

退官記念講演



東京大学と六本木の39年間

Thirty Nine Years in University of Tokyo and in Roppongi

山 口 楠 雄*

Kusuo YAMAGUCHI

39年間過ごした東京大学と六本木の東京大学生産技術研究所では、数値制御のサーボシステムと演算制御システムの開発、文字認識方式の開発、プロセス制御の実産業界への応用としての製糖工程の自動化と省力化の研究、アコースティック・エミッションの研究などを行ってきた。ここでは六本木の時代を中心にそれ以前の本郷のことも含め、これらの研究の概要を述べるとともに、お世話になった方々、交流のあった人々、学生諸君、国際交流、自由時間とその交際などについて述べる。

1. はじめに

私は、1992年3月31日をもって、30年間勤務した東京大学を無事停年退官しました。退官の直前、3月24日に、生産技術研究所における最終講演をさせていただいた。かなり遅くなったが、この文はその最終講演にその後考えた内容を加えたものです。これが掲載される生産研究を手にされる方々に、より多少とも興味を持っていただくことができ少しでも御参考になれば幸いです。

私は昭和37年4月、助教授に任命されてから、昭和47年の教授昇任を含めて、生産技術研究所第三部に、場所も同じ六本木で、ちょうど30年間勤務したことになる。昭和28年入学後、学部にて4年間在学し、工学部電気工学科を昭和32年に卒業、大学院に昭和37年迄在学したので、39年間東京大学にいたことになる。この間おおむね愉快に過ごすことができたことを、東京大学および学内外の皆様へ感謝しております。とくに、生研とその内外の方々および環境が私にとりとてもよかったと思っています。

以下の文では、私の六本木の生研の時代を中心にそれ以前の本郷のことも含め、まず研究とお世話になった方々、交流のあった人々、仲間と学生諸君、国際交流と内外の友人、自由時間とその交際などについて述べたい。

2. 本郷と六本木

研究らしい研究を私が始めたのは、工学部電気工学科だった。この本郷の7年間は結構多忙な毎日だったが、卒論と大学院は山下英男先生の研究室で始めさせていただいた。先生の退官後お世話になった故元岡達先生もすぐ在外研究に出られたため、最後は山村昌先生の御指導

*東京大学名誉教授

により博士課程を修了させていただいた。まことに公私共に変化に富んだ、自学自習の精神を養うに足る学生時代だった。勿論、これらの先生方には、大層教えられることが多く、研究自体と同時に価値観の多様性と異なった方法論を学ぶことができた。

本郷では、主に数値制御 (NC) のサーボシステムおよび演算制御システムの開発、文字認識方式の開発を行った。この間、サーボ増幅器、デジタル-アナログ・サーボを含む NC 装置各種、円弧・直線関数発生装置、遅延線メモリー、フライング・スポット・スキャナ、文字読取装置、テレビ視聴チャンネル自動計測装置など、新規開発のための試作と研究のための補助装置を問わず、必要なものはほとんど開発・設計・製作したが、作った物はほぼ全部満足に動作した。

NC 装置の開発は、当時の富士通の委託によるもので、現在のファナック株式会社の稲葉清右衛門社長はじめ、大勢の方々のお世話になった。各種の NC 開発の中で、D1 の時には円弧・直線関数のリアルタイム発生システムの開発を行った。これは図1にその原理を示すように、実座標値が目標円弧の内外いずれにあるかを示す判別式を用い、階段状に関数を近似する演算方式である¹⁾。このアルゴリズムは高速処理に適しているため、現在に至るまで NC のみならずグラフィック・ディスプレイにも広く使われている。この方式により図面からの入力も簡単になり、さらに、カット半径のオフセット演算がオンラインで行えることもあって、自動プログラムに用いる計算機がほとんど無かった当時の NC の普及に役立った。NC 装置の開発では、大河内記念技術賞および日本発明協会賞の受賞者の一人になることができた。博士論文は NC ではなく、文字読取における文字 (主に数字) 品質と認識率の関係を研究した。

判別式 $D_i = x_i^2 + y_i^2 - (x_0^2 + y_0^2)$

- (1) $D_{i-1} \leq 0$ の場合
 $x_i = x_{i-1} - 1$
 $D_i = D_{i-1} - 2x_{i-1} + 1$
- (2) $D_{i-1} > 0$ の場合
 $y_i = y_{i-1} + 1$
 $D_i = D_{i-1} + 2y_{i-1} + 1$

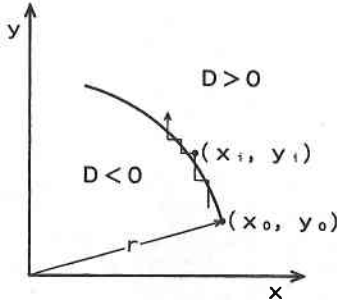


図1 円弧関数発生原理図

私が昭和37年に勤務を始めたのは、ちょうど生産技術研究所が西千葉から移転した直後だった。当時の六本木は、今よりずっと落ち着いた上品な場所だったので、私はこのよい環境の中で、研究を始めることができた。生研第三部では、まず沢井善三郎先生の御指導により、プロセス制御の実産業への応用の研究を始めた。気体、液体、固体の状態を制御するのは、変位量の制御と異なり、操業状態の解析に多くの時間が必要であった。昭和38年から当時の名古屋精糖(株)からの委託研究として、沢井先生、森政弘先生等と共に、精製糖工程の自動化と省力化の研究を数年間にわたって行った。この研究の結果、当時としては画期的な新工場が、品川の先の埋立造成地に建設された。この実際の工場の全工程の制御システムの研究開発を設計は私にとってプロセス制御と工場の総括制御のよい勉強となった。この仕事は、名古屋精糖(株)のほかに計装の設計工事の会社の多くの方々のおかげによるもので、今でも深く感謝している。研究室ではとくに、この研究について鈴木俊光、桜井正郎の両技官に感謝している。さらに、この研究の発表に対して、沢井、森先生と共に計測自動制御学会から技術論文賞をいただくことができた。

文部省在外研究員として昭和45、46年に米国に滞在した後、伊藤忠製糖(株)の委託により、愛知県碧南市に建設予定の精製糖プラントの全計装システムの開発を行った。この研究は原島文雄先生、石谷久先生と一緒にやったもので、昭和49年8月に完成した新工場では、日産800トンのプラント全工程を一直9人により運転する省力化目標を達成することができた(写真1)。この開発は、当時の佐藤学工場長、現常務および取締役の中野和哉、西浦隆氏はじめ伊藤忠製糖の多数の方々、計装メーカの協立電業の方々等との共同研究の成果である。



写真1 伊藤忠製糖(株)の精製糖工場

この省力化目標の達成のために、次の二項目を開発の前提となる基本概念とした。

- (1) 工場現場の無人化とそのための各ユニット・プロセス操作の自動化
 - (2) 工程の自動的フェイルセーフ・シャットダウン
- 第1項は当然であるが、夜間等の万一の故障を少人数で処理回復させるか、あるいは安全に一時停止させるためには、第2項がきわめて重要である。この基本構想により、当時の産業にはまれな5直3交代による長期操業が実現された。さらに、この工場はその後の会社側の努力により、実質的に一直3~5人により操業されている。

この総合制御システム実現のためには、システム設計だけでなく、新しい検出器、操作端および操作方法などの開発を行った^{3), 5), 15), 18), 20), 21)}。これらのシステムおよび機器開発は、嶋田淑男助手および研究生島中俊郎氏はじめ院生を含む多数の方々の研究室内外における共同研究の成果である。

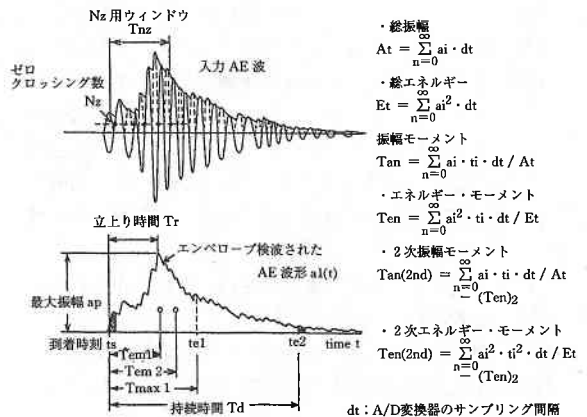


図2 AE波形パラメータ

昭和47年に、アコースティック・エミッション (AE) の研究を始めた。AE計測装置としては当時ではじめてと思われるが、われわれとしては経験のある全デジタル方式による計測システムを開発した。尾上先生のおすすもあって始めた、計測システムの試作は、手数はかか



写真 2 開発した第 2 世代 AE 計測システムによる高速増殖炉配管モデル疲労試験 (高温 400°C)

るけれど、それほど難しくはなかった。しかし、自然現象相手の原事象解析・推定には、その後次々と苦労を重ねることとなった。

AE 装置は、当初の第一世代機から、第二世代を経て、第三世代機迄開発し、退官迄ずっと研究を続けた。AE の研究では、初期には嶋田淑男助手にはじまり、阿藤寿孝および山上典男技官、市川初男助手、さらに第二世代機以後の試作と実験では小柳津宏忠助手はじめ大勢の院生などの方々が大きな役割を果たして下さったことを感謝している。

AE 監視のための計測システムの開発上の基本概念として、次の二項目を重要な目標とした。

- (1) 検出可能な全入力データ収録
 - (2) 各検出 AE 波のできるだけ詳細なデータ収集
- 上の二項目の両立のために、AE 波形情報のデータ圧縮が必須となる。われわれは図 2 に示すように AE の包絡線検波波形のパラメータ化を主な手段としてデータ圧縮を行う方法を考案した^{24), 31), 34), 35)}。

エネルギー・モーメントと呼ぶパラメータを含む、AE 波形情報マルチ・パラメータのリアルタイム抽出・収集の方法は、現在までの実験におけるモニタリングにすぐれた成果をもたらしている^{29), 30), 32), 37), 38)} (写真 2)。計測システムの較正と評価のための方法と装置の製作も行った^{22), 27), 40)}。さらに、将来の計測の方向について分散処理、ニューラルネットワーク応用などの研究も行った。

AE の研究では、多くの研究組織・会社などの、きわめて多くの分野にわたる方々との交流と協力が特に重要であり、また貴重な経験となった。軽水炉モデル、高速増殖炉配管モデル、压力容器などの破壊試験に原研、動

燃はじめ多くの組織のおかげで協力させていただき、貴重な成果を得ることができた。東大先端研の岸輝雄先生はじめ多くの大学、研究所、会社、学協会の方々に大層御世話になり、深く感謝している。

この AE の分野においては、国内の多くの学会・研究会のほかに、我国において、これまで 11 回の国際会議を開催し、この日本非破壊検査協会主催の AE シンポジウムは世界で最も高く評価されている。この他に、AE についての生研シンポジウムも開くことができた。内外の国際会議等を通じての業績について、1992 年 10 月に米国 AEWG および ASNT の CARP から同時に表彰を受けたが、これは上に述べたように多くの人々を代表しての名誉と考えている。

AE 技術は、有用性を十分持っていないながら経験則的な面が多い点もあり、現在の普及は期待されたほど大きくはない。しかし、他にこのような分野には稀なほどの多くのすぐれた人達が協力して、研究、開発、標準化、教育などに努力していただけるので、近い将来着実に普及発展して行くものと考えている。私の今迄の努力が、この AE 技術の発展に少しでも役立てば大層幸いと思う。

以上の主な研究以外にもいくつかの研究を行ったが、中でも技術革新とストレスとの関係の研究にかかわったのは印象深い³⁶⁾。

以上の六本木の研究活動、学会活動などは、まったく研究室の多くの人々の協力のおかげであると深く感じている。大勢の職員、学生、研究生の方々のほかに、大勢の秘書の女性の協力もきわめて有用で重要であったと、改めて実感している。とくに国際活動、学会活動など有能な秘書の方々の貢献に深く感謝している。

3. 学生諸君と私

私が東大に勤務して最も幸せだったことのの一つは、多くの優秀な学生諸君と付き合うことができたことである。まず、私の研究室に、大学院生として来てくれた学生諸君のおかげで多くの研究成果を挙げることができたこともあるが、他の研究室の学生諸君も加えて、日頃公私両面で会話や交流ができて、とても楽しい年月を過ごすことができた。さらに、ここで一言付け加えると、私は生研および工学系の教官として以外に、東京大学運動会スキー部部長を 9 年間勤めた。この間、スキー部は 4 部校から 2 部校へ昇格したこともあるが、大勢の全学の学部若いう学生諸君と付き合ったことも忘れ難い楽しい思い出である。

技術的な知識など、それほど一般的でもないし、すぐ古くなってしまふので、学生諸君との会話、講義などではなるべく方法論と人間としての知識について話した。また、私は彼等が知的的好奇心こそ文化の源泉であり知的発展のもとであることを理解していることを、いつか

でも若々しい彼等の姿から確信している。

4. 国際交流および自由な時間

1960年代の終り頃から、公務上あるいは私的に、多くの国と人々との交流が始まった。最近の十数年はとくに非破壊評価あるいはAE技術に関係した方々との交際が多い。交際している方々はそれぞれ皆立派な人で、あまり好ましくない人は敬遠していることもあるが、教えられることも多く楽しく付き合っている。しかし同時に、それぞれの価値観の違いは大きく、それぞれの相違を認識することが調和のために必須であると考えている。われわれとしては国際的な交流は欠かせないので、外国、とくに東アジアの国々との協調と交流を進めることが重要と考え、努力してきた。

私は、国内外で個人的な自由な時間、休暇などを使って専門以外のことを知り、人々と交際し、行動することがとても好きなので、この面での交際も多い。海外のまったく異なった職業の方々には非常に尊敬すべき立派な人が多いと感じている。このことは国内での私的な交際のあるの方々についても同様である。

私は自然的なスポーツと歴史と古典の読書にとくに興味を持ってきた。スポーツでは、船、今は止めているが飛行機、スキー、射撃、狩猟、釣り、実用を兼ねた車の運転などがあるが、工学的知識が役立つことも多い。同時にこれらの多少とも危険をとまなうスポーツの先輩と付き合い、とても自分では得られないような経験を聞き、教えを受けるという貴重な機会を持ったことは幸いであった。これらの人々は個性が豊かであると同時に、共通して情緒的でなく、思考が論理的で、結論が合理的であることを痛感した。これらの点については、ほかの適当な機会にくわしく述べたい。

5. おわりに

本郷では多くの先生方に御指導を受け、その後生研の内外、学会、研究室、国際交流、私的な時間を通じて、多くの人々に教えられ、協力を受け、交際していただいたことを心から感謝している。現在も続いているこれらの方々との親しい関係は私の最大の財産であると感じている。

生研の学内においてかかわった経営管理の面において強く印象に残っているのは、昭和43、44年の大学紛争と、その後の大学改革である。この経過において記憶に残っているのは、論理性と当事者能力を欠いた構成員の大学の状態であった。その後のいろいろな経験から見ても、本質的な内容についての自己改革は難しく、それが普通のことかも知れないが、大学の将来について期待と確信を持っていない。しかし、これまで東大も我国の国内と同じく、比較的平穏な40年であった。これからは

あるいは内外共に動乱と流動の世紀が来るのかも知れないと思うが、私としては、この40年間の間に、東大にいられたことを有難く思っている。

私は大勢の方々のおかげもあり、東大の教官として、あるいは国家の公務員として、義務と責任はかなりの程度に果たしてきたと考えている。しかし、大勢の人々から受けた多くのことは、なお、私の負債と考えている。これをその方々に直接お返しすることはできないので、将来にわたり若い世代の方々に二つの面でお返ししたいと考えた。その一つはAE技術の発展であり、ほかは、スキー部の活動と学生およびOBのための施設更新である。ささやかではあるが、個人的な貢献を行い、また多くの方々いろいろな方面の賛同をお願いしたことは、過去から未来への私のせめてもの謝恩である。

(1993年3月17日受理)

参考文献

- 1) 元岡 達, 山口楠雄, 稲葉清右衛門, 吉武智士: 円弧・直線近似によるフライス盤数値制御装置, 電気学会雑誌, 80, 887, 1761-1769, 1960. 12
- 2) 山口楠雄, 亀田恒彦, 元岡 達: パタン認識装置の評価理論, 電気通信学会オートマトンと自動制御研究会専門委員会資料, 1961. 9
- 3) 沢井善三郎, 森 政弘, 山口楠雄: 精製糖工程の総合制御システム, 計測と制御, 6-2, 77-90, 1967. 2
- 4) 山口楠雄, 桜井正郎: 光表面積変化方式による色価連続測定装置, 生産研究, 19-3, 85-86, 1967. 3
- 5) 沢井善三郎, 森 政弘, 山口楠雄: 精製糖工程の総合制御システム, 生研報告, 19-5, 227-254, 1969. 10
- 6) 山口楠雄, 桜井正郎: 液体の着色率測定一方式, 計測自動制御学会論文集, 6-2, 109-116, 1970. 4
- 7) 山本征一郎, 山口楠雄: 自動フローチャータリング, 情報処理, 11-12, 711-720, 1970. 12
- 8) 山口楠雄: 高速ディスプレイ装置, 生産研究, 23-12, 509-518, 1971. 12
- 9) 屋上守夫, 山口楠雄, 市川初男, 山田博章, 野口跡見: 多チャンネルAE標定システム, 非破壊検査, 21-9, 552-553, 1972. 9
- 10) 屋上守夫, 山口楠雄, 市川初男, 嶋田淑男, 野口跡見: 多チャンネルAE標定システム, 生産研究, 25-4, 167-170, 1973. 4
- 11) 山口楠雄, 嶋田淑男: 計算制御のための流量予測シミュレーション, 生産研究, 26-4, 148-151, 1974. 4
- 12) 芥川 伸, 山口楠雄: 計装プロジェクトにおけるマネジメント手法及びその適用の研究, 生産研究, 26-7, 254-258, 1974. 7
- 13) 屋上守夫, 山口楠雄, 市川初男, 嶋田淑男: 多チャンネルAE標定システムとその原子炉模型圧力容器の疲労試験への適用, 電気学会論文集, 95-6, 139-146, 1975. 6
- 14) 嶋田淑男, 石谷 久, 山口楠雄, 原島文雄, 赤塚次郎, 山本徳幸: マン-マシン・インターフェースを含む計算制御方式の一例, 第14回SICE(計測自動制御学会)学術講演会論文集1310, 1975. 8

- 15) 石谷 久, 山口楠雄, 原島文雄, 嶋田淑男, 中野和哉, 河島利隆: 製糖工程における計算制御, 第14回 SICE (計測自動制御学会) 学術講演会論文集 1309, 1975. 8
- 16) 山口楠雄, 原島文雄, 石谷 久, 中野和哉, 山本徳幸: 並列回分工程の流量制御, 第14回 SICE (計測自動制御学会) 学術講演会論文集 1307, 1975. 8
- 17) 中野和哉, 西浦隆司, 成戸晴夫, 山口楠雄, 原島文雄, 石谷 久: 製糖工程に於けるシャットダウン制御の一方方式, 第14回 SICE (計測自動制御学会) 学術講演会論文集 1306, 1975. 8
- 18) 山口楠雄, 原島文雄, 石谷 久: 製糖工程の計装システム, 第14回 SICE (計測自動制御学会) 学術講演会論文集 1305, 1975. 8
- 19) 山口楠雄, 嶋田淑男, 阿藤孝寿: 多チャンネル AE 標定システムの一方式, 生産研究, 27-10, 406-410, 1975. 10
- 20) K. Yamaguchi, F. Harashima, H. Ishitani, M. Sato, K. Nakano: Instrumentation and Man-Machine Interfaced Computing Control System for Sugar Refinery, IEEE Trans. on Ind. Electronics and Control Instrumentation, 23, 2, 223-229, 1976. 8
- 21) 山口楠雄, 原島文雄, 石谷 久: 製糖工程における計算制御, 生産研究, 28-11, 474-475, 1976. 11
- 22) 山口楠雄, 浜田 喬, 山上典男: 任意の発生時間間隔及び振幅分布の多チャンネル擬似 AE 発生装置, 昭和53年電気学会全国大会論文集 1030, 1978. 4
- 23) 山口楠雄, 浜田 喬, 中井幸男: AE 波形特徴パラメータのリアルタイム抽出による AE 標定装置, 昭和53年電気学会全国大会論文集 1029, 1978. 4
- 24) K. Yamaguchi, T. Hamada, Y. Nakai: AE Source location by Identification and Combination of Signals, The 4th Acoustic Emission Symposium, session 1, 24-29, Tokyo, 1978. 9
- 25) K. Yamaguchi, F. Harashima, N. Naruto, T. Kishi: A Microprocessor-Based Control System for On-Line Color-Intensity Measurement, IECI '79 Conference on Industrial and Control Applications of Microprocessors, Philadelphia, 1979. 3
- 26) K. Yamaguchi, H. Oyaizu, N. Hamada: Acoustic Emission Source Location by Identification and Combination of Signals. The International Conference on Acoustic Emission, s-2, Anaheim, California, 1979. 10
- 27) K. Yamaguchi, T. Hamada, H. Fujita, N. Yamagami, N. Hamada: A Performance-Evaluation Method for AE Instrumentation Using AE Simulator, The 5th International Acoustic Emission Symposium, 8-4, 363-375, Tokyo, 1980. 11
- 28) 鈴木 博, 藤田博之, 山口楠雄, 福良昌敏: AE 常時監視による構造物の安全性向上モデル, 昭和57年電気学会全国大会論文集 .1287, 1982. 3
- 29) K. Yamaguchi, H. Oyaizu, A. Yamashita, Y. Sakakibara: Generation Characteristics of Acoustic Emission from Fatigue Crack in FBR Piping Component at 400°C, Progress in AE II (Proc. of the 7th International Acoustic Emission Symposium), 270-277, Zao, Japan, 1984. 10
- 30) K. Yamaguchi, H. Fujita, H. Oyaizu, A. Yamashita, Y. Sakakibara: Generation Characteristics of Acoustic Emission from Fatigue Crack in FBR Piping Component at Room Temperature, Progress in AE II (Proc. of The 7th International Acoustic Emission Symposium), 262-269, Zao, Japan, 1984. 10
- 31) K. Yamaguchi, H. Oyaizu, Y. Matsuo, A. Yamashita, Y. Sakakibara: Features of Acoustic Emission from Fatigue Crack in FBR Piping Component and Its Generation Mechanism, 7th International Conference on Non-Destructive Evaluation in the Nuclear Industry, 367-370, Grenoble, France, 1985. 1
- 32) 山口楠雄, 小柳津宏忠, 山下晶夫, 岸 輝雄, 榊原安英: FBR 配管系モデル疲労試験における AE の発生挙動の特徴と発生機構, 第 5 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集, 82-87, 1985. 11
- 33) 山口楠雄: AE 技術の標準化と006推奨案について, JSNDI006特別研究委員会資料, 88, 24-27, 1989. 1
- 34) K. Yamaguchi, H. Oyaizu, J. Johkaji, Y. Kobayashi: Acoustic Emission Technology Using Multi-parameter Analysis of Waveform and the Application to Fracture Models and Growth Recognition in Composites, World Meeting on Acoustic Emission, Charlotte, U.S.A., 1989. 3
- 35) K. Yamaguchi, H. Oyaizu, J. Johkaji, Y. Kobayashi: Acoustic Emission Current Practice and Future Direction-Acoustic Emission Technology Using Multi-Parameter Analysis of Waveform and Application to GFRP Tensile Testing, ASTM STP1077, 1991. 2
- 36) 山口楠雄: ストレス社会と心の健康-産業オートメーションと人間, 世界保健通信社, 2, 118-126, 1991. 2
- 37) H. Oyaizu, K. Yamaguchi, M. Ida: Features of Cracking and Friction AE in GFRP Low-Cycle Fatigue Tests by Multi-Parameter Analysis, Proc. of the 4th World Meeting on Acoustic Emission and 1st International Conference on Acoustic Emission in Manufacturing, 431-438, Boston, 1991. 9
- 38) 小柳津宏忠, 山口楠雄, 井田 学: 各種 GFRP 試験の AE 波形マルチ・パラメータ解析, 第 8 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集, 217-222, 金沢, 1991. 11
- 39) 井田 学, 小柳津宏忠, 山口楠雄: AE 源識別のためのニューラルネットワークの適用, 第 8 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集, 43-48, 金沢, 1991. 11
- 40) 小柳津宏忠, 山口楠雄, 蔭 偉: AE 計測システムの評価と較正法, 第 8 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集, 19-24, 金沢, 1991. 11