☆

1 解説 高速炉用金属燃料の照射挙動

(日本原子力研究所) 半田 宗男, 福島 奨

高速炉用燃料として再評価されているU-Pu-Zr合金燃料について、スエリング、FPガス放出、燃料と被覆材の機械的相互作用および同化学的相互作用、燃料組織変化、Zrの再分配、非定常時の挙動等の照射挙動に焦点を合わせて解説する。

☆

☆

I. はじめに

米国は1983年にU-Pu混合酸化物燃料を炉心燃料に用いた高速原型炉「クリンチリバ」の建設を断念し、代りにU-Pu-Zr合金燃料と高温化学再処理を組み合わせた革新的高速増殖炉燃料サイクルIFR(Integral Fast Reactor)の開発を進めている。本プロジェクトの目標は、軽水炉および石炭火力に対抗できる発電コストの達成ならびに固有安全性を有した高速炉を実現することである。U-Pu-Zr合金燃料の照射健全性は、1960年代から現在まで続けられたEBR-II(Experimental Breeder Reactor-II, 熱出力62.5 MW)のU-5%Fs合金燃料*の研究開発が基盤となっている。

本稿では、1986年9月米国ツーソンで開催された「高速炉燃料の国際会議⁽¹⁾」で発表された金属燃料の照射挙動を中心に概説するが、データの入手できない項目についてはEBR-IIのU-Fs合金燃料の成果で説明する。

II. 金属燃料の照射挙動

燃料の照射挙動を支配する最も重要な因子は温度である。燃料と被覆材の機械的相互作用(Fuel and Cladding Mechanical Interaction, FCMI)、同化学的相互作用(Fuel and Cladding Chemical Interaction, FCCI)、FPガス放出、スエリング等もすべて左右される。このため、本章で初めにU-Pu-Zr合金燃料要素の温度分布について述べた後、順次重要な照射挙動について説明する。なお、金属燃料の再開発により、米国ではEBR-IIで1985年に61本または37本のU-Pu-Zr合金燃料要素からなる集合体5体、また、FFTF(Fast Flux Test Facility, 高速実験炉, 熱出力400 MW)で1986年9月から169本の燃料要素からなる集合体1体の照射が行われている。最高燃焼度はすでに10%を超えており、目標燃焼度の14%に近づいている。第1表に、EBR-IIのMark-1AおよびMark-II(以下、MK-1Aおよび

MK-II)炉心燃料およびIFR用試験燃料要素の諸元をまとめて示す⁽¹⁾⁽²⁾。

第1表 金属燃料要素の諸元⁽¹⁾⁽²⁾

燃料組成	EBR-II MK-1A	EBR-II MK-II	IFR 試験燃料
燃料組成	U-5%Fs	U-5%Fs	U-19%Pu -10%Zr
²³⁵ U濃縮度(%)	52.5	67.0	57
燃料棒長さ(mm)	343	343	343
燃料棒直径(mm)	3.65	3.30	4.32
被覆管材質	溶融処理 304LSS	溶融処理 316SS	D-9†または HT-9†
被覆管外径(mm)	4.42	4.42	5.84
被覆管厚さ(mm)	0.23	0.30	0.381
燃料スミア密度(%TD)	85	75	75
ブレナム体積(cm ³ , 室温)	0.67	2.41	5.1
ブレナム/燃料体積比	0.19	0.83	1.01
ピーク線出力(W/cm)	270	270	460
達成燃焼度(%)	~3	~8	~14(目標)
照射実績(本)	~90,000	~30,000	~1,000

† D-9はオーステナイト系316SSの改良鋼であり、HT-9はオーステナイト系に比べて照射スエリングが起きにくいフェライト系ステンレス鋼で、その組成は12Cr-1Mo-0.5W-0.3Vである。

1. U-Pu-Zr合金燃料の温度分布

2.1%燃焼度のU-Pu-Zr合金燃料の温度分布を第1図に示す。照射条件はほぼ第1表に示したとおりである。横軸は炉心の下端からの距離を燃料棒**の全長に対する比率で示している。ここで注目されることは、

Irradiation Behavior of Metallic Fuels for Fast Reactors: Muneo HANDA, Susumu FUKUSHIMA, (1987年 6月29日 受理)

* FsはFissiumの略で、EBR-II燃料を高温冶金再処理したとき燃料に残存する核分裂生成物Mo2.4%, Ru 1.9%, Rh 0.3%, Pd 0.2%, Zr 0.1%, Nb 0.01%等を含んだ燃料である。本稿では、合金燃料の組成は注記のない限り、すべて%で記載する。

** 燃料棒はU-Pu-Zr合金自体を示す。金属燃料は1体のものであり、英語ではfuel slugという用語が用いられている。被覆管に溶封したものは燃料要素という表現を本稿では用いる。

第 1 図 U-Zr および U-Pu-Zr 合金燃料の温度分布⁽¹⁾

2.1%燃焼度の方の燃料中心温度が照射開始時よりも軸方向全般に高くなっていることである。MO₂(M=0.8U+0.2Pu)燃料の場合は、0.3%程度燃焼が進むと燃料のスエリングにより燃料と被覆管の間隙の熱伝導度が良くなるほか、燃料組織の再編成により中心温度は2,600から2,200℃程度に大幅に低下することが知られている。

金属燃料の中心温度の上昇は、燃料と被覆材の熱ボンダ材が第1表に示したように熱伝導性の良いNaであるほか(MO₂ではHe)、次節で述べるように照射に伴ってFPガス気泡が燃料母材中に分散し、合金燃料の熱伝導度が悪化することで説明できる。U-Zr, U-8Pu-10Zr, U-19Pu-10Zrの順に中心温度が高くなっているのは、第2図に示すようにPuの添加によって燃料

の熱伝導度が低下するためである。なお、第2図には参考のためにMO₂, MC, MN燃料の熱伝導度を合わせて示す。U-19Pu-10Zr合金燃料の熱伝導度はMO₂に比べて4~10倍(温度により異なる)も大きい、MCおよびMNに対しては約50%大きいにすぎない。

2. 燃料と被覆管の機械的相互作用 (FCMI)

(1) スエリングとFPガス放出

FCMIの要因としては、Xe, Kr等のガス状FPおよび燃料母材中に固溶または析出する固体状FPによる燃料のスエリングに加えて、燃料と被覆管の熱膨張率の差によるものがある。第1表に示したEBR-IIのMK-IA燃料要素は、1966年から73年まで炉心燃料として使用されているが、その許容燃焼度はFPガスのスエリングによるFCMIから2~3%に限定されていた。

1963年にU.K.AEREのBarnes⁽³⁾は、スエリングとFPガス放出について理論的研究を行い、大きさの等しい球状の気泡を固体中で正方晶に配列した場合、気泡の体積が元の固体の体積の110%になると、すべての気泡が接合することを示した。換言すると、110%スエリングするとFPガスはほぼ100%放出されるので、FPガスによるスエリングは110%が限界であるといえる。さらに、気泡が粒界に析出するという制約を設けると33%スエリングで粒界に気泡の連続が起り、FPガスの放出が加速される。

このBarnesの理論を受けてEBR-IIのMK-II燃料では、第1表に示したようにスミヤ密度を85%TDから75%TDに下げるとともにプレナム体積を約3.5倍大きくした。また、被覆材も高温強度に優れた316ステン

第2図 合金、酸化物、炭・チッ化物燃料の熱伝導度⁽¹⁾

レス鋼を用い、その厚さも30%大きくした。MK-II およびU-Pu-Zr 燃料からのFPガス放出と燃焼度との関係を第3図に、またFPガス放出とスエリングとの関係を第4図に示す。両図に示した結果はほぼ Barnes の予測通りのものであり、これによりMK-II 燃料の燃焼度は大幅に上がり、現在では8~10%に達している。なお、照射燃料中における気泡の連続通路はFPガス放

第3図 金属燃料からのFPガス放出率⁽⁴⁾

第4図 FPガス放出率と体積スエリング⁽⁵⁾

出により消失するので、その生成および消滅は動的なものであると考えられている。

(2) 半径および軸方向への変形

燃料スエリングの様相をもう少し詳しく紹介する。U-Pu-Zr燃料の0.89%燃焼度における半径および軸方向の伸びをPu含有量の変数として第5図に示す。同図から、Pu含有量に関係なく半径方向への伸びが軸方向に比べて1.3~2.8倍大きいことがわかる。すなわち、照射を開始すると燃料は大きく半径方向にスエリングして被覆管に接触するが、このときの燃焼度は約1%と計算されている。したがって、第5図の結果は被覆管に拘束されないフリースエリングである。Pu含有量による半径および軸方向への伸びの挙動の相違は、燃料の照射クリープ速度に関係していると推定されているが、まだ十分に解明されていない。

第5図 U-Pu-Zr 合金燃料棒の直径および軸方向への伸び⁽⁴⁾

次に、燃料棒の軸方向の伸びと燃焼度との関係を第6図に示す。約1%で伸び率が大きく変わっているが、ここで燃料が被覆管に接触し、それ以降は燃料と被覆管の摩擦により軸方向への伸びは殆ど進行しない。

(3) 燃料要素の直径変化

燃料要素の直径変化の要因としては、FCMIに加えて被覆管自身の照射スエリングおよびプレナム部のFPガス圧によるクリープ変形等がある。9%燃焼度のEBR-II, MK-II燃料要素の直径変化を軸方向に沿って測定したデータおよび解析結果を第7図に示す。測定した直径変化は被覆材のスエリングおよびクリープ変形の和とほぼ一致している。この結果は金属燃料においては、FCMIがほとんどないことを示している。MO₂燃料等のセラミック燃料の寿命がFCMIに

第6図 U-Zr および U-Pu-Zr合金燃料棒の軸方向の伸びと燃焼度⁽⁴⁾

よって支配されていることを考慮すると、これは重要な結果である。すなわち、金属燃料は強い燃料—強い被覆管という燃料要素としては理想的な組合せとなっており、FCMIの観点からは非常に優れた燃料である。

第7図 U-5Fs合金燃料要素の直径変化の実測と計算値⁽¹⁾

3. 燃料と被覆管の化学的相互作用(FCCI)

金属燃料としては核分裂性元素間の合金であるU-PuまたはTh-Puが最も望ましいものであるが、これらの共融点は低く600~615℃であり、ステンレス鋼とのFCCIも悪く燃料として使用することは難しい。このため、U-Pu合金にSe, Ti, Y, Zr, Nb, Mo, Pd等の第3元素を添加して固相線温度の上昇およびFCCIを改善する地道な研究が1970年代に行われた。その結果、ZrとTiが最も効果があることがわかった。U-Pu-Fs合金を含めて、これら3元合金の特性をまとめて第2表に示す。固相および液相線温度はZrよりもTiの方が勝っているが、FCCIで最も重要な共晶生成

温度はZrの方が150~200℃も高い。U-Pu-Fs合金の共晶温度は、U-Fs合金よりも低融点(660℃)のPuの添加で、Ti合金とはほぼ等しい650℃まで低下している。

第2表 各種3元系合金の特性⁽⁵⁾⁽⁶⁾

	U		U		U	
	Pu	Zr	Pu	Ti	Pu	Fs
組成(%)	15	10	15	10	15	10
(δ)	12.9	22.5	10.7	35.6	13.1	21.4
液相線温度(℃)	1,250		1,340		1,000	
固相線温度(℃)	1,155		1,200		865	
					1,002 [†]	
相転移温度範囲(℃)	595~665		680~850		520~605	
熱サイクル密度変化(%)	-0.1		—		~0	
304SSとの共晶温度(℃)	825		650		650	
					715 [†]	
燃料密度(g/cm ³)	15.9		14.4		17.7	

[†] U-5Fs合金の値である。

次に、U-FsおよびU-Pu-Zr合金の304ステンレス鋼の1,000hにおける腐食データを第8図に示す。本図からU-Pu-Zr合金はU-Fs合金よりも腐食速度で1~2桁改善されていることがわかる。なお、U-Pu-Ti合金は700℃で5,000h加熱によって完全に固溶している。

第8図 金属燃料による304ステンレス鋼の腐食⁽⁷⁾

U-Pu-Zr 合金と D-9 および HT-9 ステンレス鋼 (第 1 表脚注参照) の FCCI に関する最近の炉外加熱試験結果によると, 両合金ともに 725℃ までは熔融相を形成しないが, 725~800℃ で燃料-被覆管構成元素の相互拡散が起り, 初期熔融相の形成が認められている。以上の結果から, 通常の炉運転温度から高い 725℃ まで金属燃料の FCCI は問題にならないと結論づけられている。

4. 燃料の組織変化と Zr の再分配⁽¹⁾

(1) 燃料の組織変化

約 6% 燃焼度の U-19Pu-10Zr 合金燃料 ビン中央部の断面写真を写真 1 に示す。金属燃料では MO₂ 燃料と同様に大きな組織変化が起る。中央部は多孔質で, その密度は 8~9 g/cm³ で気泡の専有面積は 40~50% にも及んでいる。β-γ 線の測定で ⁹⁰Zr-Nb, ¹⁴⁰La, ¹⁴¹Ce, ¹⁴⁴Ce 等の存在が確認されている。中間部は高密度の 14~16 g/cm³ で半径方向に向いた柱状晶組織を形成しており, 気泡含有率は 5~10% である。外側部の密度は 10~13 g/cm³ である。この大きな組織変化に加えて, 今後金属燃料の安全解析で注意しなければならない現象は Zr の再分配である。

写真 1 約 6% 燃焼度の U-19Pu-10Zr
燃料要素中央部の断面写真⁽⁴⁾

(2) Zr の再分配

ANL が開発を進めている金属燃料解析コード LIFE-METAL により計算された U-19Pu-10Zr 合金燃料の 2% 燃焼度における構成元素の再分配の結果を第 9 図に示す。この燃料要素の照射条件は第 1 表に示したとおりである。Zr は中間部から中央および外側部へと大きく移行している。再分配により中央部の Zr の含有量

は 2% まで低下している。

第 9 図 金属燃料中の Zr, U, Pu の再分配⁽¹⁾

この U-Pu-Zr の再分配現象の解析モデルとして SSCOMP (Steady-State COMPosition) が提案されている。本モデルでは組織変化により生じた 3 つの領域は異なった U-Pu-Zr 合金相であると仮定し, この相境界は運転時の温度勾配および 3 元系状態図に示された相転移温度から定めている。一度相境界が設定されると, 相境界において, U, Pu, Zr の化学ポテンシャルが等しくなるように各元素の拡散が起り, この拡散に伴って境界, 温度および組成が変わるが, この計算を平衡に達するまで繰り返している。4.5% 燃焼度燃料について計算結果の検証が行われているが, 良い一致が得られている⁽⁶⁾。

5. 非定常時の挙動⁽¹⁾

U-Pu-Zr 合金燃料の非定常時の研究は現在進行中であり, 公表されたデータはない。本節では U-Fs 合金燃料の結果について述べる。

(1) 負荷追従運転

EBR-II 全炉心について, 炉出力を 24 から 62.5 MWt へ 60s で上昇させ, 12 min 間保持した後に 60s で 24 MWt に下げる遅いランプ試験が 1981 年に行われている。ランプ試験は 1 日に 3 回行い, 合計 56 回繰り返されている。続いて, 1982 年に 4 MW/s で出力を上昇・下降させる速いランプ試験が 13 回行われている。これらのランプ試験では, 試験集合体の燃料被覆管のピーク温度は 660℃ に達しているが, 燃料破損は全く認められていない。

(2) 高温試験

MK-II 燃料とステンレス鋼の共晶化合物の生成温度は, 第 2 表に示したように 715℃ である。0~8% 燃焼度の燃料ビン 55 本を被覆管温度 715~793℃ で照射し, 42 min 後に 1 本の燃料破損を検知した後炉出力を下げ

た。破損は最も温度の高い793℃の燃料要素で起こっていたが、破損位置はプレナム部であった。2.5%燃焼度で被覆管温度778℃の照射燃料要素では燃料は完全に溶解していたが、被覆管の腐食は厚さの1/10程度であった。また、7.7%燃焼度で765℃の燃料要素では腐食は定常照射時に進行した部分に限定されており、燃料の溶解も外周の0.5 mm程度であり、燃料要素は健全であった。

(3) 破損燃料運転(RBCB)試験

金属燃料は冷却材のNaとの両立性が良いので、燃料に破損が生じた後に運転を継続しても(Run-Beyond-Cladding-Breachと呼ばれておりRBCBと略)、 MO_2 燃料に比べればその損傷は穏和なものである。最も厳しいRBCBとして7.1%燃焼度の燃料要素の軸方向中央部の被覆管を20.6 mm削除して、裸の燃料棒の表面を2.6 cm²露出させた状態で3.9日間全出力で運転している。その結果、直径が5%増大しただけで多孔質の燃料棒の健全性は保持されていた。

(4) 過出力試験

TREAT(Transient REActor Test)施設を用いて、0~7.9%燃焼度のU-Fs合金燃料の過出力(Transient Over Power, TOPと略)試験が行われている。実験の目的はTOP時における燃料要素の安全裕度と熱膨張を超えた燃料棒の軸方向の伸び(Extrusion)を求めることである。得られた結果を第3表に示す。燃料破損現象は出力(P)とNaの流量(F)の比 P/F に支配されるので、定常時の P/F を1として過出力の尺度としている。燃料溶解は P/F 値2.1~3.5で始まり、被覆管の破損は4.1~4.2で発生している。これらの値は MO_2 燃料および炭化物燃料の溶解線出力比の1.4~1.5に比べて安全裕度があるように思える。また、燃料破損についてもこれらの燃料は3~6倍であるので、金属燃

料は少なくとも同等の裕度を有しているといえる。なお、破損原因は低燃焼度燃料要素がFCCI(共晶)であったのに対して、高燃焼度燃料要素ではプレナム部のFPガス圧による被覆管の破損であることが照射後試験で明らかにされている。

最後に燃料棒の伸びであるが、第3表に示したように低燃焼度燃料要素で大きく0~0.35%では16~18%、2.4~4.4%の中燃焼度では4~7%、7.9%の高燃焼度では熱膨脹に相当する3~4%であった。低・中燃焼度で伸びが大きいのは、燃料棒の伸びが燃料溶解後に急に起こっていることから判断して、TOP時に燃料が溶解したとき、燃料母材中のFPガス気泡内のガス圧力がプレナム圧力と平衡するまで気泡が膨張することが動力であると推定されている。

一方、高燃焼度で伸びが小さいのは、このFPガス気泡の膨脹が高いプレナム圧力で抑制されるためと説明されている。本試験で熱膨脹以上の伸びが実証されたが、これはNa流量喪失時に原子炉スクラム失敗事象(Loss of Flow Without Reactor Scram, LOFWOS)およびTOP時に大きな負反応度として作用し、金属燃料自身の熱膨脹係数が大きいことと相まってIFRの固有安全性の基礎となっている。

Ⅲ. あとがき

金属燃料と炭・チッ化物燃料の照射挙動を比べると、被覆管との共晶生成温度で720℃および1,000℃以上と大きな差異があり、燃料の構成元素再分配についても後者ではほとんど起こらない。さらに、炭・チッ化物燃料の熱伝導度、重元素(U+Pu)密度等は炭化物燃料に比べて金属燃料に近い値を持っている。これらの点を考慮すると、照射挙動に関しては炭・チッ化物燃料の方が潜在的に優れているように思われる。したがって、金属燃料の真の特長はIFR構想で提案されている高温化学再処理(Pyrochemical Reprocessing)による高速炉燃料サイクルの経済性およびT, Xe, Kr, I, Ru等の厄介なFPの環境放出の低減化にあるといえるであろう。

著者らの研究室では、過去10年間高速炉用新型燃料であるU-Pu混合炭・チッ化物燃料の研究開発を進めており、同燃料の製造技術を取得済みである。このため、金属燃料の研究の第一歩として、この炭・チッ化物を溶解塩中で電解することによりU-Pu合金を製造する研究を計画しており、先行試験として昭和63年度にUCからのU金属を製造する装置を試作する予定である。この電解精錬技術は即炭・チッ化物燃料の高温

第3表 U-5Fs合金燃料の過出力試験

燃料燃焼度 (%)	最大 P/F 値	プレナム圧 力(MPa)	燃料溶解開 始 P/F 値	燃料棒の 伸び(%)
0.35	4.1	0.6~0.8	3.5	16
4.4	4.2(f)	7~9	2.7	10~15
7.9	4.1(f)	17~20	2.7	3
0.35	4.1	0.6~0.8	3.5	18
4.4	4.0	7~9	2.5	4
7.9	3.4	17~23	2.5	4
0.0	3.4	0.6~0.8	3.3	3
2.4	4.1(f)	2~6	2.3	7
4.4	3.8	7~9	2.1	4

(f)は燃料破損が起こったことを示す。

化学再処理にも適用することができる。なお、誌面の都合で米国の IFR 開発計画について割愛したが、最近常磐井らによって金属燃料サイクル全般について優れたレビューが発表されているので参照されることを奨める⁽⁹⁾。

最後に、本稿の執筆に当り貴重な助言を頂いた名古屋大学名誉教授 桐原朝夫氏、日本原子力研究所燃料工学部長 近藤達男氏、同次長 柴 是行氏、最新の資料を紹介して頂いた技術情報部 志知大策氏を初め関係各位に感謝の意を表する。

— 参 考 文 献 —

- (1) *Proc. Am. Nucl. Soc., Int. Conf. on Reliable Fuels*

for Liquid Metal Reactors, Tucson, Arizona, Sep. 7-11, 1986.

- (2) WALTERS, L.C., SEIDEL, B.R., *et al.*: *Nucl. Technol.*, **65**, 179 (1984).
 (3) BARNES, R.S.: *J. Nucl. Mater.*, **11**, 135 (1964).
 (4) SEIDEL, B.R., WALTERS, L.C., CHANG, Y.I.: *J. Metals*, **39**, 10 (1987).
 (5) BECK, W. N., BROWN, F. L., KOPROWSKI, B. J., KITTEL, J.H.: *Nucl. Metall.*, **13**, 507 (1967).
 (6) KITTEL, J.H., *et al.*: *Nucl. Eng. Des.*, **15**, 373 (1971).
 (7) ZEGLER, S.T., WALTER, C.M.: *Nucl. Metall.*, **13**, 335 (1967).
 (8) BORDNER, G.L.: *Trans. Am. Nucl. Soc.*, **52**, 499 (1986).
 (9) 常磐井守泰, 他: 原子力工業, **33**(5), 43 (1987); [6], 40; [7], 66.

“会員のこえ”欄への投書を歓迎します。本会および本誌に対するご意見・ご希望・ご提案など、お気軽にご投書願います。(600字程度、用紙自由、誌上匿名可)

突然ですが、本会を退会したいので、宜しく願います。

その最大の理由は、押し付けがましいようですが、本会の今後の発展に若干なりともプラスになるのではないかと私なりに判断して、敢えて

申し述べさせて戴きたいと思います。

私の不満は、本会の活動の低調さに起因します。

私は、大強度パルス粒子ビームの開発と応用(原子力、核融合、レーザー、材料、など)を専門としている関係から現在、物理、応用物理、レーザー、電気、プラズマ・核融合、原子力、およびアメリカ物理学会の7学会に入会しています。

このうち、例えば、物理学会では、年会と分科会の外に、支部大会(私の場合には新潟支部に所属)があり、研究発表の外に特別講演の先生を囲む懇親会も行われて活発に活動しています。応物では、膨大な研究発表の外、毎月の「会誌」も非常に充実している上に分科会活動も大変活発です。レーザーや電気では、「会誌」の内容も興味深い上、各種研究会が頻繁に行われ、情報交換や人物交流の面では大いに有用です(私は入っていませんが、通信学会では新潟は信越支部に所属し、新潟・長野という比較的密接な関係の隣県で支部大会を開いている)。しかるに、本学会では、私にとって最大の不満は、新潟は何故か東北支部に所属し、何かの会場はすべて仙台に限られているので、実際問題として日帰りによる参加はできません(長岡—東京は新幹線で1.5時間に対して、長岡—仙台は～5時間で、連絡も極めて悪い)

し、支部役員はほとんど東北大関係者で占めています(物理では、委員として公募のシステムもあり、自薦も可能で、自分達の学会だという認識を味わうこともできる)。その上、本「会誌」の内容に工夫や新鮮味が(少なくとも)私にはあまり感じられませんでした。

私も本会に入会した当時は、私の研究室の学生に研究発表を指示したりして、やる気は相当のものであったのですが、その後(継続を)どうしようかと毎年随分悩みました。今年も、年会費の督促を戴くまでもなく、いろいろ考えてきたのですが、今ここに退会という自分なりの一応の結論を得ました。

いいかげんな気持ちで退会するのではなく、本学会の一層の発展を祈念しての「苦言」であるという私の気持ちの一端でもご理解いただければ幸甚です。会員を継続して、これらの改革の提案を一度な

らず考えたこともあり、幾人かの同好の士と語ったこともあるのですが、根本的発想の転換を期待して、敢えて一石を投じて、外から眺めてみようかと私なりに判断しました。関係者にはいくばくかのご迷惑をお掛けすることになると思いますが、ご容赦戴きたいと思います。なお、私にフリーな立場からの発言を要請されれば、都合がつけば協力を惜しむものではないことも申し添えさせて戴きます。

なお、支部の再編成と“activity”の強化および魅力ある「会誌」の発行が達成された場合には、再度入会の手続きを取らせて戴きたいと思いますので宜しくお願いいたしたいと存じます。

(1987.6.30 長岡技科大・八井 浄)

退 会 の 弁 (一石の苦言)