

日野幹雄先生最終講義録

1993年3月9日

東京工業大学大岡山西5号館W541講義室にて

私が

時代とともに歩んだ道

そしてこれからの道

1993. 3. 9

目 次

I. 大学時代	4
・昭和30年前後 — 大学生の頃の世情	4
・その頃の水理学 — 卒論と修論	5
II. 大学院博士課程	6
・博士課程でのテーマを探す — 乱流	6
・院時代の友人達	8
・深夜の乱流実験	8
・開水路の乱れの特性およびバースティングとの関係	9
・空気混入流の発生条件	9
・開水路の拡散係数	13
・その評判は	13
・日本最初のコンピュータTAC	14
・良く遊んだ修士の頃	14
III. 電力中研のころ	20
・第2次安保騒動と池田内閣の所得倍増政策	20
・火主水従と産業計画会議	20
・高潮予測計算	23
・大気汚染・大気拡散の研究	23
・カルマン・フィルターの大気汚染予測への応用	26
・土砂浮遊流の乱れ — Ippen 先生のこと	26
・電研で学んだこと	28
IV. 東工大へ	29
・瓢箪から水文学	29
・Point sinkへの選択取水 — かつ飲みかつ談じて —	29
・乱流忘れ難く — 振動流の乱れ	33
・日米セミナー	34
V. 植生・環境流体力学への道	36
・Eco-hydraulics 事始め	36
・IIASA の森	37
・大桃さんとの雑談がヒント	37
・植生水文学	42
・環境流体シミュレーション・プログラムの開発	43
VI. 計測機器の開発	44
・ファイバーLDV	44
・レーザー密度計	44
・乱れの瞬間像	44

VII. 社会との関連	47
・本四架橋調査委員会	47
・A P M S (大気汚染予測システム)	47
・長良川裁判の鑑定人	47
VIII. 研究方法について	53
・「反対されたらシメタと思え」	53
・論文の変遷	53
・発想はどこで、どこから	56
・ヒョイヒョイ思い付く	59
・省エネ主義	59
IX. わが師達	60
・歎異抄のこと	66
X. これからの道	69
・これからの日本の水理学に望むこと	69
・創造型の学生に	71
・多すぎる研究講演会シンポジウムと鎖国主義	71
付録：	
全学教授会での停年教官挨拶 (1993年3月23日)	77

(編集担当者より)

本文中、カッコ付きで文章や語句が挿入してある部分は、日野先生ご自身の手により後日加筆された部分です。また、大きく枠で囲んである部分は、講演時にOHPによって示された内容を表しています。(灘岡)

池田先生、身に余るご紹介を頂きましてありがとうございます。遠い所、しかも年度末の忙しいところ、大勢の方々に出席頂きまして大変申し訳なく思っております。

最終講義をやるというのは、大学の慣例なわけですが、この日が近づいてきました時に、どうしようかいろいろ考えたんです。吉川先生の退官の際には、(先生は)水工(研究室の)の初代の教授であります。最終講義とか、その他いろいろの案を考えてお願いしました。特に、吉川先生は独特の考えをなさる方でしたので、どういうところからそういう新しい考えが生まれてくるのか、そういうことのお話を伺えればと思ったわけですが、結局、吉川先生はいづれもやって下さいませんでした。ただみんな「土砂水理学」の本を書くということだけを受け入れてくれました。私もそうする手があるなと思ったんですが、考えてみますと、吉川先生の場合は、正確に言いますと、定年退官ではありませんでしたし、それ以外の方は、やはりちゃんと定年最終講義をなさいましたので、私もあまり変な習慣の初めをするよりもおとなしく習慣に従おうと思いました。

何をやるかということですが、最終講義の名前にふさわしいものとしては、自分がやってきた水理学とか水文学とか、そういうもの(学問分野)の体系化をすとかレビューをするのが一番いいのかもしれませんが、それは、その一つの道を常にトップを走って来た人によって初めて可能であって、私にはとても出来ないだろうと。しかし、その中の一部を取り出してお話することは、専門的すぎて、折角来て下さった方々に必ずしも興味を与えないだろうという気がしたわけです。それで多くの先生がなさいますように、自分の研究をまとめてお話するのが妥当であると思いました。ただ、私も研究生活に入って40年近くになるわけで、その間非常に長い時間が経過しているわけです。最近ある作家が、私より多少年配の作家ですが、「自分の青春と人生が国家のそれと軌を一にできた、ということは、非常に希有なことである」と(いう意味のことを)述べています。私も今工大を終えるに当たって昔のことを思い出しますと、それに近い感慨を覚えるわけです。したがって、ここに表題を出しましたように、私の研究だけをご紹介するというよりも、そのバックにあります社会の流れというようなことも多少お話しておくのが、おもしろいのではないかと思います。

時間を追って

- ・マッカーサー解任 ('51.4.11)
- ・講和条約 ('51.9)
- ・佐久間ダム／水力
- ・「もはや戦後ではない」

院生時代

- ・卒論と修論（地下水と water hammer）
 - ・土木からの転出を考えた時
 - ・当時（1950年代まで）の水理学／流れの一次元化／水深と流量
 - ・「海岸工学」の勃興期 —— 堀川先生
-
- ・博士課程－乱流をテーマに（朝顔型余水吐と"Energia Electrica"）
 - ・良き友人達（伊藤、倉西、島田）との議論
 - ・本気で読んだ海賊版 Schlichting の Boundary Layer Theory
 - ・谷先生との出会い
-
- ・今井先生との出会い
 - ・夜ごとの真夜中の実験
-
- ・TACのころ —— 日本初の電算機 —— メモリ－1024
〔村田健郎－後の HITAC 5020 E, Fの生みの親〕
 - ・長老教授の批判とトイレでの陰口

異方性地盤内の地下水流 (卒論) (1955)

- ・ 変分解法 (嶋先生) と境界接続法 (日野 / 採用されず)
- ・ Watson "Bessel Functions" を古本屋から → 数表作成

Water Hammer (修論) (1955~1957)

- ・ ラプラス変換
- ・ 犬井鉄郎 / 偏微分方程式論 (岩波)
- ・ Sonuさん / 英作文

開水路の乱流 (博論) (1957~1960)

- ・ Schlichting, Boundary Layer Theory → (空気混入流)
- ・ 文献コピーは写真で
- ・ 谷先生 / 応力連合講演会
- ・ Energia Electrica (伊) / 東電・前田氏 / 朝顔型余水吐
- ・ ASCE (1957) / Turbulence in Civil Engineering
- ・ 1956 Einstein & Li (ASCE), Hanratty (JChE)
- ・ 1959 Kline & Runstadler
- ・ 深夜の実験、塀を乗り越えての朝帰り (1959)
- ・ 学術会議水力学水理学研連でのシンポジウム
- ・ 開水路流の乱れの測定
- ・ 開水路流の空気混入流
- ・ 開水路流の乱流拡散

これまでの仕事の大系化

→ 常に一つの道の先頭を走った人

→ 内容 / 専門的

懐古 → これからの人のヒント
時代の流れ

I. 大学時代

・昭和30年前後 — 大学生の頃の世情

私が大学に入りましたのは、昭和26年です。この時代というのは、今から想像出来ない位、世の中が騒然としてました。（今日は）韓国の金（治弘）さんがいらっしゃると聞いていますが、（若い方々は）少し前の韓国を思い出してもらえばよろしいと思います。つまり、学生運動が非常に盛んだったんですね。私が入りました昭和26年、西暦で言いますと1951年ですが、4月はじめに朝鮮戦争の総指令官であったマッカーサー元帥が解任されました。それをどうして覚えているかと言いますと、入学時の学長（総長）の訓示の中にそのことが出てきたんですね。あらためて日にちを調べてみましたら、この年の4月11日でした。ちょうど、北朝鮮がずーっと攻め込んできて、南朝鮮、韓国が今にも釜山から海に追い落とされそうな時に、マッカーサー元帥がそのずーっと上（北）の方の仁川に敵前上陸をして、それで勢いを盛り返すんです。適当なところでやめておけば良かったんですが、あまり上に北に行き過ぎたもので中国の参戦を招く。それで、マッカーサーは、中国の鴨緑江を越えてさらに攻め込もうとして、当時のトルーマン大統領に首を斬られたんですね。こんな時代でした。

私が大学に入った年は、講和条約が締結された年です。昨日常表を調べてみましたら、1951年つまり昭和26年の9月です。サンフランシスコ条約です。この時代は、今から考えると非常に不思議なんです、単独講和反対。単独と言っても、別にアメリカだけと手を結ぶわけじゃなく、ソ連及び衛星国がそういう形の講和に反対していましたので、結局自由圏と講和したわけですが、それを単独講和と称しまして、マスコミ、進歩的文化人、学生、労働者、ありとあらゆる階層、新聞なんかを見てみますと、ありとあらゆる階層が、講和条約に反対であるという記事でした。私は別に先が見えていたわけではありませんが、割と保守的だったんでしょうか、何故こんなに反対するんだろうかと、まあ大学1年の時です、不思議に思ったものでした。当時の首相、吉田茂さん、おそらく戦後だけでなく、明治以降の日本の歴代の首相の中で最も優れた首相ではないかと思いますが、こういう反対の嵐の中で無事に講和条約を結びまして、それが結局今日の日本の繁栄の基礎となっているのだと思います。

一方、経済的な面を見ますと、やっとな戦後から立ち直り始めてそのエネルギー源の一つとして、水力開発も盛んに行われるようになり、ちょうど、佐久間ダムが樋音高くと言いますか、日本にはかつてなかったような大型のダムが建設されはじめていたのを思い出します。ですから、私達の同級生、あるいは、その前後の世代は、たくましい戦後の復興の一翼を担っている土木技術、そういうものに魅かれて大学の土木工学科を選んだという者がかなり多かったです。ちょうど、私の大学卒業の昭和30年頃でしたでしょうか（正しくは1956年、昭和31年）、経済白書の中に「もはや、戦後ではない」という言葉が出ておりまして、それが一つの流行語になりました。どんな時代かと言いますと、まだまだ飯が自由に食えない時代、外で何か、そばでも飯でも食べようとする、（区役所に米の配給を受けるための米穀通帖をもって行って交付してもらおう）外食券を持っていないといけな

んですね。（これは、）ちょうど今の（電車の）回数券のようなものです。昭和30年前後（の物の）値段を調べてみましたところ、そばが25円、山手線が一番安い所で20円、それから週刊誌が30円、公務員の新任給が8700円、大学の入学料も調べてくれば良かったのですが、えらく安いものでした。

・その頃の水理学 — 卒論と修論

一方、学問的な面を見ますと、この当時は、私の卒業論文の時期ですが、ここに林先生がいらっしゃるの先生のご意見を伺ってみるのが良いのですが、あるいは間違っているかもしれませんが、ちょうど海岸工学が新しく勃興し始めた時期でありまして、水理学よりはむしろ海岸工学が活気がありました。ちょうど堀川先生が、（講師か助教授に任官したばかりで、）平面水路を作ったり、造波水路で一生懸命学生達と一緒に実験された時期でした。水理学に関しては、私の感じでは、まだ古典的な水理学の時代だったという気がしています。つまり、流れを一次元化して、水深と流量、これについて考えるわけです。そういう時代ですから、卒業論文と修士論文は、ここに書いてありますように、地下水の流れとウォーター・ハンマーを解析することでした。地下水の流れは、ポテンシャル・フローですから、当時としては完成された学問でありますし、ウォーター・ハンマーは特に基礎方程式から言っておもしろいものではなかったのですが、こういうものが研究テーマであったわけです。

地下水は、その後ずーっと後になりまして、有限要素法というテクニックが現れたり、あるいは現実の社会問題として地下水汚染の問題が出てきて、再び脚光を浴びてきたように思いますし、ウォーター・ハンマーの問題も、人工衛星を打ち上げる時のロケットの制御系ですね、液体制御系、それから土木の方で言いますと、地震の時のタンクの中の水面のスロッシング、こういうことで再び活気あるテーマの一つとなってきたわけです。

当時は、後から申し上げるつもりですが、何しろ研究の手段が限られてますから、（この程度の研究テーマしかありませんでした。）（そして、これらの研究は）まあ、おもしろいとは言えなかった。その他にもおもしろくないことがありまして、修士課程を終えようとする時に、博士課程に進むことは内定してたのですが、本間先生の所に行きまして、「もうそろそろ出たいので、どこか世話してほしい」と（お願いをいたしました）。当時は、道路公団が出来たばかりでしたので、道路公団なら空いているだろうと思ってお願いしたところ、いやもうそれは決まっているとのことでした。それじゃ、理学部の地球物理でも学士入学したいからと言いましたら、本間先生は、「それなら土木に残っても同じである」というようなお話で、結局ずるずると土木に残ったわけです。

II. 大学院博士課程

・博士課程でのテーマを探す — 乱流

こんな状態ですので、博士課程に入ってから、一体何をやろうか、自分でテーマを探すように心がけました。これからずーっと私のテーマが、テーマでなくても大体そうなんですが、まあ偶然的に決まってくる場合が多いんです。博士課程に入ってから、結局、乱流をテーマにしましたが、そのきっかけがおもしろいんです。ウォーター・ハンマーの実験をやったのは、嶋（祐之）先生が東電の委託を引き受けて、それを私がやっていたんですね。そういう関係で東電から前田 弘さんが、研究生としてみえられました。彼のテーマは、朝顔型のこういうロート型の余水吐の設計だったんです。前田さんは、イタリア語の *Energia Electrica* という雑誌の中の文献を見つけてきて、私に訳してみないかと言うのです。別に私は語学の才能があるわけではないので、大分暇に見えたんだと思いますね。修士論文を書いてぶらぶらしている時代ですから。私もしょうがないものですから、イタリア語4週間とかいう本と、それから伊英辞典を買ってきて、首引きで一応訳しました。なかなかおもしろいというか、良く細部がわかるように書いてありました。それを今度本間先生が聞きつけて、（次頁の写真の真中にいらっしゃる先生が本間先生、右側が嶋先生、左側が椎貝（博美）さんだと思いますね。あと荻原（能男）さんもいますし、私が隣にいますね。）本間先生、なかなか人の育て方がうまいんで、そんなにイタリア語の論文が読めるのだったら、その雑誌を購読してやろうと言うんですね。まあしょうがないから、というか、まあ折角の先生のご好意ですから、毎号着く（その）雑誌を丹念に見て参りましたが、この中には、乱流境界層の流速分布を測った論文があったんです。論文を見る時に、非常に高いレベルの論文・雑誌を読むよりは、ある程度中位、あるいはもっと低い論文を読む時の方が為になる（こともある）と思いました。というのは、よくわかるように、初歩的なことを書いておりました。この論文は、カミソリの刃を使って非常に精度のいい流速計を作ったということが骨子になっていまして、乱流境界層は何かということをきちっと説明してありました。そういうこともありまして、乱流というものがおもしろいなと思ったのです。

それでこれも一つの偶然なのですが、石川島播磨（造船）の方だったと思いますが、小村さんという方が出入りしておりまして、これもやはり、ゲートの模型実験の関係で委託か何かで出入りしていたと思いますが、Schlichting の *Boundary Layer Theory* の海賊版を出すので買わないかと言うんですね。ちょっと高かったのですが、これを買ってみました。当時はとにかく、情報というのは殆どない時代です。雑誌は着かない。本もない。こういう時代ですから海賊版が横行してたわけです。これも妙なもので、間違えてないかと思って、昨日 *Boundary Layer Theory* の私の持っている海賊版を見直してみたら、確かに小村さんのサインのある受け取り票がありました。

普通なら本を読む時には、第1ページから読むわけですが、私は妙な癖がありまして、適当な所から読み始めるんです。むしろ終わりの章から。この時も、乱流の所から読み始めまして、なかなかおもしろい。というわけで、夢中でここでは本気でと書いてありますが、夢中で読んだ覚えがあります。

Boundary Layer Theory（に載っている流速の対数分布則から抵抗の一般式を導く方法）がヒント



前列左から；須賀さん、椎貝さん、本間先生、嶋先生、広沢助手、日野
後列右から；二人目 荻原（能）さん、中村助手

になりまして、境界層の発達を、普通は運動量方程式から出発して解くわけですが、運動量方程式ではなくてエネルギー方程式から解くという方法を作りまして、それが完成しました。それで確か博士課程の2年目だったと思いますが、それを（応用力学連合講演会に）出したわけです。応用力学連合会、現在は秋から冬にかけて開かれますが、当時は夏（休み）に開かれたのですが、この時に発表を致しました。そうしましたら、質問がありまして、私もその当時まだ若くて、若いにもかかわらずかな、こわいもの知らずで、堂々と答えておりました。私の発表が終わりましたら、本間先生が、慌てて飛んで来るんです。それで質問者に紹介してくれました。これが有名な谷（一郎）先生との初めての出会いです。本間先生と谷先生とは、旧制一高以来の友達なんです。（しかし、）谷先生により深く教えることになるのは、また（後の）別の機会になる（チャンスがあった）わけです。（時間の制約上、今回はこれについて述べることはできませんでした。）

・院時代の友人達

それからこの時代に忘れられないのは、非常に良い友人達に恵まれたんじゃないかと思います。専門は違っておりましたが、構造、あるいは吊橋、橋梁の伊藤 学先生、東北大学の倉西（茂）さん、あるいは名古屋から埼玉に移りました島田（静雄）さん、こういう人達とよく議論をしました。部屋も同じでした。この時私が主張したのは、水理学（の考え）の中に少しミクロな立場を入れていきたいということ、盛んに主張したことを覚えています。倉西さんとは非常に気が合いました、時にはバカ話などもしょっちゅうやったわけです。

・深夜の乱流実験

それから乱流をやる一つの大きなきっかけとなったのは、当時1957年だったと思いますが、(Proceedings of) A S C Eに Turbulence in Civil Engineering という3つの論文がのりまして、そのうちの一つは Ippen 先生のピトー管の総圧管を利用した乱流計、（つまり）総圧管を利用してその圧力変動から乱流を計ることが出来るという論文でした。もう一つは、Grossman, Einstein, Liが作った電磁流速計の論文でした。そのように（いろいろ）刺激されまして、いよいよ実験したり、計算をしたり理論を立てたりしたわけです。Ippen 先生の総圧管を利用した乱流計を真似まして、自分で設計、設計（計算）と言いますか、（総圧管式乱流計の固有振動数の式を導きました。それによれば、）ピトー管の細い部分が短くなきゃ固有振動数が高くないんです。それで独特の形をしたピック・アップを造りまして、そのダイアフラムの振動をセンサーで取り出すんです。しかし、こんな装置ですから現在のレーザー流速計とか熱線計のようなわけにはまいません。熱線計は水の中で使えないことが、その当時やっとわかり始めておりました。こういう装置ですので、日中実験しようと思ってもダメなんですね。誰かが扉をポンと開けたり閉めたりしますと、その振動がピック・アップに伝わる。それから当時下駄で来る学生が沢山いましたので、下駄でガラガラとやるとその音が入ってきてしまう。もっと困るのは、夜中に実験しようとしても、低水槽から上流端のヘッドタンクへ水を上げるわけですが、（そのための）モーターが随分でかいものですから、モーターの振動が入

てしまう。それで、皆帰ってしまってから、いろいろ準備をしているうちに夜中の12時近くになってしまう。それからやわら、実験を始めるわけですね。まず、モーターを止める。モーターの音が入ってはいけません。この時手伝ってくれた何人かの方がいますが、その一人が、土木研究所から宇都宮大学に移られました須賀（堯三）さんです。須賀さん、いらしているかどうか、当時を思い出して頂きたいと思います。こういうわけで夜中に実験をして、幸い大学の、東大ですが、大学の前に下宿しておきましたので、時によってはというよりも殆ど毎日ですが、塀を乗り越えて朝帰って、昼の12時頃まで寝て、というような生活を続けていました。

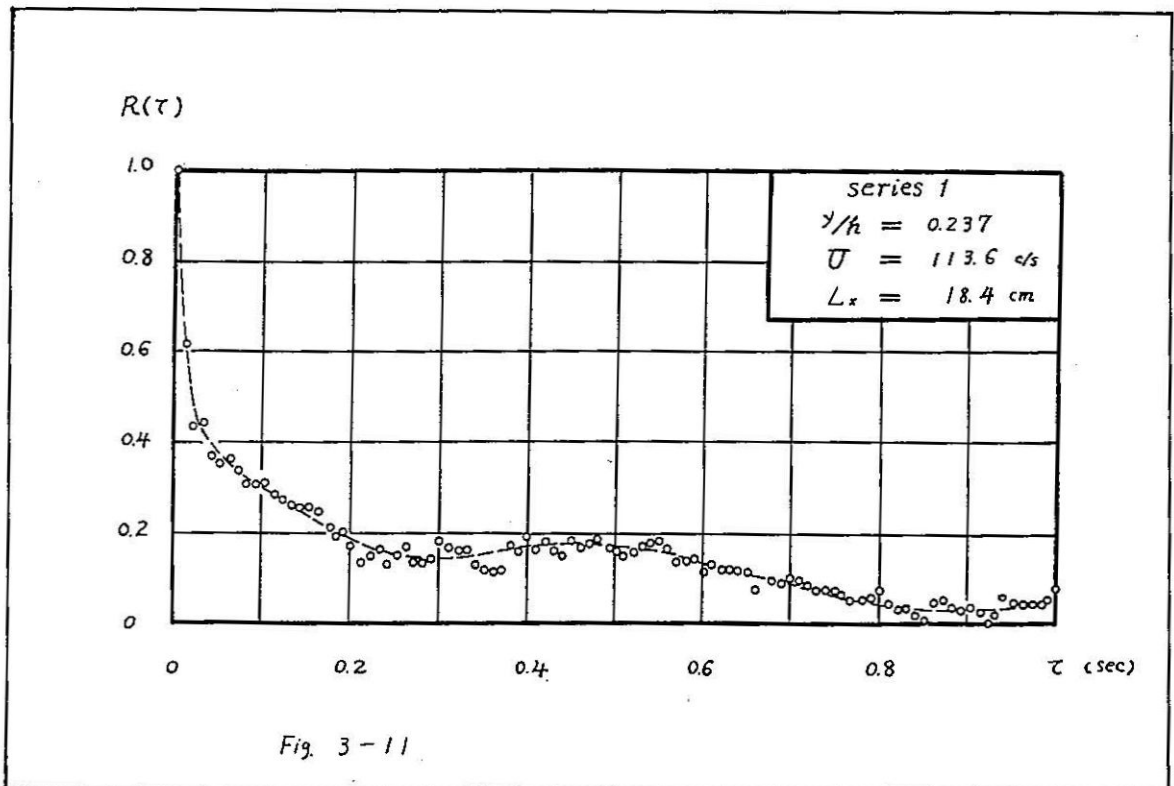
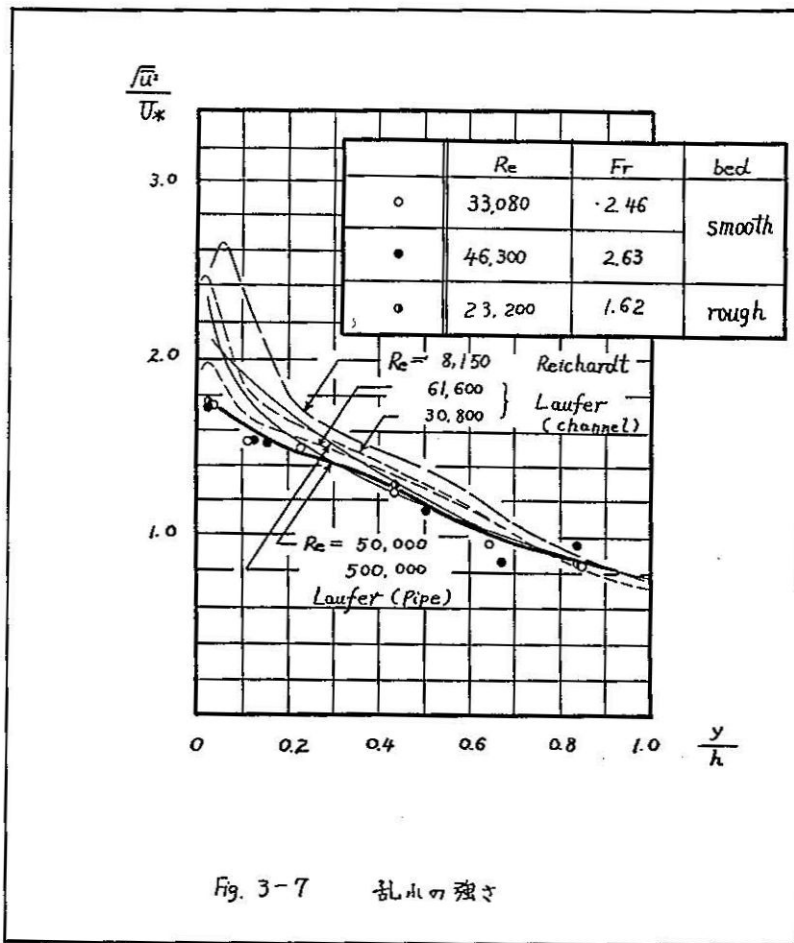
・開水路の乱れの特性およびパースティングとの関係

測定結果を少しお見せしますと、（博士論文で）やったことは3つに分かれておりまして、開水路の乱れを測るということ、乱れの強さとか、スケールの問題を扱いました。それから今になって思えば幸いなんです、（データ整理に用いたコンピューターTACの）メモリの数が少なく、（処理できる）データ数が少ないものですから幸いにして出たのですが、当時はまだ Kline（のパースティング）の論文はそれほど認められておりませんでした、（Kline らの主張する）いわゆる streak 構造を表す証拠になる second mild maximum というのがここ（流速変動の自己相関）に出てるわけですね。Kline の仕事が本式になるのはずーっと後なのですが、その当時、Kline が streak 構造についての初歩的な、予備的な論文を出していました。1959年です。それよりはるか前の1953年に、浜（良助）先生が streak 構造を指摘されております。それから、それまでは層流と考えられていた laminar sublayer というものが実は laminar じゃない（、乱れ運動が最も激しく、したがって viscous sublayer と改名すべきである）ということがいろんな実験からわかってきていたわけですが、1956年に Einstein & Li が viscous sublayer というものが一定（厚さ）のものではなくて、成長したり崩れたり、サイクリックに変わっているといういわゆる更新説を出したんです。後で知りましたが、化学工学の Hanratty も全く同じ時期に数カ月遅れて更新説を出したんです。

（私は学位論文で）まだ海のものとも山のものとも評価が定まらなかった Kline とか Einstein & Li の理論と測定結果を比較したりしてみました。それが第一章です。論文はここにあります。大変表紙だけは立派ですが、中身は今と違いまして手書き（で青焼き）です。

・空気混入流の発生条件

2番目の章で、（急勾配水路流において）空気混入がどうして始まるかという条件を出しました。これは、Kolmogorov が二相流、液体（の中にこれ）と混じり合わない別の液体（を混ぜて攪拌すると）がどの位の大きさの粒子になるかという論文を書いています、それをヒントにしまして水滴の大きさと、飛び出す水滴の大きさと、それに働く力、表面張力、重力、に対して解いた式が（17）式です。それを実験と合わせましたものが、次の図です。まあ、良く合っているということです。横軸は、乱れの強さです。まあ、そんなことが第2章で扱われています。



または,

$$h I > const \quad (4.15)$$

となる。

[B] しかし乱流の構造は単に乱れの強さのみならず、乱水の渦の径にも関係するのであるから、自由表面から空気中に放出される飛沫の大きさも、それぞれの流場の状態により、いろいろと異なっているであろう。また飛沫がとび出す際には表面張力や重力の作用を受け、この影響は飛沫の大きさに関係する。この点を考慮して多少模型的に考察をすすめる。

今、流場が多数の不規則な渦の集合からできているとする。その時流場の方向の一断面内での流速分布を観察すれば、Fig. 4-2

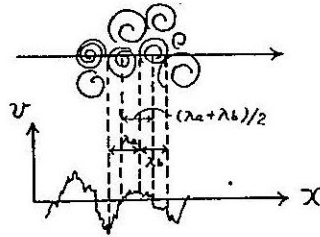


Fig. 4-2

の如くなるであろう。自由表面をとび出す水沫の大きさは、模型的に考えた種々の渦の大きさと関係すると考えてよい、この平均の大きさ λ_1 は Fig. 4-2 を参照して、変動流速が単位時間中心軸を横

切る数 N_0 によって定まる。すなわち、

$$\lambda_1 = \frac{U}{N_0} \quad (4.16)$$

によって飛沫の平均径を求めすことができる。一方(3.27)から最小の渦径 λ は

$$\lambda = \frac{U}{\pi N_0} \quad (3.27)$$

であるから、

放出される飛沫の平均径を λ で代表させよう。乱水の垂直方向の脱出速度 $\sqrt{v^2}$ は $\sqrt{u^2}$ に比例し、飛沫が完全に空気中に放出される迄の時間は、 $\lambda/\sqrt{v^2}$ にかゝって $\lambda/\sqrt{u^2}$ に比例する。この間に働く力は表面張力と重力である。したがって自由表面に垂直方向の運動量方程式として

$$a \Gamma \lambda \frac{\lambda}{\sqrt{u^2}} + 6 \rho g \cos \theta \lambda^3 \frac{\lambda}{\sqrt{u^2}} + M \rho \lambda^3 < c \rho \lambda^3 \sqrt{u^2} \quad (4.17)$$

と得る。こゝに、 a, c は飛沫粒子の形に関する係数である。また $M \rho \lambda^3$ は空気中に脱出直後の余剰の運動量であり、 M は空気混入の限界状態の定義によって異なる。たゞ単に飛沫が見られるという状態に対しては $M=0$ である。ここで第三章 §3, 4, で結論された次の関係 ($y = \lambda$)

$$U_*^2 = g d_T (1 - \bar{c}_T) \sin \theta$$

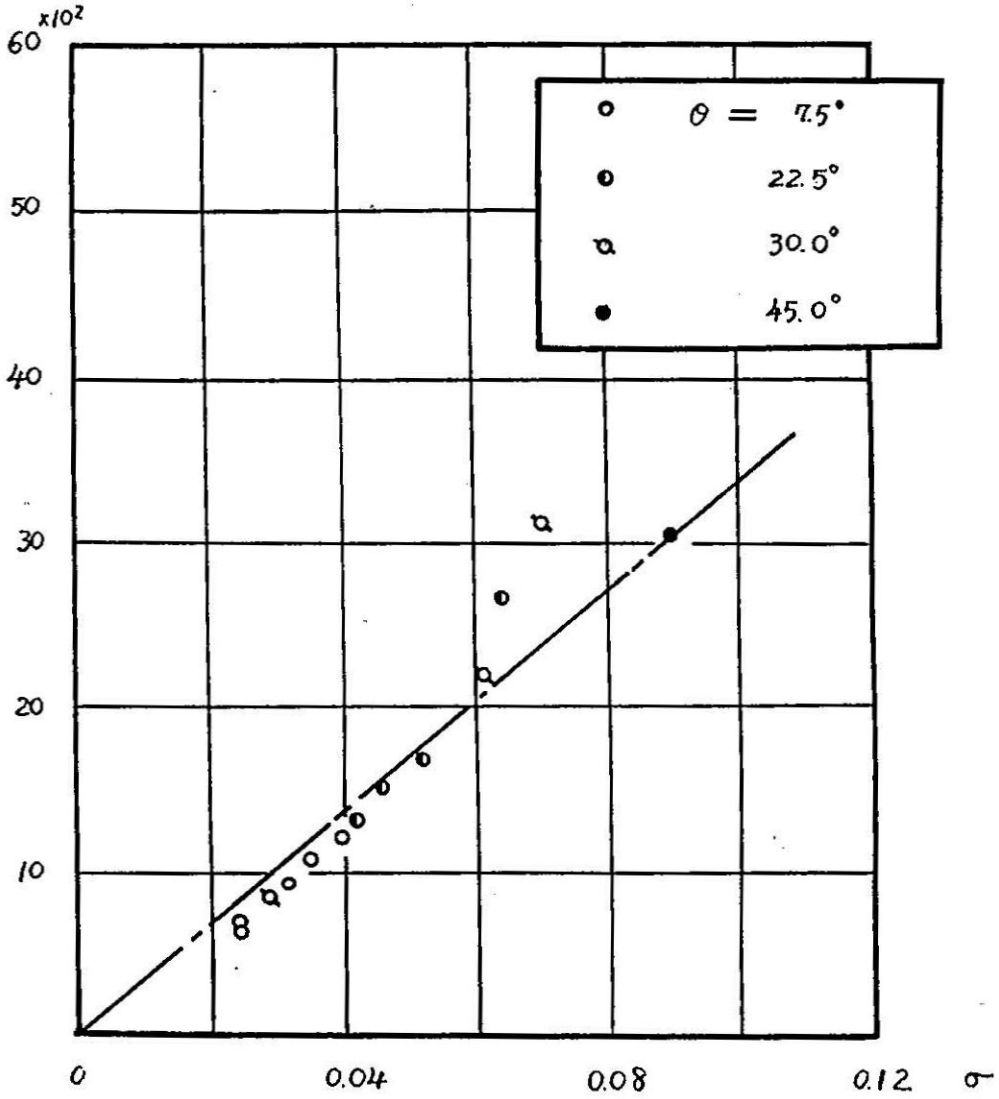


Fig. 4-6

・開水路の拡散係数

第3章は、たまたま新着のASCEにのっていた開水路の中の拡散係数の話（実験の論文）がありましたので、それを理論的に第1章の結果を使って証明したというのが、第3章です。

・その評判は

こんな具合いで自分では、大変張り切って、当時は情報もなければ測定器もないという時代でしたので、非常に張り切ってやったのですが、あまり評判は良くなかったのです。本間先生は別ですが。

（このOHPに）紙を貼って隠している所がありますが、実は人の名前が書いてあるんです。私は大学院のドクターコースになってからは、もう、土木の講義よりも航空学科の講義をよく聞きに行っていたんですね。航空のある先生から、「おまえ、研究何やっているか」と言われたので、「開水路の乱流です。」と言いましたら、「乱流なんてまだ研究することがあるのかね」と言われました。「そうかな」と思いました。それからもっとがっかりしたのは、私が博士論文を出した時に、土木の最長老の先生が「こんなことをやるよりもっとましなことを、役に立つことをやれ」と言ったということを知りまして、ちょっとがっかり致しました。それから（土木学会の）年次講演会の席で座っていましたら、私の前の席で、だから私が後ろにいることを知らないわけですね、「彼は機械屋だから、こんなことが出来るんだ」とか何とか言ってるんですね。

・乱流なんて、未だ研究することがあるのかね（□□）

・もっとまともなこと、役立つことをやれ（□□）

・....彼は機械（？）の人だから（学会での陰口）

・土木工学と機械工学 — （土木会議室に並べた雑誌をみて、
土木と機械と関係あるのか — 建築・□□）

・TACの頃

・日本最初のコンピューターTAC

こんな研究をやりましたが、当時はやっと日本にも電子計算機が出来始めた頃でした。日本の最初の計算機と言われるものは、いくつかあるわけですが、東京大学（工学部）に出来ましたTAC、Tokyo Automatic Calculator の略なのですが、これが日本最初の電子計算機の一つです。もちろん、FORTRAN とか BASIC とかそういう言語がありませんで、いちいち、どのメモリー（の数値）をどこに持ってきて足したり割ったとかそういう演算を、（一つ一つ指示）しないといけないわけです。それに、なにしろメモリーの数が1024（words）です。それはデータの置く場所だけではなくて、命令文も含めてです。とても乱流（データ）の処理なんて出来ませんので、一つのメモリーを半分に分けて、と言っても機械的に割るわけにはいかないので、一つのメモリの前半と後半は別々の数が入っているものとして、プログラムをして、やっと計算を完了したのです。この当時、この計算機を使いこなすのは大変だったらしくて、この計算機の設計者は、後に日立に移られ（名機 HITAC 5020E, F を造られ）ます村田健郎さんですが、当時のことをわりと覚えていたらしく、ずっと後になりました。村田さんは日立を辞めてから、図書館情報大学に移られるわけですが、副学長の時に私の学生の兄弟（がたまたま村田先生の学生であったので、その人）を通じまして、私のことを尋ねられたと聞いております。村田先生にとっても、よいユーザーの、よい結果を出したユーザーの一人ではなかったかと思います。（次頁以後にTACのプログラム・マニュアルの表紙や目次等を載せておきます。）

・良く遊んだ修士の頃

ちょっと話が前後しますが、修士課程の時は、実によく遊んだと思います。先ほどのように、やったテーマはおもしろくなかったということもありますが。あるいは、逆かもしれませんね、遊んでる奴にはろくなテーマをあげないと。夏は山に行ったり、冬はスケートに行ったり。本当によく遊びましたね。遊び友達に非常にいいのがいまして、今日は幸いにして欠席していますが、理科大にいます大西（外明）さんとか、それから招待状はあげなかったのですが、埼玉大学の中村（広昭）さんとか、今日またこれも来ていないのですが、港研の所長さんをされ、今横浜国大に行っている合田（良実）さんとか、実にいい遊び友達がおりまして、修士の時代によく遊んだことが、それ以降、充分遊んだのだからもういいやという気になった原因の一つかもしれません。人間、遊ぶ時期が必要ではないかとも思います。遊べば必ず良くなるというわけではありません。遊ぶことも必要であるということです。

TAC PROGRAMMING MANUAL

1959. 4. 23

東京大学工学部 電子計算機室

{ 村田 講師
 { 中沢
 船木

本電が書子教は計値電算計子磁算計算関に機するしA予はC備はの知必便識要用を最方特小法に限の心の説要記明と逐互しし自なか目的なと様さしに記た書てもかいのねないである。

§.0 Introduction

- (1) Programming
- (2) 2進法数値
- (3) Stored program 方式
- (4) B-register
- (5) memory
- (6) 計算系統及び programming 上の一般的注意

§ 1 数値語 (number)

§ 2 記憶装置 (memory)

§ 3 命令語 (instruction order)

§ 4 演算装置 (arithmetical unit)

§ 5 T A C order code

§ 6 T A C input output code

§ 7 Order code の説明及び簡単な例

§ 8 ~~B-register~~ order code の補足説明

§ 9 Input Register の使用方法

§ 10 Output Input

§ 11 Initial orders

§ 12 Control combination 及び relative address

§ 13 Code letter T 及び S

§ 14 Subroutines

§ 15 Complete program の例

§ 16 program の proofreading

§ 17 manual control

§ 18 各種 monitor

§ 19 order code の例外的場合

§ 20 将来増設を計画されている order 及び装置

§0 Introduction

(1) Programming 及び電子計算機の動作概要

A 人間の計算者を使用して計算を行わしめる場合と同様、電子計算機を用いて数値計算を行う場合も計算に必要な数値及び計算のやり方を機械に教え込まねばならない。この計算のやり方を即ち計算命令と数値を機械が計算を行い得る様な適当な形に書き下したものを program と云い、この様な program を作ることを、つまり計算計画を立てることを programming と云う。

B 電子計算機は、おおよそ数値計算の形に書けるものなら何でも計算してくれるし、又その外にもかなり尚然な使用方法はあるけれども、本質的には、加減乗除の四則演算とその他に少々の機械を備えて居るに過ぎない。ここに電子計算機の動作の概要を説明することにする。人間が計算する場合、数値を記録して置く紙に相当して電子計算機に於ては、記憶装置 (memory or storage) がわり、各記憶場所には、区別する為番号 (address) が附されて居る。又その他に計算の途中に、一時数値を記憶して置くものとして Accumulator (Acc) と Multiplier register (MR) とがある。これは丁度 Tiger 計算機に於ける置数 register に相当するものである。そして記憶装置の address n の内容 (数値) を $[n]$ で表わし、同様に Acc, MR の内容を $[Acc]$ $[MR]$ で表わすことにする。又計算機は、計算命令 instruction or order を次の様な形に書いてやると、これと理解し、実行し得るものとする。どの様にして理解するか等、機械内部の機能的動作の詳細については、今は関係ない。

Add
Subtrac

A n : $[Acc]$ と $[n]$ の加算を行い、結果を Acc へ入れよ。
S n : $[Acc]$ - $[n]$ を行い、結果を Acc へ入れよ。
U n : $[Acc]$ を memory の address n 番の場所へ入れ
 $[Acc]$ はそのまま残して置く。





立山連峰、剣山の山頂にて

1956年・夏



冬の丹沢に行く

1958年12月3日



大菩薩峯 1956年・春

松野、中村、上條、大西、山口の各氏

Ⅲ．電力中研のころ

・第2次安保騒動と池田内閣の所得倍增政策

大学院を終りまして昭和35年、1960年から7年間電研（（財）電力中央研究所、東京都狛江市）におりました。この時代、ちょうどまい切り変わりの時期ですね。先ほど学生運動がすごかったという話をしましたし、講和条約に進歩的と称される人々が非常に反対したということがありました。この電研に入った35年という年も、ちょうどそういう年でありまして、いわゆる第2次安保といわれる時期ですね。（講和条約と一緒に結ばれた）安保条約が片務的な条約だったんで、それを相互的な条約に変えようというのが趣旨だったようですが、岸信介という首相がおりまして、その条約改定そのものよりも、その国会審議の仕方が非常に強引だったというのが、多くの人々の反感をかったものであります。それで、また例によって新聞が反対をし、学生が反対をし、文化人達ももちろん反対をしました。多くの方がデモに行ったわけです。有名なことは、樺美智子さんという方が、（東大の）女子学生ですが、警備隊に押し戻されたデモ隊の下敷になって死んだことが、火に油を注ぐという形になりました。私は一体デモに参加したかということですが、非常に幸いなことに、電中研に入りまして一ヶ月位たった時に、盲腸炎になりまして、樺美智子さんの騒動のときには盲腸を手術したばかりで、（病院で）うんうんうなっていました。盲腸にならなければ、きっとデモに誘われていたかもしれません。（それでも多分行かなかったでしょう。）この条約が成立しますと、池田勇人（ハヤト）さんが首相として登場します。彼は、「寛容と忍耐」を内閣の姿勢とし、また、高度成長、所得倍增政策というのを打ち出すわけです。非常に、巧みなキャッチフレーズでしたね。吉田茂さんと並んで、戦後の、あるいは明治以降の政治家の中で最も偉かった人の一人ではないかと思えます。

・火主水従と産業計画会議

こういうことですから、エネルギー源として、従来の水力だけでは開発地点がつきていますので、火力を主にしたエネルギー体系を、電中研の理事長でありました松永安左衛門翁が提案しております。これまでの火力というのは石炭（火力）だったんですね。日本にある資源と言えば石炭か水力です。松永さんは外国の油を、今ではかなり高くなりましたが、当時はものすごく安かったんですね、石油を焼く火力発電所をどんどん作ったらいいということを提案したんです。松永さんというのは、随分先の見えた人でありまして、電力会社というのは公共事業であるから、ただ単に電力のことだけを考えていけばいいのではなくて、日本の経済あるいは産業のこと全体を考えなくてはいけないということで、産業計画会議というのを主催しまして、そこでいろんな提案をしております。それが殆ど現在になって実行されております。火主水従（火力発電を主に水力発電を従にするということ）もそうですし、重油専焼もそうですし、それから専売公社なんて止めてしまえということもそうですし、あるいは国鉄の民営化などもその中に含まれていたのではないかと思います。それから今、実現されかかっているのは、東京湾横断道路です。もっともこの当時は、伊勢湾台風の直後でしたので、（東京と京

電研時代 (1960~1967)

- ・ 高度成長期の始まり (池田勇人首相)
- ・ 火主水従への転換 (松永安左ヱ門)
- ・ 大気汚染の実測
- ・ 東京湾横断道路 —— コンピューター・シミュレーションのはしり
- ・ 二人の日野がいる —— (ノボシビルスクで会った) ソ連学者の言

電研から学んだもの、得たもの

- ・ 大部屋システム
- ・ 図書の open system
- ・ 他分野の人々
- ・ 友人達
- ・ 出張には専門外の本

最終章から繰り上げわかる章から読め Lee/Wiener/

Yellowペリル

大気汚染

- ・高度成長期へ
- ・火主水従 — 大型石油火力
- ・高エントツからの排ガス拡散の実態の解明／実測と解析 — 大阪堺港火力発電所
姫路火力発電所
- ・地形の影響を考慮した3-D拡散シミュレーション
- ・カルマン・フィルターの応用
(APMS計画)
- ・科研／「環境制御」

浜工業地帯を直接結ぶことの他に) 東京湾の奥の方を高潮から守るといふような意味もありました。あれからそうすると何年たってるんでしょうかね。25年、30年位たっているんですかね。松永さんの提案、産業計画会議の提案のおそらく最後に残ったものが、やっと今実現にこぎつけているということになります。

・高潮予測計算

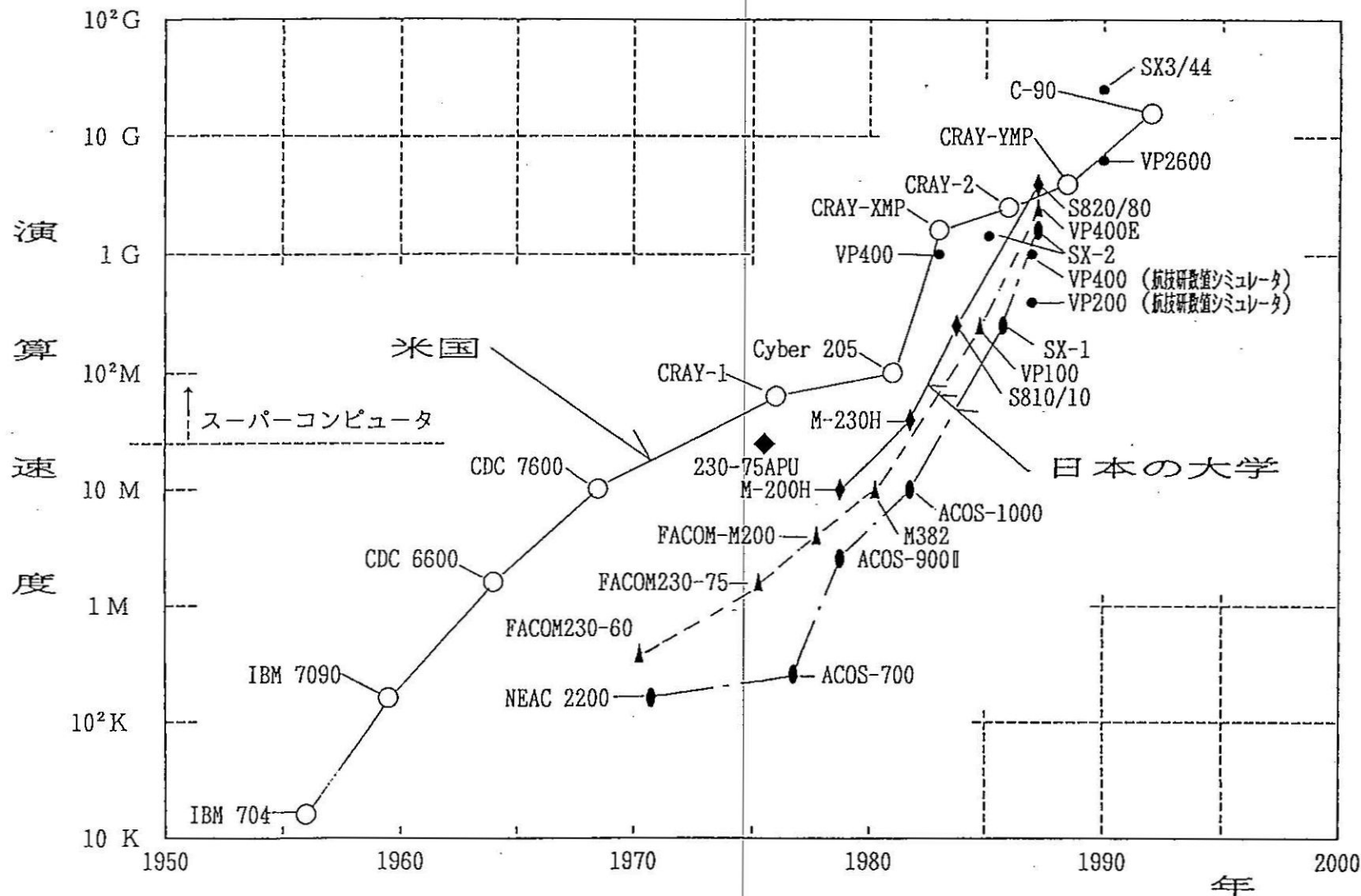
この時代になりますと、1960年代になりますと、やっと実用になるようなコンピュータが走り出すわけですが、アメリカのIBM 7090という計算機がものすごくいい計算機で、と言っても、ものすごく高いものですから、今の三菱総研の前身の会社を中心になりまして10社ほどで(が出資して)、一つの計算機にぶら下がっているわけです。で、当時はまだ計算機を使っている(使える)人が少なかったので、電研の持ち分は、殆ど私が使って計算したのではないかと思います。計算した内容は、東京湾に横断堤を造ったならば、高潮がどれ位軽減されるだろうか、あるいは、関東大地震のような地震で津波が起こったらどうなるだろうか、こんなことをしていました。今、IBM 7090は非常に優れた計算機だったと言いましたが、性能からいきますと、今の諸君の机の上にあるパソコン程度の能力しかありませんでした。先ほどTACの話をしましたけど、TACという計算機、日本で最初と言いましたが、メモリーは1024(words)のくせに大きさだけは、ものすごくデカイんです。一つの講義室を全部占領する位。真空管がばーっと並んでおりまして、その下にこの位の大きさのブラウン管がずーっと並んでおり、ブラウン管をメモリーとして使っているわけです。時々故障、時々というよりしょっちゅう故障してまして、何か計算がうまくいかなくなると、ブーとブザーが鳴るんですね。その度に村田さんが飛んで来ては修理をする。そういうことで、村田さんが私を覚えていたわけです。7090の時代になりまして、やはり計算機の能力の割には図体が大きかったと思います。

(次頁に、コンピュータの進歩の速さを示す図を引用しておきます。IBM 7090に性能的に匹敵する HITAC 5020E、F は1965年頃に現れた。)

・大気汚染・大気拡散の研究

電研でやった仕事は、この火主水従の時代に相当して、大気汚染の仕事と、それからもう一つ自分のやりたい仕事(を自主的にやっていました)。電研に入りました時には、私は火力部、機械の火力部に属していました。そこでこんな主義で仕事をしました。研究所が要求する仕事は、100%完全にやる。しかし、時間と研究費を少し残して、残った分(の時間とお金)で自分の好きなことをやる、というわけです。当時は、拡散の現象がかなりわかってきていたわけです。しかし、実際にどうなるか、ということについては、低い煙源、小さな煙源や実験室程度のことしかわかりませんでしたので、大きな発電所、高さが100mを越すような煙突からの(大気中での)煙の拡散がどうなるかというようなことを、実測によって明らかにしようとしたわけです。これは、電中研の中の、機械のグループと、分析の為に化学のグループ、それから気象のグループが出来かけたと思いますが、そういうと

10⁷G コルモゴルフ・リミット



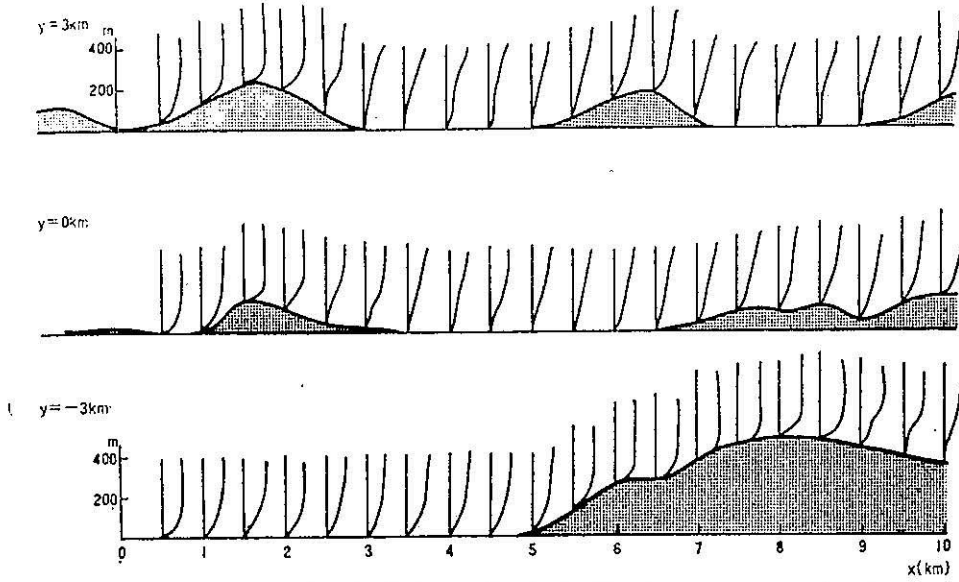


FIG. 5. Some examples of velocity profile obtained by the computer experiment.

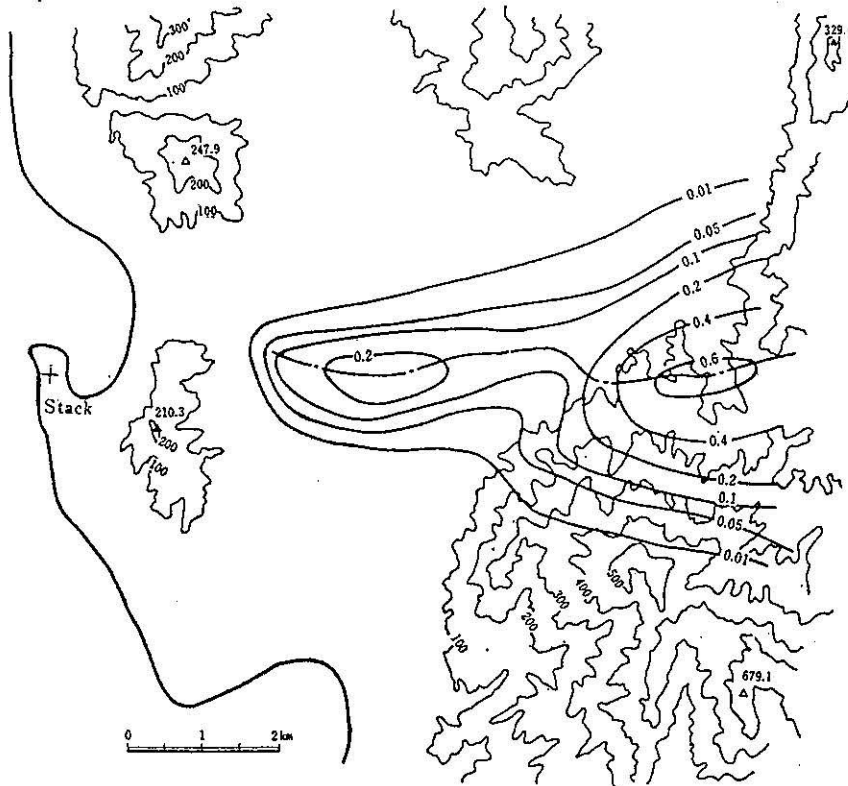


FIG. 6. Distribution at height of 40 m from the ground surface ($\zeta = z - h = 40$ m) of concentration of smoke emitted from a source with height 400 m which is derived from the computer experiment.

Atmospheric Environment, Vol. 2. pp.541-586(1968)

- 電研での最後の仕事
- 当時の最新鋭コンピューター IBM7090
 (とは言っても現在のパソコン程度)で行った(苦勞した)計算

ころのメンバーが、皆協力してやったわけです。で、場所は、東京だと目立つからということもあったかもしれませんが、大阪の南の方にあります境港発電所や（兵庫県の）姫路発電所でやりました。（それに東京ですと、他に大きな汚染源もあり、火力発電所だけの影響の抽出が難しいということもありました。）大気汚染の調査研究が目的ですから、冬の寒い時に朝4時位から起き出して、大気汚染が一番ひどくなるであろうような時を選んで実測を致しました。この時は電力中研の総力をあげての研究でありましたし、世界的に見ても新しい研究であったし、新しいデータが得られたと思いますが、残念ながら、当時としては一種の企業秘密ということで、外部にもデータを発表することは、殆ど出来ませんでした。この中で一つだけ、一つだけというよりは幾つか（新しい成果が）出ていったわけですが、記念すべきこととしては、地形の影響を考慮した3次元場での拡散のシミュレーション、現在のパソコン程度の能力の計算機で、実際こう山があって、山の上流側に発電所を造った場合に、山を越えてどんなふうに汚染の影響が及ぶかという計算をしたんです。当時としてはかなり進んでいたと思います。（この研究は地点名を伏せて、Int. J. of Atmospheric Environment に発表できました。）もう発電所が出来ていますし、もう30年以上たったわけですから、地点名を申しますと京都府の宮津発電所です。もっとも当時は、蜷川（虎三）さんという知事がおりまして、革新系の恐い知事が頑張っておりまして、なかなかこの地点に発電所が実現しなかったという経緯があります。

・カルマン・フィルターの大気汚染予測への応用

電研時代の少し後（東工大に移ってから間もなく）のことになりますが、大気汚染の研究に、カルマンフィルターを利用したということがあります。カルマンフィルターの理論は、1960年、ちょうど私が電力中研に入った時にアメリカの機械学会誌（Trans. ASME Ser. D）に載っておりました。これを見て何かに利用してやろうとずっと考えていたのですが、やっとこの時代になって大気汚染の予測に使うことが出来ました。まもなく科学研究費の環境汚染制御というグループが京都大学の榎木（義一）先生、我々の土木の方の阪大の榎木（享）先生のお兄さんですが、榎木先生が大将になって、3年間、プラス3年間ですが、始まって、この時には制御の人達と一緒に仕事することが出来ました。

・土砂浮遊流の乱れ — Ippen 先生のこと

それからもう一つこの時代のことで思い出すのは、（電研の仕事とは関係なく、自主的に行った研究の一つですが、）土砂浮遊流、あるいは中立粒子浮遊流の理論を作り上げたことです。Ippen 先生、今世紀の水理学を、世界の水理学をリードしてきた（人達の）うちの一人、というよりリーダーだったと言っても良いと思いますが、本間先生とか林先生と非常に仲が良く、日本にはしばしば訪れていました。電研に入って間もなくの頃ですが、Ippen 先生が、（御自身の）最新の研究成果をごく少数のグループに紹介されました。確か東京駅の駅前にある観光ホテルの一室だったと思います。それまでは、土砂流の研究というのは Vanoni さんの研究というのが非常に有名でしたけれども、Ippen さんは非常にするどい発想をなさる方で、その粒子を土砂じゃなくて中立浮遊という状態にしたらどうなるかというふうな実験をしました。そしたら驚くことに、土砂流ですと我々はカルマン定数が減

るというふうに言っていますが、まあ流速分布が変わるわけですが、中立粒子流ではカルマン定数が減るだけでなく、逆に乱れの強さが増える（注）。こういう結果をIppen先生は鼻高々と話されるんですね。おもしろいことだよというふうなことで報告されたんですが、私にはそのメカニズムがすぐわかりました。と言うのは、粒子が占有するところ、体積のところでは、水による energy dissipationがおきませんので、その分だけどこかでエネルギーを消費しなければならない。その分だけ乱れが強くなるのだと。このようにそのメカニズムはすぐわかりましたので、式をたてましてワッと発表したのです。あとで伺ったところによりますと、MITに留学した椎貝さんに伺ってみますと、やはりIppen先生、かなりがっかりしていたんだそうです。まあ悪いことをしたなあと思いました。

今の（今お話した）Ippen先生と当時の日本のことは、現在の日本と途上国の関係によく似ているのではないかと思います。アメリカがずーっと、学問的に先に行っておりまして、日本という国は戦争に負けて、非常に貧乏だけれどもなかなか見込みがあるから、少しずついろいろなことを教えてあげよう、というようなことがあったんじゃないかと思います。我々は今、途上国の方々を受け入れて、出来ることなら、沢山のことを学んでほしいと思っていますが、心情は似ているんじゃないかと思います。（注：土砂浮遊流では、乱れの強さがわずかではあるが、逆に減ることが示される。）

粒子浮遊流の乱れ

- ・ Ippen先生の最新の発見／中立粒子浮遊流
- ・ すぐわかったメカニズム
- ・ 土砂浮遊流の場合への拡張
(椿、室田、志村)

・電研で学んだこと

7年間電研におりましたけれども、電研から沢山のものを学びました。一つは大部屋システムです。一人一人個室に入ったり、あるいは隣の人との間にパネルあるいはパーティションを設けないとか。図書のオープンシステムを採用するとか。何にもまして為になったと思いますのは、土木だけではなくて、機械の方、電気の方、あるいは化学工学の方と広いお付き合いが出来るようになったことです。

それから図書のオープンシステムのことについて、ここに水工の研究室で論文を書かれた方が多数おられますので、少しお願いしておきますが、定年の時には校費で買った本は全部図書館に返さなければならぬですね。整理しましたら驚くことに200冊行方不明になっております。なくなった本は、現物か現金で返せと言われているので、こりゃ大変だなと思っているのですが、いろいろ神田君と一緒に整理しましたところ、かなりの数が減りましたが、それでも数十冊（約五十冊）無くなっています。特に日本語の本がなくなっていますので、皆さん家に帰られまして、大学の本がありましたら、ご面倒でもお返しいただければと思います。

IV. 東工大へ

次に1967年から東工大に移ります。東工大に移るにつきましては、吉川先生が非常に尽力をされましたし、また、本間先生の後押しもあったように伺っております。私は工大に移ることが出来たということは、非常に幸いであった、ひょっとすると最後、大学の拡張期の最後ですから、最後の機会であったかもしれません。この当時、工大なんか行かずに電研にいろと、いろいと説教してくれた先生がいましたけれども、私の選択が間違っただけではなかったと思っています。

・瓢箪から水文学

さて、工大に来てやったことの一つで、初期の時代にやったことですが、水文学ということ私の新しいテーマの一つとしました。これは、先ほど、偶然ということを何度も申しましたけれども、やはり偶然でありまして、水理講演会というのが毎年1回開かれますが、その時につい失言してしまったんですね。乱流データのいろんなデータ整理、stochastic なデータを整理していますので、水文の人達はデータを充分利用しきっていないのではないか、制御の理論とかシステムの理論を使ったら、もっとよくなるはずだと言ったわけですが、何しろまだ30代前半ですから、大変生意気に見えたんでしょう。いろいろお叱りを受けました。しかし、自分でこういうことをやったらいいと思いましたので、実際自分で手をつけ始めました。確率過程の input-output の関係を持ってきて、ずーっと stochastic hydrology という分野を広げて行くようになりました。砂田（憲吾）さん、砂田さんは助手。灘岡（和夫）さん、学生でした。ついで長谷部（正彦）さん、それに韓国の金（治弘）さんという方達と一緒に、stochastic hydrology をやって、一応うまい結果を出したのではないかと思います。そうしているうちに、stochastic なやり方だけでは不充分だということに気がつきまして、やがて、（降雨の）土壌への浸透を中心にした physical hydrology へというふうに変換してまいります。

・Point sink への選択取水 —— かつ飲みかつ談じて ——

それから電研を辞めて、工大に来て最初にやった仕事の一つに、小さく書いてありますが、大西（外明）さんとの密度流の研究があります。大西さんとは、大学院時代から非常に気が合っておりまして、ある時学会で、多分京都だったと思いますが、そこで開かれた学会の後、新幹線と一緒に乗って東京まで来たわけですが、その車中で、大西君が、こういう（偏微分方程）式はどうして解くのかね、という話を持ちかけてきました。当時二層流、成層流の問題というのは、2次元の問題は解けておりましたけれども、実際には、貯水池の中に朝顔型の取水塔があったり、あるいは壁にくっついて、point sink 的にあるわけで、実用をめざすならば point sink を考えなければならないわけです。基礎方程式が出来ましたし、あとどうして解けばよろしいか（ということが問題でした）。実際に解を求めまして、数値をあてはめてみますと、（困ったことが起こりました。）この取水する量と成層度から作られる無次元のパラメータがあるわけですが、取水量が少ないあいだは、こうなめらかに、

東工大へ (1967~1993)

水文学への進出

- ・学会における失言(?)
- ・実りの多かった 1st US-Japan Seminar in Hydrology (1972)
- ・Stochastic Hydrology から Physical Hydrology へ
- ・カルマン・フィルターの实用 (大気汚染/洪水予測)
- ・密度流/選択取水 —— 飲みかつ談じて (畏友 大西外明)
(泥棒に御用心 —— 他人の業績になる不思議)

学園紛争の頃

- ・ 中国文化大革命／紅衛兵
- ・ 1969 初めての外国／Cambridge U. 混相流シンポジウム

「乱流」忘れ難く候

- ・ Klineさんのこと、浜さんのこと
(可視化情報学会誌特別号)
- ・ 乱流シンポジウムと科研特定研究 —— 盛んだった討論
- ・ 交番（往復）振動流の研究 —— 流行の先端の隣に宝の山
〔高須・沢本／柏柳・中山・原〕



昭和43年頃、職員旅行のスナップ写真

層全体の水が point sink に流れ込みます。ところがあまり取水する量を多くしますと、(つまり)無次元パラメータがある値を越すような流量で引きますと、(理論では) sinkの近くに渦が出て来まして、そんなことは有り得ないという結果が出て来るわけですね。(彼とたびたび会って)いろいろ議論しまして、結局、上から下までの層が全部、point sink に流れ込むのではなくて、ある層だけ、つまり限界のパラメータに達する層の厚さの分だけ point sink に落ち込むんだ、というような推論をしまして、実験をしたら、やはりそうなるんです。そういうことで、この時代は、問題を解いては飲む、大西君も私もお酒が好きですので、飲んで議論しては結果を出し、結果を出しては、また飲んでいたというようなことで、大変楽しいことでした。研究が楽しかったという(ことです)。大西君にとっても多分そうだったでしょう。ただ、最近不思議に思いますのは、その研究成果が別の人の業績になっているんですね。恐らく、誰かが間違っって引用し、それがそのまま孫引きされているせいではないかと思われまます。

・乱流忘れ難く — 振動流の乱れ

ちょうど、工大に来る少し前の頃から、文化大革命という中国の騒動が始まりました。初めは、これは新しい形の革命というふうに受け止められていましたが、やがて、毛沢東による権力闘争だとわかってきますね。ずっと後になってわかったのですが、私は、これは権力闘争であろうということが、割りと早くわかったように思います。この余波でフランスにも学生革命が起こるし、日本でも学園紛争が起こる。学園紛争が起こり始めた頃に、1969年です。私が35歳かな。工大に来たのは35歳ですから、もうちょっと後ですね。初めての外国の雰囲気、(に直接触れることができました。)というのは、Cambridge大学で Batchelor さんが主催した混相流のシンポジウムがありまして、これに出席できたのです。出席者は100名少々で、私にとっては思い出深い(しかも最初の)外国旅行でした。この頃から再び乱流をやってみたくなりました。

電研時代は、私がいた時代は割と基礎研究が出来る時代でしたが、こういった意味での基礎研究は、業務に直接関係ないことは、ちょっと無理でした。工大に移ってからそろそろ(また乱流の)研究をやろうと思ったわけです。(これより少し前の1966年に京都でBoundary Layer and Turbulenceの国際会議があって、この時 Kline さんに会い、水素気泡法の撮り方を教えてもらったことも動機の一つです。)その当時は、まだ無名であった Kline さんは、やがて1967年にJFMに有名な論文が載って、新しい乱流の研究の流行を作るわけです。浜(良助)さんは非常に残念がって、こんなことをやったのは自分が初めてだ、1953年にすでにやっているのだと、しょっちゅう機会あるごとに文句を言っていますが、それはしつこさの違いでありまして、Kline さんも初めから認められたのではなくて、1959年に(J. Appl. Mech. に)発表した時には、お情けで載ったようなものでして、それから約10年間、いろんな人に会う毎に、自分の考え方や実験結果を説明し(続け)たわけです。谷先生が非常におもしろいことを言っておられました。科学研究費「乱流現象の解明と制御」だったかな?(乱流の)科研が始まるわけですが、そのチームを作る時に(総括班の会合の席で)、外国の方から自分はこういうことを言われたと。それは、「日本人というのは、式を解くことはやるけれど

も、式を作ることはしない。」乱流における Kline の仕事は、まさに式を作る仕事であった、というふうにおっしゃっていました。これは恐らく、谷先生が、一人称で言いたかったことを、少し語調を和らげて外国の方に言われたと言ったんだと思います。真に痛いところをつけております。

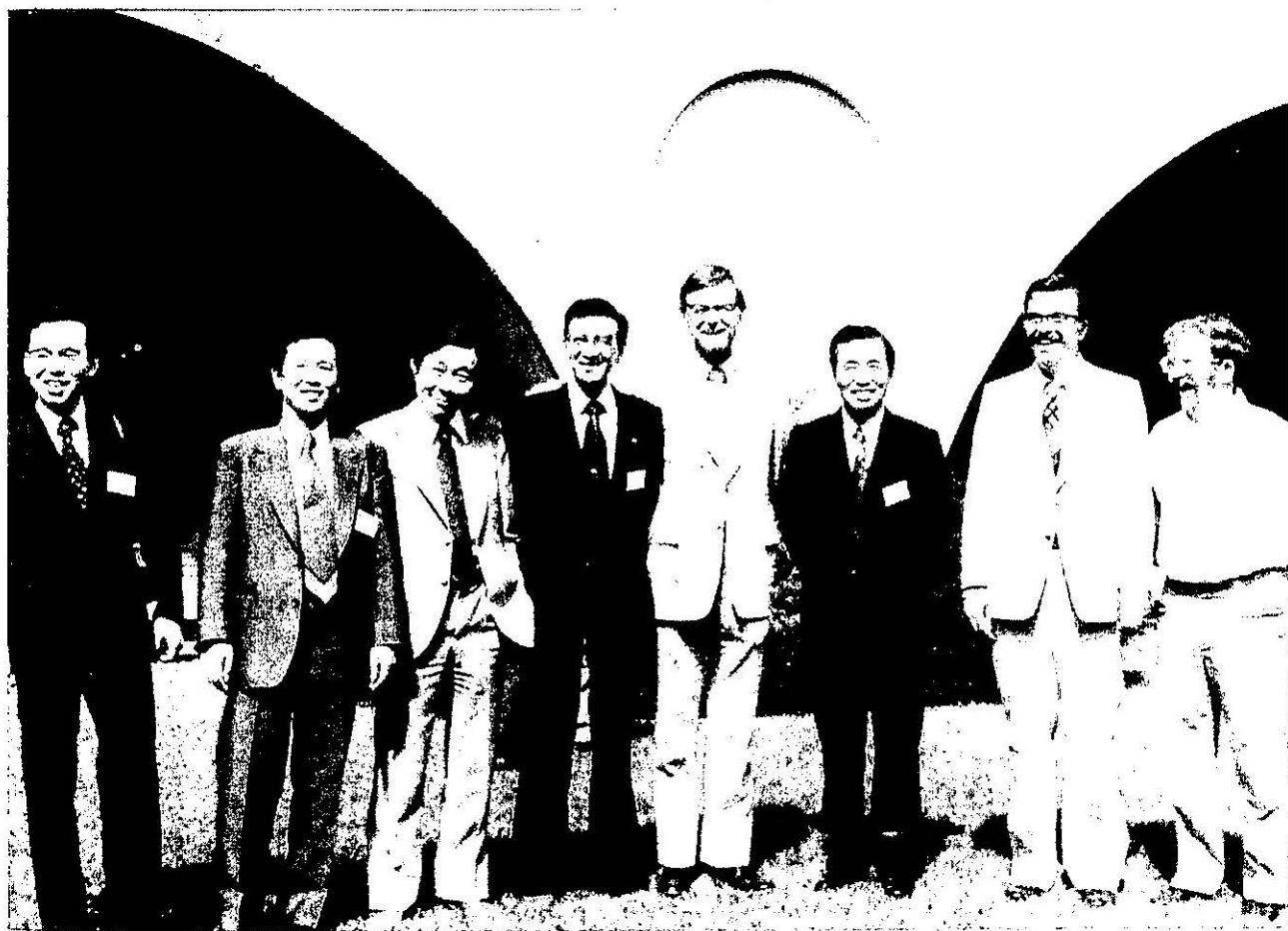
この時代、(1968年に)ちょうど東大の宇宙航空研究所、これは、全国利用機関になっておりましたが、佐藤浩先生、小橋(安次郎)先生、松井(辰彌)先生達が乱流シンポジウムを始めました。

(今日に到るまで)随分長いこと続いております。ここにおられます林先生も熱心な、初期の頃からの熱心な参加者でありまして、私も(参加して)おりました。初期の頃は(このシンポジウムは)ものすごく議論が盛んでして、スケジュール通り進むことはない。5時になっても6時になっても7時になっても、終らない。まあ7時くらいになってさすがに終わりましたが、どんどん議論が長引いて、今では考えられないような熱気のある会でありました。私は乱流(の研究)として何をやるかということですが、結局振動流のことをやろうと思いました。それまでは、振動流に関しては、どういふことをやられてたかと言いますと、一様流に対して、振動流を重ねた時どうなるかという研究が、わずかながらやられておりましたが、その時の結論は、振動流にしたところで、一様流とは本質的に変わらないよということでした。カナダでシンポジウムがあって、それで打ち止めになったようです。私は、一様流はよして、(純粹の)振動流、あるいは、往復流だけに見てみたのです。そのきっかけというのは、もともと波をやっておまして、宇多(高明)さんとか、宮永(洋一)さん、藤崎(治男)さんという方々に wavy channel での振動流(や一様流)をやってもらったわけです。その延長として、高須(修二)さんに初めて、交番振動流の実験をやらしてもらいました。といっても、お金があるわけじゃなし、測定器があるわけじゃなし、結局、その辺に落ちていた径が5cm位(本当は3cm位)のプラスチックのパイプを持ってきて、それにピストンをつけて実験を始めました。その時にモーターの回転を往復流に直す方法を、高須さんが考えてくれまして、それを、私がチョコチョコと改良しまして、(これは)割と(簡単で)巧妙な装置だったと思います。これを沢本(正樹)さんが引き継いで、あと、柏柳(正之)さんとか、中山(哲殿)さん、あるいは原(輝彦)君達で、除々に成果をあげました。ほぼ同じ頃に、林先生と大橋(正和)さんが同じことをやっておまして、一種の競争みたいな具合になっておりました。おもしろいもので、この振動流のことをやったのは、私達だけなんですね。で、ここで一つ、教訓めいたことを申しますと、皆は壁乱流とか、噴流をやっていたわけですが、私達は、ちょっと目先を変えまして、振動流、しかも一様流ぬきの振動流(をやったところ)、そこに非常におもしろい現象が現れました。つまり流れが減速している時には、乱れがワーッと起きるんです。流れが反転して加速状態になりますと、起きた乱れがすぐ、パッと消えてしまう。こんな不思議なことがわかった。教訓としては、「流行の先端の隣に宝の山がある」というようなことになると思います。

・日米セミナー

先ほど、stochastic hydraulics の方で、こういう研究が段々盛んになってきたということを申し上げましたが、1972年に、ハワイで stochastic hydraulics のシンポジウムがありました。日

米セミナーです。残念ながら、その時の写真が手元にありませんでしたので、それより数年後に開かれました sedimentation に関する同じような会合の時の写真を持ってきました。（日本側の）メンバーはほとんど同じですね。中川（博次）先生と、池田（駿介）さんが新しく加わる。それから stochastic hydraulics の時には、私と高棹（琢馬）さんがいて一番若いんです。この時は、日本側は京大の石原藤次郎先生、アメリカ側は、Yevjevich（エブジェビッチ）という人が大将ですね。まあこんな時代です。



Sedimentation に関する日米セミナー、ハワイ大学
（左から池田、中川、室田、岸、一人おいて芦田の各先生）

V. 植生・環境流体力学への道

・Eco-hydraulics 事始め

さて、後半のお話に入りますが、やがて私は eco-hydraulics ということを提唱してやっていくわけですが、そのきっかけになったのが、1971年の2回目の外国出張の時でした。アメリカのピッツバーグ大学の Chiu 先生が、stochastic hydraulics という IAHR の国際シンポジウムを開かれまして呼ばれたわけです。Sonu さん、韓国の出身の鮮于 (瀋) さんが、そのことを聞きまして、それなら(当時彼が勤めていた) ルイジアナ大学で講義してくれないか、というわけで一ヶ月少々アメリカをうろうろしていました。この当時のアメリカというのは、ちょうど学園ではベトナム戦争の反対の運動が強く、それから学外、学内と言わずに国全体の中で、これと対照的にエコロジー運動が非常に盛んだったんです。シェラ・ネバダという山がありますが、シェラクラブというのが作られておりまして(1892年創設)、アメリカの自然はこんなきれいだよと、その山を撮りまして絵葉書を作ったり、あるいはポスターを作ったりしていました。

もう一つこの時代に読んだ本ですが、内田俊郎さんのNHKブックス、「動物の人口論」というのがあります。これを読んで私は非常に感激致しました。というのは、小豆(アズキ)ぞう虫という小豆につく小さな虫がいるわけですが、その虫の卵から生まれる子虫の数が親の虫の密度で変化します。虫の密度が高いほど子の世代の数が少なくなる。あたかも人口制限をしているような現象、非常に不思議な変化をするわけです。それは何故かと言うことを、いろんな仮説をたてては実験をし、その仮説が間違っているか正しいかを次々に、式こそ使わないものの、論理を積み上げていくんですね。こういったエコロジー、生態学という素晴らしい学問分野があることを教えられました。そういうことがありまして、大部分は理論的な研究をやりましたが、(すなわち)流れの中の水草の問題、PCBとかストロンチウム90とかが生物に蓄積する(濃縮)過程、あるいはそれまでは、DO(溶存酸素)とBOD(生物化学的酸素要求量)だけの過程として河川の自浄作用を論じていましたが、その中にやはり微生物の活動を取り入れる式をここに入れる必要があるということなどで、いろいろ式をたてた。

ただ残念なことは、このような研究では、国内ではあまり評判が良くありませんでした。ただそれとは逆に、海外では評判が良くて、77年のドイツのバーデン・バーデンで開かれましたIAHRの会議では、特別講演ということにしてくれましたし、その講演のすぐ後でウィーンの郊外にありますこれは後ですぐ話しますが、International Institute of Applied System Analysis、このヴァシリエフ(Vasiliev)(旧ソ連)さんから、この研究所に来て、研究してみないかということになりました。それから有名な Ven Te Chow(周文徳)さんからは、Advances(in Hydroscience)シリーズにぜひ書いてくれと。これは、2回、3回と、お断りしていたんですが、ついに書かざるをえなくなりました。今から考えますと、書いておいて良かったなあと思います。

仕事の関係(科学技術庁、原子力安全委員会)で生物の人達ともいろいろお付き合いをすることがあるんですが、この時代、一つ驚いたことは、私達ならば何か問題が起こりますと、まあ実験室で非

常に制御された条件のもとでいろいろ実験をし、データを整理し、それで結論を出すわけですが、生物の人達は、生物と言っちゃいけません。濃縮グループです、放射性物質の濃縮グループは、まず当然ながら実験室のデータをとるわけです。しかし、1,000個の実験室のデータよりも、フィールドで1個のデータがえられると、1,000個のデータを全部捨てて、1個のフィールドのデータをとってしまうという考え方でした。初めは随分奇異に思いましたが、やがて自然というものは、我々が頭の中ででっちあげたものとは違うという考え方の方に共感を覚えました。

Eco-hydraulics の研究は、なかなかおもしろかったのですが、学生がいじめられるんですね。川端（規之）君なんかは、いじめられてもへっちゃらな顔をしています。1年上の歌原（英明）君は、なかなかのお坊っちゃんでありまして、やってることについて、他の大学の先生から呼びつけられていろいろ文句を言われて、しょげているわけです。私に直接言ってもらえば説明してあげたんですが、こういうこともありまして、学生と一緒にやるのはちょっと気の毒な気がするということで、(eco-hydraulics の仕事はやがて) 止めてしまいました。あるいは、潮時だったのかもしれない。

・IIASAの森

これからIIASAの写真を次々にお見せ致します。先ほど、池田先生からもご紹介ありましたが、やがてこの様な研究、(eco-hydraulics の) ちょっと中休み後に、現在の都市の気象、植生を考えた水文、あるいは、都市の気象へというように移って参ります。このヒントになりましたのが、先ほど申しましたIIASAでの経験です。これは、ウィーン郊外、バスで1時間弱の所ですが、ハプスブルグ家の離宮があるんです。ハプスブルグ家の離宮と言いますと、皆さんはシェーンブルンを思い出すわけですが、シェーンブルンの庭が、人工の粋をきわめた庭であるのに対しまして、(IIASAのある)ラクセンブルグの庭というのは、自然そのまま、実際には人間の手が加わっているのですが、自然を模した庭です。次々写真をお見せします。なかなかきれいな所でありまして、研究室を出て庭を散歩しますと一周するのに2時間位かかる。それで、私が行ったのは、10月の末から12月の初めまででしたが、西洋芝ですから、こんなに青々しているわけです。芝はこんなに青々としているにもかかわらず、その上を歩きますとすごく寒いんです。霜が降りまして、足の下からじんじん冷えて、普通に歩いていても、足が痛いんです。で、思わず駆け出して、林の中に逃げ込むわけですが、逃げ込みますとほっとしますね。足の爪先が暖かい。それから風も、空気も暖かい。はて何だろうと。

(地面を敷きつめた落葉のせいかもしれません。) たとえ木が枯木であっても、こんなに木というのは気候をずいぶん和らげてくれるものだ。是非こういったものを近いうちに研究してみたいと思ったわけです。

・大桃さんとの雑談がヒント

直接この植生の問題に手をつけるキッカケになりましたのは、また生物の人達とお話することになりますが、ある委員会のパーティで、放射線医学研究所の方で大桃（洋一郎、現・環境科学技術研究所）さんという方がいまして、その人に「自然界には負圧は存在しないと聞いているのだけど、

Ecohydraulics

- ・1971 アメリカ/ピッツバーグ Stochastic Hydraulics/
ルイジアナ大へ Sonuさん

ベトナム戦争反対とエコロジー運動 (シェラ・クラブ)

内田俊郎 動物の人口論 (アズキゾウムシ) (NHKブックス)

- ・1977 IAHR/バーデン・バーデンの特別講演
IIASA/ウィーン Laxenburgへ招請
Adv. in Hyd. Sci. /Chowからの執筆依頼

- ・楽しかったIIASA (Intern. Inst. Applied System
Analysis)

- ・「1000個の実験室データより1個のfield data」

- ・新テーマを担当する学生の苦勞 [歌原・川端]

植生水文・都市気象／Neo SPAM

ヒント

- ・ I I A S A / L a x e n b u r g の 森 (' 7 7)
- ・ 何故 1 0 m を 越 す 大 木 は ざ ら か ? → 植 生 の 流 力 モ デ ル
〔 放 医 研 / 環 境 技 研 大 桃 氏 〕
- ・ 水 文 学 に お け る 未 開 拓 の 分 野 は 何 か の (水 文 研 究 者 達 の) d i s c u s s i o n
→ 「 降 雨 」 と 「 植 生 」 だ ろ う

- ・ 風 洞 付 ラ イ シ メ ー タ

佐々木庸介 (1973 (昭 48) 卒 / 現 ・ 建 設 省) → h e a t r u b b e r
(な ぜ 止 め た) ← 森 地

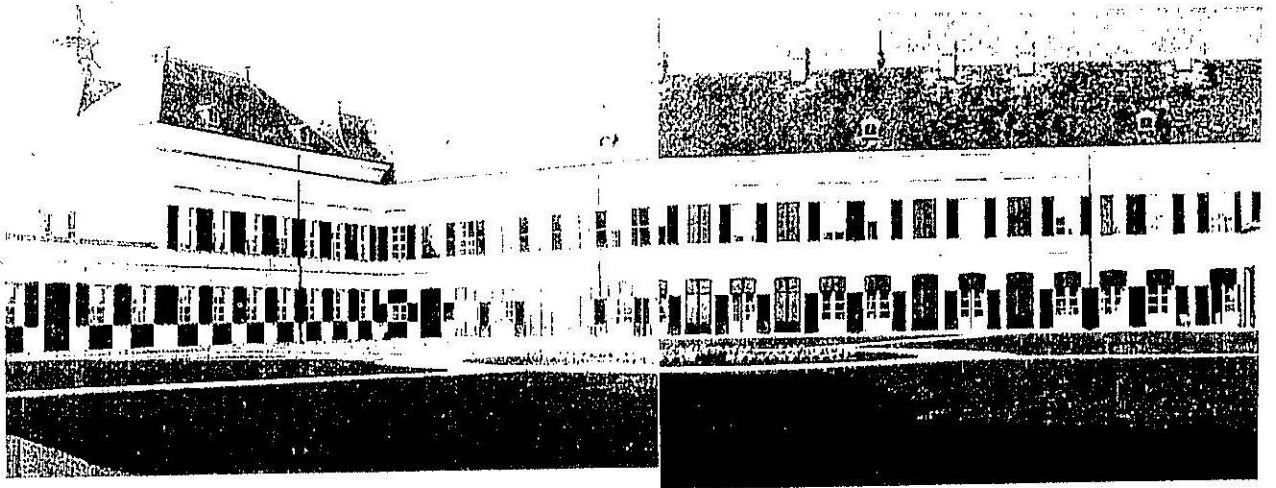
渡辺明英 (1985 (昭 60) 卒) → 水 面 上 の 風 と 温 ・ 湿 度 → 約 束 違 反

(フ ン (1977 (昭 52) 博 1982))

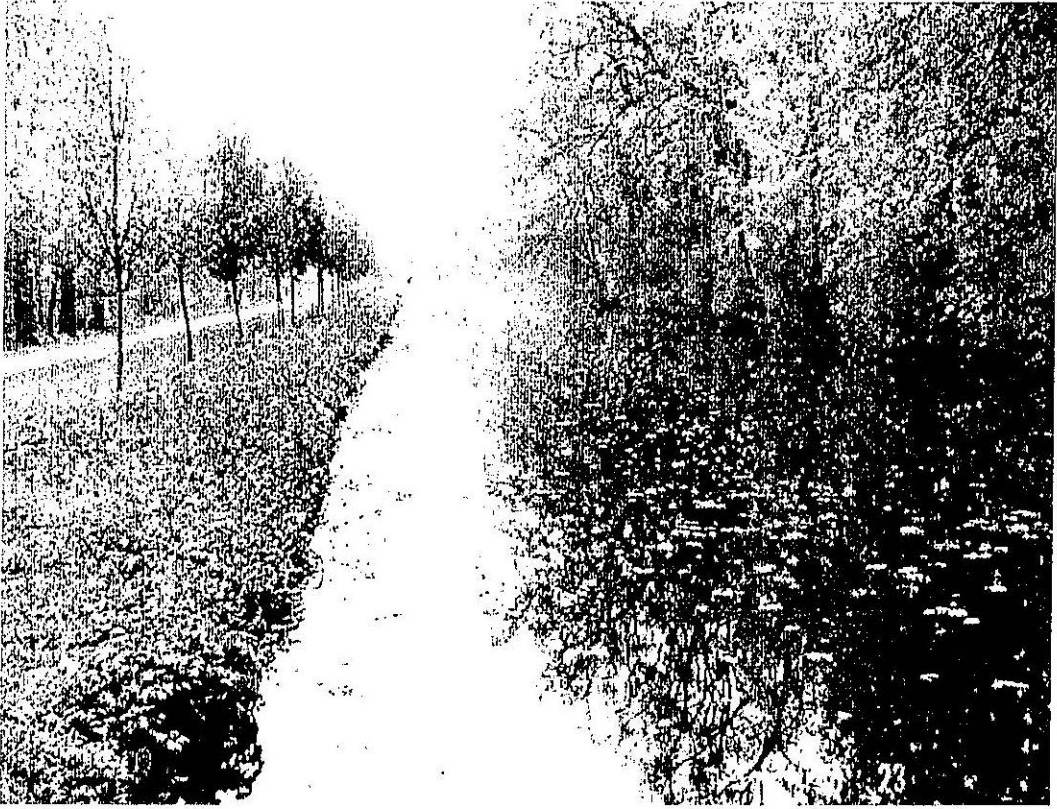
藤田光一 (1981 (昭 56) 卒 / 現 ・ 土 研) → 植 生 ラ イ シ メ ー タ

神田 学 (1985 (昭 62) 卒) → 風 洞 付 ラ イ シ メ ー タ

-
- ・ プ ロ グ ラ ム の 種 別 ——— 関 数 プ ロ グ ラ ム
デ ー タ 解 析 プ ロ グ ラ ム
シ ミ ュ レ ー シ ョ ン ・ プ ロ グ ラ ム



IIASA（国際応用システム研究所）となったウーン郊外 Laxenburg にある
ハプスブルグ家の離宮、（1977年11～12月）



何故10mを越す大木がざらにあるのでしょうか？（毛細管作用での水の上昇は10mまで）」と雑談で始めましたら、大桃さんはたちどころに、「いや、それは葉っぱの先から水が蒸発して行って、葉っぱの先っちょはすごい負圧になっているんだよ」と、すぐに教えてくれました。それは実は当時としては、最新の知識に入ることだったらしいんです。それであわてて植生生理学の本を買ってききましたら、数行そういうことが書いてあるんですね。これなら流体力学でできる。何という本の名前か忘れましたが、そういうことが書いてありますね。これなら流体力学で出来る。つまり、土中のこと、土壌から（根が）水を吸い上げることは、先ほどの physical hydrology でわかっておりますし、幹の中の流れというのは、死んだ組織の中を（水が）流れているわけですから、pipe flow と同じですし、それから葉っぱの上に沢山のミクロンオーダーの気孔というのがありますが、そこから水分が抜けていったり、炭酸ガスが入ってきたり、あるいは出来た酸素が抜けていくというのは、結局、拡散の問題にすぎないんです。というわけで、神田（学）君と一緒に、うまい時に、うまい人がうまい具合に、よく現れるもので、この問題を始めました。

さかのぼって考えますと、こういう問題は、佐々木庸介君、石川忠晴先生の同級生ですが、彼と最初に始めたんだと思います。風洞にヒートラバーを敷きまして、（都市のヒートアイランドの研究として乱流境界層内の）熱拡散をやったわけですが、まあ当り前の結果しか出なかったわけです。温度の測定技術があまり良くなかったこともありました。そのままにしておきましたら、計画の森地（茂）先生がこのことを覚えておられまして、「どうして、あの研究を止めたんですか」と言うもんですから、また思い出して、渡辺（明英）君、今、土研からこちらに来ている助手ですが、（彼に卒業論文で、）ちょうど風波の実験をした後の装置がありましたので、下に水をはりまして、上に風を流して、温度とか湿度とかを測ってもらいました。ところが、渡辺君は、あまり実験が好きじゃないし、それから初めてやるものですから、うまい結果が出ないんです。これも途中で止めました。それに渡辺君には、約束違反だと言われました。何故約束違反かと言いますと、卒論の学生を集めるときに、こういうテーマがある、というふうに学生に言うわけですが、渡辺君は、私が提示したテーマの中の、computer simulation あるいはcomputer graphics をやりたくて来たんですね。で、私もかわいそうになりまして、それじゃ水文の研究、計算をやらしてもらおうということになりました。

・植生水文学

それから、フン（Ngyuyen Son Hung）君、今日来ているかな。フン君がドクターコースに進んだ時に、ちょうど（それまでフン君の指導教官であった）吉川先生が、早稲田大学に移られましたが、フン君と博士コースでやるテーマを検討した時に、一つ土で斜面を作って、その上に草を植えて雨でも降らそうかという案があったのですが、自然を切り取って作るのは、頭の中で考え出した自然であって、本当の自然ではないというふうなことを思い出しまして、フン君にはもう一つのテーマでありました密度流の界面の現象をやらしてもらいました。そうしているうちに、渡辺君（これは私の勘違い。「フン君と検討した」が正しい）の水文の研究の続きとしまして、藤田（光一）さんの時からだと思いますが、ライシメータ、これは蒸発計です。ライシメータを作って浸透の実験をしたんです。同じ

ものを2台作りまして、同じように赤土をつめまして、片方は裸地まゝ、もう一方には小さな雑草を植えておいたのです。みるみる間に、雑草の根が伸びてきて、普通ならば（土中には）もっとみみずがいたり、もぐらが掘り返したりするわけですが、植物だけでも土の性質、したがって、ライシメータからの流出の特性ががらっと変わってきますね。これはやはり植生のことをやらざるをえない。あるいは、植生がおもしろいテーマだというふうに決まったんです。（この仕事は出雲秀治君、佐藤昭人君と続けてもらいました。）それから試しにですね、尾高（義夫）君にやってもらったのかな、風がちょうど風路に沿って吹く時に、上流側と下流側で炭酸ガス濃度がどれ位違うだろうかと、たった2～3mの距離ですが、測ってもらいましたら、ちゃんと炭酸ガスの濃度の違いが出るんですね。これならいけるというわけで、神田君には風洞をつけたライシメータを作ってもらいました。それでこの研究をやりました。

・環境流体シミュレーション・プログラムの開発

と同時に、この時代は流れの基本的なコンピュータ・プログラムを作ることにも熱中しました。最初は Navier Stokes の方程式を解くという、極めて基礎的なプログラムです。で、これを担当してくれたのが、現在運輸省ですが、岸（弘之）君と神田君です。最初は、うまくいかなくて、大変苦労しました。プログラムにはミスはないんだけど、計算がうまく収斂しないとか、うまい結果が得られないということが続きましたが、これは、幸いにして私が電研時代に散々計算機を使ってノウハウを積んでいましたので、電子計算機のプログラムのどこに原因があるかということは、大体見当がつかしましたので、うまく収束しました。（このプログラムはその後、神田君を主力に代々の院生の協力で拡張され、熱やCO₂などの拡散；飽和・不飽和土壌；植生；雲や降水；任意地形や孤立峯の計算機能が付け加わり、大変汎用的なものになりました。）まあこういうプログラムは、（関数プログラムや）データを処理するプログラムと違いまして、データを解析するプログラム、スペクトル解析とか、あるいは多重相関（多重回帰分析）とかそういうものと違いまして、データそのものに意義があるんじゃなくて、何を計算するかに興味があるわけで、いつから公開するか、これが大変問題になってきます。あまり自分の所だけで非公開にしますと、そのプログラムが充分活用されない。そのうちに、（コンピュータの性能が向上しますので）プログラム自体やプログラムの考え方が古くなってしまふ。てなことで、そろそろ皆さんに公開していってみます。

VI. 計測機器の開発

・ファイバーLDV

今までは、時代を追ってお話をしてきましたが、ちょっと見方を変えて、先ほど主任教授の池田先生からのお話にもありましたが、こちらが意図したわけではありませんですが、わりと計器の開発とすることをやってきたように思います。まあ大学院時代に Ippen 先生の total head tube を真似しまして、総圧管式の乱流計を作ったのが手始めですが、それ以降、カノマックスの方々に協力頂きまして、ファイバー流速計を作った。これはレーザ流速計の欠点、焦点を合わせづらい、場所を移動しにくい、という欠点を補うもので、なかなか便利な装置ですが、確か長い間、今でもそうかもしれません、カノマックスの有力商品となっていたわけです。その後、これをさらに改良致しまして、焦点を回転鏡でもって次々に（瞬間的に）トラバースして行く。こうして、2次元の場を計測出来るように致しました。この時は、幸いにして、エレクトロニクスのハードやソフトに強い小林（智尚）君、現在理科大です、がおりまして、うまく動きました。ところが、カノマックスは、ファイバー流速計で味をしめた、と言うよりは、それで満足したのか、3番目のスキャン方式の流速計を商品化してくれませんでしたね。そうしているうちに、昨年デンマーク大学から問い合わせがあって、おまえの所に見学に行った時におもしろいものがあったが、あれは売ってくれるのかねというわけで、カノマックスにご紹介致しましたが、作ってくれたんでしょうかね。聞いたところによりますと、私が小林君と共に作った時に比べまして、今チップが非常に進歩してきてますので、計測の可能な範囲を随分広げることが出来るということでした。

・レーザー密度計

次に、日向（博文）君と一緒にごく最近ですが、レーザで密度を測る。密度はなかなか測りづらいんですが、一点だけじゃなくて、一断面、一平面上の密度分布を瞬時にして測ってしまう、こういうことをやって参りました。これは、ほとんどソフトに depend するわけで、もう少し完成に近づけたいと思っています。

・乱れの瞬間像

それからわりと最近成功したのは、MASCON法を使いまして、（乱れの瞬間像を計測することです。）流れの断面内で10点内外での流速を同時に計測致します。まあ、あらい計測ですので、その間を補完致します。効率の良い方法で補完致します。まあ、仮想荷重法と名付けましたけれども、この補完したものを、今度は連続の方程式を満たすように、変分法を使って調整するわけです。それをMASCON法と言いまして、1960年くらいに、50年代だったかもしれませんが、日本の佐々木（Yoshikazu Sasaki, 1958）さんという方が考え出したわけです。この方法は、気象の方なら誰でも知っていると思います。気象の場合には、観測点が地べたにしかないわけですね。あるいは、時

には balloon をあげることがありますが、原則として地べたにあります。そこからある空間内の流速場を知りたい、というふうなことです。で、このような方法を風洞実験とか、あるいは乱流の組織構造のようなものに使うというアイデアが、どうも一般の人には今までなかったような気がします。私自身も MASCONE 法のことを随分前から知っていたわけですが、(乱流構造の研究に使うことを) 思いついたのは、皆で修士論文だったか何かの討論している時に、雑談的に思いついたんです。実際に孟(岩)君に風洞で測ってもら。それから現在は、孟君あるいは村山(宣義)君の手伝いを得まして、あるいはその他の人にも労力の提供を受けまして、建設省の濁沼川での実験で非常におもしろい結果を得たと思います。

ある時期、大体小林君と同じ時期ですが、計測器の開発あるいは使い方の巧みな人を集めようということをして致しまして、当時 NASA におりました福西(祐)さん、NASA の契約が数ヶ月残っていたと思いましたが、こちらの方に来て頂きまして、ちょうど清華大学から来ました孟君、小林君なんかと力を合わせて、計測器、あるいは実験方法、このレベルをあげることに努めました。6 番目に書いてありますのは、私の業績ではありませんで、福西さんと孟君の業績です。

現在私が考えておりますのは、ある断面内で濃度と流速を同時に測ってしまおうということを考えておりますが、それをやる基礎実験の手もないし、基礎実験をする費用もないし、それを受けてくれる会社もないので、まだこれは未完成です。あるいは永久に未完成かもしれません。

計測機器の開発

- 1) 総圧管式乱流計 / (Ippen (MIT) / ASCE
Turbulence in C. E.) (院生のとき)
- 2) ファイバー・レーザー流速計 (FLV / カノマックス)
- 3) スキャン方式2Dレーザー流速計 (SLV / カノマックス / 小西・広永・村本 /
小林智尚 (1986 (昭61) 卒 / 現・理大)
デンマーク大学問い合わせ (' 92)
- 4) レーザー密度計 (日向博文 (1989 (平1) 卒・修 1991 / 現・熊谷組)
- 5) MASCON法 / 乱流組織構造瞬間像 (孟・村山)
- (6) 多点記録熱線流速計 - 福西・孟)
- 7) 2D濃度流速計・・・未完

Ⅶ. 社会との関連

・本四架橋調査委員会

三番目の問題になりますが、社会との関連です。こういう風に話して参りますと、私は社会と離れて自分の好きなことだけをやってたように思われますが、決してそうではありませんで、これは外部の仕事を頼まれますと一応やりますが、「外部の仕事は研究室の中に持ち込まない」という原則でやっていたせいでもあります。最初に、外部の関連の仕事をしたのは、ここに書いてありませんが、本四連絡架橋の調査委員会に入ったことだと思います。数年前に本四連絡橋は見事に完成しましたが、その前には30年、あるいはそれ以上の長い研究の期間がありました。ちょうど電研に入った当初ですね。で、その頃 wind engineering¹ という新しい学問分野が出来ました。吊橋は、柔な構造ですので、大気の乱れに対して(これを)十分に考慮した設計をしなければ無駄な(あるいは危険な)設計になってしまうのです。ちょうどまい具合に wind engineering という新しい分野が開け、それから大気乱流の研究がこの当時非常に盛んでありました。

・APMS (大気汚染予測システム)

それから先ほど申しました拡散の研究ですが、これは通産省の研究所(当時 公害資源研究所、現在 環境資源研究所)の方々、横山(長之)さんとか、北林(興二)さん達と一緒に仕事を致しました。特に印象に残っておりますのは、APMS計画、大気汚染モニタリング予測システムの略ですが、実際に茨城県の鹿島港(地区)に沢山のモニタリング・ステーションを設置してネットワークを組みまして、そこから中央のコンピュータに集まってくるデータを処理して、それで(オンラインで)大気汚染の予測をする、という予測の仕事をやりました。この時は、単純に回帰式を使う方法、それから私がやりました制御理論(と回帰式)を組み合わせる方法、もう一つは、物理的な方法でありますプルーム・パフ・モデル。そのいづれもがうまく成功したものと思います。

・長良川裁判の鑑定人

次に長良川の裁判のことですが、これも私が社会的な事柄に携わったことの一つです。長良川の河口堰のことは、現在またも騒がしくなってきましたが、私がタッチしたのは、これより前の裁判の時代なんです。今、長良川に行きますと、非常に滔々とした川でありまして、こんな見事な川というのは、何よりも数が少ないということに感激するわけです。何年前でしたでしょうか、ケンブリッジ大学の Lighthill² さんが岐阜にいらした時に、6月くらいだったらしいですが、感激しまして長良川に飛び込んで泳いだというふうな話も聞いています。ところが、長良川は、昔から現在の形であったわけじゃなくて、これは何年ですかね、宝暦の治水の始まる前、有名な宝暦治水の始まる前、直前のことですが、川がこんなに入り乱れているわけです。木曾川、長良川、揖斐川。この宝暦治水の話は非常に最近有名になりましたので、まあよろしいかと思えます。この宝暦治水のあと明治に入りまし

て、有名なデレーケさんの指導によりまして、現在の形になったのです。この工事の結果、水害がずっと減っているんですね。

裁判に関係致しましたのは、長良川河口堰裁判の時に、私が担当したのは、ちょうど石川さんという方が裁判長でありまして、おまえは若いからと言って、と言っても40代だったと思いますが、沢山テーマを与えたわけです。塩水楔がどこまで遡上するか。それから地下水がどうなるか。それから川底を深く掘ると、その洗掘の影響が岐阜市付近の長良川にまで及んで、（水深が深くなって）長良川の鵜飼い漁に影響しないだろうか、それからまた、ヘドロがどうなるか。こんなテーマをやりました。長良川の裁判のことについては皆さんいろいろ新聞で読まれると思いますが、K先生という、ここ（東工大）におられた先生、現在慶応ですが、私の所に会いにきまして、いろいろ話を聞かれたわけです。その時に、これはエンジニアリング的に言うと、白黒ははっきりしている問題であって、あとは（実行可能な案の中からの）選択の問題だ、という話をしておきました。つまり、何十年に一遍水をかぶってもいいのか、あるいは、多少のことなら塩水が遡上して、囲りの田ん浦に塩分が上ってもいいのか、あるいは、それを食い止めるのか、それはもう工学的には、はっきりしているので、どちらをとるのか、どれもこれも満たす解はないわけですから、選択の問題だという話をしましたら、Kさんが「じゃ、その言葉をくれ」と言います。「ああいいよ」と言ったのですが、印刷されたものを見ましたら「選択の問題」ではなく「政治の問題」だと書いてあるんですね。どうもこれは、Kさんが意識的にやったのではなく、editorが間違えて書い（直し）たんだらうと思います。私は決して政治の問題だなんて言ってませんで、（実行可能案からの）選択の問題。

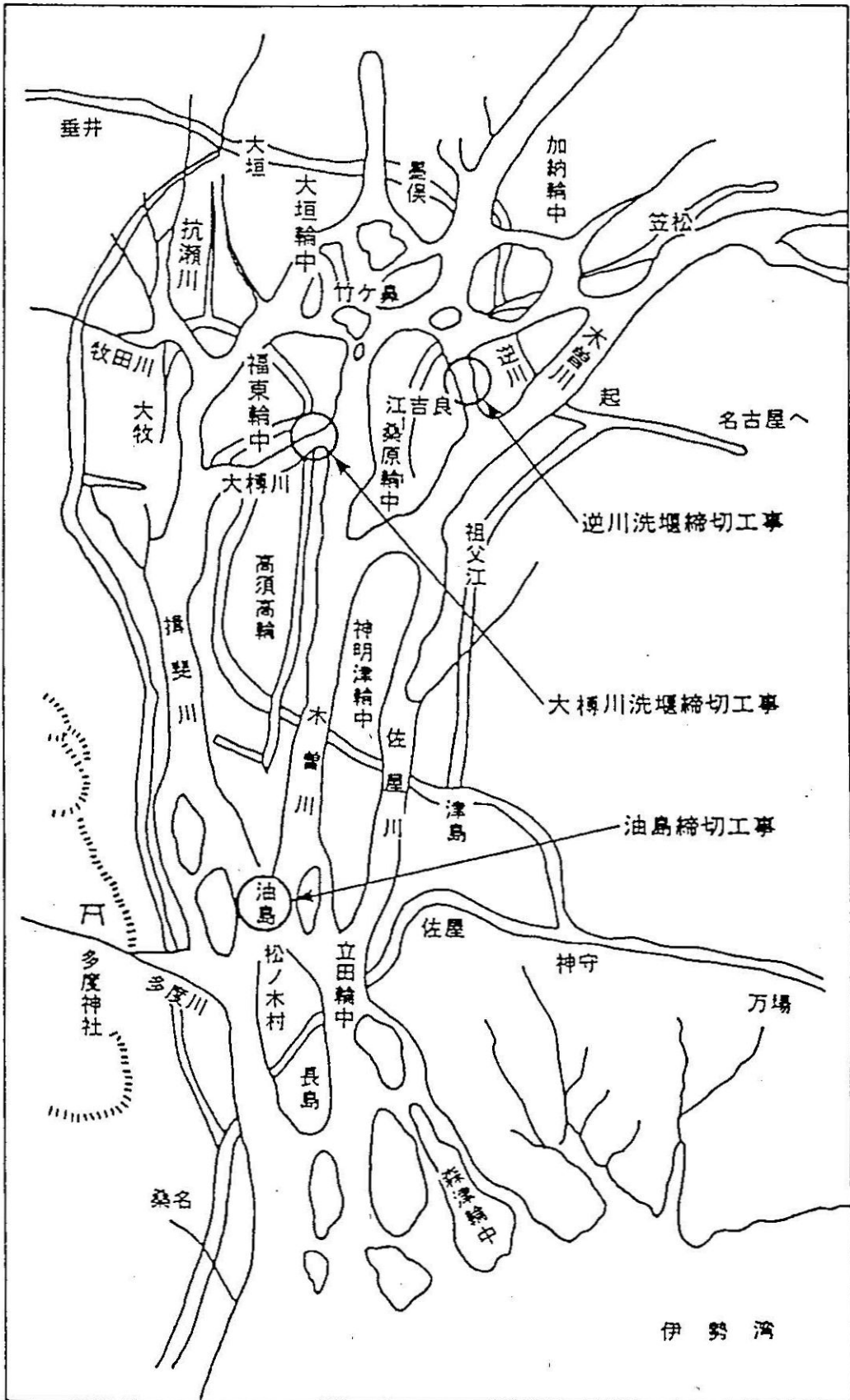
社会との関連

- 1) APMS (大気汚染予測モニタリングシステム) の頃
 - ・外の仕事を内に持ち込まない。
 - ・コンピューター各社の性格
 - ・カルマンフィルターの応用／回帰分析

- 2) 長良川裁判のこと
鑑定と証人

- 3) 原子力安全
(田中内閣→宮沢内閣)

宝曆治水当時の木曾三川略図 「いきいき中部 特集長良川」より

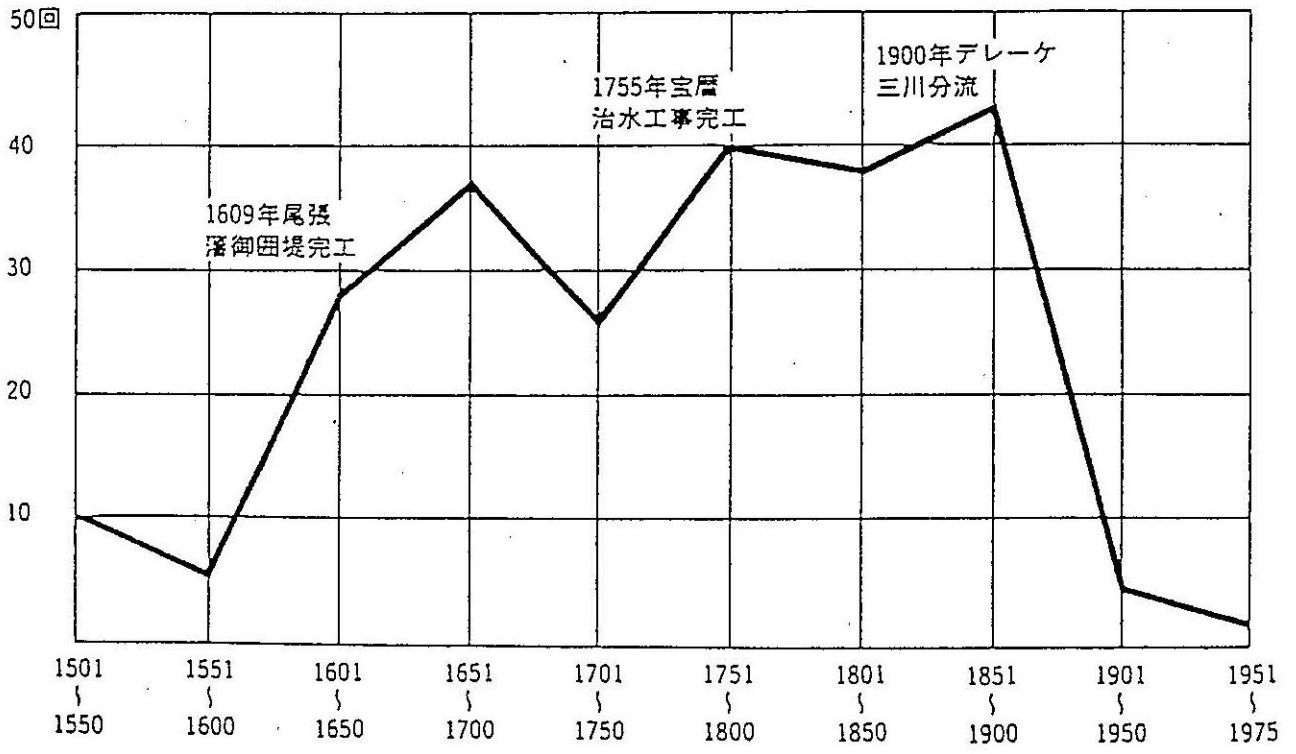


昭和六十二年十月、船頭平河川公園に建立されたデ・レーケの銅像



治水の恩人
ヨハニス・デ・レーケ
Johannis de Rijke
ヨハニス・デ・レーケ

洪水回数の移り変わり



VIII. 研究方法について

・「反対されたらシメタと思え」

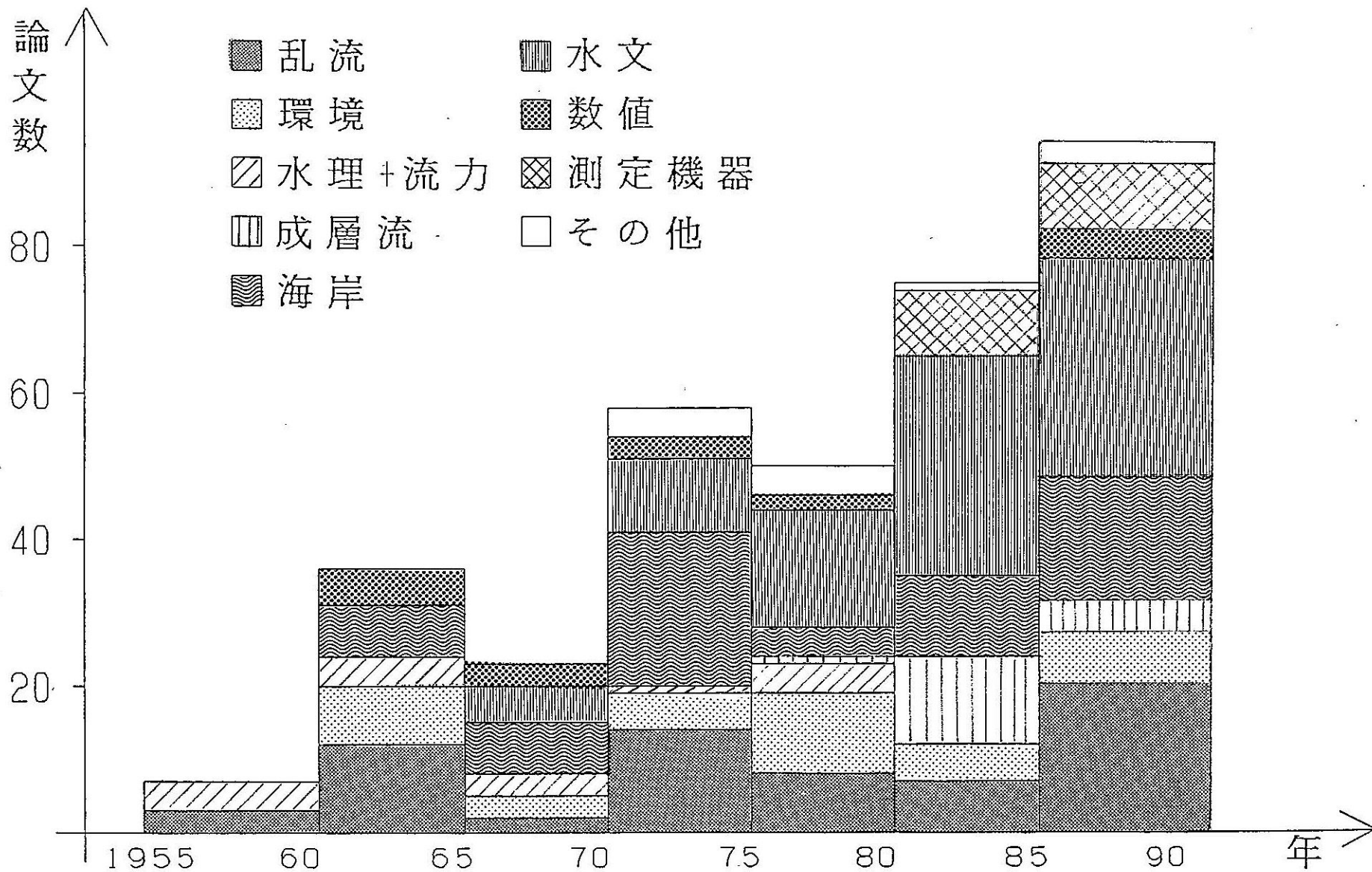
だいぶ時間も迫って参りましたので、多少はしょって、ススッとやりますが、まあこれら（説明を省く所）は読んで下さい。今まで、いろんな研究を致しましたが、一つの経験則として、「反対されたらしめたと思え」というのは、一つの私の経験則です。先ほどからお話しましたように、大学時代の乱流の研究というのは、長老教授達には不評判だったし、stochastic hydrologyの提案の時にも、当時の水文のリーダー達から怒られましたし、eco-hydraulicsの時には、歌原君が（他大学の）某先生に呼ばれて大変叱られたこともありますので、私は学生がしょげないように、「反対されたら、しめたと思え」と言っております。（植生水文学の研究の頃には、さすがに面と向かって反対する人はいなくなりましたが。）黒く塗りつぶしてあるのは固有名詞があるところです。それから、もう一つ最近、こういうことを言っています。外（部）の人には言わないのですが、学生達には（、彼らを）元気づけるために、「私の始めた研究テーマは、いずれおもしろくなる」と。それで周りからいろいろ非難されても、学生達が安心してやっていけるようにしています。

・論文の変遷

随分長い間工大でお世話になっていきますので、論文の数は非常に多いんです。分類してみると、こんなになりました。満遍なくやっているような気もしたのですが、整理してみますと、こんな具合になりデコボコがあるんですね。私の著書の一つでありますスペクトル解析（の方法で分析）でもやれば、もっとこの内容がわかるかもしれませんが、よく研究のスランプに陥ったとか何とか、そういうことを言う人がいますが、私自身は、あまりこうスランプに陥ったという意識がないものですから、スペクトル解析をやっても意味がないんですね。5年ごとにまとめてみたのがこの表ですが、5年ごとにまとめてみてもかなり差があります。要するに、これは数を数えるためにやったわけではなくて、色の方を見て下さい。どういうテーマが、時代と共に重要になってきたかということが、ある程度わかっていただけだと思います。基礎研究であります乱流の研究というのは、私自身が大学院でやったということで、60年代は多くなっていますが、まあ実際に乱流の研究がわが国であるいは世界的に盛んになるのは、70年代からですね。一番下のバイオレットです。それから環境の問題、これは私が（電力中研以来）大気汚染をやっていたせいもありまして、60年代、割と論文数が出ていますが、これは実際には、やはり70年代以降、75年頃から急に増えています。85年以降ちょっと減っていますが、別に環境の問題を私自身は手抜きをしているわけではなくて、えっとこの分類でいくとどこに入るかな？水文の一部に入っていますね。

研究について

- ・ 真似をしなかったこと、したくなかったこと ('90. 9. 4)
- ・ 人のマネをしないこと ———— これが一番大切 ('91. 3. 19)
- ・ 宝の山を前にして、むしろ宝の山の中にいながら、それに気が付かない。
('91. 3. 19)
- ・ ” 私が始めた研究テーマは面白くなる”
- ・ 早過ぎたコンピューター・シミュレーション
 - ・ 東京湾／高潮・津波 (～1960)
 - ・ 円柱と波 (～1965)
 - ・ 温排水拡散とLES (～1970)
- ・ 反対されたら「シメタ」と思え
 - ・ 乱流 (院生時代と博士論文) ———— □□ (乱流には未だやることがあるのか)
 - □□ (もっとマシなものをやれ)
- ・ Ecohydraulics - 国内の評判と国外の評価
('77-IAHR
IIASA
Adv. in Hyd. Sci. /Chow)



・発想はどこで、どこから

それから、いろんな着想が生まれますが、着想というものは、どういう時に生まれるものかということは、皆さん興味のあるところだと思います。私も40を過ぎてから手のうちを見せるのに、隠すようなことはしなくなりました。と言うよりは、聞かれたらどんどん話してみようという気になりました。批判としては、恥ずかしくもなくよくこんなことを言うなあと言われそうですし、大したこともしないのに、よく言うなど非難も受けるかもしれませんが、私としては、いろんなことをお話しておくのがよろしいと思います(ので)。

私の場合には、通勤時間が大体1時間15分から半かかりますが、これがわりと有効に利用されていると思います。つまり、紙も鉛筆も使えない所、周りには沢山人がいるんですが、雑音が入ってこない、雑音というよりも意味のある言葉が入ってこない、ということで非常に考えやすい。例えば、私の最初のいい論文となりました砂連のスペクトル。これはちょうど工大に入りまして、桜の時期ですから、大岡山、上野毛、あるいは溝の口、南部線ですか、ずーっとこう桜を見てまして、ひょいと思いついたんです。それをすぐ英文にしまして、もう日本語にしませんでした。JFMに投稿したら、驚いたことに、むこうに手紙がついたと思ったらすぐその時に(掲載可の返事が)発信された(らしい)。というのは2週間位してすぐOKの返事がきたんですね。(すぐ掲載OKの返事が来た論文に J. Hydrology に投稿した藤田君との植生水文学の論文があります。)普通そういう論文を投稿しますと、早くたって2~3ヶ月、まあ半年から1年位かかるわけですが、この論文は、そういうふうなところが私にとっては、記憶に残っています。いつもこんなふうに、(研究が)すらすらいくわけじゃありませんで、長谷部(正彦)さんと一緒にやりましたフィルター分離AR法、水文データをうまく使える方法ですが、この時には、先ほどの大西君の時(の密度流の研究)とよく似ておりまして、結果を出しては検討し、(この場合は、二人で酒を飲むことはありませんでしたが)電車の中で考えては、その日あるいは翌日、長谷部君に、こういうふうにやってくれないかなと、こういう感じで非常に苦労しながらやったわけです。(この仕事は後に金(治弘)先生や長谷部君とで洪水予測の方法に発展しました。)

それから数値計算の無反射境界条件、これは、SASの飛行機の中で思いつきました。

最近数学者の森(毅)先生がこんなことを言っておられますね。「よく精神を集中しろとか、注意を集中しろとかいうことを言われますが、集中のみではだめであって、世界が開いているとアイデアがわく」ということを盛んにおっしゃっていますね。確かに森先生の言うとおりで思ったと思います。先ほど私は、修士の時代は随分遊んだけれども良かったというふうなことを言いましたけれども、そういう時期が是非必要であるというふうに思います。

最近亡くなりました作曲家の服部良一さんには沢山の名曲があるわけですが、その一つに、青い山脈といういかにも若々しい歌がありますが、この作品がおもしろいんですね。戦後間もなくの頃、満員電車に乗っていて、六甲山の山々を見ていて急にこのメロディーが浮かび、忘れないようにと思ってすぐに紙にかきつける。満員電車の中で身動きが出来ませんので、私は音楽は全然だめなのですが、

五線譜に書くようなひまはない、ですからハーモニカ式に数字で思い浮かんだメロディーを書きつけたんだそうです。回りの人達は、どうもヤミ屋の、当時はヤミ屋が流行していましたが、ヤミ屋がもうけの計算をしているんだらうというふうに勘違いをされたらしいと云っております。

発想法

通勤時間／車中時間 —— 我が書齋 & 発想の泉

砂連スペクトル / 電車の窓からの桜

フィルター分離AR法

無反射境界 —— SAS機中

世界が開いているときに、アイデアが出る (森 毅)

作曲アイデア —— トイレ (近衛文麿)

青い山脈／満員の買い出し列車の中 (服部良一)

・ヒョイヒョイ思い付く

まあそれから私にとっては非常に大きな財産だと思いますのは、いろんなことをひょいひょいと思いつくんですね。いつだったか福岡（捷二）さんが、僕の話は次々飛ぶからわからないというふうに言うておりましたが、逆に私にとっては非常に大きな財産だと思うわけです。まあ福岡さんの言ったことが少し気になりますので、最近の話が急に飛ぶ時には、はて何でこんなふうに連想が働いたかというふうに思い返しまして、それを（多分こんな風に頭の中で考えが飛んだんだろうと）説明しながら他の人に話すようにしています。

・省エネ主義

それに、まあ私は、原理的なものがわかればよろしいという主義でありまして、最小仕事、あるいは最小エネルギーの原理に従って仕事をしてきたように思います。その為に、例えば先ほど申しました大西さんと組んだり、あるいは長谷部さんと組んだりした時には、省エネ主義の私がやれなかった部分を、大西さんなり長谷部さんなりが、大いにやってくれた。最近では、神田君が随分私の無理な注文をきいてくれました。省エネ主義というのは、ある程度は、学問には必要なのかもしれませんが。

それからここに文系人間か理系人間かと書いてありますが、最近の科学朝日に、文系人間か理系人間かテストするのがありまして、30の質問があって "Yes" という答えが20を越すと理系人間、10以下なら文系人間とありましたが、私は12点だったから、理系にはほど遠い人間ということになりますが、これはもう年をとっているせいでありまして、若い時は、ある自分の傾向、好みの傾向、本人の傾向が強くてでるわけですが、やがていろんな方向に興味が増えて、広がって参りますのでこんなふうになっているんだろうと思います。

予定の時間が超過しましたが、もうちょっとしゃべらせて頂きます。

IX. わが師達

私の師のことを、先生達のことを、ちょっとお話してみようと思います。これは、木村（雄吉）先生。ドイツ語の辞書（木村・相良）として有名な木村謹治先生の一番末の弟さんです。私はこの先生のもと（求道学舎）に、大学に入ってからずっと、電研に入ってもしばらくの間、おりました。

（先生の）専門は、生物学、あるいは生理学、最後の頃は生命哲学と言いますか、そういうことをなさっておられました。大変いかめしい顔をしておられますが、旧制高校の学生の気分をそのまま持ち続けたような方でありまして、求道学舎の寮生からは大変慕われていたと思います。

ちょっと今日は、木村先生や谷先生や伊藤剛さんの話をする時間が無くなりなした。谷先生はここに写っています。多分これは60歳の（定年退官の）時の記念写真ではないかと思いますが、三木淳さんという有名な写真家が撮ったものです。伊藤剛先生は、私のお仲人ではありますが、非常に温厚な

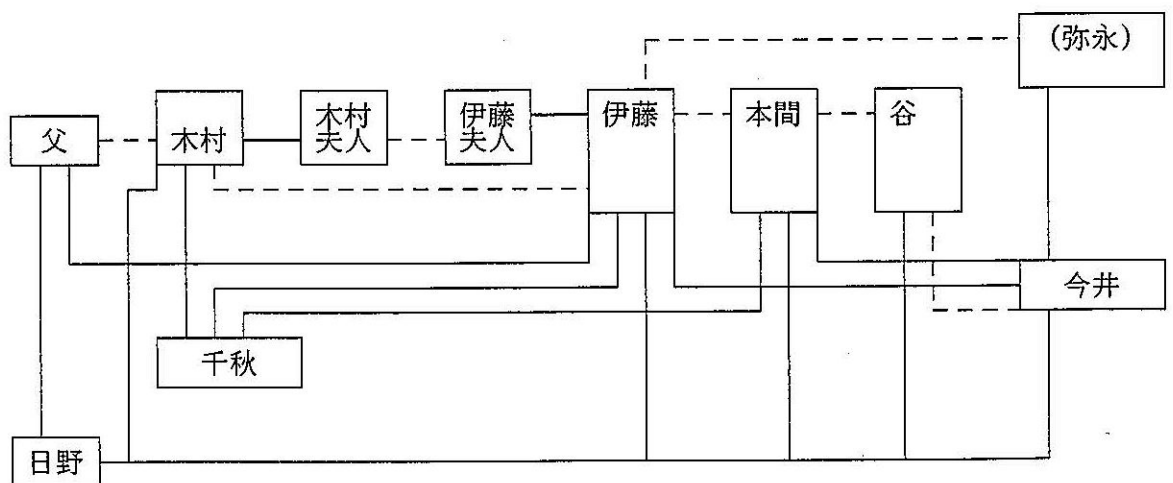
我が師達

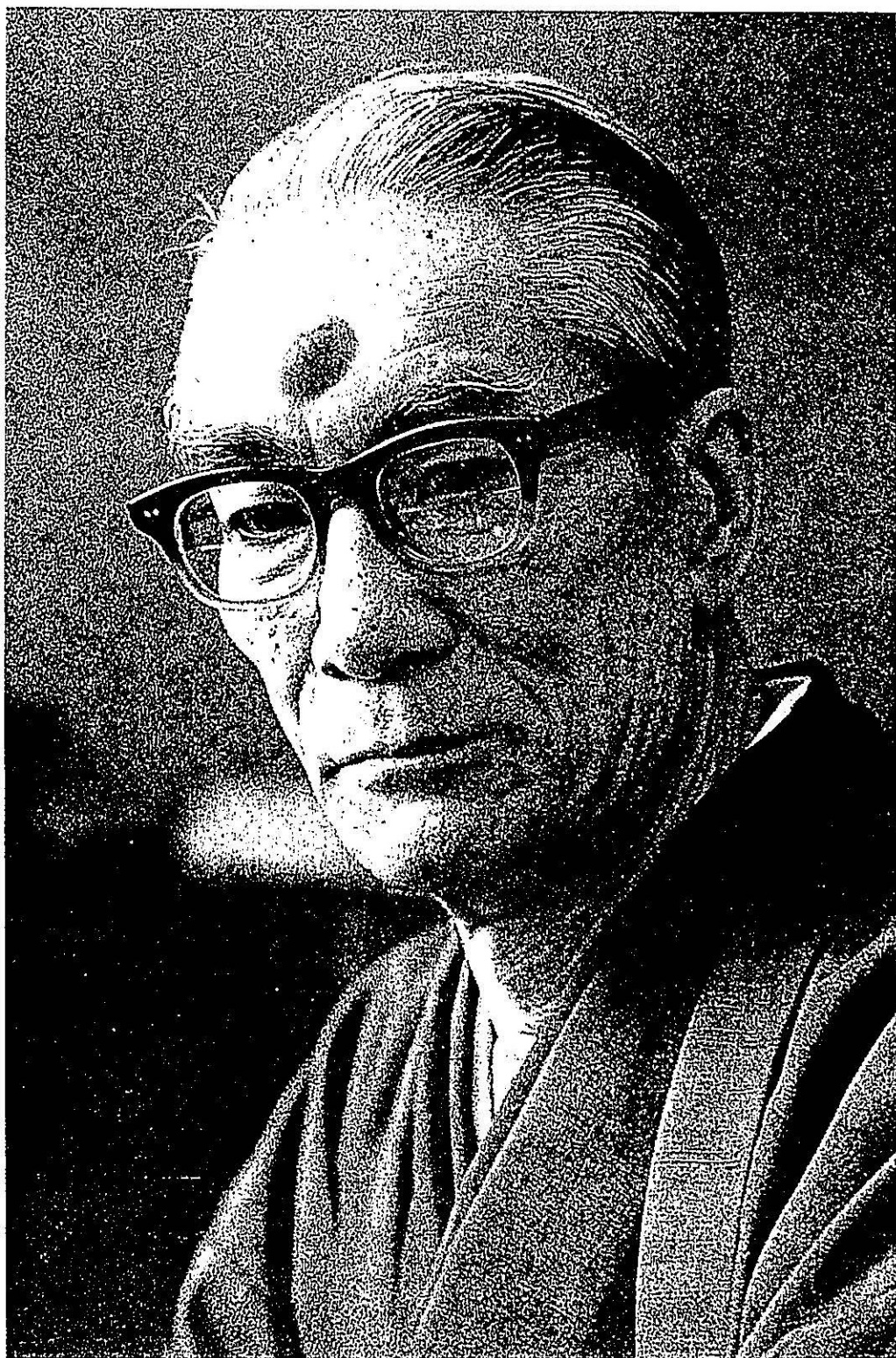
木村雄吉

伊藤 剛

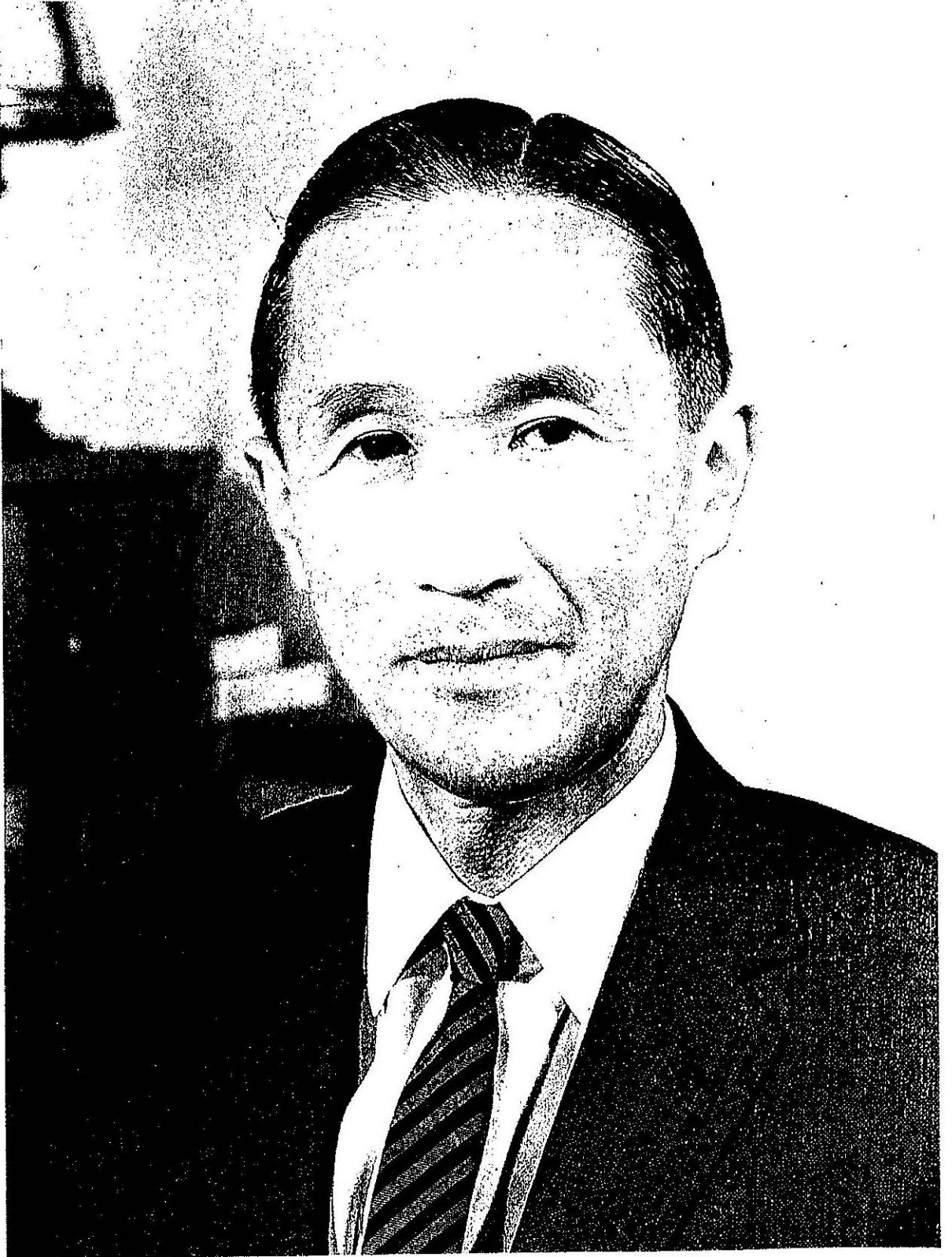
本間 仁

谷 一郎





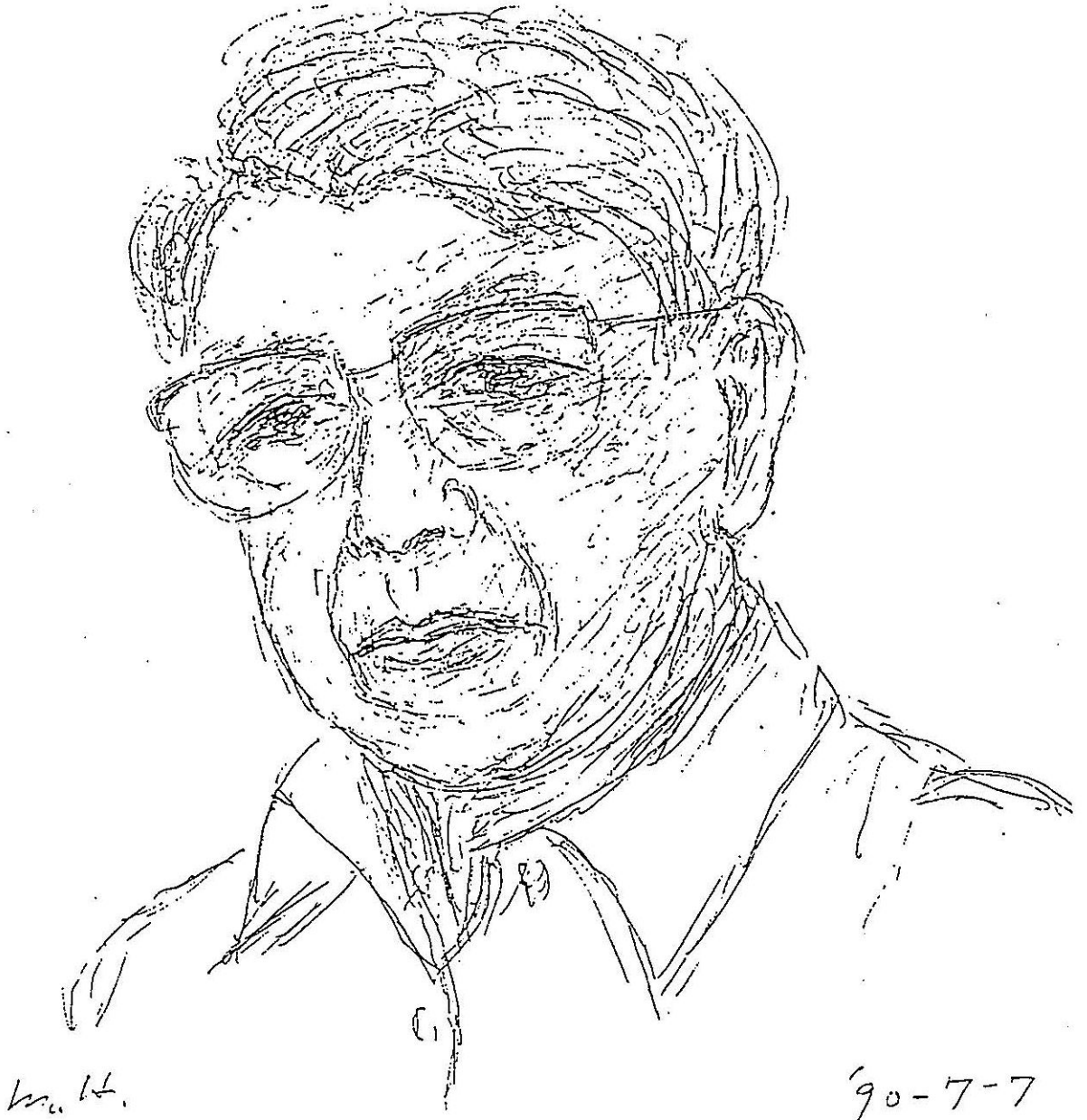
木村雄吉先生（求道学舎書齋にて、昭和48年12月19日）



谷 一郎先生



伊藤 剛先生、林夫人、プラッテ教授、林 泰造先生



本間先生自画像



昭和55年暮

他人の肖像画をかく自信はないので、鏡を見て、自画像を色々と描いた。椅子に腰かけたものも試みたが、椅子というのは意外とむずかしいもので、これからの課題になった。 —— 本間先生

方で、私の妻には、伊藤さんを見習いなさいとしょっちゅう言われております。（この図はこれらの先生方が互に離れていて関係は無いように見えながら、意外に深いつながりがあることを示した図です。詳しい説明をする余裕はありませんが、世の中は意外に狭いと思います。）

あと本間先生のお話をします。本間先生は、現在85、6でしょうか。もうお年にもかかわらず、髪は黒々しているし、非常に健康ですね。物事を非常に深く考えておられます。これも、それからこの絵も先生の直筆であります。最近絵をかくことを趣味の一つとしておられます。本間先生もちょっと紹介させてもらいます。本間先生、お弟子さんを育てるのが大変うまい方だと、あとから気がつくんですが、そう思います。私が大学院の多分修士の終わりか、あるいは大学院のドクターの1年生のころだったと思いますが、本間先生が Einstein の流砂量公式の論文を持ってくるんですね。「アルバイトですから、これ訳して下さい」と。大変親切な先生だなと思って訳して持って行ったのですが、かなりあとになって気がついたのですが、本間先生は、テーマがないようだからこういうものでも読んで、少し勉強しておけばよろしいんだと、というようなことでお渡しになったのではないかと思います。まともにアルバイトなどと受け取った私が、いかに迂闊であったかということになります。先ほどお話しましたように、私がイタリア語の論文を読み始めたということを聞きまして、すぐにその雑誌を購入していただきました。いつも後から温かく見守って下さいました。

それから、Schlichting の Boudary Layer Theory に触発されまして、境界層の新しい解き方を考えて、応力連合（講演）会に発表しましたが、その席に先生がいらしたんですね。きっと何かへまなことをやるかもしれない、質問で困るかも知れないという心配からいらしたんだと思います。今まで話しませんでしたけれども、私の博士論文、先ほどの乱流、つたない乱流の研究がです、これは本間先生が高くかってくれまして、学術会議の水力学・水理学研究連絡委員会が主催しました「最近の水力学・水理学」というシンポジウム（正しくは、水力学・水理学における境界層理論の応用に関するシンポジウム、1959年4月）、まあ数名、5～6名の方々が発表したわけですが、その時に私を推薦してくれました。私は自信がなかったので固辞したのですが、結局しゃべらざるを得なかったわけです。

・歎異抄のこと

木村先生のもとで歎異抄を10年間読み通しました。（勤行（ゴンギョウ）です。）現在でもある節の始めの方を読みますと、後のことはすらすら多分出て来ると思います。じゃあ歎異抄に書かれていることが理解出来たかと言いますと、一向に理解出来ずにおりました。しかし、歎異抄というのは非常に有名になりまして、いろいろな人が歎異抄について書かれていますが、どうも（いく人かの）人の言うことが間違っているらしい、というのか、おかしいなあという気がしています。例えば、倉田百三という作家が「出家とその弟子」という小説を書いておりますが、どうもおかしい、理解がおかしいんじゃないかという気が致します。もっとも倉田百三がまだ若い30歳前後の時に書いたものですから、あるいは当然なのかもしれません。

親鸞の言葉の中に、私が好きな言葉、これは「親鸞は弟子一人も持たず候」。これと対照的なのは、

私的事ども

・歎異抄のこと

求道学会での10年間／歎異抄
多くの歎異抄読み人

A先生： “ 私には師と呼べる人はいない” （ 中公 「自然」 ）

親鸞： “ 弟子一人も持たず候”

法然・親鸞と聖書： 本間先生とキリスト教

これはA先生と書いているのは、谷先生のことですが、中央公論社に「自然」という（科学）雑誌がありまして、この中に師を語るというシリーズがありまして、この時に谷先生は、「私には師と呼べる人は一人もいない」（と書いておられます）。谷先生の年齢50代の始めだと思います。大変な自信を持って述べておりますが、このことは、手とり足とり教えて頂いた先生はいないということです。親鸞の言うのは、これと逆でありまして「弥陀の前には全ての者が平等である」というふうな考えであります。歎異抄のことは、わからないままでいましたけれども、最近になりまして、親鸞は別に学問のある人達にこういうことを、教えを説いたのではなくて、文字も知らない民、百姓に話を説いたわけで、誰にもわかるはずだというふうに思うようになりました。

それから昔から時々気がついていたんですが、どうもキリスト教の教えに非常に似ているらしいということです。本間先生が最近書かれた物の中に、キリスト教の教えというのはこういうことなんだよ、というふうなのをまとめられた一節がありまして、マルコの福音伝の中にこんな言葉があるんですね。（退官後の）本間先生は、時々随筆を書かれては印刷して皆さんに配っているんです。「丈夫な人には医者はいらない。いるのは病人である。私に来たのは義人を招くためではない。罪人を招く

ためである。」まあ、こんなことがよく親鸞の教えと似ていると思います。こんなことを妻に話したら、妻は、「洋治さんは」、洋治さんというのは井上洋治神父のことですが、妻の従兄弟にあたります。「洋治さんは、親鸞のことはあまり言わないけれど、法然のことをよく言いますね。」法然というのは親鸞の先生です。そういうことで、洋の東西でほぼ同じような思想があるというのは非常におもしろいと思います。おもしろいと言っちゃいけませんね。意味深いことだと思います。

あと間もなく終わりますが、あまり説教的なことは言いたくないですが、数学者の藤原正彦さん、この方は（気象庁の役人で、小説家でもあった）新田次郎さんの三男ですが、いろいろ書いてまして、最近みた本（数学者の休憩時間）には、こういうことを書いてありますね。つまり言いたいのは、こういうことです。我々は大学において、知という面、論理を学ぶ。論理の面で鍛錬するが、情、あるいは情緒ということについてはあまり気にしていません、と書いてあります。あるいは情の世界というのは、若い時に、むしろ幼児の時に作られるのであって、どうしようもないと考えられるかもしれませんが、もう少し情の面について、知に片寄ってしまいがちですので、なるべく情の面を考える必要があるのではないかと思います。論理者と言いますか、論理を主とする数学の世界の方が、こういうことを言われているのは意味深いことだと思います。『ここでいう情緒とは、喜怒哀楽に代表される原初的な情緒ではなく、「他人の心に対する感受性」、（この言葉は、この本の他のところにもしょっちゅう出てまいりますね、）「懐かしさ」、「正義感」、「勇気」など、高次なものだ。これらに支えられた情緒力が、自己正当化手段としての論理力を抑え込む時に、初めて人間は呪縛から解かれるのではないか。』私も最近になってこういうことを思うようになりました。

X. これからの道

・これからの日本の水理学に望むこと

まとめです。これからの道ですが、私はこれから、中央大学に出来ます新しい学部、総合政策学部というところに参ります。林先生とか大橋先生とか、あるいは今日司会してくれました池田先生などのお力添えによるものです。そこでどういうことをやるのか、私はまだ見当がついておりませんで、ここでいうこれからの道というのは、むしろ今後の水理学、あるいは水文学の道という意味であります。戦後の日本の水理学というのは、林先生をはじめ、岩崎先生、吉川先生、岸先生、室田先生、岩佐先生、それから岩垣先生、堀川先生とこういう人達が、がむしゃらにやって築き上げたものだと思います。そのしんがりか私あたりではないかという気がします。今となってみますと、もうお手本はどこにもない。これはよく言われる言葉ですが、新しい道を自ら開いていかねばならない。しかし、と言って古い古典的な水理学も忘れてはならないのではないかと思います。

それから大事なことは、海外と交流を盛んにしていくことではないかと思います。と言いますのは、現在、他の国の水理学の論文を見ても、我々がやっているものとの間にだんだん開きが出てきているように思います。これがこのまま進んでいきますと、日本の水理学が孤立してしまう。つまり、日本の水理学というものは特殊だというふう外国から見られてしまう。それを防ぐためには、仲間を作らなければならないのです。留学生を沢山招くのも一つ必要でしょうし、あるいは皆さんが外国に行って留学することも必要でしょう。あるいは、有望な若い学者を招いて、いろんな（ことを）、共にディスカッションすることも必要だろうと思います。

世界の水理学と日本の水理学—
過去と現在と未来

- ・もう手本はない
- ・新しい道を拓け
- ・古巣の古典水理学も忘れるな
- ・海外との交流 —— 日本の水理学孤立化の恐れ (?)

・創造型の学生に

本年度講義した3年生に試験の時になりまして、こういう形の試験問題を出すからと、それから、教科書、ノートを持ってきちゃいかんけど、A4の紙の表と裏に何を書いてもよろしい、てなことをいって試験をしたところが、非常に出来が悪い。どうも学生、3年生の学生ですが、記憶をすること、あるいは覚えた公式に数値を入れること、こんなことを得意としていますね。私が試したかったのは、ここに書いてあります理解力とか、思考力とか、こういうものを試したかったんです。受験戦争の悪影響だと思いますが、記憶型の人間、あるいは計算型の人間が増えてくるのは、まあ残念なことです。あるいは逆に、て言うかな、こういう人間が増えたけれども（大学での）教育の効果があって、卒業論文が出来上がる頃、あるいは修士を終わる頃には、結構いい人間に能力が開発されているというふうにも思っています。あまり計算機型の人間ですと、やがて理解力や思考力の人にやっつけられてしまう、使われてしまう。（研究室の学生に）何か絵をかけと言ったら、修士の村山（宣義）君がこんな絵をかいてくれました。皆さんは下にしかれるような人間にはならないでほしいと思います。こんなようなことを今年度の冬学期の初めに3年生の講義の時にちょっと注意しておきました。最近学内で配られましたパンフレットに、工大の理想ということで、まさに同じようなことがかいてありましたね。この上の方を見て下さい。問題発見型の人間を作る。こんなことが工大の理想というか目的となっておりまして、まさに工大がこういうことにふさわしい人間（を創ること）を引き受けているんだなあと思いました。

それから、あまり説教というのが好きじゃないし、やらないことが主義だったのですが、まあ最後ですから一つこれくらい。まず、基礎をしっかりとやるのが大切なのではないかと思います、それから、特に若いうちがそうなんです、やはり研究で常に第一線に立つようにしてほしいと思います。私の場合、35才の時に工大に参りましたが、東京にいますとどうしても外部の会議が多くなります。官庁の会議、あるいは会社の会議。40になりました時にこういった委員会の殆どを整理致しました。どうしてもやらざるを得ないのは、1つ2つ残っておりますが、これは非常に良かったと思っております。まあ、こういう仕事を頼まれますと、いかにも自分が偉くなったような気がするわけです。が、それではいけないのであって、研究ということをしっかりやって、まあこれは外からの、沢山の方がみえてますが、特に水工学（研究室）を出られた私達の仲間になりたいわけです。それから先ほどから遊びの時間も必要だと、あるいは私の場合には電車の中の通勤が非常にいい、こういう発想の場になっていると申しましたけれども、常にいろんなところに注意をむけているということが必要なのではないかと思います。

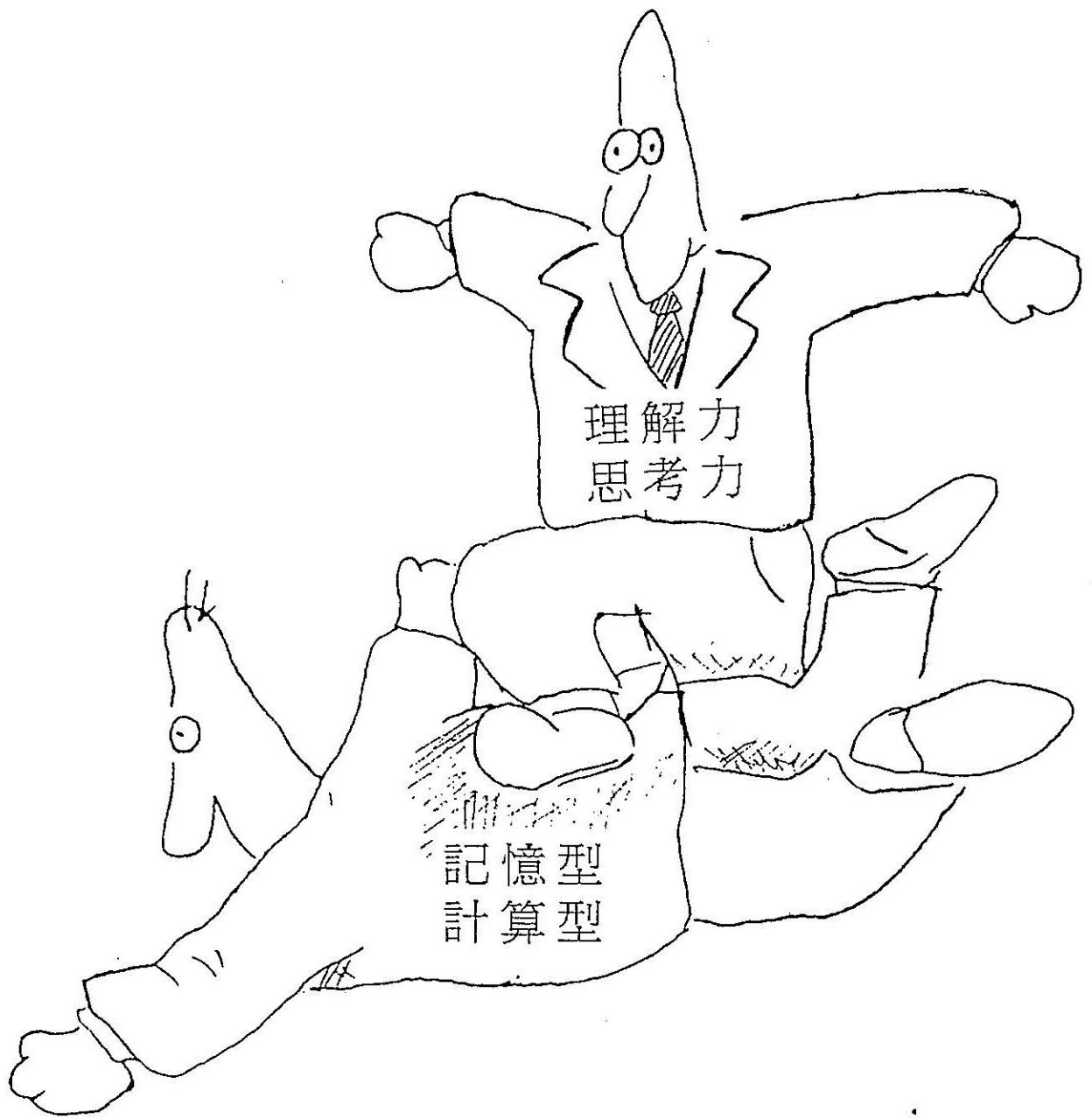
・多すぎる研究講演会やシンポジウムと鎖国主義

それから最近、研究会とかシンポジウムが非常に多くなりました。もともとは情報源であるし、あるいはお互いに刺激しあう場であるんですが、最近は回数が多くなり過ぎたような気がします。まあ東京にいるせいかも知れませんが。ここ4年くらい、あるいは4～5年でしょうか、鎖国主義というような方針をとりまして、こういう付き合いをなるべく止めよう（としました。そのため） 義理を

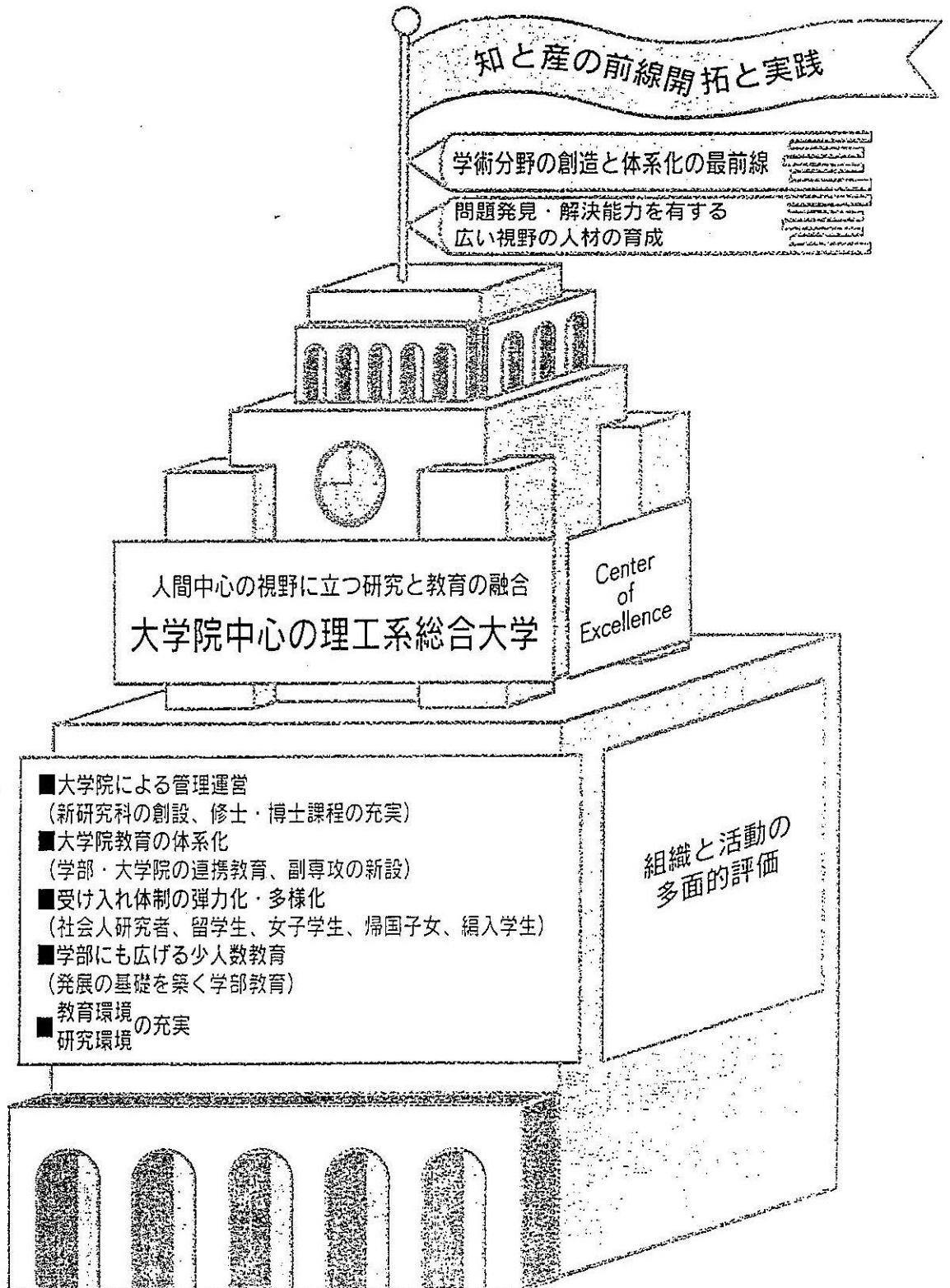
おわりに

東工大の土木に望むこと

- 基礎をしっかりやろう
- 研究第一主義（少なくとも）、外の仕事はほどほどに
- 頭の中は柔軟に、
- 多すぎる研究会やシンポジウム-鎖国主義



東京工業大学改革のコンセプト



欠くというようなことになりました。その結果は、私個人に関して言いますと、非常に良かったんじゃないかと思えます。孟君の仕事も、今日は孟君の仕事についてはあまり言いませんでしたけれども、神田君の仕事もやはり自分の研究環境を制御するという中から生まれてきたように思います。これが最後の説教です。

これで私の特別（最終）講義を終わりにしますが、大変遠くの方からわざわざいらしていただいた方々、忙しい中をわざわざ来られた方々には、非常に恐縮と思えます。また、恥ずかしくもなく、大したこともしていないのにと、言われそうですが、その辺はお許しをいただきたいと思えます。（また、今日はすべての方々のお名前を挙げることはできませんでしたが、私と共に研究をやって下さった諸兄にも謝意を述べたいと思えます。）

特に若い諸君に、この写真をお見せします。私が修士の時に（尾瀬で）写した写真なのですが、若い諸君にはこのような（若々しく、枝葉を一ぱいに広げて、天をめざす）木になってほしい。（そしていずれは）堂々とした木になってほしいという意味をこめてまして私の最終講義を終わります。

[追記]

このようなものを文字にして残すことは、大した仕事をしなかったものにとって、いささか面映ゆいことでもあり、また一部の人からの反撥もあるかもしれないと思えます。しかし、これがプラスの作用をすることはあっても、負の作用をすることはないだろうと考えました。

講演時には触れなかったのですが、私が「流体」を専攻するのに大きな影響を受けたのが、当時講師であった内田茂男先生の流体力学の講義でした。内田先生（名古屋大学 名誉教授）も、自分の研究を振り返っての記録を残されており、これが私にとって有益であり、また楽しい読み物でもあったことなど考えて、私もこの講義録を残すことにしました。

この稿を講演テープから起こすなど編集に努力された東工大・水工学研究室の方々に厚く感謝します。
(1993. 12. 5)



初夏の尾瀬ヶ原（1957年）

全学教授会での停年教官挨拶

1993年3月23日 大岡山西2号館W2416講義室にて

日野です。まず最初に研究環境の素晴らしい所に26年間を過ごしたことを非常に感謝しております。それで26年前といいますと、昭和42年、西暦でいいますと1967年ですが、研究環境という点からいいますと、人の面、つまり学生とか同僚あるいは先輩の先生達、こういった点を除きますと、まだまだ不十分でありました。ちょうどその頃だと思いますが、東大の計算機センターに、HITAC 5020Eという計算機が入りまして、仕事が大変良くできるようになりました。この時感じたのは、ひょっとすると日本もIBMに追いつけるかもしれないなあという気がしたんですが、(その後の歴史から明らかのように)意外に早く追いついたものと思っております。まあ、いい機械といいましても、能力としては今の上位クラスのパソコン程度ではないかと思えます。そのくせ図体は大きい。コンピュータといいますと、ちょうど私が大学院の頃、昭和30年から35年までですが、後半の頃えーと33、34年ですか、TACという計算機が出来まして、それを使って博士論文を書きました。日本で最初の計算機と称されるものがいくつかあるわけですが、これは、その(最初の計算機の)ひとつで、メモリーが驚くことに1024しかないんです。処理するデータは流れの流速変動の時系列ですが、メモリーが1024じゃとても足りませんので、1つのメモリーを前半と後半に分けて倍にして使ったものです。まあ図体がずっと大きくて、講義室全体を必要とするような大きな計算機でした。ついでながら、このTACを造った村田(健郎)先生という方が、後に日立に移りまして、HITAC 5020を造る時のリーダーになられたと聞いております。この時代、つまり私が大学を卒業した昭和30年代というのは、妙な時代で、研究者の間であの人がやっているテーマを自分が手を出さないとか、一種の仁義みたいなものがありました。しかし、ある意味で、これは当然なんです。コンピュータもないし、実験設備、それから、エレクトロニクスの装置なんてないわけですから、研究手段が極めてかぎられているわけです。問題を見つけて、それを非常に理想化し、単純化して、線形あるいは線形化して理論を解くか、あるいは、単純な実験をする以外に方法はないんです。我々の方(水理学)でいいますと、水路を流れている流れの水位を測るとか、あるいは流量を測るとか、その程度のことしかできないんですね。当然あいつがやっているから、彼がやっているから、自分がやるのはまずいとか、そんな雰囲気です。まあ現在は逆でありまして、いろんな情報が入ってきますし、研究者の数も増えましたし、それから何にもまして、コンピュータとかエレクトロニクス、それから、いろいろな測定機械、それから測定データを記録する方法、そういうものが格段に進歩しましたので、もう研究テーマは何を選んでも当りはずれがほとんどない。そういうような状態、ある程度のこととは出来るという状態になっているんじゃないかと思えます。しかしこれも、困ったことを生み出しているところがあります。一つは、データがどんどん出来るものですから論文を書く数で

勝負する、数で争うような傾向が出てきているんですね。

それからもう一つは、東京に住んでいるせいかもしれませんが、やたらと学会のシンポジウムが多かったり、それから、私的レベルの研究会があったりするわけです。もともと、こういったものというのは、研究情報を受けとったり、あるいは逆にアイデアを得たり、あるいは相手から刺激されたり、こういうことが目的だと思うんですが、最近では逆に研究阻害になっているところがあるような気がするんです。私は最後の4年間は、私の学生もですが、鎖国主義というものをやりました。鎖国主義というのは、出来るだけ外に出ていかない。外からも入れない。研究会をやるから出てくれないかといわれても、何だかんだと理屈をつけて出ていかない、とそういうことをしていましたが、自分がいちもおかしいんですが、結果を見ますと非常に良かったと思います。で、このことを（本学の）機械（工学科）のある先生に、もっとも私より若い先生ですが、話したところが、自分もそんなことをやっている、ということを知りまして、なるほどなあと思いました。

それから、もう一つ、昔は研究者の数も少なかったこともありますが、人のことを、誰かがやっていることを追っかけ回すと、すぐまねだということがわかったんですね。誰かがうまいテーマを見つけて、それを一人や二人が追っかけると、それはまねなんですね。現在では、研究者の数も増えたり、やることも増えたので、誰かがうまいテーマを見つければ、沢山の人が同じことをやりますね。大勢でまねると、まねではなく、流行になっちゃうんです。ところが考えてみますと、そんな沢山の人が関わる必要はないわけです。人的資源、研究資源を浪費していることになるんですね。ちょっと見方を変えますと、誰もやってなくておもしろい将来性のあるテーマがあります。実は私もそのように進めてきましたけれども、まあこんな点を少し反省していいのではないかと思います。こんなことから考えてみますと、突然話は変わりますが、宮地 伝三郎さんという京都大学の生態学の先生がおられて、この方が書かれた岩波新書ですが、「鮎の話」という本があるんです。戦後間もなく日本が何もなかった時代にやられた研究ですが、鮎という魚は縄張りを作ります。1 mだとか2 mの半径で。それは氷河時代に鮎が獲得した特性らしいんですね。つまり、寒いものですから、川底の石につく苔の量が限られていて、それを独占するために他の鮎を追払う習性を獲得したわけです。宮地先生が行った仕事というのは、鮎を何匹か縄張りの中に入れてしむけるんです。そうしますと縄張りの中に入ってくる鮎を追ひ払う。左の方の鮎を追ひ払うと、右の方から別の鮎が入って来る、とても縄張りを維持することが出来ないものですから、結局縄張りが解消されます。現在は間氷期で暖かいわけですから、もともと川底の石には十分な藻があるわけで、鮎の生産はずっとあがるわけです。ところが極端に放流する鮎の数（密度）を増やしますと、今度は一匹当りの食食物が少なくなるわけで、鮎の生産量が落ちてくる、あるいは体格が落ちてくるという。そんな話をずっと前に読んだのを思い出しました。我々も研究する時はあんまり群がる必要はないだろうと思いますし、いいテーマを見つける努力が必要ではないかと思います。

26年間という長い間、いい研究環境で研究出来たことを大変嬉しく思います。どうもありがとうございました。