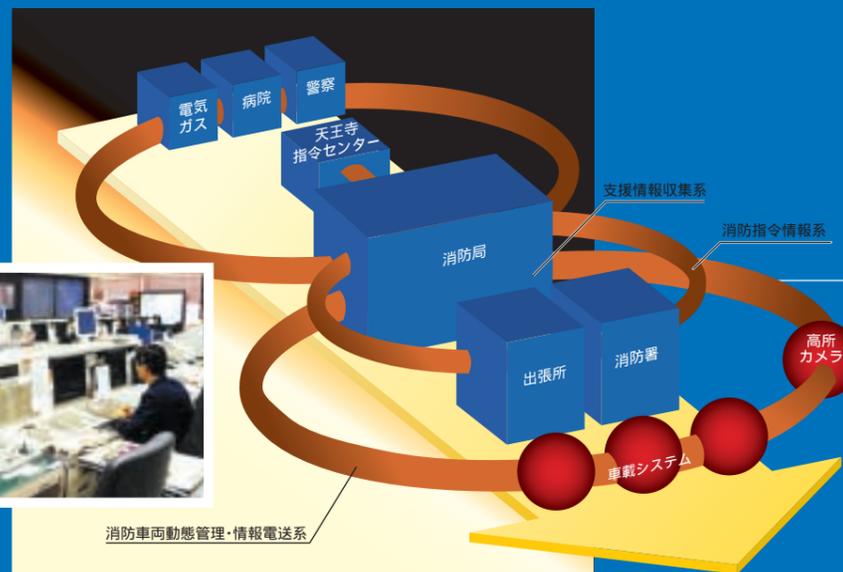
複雑化する社会環境と都市災害には、情報通信技術を活用し情報の共有化を図ることが重要です。消防局ではさまざまな現場の支援情報を収集し迅速な初動体制を支援しています。その情報とは、ビルの屋上に設置したカメラの画像情報や地域の病院、警察などからの必要な情報を瞬時に把握できるのです。

位置情報と地図を高度に解析

消防車や救急車はGPSで得た自分の位置情報を時々刻々とセンターに送り続けているのです。そこで処理したデータはたとえば、どのルートでなら渋滞を避けることができるか？何処の病院に行けば迅速で的確な治療が受けられるか？搬送の帰りに交通事故がルート近くで発生！即座に最速で対応できるその救急車に情報が届けられます。



消防車両動態管理・情報電送系



このように、情報のネットワークと高度な地図情報システムにより私たちの安全と安心の生活が支援されているのです。

山の高さは どうして測るの？

編集委員：株式会社建設技術研究所
水摩 智嘉

(1) はじめに

皆さんは、「山」といえばエベレストや富士山といったように「山の高さ」が思い浮かべられると思います。山が並んでいればどちらが高いかわかりますが、遠く離れた山の高さを比較するには、数値で示す必要があります。

では、「山の高さ」はどうやって測るのでしょうか。我々は常日頃、「山の高さ」を漫然と受け入れています、ここで少し掘り下げて考えていきましょう。

(2) 山のはかり方

●何を基準にしているか

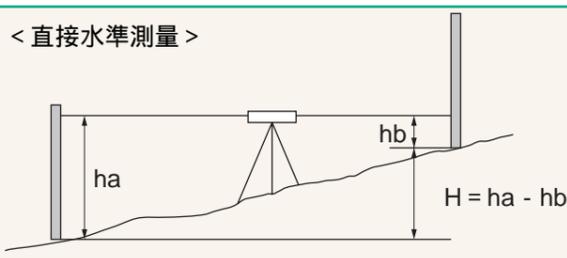
高さを測る為には、その基準になるものが必要ですが、平均海面（潮の満ち引きを調べて平均を出す）を0mとして基準にしています。海拔 mと表示されているのがそれです。

しかし、海面はいつも動いているので、陸上にはっきりしたポイントを置こうということで、国会議事堂前の憲政記念館（加藤清正や井伊直弼の屋敷があった箇所・海拔24.414m）に原点を設け、これを日本の水準原点としています。この高さよりどれだけ高いか低いかで、日本のあらゆる場所の高さが求められているわけです。水準点は国の主な道路に沿って約2kmごとに全国におよそ22,000点設置されています。

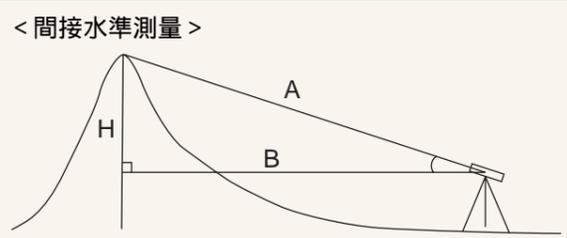
●代表的なはかり方

さて、高さの代表的な測り方には、2つの方法があります。一つは、2つの地点に標尺をまっすぐに立て、水準儀

< 直接水準測量 >



< 間接水準測量 >



（精密な水準器を備えた望遠鏡）を置いて、目盛りを読みとり、引き算で高さの差を出す方法です。これを直接水準測量と言います。

しかし、山の高さを測る場合、この方法だと膨大な労力（作業や時間）がかかるため、実際には、もう一つの方法で測ります。これは、三角形の性質を利用し、既知点から目標までの距離と俯角を観測して、比高Hを求める方法です。これを間接水準測量（三角測量）と言います。

●三角点とは

ここで、皆さんが山に登った時見かけたことがあるかもしれない三角点についてふれてみましょう。

三角点とは、三角測量を実施したとき、地表に埋定された基準点のことです。経度・緯度の基準になるのが「三角点標石」、高さの基準になるのが「水準点標石」です。三角点は、地殻変動その他を知る重要な点で、重要度により一等から四等までの4種類があり、一等18cm角、二等と三等は15cm角、四等は12cm角の硬質の岩石が使用されます。上面中央に+が刻まれ、その中心が三角点の位置、高さになります。また、原則として文字が南を向くように設置されています。

(3) 地球のかたちと地心からの高さ

●地心距離

少し余談になりますが、世界で最も高いとされているエベレストの8,848mは、海面からの高さであって、地球の中心からの高さ（地心距離）となると別の山になります。（アンデス山脈にあるエクアドルの火山チンボラソで、エベレストより2,000m以上高くなる）

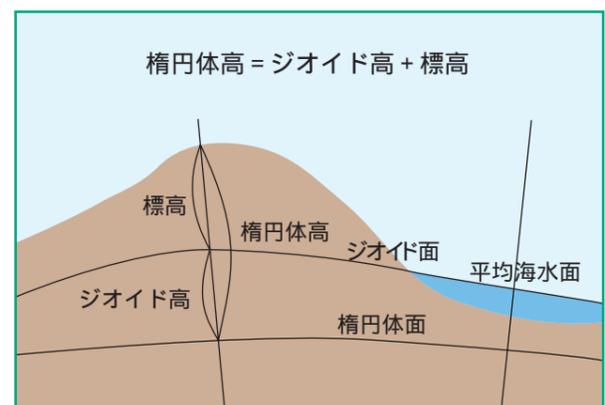
日本国内でも、地心距離で測ると富士山より高い山が小笠原や沖縄にあります。これは、地球が楕円形をしているからで、赤道が南北両極よりふくらんでいるため、赤道に近い方が高くなるようです。



●ジオイド高

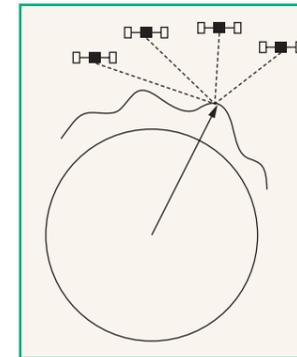
すべての海域の高さを基準とするため、高さの基準として現在最も現実的な水準面がジオイドです。ジオイドとは、地球上が全て海だったとしたときの海面の形といえ、ジオイド面においては、すべての海岸線の標高は0mとなり、現実世界と一致していることといえます。

国土地理院の地形図や成果表にある標高はジオイド面から地表までの高さです。ついであるが成果表に見られるジオイド高というのは楕円体面の表面からジオイド面までの高さです。したがって 楕円体高 = ジオイド高 + 標高 になります。



(4) おわりに

近年では、光¹やGPS（人口衛星）²を利用した近代的な測量も行われています。皆さんがこれから色々な山を見られた時、美しい景色や高さを楽しまれつつ、その測り方にも考えを馳せて頂ければ、又違った楽しみも増すのではないのでしょうか。



(注)

- 1：光を利用した測量：光波測距儀という機械を用い、光が二地点を往復する時間から距離をはかる方法。（P.14参照）
- 2：GPS（人口衛星）を利用した測量：人工衛星から出た電波が地上に届くまでの時間の差で距離や位置をはかる方法。（P.8参照）

日本と世界の高い山		
世界の高い山		
1位	エベレスト	8,848m
2位	K2	8,611m
3位	カンチュンジュンガ	8,585m
日本の高い山		
1位	富士山	3,776m
2位	北岳（白根山）	3,192m
3位	穂高岳	3,190m



コラム 基準点を探そう！

全国に位置の基準となる三角点は約100,000点、高さの基準となる水準点は約22,000点設置されているそうです。ならば、大阪市にもたくさんあるだろうと、三角点、水準点を探してみようと思います。

まずは2万5千分の一の地図を取り出しました。三角に目のついた三角点と四角に目のついた水準点を探してみます。日本一低い山、標高4.53mの天保山に三角点を見つけました。

次に、国土地理院のホームページから探してみました。 <http://www.gsi.go.jp/>

近畿には三角点が7980点、水準点が1567点、さらに電子基準点が113あります。電子基準点というのは、

< 地図記号 >



GPS衛星からの電波を連続的に受信する新しい基準点として設置されたものです。全国に約20km間隔で約1200点設置されています。

大阪府合同庁舎4号館前に水準点を見つけました。水準点の中にはフタがしてある入れ物に入っているものもあるようです。フタには測量のマークがあってわかりやすくなっているのだそうですが、簡単に見つかるのでしょうか。

電子基準点はビルの屋上などにも設置されることがあるとか、ビルの屋上にもこれからは注意してみようと思います。宝探しならぬ、基準点探しに挑戦しませんか？

明石海峡大橋で知った 丸い地球

編集委員：株式会社ニュージェック
井上 恵太

近畿、いや日本が世界に誇る明石海峡大橋。きっと、「はかる」ということに関して、すごいことがあるはず...

インターネットで検索するだけでも、たくさんの情報が出てきます。支間長1,991mで世界最大の橋。つまり、2本の主塔が1,991m離れて建っているわけですが、主塔の頂上どうしの距離を測ってみると、9.3cm長いとか。もちろん、主塔が傾いているわけではなく、きちんと垂直に建っています。地球が丸いのでこんな差が出てしまうんですね。そんな巨大な構造物がどうやってつくりあげられたのか、さぞ大変なことだろう...なにが大変なのだろう...想像もできない...

■明石海峡大橋・橋の科学館

まずは、現場ということで、明石海峡大橋とその袂にある橋の科学館へ。主塔の高さが約300mというから

東京タワーくらいで、幅4kmの海峡に、東京タワーを2本建て、それにケーブルをわたして、橋をぶら下げているというのですから、そりゃ大きい。電車の中から眺めたり、車で大橋を渡ったことは

ありましたが、間近でじっくりとみたのは初めてでした。橋をぶら下げているワイヤーを引っ張っている巨大なアンカレイジ、主塔、気持ちがいいくらい大きい。コンパクトカメラでは全然フレームに入りきれない。「舞子海上プロムナード」は、アンカレイジの中をエレベーターで上がって、そこから橋桁を歩くことができ



るようになっているのですが、床がガラス張りになっていて、はるか下の海面を行き交う船が見えるのです。これは怖いです。海上50mですから。

橋の科学館には、模型やパネルが所狭しと並んでいて、大橋に関する大抵のことは知ることができます。事前に予約すれば、主塔の頂上までつれていってもらえる「明石海峡大橋ブリッジワールド」という体験ツアーがあるそうで、これは一度是非、体験してみたいですね。(案内には「高所及び閉所恐怖症の方はご参加にならないで下さい。」とあります。)

■建設当時の担当者に聞く

建設当時、橋の建設に携わられた本州四国連絡橋公団の方にお話を伺うことができました。事前に当時の資料を集めてくださったようで、本四公団に何と、机の上には20冊ほどの手帳が、どれもびっしりと当時のメモが書き込まれています。

測量方法の検討では、幅4kmの明石海峡で、正確な位置に基礎を設置するため、陸に設置した測量器械をのぞいて測量するわけですが、船舶の数が非常に多く、また、海上のゆらぎに邪魔されるため、そのタイミングまで考慮する必要があったそうです。

■基礎の位置を測りながら設置

2本の主塔は、潮流の激しい海中に据え付けられた基礎の上に建っています。この基礎を造るには、水深60mの海底を巨大なツメをつけたグラブ船という船で掘り起こし、地盤を平らにします。そこへ、あらかじめ造船所で造られた鋼鉄製の枠組み(ケーソン)を、海に浮かべて船で引っ張り運んできます。ケーソンは高さ65m、直径80mもある円柱です。そのケーソンを、潮流の弱まる時間をねらって、海岸に設置された測量器械で測って位置を決めながら、海水を入れて沈めるのです。

このケーソン、角のある矩形が多いようですが、明石海峡大橋では、円柱形です。これは、潮流等による力のかかり方に偏りの出にくい形であり、また据え付けでも、円形であれば、中心だけをpushすれば方向は考慮しなくてもいいからだそうです。

■巨大な主塔をはかる

基礎を設置すると、次はその上に主塔を築きます。海中の基礎から、徐々に積み上げていく中で、まっすぐに建っているかを測量で点検します。ところが、い



ざ測ってみると、なぜか傾いている。主塔の長大な面が、日光の当たる側と、陰の側で温度膨張が異なり、塔のゆがみや傾きとなっていたのです。そのため、測量結果を補正したり、夜中に測量をしながら、工事を進めたのだそうです。

世界最大の架橋工事。そんな仕事に携わった方のお話しに、驚き、感心し、うらやましいと思いました。こうした高度な技術を将来に伝えていくこと、また、限られた予算の中でも、性能を落とさずつくりあげることが、これからの課題だそうです。

協力：本州四国連絡橋公団、(株)長大、(株)オリエンタルコンサルタンツ
写真、イラスト：本州四国連絡橋公団ホームページ

震災で全長が1m延びた

明石海峡大橋は1988年に起工し、10年後の1998年に開通しました。その間には、阪神・淡路大震災(1995年)も経験しています。マグニチュード7.2の大地震で、ビルの崩壊、高速道路や新幹線高架橋の落下など、大きな被害が生じました。橋への影響を調べるため、地上や海底の調査のほか、人工衛星を使っての測量を実施した結果、橋の基礎が地盤ごと約1mずれていることがわかりました。橋の長さは当初計画していた3,910mから3,911mになりました。

ちなみに、橋から150km離れた太平洋プレート境界で発生するマグニチュード8.5の大地震や、架橋地点で150年に1度発生が予想される大地震に耐えられる設計となっているそうです。

測ってみよう！ 計ってみたい！

編集委員が測量に挑戦！

某月某日 午後3時

「計る」をテーマにしようなんてだれが言い出したんでしたっけ？

編集委員の頭の中は「図る・測る・計る・・・」でいっぱい。ところが素人の悲しさで、どうもよくわからない。そこで、私たち編集委員6名はJR西日本コンサルタンツ測量課のご協力を得て、会議室から飛び出しました。飛び出した先は近所の公園。この公園で6名の測量隊は、測量の実際を体験してみようというのです。

測量隊1 歩測



N：伊能忠敬は歩いて測ったといひますよ。私たちもやってみませんか？
K：いいねえ。歩くことには結構自信があるんだ。

ということで、まずは、各自の歩幅を測り、次に基点（内緒ですが、公園内の歩道に印をつけました）から基点まで何メートルあるか測ることになりました。みんな真剣な顔で、足元を見つつ、一歩一歩踏みしめて歩き出しました。専門学校帰りの若者が変な顔をして通り過ぎます。



測量隊2 エスロンテープとスチールテープ



I：エスロンテープやスチールテープ（巻尺）も持って来てもらっているから、それでも測ってみましょう。テープのこっちを持っていますから、引っ張って行ってください。

と、自分はじっとして動かない役を先取りするI氏。仕方がないので、H氏は巻尺を持って走ります。

H：運動会のときに白線を引いたのを思い出しますね。これがかなり正確なような気がしますね。

I：道の凹凸がなく、直線距離ならかなり正確でしょうね。伊能忠敬も縄で測ったりしたそうですね。縄が水につかると伸びるので、藤縄になったり、鉄の鎖になったりしたようです。



測量隊3 ウォーキングメジャー



M：実は、僕、コロコロ車を持ってきているんですよ。これ結構便利なんです。うちの会社では、道路ではなく、天井とかを測るときに使っているんですけどね。

といいながらM氏が取り出したのは、ウォーキングメジャーです。公園内の歩道は若干凹凸があり、木の葉も落ちていて、「あ、空回りしたかも？」といいながら測ったのでした。



測量隊4 測距儀



K：測量課の方が何のために協力してくれているのが、みなさんわかっていらっしゃるんですか？これですよ、今は歩測とか、テープとか、やらないの！「測距儀」ですよ。レーザー光線を出して測るんです。

と、測距儀を得意げに覗き込むK氏、一応測量士の資格をお持ちだとか、でも「どこから覗くの？」ですから・・・機械は日進月歩、昔取った杵柄はもう通用いたしません。



最新機器登場！

H：鏡を置いてください。

Nさん 覗いてごらんよ！

N：わあ！すごく近くに見えますね。何をニヤニヤ笑っているんですか？決して別の目的は使わないでくださいよ！

測距儀は大変便利な機械ですが、設置するのが大変でした。水平に機械を設置することが大切ですが、それがなかなか難しく、時間がかかります。慣れると時間も



反射させる鏡

短縮され測量能率も上がるのだそうです。測る場所にレーザーを反射させる鏡を置いて覗いてみると、ほんの近くにあるように見えました。かなり高倍率の望遠鏡です。

Y：どこからレーザーが出ているんですか？

という疑問に答えて、ご自分の手にレーザーを照射してくださった測量課の矢代さん、ありがとうございました。レーザーは直接見ないようにという注意書きが機械に貼ってありました。

とにかく、にぎやかに距離を測った面々。さてその結果は？

* 測定結果 *

歩測（6名平均）	30.832m
エスロンテープ	33.835m
スチールテープ	33.832m
ウォーキングメジャー	33.900m
測距儀	33.826m

測量課の方が測ってくださったので、測距儀で計測した距離が正しいとすると、テープが結構有効ですね。一番ダメなのは人間ですか、やっぱり。中でも、約2名平均値を下げた人がいましたから。いずれにしても、とても伊能忠敬にはなれません。

測量隊5

Y：あそこに立っているモニュメントの高さも測れるんですか？

大阪城築城400年を記念して建てられた「タイムストーンズ400」を指差して、また厄介なことを言い出したY氏。そろそろ帰ろうと思っていたK氏は一瞬、顔を歪め、冷たいビールが遠退いていくのがわかりました。



I：あれを測るのは簡単ですよ。僕なら、一つの石の大きさを測って数だけ掛け算しますね。

ということで、メジャーを持って走っていくI氏の後姿を眺めつつ、再度測距儀を設置しなおして、測ってくれた測量課の重村さん、ありがとうございました。

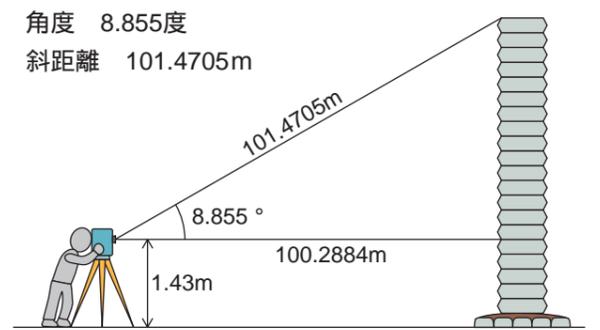


この測量の結果は測距儀によると

水平距離 100.2884m

角度 8.855度

斜距離 101.4705m



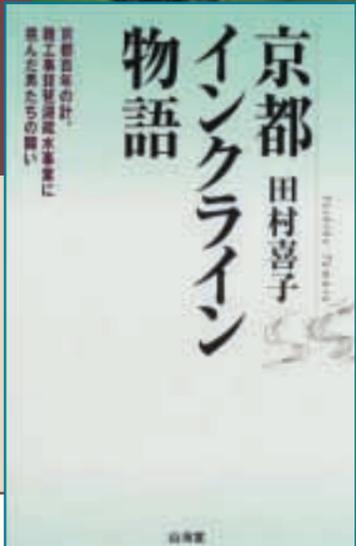
これらから計算すると、モニュメントの高さは、16.8m 直接測ったI氏によれば、一枚の石は80cm。つまり、80cm × 20段 = 1600cm

測距儀とモニュメントの水平関係がわかりませんが、盛り土がしてあったということで、約80cmモニュメントの方が高いところにあったのでしょうか。両者の結果は一致したといえます。測距儀を設置したり、計算したりすることを考えると、メジャーの勝ち！測距儀といえども直接測ることに勝てません。直接測ることのできない、山やビルなら絶対に負けません。

測距儀では、あまり高さは測れないそうですし、水平も確認していないので、測量の専門家としては、この結果には首を傾けておられましたが、素人測量隊としては大満足。

しかし、測量というのは、機械の設置から始まって、少しずつ、少しずつ歩を進め、数値化していく作業のようです。現在でも気の遠くなるような地道な作業に違いありません。建設コンサルタントの仕事においてもまず、「測量ありき」なのだ改めて気づいたと同時に、測量課の方たちの日々の努力に頭が下がりました。

「京都インクライン物語」田村喜子著 土木屋の真髓



たむら よしこ
田村 喜子

「田村喜子」さんは昭和7年京都府生まれで、京都府立大学文学部を卒業され、都新聞社報道部記者を経て、作家になられたのだそうです。土木の応援者と自認する彼女には、土木への熱い想いを伝える著作が多数あります。「京都インクライン物語」で第一回土木学会著作賞受賞。

<著作>

- 『京都インクライン物語』 新潮社、中央公論社、山海堂
- 『北海道浪漫鉄道』 新潮社
- 『剛毅木訥・鉄道技士藤井松太郎の生涯』 毎日新聞社
- 『分水路・信濃川に挑んだ人々』 鹿島出版会
- 『信濃川への挑戦』 こだま出版
- 『関門とねる物語』 毎日新聞社
- 『京都フランス物語』 新潮社
- 『疏水誕生』 京都新聞社
- 『海底の機』 文化出版社
- 『むろまち』 修道社文化出版社
- 『五条坂陶芸のまち今昔』 新潮社
- 『ザイールの虹・メコンの夢 国際協力の先駆者たち』 鹿島出版会
- 『浪漫列島「道の駅」めぐり』 講談社
- 『土木のこころ 夢追いびとたちの系譜』 山海堂

「京都インクライン物語」＝「田辺朔郎」。はずかしながら私にはその程度の知識しか持ち合わせがなかった。この本を当該面で紹介する担当

になり、「京都インクライン物語」をいざ手にしたものの、内容に難しそうなイメージを抱いていたため、読みきることができるのか大きな不安を抱えたまま読み始めてみた。そして驚いた。面白い！そして感動！自分達の仕事とオーバーラップするところが多々あるため、普段読んでいる娯楽小説のようにただ単に面白いただけではない。土木屋の生き様といったら大げさかもしれないが、土木屋の真髓を思い知らされてしまった。

時は明治時代に遡る。明治維新後の遷都により、日本の中心は京都から東京へと移り、京都は古都となってしまった。その結果、京都は虚脱状態になっていた。この京都を復興させるためには産業を興さねばならないものの、京都に

は火力、水力といった動力源がない。この動力源を確保するために、琵琶湖から水をひくいわゆる琵琶湖疏水を実現させるまでの物語である。

あまり細かく当該面で紹介してしまうと、これから読まれる方の興味を削ぐことになってしまうため、ポイントだけ紹介させていただきます。

リーダーシップ

田辺朔郎と並んでこの本のもう一人の主人公が、当時の京都府知事であった北垣国道。当時、日本における土木工事の多くはお雇い外国人の力を借りて行われていた。そのような時代に、北垣はお雇い外国人の手を借りず、日本人だけの手で成し遂げることを大前提とした。この決断だけでも当時としては大変なものであったと思われるが、北垣が指名した工事主任は工部大学校を卒業したばかりの田辺朔郎であった。国家予算7,000万円、内務省土木費総額100万円の時代にあって125万円の工事費がかかる大工事の工事主任を。田辺朔郎が若年であるが故の反論もあ

情報公開 説明責任

現在の土木業界では情報公開・説明責任がキーワードになっているが、琵琶湖疏水工事ではこれらが既に先行されている。国からの許可を得るための前段として、地元で3日間に渡り徹底した討議を行っている。また、工事開始後疏水工事に関するさまざまな噂や妄説が京の町に流れ非難がつのった時でも、知事と市民が直接話し合うことができるところを設けている。さらには、費用を負担する市民には工事過程を見せたほうが良いと、現場を公開するなど徹底した情報公開・説明責任を果たしていたのには驚きである。

新技術 新工法

新技術・新工法も現在の土木業界でキーワードとなっているが、この琵琶湖疏水工事にはさまざまな新技術・新工法が田辺朔郎によって用いられている。日本で初めて等高線を用いて琵琶湖疏水路線地図が作成された。トンネルの中間に竖坑を掘り、トンネル両端と竖坑からの合計4箇所から掘削を行ったが、これも日本では前例がなかった。当該面で現在のトンネル掘削に関する測量技術を紹介しているが、当時はトンネル掘削時の測量技術は確立されていなかった。そのような中で、トンネル貫通時の誤差が最大で13.5mmであった事実には驚くばかりである。この本のタイトルにもなっている「インクライン」も当然日本初である。

不撓不屈の精神

あらゆる困難な条件にはばまれても、それを克服し琵琶湖疏水を実現させようとの使命感から問題に立ち向かっていく北垣の精神にも感動を感じるが、大学を卒業したばかりの田辺朔郎の活躍ぶりに感動しない人はいないのではないだろうか。設計、見積、現場監督を一人でこなし、夜は工事に携わる技師を集めて技術講習会を開き、合間を見て土木技術者に必要な規則や公式、算数表、長さの換算表等を携帯可能な大きさの一冊にまとめた「公式工師必携」の著作や「工学会誌」に発表する論文を作成する。これぞ土木屋の真髓である。

「京都インクライン物語」を読み終わり感動の波が引いた時、我が身を冷静に振り返り同じ土木屋として恥ずかしい気持ちになってしまうのは私だけでしょうか。頑張らねば。

編集委員：東洋技研コンサルタント株式会社 宮下典嗣

* 読書のすすめ *

「田村喜子」と同じく「曾野綾子」さんも土木技術者を主人公にした小説を多く書かれています。例えば、「湖水誕生」は、昭和62年土木学会著作賞を受賞した作品です。フィクションではありますが、土木技術者が長野県大町の高瀬川上流の「高瀬・七倉ダム」建設のために、自らを犠牲にして多くの困難と闘った記録です。月に何回かの休みに自宅に帰ったある日、夕食に「刺身」と温めなおしたらしい「ピラフ」が一緒に出てきます。この組合せが奇妙なことから、主人公の一人である土木技術者は、留守を守っている奥さんが病魔に冒されている

のに気づくというエピソードがあります。女性作家ならではの視点だと思います。ダムが完成し、湛水が始まります。主人公は人造湖の中央までモーターボートを出します。湛水によって沈んでいく桜が水面下（あるいは水面ぎりぎりのところ）で満開を迎えるのを確認するという印象的なシーンで、物語は閉じます。「湖水誕生」に対しては、東京電力（本では、「東部発電株式会社」となっています）の側に立って、自然破壊を正当化した作品という批判もあるようです。確かに田中長野県知事は絶対に読まないと思いますが、それらの批判も踏まえた上で、この夏休みに一読されては如何でしょうか。

映画

ウェールズの山

The Englishman who went up a hill but came down a mountain.(1995)



あらすじ

第一次世界大戦直中の1917年、退役将校のアントンとジョージが、ウェールズ地方の小さな村にある“フノン・ガルウ山”を測量するためにやってきた。しかしその“山”が地図に載るには6メートル足りないことがわかり、慌てた村人たちは足りない分の土を“山”に盛り、その間アントンたちを村に引き留めようと画策する。

編集委員：株式会社建設企画コンサルタント 山田 麻由

ウェールズ人とイングランド人

サッカーに疎い私ですが、英国(グレート・ブリテン及び北アイルランド連合王国)のサッカー協会はイングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランドの4つがあることは知っています。その成立は、第一次世界大戦の勃発よりも、FIFAの成立よりも以前のお話。概略的には、イングランドはアングロ・サクソン人(ゲルマン民族)が、ウェールズ、スコットランド、(北)アイルランドはケルト民族が住むエリアです。この映画の中でウェールズの人々がイングランドへの敵対心をユーモラスながらも露わにする場面は、英国の歴史を考慮すれば容易に理解できます。日本人が考える以上に、彼らは「違う」のです。表向きは、サッカー発祥の国に敬意を表する、という4つのサッカー協会の存続も、心情的な部分では同じ理由なのではないでしょうか。

305m以上が山である

映画の中でイングランド人の測量技師たちが使用しているのはトランシットと呼ばれる機器で、角度の測定に用いられます。真鍮の輝きが美しいクラシカルな薫り漂う逸品です。そのトランシットで、過去の測量によって既に高さがかかっているニュートン・ピーコン、ホイットチャーチ・ヒルという2つの丘とフノン・ガルウとのそれぞれの角度を測定します。その値と地図上で測定した水平距離の値からフノン・ガルウの高さを算出します。これは、間接水準測量のひとつで三角水準測量と呼ばれる方法です。その結果、はじき出された答えは「299m90cm」でした。地図に記載される山の条件は、305m以上の高さであること……。

丘を山にする

“フノン・ガルウはウェールズの魂である。”

“山でないなら山にすればよい。”

戦争による喪失感や敗北感が、平時以上にフノン・ガルウへの愛着を深めたと言えるでしょう。そこから、村をあげての盛土工事が始まります。麓の野原

の土を掘り起こし、その土を荷馬車やバケツいっぱいに入れて頂上をめざす村人たち。延々と繰り返される作業は、やがて足場を組み土留めを施さなければならないほどの小山を形成します。雨による作業の中断と土の流出というトラブルを経ながらも、数日後には盛土が再開され、補強のために学校のラグビーグラウンドからはがした芝生を用いて植生までも施します。それをアドバイスしたのは、トランシットを抱えて“丘”に登ってきたアントンです。6メートルという明確な目標、単純作業の反復による目に見える進捗状況が、観るものにもちょっとした達成感を感じさせます。しかし、すでに日は沈んで、翌朝の列車でこの村を発つ予定のアントンたち……。

「丘を登り山を下りたイングランド人」

物語の結末をも匂わせたこの風変わりな原題の由来は、ここまで読んでいただくと察しがつくと思います。測量結果の数字の違いによって自然の隆起に“山”や“丘”という名称を与え、その名称に人々が一喜一憂するというのはどこか滑稽ですが、そのようなことに囚われてしまうのが人間の常でしょう。そんな小さな営みもどこか愛しいような気がします。



シリーズ
土木遺産
2

琵琶湖疏水

-日本人の手で掘った最初の長いトンネル-

編集委員：中央復建コンサルタンツ株式会社
林 直美

「先人の偉大な発想・技術・努力」や綿々と続けられてきた維持・管理に敬意を表して、その意義やすばらしさを多くの人々に伝えることを目的として、土木学が選奨するものである。2001年認定

名称：琵琶湖第一疏水・インクライン・南禅寺水路閣

評価ランク：いずれもA

コメント：明治21年～23年。田辺朔郎設計、当時世界に誇る技術と洋風デザインは、現在も古都、京都の風景にだけこんでいる。

評価ランクとは技術・意匠・系譜の評価をAからCの3段階で総合評価するもの

琵琶湖疏水の出発点、大津の三保ヶ崎取水口は京阪三井寺駅から徒歩5分くらいの所にあります。

取水口付近はマリナーになっていてヨットもちらほら停泊しており、よく晴れた日の眺めは爽快です。そして、目指すは「名物 疏水饅頭」!そんな妄想は早々に裏切られ、疏水亭という創業80年の日本料理屋があるくらいなものでした。疏水饅頭を諦め、疏水沿いを進んでいくと閘門があり、そばにはつつじがきれいに咲いていて、水にさらなる潤いを与えていました。さらに進むと、長等山三井寺下の第一疏水トンネル東口へと続いていきます。そこは桜が植えられ、開花シーズンに行くとライトアップもされているようです。また、トンネル東口には「氣象萬千」(気象の変化は千変万化である)という伊藤博文の書が彫られてあるらしいのですが、篆書か? 隷書か? 象形文字のようでよく読めませんでした。

三井寺を抜け、小関越えをし、第一疏水トンネル西口へと出ます。この小関越えは、ハイキングコースとして整備されています。また、国道161号から浜大津の方へ抜けるアスファルト道のため、山道の割に車が多いのに驚きました。大津側から息を切らせながら辿りついた小関越え頂上あたりには、喜一堂という小屋があり「延命地藏」(峠の地藏)が祀られています。地元の人がお世話をされていました。そこを越えると小道への分岐点があり、その小道へ入ると簡易舗装になってはいますが、目に映る新緑が山道の雰囲気を残しています。昔はこんな感じだったのだろうかと思ひながら、さらに進むと左手前方のうっそうとした草陰の奥に第一竪坑が見えてきます。第一竪坑はレンガ造りで、エントツ部の穴の所



トンネル東口



インクライン

を細い木々でこんもりと蓋をしているのですが、その木と木の間から草がぼうぼうと生えていて、100年の歴史をかもし出してあり、夜は絶対近づきたくない感じです。

山道を下り、住宅街にさしかかると第一疏水トンネル西口に出ます。トンネル西口には「廓其有容」(広大な自然は穏やかでゆったりしている)という山縣有朋の書が彫られてあるらしいのですが、やはり読めませんでした。そして、疏水はゆったりと山科の住宅街を流れていきます。途中からは、京都市が疏水沿いをジョギングコースとして整備して遊歩道になっています。所々にさびれたベンチが置かれてたり、バーベキューを楽しむ人々もいました。そして水は、蹴上の発電所、夷川ダムへと流れていきます。

蹴上まで流れた水は、幹線と支線に分かれます。ここで幹線は高圧鉄管を通して日本初の水力発電所である蹴上発電所に落ちた後、岡崎地区、平安神宮の近くを流れて鴨川運河に放流され、伏見を経て宇治川に到ります。支線は、大日山山麓を迂回し、南禅寺境内ではレンガ造りの水路閣を流れます。さらに哲学の道から北へ流れ、高野川底をくぐり、小川通りの辺りから堀川に流れ込みます。その昔、疏水が舟による物流ルートとして活用されていた頃、大津から来た舟は、ゆるやかな流れに乗って山科を過ぎ、蹴上舟着場に到着し、ここで台車に乗せられ、ゆっくりとインクライン(傾斜鉄道)を下り、高低差36m下の南禅寺舟着場にきました。そこからまた舟行して、市内にもつけられた数か所の舟着場に到っていたそうです。さらには、鴨川運河を通り、伏見から大阪へも行ったそうです。

インクラインは近代土木遺産として、今も昔のままの姿をとどめ、桜の名所として人々を和ませています。散歩気分ですくすく歩くと傾斜は結構な運動量に感じられ、じっとり湧き出る汗と線路脇のタンポポが温かな春の訪れを教えてくださいました。また、インクラインの傾斜下にレンガ造りのトンネルがあり、レンガが螺旋のように積み上げられており、じっと目で追うと巻き込まれそうでした。面白いなと思ひ調べると「ねじりマンボ」と呼ばれ、築堤の下を斜めに交差してトンネルや暗渠などを作る際に用いられ、アーチが荷重を垂直に受けるようにレンガを斜めに、螺旋を描くように積み上げる工法ということでした。

また、桜の咲く頃には、南禅寺船溜～夷川ダムまでの往復約3kmの間を観光の十石船が往来していて、一時のたおやかなタイムトリップも楽しむことができます。



ねじりマンボ



十石舟

「建設技術展2005近畿」

編集委員：株式会社建設企画コンサルタント
山田 麻由

に参加して



受付風景

「サルティンパノコ (byシルクドソレイユ)」を観て以来、数えてみると4年ぶりの大阪南港へやってきました。

「元気・勇氣・近畿」

7月15日、16日の2日間にわたり、広大なインテックス大阪を会場として「建設技術展2005近畿」が開催されました。今年のメインテーマは、「～技術が支える元気な近畿～元気・勇氣・近畿」。ライム (rhyme) になっていますね。近畿の経済をより活性化させるために、ヒップホップ (hiphop) のノリで挑むというのいいかもしれないとひとり勝手に想像を巡らせると、メインテーマがラップ (rap) になって聞こえてきそうです。

技術展示をみる

今年の技術展示は、昨年よりもさらに13団体増えて145団体です。そのうちのいくつかを覗いてみると、模型やパネ



建設コンサルタント協会のコーナー



子どもが楽しめるコーナーも

ルの展示、大型テレビやパソコンでのデモ、機器を使った実演、豊富なパンフレット、加えて担当者の方々の丁寧な説明に迎えられました。それぞれの技術分野が、奥行きと深みのある世界であることを実感しながら、厳かな気持ちでノベルティ・グッズをいただきました。

「橋梁模型製作コンテスト」をみる

「橋梁模型製作コンテスト」は、今年で2年目を迎えます。企業部門エントリーは、去年よりも8社増えて15社でした。「チームCPC」



「チームCPC」

田、山本、木島の3名が「チームCPC」として参加しました。支間100cm、幅員10cm、製作2時間、そして1分間の荷重荷重15kgクリアという条件の下に、一斉に開始された15個の「プチ」プロジェクトX。支給された角棒、平板や竹ひご等が切断され、接着され、組み合わせられて、徐々に橋梁が姿を現します。それをビデオ撮影しながら、私の頭の中では目の前の光景に田口トモロヲの

声でナレーションをかぶせていたのです。

「子午線の夢」をみる

今回の「クリエイティブきんぎ」で取り上げた伊能忠敬 (4、5ページ参照)。その後半生を描いた映画「子午線の夢」(主演：加藤剛)が技術展のイベントとして上映されたのは、幸福な偶然でした。「伊能忠敬＝初めて日本地図を作った人」という漠然とした単純な知識に、映画はフィクションを織り交ぜながら具体的に生き生きとした伊能忠敬のイメージを与えてくれます。そして、「小仕事 (測量) と算盤仕事 (計算) で地図はできている」という伊能忠敬のセリフによって、ダイナミックでドラマティックな展開が続く映画の中に真実を見た思いがしました。2時間の映画上映の間に、その当時の伊能忠敬はどれくらいの距離を測量することができたのでしょうか。

技術展の終了後もまだ明るい夏の空を見上げて、「アレグリア2」のチケットはまだ取れるのかしら、と考えながら帰途についていたのです。

編集後記

柄にもなく一時期油絵に取り組んだことがあります。一枚の油絵を描き終えると、ひとつの仕事をし終えたという満足感とともに絵の隅に自分のサインをします。編集後記を書くことはその喜びに似ています。

本号では「はかる」がテーマです。さまざまな「はかる」がコンサルタントの周りに存在します。今回は、主として測量を取り上げてみました。編集委員たち (必ずしもメンバー全員が技術者ではありません) も測量入門とでもいうべき行為に挑戦しました。みんなが嬉々として取り組んだ様子をp14～p15でお楽しみ下さい。その他の「はかる」についても次号あたりで取り上げていきます。

読み終えた後で読者のみなさんに、「はかられた」と思われたいような内容を目指すことをお約束します。

= 会誌・HP委員会 委員長 北後征雄 =

(社)建設コンサルタント協会近畿支部 会員名簿

福井県	基礎地盤コンサルタント(株)関西支社 ☎06-6536-1591	大和設計(株) ☎06-6385-6101	(株)八州 関西支社 ☎06-6305-3245
京福コンサルタント(株) ☎0770-56-2345	(株)橋梁コンサルタント 大阪支社 ☎06-6245-7277	玉野総合コンサルタント(株)大阪支店 ☎06-6452-9311	(株)ビーエムコンサルタント ☎06-6263-5061
(株)構造設計研究所 ☎0778-52-5125	(株)協和コンサルタント 関西支店 ☎06-6367-1635	中央開発(株)関西支社 ☎06-6386-3691	扶桑設計コンサルタント(株) ☎06-6533-6688
(株)サンワコン ☎0776-36-2790	協和設計(株) ☎0726-27-9351	中央コンサルタント(株)大阪支店 ☎06-6268-2541	(株)復建エンジニアリング 大阪支社 ☎06-6838-3271
ジビル調査設計(株) ☎0776-23-7155	近畿技術コンサルタント(株) ☎06-6946-5771	中央復建コンサルタント(株) ☎06-6160-1121	復建調査設計(株)大阪支社 ☎06-6392-7200
(株)帝国コンサルタント ☎0778-24-0001	(株)近代設計 大阪支社 ☎06-6228-3222	(株)長大 大阪支社 ☎06-6541-5793	(株)ブラック研究所 大阪事務所 ☎06-6541-6161
滋賀県	(株)ケーエーケー技術研究所 ☎06-6942-6690	(株)千代田コンサルタント 大阪支店 ☎06-6441-0665	(株)間瀬コンサルタント 大阪支店 ☎06-6385-0891
アーステック(株) ☎0749-63-2096	(株)ケーシック ☎072-846-4641	(株)トーニチコンサルタント 西日本支社 ☎06-6316-1491	(株)水建設コンサルタント ☎06-6946-6131
(株)石居設計 ☎0749-26-5688	ケイエムエンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6222-2440	東京エンジニアリング(株)大阪支社 ☎06-4791-0720	三井共同建設コンサルタント(株) 関西支社 ☎06-6599-6011
キタイ設計(株) ☎0748-46-2336	(株)建設企画コンサルタント ☎06-6441-4613	(株)東京建設コンサルタント 関西支店 ☎06-6100-0220	明治コンサルタント(株)大阪支店 ☎0727-51-1659
近畿設計測量(株) ☎0775-522-1884	(株)建設技術研究所 大阪本社 ☎06-6944-7777	(株)東建ジオテック 大阪支店 ☎0722-65-2651	八千代エンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6945-9200
(株)新洲 ☎0775-552-2094	(株)構造技研 関西支社 ☎06-6303-1280	(株)東光コンサルタント 大阪支店 ☎06-6282-6660	(株)横浜コンサルティングセンター 大阪支店 ☎06-6885-0964
正和設計(株) ☎0775-522-3124	晃和調査設計(株) ☎06-6374-0053	東洋技研コンサルタント(株) ☎06-6886-1081	兵庫県
京都府	(株)国土開発センター 大阪支店 ☎06-6770-7311	(株)都市建設コンサルタント ☎06-6555-1661	(株)アキツ地建コンサルタント ☎078-261-9225
(株)エース ☎075-351-6878	国土環境(株)大阪支店 ☎06-6448-2551	(株)中川設計事務所 ☎06-6302-7301	アサヒコンサルタント(株)兵庫支社 ☎0792-26-2014
(株)キクチコンサルタント ☎075-462-5544	国土工営コンサルタント(株) ☎06-6243-3242	中日本建設コンサルタント(株)大阪支社 ☎06-6363-3441	(株)カイヤマグチ ☎0792-67-1212
(株)キンキ地質センター ☎075-611-5281	国土防災技術(株)関西支社 ☎06-6136-9911	(株)浪速技研コンサルタント ☎0726-23-3695	国際航業(株)関西支社 ☎06-6487-1111
内外エンジニアリング(株) ☎075-933-5111	サンキコンサルタント(株)大阪支店 ☎06-6379-2022	南海カイツマ(株)関西支社 ☎0722-41-8561	(株)武仲 ☎078-231-2791
(株)吹上技研コンサルタント ☎075-332-6111	サンコーコンサルタント(株)大阪支店 ☎06-4702-5230	(株)日建技術コンサルタント ☎06-6766-3900	(株)ニコス ☎0796-42-2905
大阪府	(株)サンヨーナイスコーポレーション ☎06-6787-3271	(株)日建設 大阪 ☎06-6229-6399	(株)日本港湾コンサルタント 関西支社 ☎078-251-6234
(株)アーバン・エース ☎06-6359-2752	(株)三洋テクノマリン 大阪支社 ☎06-6341-2600	(株)日建設シビル 大阪事務所 ☎06-6229-6399	阪神測建(株) ☎078-332-5895
(株)アイ・エヌ・エー 関西支店 ☎06-6885-6665	三和建設コンサルタント(株)大阪支店 ☎06-6366-5311	(株)日構シーエスエス ☎06-6747-1900	(株)ワールド ☎06-6489-0261
(株)アサダ ☎06-6977-0055	ジェアール西日本コンサルタント(株) ☎06-6303-6971	(株)日産技術コンサルタント ☎06-6944-0669	奈良県
朝日航洋(株) 西日本空情支社 ☎06-6338-3321	(株)修成建設コンサルタント ☎06-6452-1081	(株)日水コン 大阪支所 ☎06-6398-1658	(株)ケー・エスコンサルタント ☎0744-27-3097
朝日調査設計(株) ☎06-6357-5270	新構造技術(株)大阪支店 ☎06-6282-1281	日本技術開発(株)大阪支社 ☎06-6359-5341	(株)シードコンサルタント ☎0742-33-2755
アジア航測(株)大阪支店 ☎06-6222-2745	新日本技研(株)大阪支店 ☎06-4706-7001	(株)日本建設技術社 大阪事務所 ☎06-6321-5567	大洋エンジニアリング(株) ☎0742-33-6660
(株)アスコ ☎06-6444-1121	(株)スリーエスコンサルタント ☎0726-73-5885	日本建設コンサルタント(株)大阪支社 ☎06-6453-3033	(株)阪神コンサルタント ☎0742-36-0211
(株)ウエスコ 大阪支社 ☎06-6943-1486	セントラルコンサルタント(株)大阪支社 ☎06-6882-2130	日本工営(株)大阪支店 ☎06-6449-5800	和歌山県
(株)エイトコンサルタント 大阪支社 ☎06-6397-3888	全日本コンサルタント(株) ☎06-6646-0030	日本構造技術(株)大阪支社 ☎06-6447-2800	(株)中山総合コンサルタント ☎073-455-6335
(株)エミック 近畿事務所 ☎06-6344-2720	(株)総合技術コンサルタント 大阪支社 ☎06-6325-2921	(株)日本構造橋梁研究所 大阪支社 ☎06-6203-2552	和歌山航測(株) ☎073-462-1231
応用地質(株)関西支社 ☎06-6885-6357	第一建設設計(株) ☎06-6353-3051	日本交通技術(株)大阪支店 ☎06-6371-3843	和建技術(株) ☎073-447-3913
(株)オオバ 大阪支店 ☎06-6228-1350	(株)オオバ 大阪支店 ☎06-6453-4321	日本シビックコンサルタント(株) 西日本事業部大阪支店 ☎06-6309-	ワコウコンサルタント(株) ☎073-477-1115
(株)オリエンタルコンサルタント 関西支社 ☎06-6350-4371	(株)大建技術コンサルタント ☎06-6396-3011	日本振興(株) ☎0724-84-5200	
開発コンサルタント(株)大阪支店 ☎06-6352-2813	大成エンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6990-4101	日本テクノ(株) ☎06-6346-4466	
(株)片平エンジニアリング 大阪支店 ☎06-4807-1857	大日コンサルタント(株)大阪支社 ☎06-6838-1355	(株)ニュージェック ☎06-6374-4901	
川崎地質(株)西日本支社 ☎06-6649-2215	大日本コンサルタント(株)大阪支社 ☎06-6541-5601	パシフィックコンサルタント(株)大阪本社 ☎06-4964-2222	
(株)かんこう ☎06-6935-6920	(株)ダイヤコンサルタント 関西支社 ☎06-6339-9141	(株)バスコ 関西事業部 ☎06-6214-6700	