

# 水曜會誌

## 第23卷 第2号

### 目 次

#### 退官記念講演

迅速酸化反応速度を追い求めて —研究の失敗談—	朝木 善次郎	83
----------------------------	--------	----

#### 採鉱冶金学教室・水曜会 100周年記念事業

100周年記念式典		93
式 辞		101
記念講演会		110

#### 総 説

エレクトロニクス実装におけるマイクロ接合の潮流と将来展望	{ 小林紘二郎 荘司 郁夫	123
------------------------------	------------------	-----

#### 論 説

お経と工学	新宮 秀夫	133
-------	-------	-----

#### 談 話 室

ロボットによる非把持操作	栗栖 正充	158
「脱・金太郎あめ」	熱田 善男	162
フランス滞在記	沼倉 宏	165
内から見たロスアラモス	和田 裕文	170

会 報		174
-----	--	-----

会員消息		180
------	--	-----

平成12年2月10日発行

京 都 大 学

水 曜 会

シャープになろう。  
**SHARP!**

ペンで画面に描ける・楽しめる。  
ビューカムなら、ここまでできる。



〔ペンで映像にタイトルやイラストが描ける。〕  
オリジナルシールづくりも簡単。〕

画面に直接、手書き文字やイラストが描ける

「手書きペン入力機能」

撮った映像を手軽にシールにできる

「シールプリント」(アクセサリキットVR-KTD5Pが必要です)

- 高画質・高精細「66万画素CCD」&「デジタルガンマ明るさ補正」
- 小型内蔵バッテリーで「連続約3時間撮影」

**液晶デジタルビューカム<sup>Mini DV</sup>**

VL-DC5 標準価格230,000円(税別)

- アクセサリキット  
VR-KTD5P(プリントシステムベース付属).....標準価格35,000円(税別)  
VR-KTD500.....標準価格25,000円(税別)
- 外形寸法:幅143.5×奥行65×高さ96.5(mm) ●撮影時総質量約750g/本体質量約560g

シャープ株式会社 〒545-8522 大阪市阿倍野区長池町22番22号 ☎(06)6621-1221 (大代表) AVシステム事業本部 ビデオカメラ営業部

●このビデオカメラは“Mini DV”マークのついたビデオセットをご使用になれます。“DV”および“Mini DV”マークのついたビデオと互換性があります。●“Mini DV”ロゴは商標です。●あなたが録画・録音したものは個人として楽しむなどのほかは著作権法上、権利者に無断で使用できません。●消費税等及び配送・設置・付帯工事、使用済み商品の引き取りなどの費用は標準価格に含まれておりません。●画面は説明のためのハメコミ合成で実際の映像とは異なります。●ご購入の際は必ず「保証書」の必要事項をご確認のうえ、大切に保管ください。【シャープホームページ <http://www.sharp.co.jp> インターネットでシャープの情報がご覧いただけます。】

「鉄」を変える力。

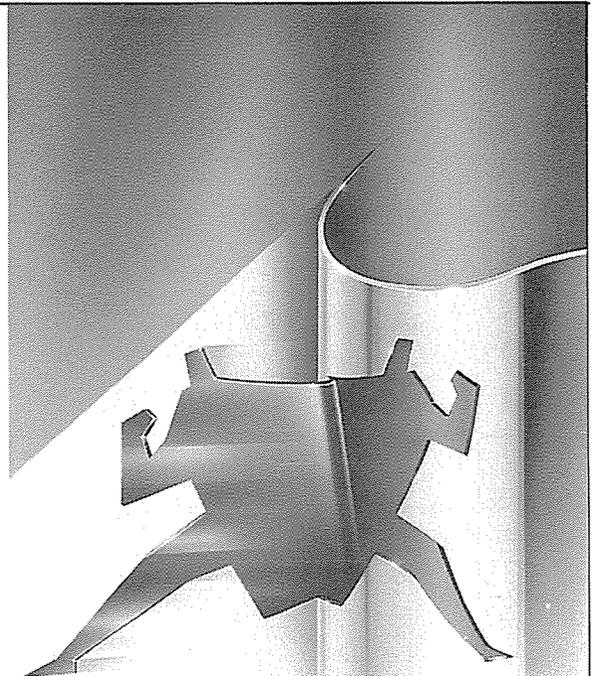
—— 2000年へ。新・鉄の物語。 ——

<造る技術>と<創る情熱>が未来を刺激する

“たくましく、かつ、“しなやか”な「鉄」を  
生み出しています。

テクノハート・カンパニー住友金属は、  
その技術と情熱を、さらに強く融合させ、  
2000年へ向けて新しい「鉄の物語」を  
書き加えようとしています。

鉄を変える力に、今、喜びと感動を感じつつ……。

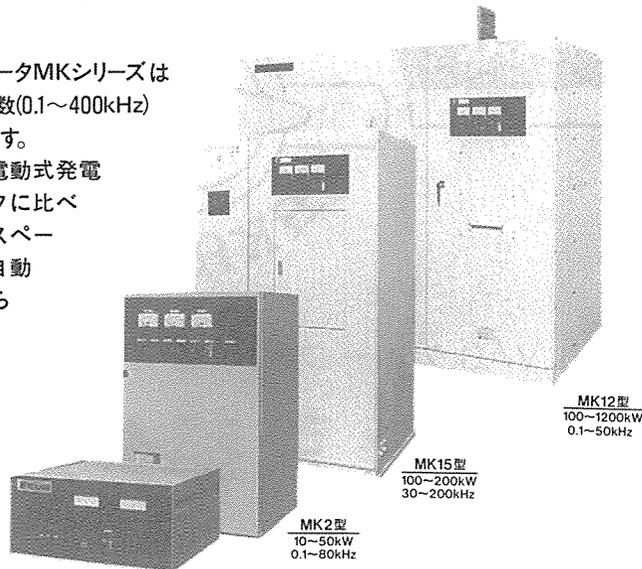


テクノハート・カンパニー  
**住友金属**

# 高効率・超小型で新時代のニーズに応える MKシリーズトランジスタインバータ

ネットトランジスタインバータMKシリーズは  
出力(2.5~1200kW)、周波数(0.1~400kHz)  
と豊富な品揃えをしています。

従来の電子管式発振器、電動式発電機(MG)、およびサイリスタに比べ  
大幅に省エネルギー・省スペース・高信頼性を実現し、自動車、建設機械をはじめあらゆる産業分野で活躍しております。



MK20型  
2.5~60kW  
80~400kHz

MK2型  
10~50kW  
0.1~80kHz

MK15型  
100~200kW  
30~200kHz

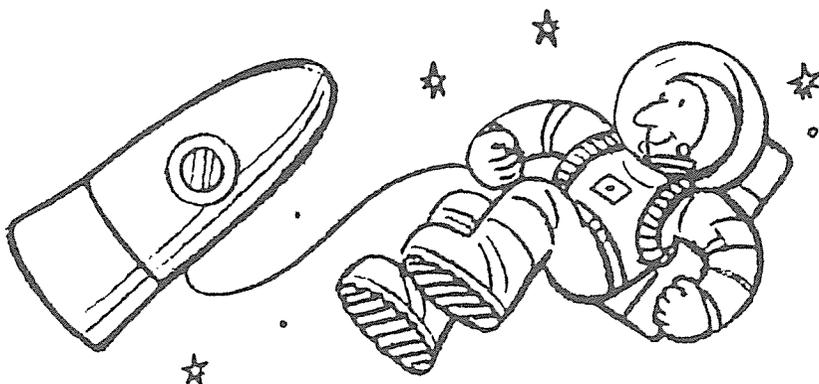
MK12型  
100~1200kW  
0.1~50kHz

**NETUREN**  
高周波熱錬株式会社 (ネツレン)

本社  
電機部・営業課  
電機部・平塚工場  
電機部・名古屋工場  
電機部・大阪サービスセンター

〒141 東京都品川区東五反田2-16-21 PHONE.03-3443-5441 FAX.03-3449-3969  
〒141 東京都品川区東五反田2-16-21 PHONE.03-3448-8900 FAX.03-3448-8901  
〒254 神奈川県平塚市田村5893 PHONE.0463-55-1552 FAX.0463-53-1029  
〒470-11 豊明市番掛町八幡前77-41 PHONE.0562-92-8338 FAX.0562-92-8666  
〒555 大阪市西淀川区千舟2-14-8 PHONE. 06-475-0512 FAX. 06-475-0430

そこに大同特殊鋼がいるから。  
ほら、ね。宇宙の夢もどんどん近くなる。



私たちは、航空宇宙や自動車、  
エレクトロニクス、エンジニアリングなど、  
さまざまな分野で未来を拓いています。

**大同特殊鋼**  
DAIDO STEEL

本社 〒460-8581 名古屋市中区錦1丁目11-18 (興銀ビル)  
東京本社 〒105-8403 東京都港区西新橋1丁目7-13 (大同ビル)  
大阪支店 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋4丁目1-1 (興銀ビル)

<http://www.daido.co.jp/>

真空の  
極限を



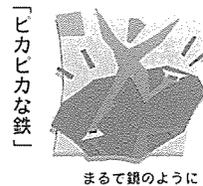
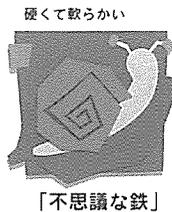
目指して…

ULVACグループ代理店

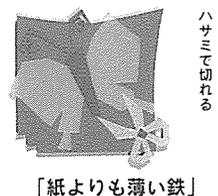
# 株式会社 京都タカオシン

本社 〒606 京都市左京区川端丸太町東入ル (075) 751-7755代  
FAX (075) 751-0294  
滋賀営業所 〒523 滋賀県近江八幡市古川町1173-68 (0748) 36-6682  
FAX (0748) 36-6683

KAWATETSU



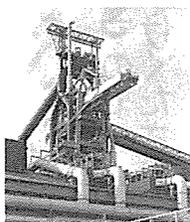
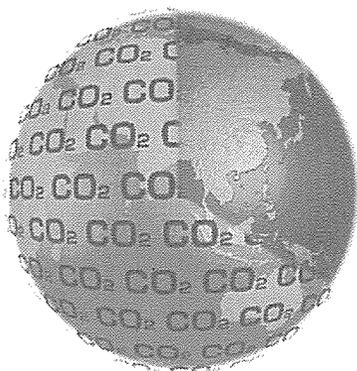
## いろんな“鉄”があつまって 川崎製鉄



テクノロジーとエコロジーの融合

# SAVE THE EARTH

高炉の原料に廃プラスチックを利用することで  
CO<sub>2</sub>も30%削減できました。



## 廃プラスチック高炉原料化システム

ごみ問題などをめぐる循環型社会の構築が急がれている中、NKKでは廃プラスチックを大切な地球資源と考え、コークスに代わる高炉の原料として利用を進めています。廃プラスチックは、まず破碎・造粒された後、高炉に吹き込まれますが、高温で処理するため、有害な副生ガスは発生しません。このリサイクルシステムが一貫化されたのは世界初。さらに嬉しいことには、エネルギーとしての利用効率が80%以上と高い上に、コークスに比べてCO<sub>2</sub>の排出量を約30%も削減できます。省資源と環境保全を同時に満たすこのシステム、可能にしたのは長年にわたって蓄積されたNKKの総合技術です。



**NKK**

日本鋼管株式会社

〒100-8202 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号  
ホームページ <http://www.nkk.co.jp>



OBAYASHI

# あしたのものがたり

出会いは、  
人をゆたかに変えてくれます。  
ひとりひとりの夢は、  
語られ、共有されて  
あしたのたしかなかたちにな  
っていきます。  
たてものは、人と未来が  
出会う場所なのです。

**大林組**

<http://www.obayashi.co.jp/>

Challenge for clean atmosphere

顧客と共にクリーンな雰囲気 Challenges

1400℃まで約20秒でスピード加熱が可能です。  
小型・軽量・パソコンサイズで卓上におけます。  
パワーコントロール自在(10%~100%出力)

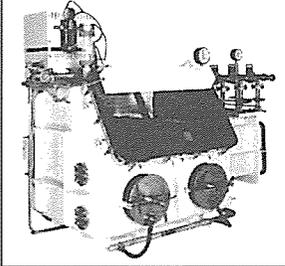
### ■小型高周波誘導加熱装置



MU-1700シリーズ

価格 2,150,000~

### ■小型高周波誘導加熱装置付グローブボックス



寸法 : 制御部 300×300×170H 8.3kg  
加熱部 300×300×220H 8.8kg  
電気容量 : 単相AC200V 20A 50/60Hz  
高周波出力 : 350~450kHz 4KW  
SW方式 : パワー-MOSFET・フルブリッジ型インバーター・水冷式  
コイル冷却 : 水冷(1リットル/分)

営業品目 ◇真空乾燥機・遠赤外線乾燥機 ◇バキュームグローブボックス ◇バキュームプレンドライヤー  
◇ガス循環精製装置 ◇ラミネート装置 ◇特殊型グローブボックス ◇クリーンルーム  
◇その他各種設計・製作

各種先端産業の生産・研究分野に貢献し、顧客のニーズに応えます。  
(エレクトロニクス・マテリアル・ファインケミカル)

問い合わせ先



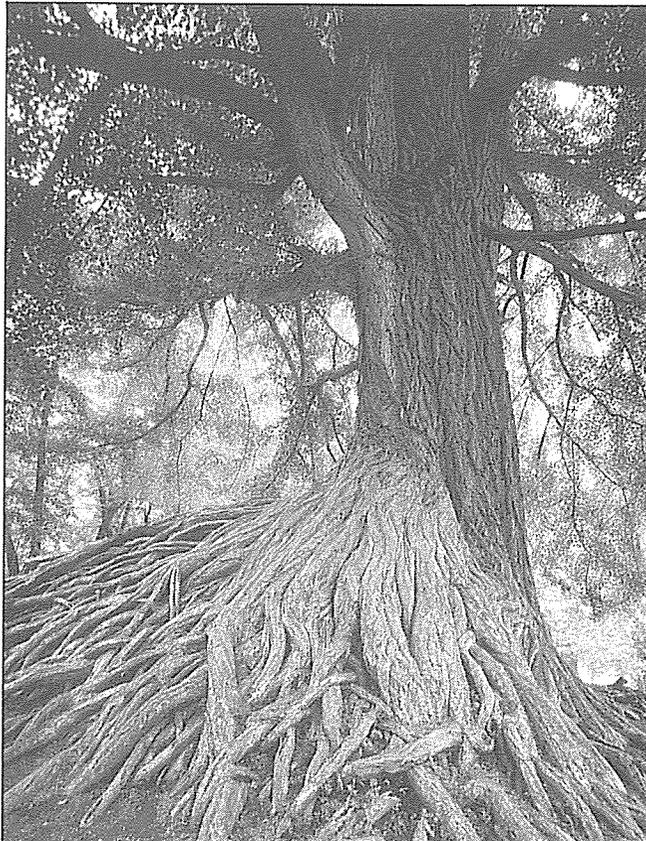
株式会社 美和製作所

ホームページ : <http://www.kagaku.com/miwass/>

本社 〒566-0052 大阪府摂津市鳥飼本町5丁目9番8号 TEL.0726-53-7051 FAX.0726-53-3626

東京営業所 〒130-0022 東京都墨田区江東橋1丁目11番8号 TEL.03-3846-0718 FAX.03-3846-5801

ミニシアムフライスキャンペーン  
実施中!!  
(数に限りがありますので  
お早めにお申しつけください。)



どっしりと  
新世紀の大地に根ざす。

住友大阪セメント株式会社

〒101-8677 東京都千代田区神田美土代町1番地

TEL.(03)3296-9600 ホームページ <http://www.soc.co.jp/>

SEI

# 素敵な未来を奏でたい。

パッドの上で指が踊り、美しい音色が心に響く。  
それは全てのパッドが役割を果たしてこそ心に届くもの。  
このフルートのように、一世紀の間に蓄積した技術で心に響く未来を創る、  
それが住友電工なのです。



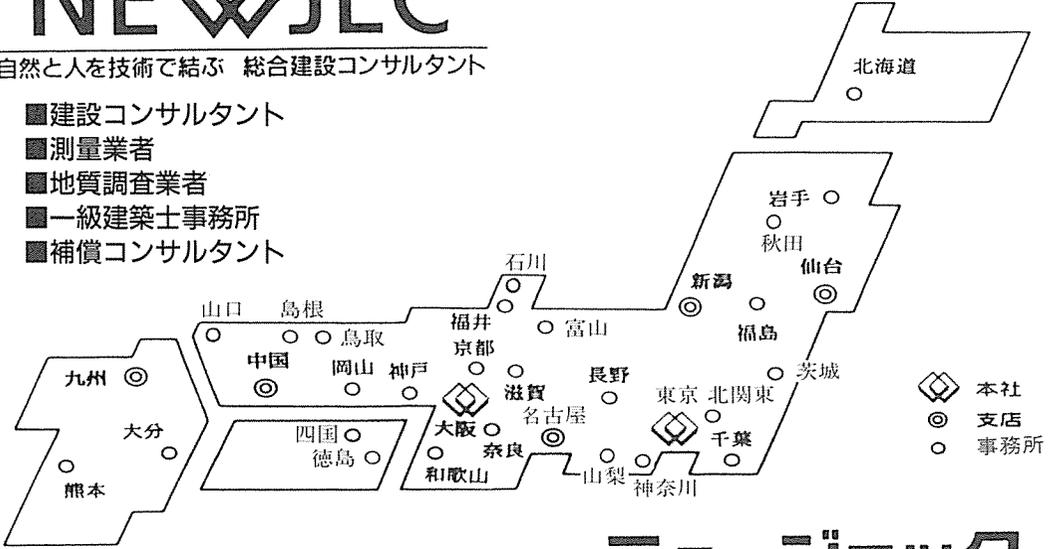
明日を素敵に創りたい  
**住友電工**

大阪本社 〒541-0041 大阪市中央区北浜4-5-33 ☎06-6220-4119 東京本社 〒107-8468 東京都港区元赤坂1-3-12 ☎03-3423-5111 URL <http://www.sei.co.jp/>

# NEW JEC

自然と人を技術で結ぶ 総合建設コンサルタント

- 建設コンサルタント
- 測量業者
- 地質調査業者
- 一級建築士事務所
- 補償コンサルタント



## 株式会社 ニュージェック

取締役社長 吉村 清宏

大阪本社：大阪市中央区島之内1-20-19 TEL. 06-6245-4901  
東京本社：東京都文京区西片1-15-15 TEL. 03-5800-6701

沖縄

氏名住所 <sup>プラス</sup> 顔写真 = 身近な名簿



Herbett Friedman



Stephen W. Hawking



Bruno B. Rossi



David J. Thouless



Joseph H. Taylor Jr.



Mary Frances Lyon



Neal L. First



Robert H. Burris



Morris Schnitzer



Joshua Jortner



Yoichiro Nambu



John A. Wheeler

ホームページ <http://www.jpp.co.jp>

最新技術を駆使して  
印刷文化に貢献して  
います。

## 日本印刷出版株式会社

〒553-0006 大阪市福島区吉野1丁目2番7号  
TEL 06-6441-6594 FAX 06-6443-5815

### ==== ご用命お待ちしております! =====

- デジタル入出力. CD-R. フォトCD
- マッキントシュCG学会発表用スライド
- カメラ. パソコンプロジェクター. OHP
- マイクロ写真. カラーコピー. 製本
- ポスター出力. パネル加工. ラミネート
- スタジオ撮影. 各種複写. 標本撮影
- 大型出張記念撮影. 肖像写真. スナップ写真

株式会社 **光楽堂**

〒606-8267  
京都市左京区北白川西町82  
TEL (075) 711-2131  
FAX (075) 721-1558

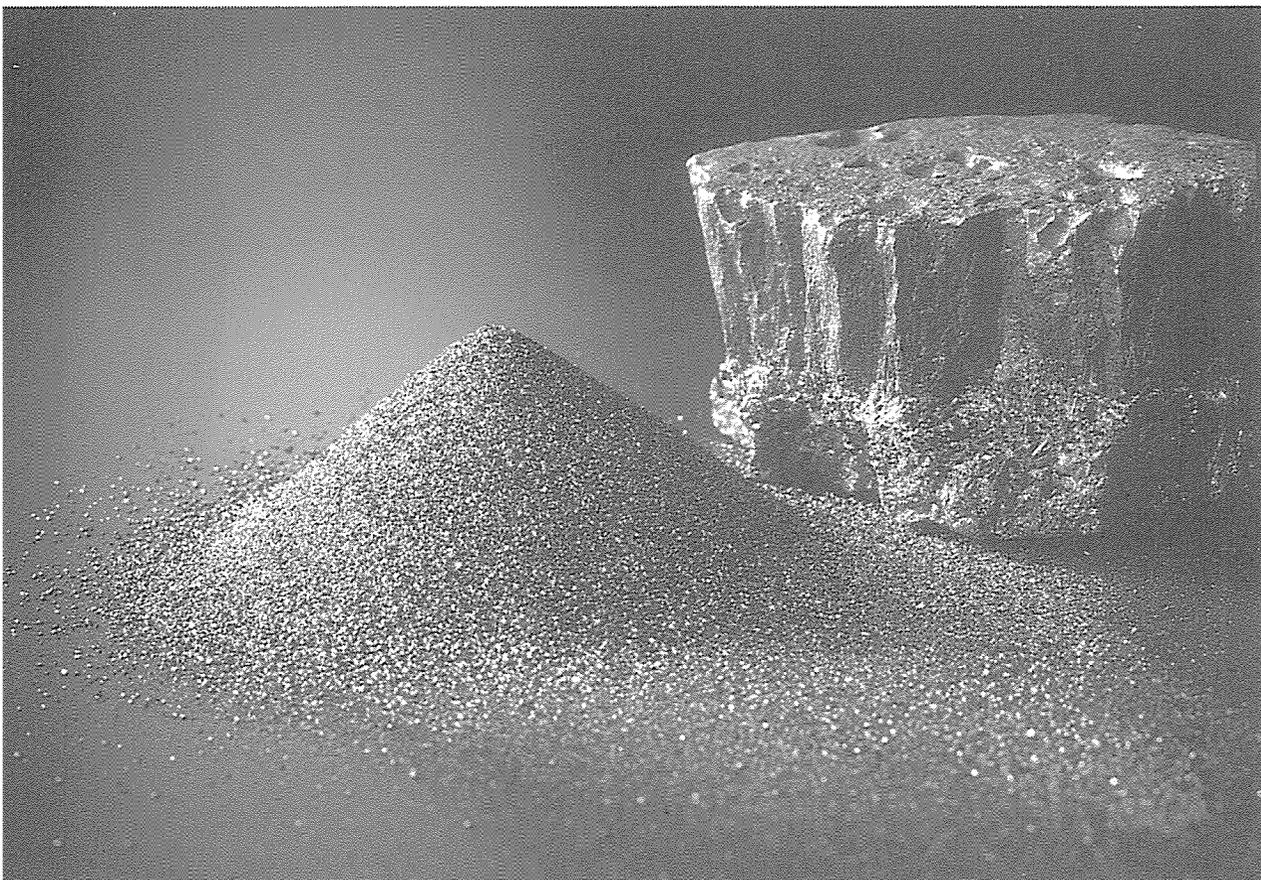
金属箔と金属粉の総合メーカー

**FUKUDA**  
FUKUDA METAL FOIL & POWDER CO., LTD.

all-around manufacturer of Metal Foil and Powder



ニーズから発想、シーズから創造。  
Idea from needs, and creation from seeds.



お問合せ先

本社・京都工場 〒607-8305 京都市山科区西野山中臣町20番地  
TEL075-581-2161 (代表)

営業本部 〒607-8305 京都市山科区西野山中臣町20番地  
TEL075-593-1590 (代表)

東京支店 〒103-0027 東京都中央区日本橋3丁目9番1号  
TEL03-3271-4411 (代表)

名古屋支店 〒460-0003 名古屋市中区錦3丁目7番9号  
太陽生命名古屋第二ビル3階 TEL052-961-7851 (代表)

大阪支店 〒532-0003 大阪市淀川区宮原3丁目5番36号  
新大阪第2森ビル7階 TEL06-6397-1022 (代表)

滋賀工場 〒527-0102 滋賀県愛知郡湖東町大字平柳字北浦514  
TEL0749-45-0841 (代表)

Head Office/

Kyoto Factory: 20, Nkatomi-cho, Nishinoyama, Yamashina-ku, Kyoto, 607-8305  
Japan (phone) 075-581-2161

Business

Headquarters: 20, Nkatomi-cho, Nishinoyama, Yamashina-ku, Kyoto, 607-8305  
Japan (phone) 075-593-1590

Tokyo Branch: 9-1, 3-chome, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo, 103-0027 Japan  
(phone) 03-3271-4411

Nagoya Branch: Taiyo-Seimei Nagoya Daini Bldg. 3rd Floor, 7-9, Nishiki  
3-chome, Naka-ku, Nagoya, 460-0003 Japan (phone) 052-961-7851

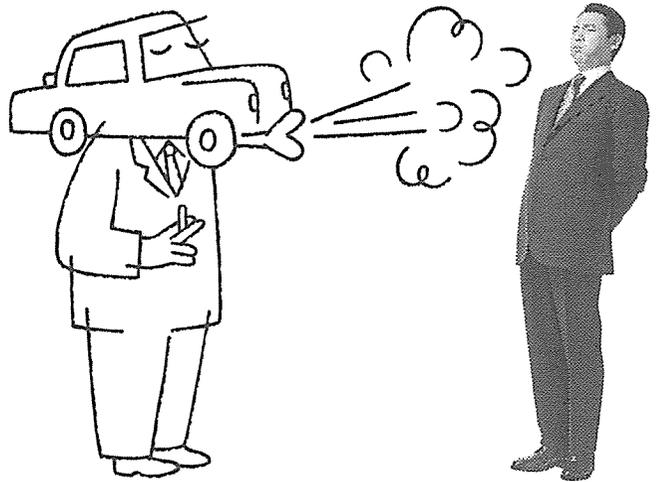
Osaka Branch: Shin-Osaka 2nd Mori Bldg. 7th Floor, 5-36, 3-chome, Miyahara,  
Yodogawa-ku, Osaka, 532-0003 Japan (phone) 06-6397-1022

Siga Factory: 514, Azakitaura, Oaza Hirayanagi, Koto-cho, Echi-gun, Siga,  
527-0102 Japan (phone) 0749-45-0841

**福田金属箔粉工業株式会社** <http://www.fukuda-kyoto.co.jp>

本社/京都市山科区西野山中臣町20番地 営業本部/TEL.075-593-1590 FAX.075-501-1895

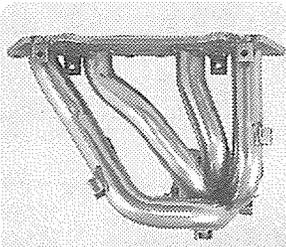
排出ガス、  
地球にとっては  
吸入ガスだ。



地球にも快適なクルマづくりのために。  
排出ガス浄化作用を助ける「エキゾーストマニホールド用ステンレス鋼」。

有害なガスを出すからって、クルマを迷惑者扱いしちゃいけない。そう思うんです。(だってすぐお世話になりますから)この問題に取り組む自動車メーカーの皆さん、何かお役に立てないか。私たちが出した答えは、エキゾーストマニホールド用ステンレス鋼。エキゾーストマニホールドはエンジンと直結し排出ガスを触媒へ送りこむ部品問題は、ガスの温度が低いと触媒機能が働かず、NOx、COなど有害成分が浄化されないまま出てしまうこと。特に部品が暖まっていないエンジン始動時が悩みの種でした。ステンレス鋼は、従来の鑄鉄に比べ厚みを薄くできるので暖まりやすく、その結果排出ガス温度は下がりにくくなり有害成分の浄化を助けるのです。鑄鉄より軽いので燃費も向上。今後さらに新しい技術を開発していきます。

答える鉄  
日新製鋼



日新製鋼株式会社 〒100-8366 東京都千代田区丸の内3丁目4番1号(新国際ビル) ☎ 03-3216-5566 <http://www.nisshin-steel.co.jp>

新・素・材・で・未・来・に・挑・む



ブレークスルー。

私たちはいつも考えています。つねに可能性を追求し、  
カラを破ることを。柔軟な創造力と、たくましい  
行動力で明日を拓く。私たちは日立金属です。



<http://www.hitachi-metals.hbi.ne.jp>

日立金属株式会社 高級特殊鋼 エレクトロニクス関連製品 自動車用部品 配管機器 機械・建築構造物 プラント

## 退官記念講演

# 迅速酸化反応速度を追い求めて —研究の失敗談—

朝 木 善 次 郎\*

## Rapid Oxidation of Pyrrhotite Particles and Oxidation Behavior of Stoichiometric FeS

by Zenjiro ASAKI\*

平成 11 年 3 月末で定年退職を迎えるに当って、2 月 12 日に、材料工学教室で最終講義の機会を与えて頂いた。司会をして頂いた牧教授、並びに準備その他でお世話になった研究室の方々にお礼を申し上げたい。また、当日は教室職員・学生諸君の他に卒業生の方々にも参加して頂き、貴重な時間を割いて頂いたことに感謝している。

昭和 37 年に当教室の助手に採用されてから、今日まで 37 年間の永きにわたって、教室でお世話になった。この間、主として金属製錬に関する反応工学的研究とこれに関連する反応の機構を解明するために実験と理論の両面から検討を行ってきた。主な項目を挙げると

流動層の反応工学  
 粉粒体の反応過程  
 高温融体と固体の反応論  
 液中へのトップ・インジェクション  
 非化学量組成の硫化物の酸化反応機構  
 希土類元素—遷移金属間化合物の還元拡散法による生成機構

本稿では、これらのうち、銅自溶炉シャフト部における反応解析と、これに必要な反応速度定数を中心にお話をさせて頂く。

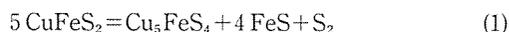
### 1. 垂直反応管内を落下するピロタイト粒子の酸化反応

#### 1.1 銅自溶炉の概要

ピロタイト粒子の酸化反応実験について述べる前に、

この研究の目的を明らかにするために、銅自溶炉内の反応の概要を述べることにする。図 1 に銅自溶炉の一例を示す。図左側の内径 6 m、高さ 8 m の反応シャフトの上部に設けられたパーナーから、平均粒子径 50 ないし 80  $\mu\text{m}$  の銅精鉱粒子、フラックスとしての珪石粒子および粉炭が 500°C 程度に余熱された酸素富化空気とともにシャフト内に吹き込まれる。パーナーでのガス流速は約 100 m/s である。シャフト内壁の温度は、銅精鉱粉子・粉炭の燃焼熱および炉内ガスの循環などによって 1520 K 程度に保たれていると推定される。

銅精鉱粒子の主成分は  $\text{CuFeS}_2$  (chalcopyrite) で、これは酸化反応に先立って



によって熱分解反応を起す。この生成物のうち  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  (bornite) は比較的安定で、 $\text{FeS}$  (pyrrhotite) の殆んどと単体硫黄が酸化して、表 1 に示す組成の  $\text{Cu}_2\text{S}$ - $\text{FeS}$  系融体のマット (matte) と  $2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$  を主成分とするスラグが生成してセッターに落下する。セッターでは、スラグとマットは比重差によって 2 液層に分離し、それぞれタップされる。

上に述べたように、自溶炉シャフトの設計には、シャフト内での  $\text{FeS}$  の酸化・溶融の速度が重要な情報になる。Jorgensen ら<sup>1)</sup>は粒子径 37 ないし 53  $\mu\text{m}$  の chalcopyrite を空気流中で酸化し、酸化反応の殆んどは 50 ms 以内で終了したと報告している。また、Jorgensen<sup>2)</sup>は  $\text{FeS}_2$  (pyrite) 粒子を酸化し、着火点 (870 K) を通過した後、970 K で熱分解して  $\text{FeS}$  (pyrrhotite) を生成し、さらに  $\text{Fe-S-O}$  系融体になる。その最高到達温度は 1800 ないし 2630 K であったと報告している。

\*京都大学名誉教授・三菱マテリアル(株)常勤顧問

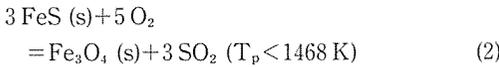


平均粒子径 88 μm のピロタイトは、装置上部のマイクロフィーダから供給した。気密性を保つため、マイクロフィーダはアクリル樹脂製のケースの中に入れ、N<sub>2</sub>ガスを通して酸素を遮断した。所定の酸素分圧の O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>混合ガスは、反応管上部から送入した。ただし、N<sub>2</sub>ガスはマイクロフィーダから来る分も加味して、所定の酸素分圧にした。

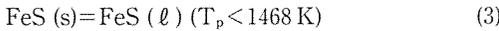
反応管へのピロタイト粒子の供給速度は毎分 2.5 g とし、反応が定常状態に達した頃を見計って、反応管下部で粒子のサンプリングを行った。サンプリングされた粒子の反応率は、温式法による硫酸バリウムの重量から得られる残留硫黄量から求めた。

1.3 数学的モデルによる解析

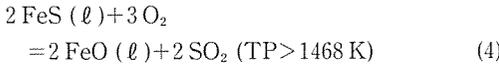
ピロタイトの酸化反応はつぎのように進行する。ピロタイトの融点 1468 K 以下では



融点で、ピロタイトは融解する。



溶融した硫化鉄の酸化では FeO (l) を生成し、FeS (l) と溶けあって一液相を形成する。



固体状のピロタイト粒子 1 個当りの総括反応速度は、ガス境膜と多孔質マグネタイト中の酸素の拡散と FeS/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 界面での反応を考慮に入れて、

$$R^* = \frac{3}{5} \cdot \frac{4\pi p_{\text{O}_2}}{RT_g \left( \frac{1}{r_0^2 k_g} + \frac{r_0 - r_i}{r_1 r_0 D_e} + \frac{1}{r_1^2 k_r} \right)} \quad (5)$$

ただし、T<sub>g</sub> : ガス温度、r<sub>0</sub> : 粒子半径、r<sub>i</sub> : 反応界面半径、k<sub>g</sub> : ガス境膜物質移動係数、D<sub>e</sub> : Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 中の O<sub>2</sub> の有効拡散係数、k<sub>r</sub> : 界面反応速度定数、R\* の単位 : mol FeS/s。

任意の時間 t における反応率 x は

$$x = \frac{3 M_{\text{FeS}}}{4\pi r_0^2 \rho_{\text{FeS}}} \int_0^t R^* dt \quad (6)$$

ただし、M<sub>FeS</sub> と ρ<sub>FeS</sub> は FeS の分子量と密度である。

ピロタイト粒子が溶融した後は、気液反応になるのでその反応速度は速いため、界面反応抵抗を表わす式(5)分母第 3 項を無視し、式(4)に対応して、式(5)の係数 3/5 を 2/3 とした。

一方、粒子-ガス-反応管壁間の熱の授受は図 3 に示すようである。これらの放射伝熱・対流伝熱・反応熱などを考慮して、粒子温度 T<sub>p</sub> とガス温度 T<sub>g</sub> の反応管高さ方向に対する変化速度は、それぞれつぎのように表わされる。

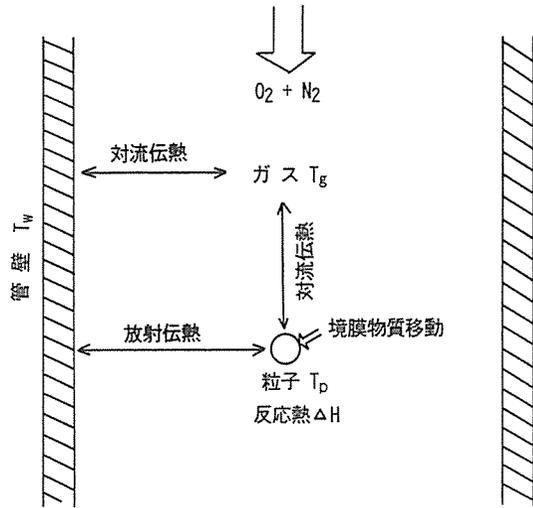


図 3 反応装置内での粒子への熱および物質移動

$$\frac{dT_p}{dz} = \frac{4\pi r_0^2 \{ \sigma \epsilon_m (T_w^4 - T_p^4) + h_p (T_g - T_p) \} - \Delta H \cdot R^*}{\frac{4}{3} \pi \{ (r_0^3 - r_i^3) \frac{\rho_{\text{Fe}_3\text{O}_4}}{M_{\text{Fe}_3\text{O}_4}} C_{\text{Fe}_3\text{O}_4} + r_1^3 \frac{\rho_{\text{FeS}}}{M_{\text{FeS}}} C_{\text{FeS}} \}} u_p \quad (7)$$

$$\frac{dT_g}{dz} = \frac{M_g T_{gp} \left\{ \frac{4 h_w}{D_t} (T_w - T_g) + 4 \pi r_0^2 n h_p (T_p - T_g) \right\}}{C_g - \rho_g u_{gn} T_g} \quad (8)$$

ただし、σ : Stefan-Boltzmann 定数、ε<sub>m</sub> : Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> の放射率 (=0.8<sup>4</sup>)、T<sub>w</sub> : 反応管壁温度、h<sub>p</sub> : ガス-粒子間の対流伝熱係数、n : 反応管内単位体積に存在する粒子数、ΔH : 式(5)の反応熱、C<sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></sub> : Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> の比熱、C<sub>FeS</sub> : FeS の比熱、u<sub>p</sub> : 粒子の落下速度、M<sub>g</sub> : 反応ガスの平均分子量、z : 反応管上部からの垂直距離、T<sub>g0</sub> : ガスの初期温度 (常温)、h<sub>w</sub> : 管壁-ガス間の対流伝熱係数、C<sub>g</sub> : 反応ガスの平均比熱、ρ<sub>g</sub> : 反応ガスの平均密度、u<sub>g0</sub> : ガスの初期速度。

式(5)、(7)および(8)を解くためには、まだつぎのようないくつかの式が必要である。

- 1) ガス温度の変化によるガス流速 u<sub>g</sub> の変化
- 2) u<sub>g</sub> の変化による粒子の落下速度 u<sub>p</sub> の変化
- 3) 反応の進行に伴うガス中の O<sub>2</sub> 濃度の変化
- 4) 反応の進行に伴うガス中の SO<sub>2</sub> 濃度の変化

これらの諸式を連立させて解くことになるが、そのためには、式(5)に含まれる粒子表面のガス境膜物質移動係数 k<sub>g</sub>、粒子表面部に生成した多孔質マグネタイト層を通るガスの有効拡散係数 D<sub>e</sub>、および粒子内部の FeS の酸化反応速度定数 k<sub>r</sub> の三つのパラメータの値が必要である。これらのうち、k<sub>g</sub> は Ranz-Marshall の式<sup>5)</sup>

$$k_g = \frac{D}{d_p} (2 + 0.6 \text{Re}_p^{1/2} \text{Sc}^{1/3}) \quad (9)$$

によって求められる。ただし、 $D$ : ガス相の拡散係数、 $d_p$ : 粒子直径、 $\text{Re}_p$ : 粒子に関するレイノルズ数、 $\text{Sc}$ : シュミット数である。

また、有効拡散係数  $De$  は Wakao ら<sup>9)</sup>の式を用いて

$$De = \varepsilon^2 D \quad (10)$$

によって求められる。ただし、 $\varepsilon$  は多孔質  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  層の空隙率である。

一方、 $\text{FeS}$  の反応速度定数  $k_r$  については適当なデータが得られていない。そこで、上に述べた数学的モデルを用いて計算した結果から、式(6)によって得られる反応率  $x$  が、反応管下部でサンプリングした粒子の反応率と一致するように、試行錯誤によって  $k_r$  の値を決定した。

計算結果の一例を図4に示す。反応管上部では、粒子とガスは反応管壁からの放射伝熱と対流伝熱によって温度が上昇する。反応管上部から70 cm程度降下した位置で、 $\text{FeS}$  粒子の酸化反応が顕著に進行し始め、粒子温度とガス温度は反応管温度  $T_w$  ( $=1015 \text{ K}$ ) を越えて上昇する。さらに、粒子温度が着火点(約  $1150 \text{ K}$ ) に到達すると、その後は、急速に上昇し、 $1750 \text{ K}$  程度にまで達し、この間に反応率も急上昇する。この時点では粒子温度  $T_p$  は  $\text{FeS}$  の融点  $1468 \text{ K}$  をはるかに越えており、実験において、反応管下部でサンプリングした粒子が溶融して球状を呈していたことと一致する。なお、粒子温度が最

高値に達した後低下するのは、粒子から反応管壁への放射伝熱とガスへの対流伝熱によるものである。図には  $\text{O}_2$  分圧と  $\text{SO}_2$  分圧の変化も併せて示した。反応管下部での粒子の反応率は  $0.64$  であり、これは実験で得られた値である。

図5は、管壁温度  $T_w$  を  $923 \text{ K}$  に設定し、酸素分圧を変化させたときの粒子温度  $T_p$  と反応率  $x$  の高さ方向の変化を示す。管壁温度は図4に示した場合より低いが、酸素分圧  $3 \times 10^4 \text{ Pa}$  のときは、図4の場合と同様に、粒子温度は融点を越え、溶融する。しかし、酸素分圧が  $2 \times 10^4 \text{ Pa}$  および  $1 \times 10^4 \text{ Pa}$  のときには、粒子温度は着火点には到達するが、溶融するには到らない。さらに、 $5 \times 10^3 \text{ Pa}$  まで酸素分圧が低下すると、粒子の反応速度が遅いため、着火点にも到達しない。

以上のことをまとめると、 $\text{FeS}$  粒子が着火点まで加熱された時点で十分な酸素があると、粒子は急速に反応し、溶融するといえる。なお、本実験において、粒子の反応管内の落下時間は、計算によると約  $1.2$  秒である。

さて、上記の着火点について若干の検討を加えておこう。 $\text{FeS}$  粒子の総括反応速度は式(5)で表される。この式右辺の分母は、反応進行の各過程の抵抗を表わす。

$$\lambda_1 = \frac{1}{r_0^2 k_g} \quad (\text{ガス境界物質移動抵抗}) \quad (11)$$

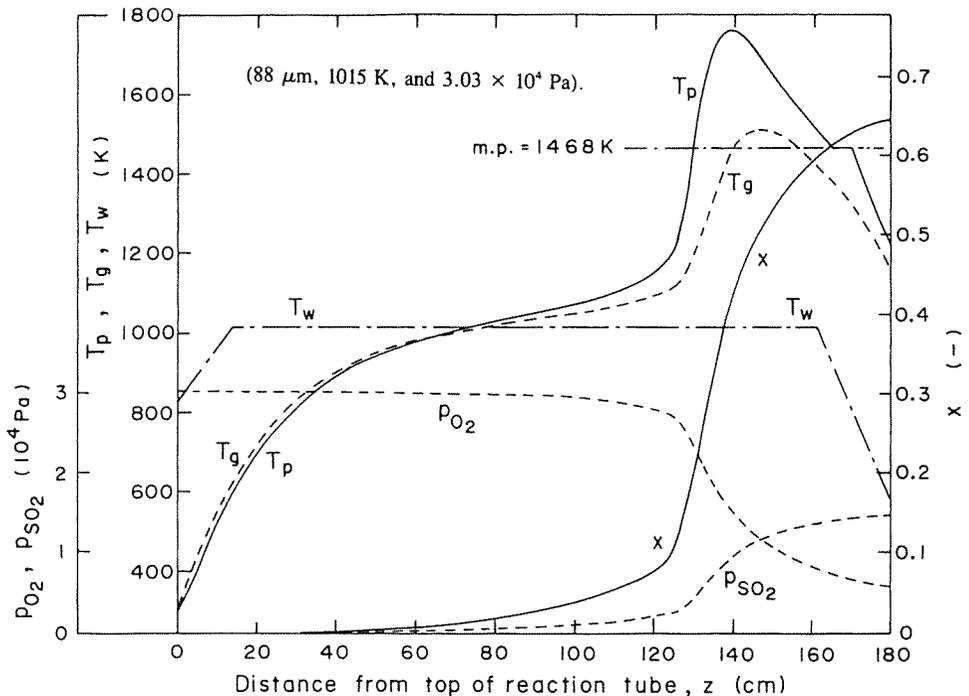


図4 計算結果の一例

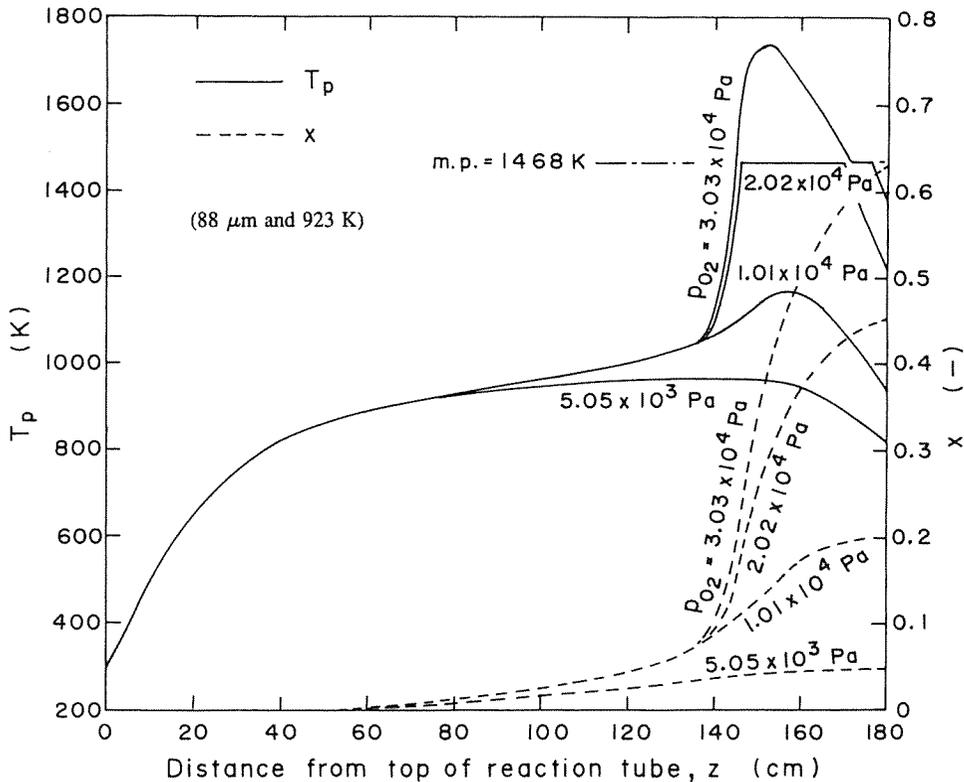


図5 酸素分圧の粒子温度変化に与える影響

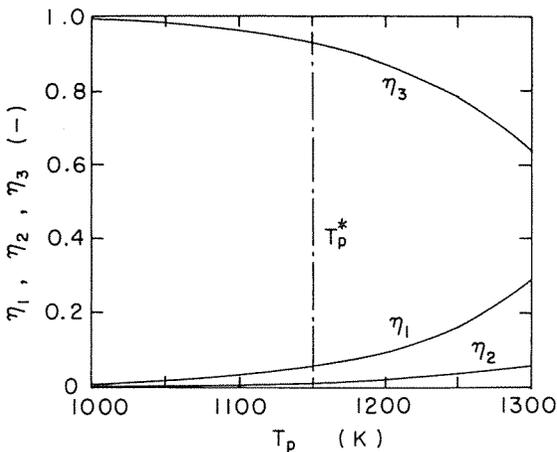


図6 反応の各過程の抵抗比

$$\lambda_2 = \frac{r_0 - r_1}{r_1 r_0 D_e} \quad (\text{酸化物層内ガス拡散抵抗}) \quad (12)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{r_1^2 k_r} \quad (\text{界面反応抵抗}) \quad (13)$$

これらの比をとると、

$$\eta_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} \quad (i=1, 2 \text{ および } 3) \quad (14)$$

図4に示した結果に対応して、粒子温度  $T_p$  と抵抗比

$\eta_i$  の関係を図6に示す。図に示す  $T_p^*$  は、図4で粒子温度が急上昇し始める着火点を示す。図6からわかるように、粒子温度が低いときには、 $\eta_3$  が極めて大きく、界面反応律速である。粒子温度が上昇し、着火点に達すると  $\eta_3$  が急速に低下し、 $\eta_1$  が大きくなる。このことは、界面反応律速からガス境膜物質移動律速に変わり始める粒子温度がここでいう着火点であると考えられる。なお、平均粒子径が  $88 \mu\text{m}$  でかなり小さいので、 $\eta_2$  (酸化物層内ガス拡散抵抗) はかなり小さい値を示す。

## 2. ピロタイトの酸化反応機構

上に述べたように、反応管内を落下するピロタイト粒子の酸化反応の進行を数学的モデルによって解析するに当たって、界面反応速度定数  $k_r$  を、計算する反応率が実測値に一致するように決定せざるを得なかった。そこで著者ら<sup>7)</sup>は予め反応速度定数  $k_r$  を求めるために、つぎのような実験を行った。

### 2.1 実験試料および実験装置

界面反応速度定数を求めるためには、試料の表面積が正確に測定できることが必要である。従って、粉体試料を使うわけにはいかない。

そこで、Fe粉とS粉をFeSの化学量論比になるように秤量・混合して、石英管内に真空封入し1173Kで加熱

した。得られた FeS を粉碎後、ペレットにし、アルゴン雰囲気中でアーク溶解した。これから、長さ 10 mm、幅 7 mm、厚さ 3 mm の板状試料を切り出した。こうして得られた試料が化学分析と粉末 X 線回折によって化学量論比の組成をもつ FeS であることを確めた。

この試料を図 7 に示す装置にセットし、Ar-O<sub>2</sub> ガス流中で酸化反応実験を行い、反応に伴う試料重量と SO<sub>2</sub> ガスの発生量を連続測定した。

## 2.2 測定結果と反応機構の検討

1073 K で、酸素分圧を変化させた実験で得られた結果を図 8 に示す。FeS の酸化反応は式(2)表わされるが、こ

れによると SO<sub>2</sub> ガスを発生しながら試料重量は減少するはずである。しかるに、図 8 にみられるように、反応初期の 1 分間は試料重量は比較的速やかに増加し、その後は数時間にわたって徐々に重量増加が続く。この間、SO<sub>2</sub> ガスの発生はみられない。酸素分圧によって変化するが、反応開始から 5 ないし 12 時間経過後に、やっと試料重量は減少し始め、SO<sub>2</sub> ガスが発生する。

このように期待に反した現象が観察されたので、反応の進行を中断する実験を行い、試料の観察を行った。その結果、SO<sub>2</sub> ガスを発生せずに重量が増加する期間では、試料表面に緻密な Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 層が生成し、さらにその外側に

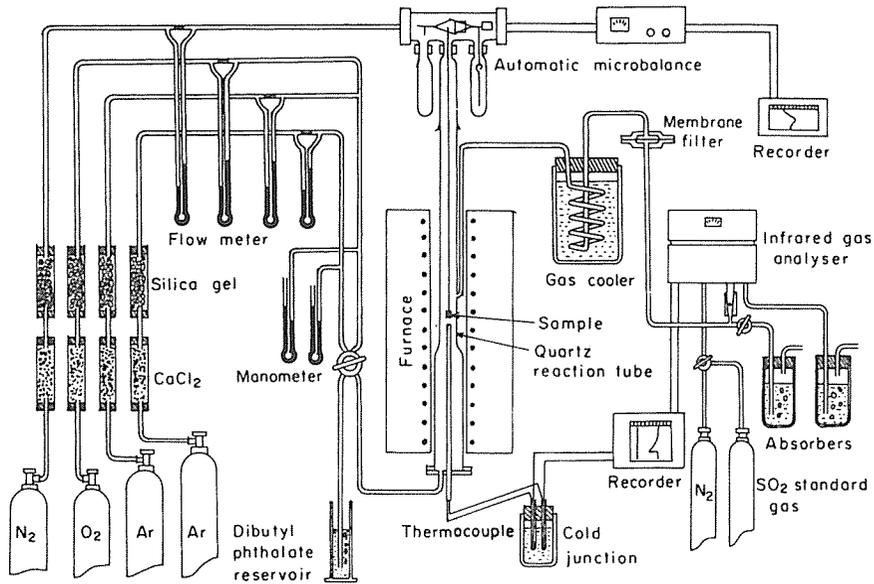


図 7 反応速度定数を求めるための実験装置

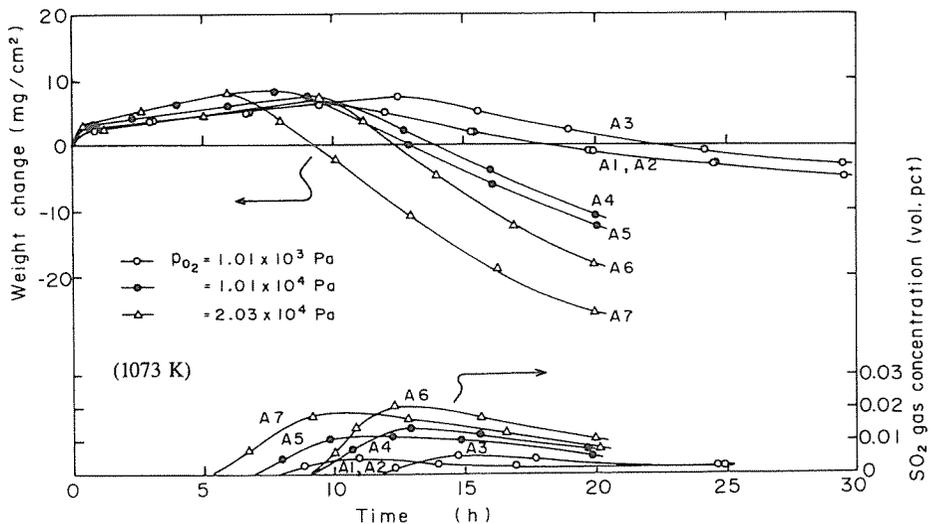


図 8 重量変化と SO<sub>2</sub> ガス発生量

薄くて緻密な  $Fe_2O_3$  層が生成していることがわかった。反応開始後1分程度経過した試料の表面に生成した酸化物層の厚さは約  $10\ \mu m$  であり、 $Fe_2O_3$  の存在は殆んど認められなかった。試料重量が減少し、 $SO_2$  ガスを発生す

る期間では、試料表面の酸化物層のところどころに割れ目が生じ、そこから内部に向って多孔質の  $Fe_3O_4$  が生成していた。これらの観察結果から、図8に示した現象が定性的に理解できた。以下に、その反応機構について検討した結果を述べる。

2.2.1 第1段階の反応

反応初期約1分間の比較的速やかな重量増加を示す期間(第1段階と呼ぶ)では、図9に示すように、 $FeS$  試料内部から  $Fe$  が外側に拡散し、 $FeS/Fe_3O_4$  界面で  $Fe_3O_4$  を生成すると考えられる。 $FeS$  中の  $Fe$  の拡散機構による試料重量増加はつぎのように表される。

$$J_{Fe}(y=0) = cD_{Fe}^* \left. \frac{d \ln a_{Fe}}{dy} \right|_{y=0} \quad (15)$$

$$\frac{dw}{dt} = \frac{2}{3} Mo_2 A \cdot J_{Fe}(y=0) \quad (16)$$

ただし、 $c$ :  $Fe$  濃度、 $A$ : 試料表面積、 $Mo_2$ : 酸素の分子

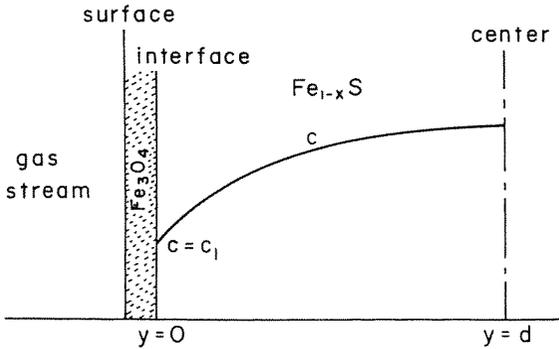


図9  $FeS$  内部から  $Fe_3O_4/FeS$  界面への  $Fe$  の拡散

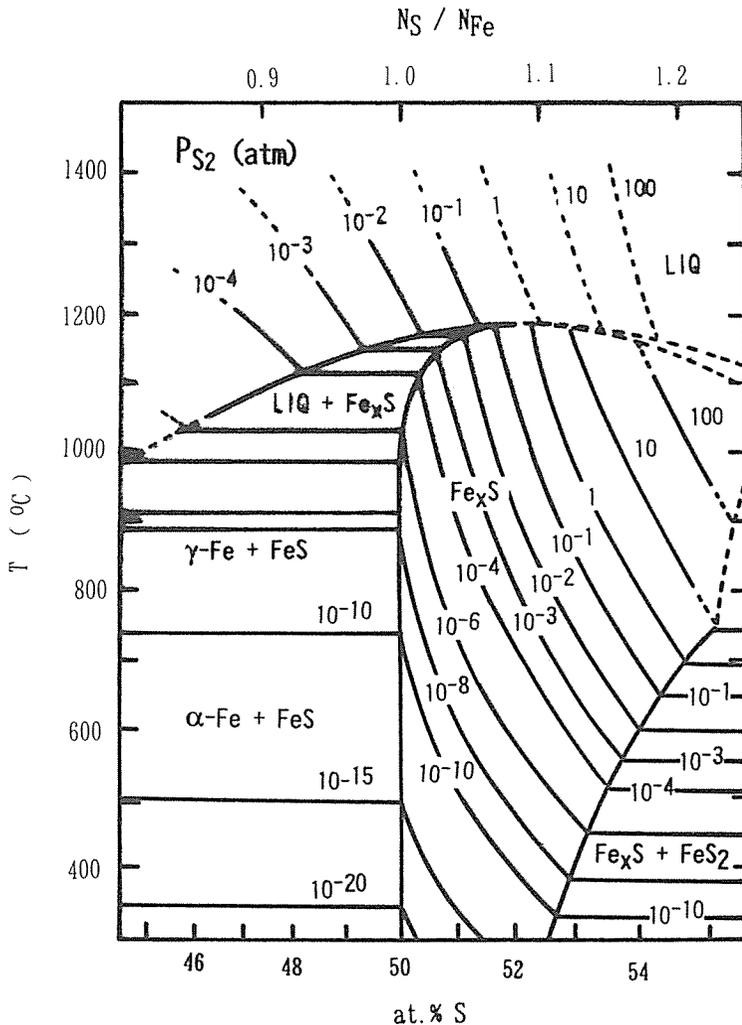


図10  $Fe-S$  系の硫黄分圧 (Burgmannらによる)

量,  $W$ : 試料重量,  $t$ : 時間,  $a_{Fe}$ : FeS 中の Fe 活量.

FeS 中の Fe の自己拡散係数  $D_{Fe}^*$  は, Trukdogan<sup>9)</sup> によって測定されており, 温度と  $N_s/N_{Fe}$  比の上昇とともに大きくなり,  $1 \times 10^{-8}$  ないし  $9 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$  の値が報告されている. 一方, Burgmann ら<sup>9)</sup> は図 10 に示すような Fe-S 系の硫黄分圧の詳細なデータを報告している. このデータを利用し, Fe/FeS 平衡を標準状態にとって Gibbs-Duhem の式を用いて Fe の活量を求めた. その結

果を図 11 に示す.

式(15)および(16)から計算した重量増加と実測値との比較を図 12 に示す. ただし, 境界条件となる FeS/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 界面における FeS 中の Fe 濃度  $c_1$  は試行錯誤によって決定した. 図 12 にみられるように, 反応初期の 60 秒程度までは計算値と実測値の一致は極めてよい.

2.2.2 第 2 段階

酸化物層厚さが  $10 \mu\text{m}$  程度にまでなると, 反応の律速

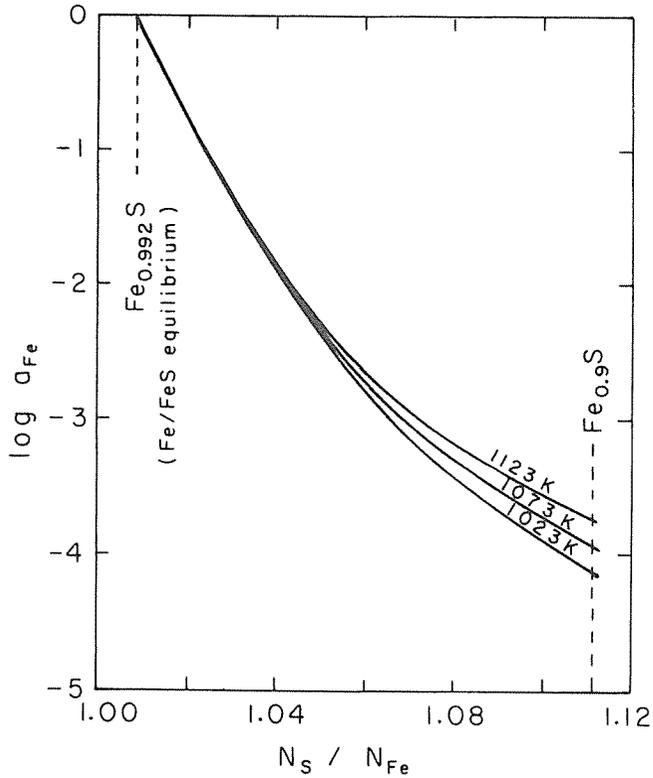


図 11 Fe 活量

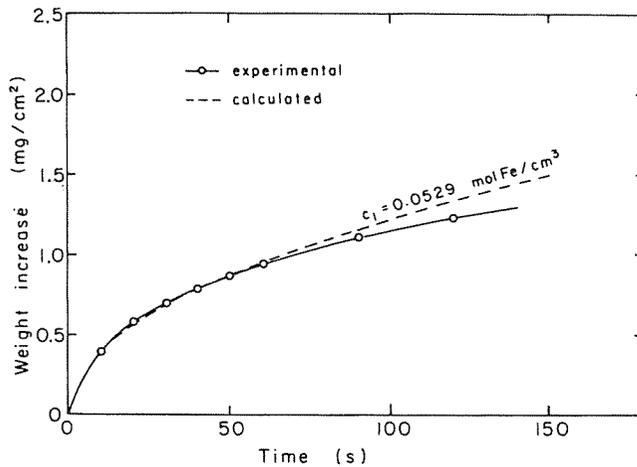


図 12 第 1 段階における重量増加

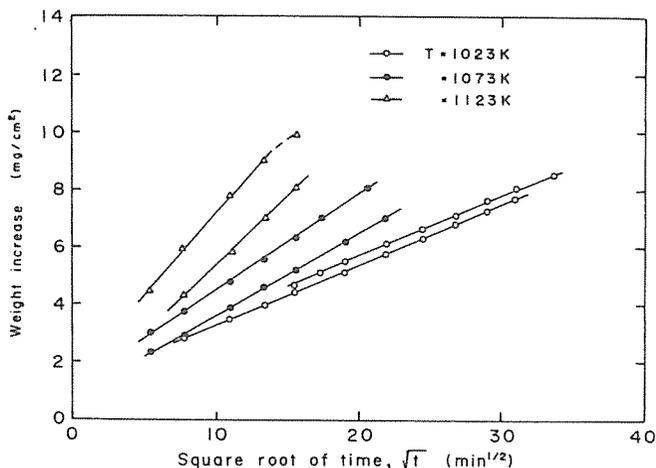


図13 第2段階における重量増加

段階が FeS 中の Fe の拡散から Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>中の Fe の拡散に移行するものと考えられる。この反応を第2段階と呼ぶことにする。Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>層は Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層と FeS に挟まれているので、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>層の両端の酸素活量がそれぞれ固定されているはずである。この仮定が正しければ、試料の重量は時間の平方根に対して直線的に増加する。図13は、各温度で2回ずつ実験した結果を示し、いずれの場合にもよい直線性が得られている。これは、一般に放物線側といわれ、

$$\Delta w = AK_p \sqrt{t} + (\text{const}) \tag{17}$$

で表わされる。

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>中の Fe の自己拡散係数 D\*<sub>Fe</sub> は Himmel ら<sup>10)</sup>によって測定されており、これを用いると Wagner<sup>11)</sup>の理論によって parabolic rate constant K<sub>p</sub>を求めることができる。計算の詳細は省略するが、計算値と図13から求めた測定値の比較を表2に示す。この表にみられるように、両者はかなり近い値を示す。

### 2.2.3 第3段階の反応への移行

試料重量が減少しつつ SO<sub>2</sub>ガスを発生する反応後期を第3段階と呼ぶことにする。第1段階と第2段階で反応の律動段階は異なるが、いずれの場合にも、FeS中の Fe が FeS/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>界面を通して試料表面に拡散する。その結果 FeS 内部に S が濃縮されることになる。第2段階の終了時点での重量増加から、試料内部の組成は Fe<sub>0.90</sub>S ないし Fe<sub>0.92</sub>S に達していることがわかる。

ここで、



$$K = \frac{p_{SO_2}^2}{p_{S_2} \cdot p_{O_2}} \tag{19}$$

の平衡を考える。本研究では p<sub>O2</sub>は 1×10<sup>4</sup> p<sub>a</sub>および 2×

表2 Parabolic rate constant, K<sub>p</sub> (mg・cm<sup>-2</sup>, s<sup>-1/2</sup>)

温度 (K)	計算値	実測値
1023	1.0×10 <sup>2</sup>	2.7×10 <sup>2</sup> 2.6×10 <sup>2</sup>
1073	2.0×10 <sup>2</sup>	4.3×10 <sup>2</sup> 3.7×10 <sup>2</sup>
1123	3.6×10 <sup>2</sup>	7.3×10 <sup>2</sup> 6.2×10 <sup>2</sup>

10<sup>4</sup> p<sub>a</sub>で実験を行っている。一方、Fe<sub>0.90</sub>S ないし Fe<sub>0.92</sub>S に対応する p<sub>S2</sub>は図10から求められる。これらの値を用いて式(19)から p<sub>SO2</sub>を求めると、1×10<sup>4</sup> p<sub>a</sub> ないし 8×10<sup>4</sup> p<sub>a</sub> となる。このように平衡 SO<sub>2</sub>分圧が高くなる状況では、SO<sub>2</sub>ガスの外部への著しい拡散が起る式(2)の反応が進行しうることになる。ただし、試料表面には緻密な酸化物層が存在しているので、何んらかの理由でできた割れ目から酸素の供給がなければ式(2)の反応は進行しえない。

2.2の当初に述べた試料の観察結果は上記のように考えると理解しうるし、また多孔質の Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>が生成したのは、発生した SO<sub>2</sub>ガスの拡散・除去を必要とする式(2)の反応によるものであるといえる。

### 3. おわりに

以上に述べたように、FeS 粉体の酸化反応は1秒以内の短時間で進行する迅速な反応である。これを解析するのに最も重要な反応速度定数を求めるため、FeSの表面積が正確にわかる試料を作製して実験を行ったところ、実際には的外れな現象が起った。これで、まず当初の目的とする反応速度定数を求めうる状況ではないことがわかった。

折角、苦勞して実験を行ったのだからと言うわけで、複雑な現象をきちんと解析すると、反応の機構がわかり気固反応に関する知見は深まった。これを評価して、その分野では世界で一流の学会誌が論文として採択してくれた。しかし迅速酸化反応速度からプロセス設計に結びつける情報は得られなかった。これは、実験の場の設定に問題があったと考えている。反応工学の難しさを感じた経験であった。

#### 文 献

- 1) F. R. A. Jorgensen and E. R. Segnit: Proc. Australas Inst. Min. Metall., No. 261, pp. 39-46, 1977.
- 2) F. R. A. Jorgensen: Trans. Inst. Min. Metall., vol. 90, pp. C1-9, 1981.
- 3) Z. Asaki, S. Mori, M. Ikeda and Y. Kondo: Metall. Trans. B, vol. 16 B, pp. 627-638, 1985.
- 4) R. C. Weast and M. J. Astle: Handbook of

Chemistry and Physics, 63rd ed., CRC Press Inc., Boca Raton, FL, p. E-387, 1982.

- 5) W. E. Ranz and W. R. Marshall, Jr.: Chem. Eng. Progr., vol. 48, pp. 173-180, 1952.
- 6) N. Wakao and J. M. Smith: Chem. Eng. Sci., vol. 17, pp. 825-834, 1962.
- 7) Z. Asaki, K. Matsumoto, T. Tanabe and Y. Kondo: Metall. Trans. B, vol. 14 B, pp. 109-116, 1983.
- 8) E. T. Turkdogan: Trans. TMS-AIME, vol. 242, pp. 1665-1672, 1968.
- 9) W. Burgmann Jr., G. Urbain and M. G. Froberg: Memoires Scientifiques Rev. Metallurg., vol. 65, pp. 567-578, 1968.
- 10) L. Himmel, R. F. Mehl and C. E. Birchenal: Trans. AIME, vol. 197, pp. 827-843, 1953.
- 11) C. Wagner: Z. Phys. Chem., vol. 21, pp. 25, 1933.

## 採鉱冶金学教室・水曜会 100周年記念事業

京都大学の創立記念日である6月18日に、採鉱冶金学教室・水曜会の100周年を記念する諸行事が執り行われた。まず、午後1時30分より法経第1教室において、長尾真京都大学総長をはじめとする来賓のご臨席のもと、記念式典が挙行された。引き続き、平成11年度の水曜会総会を挟んで、午後3時より、水野弥一氏と小松左京氏による記念講演会が行われた。また、午後6時から、会場を京都ホテルに移して、記念祝賀会が催された。

あいにくの小雨模様にもかかわらず、全国各地から200名を越える卒業生の参加を得て、現教室教職員や元職員、学生など、あわせて500名近い出席者のもと、きわめて盛大に記念行事は行なわれた。ここに、その概略を記録するものである。

### 100周年記念式典ならびに記念講演会

(平成11年6月18日(金) 於：京都大学法経一教室)

#### 100周年記念式典 (13:30~14:30)

記念式典は、西山孝教授の司会のもと、午後1時30分より挙行された。まずはじめに、100周年記念事業の実行委員長として、平成11年度水曜会会長の新宮秀夫教授が、式辞を述べられた。100年の歴史を振り返るとともに、エネルギー問題や環境問題など、難しい課題を抱えるに至った現在において、この水曜会こそが100年の伝統に培われた採鉱冶金学をバックグラウンドとして、問題解決へのイニシアチブをとって行かなくてはならないと述べられた。

つぎに、長尾真京都大学総長が登壇され、100周年に対するお祝いの言葉とともに、採鉱冶金学教室から多方面の専攻分野に発展してきた我が水曜会に対して、21世紀の新しい社会の要請を担う人材の育成と独創的な研究を期待するとのご挨拶があった。

来賓の祝辞に移り、まず、工学研究科長の土岐憲三教授が、採鉱冶金学教室創設当時の教官であった比企忠先生にまつわる話を交えながらお祝いの言葉を述べられた。

つぎに、エネルギー科学研究科長の伊藤靖彦教授が、御自身の専門を通じての水曜会との関りにふれながら、創設まもないエネルギー科学研究科にとって、近代採鉱冶金学の黎明期を切り開いていった水曜会にこそ、100年の年月を超えて学ぶべきことが多いとの祝辞が述べられた。

つぎに学外の来賓として、まず、日本鉄鋼協会会長である東京大学工学系研究科の岸輝雄教授が祝辞を述べられた。東京大学工学部マテリアル工学科主任の吉田豊信

教授の祝辞を代読された後、京都大学材料系の高度な教育・研究レベルに敬意を表するとともに、さまざまな形で京都大学と東京大学のさらなる連携を望むとのご挨拶があった。

また、つぎに大阪大学名誉教授の藤田廣志先生が、物理冶金談話会を通じて京都大学がリーダーシップを取ってきた材料研究における関西地区の研究土壌を大切に、水曜会がますます発展されることを祈念するとの祝辞が述べられた。

来賓の祝辞ののち、参加者全員起立の上、京都大学学歌を2番まで斉唱して、滞りなく式次第を終了して記念式典は閉幕した。(なお、式辞および来賓祝辞の内容は別頁の記録のとおりである。)

#### 平成11年度水曜会総会 (14:40~15:00)

記念式典に引き続き行われた平成11年度水曜会総会は、栗倉泰弘教授の司会により例年と同様に議事が進められた。まずはじめに、新宮秀夫会長より平成10年度事業報告がなされた。平成10年度の事業として、まず、平成10年12月20日に水曜会誌第22巻第10号(100周年記念特集号)を3600部発行したこと、また、水曜会名簿を平成10年11月に1,400部発行したことが報告された。さらに、総会員数は、11年3月卒業の新入会員を加えて、現在5,088名であるとの報告がなされた。

次に、会計幹事の齋藤敏明教授より、平成10年度会計報告が、資料(別頁参照)にもとづいて行われ、ひきつづいて、会計監事の牧正志教授より、幹事の報告の通り、会計は正確かつ適正である旨の監査報告がなされ、会計



長尾総長  
挨拶



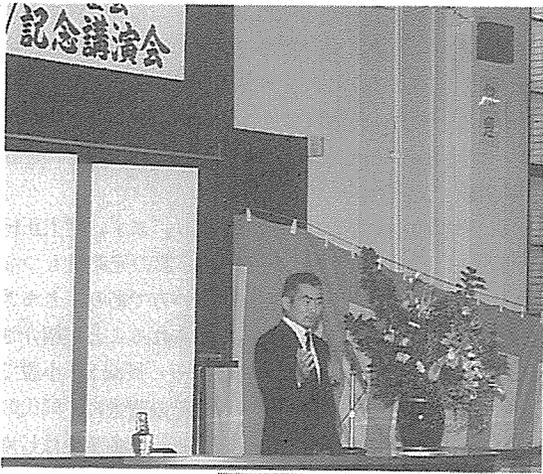
来賓祝辞（壇上は藤田阪大名誉教授，右下がご来賓の方々）

採鉱冶金学教室・水曜会  
百周年記念式典・記念講演会  
日時 平成二十一年六月十八日（金）  
午後二時三十分～午後五時  
場所 京都大学五楼一層教室（旧計器一室）  
記念講演会  
午後 2時30分～4時  
午後 4時～5時  
採鉱冶金学教室長 長尾 隆一  
水曜会 幹事 小松 左衛門

▲本部玄関前の記念式典の案内



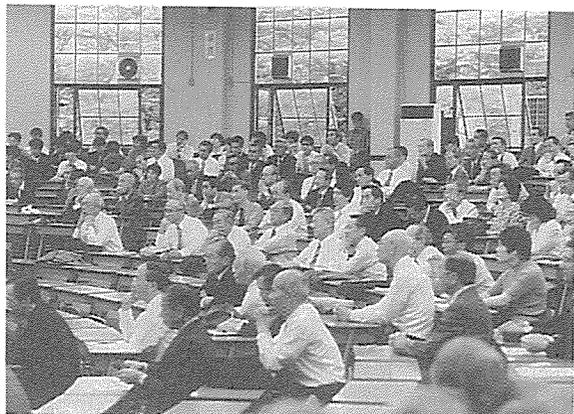
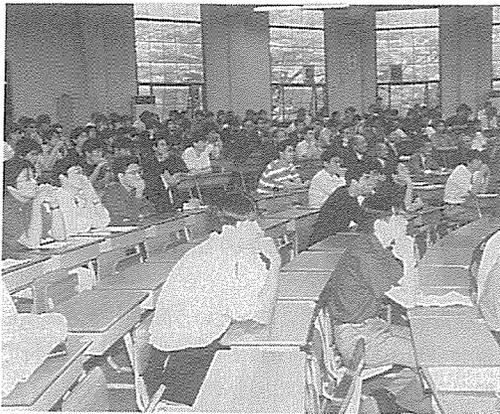
式典会場（法経一教室）の様子



水野弥一氏



小松左京氏



熱心に耳を傾ける会員

報告、同監査報告とも承認された。

その次に、平成11年3月に退官され京都大学名誉教授となられた朝木善次郎先生を、特別名誉会員に推挙したい旨の提案が新宮会長よりあり、承認された。引き続

いて、平成11年度の水曜会新役員の推挙があり、会長に小野勝敏教授、副会長に西山孝教授、会計幹事に村上正紀教授、会計監事に齋藤敏明教授が選出された。新しい役員を代表して、西山孝教授より、100年の節目を過ぎ、

これからどのように水曜会を発展させていくか模索しながら、小野新会長の下、1年間努力していききたいとの抱負が述べられた。

来年の水曜会大会は平成12年6月10日(土)に開催予定であるとの案内があり、滞りなく議事を終了して総会を閉会した。

#### 100周年記念講演会 (15:00~17:00)

「最初の一步、最後の一步」 水野 弥一  
「世界初の冶金 SF『日本アパッチ族』について」

小松 左京

まず、水曜会員(昭和40年資源工学科卒業)であり、京都大学アメリカン・フットボール監督の、水野弥一氏が、齋藤敏明教授の司会によって演壇に立たれた。素人集団と呼ばれる同部を日本一に導いたその手腕の背景には、初心者には、勝つための具体的方法論「最初の一步」

を指し示すことでやる気を起こさせること、限界をさらに超えるまでの練習を自発的につんだその最後には、自らが自分自身というものを納得する「最後の一步」が必要であるとする、指導における信念があることが語られた。大学における人材育成を考える上でも、非常に意義深い講演であった。

次に作家の小松左京氏の講演に移り、まず、村上正紀教授から、同氏が、3人の冶金学科卒業の兄弟をもつなど、水曜会や冶金学と非常に縁の深い方であり、さまざまな分野で精力的な活動を行っておられることが紹介された。講演では、同氏の最初の書き下ろし長編 SF 小説である「日本アパッチ族」が生まれたその背景に、同氏の戦中・戦後を通じたさまざまな経験と、冶金学をはじめとする近代科学への強い関心があったことなどが、面白いエピソードを交えて語られた。日本の近代科学史、特に冶金史という観点からも、非常に興味深いお話であった。(なお、両氏の講演の記録を、別頁に示す。)

## 100周年記念パーティー

(平成11年6月18日(金) 於: 京都ホテル)

記念講演会終了の後、京都ホテル暁雲の間において、記念祝賀会が行われた。80才を超える大先輩から現役の学生まで、また、教室の発展を支えてこられた元職員や現職員の方々も迎えて、約500名の参加を得て、会場は溢れんばかりとなった。

午後6時より、住友金属工業の岸田達氏(昭和28年冶金卒)の司会によって祝賀会は開幕し、まず、新宮秀夫会長から、記念事業へのご参加に対する御礼とともに、このひとときを是非お楽しみ頂きたいとの挨拶があった。つぎに名誉会員の村上陽太郎先生(昭和17年冶金卒)から、会則にある同窓生の懇親の実を挙げるという水曜会の役割がますます重要となっているとの挨拶があり、また、同じく名誉会員の小門純一先生(昭和22年鉱山卒)より、確固たる産業基盤に立脚した人材育成をという現教室に対する激励のご挨拶があった。さらに、新日本製鉄の阿部光延氏(昭和35年冶金卒)からは、往時の教室の状況とともに、20年後にも盛大な祝賀会が催せるように水曜会の益々の発展を祈念するとのご挨拶があった。そののち、住友軽金属工業の佐藤史郎氏(昭和30年冶金卒)のご発声により乾杯が行われて、祝賀会は宴席へと移った。

約60年の幅にわたる各世代の会員が、記念すべきこの100周年祝賀会において再会できたことを喜び合い

ながら、しばし懐旧談に花を咲かせ、宴たけなわとなった頃、東京大学教授足立芳寛氏(昭和45年金加卒)の紹介によって、100周年にふさわしい京都の伝統芸能の一つである祇園の芸妓さんによる踊りが披露されると、宴は一層華やいだ雰囲気となった。

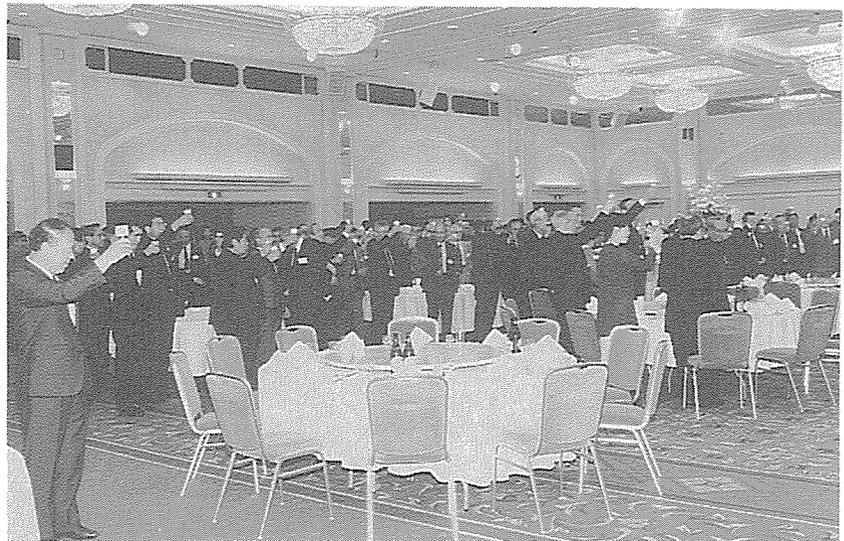
会場のあちこちで、さまざまな年代の会員やその同伴者の方々が、互いの近況を語りあったり、あるいは、世代を超えて互いに親しく語り合うなど、また途中には、名誉会員の川野豊先生が飛び入りでお歌を披露されるなど、芸妓さんの華やきが加わりながら、終始和やかな雰囲気では進行した。

大盛況のうちに時間はあっという間に過ぎ、最後に、水曜会会員の約1/3が所属する東京水曜会の会長である植田正明氏(昭和28年冶金卒)のご挨拶に立たれ、司会の日鉱金属賀川鐵一氏(昭和36年鉱山卒)の辞にて、午後8時30分、名残を惜しみつつも祝賀会は閉幕となった。

参加者のうちの多くが、祝賀会の雰囲気そのままに、同ホテル内に設けられた2次会の会場へ移動され、今一度杯を重ねつつ談笑し、またあるいは、教室やこの分野の研究の将来像について論議するなど、祝賀会の余韻は、夜遅くまで続いていた。



村上名誉教授ご挨拶



乾杯



祇園踊り



和やかな会場の雰囲気



採鑛冶金科卒業生送別記念 (明治 43 年 7 月)



明治 43 年前後記念写真

(資料提供 荒川武二氏 昭和 20 年卒、父 荒川英二氏 明治 44 年卒)

京都大学採鉱冶金学教室・水曜会  
創設百周年記念祝賀会  
一九九九年六月一八日

四十年望月志郎

岡田和彦

大屋峻

赤堀明夫

玄之丞

藤田武考

山田良春  
真田佳典

寺田

字

松野郁夫

村田信

榎本修造

雖誦千章不義何益 不如一要

不如一義 用可行度 雖多誦枉

不解何益 解一活句行可得道

茅利般持倫

宅田裕彦

忽自悟

平永敬一

大石榮雄

芝田隼次

毛利勝一

荒木達朗

藤原弘康

本山英郎

小田幸

三浦春松

白井博樹

白井博樹

字

劉征

古原忠

賀川鉄一

小本隆造

森定規雄

福田健

菅田終一

河澄英輔

山口淳介

巖間民

濱中亮明

後藤裕規

立田利明

山之内種彦

榎本修造

本間和樹

高橋涉

藤城泰文

柳島亨也

一瀬英爾

松井雅樹

松井雅樹

松井雅樹

平野勇

鈴木達哉

新吉隆利

岡口力

栗倉泰弘

昌子

吉田起國

高野昭吾

白千傳樹

速水弘之

太田豊考

本下泰介

安井正人

青木信美

平野坦

竹士仰知郎

津野政夫

水野政夫

澤本皇

白井秀明

江上明

中尾智三郎

山口進

泉泰通

岩橋俊之

京都大学採鉱冶金学教室・水曜会  
創設百周年記念祝賀会  
一九九九年六月一八日

京都大学採鉱冶金学教室・水曜会  
創設百周年記念祝賀会  
一九一九年六月一八日

昭三六年級  
五人衆  
小川昌年  
木村治  
小原元昭  
二宮脩  
鴛海眞樹  
Where there is the will  
there is a way.

諸法皆是因縁生  
因縁生故無自生  
無自生故無去来  
無去来故必境空  
必境空故無所得  
無所得故無有因  
是名般若波羅多

川建二

田原美粧  
塚田和孝  
太田利佳子  
松島以  
高谷俊博  
矢野文京  
福中康博  
北山恵子  
福田啓一  
山本章裕  
竹川頼信  
林和子  
森芳三  
中橋良一  
松岡俊文  
平田敦嗣

植木達彦  
才如多  
池内建二

深水秀範

芦田讓

水戸義忠

菅野強

渡辺俊樹

才如多

楠田啓

新苗正和

石川康裕

新宮格

岡田武者

才田淳治

恩田伶

丸橋天臣

平岡英人

花崎知子

日下英史

赤澤正久

村上信子

荒木泰治

山崎隆雄

山本武志

水田泰治

上西裕介

中島恒

有賀敏彦

甲尾仁三

田中孝一

足立芳寛

天田誠

白井博樹

佐々木一

城田育士

安田健村

植田正明

金豊

土田豊

多河喜史

川崎一博

田中和明

川端保男

仲田浩嗣

足立山

朝木善次郎

高島哲雄

浅井浩彦

小門純一

小松英一

小松若菜

藤田廣志

新宮秀夫

土岐憲三

伊藤靖彦

村上陽太郎

寺田宇

梅田洋一

松浦菊男

浅田幸吉

倉知三夫

田山

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

長尾真

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

照

採鉱冶金学教室・水曜会 100 周年記念式典における、会長式辞、総長挨拶、来賓祝辞の全文を以下に載録致します。なお、読みづらい箇所など、若干の変更があることはご容赦下さい。

## 式 辞 (水曜会会長 新宮秀夫教授)

本日は、採鉱冶金学教室設立 100 周年に際しまして、学内からは、長尾総長、土岐工学研究科長、伊藤エネルギー科学研究科長、学外からは、産業技術融合領域研究所長、日本鉄鋼協会会長である、岸東京大学教授、日本学士院賞を受賞された、藤田大阪大学名誉教授のご臨席を賜り、また、教室の諸先輩、卒業生、職員、学生諸君を多数迎えて、かくも盛大に式典を催すことが出来た事を、同窓生の集まりであります、水曜会を代表致しまして、厚く御礼申し上げます。

我々の教室は明治 31 年に設立されて以来 100 年を経た訳であります。100 年という大変長い時間で、実感が得にくいと思われまますので、明治 41 年以來発行されてきました、水曜会会誌の記事によって少しばかり我々の教室の歴史を振り返って見たいと思います。

水曜会は教室設立の 2 年後、すなわち丁度 1900 年に、教官と学生との間に設けられた研究会でありました。当初、隔週水曜日に会合を開いた、と水曜会誌第 1 号に記載されております。その記事の原文を読ませて頂きますと、

「我大学、未だ電灯の設備無く、之（水曜会）を教室内に開くの便宜を有せざり」とあり、続いて、

「水曜会は、蓋し、我、理工科大学内における此種会合の嚆矢にして、爾後、他教室も其の範を我水曜会に採りしもの、ありしが如し」

とあり、我々の教室の発展の意気込みが感ぜられます。

一気に時代を下って教室設立 50 周年の時はどの様であったかを、やはり水曜会誌に見ますと、昭和 23 年の記事では、

「我が国の工業は、未だ爆撃で破壊されたままで、敗戦の現実を生々しく感じます」

とあって、続けて、

「この荒廃した国土が、完全に建て直るのは、百年の長年月を要するのではないか、と想像されます」と書かれております。

今我々は、それから更に 50 年を経て、本日、ここに集まっているわけであります。そこで、我が国土は、建て直ったのかと考えてみますと、少し建て直り過ぎたのではないか、とも思われるわけです。今の社会はたしかに、たいへん豊かにはなりましたけれども、身の回りの美し



新宮秀夫水曜会会長

い自然は大きく害われているように思えます。

我々は、伝統ある採鉱冶金学教室、水曜会、更には工学全体を21世紀に向けて、如何なる方向に発展させ得るのか、大きな課題を抱えていると言えます。

教室設立当初、あるいは敗戦の直後のように、すべてが乏しかった時には、物質的豊かさだけを目標として、ただ頑張る事だけを考えれば良い、ある意味において「幸せな時代」だったのかも知れません。

物質的に豊かになった現在、我々は、これからどうするのか、真剣に取り組まねばならない、と同時に、エネルギー・環境問題、国際問題など、緊急かつ複雑な問題を抱えるに至っているわけであります。

これらの難問は、まさに我々「採鉱冶金学」のバックグラウンドの上でこそ、解決の方向を見出し得る性質のものであります。今こそ、我々が過去100年間に培った伝統の上で立って、変革をおそれず、イニシアチブを保ち続ける努力をする甲斐があると思えます。

このような時にあたり、我々の伝統ある「採鉱冶金学教室」という名称はすでに京都大学の教室名としては無くなりましたが、現在は、学部としては、工学部物理工学科、地球工学科、大学院としては、工学研究科の資源工学専攻、材料工学専攻、エネルギー科学研究科のエネルギー社会・環境科学専攻、エネルギー基礎科学専攻、エネルギー応用科学専攻という新しい教室名の下に活動する体勢を整えております。これらの教室の卒業生が今後も、水曜会の名の下に伝統を生かして発展してゆく事となっております。

本日は教室設立100周年を祝っているわけですが、次の50年、100年の後に我々の後輩が、今日のこのイベントを振り返った時に、我々がそれを誇りとする

事が出来るべく、水曜会が活力を保ち続けることを、心より念ずる次第であります。

今日お集まり頂いた、ご来賓、同窓生各位、学生諸君が水曜会の今後を力強く支えて下さる事をお願いしまして、挨拶とさせていただきます。

水曜会長 新宮秀夫  
一九九九年六月一八日

総長挨拶

(京都大学総長 長尾 真先生)



長尾 真先生

採鉱冶金学教室の設立100周年を、京都大学を代表して心よりお祝い申し上げます。採鉱冶金学教室は、本学が明治30年に理工科大学として発足した翌年、土木、機械教室

について、電気工学教室と同時に設立され、以来すでに5,000人を越える卒業生を送り出してきた本学の最も古い伝統を誇る教室の一つであります。設立以来、採鉱冶金学教室が、我が国の産業の発達を基礎と応用の両面から支えて来られたことは、京都大学の誇りとするところでございます。

採鉱学といえますと、資源小国と常にいわれる中でありまして、我が国において産出する貴重な天然資源を、如何に有利に産業に供しようかという点から、優れた技術の研究が極めて重要であるということでありまして、

採鉱冶金学教室

百周年記念挨拶

総長

採鉱冶金学教室百周年

記念挨拶

採鉱冶金学教室の設立百周年を京都大学を代表し心よりお祝い申し上げます。採鉱冶金学教室は本学が明治三十年に理工科大学として発足した翌年、土木、機械教室について電気工学教室と同時に設立され、以来すでに五千人を越える卒業生を送り出して来た本学の最も古い伝統を誇る教室のひとつであります。設立以来、採鉱冶金学教室は我が国の産業の発達を基礎と応用の両面から支えて来た事は、京都大学の誇りとするところであります。採鉱学といえますと、資源小国と常にいわれる中でありまして、我が国において産出する貴重な天然資源を如何に有利に産業に供し得るかという点から、優れた技術の研究が極めて重要であることは、京都大学の誇りとするところであります。

我が国にはほとんど産しない石油や鉄鉱石、ウラン等の資源に關し、海外での鉱山の評価や特殊な生産法の研究も我が国が工業立国を目指す上で不可欠なものでございます。またこれからは海中や海底に眠るいわば無尽蔵の資源を経済的に開発することも、我々にとつての大きな課題であります。

一方冶金学は採取された鉱石を実用に供しうる材料とくに金属材料にまで精錬する技術に關する工学であり、また、今も言うまでもなく鉄鋼を始めとする金属材料が現在も世界の工業の基礎を支えている事は周知のこととあります。とりわけ我が国の鉄鋼材料の製造技術が世界をリードするに至ったその基礎を我が京都大学の採鉄冶金学教室が担った事は我々の最も誇りとする所であり、ます。

近來付地中から採掘する天然資源のみが資源であるという従来の概念に述べました海中、海底資源、また場合によっては大気中にも資源を求めるといふ可能性もあつて、とりわけ既に使用した物質をリサイクルして新しく資源とするなど、人類の繁栄を可能とする資源の徹底的な利用法が新しい重要な研究課題と考へて参りました。

また全く新しい機能を持った最先端の複合材料の開発とともに、材料の純度を極限にまで高めることによつて新しい性質をもつた

材料の世界が開けられてくることを、また無限の可能性と見做したる時であり、科学技術の飛躍的な発展に付くことと、この学内であり、ます。

このように大きく転換してやうとする時期に、京都大学の大学院より文化構想の下に大学院工学研究科とエネルギー科学研究所の中にあつて採鉄冶金学教室が新しく資源工学、材料工学、エネルギー応用科学、エネルギー社会、環境科学、エネルギー基礎科学等の多方面の専攻に発展し、伝統のよきをもちながら二世紀の新しい社会の要請を担う人材の育成と独創的な研究を行う体制を整える事ができるに至りましたことを心より嬉しく思ひますとともに、誇りに思つてお返しをいたします。

ここにお集りの卒業生の皆様方、諸君におかれましては採鉄冶金学教室を母体とする本学のこの新しい部局の発展を従来より以上に支援頂きますようお願い申し上げます。水曜会の益々の発展を祈ります。私のご挨拶と致します。

平成十二年六月十八日

京都大学 総長  
長 尾 真

これは自明のこととございます。また、我が国にはほとんど産しない石油や鉄鉱石、ウラン等の資源に關して、海外での鉱山の評価や特殊な生産法の研究も、我が国が工業立国を目指す上で、不可欠なものでございます。またこれからは、海中や海底に眠るいわば無尽蔵の資源を経済的に開発することも、我々にとつての大きな課題であると存じます。

一方、冶金学は、採取された鉱石を実用に供しうる材料、特に金属材料にまで製錬する技術に關する工学であります。今も言うまでもなく、鉄鋼をはじめとする金属材料が現在も世界の工業の基礎を支えていることは周知のこととあります。とりわけ、我が国の鉄鋼材料の製造技術が世界をリードするに至ったその基礎を、我が京都大

学の採鉄冶金学教室が担つて来られたことは、我々の最も誇りとするところであります。

近來は、地中から採掘する天然資源のみが資源であるという視点でなく、既に述べました、海中、海底資源、あるいはまた、場合によっては大気中にまで資源を求めるといふ可能性もあるでしょう。既に使用した物質をリサイクルして新しい資源とするなど、人類の繁栄を可能とする資源の徹底的な利用法が、新しい重要な研究課題となつてきております。また、全く新しい機能を持った最先端の複合材料の開発とともに、材料の純度を極限にまで高めることによつて、新しい性質をもつた材料の世界が開けてくるなど、まだまだ無限の可能性を秘めた分野でありまして、科学技術の飛躍的な発展には、欠く

このできない学問分野であります。

このように大きく展開して行こうとしている時期に、京都大学の大学院重点化構想の下に、大学院工学研究科とエネルギー科学研究科の中にあつて、採鉱冶金学教室が、新しく資源工学、材料工学、エネルギー応用科学、エネルギー社会・環境科学、エネルギー基礎科学等の多方面の専攻に発展し、伝統の上に立ちながら、21世紀の新しい社会の要請を担う人材の育成と、独創的な研究を行う体制を整えることができるに至りましたことを、心からうれしく思いますとともに、誇らしく考える次第であります。

ここにお集まりの卒業生の皆様方、学生諸君におかれましては、採鉱冶金学教室を母体とする本学のこの新しい部局の発展を、従来より以上にご支援頂きますようお願いいたしますとともに、水曜会の益々のご発展をお祈り致します、私のご挨拶と致します。

平成11年6月18日、京都大学総長長尾真、おめでとうございます。

#### 来賓祝辞 (京都大学工学研究科長 土岐憲三先生)



土岐憲三先生

本日は、この採鉱冶金学教室創立100周年という記念すべき日にお招きに預かり、また、こうしてお話をさせて頂く機会を賜り、誠に光栄に存じております。まず、なにはともあ

れ、こうして100周年をお迎えになられましたことを、工学研究科一同になりかわりまして、心よりお慶び申し上げる次第でございます。

さて本来ならば、ここで採鉱冶金学教室の関係の方々、あるいは水曜会の来し方行く末等について、いろいろとお話申し上げるべきところかと存じますが、すこしばかり、型破りのお話をさせて頂きたいと思ひます。

それは、先だって新宮先生から、今日ここで話をするようにと、ご依頼がございまして、その後、私の話の何か参考になればということで、水曜会誌の第一号でしょうか、その写しを届けて下さいました。それで、目次というところを見ておりますと、目に飛び込んで来た文字がありました。それは「理学士比企忠君」という文字でございました。多くの方ご存知だと思いますが、採鉱冶金学教室が開設されたときの最初の助教授の先生であられたはずでありますし、後程、第三講座の教授におなり

になった先生であります。本来ならば、私などが存じ上げるべくもない方なのでありますが、これから申し上げますようなちょっとした出来事がございまして、先生のお名前と関りを持つことになりました。

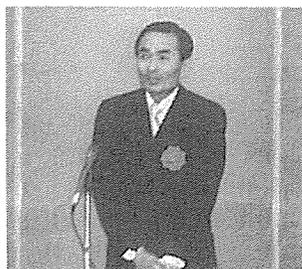
と申しますのは、この比企先生のお孫さんという方ですが、お嬢さんですが、お嬢さんというわけには行きませんが、もう60才を超えた方ですから、元お嬢さんの方ですが、(笑) その方が、比企先生の形見の品ということで、1891年に起こりました濃尾地震の際の写真集をお持ちになっておられたんです。しかし、もうその方もお年なので、どうも貴重な資料らしいけれど、万が一のときにどこかへ消えてしまうのは残念だということで、しかるべき方法で保存できたらというふうにお考えになられました。そこで伝を頼って、そこにおられます工学研究科の菊地先生のところにお話が届きまして、それから菊地先生から私のところに話が参りました。と申しますのは、私は土木の専攻でございまして、地震工学、あるいは耐震工学というものを専門と致しておりますので、そういうことで話が参りましたわけです。この比企先生のお孫さんという方は、北海道の帯広近くの奔別というところにお住まいでございました。それで早速、現地に出かけて参りまして見せて頂きましたところ、たいへん貴重な資料であるということ、私一目で認識致しましたし、また、保存状態が極めて良いということも分かりました。それで早速頂戴して帰りましたところ、これと同じような資料というのは、国会図書館に1つ、それから東京大学の地震研究所に1つ、それから岐阜県と愛知県の図書館に1つずつ、それだけしかないということが分かりまして、極めて貴重だということになりました。また、中に所蔵されております写真というの、皆様方もご存知かと思いますが、その地震のときに根尾谷断層というのが出現しました。何メートルもずれている写真でございまして、その元がこの中に入っております。これはもう、地震に関する教科書なら世界中どこにでも出ているような著名な断層でございまして、そういうものが所蔵されているもので、大変学術的にも貴重だということを知りました。それで早速、これは多くの方々には是非目に留まるような形にしたいと考えまして、できるだけ原本に忠実な形で複製版を、私が作らせて頂きました。それが、今日持って参りましたこういうものでございました。その中に比企先生が毛筆でお書きになった、文章もありますし、それから、もともと、この本の編集者は、ジョン・ミルンというイギリス人の方でありまして、いわゆるお雇い外国人で、当時日本に来ておられたんですが、日本に来てから地震に興味をお持ちになって、それで地震計を開発して、日本のいろんな気象台なんかには地震計を置かれた。それから観測が始まっ

たということで、日本の地震学の始祖ともいわれております。そういう先生がこれを纏められたわけですが、そして、奇しくもですね、この写真集の中に実は比企先生が写っているわけなんです。纏められたのは比企先生ではないのですが、地震のとき、先生はまだ理科大学の学生だったようなのですが、現地に行かれたところ、写真を撮っている現場に出くわして、そして、自分はその地割れの大きさと対比するための標尺の代わりに使われたということを書いておられます。ご存知のように、測量に使うあの白と黒のポールでございますが、その代わりに自分の寸法になったということを書いておられます。そういうことで比企先生はお買い求めになったんだと思います。それをずっとお持ちになってって、先ほど申し上げたお孫さんが大事にしてこられた。そういう次第でございます。それと、今ひとつは、同じ時に町の写真館の人が写真を撮った絵葉書がございまして、これも先生がお求めになっています。これは34枚でセットになっているのでございますが、いちいちですね、裏に先生の毛筆でもって書き込みがございまして、ですから、どなたか中には大変懐かしい思い出、と申しまして、100歳の方が居られるわけありませんから、懐かしいという言葉は適切でないかもしれませんが、御興味をお持ちになるかもしれません。まだ、残部がございまして、もし御興味があれば、手に入るようにすることができると思います。

そういうことで、今日は、本来ご挨拶申し上げるべきところではございましたが、この採鉱冶金学教室の100周年ということで、最初の先生であられた方のお話をさせて頂けるのも何かの縁かと思ひまして、こういうことをご紹介させて頂いた次第でございます。ご挨拶にもなりませんでしたが、いずれにいたしましても、採鉱冶金学教室のゆかりの方々これから先が、これまで以上に輝かしいものであることを願ひましてご挨拶とさせていただきます。誠に失礼致しました。

#### 来賓祝辞

(京都大学エネルギー科学研究科長 伊藤靖彦先生)



伊藤靖彦先生

採鉱冶金学教室の創設100周年、そして水曜会の創設100周年、誠にありがとうございます。1898年の創設と申しますと、私になじみの深い分野に限って申しましても、米国の

アルミニウム製錬法の特許を申請したのが1886年でございます。モアッサンが金属ウランを溶融塩電解によつてはじめて得たというのが1896年で、まさにこれらと時を接しているのをごさいます。我が国の、そして京都大学の先達が、世界に伍して、あるいは先駆けて、近代採鉱冶金学の黎明期を開いていかれた、その先見性と意気込みを実感するのでございます。

その後の教室のご発展ぶりにつきましては、先程来のお話の通り、目覚ましいものがございましたけれども、1994年の大学院重点化に伴って、金属加工学教室の発展的改組という形で、エネルギー応用工学専攻が発足致しまして、その折に、私も原子核工学科の方から転じて、そちらの方に参画させて頂いております。また、1996年には、そのエネルギー応用工学専攻が中核となりまして、新宮秀夫教授のリーダーシップのもとで、新しい部局としてのエネルギー科学研究科が誕生致しまして、新宮教授がその初代研究科長にご就任になったという経緯がございまして。その際、水曜会メンバーでは、新宮教授のほかに、小野勝敏、岩瀬正則、中広吉孝、八田夏夫、西山孝、それから吉田起國、野澤博といった各教授をはじめと致しまして、多くの教官の方々が、エネルギー科学研究科の方に参画されまして、現在、中広教授は、後任の石井隆次教授に代わっていらっしますけれども、これらの先生方が、エネルギー科学研究科の中心的な役割を果たしておられるのをごさいます。また、この水曜会の昨年度の会長は、八田教授でございまして、このようにして見てまいりますと、我がエネルギー科学研究科と水曜会とは、今後ともきわめて密接な関係にありつづけると思われるのでございます。

私自身は、工業化学科の出身でありまして、組織としての水曜会とは御縁が薄い方ではございますけれども、それでも個人的には、研究あるいは学会活動等を通じまして、水曜会の多くの先生方のご指導をうけて、親しくさせて頂いております。ここでいちいちご紹介するのも時間がございせんけれども、たとえば、西原清康先生のご近所に住んでいた時期がございまして、西原先生、そのころゴルフによく行っておられまして、ゴルフ帰りにビールをちょっとお召しになって、上機嫌で近所に住んでいる私のところにお立ち寄り頂くというような場面も、懐かしく覚えているのでございます。また、近藤良夫先生には、電気化学系の輸送現象といったような研究分野でご指導頂きまして、いまでも導きを頂いております。その他にも、ここで申し上げる時間はございせんけれども、多くの先生方から多くのことを教えて頂きましたし、また、現役の先生方につきましても何かとお世話になりまして、学ばせて頂く機会が多いのでございます。また私は以前、かなりの期間にわたりまして、教養

ホールと、フランスのエルーが、それぞれ独立に今日の

部の化学のIB, IIIB というコースの科目を担当しておりますので、そちらの方で御記憶の方々もおられるのではないかと思います。特に、中堅世代の方にそのような方がいらっしゃるのではないかと思います。もっともその当時は、私の方も若気の至りでございまして、授業の態度もまた採点も、非常に厳し過ぎるほど厳しうございましたので、まあ、余り良い思い出を持っていらっしゃる方は少ないんじゃないかと思いますが、もし、そういう方いらっしゃいましたら、この場をお借り致しまして、当時の若気の至りをお許し頂きますようお願いいたします。(笑)

創刊当初の水曜会誌を読みますと、草創期の教官、学生の息吹とそれから熱気というものがひしひし伝わってまいりますし、また、草創期なればこそ、ご苦労が偲ばれるエピソードも多々書かれておまして、創設間もない私どもエネルギー科学研究科に取りまして、100年の年月を超えて学ぶべきことが多い、まことに感銘深いものがございます。我がエネルギー科学研究科が、将来、今日の水曜会のように、めでたく100周年を迎えることができるかどうか、これひとえに、草創期にあるわれわれにかかっていると思うと、重い気分にもなるわけでございますけれども、水曜会の皆様が100年にわたって歩まれた足跡と、そしてあげられた数々の輝かしいご業績、これらを燈明に致しまして、前進していきたいと思っておりますので、皆様今後ともよろしくお導き下さいますようお願い申し上げます。

水曜会のいやさかと、会員の皆様のご健勝、そして益々のご発展をお祈り致しまして、私の祝辞の結びとさせていただきます。どうもありがとうございました。

## 来賓祝辞

(東京大学大学院工学系研究科 教授 岸輝雄先生)



岸 輝雄先生

まず、採鉱冶金、そして水曜会100周年記念、本当におめでとうございます。このような席にご招待頂き、ほんとに光栄に存じている次第でございます。私、東京大学の工学系研究科に属しております、やはり同じく採鉱冶金の血を引く材料系のものなのですが、本日は材料系を代表して、一言、御祝いの言葉を述べさせていただきます。最初に、材料系の主任よりお祝いの言葉を頂いておりますので、こ

こで読ませて頂きたいと思います。

『水曜会会員の皆様へ。明治30年、京都帝国大学創立の翌年に、採鉱冶金学科として設置以来100年にわたる輝かしい歴史を経て、現在、材料工学専攻として、ますますご発展されていること、東京大学工学部マテリアル工学科教職員一同よりお祝い申し上げます。

貴専攻は、我が国のみならず、世界的工学ネットワークのノードとして、材料に関するあらゆる知識・情報のデータバンクとしての役割を担うとともに、教育と研究を通して、人材育成と、素材を中心として基幹産業の発展に寄与されて来られましたことに敬意を表します。その教育・研究の高度なレベルは、近年だけを見ても、幾多のプロジェクトが貴専攻教官を中心として展開され、また、展開されつつあることが明白に物語っております。このことは、貴専攻各教官の弛みない研鑽の結果であることは異論の無いところであります。

他方、21世紀に向けて、科学技術の融合展開と産業基盤の大変革が進む中で、物質・材料関係の教育・研究を見直す動きが始まっております。あたらな手法に基づく革新的な物質材料の創製、材料設計、生体機能等を含む分野での、有機的教育・研究連携とともに、その発展を担う人材育成の必要性が指摘されています。このような社会の要請にこたえ、多様な材料に対する幅広い専門的知識を有し、さまざまな工学分野に貢献できる人材を養成するためには、明確なアイデンティティをもつ大学間の実質的連携が、今後益々必要になると思われま。その意味で我々は、本年4月より、統合の工学を基本とするアイデンティティの確立を目指し、マテリアル工学科を設立しましたので、よろしくお願い申し上げます。

歴史や伝統は、守るためにあるのではなく、未来への夢を発展させるためにあるはずのものです。その意味で、歴史や伝統を守る立場からでなく、貴学科と私どもの学科の、過去一世紀において培われた歴史や伝統を、我が国の未来のために実質的に展開することが要請されるともいえます。今後、若手教官を中心とした人事交流を積極的に進めるなどの連携強化をお願い致しまして、ご挨拶に代えさせていただきます。

東京大学工学系研究科金属工学専攻長および東京大学工学部マテリアル工学科主任 吉田豊信』

このような祝辞を、今読ませて頂きましたが、一つ簡単にご紹介させて頂きたいと思。この学科よりちょうど20年先に、やはり採鉱冶金ということで、東京大学で我々の学科が発祥しております。幾多の変遷がありました。この4月に、大学院はそのまま金属および材料専攻として据え置いたまま、学部は2つの学科を統合して、マテリアル工学科というものを設立してしま

す。この過程で、京都大学のエネルギー工学、環境とエネルギーへの大きなシフトというのは、非常に我々も注目し、かつそれを取り入れることも念頭に置いてまいりました。しかし、これは一学科でなすべき仕事とは言い難く、当面は我々としては、金属、セラミックス、半導体、そして有機材料まで、とくに生体材料等にも重きを置いた学科を作るということで、この4月に新しく旗揚げした次第でございます。

一見新しいといいますが、やはり伝統的には採鉱冶金の流れを汲んでおりまして、今吉田主任の話にありましたように、是非とも全国の一つのネットワークの構築の中で仕事を進めたいと考えている次第です。とくに、東京大学から見まして、もっとも教官レベルでの交流が少ないのは、実を言いますと、京都大学なんです。我々水曜会に対して、東冶会という組織がございますが、ここからは小岩先生、晃山先生が、今こちらでご活躍しております。ただ水曜会の出身者は今までおりませんでした。幸い昨年、水曜会・通産省経由で足立先生に来て頂いて、はじめて連携の橋渡しの1つができたのではないかと期待している次第です。今後ともに、異なるメンタリティがぶつかりあうということは、研究において最も重要なことと考えておりますので、一層の連携を要望する次第でございます。

ただ、ざっくばらんな話、大学院レベルでは、このところ非常に多くの大学院の学生が京都から東大に来て頂いております。エネルギーがこちらにできたために、今若干減っているのですが、多いときは、10数人の学生・大学院生が東大で勉学に励んでいます。まあ、私の研究室も今2人、京都からの卒業生が大学院におります。ただし、残念なことに、ほとんどの学生が、京都大学の大学院に失敗して東京大学に入学しているというのが現状でして、(笑)東京大学としては、「入試なんてのはあてにならないと、あんなものはどうでもよい」と、表面では言っておりますが、内心忸怩たるもの非常に大きいということをお認めざるをえないのが現状でございます。いづれにしても、京都大学の現状は、材料系、非常にまあ、百花繚乱といえますが、非常に盛んな時期だと思えます。アメリカ等のサイテーション・インパクトでも、京都大学はいつも上位にいて、下の方まで見ても、我々の大学がなかなか見当たらないということは、非常に寂しい限りなんです。我々としては、「ピークの後はかならずおとなしい時期が来るから、その時が我々の時期だ」と慰めつつ、今頑張ろうとしているところでございます。

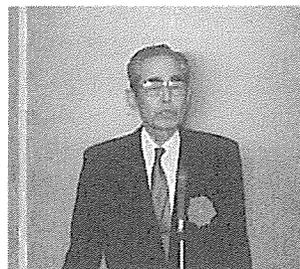
こんなことでございますが、最後に、日本鉄鋼協会という話をご紹介頂きましたので、一言お願いさせていただきます。鉄鋼協会の会長を引受けまして、約1年ちょっとが経っております。ここにもたくさん鉄鋼関

係の方、歴史的にも、多いんじゃないかと思います。産学を連携するという意味で、いま科学技術基本計画以来、日本中が非常に、時には浮かれるぐらい、大騒ぎしているんですが、それを本当に先取りした形での鉄鋼協会だったと思います。ただし、残念ながら、学の研究のレベルが若干停滞しているというか、興味を持つ人が少なくなったということで、苦しい運営を強いられているのも事実です。本年から新たに、是非、鉄鋼協会を中心に、鉄鋼の各分野の拠点を全国に作ろうということを開始しております。その第一号を、京都大学に、牧先生のところに、お願いして今年から始めるということになっておりますが、鉄鋼のみに従事している方も、もちろん結構なんです。このごろの材料というのは、手法が先行している場がたくさんあると思います。すばらしい研究方法、計算手法をもっている研究者の皆様方、技術者の方々が、その対象に再びもう一度、鉄鋼をいれて下さると、そういうような時代が来ることをお願いしたいということで、最後に一言付け加えさせていただきます。

本日は、少し早く着きまして、少し散歩をさせて頂いたんですが、自由な学風、それでいて非常に自我の強い京都大学。しかし、京都大学の先生というのは、私たちはどうしても昔から、わりと紳士の先生だという印象を持っております。先程、長尾総長のところをお尋ね致しましたら、やはり設立以来、「自重自敬」というようなことが、この京都の一つの伝統だと伺い、それも肯けるものと感じ入った次第です。しかし、それと同時に、いくつかの新しいベンチャーが、この近くに生まれているのも事実で、そこへの期待も非常に高いものがあるかと思えます。その中核としての素材、採鉱冶金の伝統が生かされることを願いまして、本日のお祝いの言葉に代えさせていただきます。本日は、誠にありがとうございました。

来賓祝辞

(大阪大学名誉教授 藤田廣志先生)



藤田廣志先生

この度、100周年記念、誠にありがとうございます。本来は、現役の教室の代表が御祝いの言葉を述べるべきだと思いますが、私が古いことを少し良く知っているというよう

なことだったと思うのですが、私が選ばれましたので、大阪大学材料系教室を代表致しまして、心からお慶び申

上げます。

実は、大阪大学も高等工業の時からカウントしますと、100周年をもう既に迎えておりますが、京都大学の場合は、当教室が京都大学の一員として、もう既に一世紀ということになっております。この前、新宮先生から送って頂きました水曜会誌の巻頭言を拝見いたしますと、「地中に埋没する財はすこぶる巨大であり、それを人類の幸福に資すべし」というふうに書いてございますが、実は良く考えてみますと、金属学を中心にした材料学の発展というのがなくては、現在の人類の文明というのはなかったと思います。その意味で、この当教室の存在というのは、非常に意義深いものがあると思います。

ところで、京大がリーダーシップを取って頂いた関西地区の学風には、特別な特徴がございまして、関西学派とでも呼ぶべきものでございます。その一番重要な点は、「多くのことを知るよりも、一つ一つのことを確かめる」という実証主義に徹していることだと思います。実は、関西で活躍されておられました山口珪次先生という方が、世界に先駆けて、格子欠陥の元になりました dislocation というモデルを、転位というモデルを提案されたんですが、その後、戦時中、このあとの仕事が途絶えておりました。外国から本格的にその学問が導入されたのが、終戦後でございまして、その間に、我々の方はずいぶんギャップを感じていたわけでございます。ところが、関西の方からこの遅れを急速に取り返しまして、昭和30年前後には、すでに世界的な研究を、関西の方から続々と発表して行きました。これも、実は、実証主義のお蔭だというふうに考えております。ある有名な科学者が申したことに、「未だ理論で予想されたような新物質はない。ところが、反対に1つの新しい物質を発見すると、これがこれまでの理論を飛躍的に発展させるものである。」という言葉がございまして、事実、皆様よくご存知と思いますが、最近では、今まで予想もされなかった新しい物質が次々と発見されております。たとえば、今まで絶縁体だと信じていた酸化物が、140K以上の高い温度で超伝導を示すというようなこととか、あるいは、数学的には空間を埋めることがほとんど不可能だといっていた、正五角形、正20面体が、ちゃんと空間をびっしりと埋めている準結晶という材料、あるいは、フラーレンとか、カーボンナノチューブのような新しいカーボンの素材、あるいはまた、全く新しい物質のような挙動を示します、アトム・クラスターとか、そういうものが次々と発見されております。これらはまさに、実証主義が如何に大切かということを示していると思います。

いま1つ、関西学派の1つの特徴といえますものは、自分の殻に閉じこもらずつねに広く、他の分野との交流を積極的に進めてきたことにあると思います。残念ながら

ら、我が国に近代科学が導入された時点では、すでに各専門が細かく別れておりまして、お互いの情報の交換というのが、非常に難しい状態にありました。最近では特に専門の細分化が進みまして、異分野間の共通の言葉を失いまして、外からの情報が入るのが非常に難しくなっております。ともすると、排他的になるというような傾向すら見受けられます。これはたぶん Max Planck Institute の Planck 教授だったと思うんですが、その方が新入職員の前でお話された中に、こういう言葉がございまして、「君たちが自然科学を志すとすれば、自然科学の勉強は当然であるけれども、文学をも勉強しなくてはならない」といっておられます。これは、自然の仕組みというものが非常に複雑で、多面的にものを捉えなくてはいけないということを教えていると思います。

その点で、関西には、有名な物理冶金談話会というのがございまして、これは、今は亡くなられました高村仁一先生の名司会によりまして、最盛期を迎えたわけでございますが、この会では、まず、他分野の人と、知識・情報を交換するということに主眼をおきまして、企業を含めて広い分野の人が一堂に会するというのを、まず心がけました。それから、そこで話される講演に関しましては、30分以上の時間を取りまして、十分な内容を披露してもらおう。続いて司会の方が、その発表された講演を要約いたしまして、聴衆に非常にわかりやすく解説する。そのあとで、他分野の人の意見も十分聴取できるように、ともすると、講演時間より長い時間の討論時間を取りまして、十分な討論を行いました。さらに、外人をも含めて広い分野で、非常にすばらしい業績を上げた方の話を聞くという機会を、非常に頻度よく持つということに心がけました。このように非常にユニークなシステムで運営された物理冶金談話会というものは、国内はもちろんのことでございますが、国外でも非常に有名になっておりまして、お蔭様でこの会で育成されました優秀な方々が日本の国内に広がっていきまして、各地区で、物理冶金談話会に非常に類似したような会を創設され、現在も運営されているということは、私たち関西人と致しまして、非常に誇りに思うところでございます。

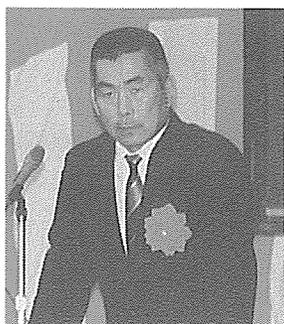
ところが、先日送って頂きました水曜会誌の巻頭言を見ますと、実は、この物理冶金談話会のルーツが、水曜会にあったということに気がつきまして、この物理冶金談話会のいま申しました特殊な、非常にユニークな運営の方法というのは、この巻頭言によりますと、それとそっくりのことが既に行われていたということが記されております。しかも、この物理冶金談話会は昭和23年に発足したわけでございますが、この水曜会の会も、戦時中途絶えておりましたのが復活致したのが、ちょうど同じ年の昭和23年でございました。これを見ます

と、この水曜会の先見性と、この教室ならびに物理冶金談話会を創設した人々の理念がわかりまして、非常に感激した次第でございます。そもそも、採鉱冶金学といいますが、その水曜会誌に明記されておりますように、大地から金属を取り出すという学問でございますが、化学、物理学の理学はもちろんのこと、材料としてそれを利用するすべての工学、果てには、芸術までも含めた、まさに総合理工学というようなものでございまして、現象を多面的に捉える学問だと思えます。

いま述べましたように、この京都大学のリーダーシップによりまして、非常に素晴らしい関西地区の土壌を作って頂きましたが、この100周年を迎えたのを機会に、この当教室とならびに水曜会がますますご発展されることを心から念じまして、また同時に、今後とも大阪大学とますますのご親交をお願い致しまして、私の御祝いの言葉と致します。本当に今日はありがとうございます。

100周年記念講演会での水野氏と小松氏の講演の記録をここに掲載致します。ただし、紙面の都合上、いくつかの部分を割愛し、両講演とも約半分分量になっております。話の内容や、その場の雰囲気十分伝わらない点のあることを、どうかご容赦下さい。

## 水野弥一氏 「最初の一步、最後の一步」



水野弥一氏

私も実をいうと水曜会の端くれでございまして、本日のこの百周年という非常に記念すべき会に、1つはこうして出席させて頂いて、本当に大慶至極ということ。と同時に、どう考えても私は水曜会の落ちこぼれでございまして、そういう意味で斎藤さんから、同級生なものですから、ちょっとこういうことで話をせいでいわれて、気軽に「はいはい」というたもの、「ちょっと待て、これ偉いこっちゃぞ」と。大体、この落ちこぼれのはみ出しもののが私が何をいうたらええのかな。と、いうなことでありまして、大変ちょっと、どういいますか、ここの高い壇、居心地が悪いというふうに感じております。が、そこはゲームと一緒にございまして。とにかく試合に望んだらですね、弱くても下手でも、そんなことどうでもいいんで、勝ちに行くんですね。要するに開き直りの精神でございまして、開き直ってですね、落ちこぼれ人生を、人生というか、私ども京都大学のアメリカンフットボールのことを、ご紹介させて頂きたいというふうに思います。確かに京都大学のような所で、スポーツで日本一、それも一遍だけじゃなくて、大体ここ15年程トップクラスを維持しておるものですから、非常に興味を持って頂けるというふうに思います。そこで私どもの基本的な取組み方というのを、一度簡単にご紹介させて頂きたいなと思います。

それはどういうことかという、私は人間の行動というのはですね、やっぱり脳が支配してるんですけども、その中で、私は脳の学問的なことは良く分かりませんが、よく言われるように、左脳と右脳があって、それぞれ役割分担があるんだと。論理回路というのは左脳であって、右脳の方は、いわゆる感覚的なことだとか、そういう部分が非常に強いんだと。どうしても人間というのは、自分の意志で使える左脳の方を使う事が多いんじゃないかなと。特に勉強なんてものは、まず左脳のやることの

代表だと思うんですけど、ただやっぱり、私はやっぱり最終的には、左脳と右脳のバランスという事が極めて大事なんじゃないかなというふうに思います。そういう意味から考えると、どうも勉強とかいうことと違って、スポーツという世界においては、非常に右脳の方が優先される事が多いんです。だから、よくスポーツ教えるときに、どういつて教えるかという、「おい、お前、理屈を言うな、黙ってやれ、やれるまでやったらええねん」これ正にその通りなんです。 (中略) 要するにやれて何ぼやと、いうもんですね。これは何もスポーツだけじゃなくて、社会生活にはこういう部分が多いと思うんですよ。料理人でも芸人でも職人でもそうですね。料理人がいくら理屈分かっていても、美味しい物が作れないとお客は来てくれません。要するに作ってなんぼやという世界なんです。その為には、理屈ということ割合嫌がる。だからよく“運根鈍”なんてこといわれますね。ということは、あまり器用にあれこれ考えちゃいかんのだと。とにかく、鈍臭く一つの事とことんやれと。やれるまで根気良くやれ。あともう一つは、いつかある時に何かのきっかけで、「あ、俺はコツを掴んだ」ということが分かる。こうなると世界が変わると思います。自己認識が変わると思います。例えば、大工さんでもですね、鋸で真っ直ぐひけんような人は、危なくて家建てられませんが、ところがですね、自分の思い通りに木を加工することが出来れば、これはやる前から完成したイメージ、成功したイメージで取組む事が出来るわけですね。だから要するに、こういう職人でも料理人でもそういう人間になって何ぼやと思います。理屈やないと思います。そのためには“運根鈍”なんです。

ところが、ただ一つここで問題があります。それはどういうことかと言うとですね、我々の場合は“運根鈍”でコツが分かりました。「いつ解ったんだ?」「5年目か?」「5年目フットボールないよ。」アメリカンフットボール4年しかできないんです。要するに我々は何事も4年の範囲内でやらないと駄目なんです。ここに要するに時間の制限があるということが、僕はスポーツの大きな特徴だと思います。でも、よくまあ日本の場合はそういうことを無視して、むしろやっとなら分かるとい

う思考多いんです。これ何故そうかなと思うと、私の勝手に思う事なんですけれども、要するに武道の影響じゃないかなと思うんですね。武道とは元々何の為に習うか、人を殺すためじゃない、生かすためだと。ということは要するに、「武道」その「道」を極めるということだと。(中略)それがですね、我々は武道のように、究極どうなるとか、究極何を身につけるかというような、そういう拘りを持つわけに行かない。どんなに素晴らしい物でもそれをマスターするのに10年かかるんなら、我々もう既に意味がないと。大事なことは与えられた時間で何が出来るのかと。どこまで出来るのかと。こっちの方が大事やと。だから我々の場合は、「運根鈍」で、そりゃ確かにいいんですけど、問題はいつわかるかということですね。だから我々にはやとったら分かるという発想はないんですね。どうするんだと。分かってからやるんだと。だから、うちは理屈やと言うんですよ。まず理屈やと。だからコーチなんて教えるときは、何故そうするんだと理屈を教えると。その時に、日本式の場合は、上の人に「やれ!」言われたら「はい」ってええ返事して、いかにもやとる振りをする。いや当然です、分かってないんだから。こんな怪しからんことない。分からなかったら聞くのが礼儀や。だからうちは黙ってやるなっていうんですよ。そういう意味で、かなりやり方が普通のスポーツと違うんじゃないかなと、非常にそれが我々特徴なんじゃないかというように思います。(中略)

我々京都大学の場合はですね、ほとんど大学入ってから初めてアメリカンフットボールどころかスポーツを本格的にやるのがほとんどなんです。というのは要するに素人なんです。初心者なんです。ていうことは我々が一番心せないかんの、初心者を教えるんだということなんです。そうするとこの教育ということは、私はただ良いことを教えたつたら人間はよくなるというものではないと思うんですよ。その人に合ったことを合ったように教えることだと。そうすると初心者に教えるということは、上達者に教えるということとは全く違うんです。よくスポーツで心・技・体なんて言われます。これ要するに心が一番大事だというわけで、その次が技で一番下が体だというわけですけどね。もちろん、かなり上達した人でも強くなろうと思ってトレーニングします。だけど人間一生懸命努力をしたら、やがて1トンのバーベル挙がるかと。そんなもん挙がるわけではない。体力なんてのは明らかに限界があります。技術もそうです。じゃ、体力や技術が限界まで来たらそれで終わりかと。そんなことない、まだ上がある、それが心の部分なんです。 (中略)ところがですね、初心者の場合は関係ないんですね。要するに初心者というのはですね、トレーニングをしたらただ強くなります。練習をしたらした

だけ上手くなります。心の持ち方に全く関係なく、やったらやっただけ上達します。これが初心者なんです。じゃ、とにかくやればいいのか。そんなことないんです。やり方がまずいと、労を多くして功少ない。ところが、初心者はどうしたらうまくやれるか、わかっていないわけです。だから、教えてやれということですよ。

じゃ、ここで大事なことは教え方やということになるんですね。ところが日本式はですね、「やとったら分かるよ」ですね。要するに「お前もこうなつたらええねん。こうやつたらええねん。」わかりませんよ、そんなこと言われても、やったことない人は、「そりゃ、わからんお前が悪いんやと。俺はええこと教えたつとんだ」と。普通はこうなんです。だけど私はそうは思わない。それはわからん奴が悪いんじゃないで、分かるように教えない奴が悪いんだと。というのは、下手な人は上手だった経験はないんです。だけど上手な人は下手だった経験があるんです。だから上手な人は下手な人のところまで戻って行って、「今お前はここにおるんだから、次こうするべきだ」ということを、ネクスト・ステップを具体的にアドバイスしてやるのが教えてやるということだと思います。ということは、やっぱ分からん奴ほど、僕は具体論やと思うんです。だから僕は初心者というのは、出来るだけ具体論として教えるべきだというように思います。だから、まずその第一として、一番大事なものは僕は理屈やと思います。理論やと思います。私どもが割合成功してますのは、普通やつたら野球部入部しますわね、1年生なんて最初の半年くらいは、練習中外野のフェンスに張り付いて「あお、あお」声出して終わりです。「ならお前ら暇やろうと、暇やつたら雑用くらいせいや」と。だから大体運動部では1年生が雑用することになるとるんですよ。これね、もったいないですよ、時間が。だから我々は、1年生は練習中はあるし練習しません。まともにやつたら一遍に壊れますから。その代わりにしょっちゅうミーティングでですね、頭のトレーニングをします。「アメリカンフットボールというのは、こういうスポーツなんだ」「こういうルールでこういうメカニズムでやるんだ」「うちはこういうチームなんだ」「その中でお前にはこんな選手になってほしいんだ」「だからそのためにこういう練習をするんだ」と。そういう事をまず頭に叩き込んでから、初めてそれをグラウンドで実行させようというわけで、このやり方、非常にうまく行くとるんですよ。だから我々がとにかく唯一自慢のできるの、初心者教育なんです。これは他のところよりもうまくやってるんじゃないかと思えます。もちろんだからそのために、うちは1年生は忙しいです。雑用してる暇ないんです。だからうちはグラウンド整備も部室掃除も全部4年生がやるんですよ。(中略)

その次は、アメリカンフットボールというスポーツをするための基本ですね。この基本は何かというです、これまで多くの人がこうやってうまいこと行ったとか、こうやったら良い選手になったという成功体験の集積だと思います。これは普遍的に多くの人に当てはまる優れた方法論だと思います。それだけに、この基本というのは、絶対に正しくなければいけません。基本は絶対に我流でやったらいかん、正しくやる。一番ええ例が勉強ですよ。そういう意味ではうちの選手いいんですよ。勉強好きな奴ですから。そうやから京大入れるわけですから、いづれにしてもですね、そういう教え方をするのに向いてるんですね。だから要するにその時に勉強ちゅうのは、これ正に具体論です。音楽や絵の勉強は確かに感性や心いりますけど、他いりませんねん。だから基本も正しくやろうやから勉強と一緒になんです。100%具体論としてやったらいいんです。だから初心者教えるときに心や感性をいうから、かえってわからんようになるんです。全部排除するんです。100%具体論としてやる。そうすると、あるレベルまでは、割合早くみんなマスターします。あるレベルまではですけど。これは僕は良い教え方じゃないかというように思います。後もう1つの具体論は、要するに体造りです。ああいう激しいスポーツをしても、壊れんような体を造らなあかん。トレーニングします。まあ京大生なんて、それまでまともに体なんて鍛えてません。その代わりやったらすぐ強くなりますからね。大体最初の1年間で体重は10kg~20kgぐらい増えます。力は確実に倍以上になります。そのぐらいうすぐ造れる。

そうするとですね、フットボールとはどういうスポーツかということが分かってきた。いわゆるその理屈が分かって、それから基本が身について、そして体ができた。要するに上達しているわけですよ。上達するとどうなるか。面白くなるんですよ。それまでよりも熱心にやる。益々上達する。さあ、やがてレギュラーになって試合に出たら、万来の観衆でテレビ映ったら、そりゃもう勝ちたいですよ。「俺はもう勝つためやったら、大概どんなことでもやる」「落第しても構わん」、ちょっとすみません、これは、というわけで、要するに私共のチームの最大の原動力は、この選手の「もう勝つためやったら、どんなことでもやる」というやる気なんですよ。やる気が一番大事なんです。ただここで一つだけ心せなあかんのは、だからといって、新入生に、「だからお前もやる気出せ」出るかちゅうねん、出ないちゅうねん、「試合出たらええぞ」出てみなわからん、そんなもの。「勝ったらどんな気分ええか」勝ってみなわからん。だから、なった後の話はするなというんですよ。ところが大体我々は、このなった後の話が好きなんですよ。だから良く間違えるのは、一世を風靡した名選手を連れてきて、その人の深遠なる哲

学を聞いたら、さあチームは強く...そんなもんならないんですよ。なるほどそんな人の話を聞くと感動します。感動すると一時的にやる気出ます。俺も一丁。でもね、やってみて現実にぶつかったら、一辺に吹き飛びます。「なるほど、あの人の話を聞いて俺はやってみたけど、どうも何か話ちがう」と。「あの人は選ばれた特別な人や。それに比べて俺はただの駄目人間や、駄目人間の俺がいくら頑張っても、あんな真似は出来るわけないよ」と。これ、自分にはそういう事は絶対不可能なんだという強い信念を培つとるわけですね。止めといたほうがましです。だからよく人間、まず心といわれるけど、私は違うと思うんです。原則的には人間は現金やと。ということは要するに、良い現実が出来たらやる気てくる。いやな現実出てきたらやるのいやになる。ほな何が大事やと。ええ現実やないかと。それを造るための具体的方法論。これが大事やと。「ええ結果が出たらどンドンやる気もついてくんねん」と。まず心じゃないと、まず具体論やと。

ここではちょっと省略しますが、とにかく我々の目的は勝つことなんです。勝つしかないんです。これはもう、勝つということを唯一の目的とした事業として取組もうと。そうするとここで事業を成す時に、私は2つのことが大事だと思う。1つはまず、志を立てようと。その次は一旦志を立てたら、多少難しかろうが、しんどかろうが、最後までやらないかん。そのための情熱とか精神力とか、ものすごく大事やと。この2つが揃わんと物事は成就しない。ところがスポーツを熱心にやるとる人はたくさんおります。そのほとんどが、僕は根性と精神力で最後までやるんだと。だけどね志を立てとるもんは、あんまりいませんよね。何故かと。「僕は勝つためやったら死ぬまでやります」と。「死ぬまでやったらお前、昨年優勝したあの連中に勝てるか」それは、やっぱり駄目なんですよ。よくスポーツでは、勝てる勝てないじゃない、努力することが大事やといわれます。僕はこれ嘘やと思うんですよ。勝てないけど頑張りますは努力じゃない。努力してる振りをしてるだけなんだと。監督の手前、先輩の手前。実態は忍耐なんですね。確かに忍耐っていうのは時には大事やと思います。だけど、忍耐=努力ではない。大事なことは努力することだと。そのためには何が大事か、勝てると思うことだだと思います。ところが、どうしたら勝てると思えるのか。監督が選手捕まえて、「おうお前、勝てると思え」誰だつて、「はい」いうに決まっています。だけど人間、こう思えといわれてそう思えるんなら、楽でいいですよ。恋の悩みなんかはないですよ。「あの子お前に気ないねん、やめとき、こっちのにし」「はい」で済んだらいいですよ。そんなもん。禪の坊さんだつて、「おうお前、解脱せえ」「はい」で済んだら修行せんでええんですよ。そうは行かないんですよ。じゃ

どうすんねん。一番確実なのは、どこにも負けないだけ猛練習をする。これは確かですよ。ところがですね、ここに一つ問題がある。一日やってもあきません。どんだけやるかですよ。そうするとね、大体ほとんどのスポーツというのは、要するに体力、技術とさっきの対応力。対応力なんてものはね、例えばボールが飛んでった、その時に外野手がですねカーンと打ってですね、ボール追って、弾道計算してそれから落下地点へ走ったら遅いんですね。要するに、こういう対応力なんてものは、目が見た瞬間に体が動いとらないかん、頭使とる暇ない。大体だから今の対応力も技術も体力も全部で身につけるもの。というのは、どれだけやったかで決まるんですよ。ほとんどのスポーツはそうなんです。だから国立大学の場合は不利なんです。大体強い運動部なんてのは、選手は大概スポーツ推薦入学で高校までガンガンにスポーツやっとな奴ですよ。大学入って来た時に、半分出来上がっています。ところが国立大学の場合は、やったといっても、せいぜい県大会1回戦敗退やってね、やっているレベルが全然違います。大学入ってから初めて本格的にやるんです。2年や3年で追いつく、追い越せるか?不可能です。だから国立大学のスポーツというのは、なかなか勝てないんです。しょうがないんです。

ところがアメリカンフットボールだけはちょっと違う。なぜ違うかという、試合をする時にボールの取り合いがない、いわゆる、攻守交代性である。その時にアメリカンフットボールは4ダウン制で4回攻撃するとチェンジしますが、その4回以内の攻撃でボールを10ヤード以上進めると、攻撃権は更新できるんです。だから4回以内にボールを10ヤード以上進めておれば、いつまでも攻撃が継続できます。そうすると敵のゴールまで行くんですね、その内に、だから大事なことは、4回で10ヤードということです。当然、常にですね、後何回攻撃で何ヤード進まないかんか、ものすごく重要な条件です。その条件に適した作戦を立てるんです。(中略)即ち、現実を徹底的に分析した上で、つぎ何をすべきかという準備をしてプレーするんです。ところが、サッカーでもラグビーでも、敵は待ってくれなんです。要するに、出たとこ任せ、臨機応変なんで、頭使っている暇ないんですよ。つまり、それまでに、その選手が身につけたもので決まっちゃうわけですよ。ところがアメリカンフットボールは有難いことに準備ができるんです。どういうことか、多少選手の出来が悪くても、その選手の悪いとこが出ないように、良いところばかり出るようにうまく準備するんです。でまた更に、試合でプレーすることを想定して選手をトレーニングできるんです。選手もそれを頭にわきまえてやれば、かなり短期間でマスターすることができるんです。要するにアメリカンフットボー

ルだから京大でも勝てるんです。だからやっとな奴ぢゅうんですね。だから我々にとって、アメリカンフットボールするのが目的ではない。これは手段だと、目的は勝つことだと。勝つためにこのアメリカンフットボールが、一番我々に向いてるんだと。だからアメリカンフットボールやっとな奴だということなんです。(中略)

要するに作戦を立てるということです。そうすると大概、選手というのは、「なるほどそうしたら俺達でも何とかなるぞ、ひょっとしたら勝てるぞ」そう思ったらしめたもんです。放つといっても努力をします。だから私は大事なことは、こうやればやれるんだ、こうやれば勝てるんだ、即ち方法論を確立して可能性を確信する。これが志を立てるということだと思います。僕はこれは心の問題ではないと思います。具体論だと思います。だから僕は何でもそうです。最初にまずものをやる時は具体論だ。これが“最初の一歩”なんです。

ところがそういうことやればその内にどこまでも強くなるか、そうは行きません。先程申し上げたように、体力とか技術という具体論はすぐ頭打ちします。そうすると先程申し上げているように開眼しないとイケないんです。ところがね「監督、開眼するってどういうことですか?どうしたらできますか?いつできますか?」そんなこと知らんちゅうんですよ。それはその人の観念の問題なんです。スポーツなんてものは、要するに大事なことは、最後、一瞬先をイメージすることです。例えば、野球の選手がバッターボックスで構えます、ピッチャーがボール放ります。ところがですね、よくボールを見て打てと言われても、バットがボールに当たる瞬間見えとる奴なんていません。大体消えてしまうんです。ええ選手は3m手前で消えるし、ちょっとドジなやつは5mで消えちゃうし、ということなんです。というのはどういうことか、いずれにしても消えるんだけど、要するにそれから先はボールがここへ来た時のことを感じて打ってるんですね。何でもそうなんです。スポーツは、これはもう右脳の働きなんです。理屈言うとっても駄目なんです。要するにその人が感じられるかどうか、そういう一瞬先をイメージできるかどうか。これは残念ながら、他の人が持てっちゅうて持てません。要するにその人がそう思わないかんのです。その人しか出来ないことなんです。だからよくね、あの監督がああ選手を名選手に育てたと。嘘です。そんなこと100%ありえません。なるほど、10年かかるところを、良い環境を作って、良いアドバイスを与えてやって、5年で良い選手になった。これはあります。だけどその人が良い選手になること自身は、正にその人のことなんです。だから、もうその人が自分でやらないかんのです。それを練習を通してやるんです。当然、そりゃもうものすごくやらないかん。100

回、200回じゃ全然駄目です。1000回しても、10000回してもまだあかんかったと、だけど、10001回目にできたというもんなんです。だから人が物を知るというメカニズムは、1つは勉強のように知識を貯えたら貯えただけ賢くなるという知りかたと、ところがもう1つはこの開眼するように、やってもやってもわからんけど、ある時突然全てが分かるという知り方もするんですね。これは僕人間のすごいところやと思うんですよ。その10001回目に世界が変わっちゃうわけですよ。例えば僕が開眼しようと言って、やっけていても10000回目でやめてしまったら0と一緒なんです。見かけ上は何の進歩もない。その10001回目をやってこそ、意味があるわけですね。だからやがてあるレベルを超えると、こういうこと即ち、観念の世界ちゆうのはそこまで行き着いてなんぼやと、その“最後の1歩の差”ものすごく大きい。これが僕の申し上げる「最初の1歩、最後の1歩」ということなんです。

要するに、ただそういうことをやっけるとわけですが、じゃこでもう一度原点に戻って、じゃお前、アメリカンフットボールで勝ってどんな得するねん。何にもないです。アマチュアスポーツで勝ったところでね、一銭の得にもなりませんわ。就職難の世の中でね、中には大学によっては良い選手になると、今でもフットボールやっとする一流企業に就職させてもらうことできるわけですから、これはメリットありますけれど、幸か不幸か京大の場合は、今時でもやっぱりちゃんと卒業すると大概、一流の企業が引っ張ってくれます。そんなもんスポーツしててもしてなくても一緒ですよ。勝っても負けても関係ないですよ。[ようお前らそうかと、日本一か、そら立派やな。うちの会社来たら給料倍やろか] こういうところはないうです。正に勝っても負けても一緒なんです。じゃ、何故やるかということなんです。ということは、アメリカンフットボールのことを、知識が身についても多少体が強くなっても、そのこと自身はそんな大してメリットはないわけですね。そりゃどういふことか。その勝つということを目的として、やっぱりそれに取組むという過程に僕は意味があると思うんですね。だから我々の場合は、勝つと、そのためにどうするねん。普通はスポーツやったらベストを尽くしなさいと。僕は駄目やっちゆうねん。ベストなんか意味ない。ほなどうすんねん。ベストを越えちゆうね。これは地獄ですわ。我々は要するに、勝つための努力をずーっとやっ取ります。(中略) 勝つために、与えられた時間の中で一番効率が高いのは、僕は弱点克服やと思います。強いところを伸ばすよりも、弱点克服するほうが時間効率が高いですよ。これが、だからうちの選手の場合いつでもそうです。「これじゃ負ける、こないしたら勝てない」明るく楽しくなるとなれば

へんで、こんなものは、中にはそうして試合に出たと、やっぱり勝ちたいという裏は負けたくないんです。何とか負けるということを否定したいんです。ところができるかちゆうんですよ。大概ビデオで相手のチームを分析します。向こうの方が強いんですよ、これ。今まで私は長いことやっけてますけど、今年は優勝して当然やというチームは、昭和62年のチームだけです。あれ以外はビデオで見ると、みんな向こうの方が強いです。ということは要するに、負けるということは否定できないんです。負けるちゆうことから逃げられないんです。だけどやっぱり僕ら勝たないかん、何とか逃げたい。これ駄目です。人間というのは、やれないことをやろうとした時は絶対破綻します。そうすると、やれることすら出来なくなります。どうしたらいいのかと。私もこれ、昔聞いた話ですけど、あるお坊さんの話聞きました。すごい修行やっけてるわけですよ、10年15年てね。例えばこんな修行しまんねんて聞いたら、そりゃ人間ってというのは煩惱があつてな、その煩惱に勝つためにああいう修行をすんねん。そうですかと、あんなすごい修行したら煩惱には勝てるもんですか。いや勝てへんちゆうね。じゃ何のためにやってんねんちゆうことになりますけど。要するに人間というのは、そういうすごい修行をとことんやり抜いたあげくなんです。これが大事なんです。要するに人間というのは煩惱には勝てないんだということが分かるんやと。その時に非常に心が楽になると、だから仏教では負けることが大事やと。大いに負けなさいということと言われる。我々の選手も多少似ると思うんですね。最後になってね、負けることから逃げられんと悟る奴がおるんですよ。ところがね、そんなことビデオ見たら分かるわけやから、「負けることからは逃げられへん」ということは誰でも分かりますよ。だけど、それを心で納得するというのは大変なんです。どうしたら心で納得できるようにするか。そのためには先程申し上げたように、ベストを越えろということですね。もう4回生にしか言いませんけど、とにかく最後の1年やと、もうお前今年1年、後全部なしやと、勝つことしかないで。すんません、勉強もないしね。新年も宗教も哲学も子孫もみんないらん。必要なら親も殺せ。そこまで言うと言い過ぎかもわかりませんが、要するに俺には、世の中に勝つということ以外ないんやと。そこまで思て、ギリギリまでやってみちゆうんですよ。そうすると最後に「もうあかん、これ以上はどうにもならん、もう勝っても負けてもこれがわしや」と、そう思った時に初めて負けることが恐くなくなるんですね。要するにこれが俺やと思うということですね。人間というのは、なかなか自分というのはわかりません。何故わからんか。これは要するに左脳の問題じゃないんです。理屈で考えても自分わか

らない。自己認識というのは右脳の問題やと。男の子やったらですね、お前勇敢か？僕は勇敢です。と言いたい。だけど本当に勇敢かどうかは、そういう瀬戸際に立たないとわかりません。だから、ある一時期、自分をギリギリの瀬戸際に立たせて初めて、ああ、俺はこの程度の間人やったんやということがわかるわけですね。(中略)だからまあ、たかがスポーツかも分からんですけど、ある時期そういう取り組み方をすることによって、自分というものの一端に触れるということ。これが後々の人生に非常に私は役に立つんじゃないかなというように思っております。だから割合、私共のOBちゅうのはそういう経験が良い経験だったし、勤めとる職場なんかでもですね、そういう部分をそこそこ評価して頂いてると思います。だからまあね、国家の税金で5年も大学行くのは問題かもわかりませんが、どうかその辺は一つご了承のほどお願いします。そういうわけですね、それが我々の1番大事なところであると。そういう意味でもですね、やっぱり本当に大事なものは、この「最初の一步」やと。だから確かにそういう意味では、武道でも言われる、他のスポーツでも言われる、職人や芸人の世界でも同じように、理屈言うな、黙ってやれなんです。要するに最後は心で分からぬ意味がないと。非常にそういう理屈を嫌がる。しかし私は決して、やっぱりそのスポーツの世界に於いても、私が先程申し上げたように、京都大学みたいな、特に素人、初心者教える時には、具体論を持って教えて行けば割合と時間をセーブすることができますよと。普通なら10年かかるところを3年ぐらいで上手くなっ

て、そこそこ結果を出すということも可能なんじゃないかと。ただ、それだけでは駄目で、最後はいずれ開眼するという「最後の一步」が求められるわけなんです。そういうことを我々念頭において、こういうスポーツをしてるんだと思います。(中略)

まだまだ沢山申し上げたいこともあります。例えば特に最近の京大生について、あの受験勉強を勝ち抜いてきた、あの連中には、僕はかなり問題があるんじゃないかというように思います。だからというのはどういうことか、あまり物事を右脳で考えない。現実的に考える。だからこういうことのためにこうするんだ。すぐ目先の目的がないと物事やらない。やり方が分かってないとやらない。答えが無いとやらない。駄目じゃないかと、僕は人間ちゅうのは本当に価値のあることは、それを知ることによって世界観が変わる、価値観が変わるほどのことを知ることが一番素晴らしいんやと。だからそういう今自分の分からない世界を知ろうという探究心、これが知性だと思います。ところが残念ながら今の受験というのはそういう知性を問うてませんね。ただ与えられた課題をどれだけ達成したかという達成度はよう問うとるわけで、こういう客観的なもので人間というのは評価できないと思うんですね。だから一度是非そういう意味では、大学の皆さんにこの受験の入学試験のやり方というものを、是非、ご再考願って、本当におもしろい人間が京大入ってくるようにして頂きたいと思います。どうも長らく御静聴ありがとうございました。

## 小松左京氏 「世界初の冶金 SF『日本アパッチ族』について」



小松左京氏

伝統ある京大工学部採鋳冶金、採鋳冶金という名前はないんだそうですね。冶金学科ってのが名前がかわったのが、いつ頃でしょうか。12年ぐら以前に、私の知り合いの、年下の、まあ新聞社行っている人ですが、実は、彼の妹さんのお子さんが中学で優秀なんだけど

も、彼は京大行くんだと頑張っていると。「京大でなんか、にわとり教えるところあるんですか？」と聞くんで、「農学部か?」「いやそうじゃない工学部だといっています」と。よく聞いてみたら、彼は冶金という字が読めなくてチキン

と読んでいたですね。だから、やっぱりちゃんと字も残しておいた方がいいと思います。

本当は、男の兄弟が5人おりまして、そのうちの3人が京都大学冶金です。おやじも、神戸製鋼関係でいろんな、最初は理化学機械、いわゆるメスシリンダーだのなんだのやっていたのが、だんだん工学系のほうに行きまして、パイロメーターだのデュラトメーターだの作っております、工場が独立する前は、住んでいた家庭のところで、職人さん・小僧さんがそういう物を組み立てておりました。何のことだかわからなかったんです。ですけど、兄貴は甲陽中学から旧制松江高校の理科へ行きました。理科行って、終戦の年には名古屋大学の冶金へ入っていたと思います。理科行けというのは、その時は、いつてみれば徴兵拒否なんですね。文科系大学生の徴兵猶予がなくなったのが昭和19年、その前の17年に徴兵年齢

を一般 19 歳に下げます。それで、終戦の年の昭和 20 年の 9 月にはそれを 17 歳に下げるということがあったそうです。しかし、それが幸いにも、8 月 15 日に終戦になりました。その前、まあ子どもの頃ですから、「子どもの科学」ってのを兄貴も取っております、兄貴がとると、「少年倶楽部」も、こっちが持っていて読むということで、兄貴が怒り狂ってるんですが、「子どもの科学」は読むし、それからそうですねあの頃でしたら、「科学画報」というのがありました。誠文堂新光社です。それから、中学校の頃には、アグネ工学社の「金属」という雑誌が入ってきたんですね。私が、戦後、親父に逆らって、理科系行かないで三高受けて、三高なら理科行け、文科行っちゃったんですね。それから、第 1 外語が英語ですが、次に教養課程が入って来て、新制の大学ができました、あのとき三高入ってどうだって胸張ったんですけども、非常に残念だったのは、私が卒業した昭和 23 年度からまた学制が変わりまして、中学まで義務教育で、それから高等学校ってできたんですね。その高等学校は、旧制高校ではなしに、つまり、今いまの神戸高校、洛北高校みたいなものです。それで、あの喧しい神戸一中が、県一と合併して男女共学になっていったときに、ショックに、親父に三高やめて留年していいかて聞いたら張り倒されました。あの頃は本当に張り倒すんですね。それから、英語やっていたものですから、「これおまえバイトで訳せ」て、「Chemical Abstract」って、こんな本があるんですよ。なんのこたか分からないけど、とにかく辞書引いてやりました。

それから、文科系いくんだったら、まず法学部か経済学部行けて、いやだ、文学部行く。それから、哲学はちょっとあれがありませんが、西洋文学やるんだったら、じゃあ英文か独文行け。せめて仏文行け。フランスはわりとあそこ、戦争中ですけども、Chemistry が非常に強いところだったんですね。デュボンとか。それからまあ、フランス革命の前にフローjeston という名前で酸素を発見したラボアジエなんか。あれギロチンにかかっちゃうんですね。ひどいもんです。で実は、フランス系の資本・技術でできた工場が、神戸製鋼の近所がありました。帝国酸素という会社です。それで、実は京大文学部の先輩で、私が作家として一番尊敬していた人の、高橋和巳は別格として、あれは同期ですから。大岡昇平さんだったんです。あの人は、フランス文学出てるんです、バリバリの。ところが、文科系で引張られちゃって。(中略) その大岡さんが「酸素」という小説書いたです。あの方は、ご存知のように、一番最初デビューしたのが「俘虜記」って言って、フィリピン戦線で、もうジャングル戦になって、特攻やったり、とうとう捕虜になってしまった。引き上げてきたのが昭和 22, 23 年

しょうけれども、それか鎌倉の方へ入って小説書くわけです。そのあと「野火」という大長編小説を書きます。しかし、戦争ドキュメンタリー小説としては、わたしは大岡さんの「俘虜記」というが一番好きだったんですね。非常に飾り気のない、この大岡さんの「俘虜記」の話は、後でちょっと出て参りますが、ところがあの方なんだって「酸素」って書いたんだらうって読んだら、実は、帝国酸素ってというのは、やっぱりフランス系であったんですね。あの頃、もちろん酸素溶接、酸水素、それから、酸素アセチレン溶接だとか。それから、近代製鋼には、いわゆる酸素工業が非常に重要な役目を果たすと。かれは、仏文ですから、いろんな文献翻訳をやっていたんですね。その時はじめて、帝国酸素ってというのは、フランス系のあれで戦前に設立されたというのが分かったわけです。

まあ、しかし、そのあと、私は、ちょっとひねくねくして、親父がせめて仏文行けばっていったのを、フランスの方は、桑原さんもいるし、それから、うるさいのがいっぱいいるから行かない。実は私自身も考えてはいたんですが、志望をどこにしようかと思ったら、そしたら、私の三高時代の親友の悪いやつが、自分で私のはんこを偽造しまして、それでイタ文へ出しちゃったんです。彼がイタ文を選んだ動機は、先生や教授は一人だ。あと講師だと。生徒が少ない。あそこ一番楽だろう。自分だけ行きたいんだけど、できるだけさぼりたいんだけど、一人じゃとにかく寂しいからって。実に簡単にあそこ偽造できたんです。どういうふんにやったか、お分かりになりますか？馬鹿な話で、ガリ版刷りところに丸書いて、小松って書いて、朱肉塗りや、はんこになっちゃうんですね。それでまあ、行っちゃたからしょうがない。

(中略)

せつかく、この私も、まさかここでこの講壇の上に立つことがあろうとは思わなかったのに、はじめていまここに立ってる。法経第 1 教室ですか。学生大会で 2 度ほど占拠致しましたし、やはり、卒業式はここで致しました。それで、ちょっと遅れてきた人が、滝川幸辰先生が「ただの酒飲むな」って講演やってるときに入ってきて。「あのおっさんだれだ？」っていうそういう時代ですよ。「しい／学長、総長／総長！」もう卒業してから、こんなところの講壇の上に立つなんてことないだろう、もうあと一生ないだろう。一生の思い出にと。

(この後には、戦後の武道の全般的な禁止によって、戦前の神戸一中時代の剣道部から三高・京大でラグビー部に転じたことや、その時のさまざまエピソードなど、また、終戦直前の神戸大空襲によって、多くの人が焼け死んだそのさまを間近に見て、人間のはかなさというものを骨身に染みて感じたことなどが語られた。紙面の都合で割愛する。)

それから、昭和20年の4月から、それまでは農村動員へ稲刈りの手伝い行ったり、それから、ちょっとした焼け跡の片づけ行ったりしていたんですが、本格的に動員されました、神戸の川崎重工で、あそこは潜水艦いまでも造ってますけども、「蛟龍」、みずち(蛟)という。これは、ハワイ沖へ行ったあの一人乗りの特攻潜水艦、人間魚雷みたいなやつでもない。ちゃんと、魚雷はたしか2発かなんか載せているんですね。そして乗組員4人です。でも、これは、試作品が一度試験航海やっただけで、実際には生産にのらずに、もうその頃は、サイパンが落ち、硫黄島が落ち、夜間だけでなく昼間からもう思いのままです。もう待避警報って半鐘が鳴って、空襲警報なんかなしで、警戒警報、空襲警報なんてのききな時じゃなかったです。(中略) わたくしは最初、旋盤工場の、くじ引きじゃなくて順番で、鋳物が出てきたやつに、寸法に合わせてカリバスなんかで、けがきをする役だったんです。楽だったんですが、そのうち、ちょっと手伝って行って、溶接の方へちょっと行ったんです。でも、もうその頃は8月の、そうですね、3、4日でしたか。それでまあ、溶接って最初から習っているわけではないですから、いっしょに最初溶接工入ったやつは、大分ベテランみたいになってましたけど、われわれは初めてです。(中略)

これが、馬鹿な話がありまして、それからもう30年以上経ってから、祇園町で、まあなじみのところで遊んだんです。だいたいなじみの芸者、もう50代だったですね。ちょうど8月15日の前ぐらいに行くと、それで、あの時大変だったという話、仲間とやってみて、芸者さんに、同じ年ぐらいの芸者ですが、「あんたたち、慰問でどっか行ってたの?」「いえ、そんなことはありません。あたしらみんな工場動員されてました」ひとり踊りのとてもうまい人がいたんですが、その人が、「ひとつだけ、先生、気になることおまんねん」って「なに?」って、「わたし、近江絹糸で、落下傘のあれやってみてん。しかし、あの頃食べるのがまめさんでっしゃろ。あのお水手が近いんですね」ここまでやと、どうしてもたまらんと。それで行ってかえってきたら、留めしてないのに、もうどっか行ってしもた。「あれ、そういえば、たしか空の神兵というパレンバンの落下傘部隊の見たとき、ひとつだけ開かんとすーと落ちていったやつ、あれ、あんた作ったちゃう?」(大笑)それで、もうひとりの、これは唄のうまい、すみちゃんというのと、「あんた何やってたん?」「ユアサ電池で、潜水艦のスイッチ作りました。」「ほー」あのユアサ電池っていうのは、やっぱ相当なもんなんですね。「俺は、実は、あの時、川重で、潜水艦の、まあ造ってたという言い方よりも、溶接回りやってたんや」「そしたら、先生のつくらはった潜水艦に、あたしの作ったスイッチが載ったかもしれまへんにゃ。」そんなはずないんですけど

どもね、「そうか、そういうことあるかもしれない」「乗るやつは、災難や!」っていう話でね。(笑)

まあ、しかし、そういう経験があったんで、我々の時代の連中は、否応無しに工場動員で、それでつまり工学関係、それからまあ当時ですと、冶金関係ですね。それからまあ、高炉は川崎重工には無かったと思います。しかし、親父の関係で、あの頃まだ富士鉄って行ってました、広畑へ行って、それで溶鉱炉の出銑って始めてみたことあるんです。それで、ちよろちよろちよろと出てくるところを覗いて、そこんとこ出てくるやつを、走っていくやつを、それをビッグアイアンというだというんで、ビッグと聞くと、これ食べるんじゃないかな、これがほんとの豚だったと思ったのが、だいたい『アパッチ』なんかの原形になっていくんですね。

それから、それよりも、ちょうど8月8日に、兄貴が名古屋大から、空襲でもうほとんど電車動かない、なぜかしらないけど、あの頃家なんか全部空けばなしで、それで、蚊帳だけ吊って、風邪とおしやったら、突然、夜中に横へ潜り込むやついるんで、泥棒かとおもったら、兄貴だったんです。その頃まだ、こんな小っちゃなタブロイド型の新聞も、確実に来ました。8月8日かなんの朝日新聞見ると、そこに「広島に新型爆弾」という記事が出たんです。それで、「敵は残虐にも…」なんて書いてあるんですね。それで兄貴はそれ見て、「あつ、これ原子爆弾やぜ!」実は、原子爆弾という名前は、私が小学校4年生のときに、「小学生毎日」という子ども用新聞の中で、いろんな人が、海野十三だの南洋一郎だの、いわゆる子供向けのSF書いてたんですが、昭和16年だったと思います。北村小松というミステリー作家が「火」という題名の小説を書きました。彼は、そういうミステリーなんですけども、寺田彦彦さんところなんか出入りして、わりと科学強かったんですね。それがその、あつ、寺田さんがその頃、不知火海の不知火はあれは蟹気楼であろうという仮説を出して、それで、それを調べに行くって話になった。そうするとそこんとこで、変な背の高いやつがいて、なんかたばこを吸おうとして、ライター着かないんで、マッチの火をつけて出してやると、パット顔隠すという。展開忘れちゃいましたけど。だんだんそれが、いわゆるスパイだってことがわかるんですね。おじさんに「あのスパイはじゃどんな秘密探ってるの?」って、主人公の男の子が聞くんです。「いや実は原子爆弾の秘密を探ってるんだ」これは昭和16年の8月ぐらいでした。そのつぎの言葉が、「原子爆弾ってどんなもの?」って聞いたら、「マッチ箱一つで富士山が吹っ飛ばす」って書いてある。こども心に、こりゃは嘘だ! だいたい読んで嘘だろうと思うのは、火星人のタコと、それからタイムマシン、これは嘘だろうと思ってたんですが

ね。ところが、これがあにはからんや、それからしばらく経って、開戦です。16年12月8日、そしてその時憶えていた原子爆弾が日本へ落ちたんです。僅か4年後です。で兄貴に聞いたら、ほんとにマッチ箱一発で、あの頃のろんな新兵器があって、飛行潜水艦「富士」だのなんだとかあったんですね。それから今度、メガフロートってのが、今度新しい神戸空港にどーだって売り込みがあって、これはどういうわけだか、日本財団の曾野綾子さんに頼まれて、そのあれ聞いてるんですけども。このアイデア一番最初に書いたのは、これは古い方ご記憶ですか、「少年倶楽部」に、海野十三がおそらく「少年倶楽部」のデビュー作だったと思いますけども、「浮かぶ飛行島」って書いたんです。これがあのメガフロートで、しかもいざとなると、中にエンジンもってて航空母艦になるっていう、まあそういう小説だったんですが。いまそれが実現しかけてるわけですね。それから、そのうちに、これはあのころ面白かったですよ、「幼年倶楽部」の方には、山中峯太郎って人が、あれは、「敵中横断三百里」で、軍事スパイ物書いた初めての人ですが。あの人が「幼年倶楽部」に最初に書いたのは、「見えない飛行機」パイレックスっていうガラスみたいなものに、丈夫なガラスに、高周波の電気をかけてやると、そうすると非常に丈夫になるってんで、ガラスで飛行機全部こさえちゃって。そのつぎの「世界無敵弾」ってのは、これはつまり、ある種の、自己誘導弾ですね。(中略)それから、そのさっき言いましたようにその原子爆弾の話ですね。そんなもの全部嘘だ。新兵器の話いろいろあったけど、ぜんぜんだめだ、空襲やられちゃうし、特攻兵器でもってどうのこのって偉そうなことって、全部だめじゃないか。しかし、原子爆弾ってありゃ大変だと。で、その次に、長崎に落ちました。こっちはなんだかわからない。ウランという言葉、実はその時もう知ってはいたんです。あんな物なんの役に立つのかと思ったら、それで兄貴に聞いたら、「日本も原爆の研究やってるぜ」あの時、天然ウランの中で、0.3%ぐらいしか入っていない核分裂物質のウラン235を、同位元素でしかも、それを235だけ濃縮していくと。広島爆弾は、ウラン235ほとんど90%、100%であった。長崎の方は、もうひとつ、いわゆる天然ウランの反応ででてくるプルトニウムをやったもんだ。2つあれやったんですね。(中略)それでそのあと、頭にずっと残ってて、親父が徳山の当時海軍工廠燃料工場に、やはりそういう測定器納めていた。戦後翌年の昭和21年の夏に、「金もらってないんだけど、くれるかどうかかわからないが、敗戦処理やるっていうから、この書類持って行ってこい」って。それで山陽線ガタガタ行ったときの、あの広島の横を通ったときの、あの衝撃はもうなんともいえません。たった一発の爆弾で、もうその時、神戸、

阪神間は焼け野原になってはおりました。しかし、あの破壊の仕方はちがう。だだ一つ、あれが原子爆弾だといって、その残留放射能のために、学者が10年間草一本生えないだろうっていったのが、翌年は青草があちこちぼうぼう生えておりました。科学者の予測も狂うことあるんだなと思って。それでもやはり、その原子爆弾というのは、どんどん大きくなるし、それからあと残留放射能というとんでもないものがある。(中略)ところが、そのついでこの間、鉄穴(かんな)ながしの大きな遺跡見に行こうってんで、森本雅樹さんって、これは日本で電波天文台初めて作った人で、そのひとつが、向こう兵庫県の西はりま天文台の公園長になっているんで。行ったら、なんとたしかに、鉄穴ながしの跡はいっぱいあるんですけども、大きな看板で、「ラドン温泉」って書いてあるんですね。たしかに宝塚の方でも「ラジウム温泉」あったし、ラジウム温泉は、新世界にもあったのは憶えているけれども、「まだ営業やってるの?」っていったら、「いえ、やっています」って。それで、「わたしのじいさんはあれをずっと飲んでて86まで生きました」って。というんじゃ、放射線って、体にいい放射線ってのあるのかなと思いました。(中略)

それでもって、まあいってみれば、原子力というのが非常に気になりましたんで、昭和29年卒業なんけど、学生運動やっちゃったときに、最後ときに、自分の登録抹消やらなかったもんですから。その学生運動の方へ登録したのも、さっきいった私をイタリア文学へ押し込んだやつが、自分がやりたいんだけど一人行くのいやってんで、また、もう一度私の印鑑偽造してほりこんだんです。そしたら、昭和24年に、大学入ってそれ始めたときに、突然ソ連が原爆実験に成功した。前年に成功していたらしんですが。で、「アメリカの原爆反対ってやってるのに、ソ連の原爆はいいのか?」「なぜだ?」って聞いたら、「アメリカの原爆は、帝国主義、侵略主義、植民地化のための原爆。ソ連は、平和と」それからなんか「繁栄のための原爆だ」って、「そんなものがあるわけねーだろ」って。(笑)そこから実は、私のそういう左翼運動の距離がおかしくなってくるんです。両方思っちゃったんですね。(こののち、V2ロケットやアメリカのロケット開発、日本のペンシルロケットに話は及んだか、紙面の都合で割愛)

それからもう一つ、昭和29年に、実はわたしは注目はしていたんですが、28年にエニウェトク環礁で、水爆の実験が成功しました。これはすごかったですね。もう、島一つ飛んじゃうわけです。(中略)その時に、これは例えば、放射性物質の、つまりラジウム発見されたその4年ほど前、1895年にレントゲンが、X線という透過線を発見し、これはもう、戦前から馴染みになってました。結

核になってちゃいけないんで、学校でもレントゲンのあれやるし、それから、徴兵検査があるときは全部 X 線で写真撮るわけですね。あの時、結核が大変重大な「亡国病」といわれてました。(中略) そういう形で、だいたい科学というものが、どういうふうな、発達は素晴らしいんだけど、ひとつこっちへ回ってくると、これ、水爆段階になって、これ水爆弾頭のせたミサイル体制が、こう展開されると、これは、アメリカが勝つかソ連が勝つかではなくて、人類の、とくに残留放射能が、人類滅亡まで行くかもしれない。その意味では、イタリア文学ってたんですが、注目はしてたんです。なぜかといいますと、イタリア文学で読みたかったのが、エンリコ・フェルミの伝記がイタリア文でしか無かったですね。英文はあったらしいんですが、入ってませんでした。私の卒業論文は、ダンテじゃなくて、ピランデルロ (Pirandello) 「作者を探す 6 人の登場人物」"Six Characters in Search of an Author"」まるで SF みたいな不思議なこと書いた人でした。この人は、ムッソリーニ政府にあとで入ったんですが、この人は、戦前、イタリアの近代作家で初めてノーベル文学賞もらいました。それで、なんとか 1 年留年して、その時、何回受けてもだめな科目が 2 科目あったんで、1 つは数学とそれから体育衛生っていうの、数学は取るの忘れてたんですね、こんなの取ったと思って、そしたら入ってなかったんです。もう一つの体育衛生は、卒業間際になって、「なんで単位取ってないの、ちゃんと書いてるのに」出てくるのが、必ず「厚生省式便所の構造」ってやつです。「あれおまえ知らないのか」だから、1 年間、つまり「厚生省式便所の構造」を聞くために、ほとんどつぶしまして、ようやく卒業するときに、28 年の、エニウエトクの水爆ですね。(中略) それから、まあここは 1899 年設立だそうですね、その頃、日本人で飛行機乗った人は一人もいないはずですよ。ライト兄弟の、あの障子の化けもんみたいな飛行機がフライト成功したのが、1903 年です。ですから 1903 年では、空飛んだ人類は 2 人でした。この間、IATA という国際航空旅行協会の人に聞いてみて、「ずいぶん行ってるけど、どれぐらい行ってる？」そしたら、1 年間に国際線で、飛行機で、海を渡った人の数が、13 億か 15 億だそうですね。つまり、技術はこれだけ、環境を変えつつあるわけですね、それから、例の 1969 年、もうじき、今年で月へ行って 30 年になるんですか。あの、1969 年の 7 月でしたか、アポロ 11 号の月着陸の瞬間を、途中で映像がちょっと切れたんですが、私はあそこの NHK のスタジオで生放送で付き合っていました。その時、星新一さんとそれから高田好胤さんが、いっしょにおりまして、「いよいよ着陸です。まもなくランディングします！」って、そしたら高田さんは無事のように「なんまんだぶなんまんだぶ」拜んでまし

たら、星さんが「縁起の悪いことするな」って、怒ってました。(笑) それからすでに 30 年ですね。(中略) まあ、そういうことで、そのなかなかその行かないでしょ、あの『アパッチ族』に。(笑)

ただしかし、その時に思ったのは、生物の中でも、要するに、もちろん元素は動いているし、なかには元素の中で非常に重要な元素がある。エネルギーを運ぶヘモグロビンのなかには、ポルフィリン誘導体という有機化合物の真ん中に、結晶核として鉄がはいってる。全く同じポルフィリン誘導体の真ん中にマグネシウムが入ると葉緑素になるんですね。それから、肝臓には鉄分が多い。まあこのごろでは鉄分がどうのこうのといいますが、実は、私も、そんな鉄分なんかよりも、さっきいきました川崎重工行ってたときに、帰ってきて、もうこんな赤茶けたあの屋根のところへ、実は塩酸つぼがひっくり返ってますね。それで、ものすごい水素が出てくるから気をつけろなんていわれてたんですが、それ見ながら、学校の生理で、胃酸というのは塩酸が主成分だということ、なんとなく知ってたんですね。それで、じゃあ、鉄食って、鉄を胃の中へ入れたら、そしたら塩酸で解けるだろうか。だけど、それでエネルギーになるかも分からんねーなって話してたんです。ただ、ゲップが水素だから、その頃もうたばこ吸ってたんですね。(笑) 気をつけなきゃ危ねーぞって。

そういうのがあって、おかしかったのは、実はあの、『アパッチ族』を書き始めたのは、私は昭和 32 年に今の女房と結婚致しました。これは、まあ、別に仲人ぐちもほとんどなしで、自分で勝手につもってきたんですが、その時、アトムに勤めていたら、親父がアトムじゃ食えないから、うちの工場でやれ。親父は何やってたか、ガラス鋼管っていいまして、耐酸パイプをつくるときに、ステンレスはものすごく高いわけですよ。13Cr ではだめだ、18-8 はもっと高い。そのときふつうの住友金属が一番良かったですね。ガス管といわれる継ぎ目無し引き抜き鋼管の中に、NEC の蛍光灯用のガラスいれまして両端を封じといて、温度を、抵抗式の長い電気炉の中で温度を上げて、そしてある所まで行って、こっちから圧搾空気を通しますと、ぴたっとういくんです。間に空気が入っちゃうとだめですけども、それを空気を溜めないやり方を親父がやったんですね。私も、それに関連して、文科系だったんですけども、実用新案 1 つ取ってまして、それはあの、継手がだめだったんですね、それまでカップリングでもってやっていて、そこんこへ、こういうエルボーのところへ、フランジのところをうんとカーブの大きいやつやってもらって、そこへ耐酸ホローをかけて、それをくっつけといて、なかで膨らますと、その耐酸ホローのところへガラスがぴちっく

ついてくれるってんで、それで、調子良くなったと思って、親父がまたやりすぎまして、だいたい、それでもうほとんど食えないんですよ。で、しょうがないから、そのちょうど昭和33年にラジオ大阪が始まりました。これは、産経新聞ってのは、私の縁浅からぬ新聞でして、そこでラジオ大阪始まるんだけど、そのころ、トップライトが東京でもって、おきぬげ漫才って評判いい。こっちは、新聞展望やろうってんで、最初書いた人が左翼系の人で固くてどうにもだめだ。そしたら、小松はあいつ、なんか昔ユーモア小説なんか書いていたからいいだろうって。それをやっていると、朝刊見てやるんですが、大阪新聞が、大阪にアパッチ族あるって、なんだとおもったら屑鉄泥棒のことなんです。それで、それまでアパッチ砦って知ってたもんですから、もうひっくり返って笑って。それから、実はそれまでに、大変好きだったのが、カレル・チャペックの「RUR」、ロボットという言葉初めて作った。これは実は、日本では誤解されて、ブリキのおもちゃみたいな、あれがロボットだと。そのつぎの、「山椒魚戦争」で、直立山椒魚で、知恵のあるやつがあるってんで、ヨーロッパへ連れて行って、これを労働者のもう一つ下で、こき使うんです。ヒューマニズム必要ねーと。で、これが、だんだん賢くなって、軍隊占領して反乱するっていうのがあったんで、その山椒魚のかわりに、鉄を食ってやむをえず鉄を食って、その鉄がちゃんと消化できるかどうかなんか、そんなもんわかりません。いざ、とにかく、飢えの極限までいけば、人間食えるものは、何でも食うだろう。実際、そうだったんですね。壁土食ったってやつも居ました。ほんとです。あれ赤土ですから、粘土分で、ちょっと有機分があるんですね。それから、さっき言いました大岡昇平さんの「俘虜記」のなかでは、もうやっぱ飢えて、そして、アメリカ兵の死体があるんです。まだ腐敗はしていない新しい死体です。もうあんまり腹減ったんで、みんなの見てないときに、いわゆる短剣でもって、ちょっと肉味わってみようとした時に、こっちは左手がそれをぐっと押さえたって。それは、その時後で考えてみると、日本人には神はわからないけど、あれが神というものではないだろうかと。人肉、もう食った食わないという話は、いくらでもありました終戦直後は。まあ、それよりは、鉄食った方がいいだろうってんで。鉄食って、あの時はあの、鉄がどうなってどなってってのも、あれもいいかげんなものでした。ただしかし、あの頃は、生化学というのが、非常におもしろいかたちで発達した頃でした。一番面白かったのは、バナジンというバナジウム鋼ですね。あれ、つまり特殊鋼で、つまりカッターなんかにも入れるんですけど、硬度上げるために。そのバナジウムをかなり濃縮して持ってるのが、なまこだったことが分かって、

へー、生命というのは変なことやるもんだ。考えてみると、いわゆる鉄鉱石のなかでも湖沼性鉄なんてのも、ラン藻類が溜めていったもんだ。それから、そういうものを、微量だけど、吸収してそれエネルギー源にしている。それから、なかには有害物質をいっぱい出しちゃって、それがかえって生物の大進化に関係する。それはあの、皆さんご存知でしょうけども、われわれは、大変有害物質の中で、それを利用してりっぱに生きてます。酸素です。生命発生のときには酸素というのはありませんでした。遊離酸素ないんですね。そして、だからあの、有機体をとにかくお互いにこうやりながら、生命が出てきて、あるとき、植物の原形ができて、光合成が発生すると、それまで、炭酸ガスと窒素とそれからアンモニアぐらいたったのが、水のなかにどんどん酸素がたまる。当時ようやく進化論の中で分かってきたんですが、その時大量に種が絶滅しているはずだと。なかには、酸素嫌って地中深く潜っちゃった嫌気性細菌、ポツリヌス菌だの、破傷風菌がある。石油酵母もそうだ。しかし、今度は、それを利用して活発に生きてったやつがいる。それを鉄にしてみたらどうだろうって。これは馬鹿な話なんです。実は、もう一つ『アパッチ族』は、もう一つの大きなきっかけは、結婚したばかりなんですけど、女房の嫁入り道具のときに、こっちはもうろくすっぽ荷物もってきませんでした。そうするとそんな中にラジオがあったんですね。それが故障したか、私が質入れて流しちゃったか、6畳一間で毎日ぼそんとしてるんで、かわいそうだってんで、ちょうどある所で頼まれて、これずっと消書してくれて、二百字詰め原稿用紙いっぱいわたさされていたんですけども。結局、金くれなくて、原稿用紙だけ残ったんで、「じゃ、もうしょうがない。俺これ書いてやるよ」って、書いたのが、『日本アパッチ族』なんです。アイデアはそれまでにありました。(中略)

神吉春夫さんがなんかおかしやつがいるらしいけど、あいつなんか書いたものないか、じゃ、これどうでしょうって。半分は書いていた、250枚ぐらい。これ完成させるっていうんで、それで、昭和39年に初版が出ました。はじめての、(バックから取り出しながら)これが10万部刷るつもりでの、これがそうです。昭和39年の4月って書いてあります。で、これは神吉さんが、カップブックでカップノベルはあって、ベストセラーやるってんで。今でも、ベストセラーは、多湖輝さんの「頭の体操」ってやつだそうです。まだ売れてるんですけどね。「読んだときに、これは10万部行くか、10万部分の広告打ったけど、7万5千しか売れなかった」って文句いうもんだから、じゃ、つぎはこれ、なんか書いてあげますよ、書き下ろしで。それで書いたのが『日本沈没』です。実は、アパッチ族でも、これは、僕が推薦した、いざかよした

ろうさんという人、このイラスト面白いからもっと増やせてんで、私は、実は『アパッチ族』は200枚削ったんです。どこ行ったかわかりません。それから、「日本沈没」は上下2巻同時発売。「そういうやりかたしない」と、それでこれ削ってくれないか1冊分。じゃあもういいよ。ほとんど完成した原稿ですね、新宿の川に今からほおるからって。あの時ほっときゃ、まあ税金あんなに取られなくて済んだんですが。(笑)ですから第2発目はそれで書きました。しかし、『日本アパッチ族』というのは、そういう意味で、とにかく昔から知ってる、その要するに元素、金属元素、なかには有毒元素といわれるようなものでさえ、実は、私たちの命を支える大きな役割を果たしているんだと。そして、だから、かつて酸素をつくって、生命体が絶滅しそうになったときに、その酸素を使って、運動系統、エネルギー系統にして、たしか酸素をやると、運動効率が17倍から最後には70倍ぐらいになるんですね。活発に動き回って、そのかわり自分じゃ餌作らなくて、餌とって歩こうと。これが動物ですね。そういう現象から考えると、まあ、こういう馬鹿なこと考えてもいいんじゃないだろうかって。それをまあ、書いてますと、私の弟、伸也ってのが、これがまあ、ちょうど新婚とこ来て、「うん、ここは違う」って、偉そうなこという。あれ、大学院ですね。それで、「ダクタイル鑄鉄とはなあ」「へ、わかりました」ってんで。ですから、やっぱりあれを書いたのは、兄弟が3人冶金に行ってて、そういう冶金の雰囲気のある家庭にいたから、私の最初の書き下ろし長編ができたんだと。

実は、まあ今日は、そういう意味で、まあ兄弟に感謝したってしょうがありませんので、(笑)しかも、この栄えある法経第1教室で、話させて頂くというので、実はほんととはもう、何か誤解しているにちがいない。新宮さん。やっぱおかしいと思ったんです。第一、SF作家クラブって、もうあっちこっち、そういうちゃんとしたところ行って、ろくなことないんです。(笑)はじめて、われわれで原子力しなきゃならないってんで、原子力研究所へ私たちが行ったんですね。そしたら、受付でもうもうとやってるんで、そしたら、「出してあるのに向こうは届いていないっていうんだ」ってんで、「なに、我々の仲間がこの所長よく知ってるのがいるんだ。えーこの所長なんていうんだっけ?」って、僕にきいたのか、答えようと思ったら、星さんが、看板見て、「はらこさんっていうんじゃないか。はらこつとむ研究所って書いてある」って。「そうだ原子所長だせ!」(笑い)まあ、そこを突破して、そしてとっても秀才らしい人が出てきまして、「まず何をお見せしましょうか」って、そしたら星さんが、もう言下に、「原子というものをを見せて下さい。この上、見ない信用できなねー」って。それでみんな喜んじゃって、

原子は海で採れるか畑で採れるかって大騒ぎになっちゃって。(笑)向こうはぼう然としてるんですよ。その上、星さんが、「あんなもの網の目にかかると思いますか、茨城の農協が肥やしをやってこんなに!」ってんですよ。2回目に、今度はNHKの中央研究所ができたんで行こうってんで、行ったんですね。そうすると、こういうふうなテストのあれがありますと。いろんな音響施設の、マイクやそういう物をテストするためにある無響室という、フェルトの3角のあれがこうあるとこで、「ここで、手たたいて下さい。」というんで手をたたくと、「反響ありませんね。」「つぎこちらは、電波無響室です。電波の反射がゼロにしてあります」ってんで、みんなそこで手たたくんですからね。(笑)まあ、おかしいと思われたと思います。それから、東宝撮影所行こうよって、実はSFコンテストのお金を、東宝の前の社長の田中友幸って人が「ゴジラ」やった金を出してくれたんですが、まあ行こうと。ちょうど「ハワイ・マレー沖海戦」を作った特撮ってのが残ってて、みんなまた重役が出てきて、「何かご質問は」って。星さんがまた、「東宝最後の日」ってのはいつ作るんですか。」これから、もう、こういうまじめなところ行くのやめようという気になったんですが。

まあ、今日はこの教室だということと、なんせ兄弟3人がお世話になりましたし、それから、まあいわゆるサーモカップルだのというもののコンセプトを親父のアルバイトで知ったもんですから、その学問体系へのお礼として、引受けました。それからもう一つ、是非この学問は、そういうひとつの、たとえば冶金史というものの形で、あるいは採鉱史という形で、で、これはもう秘密も何も無いでしょう、日本は、これがこうなったときに、例えば、普通の鑄鉄からスチールができたときに、どんなに人間の社会が変わっていったか。黄金の時代は理想的で、青銅の時代は…だけど、鉄の時代は争いの時代だって、うそばっかしですね。そういうなんか、冶金伝説ってのは、つまり、ギリシャ・ローマからエジプトからみんなあるんです。そういうものを。今の若い子は、たとえば、はんだを知りません。それで、ヒューズを知らないですね。このヒューズはもうサーキットブレーカーですから。それから、ニクロム線も知らないでしょ。我々のときには、水銀っていったら、体温計の中に入っているって。水銀そのものも、体温計でもこのごろエレクトロニクスになってますから、知らないのが多いんですね。我々の環境では、江戸時代から、冶金SFの前に、冶金落語ってございました。ご存知ですか?「いかけ屋」という落語があります。これ全く聞いてみると、冶金、つまり鑄掛け屋さんが、いかに苦労しながらって、あの時どういう技術があって、そしてどんなに金属が大事だったかと、

いうふうな話が、まあ、悪いがきがやってきて、竹槌に小便するってな、そういう落ちがあるんですけども。そういう金属が、われわれ人類の文明以前の文化について、金属に託したなんとなく心、まああんまり日本刀はだめですけども、それから軽金属がでてきてジュラルミンが出なかったら飛行機ってのはこんなあれにならないでしょうし、ジェット機も無いでしょう。一番すごかったのは、やっぱりそのウラン同位元素の分離の技術が出てこなければ、それであれやっぱり成功したのはフッ化ウラン使ったんですね。われわれの一中の先輩で、これが理研で爆発にあって、初めて一中では校葬ってやったんですが、戦後調べてみたら、この人はウランの爆発で

死んだ。つまり、フッ化ウランの研究やってたんです。それからアメリカ軍が入ってきた時、どこいったかって、理研へ行って、サイクロロン撤去して、それを東京湾へほりこんだっていうんですが、そのたたりで、東京湾からゴジラが現われたという話も聞きましたが（笑）まあ、そういうふうな面白いこともいっぱいあります。

どうぞ、その冶金、こういう固い、ほんとに固い学問で、金属なんて尊い方がやってる学問を、こうやって面白がってる連中も、どうぞ、これからもお目こぼしして頂きたいと思います。どうもありがとうございました。

（「日本アパッチ族」は、新たに文庫版が99年8月に光文社より刊行された。）

## 総 説

エレクトロニクス実装におけるマイクロ接合の  
潮流と将来展望

小 林 紘 二 郎\*, 荘 司 郁 夫\*\*

The Current and Future Prospect of Micro Joining Technology  
in Electronics Packaging

by Kojiro F. KOBAYASHI and Ikuo SHOHJI

## 1. はじめに

高度情報化社会を牽引するマイクロエレクトロニクスの分野は、高集積化した半導体集積回路の開発とともに飛躍的に発展してきた。パーソナルコンピュータ、携帯通信端末などの電子機器にはますます高速化、軽薄短小化の要求がなされている。また、LSIの高集積化にともなう外部電極との接続端子数は、着実に増加している。このため半導体チップの実装においては、数百 $\mu\text{m}$ の接合ピッチからさらにワンオーダー微細化した接合技術が要望されている。このような“超微細接合”では、従来の接合では問題とならなかった接合部における拡散、変形、溶解、融体の流動などの物理現象が接合性に大きな影響を及ぼす可能性があり、これらを考慮した接合技術の開発が必要である<sup>1)</sup>。更に、今後は環境調和型の新素材の創製およびプロセス開発が求められる。

以下では、エレクトロニクスにおけるマイクロ接合の現状と微細化に対する問題点を把握し、これらを克服するための技術開発指針について、接合材料、接合プロセス制御および接合部信頼性の観点から述べる。

## 2. マイクロ接合の現状

マイクロエレクトロニクス分野での接合法には、接合対象部品や接合部位によって種々のプロセスが用いられている。図1に各種マイクロ接合法の模式図を示す。現在、半導体チップの実装には、主としてワイヤボンディング(Wire Bonding)、TAB(Tape Automated Bond-

ing)、フリップチップボンディング(Flip Chip Bonding)などの接合法が適用されている。また、QFP(Quad Flat Package)やBGA(Ball Grid Array)、CSP(Chip Size Package)などのパッケージLSIの基板への実装には、マイクロソルダリングによる表面実装技術が用いられる。

## ワイヤボンディング

ワイヤボンディング法はAu、Cu、Alなどの細径ワイヤを用いてチップ上のAlパッドとパッケージのリードフレームを接続するプロセスであり、熱圧着あるいは超音波併用熱圧着によって接合される。接合形態としては、ワイヤの先端にアークなどでボールを形成して接合するボールボンディングと、ワイヤをそのまま接合するウェッジボンディングがある。接合メカニズムは、図2<sup>2)</sup>に示すように、加熱および加圧によってAuボールに塑性変形を与え酸化皮膜を破壊することによるAuとAlとの固相拡散接合機構である。

## TAB

TABの接合プロセスを図3<sup>3)</sup>に示す。TABリードはポリイミドフィルムに接着したCu箔をエッチングすることによって形成する。CuリードにはAuあるいはSnがメッキされており、半導体チップの電極上に形成したAuバンパに加熱ツールを用いて一括接続(インナーリードボンディング)される。インナーリードボンディングされたチップは、樹脂封止され、基板の電極上にアウターリードボンディングされる。多点の同時接合ができるため、ワイヤボンディングに比べ高能率の接合が可能である。接合メカニズムはAu/Auの固相接合あるいはAu/Snの共晶接合である。Au/Sn共晶接合では、ツールの加熱温度が500°C程度であり、またリードあた

\*大阪大学大学院工学研究科

\*\*日本アイ・ピー・エム(株)

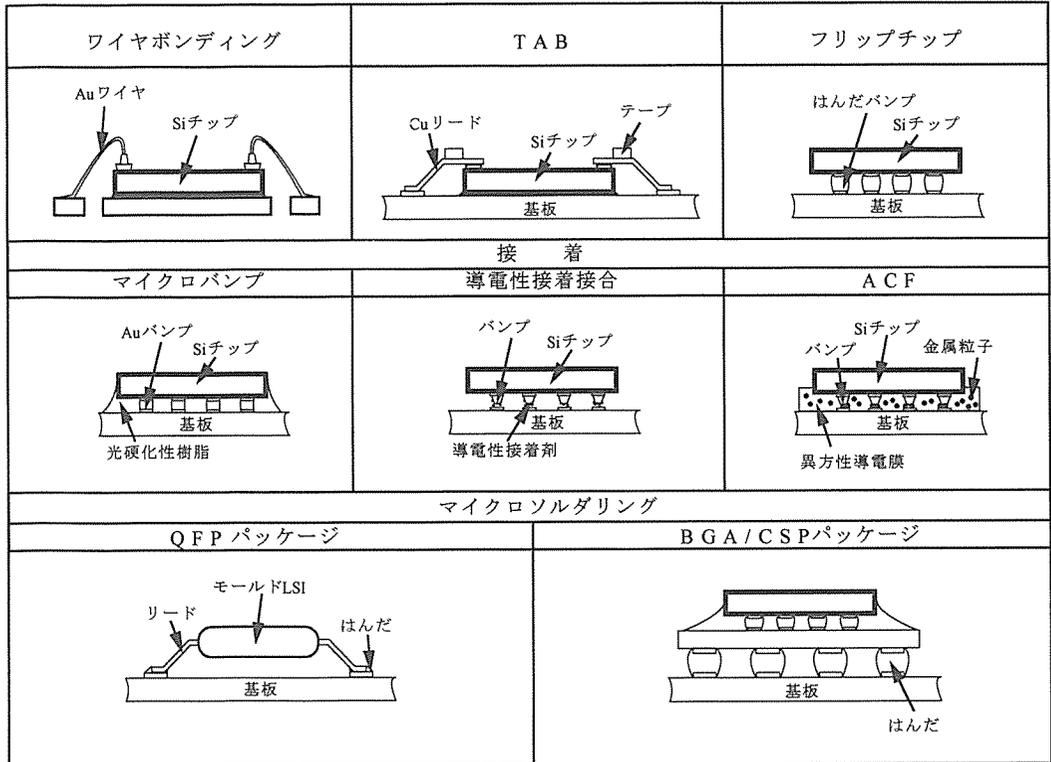


図1 各種マイクロ接合

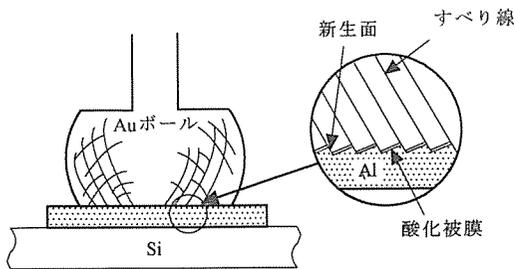


図2 ワイヤボンディングの接合機構

り 50gf 程度の荷重が負荷されるため、溶融 Sn が排出され接合部には Au/Sn/Cu の合金が形成される。

#### フリップチップ

フリップチップ法は、図 4<sup>9)</sup>に示すように半導体チップのアクティブエリアに形成したはんたバンパを介して基板の電極に接続するプロセスである。接合機構は、はんた接続であり、リフロー炉によって一括して接合される。電極をチップの外周に配置する必要がないため、多ピン接続が可能となる。フリップチップ接合部はその構造上、熱疲労破壊しやすく、従来は、熱膨張係数がチップの Si と比較的近い値をもつセラミック基板への応用のみに限られていた。近年、接合部に樹脂封止を施すことにより熱応力を緩和させ、より安価な樹脂系プリント

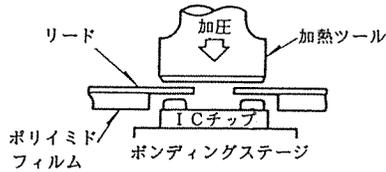
配線板上へも実用されている<sup>5)</sup>。接合材も、Sn-Pb 系はんたばかりではなく、ワイヤボンディング用に設計されたチップの利用例として、Au のスタッドバンパを用い In や Sn-Ag 系はんたと接合する例もある<sup>6-9)</sup>。

また、フェースダウンのフリップチップ型接続では、はんたバンパを用いるプロセスの他、Au マイクロバンパによる接着接続や導電性接着剤、ACF (Anisotropic Conductive Film) による接続などのプロセスも開発されている。

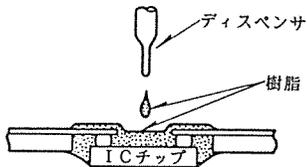
#### マイクロソルダリング

高密度表面実装に用いられる LSI パッケージは四辺にリードを配置した QFP が主流である。その形態を図 5 に示す<sup>4)</sup>。表面実装におけるマイクロソルダリングでは、まず基板のランド部にフラックスとはんたを混合したソルダペーストをスクリーン印刷により供給し、その上に LSI パッケージのリードを位置合わせして仮止めした後、リフロー炉ではんたを溶かして接合するプロセスが一般的である。

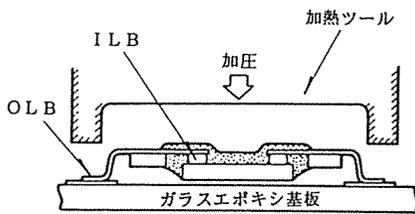
以上のようにマイクロ接合では、多くの接合法が用いられるが、これらは接合機構の面から、①固相接合機構、②固相-液相反応機構、③接着機構に分類できる。ワイヤボンディング、TAB 熱圧着は固相接合機構による接合法である。固相-液相反応機構による接合は、主とし



(a) インナーリードボンディング



(b) ポッティング



(c) アウタリードボンディング

図3 TAB接合の概念

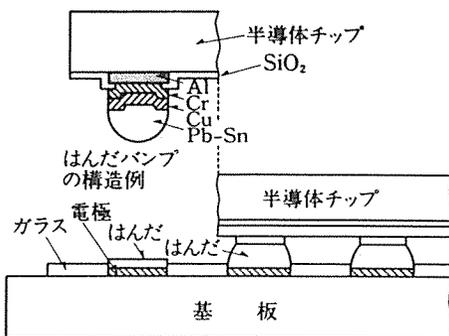


図4 フリップチップ接合の概念

てはんだ接続であり、TAB 共晶接合、フリップチップ、マイクロソルダリングがこのメカニズムによる。マイクロパンブ、導電性接着剤、ACFによる接合では、電気的接続は接触接続によっているが、素子の保持、固定は接着機構によるものである。

表1に各接合法における限界接合ピッチの現状を示す。マイクロ接合では、いまや数十μmピッチの微細接合が求められているといえる。前述したようにマイクロ接合においても、その接合機構はマクロ的な接合と変わ

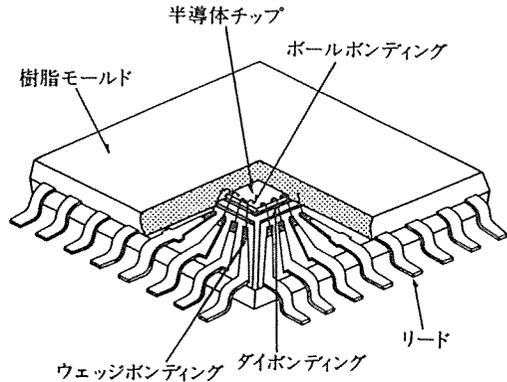


図5 LSIパッケージの構造

表1 限界接合ピッチの現状 (試作レベルを含む)

接合法	限界ピッチ
Wire Bonding (ボール)	55 μm
(ウェッジ)	40 μm
TAB	50 μm
Flip Chip (はんだ接合)	80 μm
(マイクロパンブ)	10 μm
表面実装 (QFP)	300 μm
(BGA/CSP/LGA)	500 μm

るものではないが、数十μmオーダの接合部では接合に付随して生じる拡散、変形、溶解、融体の流動などの物理現象が、接合性や接合部の信頼性に非常に大きな影響を有しており、これがマクロ接合とマイクロ接合の大きな相違点である。したがって、マイクロ接合の微細化、高信頼性化においては、これらの物理現象の正確な評価と適切な制御が必要とされる。以下では、このような観点からマイクロ接合の微細化、高信頼性化における現状の問題点を明らかとし、その解決への指針を述べ、超微細接合への可能性を探る。

### 3. 今後の展開

#### 3.1 接合ピッチ微細化への課題と指針

接合ピッチの微細化においてまず問題となるのは、接合部間に生じる接触やブリッジによる短絡である。これは接合部の過大な変形や過剰なはんだ供給によって発生する。従って、接合ピッチの微細化には、接合部の変形をできるだけ小さくすること、および適正量のはんだ供給を行なうことが必要である。

#### 接合材

接合材料の面からは、接合部での変形を抑えるためにワイヤボンディング、TABにおけるワイヤおよびリードサイズの微細化が要望される。しかし、ワイヤやリー

ドの微細化にともなって当然強度の低下が生じる。接合ピッチ  $50\mu\text{m}$  (接合サイズ約  $25\mu\text{m}$ ) 以下では、接合部の強度よりもワイヤリード自身の強度低下が問題となる。そこでリード、ワイヤの微細化に対応した高強度材料の開発が必要である。これに対しては、Au ワイヤや Cu リードへの合金元素添加による高強度化が考えられる。図 6<sup>10)</sup> はワイヤボンディング用金線のワイヤ径と破断強度の関係を示す。金基合金ワイヤ III では  $10\mu\text{m}$  径で従来の  $20\sim 30\mu\text{m}$  径 4N 純金ワイヤに匹敵する強度を有しており、 $10\mu\text{m}$  までのワイヤサイズの微細化を可能としている。また、TAB 用 Cu リードでは、サイズの微細化にともなってリードのエッチングを容易とするため Cu 箔厚さを薄くする必要があり、 $50\mu\text{m}$  m ピッチ対応では、 $18\mu\text{m}$  m 厚の Cu 箔が要求される。そこで、リード強度向上のため、Zr, In の微量添加あるいは Fe, P の添加による  $\text{Fe}_2\text{P}$  の析出強化などによる高強度合金 Cu 箔の開発が行なわれている。

#### 接合プロセス制御

次に、接合プロセスの制御の面からは、接合時の変形量を適正に制御し過剰な変形による接合部間の短絡を防ぐ必要がある。ワイヤボンディングでは、通常行なわれるボールボンディングでボンディングによるつぶれ幅は、ワイヤ径の 3 倍以上となる。これに対してウェッジボンディングではワイヤ径の 1.5~2 倍程度つぶれ幅で接合ができ微細化に対しては有利である。図 7 は、ウェッジボンディングにおける接合時のつぶれ幅と引張強度の関係を示す<sup>10)</sup>。  $10\mu\text{m}$  m ワイヤでつぶれ幅  $20\mu\text{m}$  m 程度で接合

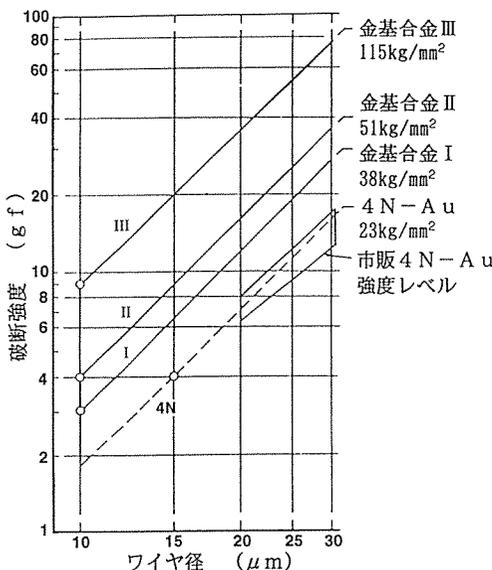


図 6 ワイヤボンディング用金線のワイヤ径と破断強度の関係

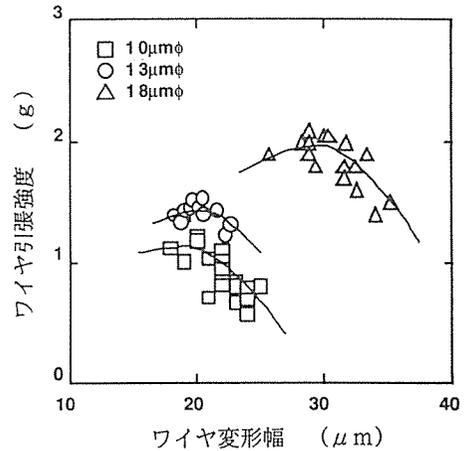
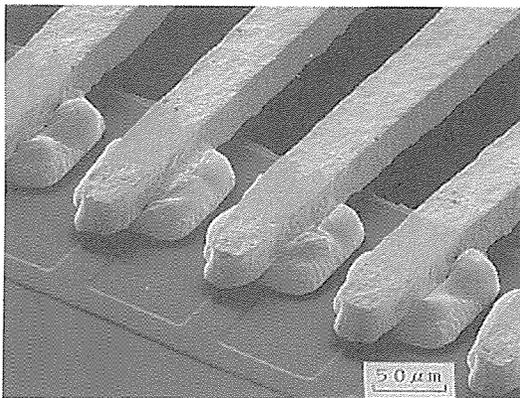


図 7 ウェッジボンディングにおけるワイヤ変形幅との関係

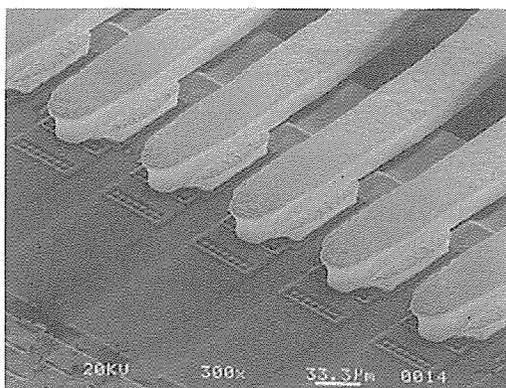
が可能であり、前述した  $10\mu\text{m}$  m 径金基合金ワイヤを用いて  $40\mu\text{m}$  m ピッチの接合が達成されている。また、超音波を併用することによって接合温度、圧力を低減化でき接合部の変形を小さくできる。さらに、超音波の周波数は通常  $60\text{kHz}$  であるが、これを  $120\text{kHz}$  とすることで変形をワイヤ径の 1.3~1.5 倍に抑えることができ、接合ピッチの微細化には有効である。

TAB の場合は、リードの微細化とともにバンプの微細化が必要である。TAB のバンプにはマッシュルームバンプとストレートウォールバンプが用いられるが、前者ではフォトレジスト厚さが薄いため、めっき時に横方向にもバンプが成長しバンプ間の短絡の危険性があるので  $90\mu\text{m}$  m ピッチ以下の微細化は困難であるとされる<sup>11)</sup>。これに対してレジストの開口サイズがバンプとなるストレートウォールバンプが微細化には有利である。

図 8 にマッシュルームバンプとストレートウォールバンプによる TAB インナーリードボンディングの外観を示す<sup>11)</sup>。また、TAB では通常ボンディングツールによる一括ボンディングが行なわれるが、ボンディングツールは温度上昇にともなってその形状が変化するため、各接合点を均一に接合するためにはツールの平坦度の確保が重要であり、変形しにくいツールチップ材の開発が行なわれている。しかし、ピッチの微細化および接合点の増加によって、均一接合を得るためのプロセス制御が困難になってきており、シングルポイントボンディングによる TAB 法が検討されている。図 9 は YAG レーザを用いたプロセスを示す<sup>12)</sup>。Sn メッキした Cu リードと Au バンプをレーザ加熱により急速合金化し、低加圧力で接続できる。接合の信頼性が高く、また接合部の変形が小さいため微細ピッチ化に有効なプロセスといえる。



(a) マッシュルームポンプ



(b) ストレートウォールポンプ

図8 TAB インナーリードボンディングの外観

てブリッジを防止し、また搭載直前のリードフォーミングとレーザ認識を用いた搭載によってリードオープンによる接合不良を防ぎ 300 $\mu$ m ピッチ QFP 実装が達成されている。

新接合法

以上のように従来の接合プロセスにおいて、接合部の変形量やはんだ供給量をより厳密に制御し微細化を計る方向の他に、低加圧、低温で接合できる新しい接合法を開発することによって接合部の変形やハンダブリッジを抑え微細化を目指す方向が考えられる。そのひとつに接着機構による接合法がある。TAB アウターリードボンディングやフリップチップ接合でははんだを用いず、熱硬化性接着剤に導電粒子を分散した ACF を用いた接合法では、低温接合が可能でありガラス基板上への接合に有効であり、LCD などに応用されている。またハンダブリッジの恐れがないため微細ピッチ化が容易であり、TAB ではラボレベルで 80~100 $\mu$ m ピッチの接合が可能とされている。また、図 10<sup>13)</sup>に示すマイクロポンプボンディングでは、基板あるいはチップに微細な Au パンプを形成し、パンプと電極間を光硬化性樹脂の収縮力によって圧着する機構である。パンプ/電極間の接続は電気的導通を得るだけでよいので、微細化が可能であり 10 $\mu$ m ピッチの接合が可能とされている。これら接着機構を用いた接続では、チップやリードの保持、固定は樹脂によって行い、接合部は電気的導通を得るだけの接触接続とすることによって微細化を達成している。しかし、接合部での接触抵抗 (通常数十 m $\Omega$ 、金属接合では数

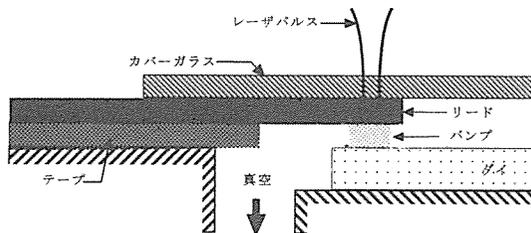


図9 レーザ加熱による TAB インナーリードボンディング

マイクロソルダリングにおけるプロセス制御

次にマイクロソルダリングでは、接合ピッチの微細化にともなって接合部間のハンダブリッジによる短絡が問題となる。そこで適正量のはんだ供給が課題となっており、ソルダーペースト印刷においては、印刷性を上げるためにペースト中のはんだ粉の微粒化 (10~30 $\mu$ m) や、ファインピッチ印刷マスクの開発が行なわれている。しかし、通常のペースト印刷ではリードの浮きを吸収するため適正量以上のはんだが供給されており、300 $\mu$ m ピッチの QFP ではブリッジの危険性がある。そこであらかじめプリコート法によって適正量のはんだを供給し

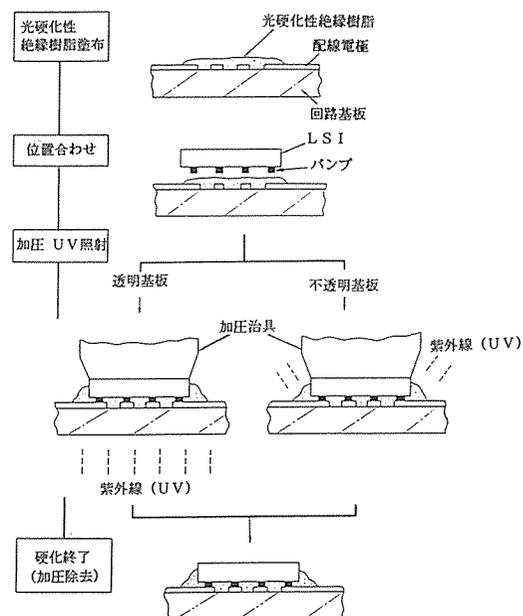


図10 マイクロポンプボンディングの接合プロセス

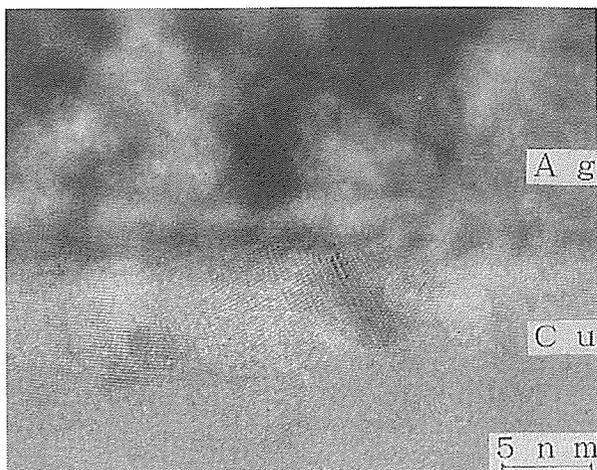


図 11 超高真空中での Ag/Cu 接合界面の TEM 組織

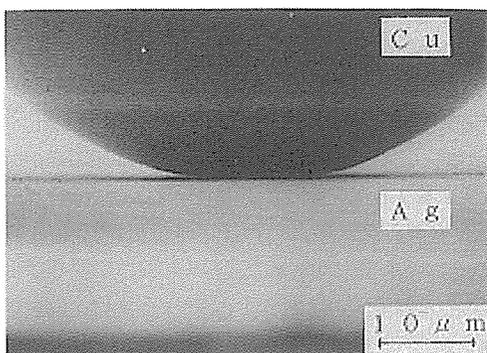


図 12 超高真空中での Cu ボールと Ag 板の接合部外観

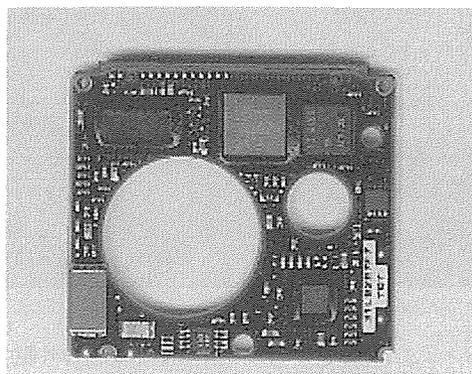


図 13 CSP 実装例 (マイクロドライブ)

mΩ) や長期信頼性が問題となる。

また、低温、無加圧、無変形接合の可能性を示すものとして超高真空中での常温接合法がある。図 11<sup>14)</sup>に 2mm 径の純銀板と純銅板を  $10^{-6}$ Pa の真空下で 200N の荷重で常温接合した接合界面の TEM 組織を示す。Ag/Cu 間で良好な接合が達成されている。また、図 12 に Cu ボールと Ag 板を  $10^{-6}$ Pa の真空中で、荷重  $40\mu\text{N}$  で接合した接合部を示すが、Ag 側のバルク破断となる接合が得られている<sup>14)</sup>。また、この場合の接合面積は弾性接触理論から計算される値より大きくなっており、超高真空中の清浄面間の接合では、マクロ的な変形のみでなく原子間の相互作用力も影響することを示唆している。これは、マイクロ接合の今後の可能性を示す接合法の一つである。

以上、述べたように、半導体チップの一次実装に関するピッチはますます、微細ピッチ化が進行しているが、半導体パッケージの二次実装においては、逆の方向性も見えている。二次実装の主流である表面実装方式においては、従来 QFP などのパッケージ部品が主流となって

いたが、近年は、よりピッチの粗い BGA や CSP (Chip Size Package) などのパッケージ部品が積極的に利用されている。BGA/CSP は、半導体チップを前述のワイヤボンディング、TAB、フリップチップなどの接合法によりインターポザー基板に接続したのち、インターポザー基板内で再配線し、接合ピッチのより広い接続用電極を持つ構造をとる。通常、接合用電極には、はんだボールが実装される。近年では、電極ピッチが 1mm 以上のものが BGA、1mm よりも小さいものが CSP と呼ばれている。二次実装時には、ピッチが粗いため特別な生産装置を必要とせず他の表面実装部品と一括実装が可能であること、はんだ接合であるため、多少の搭載ずれがあっても溶融はんだの表面張力を利用したセルフアライメント機構が働くこと等の利点があるため、急速に利用されている。図 13 に 1 インチ型ハードディスク装置 (microdrive) への CSP 実装例を示す。3 つのフリップチップと共に右上部に 0.8mm ピッチの CSP が搭載されている。フリップチップも、ワイヤボンド用に設計された電極を再配線することにより  $320\mu\text{m}$  以上のピッチに拡張、ソ

表2 Au/Al および Cu/Al 接合部における強度低下挙動の比較

	活性化 エネルギー (eV)	初期強度の1/2となる 化合物層厚さ (μm)	初期強度の1/2となる 時間 (h)	
			110°C	150°C
Au/Al	1.0	7	2×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>4</sup>
Cu/Al	1.26	2	2×10 <sup>6</sup>	4×10 <sup>4</sup>

ルダークペースト印刷法により他の表面実装部品との一括搭載および一括リフローを可能にし、組立コストの削減に成功している。

3.2 接合部高信頼性化への課題と指針

マイクロ接合では初期性能とともに長期信頼性が重要であり、特に接合部の微細化にともなって厳密な信頼性の評価とその確保が要望される。マイクロ接合における信頼性は機械的信頼性と電気的信頼性に大きく分けられる。

機械的信頼性

機械的信頼性としてまず接合部の強度低下が挙げられる。マイクロ接合部は一般に異材接合であり、接合界面で金属間化合物が形成されたり、拡散係数の差によってカーケンダルポイドが形成されたりする。これによって接合界面での強度低下や剝離が生じる。金属間化合物層の成長は一般に拡散律速であり、次式に示す放物線則に従うことが多い<sup>15-18)</sup>。

$$X^2 = k \cdot t \tag{1}$$

$$k = k_0 \cdot \exp(-Q/RT)$$

x : 金属間化合物層厚さ, k : 速度定数,

t : 時間, Q : 活性化エネルギー,

R : ガス定数, T : 絶対温度

接合部の強度低下を抑えるためには脆弱な金属間化合物を形成しない材料および金属間化合物層成長速度の小さい材料の組合せを選択する必要がある。例えば、ワイヤボンディングでAlパッドにワイヤを接合する場合、金属間化合物の成長速度はAu/AlよりもCu/Alの組合せの方が遅く、また表2に示すように接合強度が初期の1/2となる時間もCuワイヤを用いた方が長時間となる<sup>19)</sup>。したがって信頼性の観点からはCuワイヤを用いる方が有利である。またワイヤ強度もAuワイヤより高いため、微細化にむけてCuワイヤによるワイヤボンディングが実用化されている。

TAB共晶圧接やマイクロソルグリングでは、CuリードとSnとの反応が問題となる。Cu/Sn界面では金属間化合物としてε相(Cu<sub>3</sub>Sn)とη相(Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>)が形成するが、ε相が厚く形成する場合には、接合界面で多数のカーケンダルポイドが生成し界面剝離が生じる。これに

対して、Cuリードに0.3%程度のZnを添加することによってε相の成長とポイド形成を抑制し、界面剝離を防止できる<sup>20)</sup>。このように適切な材料選択による金属間化合物層の制御が信頼性の確保には重要である。また、接合プロセスの観点からは、接合時に厚い金属間化合物層を形成しないために、できるだけ低温で短時間の接合が望ましい。例えば、現状の共晶圧接では共晶温度よりかなり高い温度で接合が行なわれているが、できるだけ共晶温度に近い低温での接合ができるようなプロセス制御が必要である。

熱疲労強度信頼性

次に、重要な機械的信頼性として接合部の熱疲労特性がある。接合部材間に熱膨張係数差がある場合、温度変化によって繰り返し熱歪が生じ接合部が疲労破壊する。特にフリップチップ接合では熱疲労が大きな問題となる<sup>21-23)</sup>。熱疲労寿命には、歪量、繰り返し周波数および温度が影響し、これらの効果は次に示すModified Coffin-Mansonの寿命予測式によって記述される<sup>24,25)</sup>。

$$N_f = C \cdot f^m \cdot (\Delta\epsilon_p)^{-n} \cdot \exp(Q/RT_{max}) \tag{2}$$

N<sub>f</sub> : 破壊までの繰り返し数, C : 材料定数,

f : 繰り返し周波数, Δε<sub>p</sub> : 塑性歪振幅,

m, n : 指数, Q : 活性化エネルギー,

R : ガス定数, T<sub>max</sub> : 最高使用温度

実製品における熱疲労寿命評価の際には、次式で定義される加速係数(AF: Acceleration Factor)を利用して、実験室レベルと実使用条件との相関を考慮し、加速試験を行う。(2)式中のm, n, Qに関しては、Pb-richはんだに対する実験値は求められており、それぞれ、1/3, 1.9, 11.9kJ/molである。

$$AF = N_f / N_L \tag{3}$$

N<sub>f</sub> : 実使用条件における寿命,

N<sub>L</sub> : 実験室条件における寿命

熱疲労破壊を防止するためには、半導体チップと熱膨張差の小さい基板材料を用いて熱歪を低減する必要がある。しかし、チップと基板間を樹脂封止することによってチップとの熱膨張差の大きいガラスエポキシ基板でも熱膨張係数調整基板と同等のレベルまで熱歪を低減でき、熱疲労寿命が大幅に改善される<sup>26,27)</sup>。これは、チップ

と基板が樹脂により接合されているため、バンプに集中してかかっていた歪が、チップと基板の変形に変換されるためであり<sup>27)</sup>、フリップチップの熱疲労寿命改善には有効な手法である。また、前述したマイクロバンプボンディングでは、熱歪が生じてバンプと電極間が摺動するので熱疲労破壊が生じにくいと考えられる。

#### 電気的信頼性

電気的信頼性では、マイグレーション、ウィスカおよびエレクトロマイグレーションが問題となる。マイグレーションは端子間に直流電圧が印加された時に起こる電気化学的反応であり、陽極での金属のイオン化と陰極での析出および樹枝状成長によって端子間が短絡する現象である。短絡寿命は次式で示される<sup>28)</sup>。

$$Nm = C \cdot E^{-m} \cdot H^{-n} \cdot \exp(Q/RT) \quad (4)$$

Nm：マイグレーション寿命，C：定数，  
E：電界強度，H：湿度

水滴などが付着するとマイグレーション速度が大幅に増加するので、樹脂コートなどによる防湿対策が必要である。また、ハンダフラックスのイオン性残渣はマイグレーションを加速するので、後述する無洗浄化も考慮して、低残渣フラックスや失活性フラックスによるソルダリングが必要である。ウィスカは電気メッキ Sn 中に生じる Sn のヒゲ結晶で、これによって端子間の短絡が生じ、高密度実装では問題となる。Zn 添加 Cu リードでは Sn メッキ材のウィスカ発生を抑制できる。エレクトロマイグレーションは高電流密度に伴う電子の原子はじき飛

ばしによるボイド形成であり、微細な配線の断線をもたらす。寿命予測式は次式で与えられる<sup>28)</sup>。

$$Nem = A \cdot J^{-n} \cdot \exp(Q/RT) \quad (5)$$

Nem：断線寿命，A：定数，J：電流密度

はんだ接合部でエレクトロマイグレーションによって断線した例はないが、今後 TAB、フリップチップなどで接合部の微細化にともなって問題となる可能性がある。

#### 3.3 無洗浄およびフラックスレスソルダリング

従来のソルダリングプロセスでは接合後に残留したフラックスを洗浄するためフロンなどの洗浄剤を用いていたが、脱フロンに向けて、信頼性の高い無洗浄プロセスあるいはフラックスレスソルダリングプロセスを確立することはマイクロソルダリングにおける重要な課題であった。これについては、まず弱活性フラックス、低残渣フラックスおよび失活性フラックスなどの無洗浄対応フラックスの開発が行われてきた。弱活性フラックスでは、ハロゲン系活性剤の代わりに活性力の弱い有機酸系の活性剤を用いて無洗浄化を計っている。低残渣フラックスはフラックス中の固形分の比率を減少させており、後述する窒素雰囲気リフローにより無洗浄化に対応している。失活性フラックスは、ハロゲン系活性剤を用いるが失活剤の添加により接合後はハロゲンが失活して無害となるため無洗浄化が可能となる。また、ベース剤としてロジンに替わって高分子樹脂を用いているため低温化での耐クラック性に優れている。

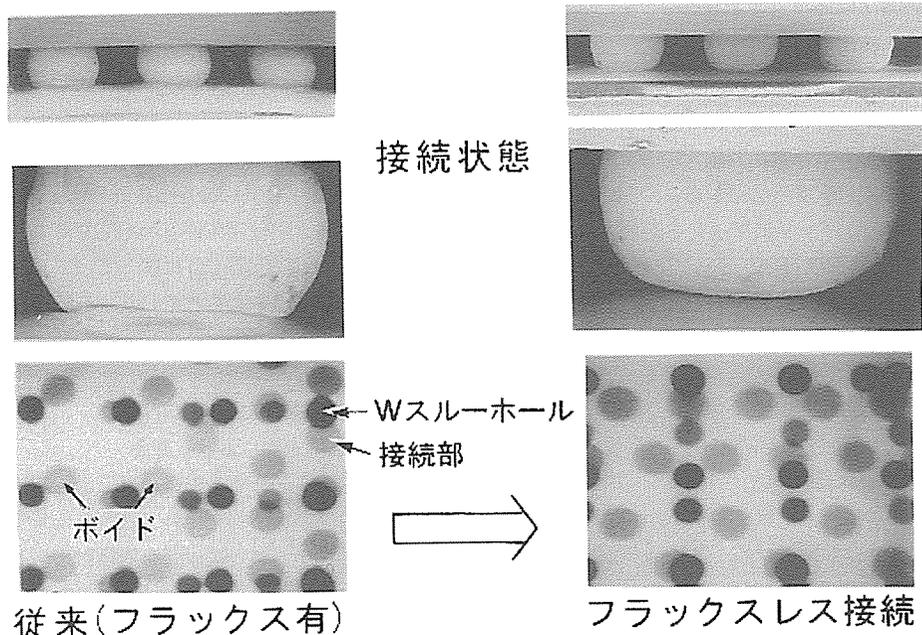


図 14 フラックスレス接合によるボイドレス化

次に、無洗浄対応のソルダリングプロセスとしては低残渣フラックスを用いた窒素雰囲気リフローが有効である。これは低残渣フラックスの使用による活性力の低下を、窒素雰囲気として酸素分圧を下げることによって補うもので、酸素濃度を1000ppm以下とすることで良好なはんだ付けが可能である。

これらとは別にフラックスレスのソルダリングプロセスの開発も重要である。フラックスレス化はフロンおよび近年環境への有害物質として問題視されているVOCs (Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)対策<sup>29)</sup>だけでなくフラックスに起因するボイドの発生に対しても有効である。図14はアルゴンアトムビームスパッタリングでバンパと電極をクリーニングした後、高純度窒素雰囲気中でフリップチップ接合した接合部を示す<sup>30)</sup>。これによってフラックスレスでボイド欠陥のない接合が可能である。また、前述したマイクロバンパボンディングや異方性導電膜による接合法もはんだを用いないため、フラックスレス化に対応した接合法といえる。

### 3.4 鉛フリー化

日本での家電リサイクル法の2001年4月施行、EUで現在審議中のWEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) ドラフトにおける2004年1月1日までの電子組立部品からの鉛全廃の提唱、そのような背景のもと、鉛フリーはんだの研究開発が活発に行われている。国内においては、通産省からの出資金のもと、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が、“鉛フリーはんだ規格化等の研究開発”プロジェクトを平成10年11月より開始している。このプロジェクトは、産業環境管理協会が受託し、さらにそれを日本電子工業振興協会と日本溶接協会に受託する形をとっており、鉛フリーはんだの評価方法の標準化、鉛フリーはんだの開発と規格化、電子部品の鉛フリー化を目的として活動が行われている。研究対象とされる鉛フリーはんだは、コスト、供給性を考慮してSnをベースにAg, Bi, Cu, Zn, In等を添加したものが主流である。なかでも、Sn-Ag系が主流であるが、最近ではコスト面からSn-Zn系も検討されている。THP (Through Hole Package) などの挿入型部品をBi含有の鉛フリーはんだにてフローはんだ付けすると、はんだ材の凝固過程で、はんだと基板側電極との接合部界面が剝離するリフトオフ現象が問題となる<sup>31)</sup>。この解決策としては、Bi添加量を5wt%以下に抑制する<sup>32)</sup>、接合冷却時に固相線温度での保持時間を50s/cm<sup>3</sup>以上とする<sup>33)</sup>等の処置が有効であることが明らかになっている。

現在、鉛フリーはんだの研究対象は、QFPなどの表面実装部品を中心に行われているが、今後は、BGA/CSP

およびフリップチップへの応用も図られる必要がある<sup>34)</sup>。特に、接合部材間に生じる応力を、はんだ材自身の変形を利用して緩和する構造をとるフリップチップ接合においては、表面実装部品で有効とされる高強度かつ耐クリープ特性に優れるはんだ材が優れた熱疲労強度を示すとは限らず、検討を要する<sup>23)</sup>。また、QFPリード部のような電子部品の外部電極端子のメッキ材も、鉛フリー化が進行しており、Pdメッキや鉛フリーはんだメッキ等が検討されている。それらのメッキ層と鉛フリーはんだとの接合界面においては、高温保持における界面強度の信頼性が重要である。反応相の成長に伴い、界面強度が劣化するような組み合わせは避けるべきである。

## 4. おわりに

以上述べてきたマイクロ接合における微細化、高信頼性化における問題点および課題を整理すると、①微細ピッチ化による接合部間の接触、ブリッジ、②リード、ワイヤの細線化による断線、③接合部強度低下、④接合部熱疲労破壊、⑤接合部電氣的信頼性、⑥環境調和对策にまとめられる。これらの問題点、課題を克服するためには、環境調和を考慮に入れた①接合プロセスの制御、②接合材料の開発、③新しい接合法の適用によるアプローチが必要であると考えられる。現状の接合では接合部に過剰な熱や変形が与えられており、今後は投与エネルギーを適正化するため熱および変形のモニタリングとインプロセスでの制御が一層要望されるであろう。また、超高真空中での常温接合で代表される低エネルギー、ダメージレス接合は、今後の超微細マイクロ接合の可能性を示すものと考えられる。

## 参 考 文 献

- 1) 小林：溶接学会誌, Vol. 63 No. 2 (1994), 115
- 2) 石坂他：日本金属学会誌, 41 (1977), 1154
- 3) 渥美他：東芝レビュー, 43 (1988), 833
- 4) 町田：日本金属学会会報, 28 (1989), 70
- 5) 荘司他：回路実装学会誌, Vol. 12, No.1 (1997), 25
- 6) 荘司他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics '96, (1996), 17
- 7) 荘司他：溶接学会論文集, Vol. 16, No. 2, (1998), 215
- 8) I. Shohji et al.: Proc. of IMC 1996, (1996), 314
- 9) 嶋田他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics '96, (1996), 193
- 10) 山下他：(社) 溶接学会シンポジウム「多ピン・狭ピッチ化に対応する高密度実装技術」, (1992), 41
- 11) 渥美：(社) 溶接学会シンポジウム「多ピン・狭

- ピッチ化に対応する高密度実装技術」, (1992), 17
- 12) P. J. Spletter et al.: Proc. of Electronic Components & Technology Conference, (1990), 757
  - 13) 畑田他：電子技術, (1987), 70
  - 14) Y. Kashiba et al.: Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 108 (1988), 371
  - 15) 荘司他：回路実装学会誌, Vol. 13, No. 1, (1998), 24
  - 16) I. Shohji et al.: Scripta Materialia, Vol. 40, No. 7, (1999), 815
  - 17) 荘司他：エレクトロニクス実装学会誌, Vol. 2, No. 2, (1999), 121
  - 18) 穴戸他：Proc. of MES'98, (1998), 117
  - 19) J. Onuki et al.: IEEE on CHMT, 12 (1987), 550
  - 20) 宮藤他：(社) 溶接学会シンポジウム「マイクロエレクトロニクスにおける超微細接合」, (1993), 23
  - 21) 荘司他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics '97, (1997), 185
  - 22) 荘司他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics '98, (1998), 199
  - 23) 荘司他：溶接学会論文集, Vol. 16, No. 1, (1998), 51
  - 24) K. C. Norris et al.: IBM Journal Research and Development, 13 (1969), 266
  - 25) 荘司他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics '99, (1999), 137
  - 26) 曾我他：電子情報通信学会論文誌 C-II Vol. J 73- C-II (1990), No. 9, 516
  - 27) 塚田：(社) 溶接学会シンポジウム「マイクロエレクトロニクスにおける超微細接合」, (1993), 23
  - 28) 竹本他：高信頼度マイクロソルダリング技術, 工業調査会, (1991)
  - 29) 渋屋：エレクトロニクス実装学会誌, Vol. 1 No. 4, (1998), 259
  - 30) 西川他：溶接学会講演概要第50集, (1992), 64
  - 31) J. H. Vincent et al.: GEC J. Res., 11 (1994), 76
  - 32) 菅沼：エレクトロニクス実装学会誌 Vol. 2 No. 1, (1999) 51
  - 33) 高尾他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics '99, (1999), 381
  - 34) 荘司他：Proc. of Microjoining and Assembly Technology in Electronics 2000, 掲載予定

## 論 説

## お 経 と 工 学

新 宮 秀 夫\*

An Engineer's View of Buddhist Scriptures

by Hideo SHINGU

## 目 次

## 第1章 緒 言

- 1.1 お経を読む驚き
- 1.2 お経の“原典”
- 1.3 律, 経, 論 (三蔵)
- 1.4 大乘経典
- 1.5 初期仏教経典, 南伝大蔵教経典
- 1.6 仏教のバックグラウンド, インド文化
- 1.7 日本の仏教の広がり
- 1.8 まとめ方

## 第2章 大乗経典

- 2.1 般若波羅密多経 (般若心経, 金剛波羅密多経, 大般若波羅密多経)
- 2.2 華嚴経 (大方広華嚴経)
- 2.3 維摩経 (ヴィマラキールティ・ニルデシャ・スートラ, 維摩詰所説教)
- 2.4 法華経 (妙法蓮華経)
- 2.5 浄土三部経 (無量寿経, 観無量寿経, 阿弥陀経)
- 2.6 密教経典 (大日経, 金剛頂経)
- 2.7 禅, 止観, 瑜伽

## 第3章 初期仏教経典, 南伝仏教経典

## 第4章 仏教のバックグラウンド, インド文化

## 第5章 日本の仏教の広がり

## 第6章 まとめ

- 6.1 人間中心の教え
- 6.2 生物としての人間
- 6.3 欲, 怒, 愚 (貪, 瞋, 癡)
- 6.4 業 (カルマ, 行為),
- 6.5 輪廻 (サムサーラ)
- 6.6 カオス
- 6.7 悟り (ポーティ), 解脱 (ビムクティ), 涅槃 (ニルヴァーナ), 成仏

## 参考文献

1. 経典集
2. 現代語訳されている経典および註釈
3. 仏教, 仏典の解説
4. インド文化, インド思想
5. その他
6. 辞典類

## 第1章 緒 言

## 1.1 お経を読む驚き

我々一般人はお経 (仏典) を何となく“有難い”もの

だと思っている。けれどもそのお経には何が書いてあるのか知っている人はほとんどいない。法事で読経を聴いても、お坊さん達はまるで、わざと我々に判らないようにお経を読んでいるとしか思えない。しかし、何千年もの間読み (誦み) 継がれたお経の中味には何か本当に“有難い”ものがあるのかも知れない。

筆者はせっかく京都という、日本での仏教の中心地に

\*京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻教授

住み、二千もあると言われるお寺に囲まれて生活しながら、何も知らずに死んでしまうのも残念だという気を、かねてより持っていたが、還暦も過ぎたので、自分なりに徹底的にお経を読んで見ようと発心した。幸いなことに、仏典の多くが最近、現代日本語に訳されて文庫本などで出版されているので、それらと、興味を持った漢訳經典類、解説などを京都大学図書館とインターネットを利用して、可能な限り集めて読んでみた。そうして直接、經典の中味を知って感じたことは、これはすごく面白い読み物だということだった。

お経だからとか、仏の教えだからという態度ではなくて、冷静に現在の知識の上に立って、今から二千年も昔に、“考える”ということと、ただ世の中の、人や社会や自然の移り変わりを観察するという、ただそれだけで、人間の生き方、社会のあり方、自然の移り変わりのルールを考えきって、記述した文献としてお経を見た時に、これはすごい価値のあるものと感ずることができた。そして、「よくぞここまで見抜いている」とか、なる程この言葉は現在の知識に照らせば、これを言おうとしていたのだな、とか考えながら読むことができた。

昔の人々が、現在のように多くの知識に惑わされることのない状態で、素朴に、しかも集中して考える時に到達する結論とはこのようなことだったかという、今、現在、立とうとしても、決してそこに立つことのできない視点での見方を学ぶことができるという意味で、これらはかけがえのない貴重な書物だと思う。そして、エネルギー学（熱力学）という工学の分野の立場から、これらの經典の説こうとする諸々の事柄、その真髓を、従来の多くの仏教、仏典の解説とは異なった視点でまとめることができると感じた。

その一端をここに紹介したいと思うけれども、もちろん8千巻とか8万4千巻とか言われるお経をそう簡単に判るものか、とお叱りを受けるだろうことは予想している。しかし有難いことに、華嚴經というお経には、しよほつしんじべんじょうしやうがく初発心時便成正覺（新たにさとりを得ようとする心を起す時、ただちに仏の正しいさとりを完成する）と、ちゃんと説いてある。

一方、頑張って難しい勉強をすることは全くのムダで、仏のさとりに達するためには、ただ“南無阿弥陀仏”と誦えること以外考えないようにしなさい、という法然上人の、いちまいきしやうもん一枚起請文、という両手の印まで押した念書などもある。だから、際限のない議論の積み重ねだから、たくさんのお経を読んで考えたりしないでノンビリと暮らしなさい、という説教も無視できない気もする。しかし、そこは、やはり技術者としての習慣上、何もしないでただ念仏するだけではなくて、エネルギー-社会工学という視点からお経について一言感想を述べる、というくらい

の業（カルマ、行為）を重ねることにしようと思う。

## 1.2 お経の“原典”

すべてのお経は、B.C.5世紀頃にインドでお釈迦様が説いた教えを、その弟子達書いたことに形式上はなっている。始めは簡潔な文で伝えられていたものが、お釈迦様の死後200年程経ってから經典にまとめられていったらしい。そして初期仏教とか、原始仏教とか、それに続く部派仏教經典と呼ばれる分類に属するお経がまとめられていくのと平行して、1世紀頃から、一般に“大乘仏教”と呼ばれる分類に属する經典がまとめられて来た、という経緯があるようだ。

その後数世紀に渡ってそれらのお経がインドの南方、主にスリランカへ伝わって、主に初期仏教を中心に、パーリ語というインドの古い言葉で書かれて現存しているのが南伝仏教のお経だ。そしてインドの北側の中国へ2~3世紀頃から伝わり始めて、その後6~7世紀頃にチベットやネパールにもたくさん伝えられ、サンスクリット語で書かれていたお経と、その漢文あるいはチベット語に訳されて残っているものが北伝仏教のお経だ。我々日本人に馴染みのお経は、この北伝仏教として漢訳されたものの中で、中国で成立した宗派が採用した大乘仏教が中心となっている。

驚くべきことに、現在のインドには仏教經典はサンスクリット、パーリ語も含めて一切何も残っていないらしい。だから、お経の“原典”は主にスリランカに残ったパーリ語の初期仏教經典と、ネパール、チベットで“発見”されたいくつかのサンスクリット經典が残るだけだということだ。

また、中国には膨大な仏典の漢訳があるのに、その元のサンスクリット仏典がひとつも残されていないと知ったことも驚きだった。翻訳した後、その原本をポイと捨てる、というのはよほど訳に自信があったのか、とも思うけれども、どうなのだろうか？ ちなみに、我々に最も馴染み深いお経である“般若心經”の我々の知っているテキスト（小本と呼ばれる）のサンスクリット語写本は、世界に唯ひとつ法隆寺に残されている、ということなので、それが中国から輸入されたとすれば、その頃（6, 7世紀）にはまだ中国でも原典を大切にしていたのかも知れない。

パーリ語で書かれた南伝經典はパーリ語をアルファベットに直して整理されているので、そのまま読むこともできる（少し文法を勉強して）もできるし、また英訳を読むこともできる。また南伝大藏經として日本語にも訳され出版されている。漢訳された膨大な北伝經典はほとんどが、大正新脩大藏經として出版されており、漢文を嫌がらなければ、どのお経もすぐに読める。また、その中の多くは、文語調ながら訳されて、国訳大藏經としてま

とめられている。

### 1.3 律、經、論（三蔵）

我々は、仏典は総じて、どれもこれもみんな“お経”と呼んでいるけれども、その“お経”は専門的には、初期仏教の時代から、修行者の戒め、行動の規則みたいなものを書いた律（ヴィナーヤ）と、釈迦の教えそのものを書いた經（スートラ）と、律や經の意味を説明しようとして書かれた論（アビダルマ）とに分けられていて、これらがまとめられて三蔵（トリ・ピタカ）と呼ばれるようになったものが仏教經典というものだ。

“經”は仏の教えを説いたもの、と言うと難しそうに聞こえるけれども、古いお経も新しいお経も、どちらも我々大衆に判り易いように、譬喩（たとえ話）や物語が、ふんだんに取入れられているから、読みだすと止まらないようにできている。經は、形式上、私は、お釈迦様がこのように、お話されたのを聞きました（如是我聞）、で始まるわけだから、本来は世尊（釈迦）に直接会った人でないと書けないはずだ。けれども、本当に「如是我聞」のお経があるのか否かは判っていないらしい。実際上は、お釈迦様の死後千年ほど経った、5、6世紀頃に作られたものまで全部“經”として、堂々と通用しているのが現状だし、それらはみんな“有難い”ものなので、これは大変結構なことと言える。

律は、初期仏教のものは、嘲笑戒（他人の迷惑になる程の大声で笑うな）とか、舐鉢食戒（食器をペロペロなめるな）とか、もちろん、立小便戒というものもあり笑いを誘う。もちろん、真面目な戒律の書かれた律もあって、律を中心經典とする宗派もある。

論は、“アビダルマ”というサンスクリット語（パーリ語ではアビダンマ）が、“法について”という意味を持つだけあって、やや難しい。空、業、輪廻、解脱などの意味を長々と論じまくるのが“論”だ。論は、お釈迦様の説法について書かれた“經”を論ずるのだから、いくら後代の人でも書いてOKということになる。中国、日本などでたくさん書かれた仏書は、いずれも広義には“論”と言えるし、この文章でさえ、論の内に入ることになるのかも知れない。論は要するに理屈をこねて人を納得させるわけだから、難しくなりがちで、論、つまりアビダルマという言葉は、“難解な理屈”という意味に使われることもある。これは、聖書の解釈学であるスコラ哲学が煩瑣（こまごまと煩わしい）哲学と呼ばれることに似ていて面白い。

このように仏典は、主旨の異なる三蔵からなっている。けれども、ここでは細かいことは問わず、仏教に関して書かれた“有難い”教えは全部“お経”と呼ぶことにして話を進めたい。南伝も北伝も、これら三蔵をまとめて“大蔵經”として扱われているのだから、

### 1.4 大乘經典

いずれにせよ、お経の成立の経緯や、種々のお経の系統などは、仏教やお経の解説書に詳しいので、これ以上その受け売りは止めて、いきなりお経そのものの中味とその意味を探ることを始めよう。

さて、話の進め方だが、まず何はともあれ、我々が少しでも名前を聞いたことのあるお経の中味が気になるので、どちらかと言って身近な大乘經典から見てみることにしよう、多くの經典の中から次のようなものを、先ず選ぶことにしよう。

お経名称	キーワード
般若經 （大般若波羅密多經、 般若波羅密多心經、 金剛般若波羅密多經）	五蘊皆空、不生不滅、 不垢不淨、不增不減
華嚴經 （大方廣華嚴經）	心造諸如來、 善財童子、五十三次
維摩經 （維摩結經）	不二、不可思議解脱
法華經（妙法蓮華經）	一乘、火宅、窮子、 ナムミョウホーレン ゲキョウ
淨土經（無量壽經、 觀無量壽經、 阿彌陀經）	念仏衆生攝取不捨、 ナムアミダブツ
密教經典 （大日經、 金剛頂經）	真言（マントラ）、 陀羅尼（ダラーニ）、 曼荼羅（マンドラ）、 即身成佛
禪の教えのいくつか （摩訶止観、 臨濟録、 正法眼蔵など）	無、三昧

### 1.5 初期仏教經典、南伝仏教經典

その次に歴史的には古い方の、初期仏教經典をパーリ語から直接日本語に訳されたものや、漢訳經典の中から拾い読みして見る。これらの經典は、大乘經典を大切にしている人々からは“小乘”經典と呼ばれている。

学校で習った所では、大乘仏教とは、初期仏教が時代と共に修行者達にだけ判るような、難しい教えに偏って行ったので、一般の大衆にも判り、みんなが仏の教えの有難さを味わって、救いが得られるために、成立したものであるとされている。そして、大乘は北方へ（中国、チベット、ネパール、日本）、初期仏教の流れを引継ぐ仏教は南方（スリランカ、ビルマ、タイ、カンボジア、ラオス）へ伝わった。

南方へ伝わった“仏教”は、“南伝仏教”とも呼ばれるけれども、北方側からは“小乗”と呼ばれて劣ったものだとされていたことも習ったし、驚くべきことに、最近出版された仏教の一般向け解説書にさえ、その見方に従って小乗は劣った教えだとしている“あきれた”ものがある。

実際に初期仏教經典を覗いて見た感想では、それらが北伝の大乘に比較して難しいことはひとつもない。しかも、北伝の大蔵經の中には、南伝の經典のほとんどの部分が含まれているのだから、筆者の素人目からすれば、大乘も小乗も面白さの上では差異はないし、後で論じようとする“工学的視点”に立って見ても同じ思想を説いていると思う。

恐らく“小乗”仏教が難しいとされる理由は三蔵の内の“論（アビダルマ）”が理屈っぽいためかも知れない。しかも、論（アビダルマ）が難しいので、その解説の論（例えば、アビダルマあひだるま俱舍論くしやくろんという解説書など）が出て、それがまた難しい、というようなことにあるらしい。けれども、論（アビダルマ）というのは元来、抽象概念（空、業、輪廻、解脱、涅槃など）を述べようとするのだから、經（スートラ）のように面白い例え話や、有難い、有難い、と繰返すだけでは済まない面があるのだ。

南伝經典	漢訳經典	キーワード
ヴィナヤ・ピタカ律藏	四分律、五分律、根本説一切有部律など	戒律と、それを破った時の罰則など
スッタ・ピタカ經藏、長部、中部、相応部、増支部、小部（ダンマパダ、ジャータカなどを含む）	長、中、雜、 <small>どういちあごんきよう</small> 増一阿含經、法句經、出曜經など、本生譚	とても面白い例え話や、説語、心打たれる警句を満載
アビダンマ・ピタカ論藏	阿毘達磨発智論、阿毘達磨大毘婆沙論など	抽象概念の説法、本当はここが肝心かなめの所か？

“小乗”が難しい、と難クセをつけた“大乘”側にも、大乘經典の解説書はすぐに必要となって来ることは必然の結果で、例えば、大乘經典の中で最も古いとされる前掲の、大般若波羅密多經は、大部過ぎることと、中味の教義の核心が掴み難いと思われたためか、その解説のための大智度論（“智度”は般若すなわち智慧の訳語）なる“論”が書かれていて、これは大變示唆に富んだ書物だけれども、結構難しいものだ。

南と北に伝わった初期仏教の經典の内から少しでも中味を覗いたものを表に上げる。

### 1.6 仏教のバックグラウンド、インド文化

その次に、仏教が成立した前後、つまりお釈迦様の時代や初期仏教、大乘經典の書かれた時代の、仏教以外の文化、宗教を知るために、いくつかの有名な書物をちらりと覗いて見ることにしたい。これらには、次のようなものがある。

ヴェーダ

ウパニシャッド（ヴェーダの後に書かれた奥義書と呼ばれるもの）

マハーバーラタ（インドの平家物語）

ギータと呼ばれるマハーバーラタの中の詩節

ラーマ・ヤーナ（スリランカを舞台とする活劇（ドラマ））

マヌ法典（カースト制度を成文化したもの）

六師外道（仏教と同時期に成立した他の宗教）

ヨーガ派やサーンキヤ（数論）派の教え

ヒンズー教

タゴールとアインシュタインの対話

### 1.7 日本の仏教の広がり

我々は、お寺を拝観したり、法事でお経を聞いたりする経験から、仏教やお経にはある程度馴染んでいる。ここは、我々の生活に溶け込んでいる日本の仏教の概観を、有名な高僧の名前とその著書、宗派、お寺をリストアップすることによって、捉えて見る。

### 1.8 まとめ方

こう見て来ると随分欲張りで盛りだくさんだけれども、これらはそのどの部分を取り上げても面白くて、面白くて、時間がいくらあっても足りない、といった読み物ばかりだ。だから面白かった楽しかった、で終わってはもったいない所をいくつか取りあげて、自分の専門の視点（エネルギー社会工学）から、その要点をできるだけ簡明にスッキリとまとめて仏教の真髓を理解することを試みる。文中に参照した經典やその他の書物は、少なくとも参照した部分については可能な限り訳本であっても原典を読むように心掛け、他人の引用を鵜のみにすることは極力避けた。終りに、お経の総合的展望の助けとすることを願って、目を通した仏典（律、經、論）の主

なもの、仏教、仏典について書かれたものや、関連する書物のいくつかのリストを参考に挙げる。

## 第2章 大乘経典

### 2.1 般若波羅密多経(般若心経、金剛波羅密多経、大般若波羅密多経)

#### “般若心経”

我々は誰も、「摩訶般若波羅密多……」という、般若心経の読経を耳にしたことがあると思う。このように、たった漢字262字の中に簡潔に、般若経典(この経典には10種以上の異なる系統のお経があるそう)の真髓を示してくれていることは大変有難いことだ。なにしろ、“心経”の元となる大般若波羅密多経は漢字500万語、600巻という大部なもので、とても素人にはその全部に目を通すことさえ大変なものなのだ。

そもそも、般若波羅密多(サンスクリット語のプラジュニヤ・パーラミター)は「<sup>ア</sup>ラジュニヤ・<sup>パ</sup>ラミター」という意味なので、有難くないはずはない。そこでこの「智慧の完成」というお経に、先ず何が説かれているのかと見ると、説教者である観自在菩薩(観音様)は、一生懸命考えきった末に、ついに、世の中のすべてのもの(五蘊、すなわち色、受、想、行、識)は、みんな“空”であると見極めた(照見した)、と書かれている。つまり般若経典の教えの核心となるものは“空”の思想なのだ。“空”と言われても、さっぱり何も判らないけれども、ここでは何を判ろうとしているのか、だけでも調べて見よう。

多くの仏教やお経の解説書に、あちらにちょっと、こちらに少し、ずつ書かれている事柄を整理して見ると、お釈迦様の死後100年くらい以降に、お釈迦様の説法の解釈問題でいくつもの派閥(部派)ができた。それらの部派の論争の中心問題が、すべての法(ダルマ)は過去、現代、未来において実際に有る(有)のか、それはもともと無い(無)のかということだった。

そこで、これらの部派は、俺達は“有”だ、いや我々は“無”だと言い争って、どんどん難しい理屈をこね上げて論争して、これを論(アピダルマ)として練り上げた。アピダルマ(阿毘達磨)という言葉自体に“難解”という意味まで与えてしまったわけだ。それらの中では、“説一切有部”と言われる部派が有名だけれども、それは彼らが自派の説を一生懸命書き記して、そのため、その説が現在まで多く残っているためだ。

一般大衆にしてみれば、難しいことはさて置いて、“有”とか“無”にこだわらない考えにして下さい、という願望が表れるのは当然で、そこに出て来たのが、大乘思想であって、その始まりのお経の般若経典に説かれたのが、“有”でも“無”でもなく、また“有”でも“無”でもあるという“空”の見方だ。

仏教の経典(律、経、論、その他の書物併せて)を読んで、それら、大乘仏教もそれ以前の仏教も含めて、その思考法の基本にこのような、“有”か“無”か、とか“白”か“黒”か、とかいうような、相反する見方に論点を絞って行って、その結論として、AかBかどちら、と決めるのではなくて、Aでもなく、Bでもない、AでもありBでもある、という超越の見方に到達する。それを求めなさい、とするパターンがあるように思える。これは、後に書こうとする維摩経の中心説教の一つ“不二の教え”としてまとめられている。

さて、その“空”だけれども、心経のその“空”は、有名な、“色即是空、空即是色”(“色”すなわち“実体”のあるもの、実は“空”なのだ、けれども、その“空”は実は“色”すなわち“実体”そのものだ)というこれも“不二”の考え方に沿った見方が示されている。

そんなAでもあり、Bでもある(AでもなくBでもない)というような答は“まやかし”だ。というのが我々一般人の単純な感想だろうけれども、直感的には、何か超越的な解でも無い限り、世の中の多くのことどもは、我々が日常経験している小さな問題でさえ、解決は困難なことが多い、という気持ちは判りそうだ。そのような考えは、解脱、涅槃、成仏という思想につながって行くのだけれど、その話は後(まとめの章)に回して話を進めよう。

心経では、“空”の話に続いてこれも有名な、すべての存在するものは“不生不滅、不垢不淨、不増不減”が説かれている。

世の中すべての“あるもの”は、人の考えの中にだけあって、形のないものと、手で触れたり、目で見たり、匂いを嗅いだり、音に聞いたり、することのできるものとに分けられる。考えの中だけにあるものは“形而上”のもの、形のあるものは“形而下”のものと呼ばれる。先の“空”の考え方は形而上、形而下どちらのものにも当てはめられるけれども、ここに説かれる“不生不滅…”の考えは形而下のものについてのこらしい。となると、現代の物理学の教える所によれば、形而下のものはすべてエネルギーである、とされているのだから、“不生不滅…”の個所はエネルギーの性質を見極めたことが、書かれていなければならないはずだ。

エネルギー学(熱力学)の基本には3つの法則があって、驚くべきことに、それらが、心経の説く所に当てはまっているのだ。

- そこで、その3法則を説明すると、それらは、
- ①エネルギー保存則(不増不減)
  - ②エントロピー増大則(不垢不淨)
  - ③絶対零度でエントロピーは零(不生不滅)
- という具合に対応するようだ。

①のエネルギー保存則は、エネルギーは、熱エネルギー、運動エネルギー、光エネルギーなどと、そのあり方は変化しても、その量には変化が無い“不増不減”であることを教えている。

②の法則にあるエントロピーとは、世の中すべての事柄の“変化とは何か”を数量的に定義したものだ。例えば、シーソーゲームのように、一方が持ち上がって他方が下がっても、理論上全く他の助け無しに元の状態に戻れる場合には、見かけ上はいくら状態が“変化”しているようでも、エネルギー学的には全く変化が無い、つまり、エントロピーは大きくも小さくもなっていない。ところが、熱い湯と冷水とがあって、これを混ぜてその中間の温水を作ると、その温水は、外からの助け無しに、元の熱い湯と冷水とに分けられた状態には戻れない。

元の熱い湯と冷水とのエネルギーと、温水のエネルギーとは、①のエネルギー保存則の教える所により、全く同じで増えも減りもしていない。けれども、温水が元の状態に戻れないということは何か“変化”が生じたはずだ。その変化した量を示すのがエントロピーであって、変化が起こるとエントロピーは増大する。世の中のどんな“変化”も変化が起これば必ずエントロピーが増大するという事は、変化した物事が“元に戻る”ためには、エントロピーの減少が起こらなければならないということで、それは他からの助け（つまり外の世界でのより大きなエントロピー増大のお陰）無しには起こりませんよ、というのが②の法則だ。

この②の法則がなぜ“不垢不浄”に関係するのかと言えば、“変化”とは一般に淨い、きれいな、状態が、汚れる、垢れる、という方向に進むものだという経験的ルールを、この説教は衝いているのだ。“不垢不浄”とは変化しないことを述べているようなので、エントロピーの一方的増大、すなわち世の中はほとんど一方的に垢れる方向に進むのだ、というエネルギー学の教えそのものとは合致していない。けれども、①の保存則と合わせて、この、エネルギー学を専門とする者でさえ、その正確な理解が難しいエントロピー増大の問題を、“垢れる、淨い”という事柄が世の中の変化を見つめる中で、最も基本的な重要性を持つことだと気付いている点に、人間の叡智を見るように思う。

③の絶対零度でエントロピーは零（不生不滅）は、むしろ心経の方が判り易いかも知れない。①のエネルギー保存則は、エネルギーの増減を、任意の基準から測ってエネルギーが増えた減ったと見積もる話だった。これに対して、③の法則は、より厳密には、エネルギーや、エントロピーの総量の基準は、絶対零度（ $-273^{\circ}\text{C}$ ）から測るべきなのだを教えている。総量を問題にしてエネルギーが増減しない、ということは、エネルギーは決して

（無から）発生したり、（無へと）消滅したりしないものです、ということだから、これはピッタリと心経の教えに一致することになる。

般若心経の解釈が長くなって、本文の262字をはるかに超えるアビグルマの難解(?)な“論”になったけれども、そうなったのは、初期大乘経典として、初期仏教や部派仏教の思想から、大乘的な思想へ展開する位置にある経典としての般若経典の縮刷版として、心経が仏教の最も重要な思想を端的に示してくれているからだろう。

### “金剛経（金剛般若波羅密多経）”

このお経も前述の心経と同じく、何事につけても、とらわれた心を持っていては、よろしくない、と説く。その説き方は心経の時と同じやり方だ。例えば、仏（お釈迦様）は長老の須菩提（スプーティ）に向かって次のような意味の説教をする個所がある。それは、“私は一切衆生（すべての者、我々みんなのことだろう）を滅度（ニルヴァーナ、完全な涅槃、完全な平安、ハピネス？）に導くのである、ところが、一切衆生を滅度し終わっても、その時、唯一人の衆生も滅度される者はいないのだ。”と言うことで、有難いのやら有難くないのやら、さっぱり判りはしない。

けれども、よく考えれば、完全な平安、ハピネスを与えられて、果たしてその後何を求めたら良いのか、ゴールに到着してしまったら、その後何処へ進むのか、など問題はすぐに生ずる。だから、仏の、みんな救ってあげますけれども、誰一人救わないのですよ、それが完全な救いというものなのです。というこの金剛経の教えは、心経の“空”の考えと同様、難しそうだけれども、現実的な救いが身近にあることを示しているようだ。金剛経は、そんなに長いお経ではないけれども、同じような、「一切の法は、法ではない、だからこそ、それは一切の法なのだ。」というような論法が繰返されている。これは、不二の考え、解脱の考えに進む思想だけれども、それはまた、まとめて考えよう。

もう一つ、金剛経で面白いと感じた点は、善男善女が、ガンジス河の砂の粒の数（恒河砂）程の多くの回数身を捧げて布施を行っても、この経（金剛経）の四句の偈（例えば、上述の「一切の法は・・・」などという有難い文句のことか？）を理解することの方がはるかに有効（悟りを得るために？）であるぞよ、というパターンの説教が繰返される点だった。

肝心かなめの哲学を理解することが大切で、その他の小さいことどもに捕らわれていては、何事も上手く行きませんよ、という説法は仏教典にしばしば現れるけれども、ここで面白いのは、ガンジス河の砂粒の数、恒河砂

という数の単位(一、十、百、千、万……)というような数の、ずっと大きなもの)だ。

一体ガンジス河の砂粒はどれくらいあるだろうか?“たくさん”,というのは我々みんな思うし、古いインドの人々もそう思ったからこそ、そう言ったのだろうけれども、ガンジス河の流域面積は今でははっきり判っているし、砂層の深さと砂粒の大きさ(例えば、平均1/10ミリメートルとか)を仮定すれば、簡単に見積もることはできる。それは、ざっと当たって見て10の25乗ぐらいかと思われる(10000・・・と1の後に0が25個くる数)。これは、コップ一杯の水の中の、水の分子 $H_2O$ の数くらいだから、まあ大したことではない数かも知れない。ちなみに事典によると中国の数の単位にも恒河砂は取り入れてあって、それは10の52乗とされている。これは少し大き過ぎるかも知れない、それは地球全体に含まれる原子の数よりも大きいものだから。

けれども、このお経の中にも、ガンジス河の砂粒の数だけガンジス河があるとして、それらのすべてのガンジス河の砂粒の数より多くの布施を行ったら、それは有効だろうか?などと言う話がある。それは、それはほぼ10の50乗くらいだから、事典にある数の単位も、中国人が勝手にそんな発想で決めたのかも知れない。とにかく、さすが数字に強いインド人の特色で、お経にはやたらと大きな数が出て来る、けれども、そんな大きな数も、空(ゼロ)があることによってこそ定義できるのですよ、などと言っているのかも知れない。それは、恐ろしく進んだ発想のようでもある。

#### “大般若波羅蜜多經”

唐の法師玄奘三蔵は645年に、16年間のインド旅行から657部のサンスクリット經典を持って長安に帰り着き、それら全部の漢訳が国家事業として行われた。その中のひとつ大般若波羅蜜多經は大部過ぎて全部に目を通すことは容易ではない。何しろ、仏教辞典によると、お坊さん達も、600巻の各巻を順にさっと開いては一言呪文を唱えるだけで、全部読んだことにするというサボリをやるのが認められているようだ。そこで、あちこち少しだけ拾い読みした所を報告してみよう。

まず、先述の心經にあった、“不生不滅”は488個所、“不垢不淨”は3個所、“不增不減”は146個所に書かれている。エントロピー増大の法則、つまり世界は、どんどん汚れた方向に進むのですよ、という原理は、恐ろしくてあまり表沙汰にしたくなかったのか、たった3個所しか無いのは、なる程と思える。けれど、この文句が、260字の心經をまとめるに当たって採用されていることには卓見が感ぜられる。

さて、大般若波羅蜜多經は、大乘經典の始まりのお経

ではあっても、600巻は多くの独立した經典のよせ集められて、その中には初期仏教、部派仏教のいわゆる“小乗”經典もたくさん入っている。例えば、魔事品(これは玄奘より200年以上古く、400年頃に鳩摩羅什によって訳されたもの)は、初期仏教の經典、ウダーナ・ヴァルガ(感興のことば、漢訳の出曜經などに対応)にある、修行を妨害する魔(悪魔?)とは何かという説明を、仏が弟子の須菩提(スプーティ)に説くものだ。

この悪魔のことは、般若經典の解説(論)である「大智度論」の中に丁寧の説明してあり、ウダーナ・ヴァルガの詩句が引用されている。それによると、恐怖、疑惑、利欲、名声、慢心などが悪魔なのだとされている。大智度論には、悪魔の別名を華箭(花の矢)と名付けて、と書かれている。誘惑によって善事をダメにする悪魔を、“花の矢”と呼ぶとは、何ともシャレた感覚を、この論の作者は持っていたようだ。

また、玄奘訳の“理趣分”というお経も有名で、例えば、仏が説いた、「微妙適悦清淨句義是菩薩句義」という文句は、我々には何のことか判らないけれども、判る人が読むとこれがSEXを賛美しているのだとされている。“理趣分”は理趣經という独立したお経にもなっていて、真言宗(密教)では大切なお経とされているようだ。また、この理趣分の後の方を読むと、“例えどんなに悪いことをやっても(雖造一切極重惡業)、このお経を信じて、読み誦えるならば、すぐに無上の菩提(ボーディ・正しい悟り)を得る(疾證無上正等菩提)、とお釈迦様は金剛手菩薩にお告げになった”,と書かれている。

こんな、“やぶれかぶれ”のお経が載っている大般若波羅蜜多經はさすがに大衆の救いを目指す大乘經典だな、と感心させられる。

大智度論の始めの所には、はっきりと、「大乘の教えは海のように、小乗の教えは牛の足跡に溜まった水のように」と決定的に小乗をけなしている。大智度論は中国、日本で広く読まれたようだから、大乘を信奉する仏教者が小乗をけなす習慣の根源は、この辺りにあるのかも知れない。その智度(般若)論の基礎に“小乗經典”がたっぷり用いられていることは、ほんの少しだけお経を読んだ筆者のような素人にさえ明白なのだから、世の中、面白くてできているものだと楽しくなる。例えば次のような文章がある。

……先の世の原因と条件による行為(業)は決して焼

けず、尽きない。行為が長い間積み重ねられれば、それを造った者自身を追いかける。

例えば、債権者が債務者を追いかけて放さないように、この行為(業)の果報を変化させ得るものはありはしな

い…….

(「大乘仏教」, 中国・日本編, “大智度論”, 赤松明彦, 梶山雄一訳, 中央公論社)

これは行為(業, カルマ)のある所必ず果(結果)があり, これが輪廻というメカニズムで(車輪を廻すように)自分に返って来て逃げられないのだ, ということをして厳しく見つめることから仏教が始まっていることを, 改めてはっきり書き記した文章のようだ. この見方はむしろ初期仏教の中に生まれているのだから, 何も大乘の新しい見方ではなく, すべての仏教の(あるいはインド思想の?) 原点だろう. この輪廻からの解脱の方法, 考え方, に“空”とか“不二”とかの思想が生きて来ることになる. これについては, まとめの所で再び触れたい.

## 2.2 華嚴経(大方広仏華嚴経)

このお経も, いくつかの独立した経典をまとめた60巻本とか80巻本とか, いくつかのバージョンのある大部なものだ. 奈良の大仏様(東大寺)を先日拝みに行ったら, 受付の僧侶が“うちは華嚴宗です”と教えてくれた. 大仏様は華嚴経を説く本尊毘盧遮那仏なのだ. この仏は, 太陽の輝きの仏, すなわち大日如来と同じ仏様らしい. 仏と言えば, お釈迦様のことかと思えるけれども, 色々理由があって大日如来, 毘盧遮那仏もお釈迦様と同じ仏様なのだそうだ.

華嚴経で有名なのは, 十地品という仏に向かって進んで行く菩薩(修行者)の境地を十段階で説明した経と, 法を求める童子が53人の善知識(善い友, 先生)と次々と会って道を求めるストーリーのお経(入法界品)だ. この善知識童子の会う53人が, 遊女までも含めた多様な生き方の人物である所が面白いので, この経は特に知られている. 東大寺の大仏殿の中で, このストーリーの絵巻き(国宝)を冊子にしたものを買ったが(2,000円), これは見ても美しいし, 話も判り易く書かれている.

華嚴経の思想として大切とされている言葉が“唯心偈”に示されている. 偈というのは, ある思想, 物語, を展開したお経の終わりにその“締めくくり”としてつけられた, 短いサマリー, キーワードの詩的な文句のことだ. その唯心偈の一番終りの文句が, “心造諸如来”だ.

あなたの心が諸々の如来(仏様)を造るのです, という発想が, この華嚴経の真髄らしい. 仏の教えが経典などに書かれたり, 仏像が目の前にあったりするけれども, それらはあなたが, 心の中で如来(仏)を造っていくための助けなのです, と教えているのだと, 勝手にこの文句を解釈すると, 何だか良く判るような気がする.

唯心, つまり世界は人間の心があってこそ“存在”するものだという発想は, 仏教に限らずインドの思想の根

本にあるようだ. ノーベル文学賞を受けたインド作家, 哲学者のタゴールとアインシュタインの有名な対話記録されているが, その中でタゴールが, “人間が無ければ世界は無い”と断言したのに対して, アインシュタインは“それはあまりに人間中心過ぎます”とあきれている.

この華嚴経に示された唯心思想は, 世親(ヴァスヴァンドゥ, 4~5世紀の人)等によって“唯識論”へと発展して行く. 唯識論とは, 心の意識を, 見たり, 聴いたり...と分類して, 頭で感ずる意識より, 更に深い一番底(?)に阿頼耶識(アーラヤ・ヴィジューナーヤ)というのがあると見る見方だ. 唯識論では, このアーラヤ識こそ, すべての人間活動の根元だとするらしい. 深層心理を大切にしたい思想として, 現代の心理学の立場からも研究されているようだ.

唯識を論ずる書物を書いた世親は, もともと部派仏教経典の論(アビダルマ)についての解説, “アビダルマ・コシャ・ブハーシャ(阿毘達磨俱舍論)”を書いた人物なのだけれども, これはいわゆる“小乗”経典の真髄のようなものなのだから, 大乘の思想を論じた唯識論もやはりアビダルマ的な(難しい!)ものようだ. お坊さん達の間で“唯識3年, 俱舍8年”と言う言葉があるそうだから, そんな“アビダルマ”はここでは敬遠して次に進む.

## 2.3 維摩経(ヴィマラキールティ・ニルデシャ・スートラ, 維摩詰所説教, 説無垢経)

奈良の興福寺は, 平安時代の藤原氏の隆盛の基礎を作った藤原(中臣)鎌足の病気が, 維摩経を誦誦したお陰で治ったことを記念して建立されたということだ. 興福寺で鎌足の命日10月16日を期して毎年行われる維摩経の説法会, “維摩会”は, 平安時代を通して最も権威のある法会のひとつだったという. 小倉百人一首の藤原基俊の歌, 「契りおきし させもが露を 命にて あはれ 今年の 秋もるぬめり」は, 基俊が, 興福寺の僧である自分の息子が今年の秋も, この維摩会の講師(僧侶の階級昇進の登竜門だった)に選ばれなかった“うらみ”を藤原氏のボス(氏の長者)藤原忠道に訴えている歌だ.

出世を望んだり, それがダメで“うらみ言”を言うなどは, 仏の教えと正反対の行いなのだけれども, それが歌になって千年後の今にまで残っている所が人間らしくて面白い. 筆者は, この維摩会が現在も続いていると思っていたので, 先般, 興福寺に国宝の維摩詰像を拝みに行った時, 受付の人に“次の維摩会に参加することができますか?”と尋ねた所, 受付の人は維摩会そのものを知らなかった. 調べてもらったら, “あれは江戸時代まではやっていたのですが...”, という残念な返答だった. 日本においては, 歴史的には維摩経がたいへん重要視さ

れ、よく読まれて来たのに、近年はさっぱり知る人が少なくなったことがよく判った。

さて、その維摩経の中心思想は何かと見ると、それはすでに般若經典の“空”の思想の所で少し述べた“不二の教え”と、不二の教えの実践である“不可思議解脱”だ。世の中のすべてのことは、相反する二つの事柄として言い表せる、例えば、生ずることと、滅すること、などだ。しかし、そのどちらかであることにこだわっては何も解決しない、生ずるでもなく、滅するでもなく、生じないのでもなく、滅しないのでもない、という、“どちらでもないけれど、どちらでもある”というような結論があり得る、そしてそれを得れば、どんなに困難に見えることも解決できるのだ、と説くのが“不二の教え”だ。

“不二の教え”に沿った結論は、物事の相反するどちらの面にこだわっている人々をも納得させることができるし、どちらの人々をも“あきらめ”させることができるようなものらしい。

一見、絶対に解決不可能と思われる難題を、いとも容易に解決できるこの解決法、つまり執着、輪廻(ぐるぐる回り)からの脱出法がすなわち“不可思議解脱”というものなのだ。不可思議解脱という解決法は、どんな問題にも適用できますよと、維摩詰(ヴィマラキールティ)は教えてくれているのだ。

維摩詰(垢衣のなない、すぐれた人)は仏道の修行者(菩薩)でも何でもない、いわんや如来でもない、ただの一般人(居士)だということになっている。だから商人として金儲けもするし、世の中の裏と見られる世界にも出入りする。けれども、彼は釈迦様の諸々の偉い弟子達と論争してみんなをやり込めてしまう。維摩経は、こんな論争の例と、一般人が、悪いことと、善いことを同時に行っていく中で、仏の正しい心、道、を常に忘れないでいることが大切なのです、生きていくために悪いことをしても、それが方便であり全体として善い方向を見失わないことこそ大切なのです、というような、一般人に納得できる現実的説法がわかり易く述べられている。

理屈の積み重ねだから、昔から思考を楽しむ人々には喜ばれてきたお経らしい。この点は次に見ていく法華経や浄土経と著しく違っている。それらは、理屈抜きで有難い教えを信じなさい、受け入れなさい、そうすれば救われます、と説くものだ。

#### 2.4 法華経(妙法蓮華経)

中国仏教発展の第一人者とされ、天台大師と呼ばれる智顛(538~597)は、インドから中国にもたらされた、たくさんのお経を整理して、お経はすべて釈迦様が“さとり”を開いて(35才)から入滅(80才)するまでの45年間に説かれた説法の記録である、という見方に立って、“五時八教”というお経の分類と説法の中

味の意味付けを完成した。このようなお経の整理と体系化と内容の判断、すなわちお経の総合的解釈学は、教相判釈と呼ばれている。西洋にはキリスト教の教理を、聖書とアリストテレスの自然学などの著書を基に総合的に整理して“神学大全(Summa Theologica)”を書いたトマス・アクイナス(1225~1274)がいるけれども、智顛のやったことに似ていて面白い。

さて、智顛はお経の説かれた順序として、それらを、華嚴経、阿含経、維摩経、般若経、法華経のシリーズに並べて、法華経をお釈迦様が入滅(涅槃)される直前に説かれた最高の教えである、と位置付けている。

法華経を、智顛が最高の教えとしようとした理由は何だろうかを、それぞれのお経の中味から考えると、恐らくこのお経が、上記五つのお経の中で最も誰にも判り易いためだろうと思う。

法華経の始めの方にある譬喩品の始めに、お釈迦様の一番偉い弟子の舍利子(舍利弗、シャーリプトラ)が、自分は仏の道に入って“空”を知ったので悟った(滅度)と思ったけれども間違っていた、と申告しているのに対して、お釈迦様がよしよし、お前に妙法蓮華経(正しい教えの白蓮)というお経を説いてあげよう、という導入部がある。その法華経の中味には空とか色とか不二とか難しい哲学的論議はほとんど無いのだ。いくつものセッション(品)に分かれたかなり長いお経だけれども、読んで一番印象に残ることは、“この妙法蓮華経はすばらしい、これを読む人はみんな正しい悟りにただちに到達できます”、という、このお経を賛美する言葉だ。

このすばらしい妙法蓮華経のキーワードは、一乗(エカ・ヤーナ)だ。これは、“ひとつの乗物”という意味らしいけれども、この一乗という発想の前には三乗という考えがあって、正しい悟りに向かう修行のやり方には三つの別々の道(乗り物)がありますよ、と言われて来たのに対して、いやその道はただひとつ、一乗のやり方だけだ、と主張している。さてその一乗とはどんな方法なのか、と調べても具体的には論じてないだけだけれども、明らかなことは、妙法蓮華経を信じるこそ大切だと主張していることだ。

妙法蓮華経の有難さを示すために、このお経にはいくつもの有名な譬喩が説かれている。とくに有名なのは“火宅”と“窮子”の譬喩だ。

火宅の教えは、大きな家の中で遊んでいる子供に、その家は今火事が起こっているんだから、すぐに外へ出なさい、といくら呼んでも、子供は家の中で面白く遊んでいるので一向に聞き入れない。という設定をして、子供を外へおびき出すために、三つの面白そうなおもちゃを外に置いて見せる。子供は大喜びで三つのおもちゃ(三乗)をもらおうと、とび出してくる。そこでその三つの

オモチャをサッと引っ込めて、本当に大切な牛車(大白牛車)のオモチャ(一乗)のみを与える、という教化の方便を説いたものだ。

この説話の中で大きな家とは我々の住む世の中で、言うことを聞かない子供は我々自身のことだ。我々の住む世の中(三界)は燃える家(火宅)のようなものですよ、一刻も早く一乗の方法(法華経読むことか?)によって悟りに達しなさい。と説いているのだろう。

窮子の教えも、譬え話だ。これは長者の息子が小さい時に家を離れてしまっ、浮浪者となって成長しているのを、長者が連れ戻そうとした時、息子は長者が親だと判らないので、いくらなだめすかしても逃げだそうとする。長年の努力でやっと長者の死に際に判ってくれた、というストーリーだ。お釈迦様は、我々を息子のように、いつでも“悟り”へ導こうとして下さっているのに、我々が訳もわからず逃げ回っているだけなのですよ、安心して妙法蓮華経に帰依しなさい。という説話なのだろう。

このお経の終わりに近い所に、観世音菩薩普門品というのがある。これは、独立して観音経と呼ばれるもので、何か災難に出合った時に観世音菩薩(アヴァロキテシュヴァラ)の名を称え、難を逃れることができる、と繰返し例をあげて書いてある有難いお経だ。玄奘三蔵よりも200年以上も昔(400年頃)、インドにお経をもらいに行った法顕は、帰路スリランカから中国へ向かう船が嵐に会った時に、観音様をお願いして無事に帰れた、と書いている。観音経の効果は昔から確かなものだったようだ。

## 2.5 浄土三部経(無量寿経、観無量寿経、阿弥陀経)

光明遍照、十方世界、念仏衆生、攝取不捨  
(阿弥陀如来の慈悲の光は、全世界を遍く照らすのです、仏を念ずる人々を、如来は、ひとりのこらず受け入れて下さり、捨ておかれることはありません)

平家物語を読むと、一ノ谷の合戦で敗けて落ちのびていた薩摩守忠度(清盛の弟)は源氏方に追いつかれて、討れようとする時に、“暫退け、十念、唱ん”と言って西に向かって、この念仏を唱えて果てた、と書かれている。この念仏の一節を含む観無量寿経と、無量寿経、阿弥陀経の3つのセットが、法然上人が浄土三部経として、浄土教の基本として定めたものだ。

観無量寿経は、極楽とはどんな素晴らしい所か、無量寿仏(無限の命を持つ阿弥陀仏)はどれ程有難い仏か、などを観るお経だ。その中味は、韋提希(ヴァイデーヒー)という名の王妃が、“悪友”(娑婆達多というお釈迦様の教えに従おうとしなかった人物)にそそのかされた息子(阿闍世王)によって牢獄に閉じ込められてしまう。そ

こで嘆き悲しんでいる時に、お釈迦様が牢中の韋提希夫人の前に現れて、光り輝く無量寿(阿弥陀)仏の姿や観世音(観音)菩薩の姿を見せて、この通り極楽はあなたの身近にあるのですよ、と教えるストーリーになっている。お釈迦様は実際に韋提希夫人を牢獄から救い出したとは、このお経には書いてないけれども、彼女はお釈迦様の説法を聴き、阿弥陀仏の光り輝く姿を見て、歓喜して、悟りを得たと書かれている。

観無量寿経には、人々(衆生)が上品、中品、下品に分けてある。その各々の品の中にまた上生、中生、下生がある。つまり、上品上生という模範的人物から、下品下生という、どうにもならないダメ人間まで9種(九品)に分類されている。そして、そのひとつひとつの中味、つまり各々の品の人がどんな行動をする人間かの説明がある。それらの説明を読むと品が下がる程現実的で面白い。例えば下品中生の人々は、“名誉や利欲のために説法(不浄説法)して恥ずかしいと思わず(無有慚愧)、さまざまな悪しき行為で(以諸悪業)、自分を飾っている(而自莊嚴)”のような人のことであるとされている。最下位の下品下生の人々は、人を殺したり法(大乘の教え)の悪口を言うような人のことだ。

こんな人々はもちろん死ねばすぐさま地獄に落ち、尽きることのない苦しみを味わうことになるのだ。そのことは決定しているのだが、そんな人でも、命の終わる時に、たまたま“南無阿弥陀仏”と誦えて見なさい、と説いてくれる人に出逢えて、その通りに、ひと言でも誦える気持ちになれば、たちまち地獄から吹き込まれようとした熱風が涼風が変わって極楽世界に往生できるので、と書かれている。

前節の法華経と同じように、観無量寿経はとても判りやすいし“有難い”ものだ。輪廻の原理も、不二の教えも、空の理論もない、唯心だの唯識だの如来蔵(衆生はみんな、心の底には、如来のような善い本性が蔵われている、勝鬘経に説かれている)だのという理屈、つまりアビダルマ的難解さは全くない。一言で言えば“信ずる者は救われる”，ということなのだけれども、考えることなく信ずる、ということは“思考停止”に他ならない。仏教経典の中では、法華経と浄土三部経は、大変“宗教的”なお経なのだ。だからこれらがポピュラーであるのはしごく当然なのだ。思考停止の話は“まとめ”でもう少し考えてみたい。

さて、この観無量寿経(観経と呼ばれる)よりかなり長い“無量寿経”を覗いて見よう。極楽浄土がどんなに、素晴らしい所かを説いたり(調和冷暖自然随意、冷暖房も思いのまま、ということも書いてある)、仏(阿弥陀仏)の名を称えることによって往生できることを説くことも、このお経に書いてある。けれども、無量寿経では、

親を殺したり、法（大乘の教え）の悪口を言う五逆<sup>ごぎやく</sup>の人は、たとえ念仏を称えても往生できないことになっている点（これは極悪人が往生することを抑止する意味で抑止門と呼ばれ、みんなOKの観経の方は攝取門と呼ばれているようだ）は、“観経”ほど徹底的な“宗教化”が進んでいないようでもある。その他の部分にも無量寿経<sup>むりやうじゆきやう</sup>には、「人在世間愛欲之中、独生独死独去独来<sup>ひとりでいきて ひとりでしに ひとりできて ひとりできるのだ</sup>」などと他力本願の浄土信仰には似つかわしく無いような文章も見られる。この文章は、初期仏教経典の中でもとくに古いとされている“スッタニパーダ”に見える“犀の角のように独り歩め”という教えの影響を受けているのかもしれない。総じて、善を行えばその結果（因果）として善が得られる、その因果関係の厳然として存在することを信じなさい、と説いているようで、ややアビダルマ的、理屈がこのお経には残されているように読める。

浄土三部経の中の阿彌陀経<sup>あみだきやう</sup>は、ごく短いもので、極楽のすばらしさと、阿彌陀仏の名号<sup>なごう</sup>を唱えることによって、そこに往生できることが書き記されている。短いから、何度も読んで回数をかせぐには都合がよい、よく読まれるということだ。

## 2.6 密教経典（大日経、金剛頂経）

密教<sup>うきやう</sup>というと、東密<sup>とうみつ</sup>とか台密<sup>たいみつ</sup>とかいう言葉が頭に浮かぶ。空海（弘法大師）が806年に唐から持ち帰った経典などをもとに、京都の南にある東寺<sup>とうじ</sup>を中心に広めた密教が東密だ。最澄（伝教大師）は天台宗（法華経を中心の教えとする）を比叡山延暦寺を中心に広めたけれども、その後継者の円仁、円珍等<sup>えんじん えんしん</sup>がやはり唐から密教を持ち帰って、台密という天台宗と密教とを合わせた教義を広めた。

大日教と金剛頂経とは、これらの日本の密教の中心経典で、もとはインドで7世紀から8世紀頃に作られたものらしい。インドではこれらの密教経典は“中期”のものらしくて、初期は6世紀頃からは、ヴェーダやギータを教典とするバラモン教やインド古来の信仰などをミックスした、呪法や儀式の経典であるタントラ（仏教の経典はスートラ）として成立して来たものだ。そのタントラが仏教の華嚴経の仏、大日如来と結びついて成立したのが、中国、日本に伝わった中期密教だということらしい。ちなみに後期密教はどうなったのかと調べると、愛欲<sup>あいよく</sup>を肯定（というよりはその中に悟りを見出す？）する閉ざされた集団的儀式が中心となって行った、ということだ。幸か不幸か後期密教は日本に伝わらず、比較的にお行儀の良い（特に中国というフィルターを通して来た日本ではそのようだが）密教が我々に伝わっている、ということのようだ。

密教で大切なのは曼荼羅（マンドラ）だ。これは大日

如来（毘盧舎那仏のこと）を中心とする仏の世界、修行のステップを一枚の図の中に可視化<sup>かしか</sup>（ヴィジュアルイズ）したものだ。大日経にもとづくのが胎藏界曼陀羅<sup>たいざうかいまんだら</sup>で周辺から順に、仏性の種子（しゆし、たね）が母の胎内で成長するように、中心の大日如来へと智慧のステップを上がっていく図となっている。金剛頂経にもとづくのが、金剛界曼荼羅<sup>こんごうかいまんだら</sup>で、四角形を9区画に分けて、その中央上方に大日如来が描かれ、他の8区画の中心にもやはり大日如来が描かれ、その周りに諸々の如来や菩薩が配置される、というパターンになって仏界の全体像が見渡せることになっている。

大日経には、まず住心品（入真言門住心品）という、大日如来が、秘密主と呼ばれる菩薩がこの経の思想を説くストーリーがある。その後は密教の特色である修行実践のガイドに入る、つまり曼荼羅道場を作る時の心構えや、作業の規則などが述べられていく。空海はこの住心品をもとに“十住心論<sup>じゅうじゆしんろん</sup>”を書いた。これには、真言を修行する者を最高位（第十位）において、華嚴宗を修行する者は第九位（同じ毘盧舎那仏を拜むからか？）、そのあとが天台宗、・・・とヒエラルキー（序列）で示し、おわりの（一位）に悪事のみ行う者が置かれている。

密教というと秘密っぽくて、人は誰も胸が何となく“ときめく”ものだし、呪文（真言）や神秘的な図表（曼荼羅）は信仰のシンボルとして有効なことは実感できる。密教はやはり仏教の中での宗教的な色合いの濃い教えと言える。

金剛頂経は大日経よりもはるかに密教的なお経で、密教の種々の儀式、作法が詳しく書かれている。たとえば密教の大切な儀式で、我々も名称だけは知っている“灌頂<sup>かんじやう</sup>”（頭に水を灌ぐ）の種類（修行のステップが完成した時にやってもらう？）やその方法などが説かれている。

密教で大切にされている思想には“即身成仏<sup>そくしんじやうぶつ</sup>”というものがある。その字の通り考えると、この身のまま仏になる、ということのようだ。けれども仏になる、と我々一般人が言えば“死ぬ”ということだ。したがって“成仏”とは容易なことでは無いはずだ。きびしい修行や断食などで生き仏（ミイラ）になることが即身成仏だと考える人（修行者）が実際に（日本でもインドでも？）いた（いる）のは当然かも知れない。空海はそこを説こうとして“即身成仏義<sup>そくしんじやうぶつぎ</sup>”というテキストを書いている。これは漢文でかなり長くて、読むのも、理解することもまた大変な書物なので困る。仏教辞典の説明を見ると、人と仏とは、もともと離れてあるものでは無い（それは曼荼羅を見れば描かれてある？）、だから真言（マントラ、呪文）をととえて心を集中して、仏の大想の心が人の心に通じて、人が仏心を開ければ、それが即身成仏だ、と

いうような意味のことが書かれている。仏教の基本的な思想である、輪廻からの解脱による幸せな状態への到達という考えの、ひとつの表現が即身成仏かも知れない。

インドの古い(B.C.4世紀頃)哲学の一派でヨーガとも関係の深いサーンキヤ(数論)派の考えにも輪廻からの解脱には生前解脱(生きているけれども苦しみを苦しみと感じない状態)と離身解脱(死んで肉体と精神が分離する)とがあると説かれている。即身成仏の思想と似ていて面白い。

## 2.7 禅, 止観, 瑜伽

禅はインドの修行者の間で仏教の成立前から広く行われていたヨーガ(yogaは、“つなく”, “結合する”という意味をもつ),つまり落ち着いた姿勢をとって瞑想する修行法が仏教にも取入れられたものだ。ヨーガそのものの体系化はB.C.2世紀頃にパタンジャリによって成立した“ヨーガ・スートラ”というヨーガの根本教典によるらしいが、これは仏教の経典ではない。仏教経典にも“瑜伽師地論”(瑜伽論, 百卷)という大部な、ヨーガに由来するお経がある。それは解深密経という、華嚴経の所で少し触れた唯識論(無意識の意識・アーヤラ識が人の行いを決める上で大切だと説く)を説くお経などをその中に含んでいる。このお経を寄りどころにする瑜伽行派(唯識派・ヨーガチャーラ)という仏教の一派もあり、“空”を思想の中心におく中観派といわれる一派と論争したらしい。

ヨーガの別の方向への仏教的広がりには、天台宗を始めた智顛の書いた“摩訶止観”に明らかだ。智顛はヨーガの仏教的受留めをこの本に書いているけれど、禅といわずに“止観”という言葉でヨーガの瞑想の求める所を説いている。“止観”の求める所は“心を一所に住して動ぜざる(四種三昧)”ということだと述べているが、そんな心境(三昧)の境地によって解脱ができるということだろうか。

天台宗ではこのようにヨーガを“止観”として細かく説明しているけれども、中国に“禅”として生まれたヨーガは、インドから6世紀はじめに中国に来た達磨(菩提達磨・ダルマ)によって始められた、とされている。“七転び八起き”で有名な達磨は、9年間壁に向かって座る(ヨーガ)ことによって悟りを得た、という伝説がある。そのダルマを始祖とする禅は南宗の慧能(630~713)によって広められた。けれども彼は、禅の教えは、体験や直接の説法によってのみ伝えられるべきで、文字に書いたりするべきではない、“不立文字”, “教外別伝”とか“以心伝心”とかいう考えを強調した。

ところが、禅も座禅による悟りを求めるばかりでなく、問題と答えのやりとり(公案, 禅問答)が盛んになり、これを記録して集めることが大切となって来るにつ

れて、書物も出されるようになる。唐末の、臨済禅宗の開祖の臨済(〜876)の言行録“臨済録”にはこんな問答を含む禅僧の面白い“やりとり”がたくさん書かれている。面白そうだけれども、急に訳もなく(我々凡人から見ると)テーブルを蹴り倒したり(踏倒飯牀)する寸劇みたいなものに、深い意味があるらしいので、よく判らない気もする。解説を読むと臨済の教えのキーワードは、“無依道人”ということ、これは、自分の外の仏を求めるのではなく、自分の内に悟りの境地を見つけない、ということらしい。

その後も、景德伝灯録、雪竇頌古、碧巖録、無門関など禅のテキストが色々書かれた。これらは、もちろん全部中国人が書いたものだから、インド的仏教の思想に中国的思想が強く入っているのは当たり前だろう。儒(孔子の教え)から禅に入った人も多いということだ。

日本の禅宗の始祖は臨済宗の栄西と曹洞宗の道元だ。どちらも中国留学によって禅を習って来ている。道元の著“正法眼蔵”は道元が一生掛かって書いた未完の大著で、岩波文庫4冊に渡るものだ。どこを見ても有難そうだけれども全部読むのも大変なものなので、仏教辞典を引いてみると、“只管打坐”というキーワードが載っている。“只管”は道元の頃の中国の口語で、“ただひたすら”という意味で、打坐は坐禅することだ。この言葉の書いてある正法眼蔵の本文を見ると、“一生でも万生でも、坐禅を組んで、昼夜、只管打坐(祇管跏趺坐)して他の仕事が出来れば三昧王三昧(三昧の境地の王様の気分、大智度論にある言葉)である”というようなことが書いてあった。やはり、忙しい人生は不幸せなのか、忙しいと思う心が貧しいのか?

## 第3章 初期仏教経典, 南伝仏教経典

“塵を払う、塵を払う(ラジョハラナン, ラジョハラナン)”

初期仏教経典の三蔵すなわち、律、経、論には譬喩や説話がふんだんに載っている。“塵を払う...”, と誦えることと悟りが得られる話、お釈迦様の弟子で、自分の名さえ覚えかねるといふ愚鈍な、周利槃特(チューラパンタカ, ハンタカ)が、どのようにして悟りに至ることができたのか、というストーリーによる説教だ。

このハンタカのことは、律にも経にも論にも組入れられており、パーリ語の仏典、その訳の南伝大蔵経、漢訳の阿含経、四分律、阿毘達磨大毘婆沙論その他にまで広く載っている。基本的な話の構造は、ハンタカが愚鈍で、誰がお経を教えても覚えられず、みんなに見放されたりバカにされた時に、お釈迦様がたかさんのことを教えようとせず、ただ一つの仕事(例えば、履物の塵を払うこと)だけをするように命じ、一心にハンタカがそのこと

をする内に、“心の塵を払う”ということに気付いて、悟りに達するというものだ。しかし、お経のどれを読んでもストーリーの展開、前提などは、かなり違っている。表記の“ラジョハラナン、ラジョハラナン”という、響きの良い文句は、パーリ文のお経の中のテラガータ（長老偈）という詩的な文の集成の中にある“チューラバンタカ長老”という偈のパーリ語解説（これもお“経”のうち？）にあるものだ。ラジョ (rajo) は塵、ハラナン (haranam) は、持ち去る、払う、という意味のようだが、払う、とハラナンと音が合っていて面白いし覚えやすい。

ハンタカには、すごく頭の良い兄（マカ・ハンタカ）がいる。マカ・ハンタカももちろんお釈迦様の高弟で、“悟り”を得ている。“ラジョハラナン、ラジョハラナン”と誦え続けて、“悟り”を得たチューラ・ハンタカは、“心の回転”において優れており、兄のマカ・ハンタカは、“想の回転（頭の回転）”において優れていた。とパーリ文の解説に書かれている。心の回転と想の回転の意味は、“阿毘達磨大毘婆沙論”に詳しく論じてある。さすが“アビダルマ”というだけあって難解でよく判らない。けれども、心の回転、頭の回転という言葉は、それだけでも判ったような気はする。

ハンタカの話は古来、日本でも良く知られている。1947年の文部省著作国語教科書（第2学年用）には、ハンタカが、お釈迦様のお供をして集りに参加しようとして、門番に“愚か者”だからという理由で入場を止められてしまったけれども、お釈迦様のために持たされていた鉢を、会場のまん中におられるお釈迦様の前まで、門外から手を“するする”と伸ばして届けた、というストーリーが載っている。

自分の“つとめ”のことを考える一念、ということをお教える印象深い国語教科書だけれども、このストーリーは、法句譬喩経述千品という漢訳経典を元に創作されているようだ。

“ダンマパダ（法句経）”

法句譬喩経のハンタカの話の終わりに、

“雖誦千章 句義不正 不如一要”

（たとえ千もの文章を誦えても、その文句の意義が正しくなければ、たった一つの要点を誦えることに及ばない）

という、締めくくりの言葉（偈）が書かれている。この偈は、パーリ文のお経の中でもよく知られる“ダンマパダ（漢訳経典の法句経に対応している）”の中の100番目の詩句“無益な語句を千たび語るよりも、聞いて心の静

まる有益な語句を一つ聞く方が優れている（中村元訳）”と同じものだろう。肝心の、本当に大切な目的を、小さなことにとらわれて忘れてしまわないよう戒めている点は、第2章の金剛般若波羅蜜多経の教えや、第6章に述べる維摩居士の“椅子の教え”と共通している。

ダンマパダの最初におかれている“ひと組ずつ”という“対”になった詩文は、これこそお経というものだろう、と感動する教えだ。

怨みに報いるに怨みを以つてしたならば、  
ついに怨みの息むことがない、  
怨みを捨ててこそ息む、  
これは永遠の真理である。

（ダンマパダ1-5, 中村元訳）

慍於怨者	うらむものを慍む
者	ならば
未嘗無怨	未だ嘗て怨は無
	くならず
不慍自除	慍まざるにより
	自ずと除かる
是道可宗	是の道を宗とす
	可し

（法句経 双要品 大正大藏経 第4巻, 210）

“箭喩経”

パーリ経典の中（マツジマ・ニカーヤ）には、私は考えても意味の無いことは考えない、という有名な（14難無記と呼ばれる）教えが載っている（摩羅伽小経）。チューラ・マールンクヤという弟子が、仏に、“世界は常があるものか、無常のものか、限りあるものか、無限のものか、霊と身体とは一体のものか、別のものか、人は死後も存在するのか、死後は存在しないのか...”など7つの対（14個）の思想上（形而上）の質問に仏が答えてくれないので、それをなじると、私は、箭喩（毒矢の譬え）を話された。それを要約すると、ある人が毒を塗った矢（箭）に射当てられた時に、その人が、矢は誰が射たのか、射た人はバラモン（僧侶階級）かスードラ（奴隷階級）か...、矢の羽根はクジャクの羽かシティラハヌ鳥の羽か、それを知るまでは矢を抜くな...、と考えたとして、その時その人はどうなるだろう、もちろんそれを知るまでに死んでしまうだろう、お前、チューラ・マールンクヤの質問に私が答えられないのは、そんなことよりも、もっと大切なことを考えるべきだからだ、という話だ。この話は、漢文にも“仏説箭喩経”というお経に見える。

初期仏教経典には、このような面白いストーリーがたくさん書かれているけれども、その一方、特に論蔵（アビダルマ・ピタカ）には、空性、解脱、因縁、などが説

かれています。それらは、繰返し書いてあるけれども、表現が至極簡潔（訳文で読む限り）なので真意は難解だ。大乘仏典はやはりその点、丁寧に説明してくれているように見える。けれども、仏教思想のほとんどは、もちろんこれら初期仏典の中にすでに含まれていることは、ほんの少しでも、あちこち読んで見ただけで感ずることができた。

#### 第4章 仏教のバックグラウンド、インド文化

##### “ヴェーダ”

インドは古くて大きな国だ。今でも毎年数人の人がトラに喰われるということだが、インドの友人の話では、トラはすごく賢い動物で、人の予想もしないやり方で襲いかかるそうだ。日本にトラはいないけれども、毎年1万人くらいの方が車の事故で死ぬ。トラに喰われるのと、車にひかれるのと、どちらを選ぶか、と言われると誰しも答えに窮するだろう。毎年1万人の人がトラやライオンに喰われている国があったとしたら、我々はそんな“後進国”には、経済援助をして早く“発展”しなさい、と手を貸そうとするだろう。けれども、1万人が毎年、野獣でなくて車に倒されている国は“先進国”だ、と思っていられるのは不可思議な話だ。やはり我々はもっと良くお経を理解することが必要なかも知れない。

さて、そんなトラよりもっと賢いアーリア人がインドに侵入して定着しはじめたのが B.C.1500 年頃らしくて、それはお釈迦様の時代より 1000 年も昔のことだ。彼等の最初の文化つまり精神活動の証が“ヴェーダ”という詩文集で、今でもインドの思想のよりどころとなっている。ということは、お釈迦様の思想にももちろん影響したはずだ。最古のリグ・ヴェーダ（主なものが4つあるうちの）を少しだけ覗いて見よう。

ヴェーダには、たくさんの神様が出てくる。と言うより、色々な神様には、それぞれ世界を動かしていくための専門的役割があって、それらの神様が各々、世界ができるにあたって何をしたのか、今、世界が運営(?)されていく時に、どんな役割を分担しているのかが詳しく、かつ美しく、詠み上げられているのが、リグ・ヴェーダだ。ちなみに、神々の名は、後のヒンズー教の神と同一のものが多いけれども、ヴェーダの時代にはまだ、神々の中の誰がトップで、誰はその手下であるなどの序列（ヒエラルキー）は無く、いわゆる多神教的なおおらかさで、ことがはこばれていたようだ。

ヴィシュヌは世界の領域を測った(たった三步で)。この三步の中に一切万物が(今)安住しているのだ。このヴィシュヌは後にヒンズー教の最高神となる。

インドラは雷の神様で、ヴァジュラ(イナズマ、金剛杵、これは密教の重要な仏具)を握って悪魔をやっ

つける。武勇の神様、仏教の帝釈天。

宇宙の始まりについての詩もあり、これによると、全く何もない“無”から熱の力によって宇宙ができた。神々の創造はその後だった。では誰が神を創ったのか?それは誰も知らないかも知れない。その宇宙について人間は1/4しか教えてもらっていない。(全部の知識の1/4の言葉で人間は話しているのだから、わけの判らない議論するのは当然か?)

リグ・ヴェーダには、競争者を克服するための歌、眠れない時に眠れるための歌、その他とても実的な呪文も含まれる。サンスクリット語で、これらを唱えれば、かなり効き目がありそうな気がする。インド人は実際にやっているのだろうか(?)。

##### “ウパニシャッド”

ヴェーダの終わりにくるもの(ヴェーダーンタ)と呼ばれるのがウパニシャッドで、一般的には奥義書、つまりヴェーダの思想の最重要な所を記したものとされ、何となく神秘的で、有難そうな雰囲気がある。ウパニシャッドには古いもの(B.C.7,8世紀)から新しい(B.C.2世紀以後)ものまでいろいろあるということだから、仏教の創始された頃と重なるようだ。ウパニシャッドには、法(ダルマ)、業(カルマ)、執着、解脱などの言葉が出てくるので、仏教の思想との共通性は明らかだ。

ウパニシャッドの根本思想として、どの教科書にも書かれることは、梵(ブラフマン・宇宙)と自我(アートマン)との一致が究極の到達点(解脱?)だということ、ブラフマンとは何か、アートマンとは何か、ということがウパニシャッドには、いろいろ説かれているが、なかなか難しく判りにくい。よく知られる、自我(アートマン)の4つの状態(自我の四足)すなわち、覚醒(起きて活動している)、夢寐(寝て夢を見ている)、熟睡(夢も見ず熟睡)、第四位(すべてが消え去る、説明不可能な、静かで安らかな状態)、は何となく判るけれども説明は難しい。こんな哲学的思想が論ぜられる中で、お釈迦様は、前章で触れた通り(箭喻経の所)判らないことは考えないで、ダンマバダ(法句経)にあるような、現世を幸せに生きることを示そうとされたのかも知れない。

##### “マハーバーラタ(インドの平家物語)”

第2章の浄土三部経の所で名前が出た薩摩守忠度は、忠度という名のおかげで、“薩摩守”すなわちバス・電車のタダ乗り、というシャレに使われている。こんな言葉が判るのは日本人が平家物語というと、読んでなくても、源氏と平氏の戦いのことを頭に浮かべる、という共通の知識を持っているからだ。

マハーバーラタは、B.C.4世紀~A.D.2世紀頃までの

間に、少しずつ完成されてきた叙事詩だ。これをインドの平家物語と呼ぼうとする理由は、まず、これは、インドの王族の間の天下を分けた戦いの話で、対立する双方が“いとこ”同志である、つまりお互いの出生から、人となり、まで知り尽くした仲でありながら、とことん相手が滅ぶまで戦うという点で似ているのだ。

インドの場合、対立するのは五王子方と百王子方という、いとこ兄弟の2グループの王族だ。五王子方はさしずめ源氏方、その中の英雄はアルジュナ王子、彼に助力するのが、半分神様みたいなクリシュナだ。百王子つまり平家方には、ドゥルヨーダナという総大将がいる。美しい姫も、たくさん出てきて哀しくもあり美しくもある話が語られている。そして遂にクルクシェートラの地において、最後の決戦となる。この壇ノ浦合戦で、五王子方が勝つわけだけれども、もちろん簡単に勝つのではない。百王子方の英雄ドローナは、五王子方の法(グルマ)を無視した卑怯な戦いのやり方によって、取り囲まれてしまう。しかもバラモンの身分を明らかにされた(戦いはクシャトリがすることに決まっている)ドローナは、戦車の上に座禅を組んで瞑想(ヨーガ?)に入る所を、すかさず首をはねられてしまう。十念唱える所を、うしろから討たれた薩摩守忠度の最期と何と似た話だろう。

話のおわりにはもちろん、勝った側のむなしさ、それを運命として受け入れる悩み、出家(山にこもる)など平家物語の思想がほとんどそっくり書かれている。源平の合戦はもちろん現実起こったことだ。マハーバータは創作された物語と思われているけれども、おそらくかなり近い実際の事件があったのだろう。

#### “ギータ(ヴァガヴァット・ギータ、神の歌)”

ギータとは歌という意味だけれども、インドでギータと言えばヴァガヴァット・ギータを指すらしい。これは前述のマハーバータの中の、大決戦の前に、肉親と戦うことを悩むアルジュナ王子に、友人のクリシュナが説いてきかせる言葉が書かれたものだ。“神の歌”とも呼ばれるこのギータはインド人が世界に誇るものとして大切にされている。

“勝つこと、負けることに、こだわってはいけなく、お前が勝ったからといってお前が幸せになるのでもなく、不幸になるのでもない、負けた時も同じことだ。決戦の場に立つことになったのは、お前の運命なのだから、全力を尽くして勝つために戦うことだけがお前のつとめだ。”というようなことが書かれている。解説書によるとクリシュナが、ヴィシュヌ神への信仰により、すべての生き物が救われるのだ、と更に説いてアルジュナを納得させたことも重要らしい。

#### “ラーマ・ヤーナ(スリランカを舞台とする活劇)”

これはマハーバータのような、人間の生き方への深い洞察を含んだものではなく、面白いお話といったものだ。スリランカ(セイロン)に城を構える20本の腕を持つ悪い王(ラーバナ)に、美しい妃(シータ)を奪われた善い王子(ラーマ)が、猿の軍団の助けを借りてめでたくシータを取り戻し、ラーバナをやっつける。猿軍団の中でラーマを助けて大活躍した猿のハニューマンは、ラーマによって体育の神とされた。インドの体育施設には猿のハニューマンがデザインされることがよくあるということだ。

#### “マヌ法典(カースト制度を成文化したもの)”

マヌ法典はバラモンを最高位とするカースト制を基とした社会の運営の、すべての規則を細かく書いたものだ。B.C.2世紀からA.D.2世紀の頃、つまり前述のマハーバータが書かれた頃にできたらしい。インドでは今もこの法の精神が生きていると解説に書いてあったけれども、インド人と話をしていると、それはある程度正しいようだ。同じ時代に書かれたとされる仏典、“スッタ・ニパーダ”には“生まれによってバラモンになるのでない、行いによってバラモンとなる(650)”と書かれている。これなら、今のひどい“悪平等”の世から見ると、カースト制のあることがむしろ羨ましいようにも思う。けれどマヌ法典は決定的に“生まれ”によるバラモンを規定しているのだから、そうすると、下らん奴がバラモンだと威張るだろうから、やはり今の日本の世の中の方が“まし”かも知れない。もちろんバラモンは最高位のカーストとして、身の処し方もバラモンに相応しくないとはいけない。つまり卑怯な振る舞い、不正な行為は厳しく禁じられ、罰せられる。けれども、そんな規定は、きっちり守られることはまずあり得ないことだ。この法典はたいへん細かい規定が書かれてあり、そのくせ罰は神により下される、などという文もあるので、昔の人の発想を楽しむという見方で読むと面白いものだ。

#### “ヒンズー教”

ブラフマン(宇宙の創造を繰返す)、ヴィシュヌ(宇宙の維持)、シヴァ(創造と破壊の神)の3神を主神として多数の神々を祭る他、偶像崇拜などの多くの宗派を含む宗教。ヴェーダやマハーバータを背景に4世紀頃すなわち仏教がほぼ完成された後から成立してきた。クリシュナとラーマはヴィシュヌの変身で、信仰を集めている。ブラフマンは仏教の梵天、ヴィシュヌは毘紐天、シヴァは自在天。

“六師外道（ろくしげどう 仏教と同時期に成立した他の宗教）”

仏教から見て別の道（外道）を教える教団、教祖のことが、パーリ經典の長部や漢訳の長阿含經の中の、“沙門果經”に“六師外道”という呼び名で書かれている。仏教成立当時の自由思想の雰囲気判り、とても楽しいものだ、これらを少し覗いて見る。

ジャイナ教という名前ぐらいいは聞いたことがあったけれど、あまり詳しくは最近まで知らなかった。仏教とほぼ同時期に成立して、今もインドに数百万人の信者（仏教より多い！）がいる。生き物を殺すことを恐れて、息をして虫を吸い込まないためにマスクをする、とか、所有物を無くすというので裸で暮らすとか（それでは困ることもあるので白衣だけは着る白衣派もある）我々から見ると極端だけれども、インドの資本家（とくに金融業）にはジャイナ教徒が多いというのだから、どうなっているのかよく判らない。ともあれ、ジャイナ教の教祖マハーヴィラ（大雄）の教えは、物事の多面性を強調する点に特色がある。象とは何か、と問われて、腹だけ触って壁のようなものと主張する人に対して、シッポだけ触った人が、いやそれは違う、象はヒモみたいなものだ！と言い張っているのを見れば、象の全体を見ている人にしてみれば馬鹿馬鹿しいことに見える。我々は、世の中のことを自分の接している範囲からのみ判断して、それを正しいと主張していませんか？と説かれると我々は誰しも自信をもって自説を言い張れないことに気がつく。この象のたとえ話は、漢訳仏典の六度集經卷8の“鏡面王經”にも見える。ジャイナ教の教祖マハーヴィラの名は尼乾子（ニガンダ・ナータブッタ）とお経には書かれている。ジャイナ教以外の教えを見ると。

プーラナ・カッサパは、人を殺したり、盗みをしたり、淫行をしても何ということはない、それで自分に悪いことが起こることはない、と、道徳を否定する。

マッカー・ゴーサラは、自分が頑張ったからといって自分が果報を得ることはありません。愚者も賢者も、あたかも糸鞠を投げて、それが解けていくように、平等に輪廻して終局に達するだけだ。と宿命論的なことを説く。

アジタ・ケーサカンバラは、人は死ねば、それでおしまい、土に帰し、水に帰し、火に帰すだけだ、この世の善行には意味はない、と、やはり同じような考えをのべる。

パグダ・カッチャーナは、地、水、火、風、楽、苦、靈の七身は不生不滅で常にあり、不変のものだ、だから修行生活の果報もないと述べる。

サンジャヤ・ベラティブッタは、例えば、“死後の世界はありますか”、とたずねると、“私は、あるとも考えず、無いとも考えず、その他だとも考えず、考えないと

も考えない・・・”などと、ぬらりくらりと、筋の合っていないような、合っているような答え（異問異答，“うなぎ”の論理と呼ばれている）をする。

仏教經典に他の集団の教えを、ほめて書いてあるわけは無いのだから、これらの教えも、ことさら具合の悪い面が強調されている、と思って読めば、各々、かなり面白い考えを含んでいるように見える。ジャイナ教には今に伝わる教典があり、日本語にも訳されているけれども、その他の教えは仏教典から推しはかるだけしか残っていないとすると、その有難さも増すようだ。

#### “アインシュタインとタゴール”

タゴール（R. Tagore, 1861～1941）は、ノーベル文学賞をもらったインドの詩人、思想家だ。物理学者アインシュタイン（A. Einstein, 1879～1955）とタゴールが、1930年にドイツ、ベルリンのアインシュタインの家で会った時の会話が出版されていて、よく知られている。会話の一部だけを取り出して紹介するのは気が引けるけれど、“さわり”だけを、見ると、

タゴール、“我々の宇宙が、不滅の人類とハーモニーを持つ時に、それを我々は真理であると知り、それを美しいと感ずるのです。”

アインシュタイン、“それは、まったく人間の考えによる宇宙観です。”

人間がいなければ、宇宙も無い、というぐらいの人間中心の見方は、仏教の唯心、唯識思想に通ずるのかも知れないけれども、アインシュタインも驚いていたのではなかろうか。

#### 第5章 日本の仏教の広がり

ここで日本で仏教の流布した流れを、高僧達の名と彼等の著書名をたどって眺めてみる。そして、いくつかの宗派とそれに含まれるお寺のリストを挙げる。

- 538年、百濟の聖明王が仏典、仏像をくれた
- 596年、飛鳥寺（元法興寺）、609年、法隆寺、752年、東大寺（大仏＝大日如来びるしやなぶつ）建立
- 聖徳太子（574～622）「三經義疏」（勝鬘經、維摩經、法華經の解説）
- 最澄（769～822）天台宗、（法華經を主經典とする中国の天台宗の輸入）
- 円仁（794～864）台密（天台密教）の基礎、法華三昧制度、「入唐求法巡礼行記」
- 空海（774～835）真言宗、（密教の正式輸入、曼荼羅

- マントラ グラニ  
真言, 陀羅尼), 「即身成仏義」 「十住心論」 「性霊集」
- 恵心 (942~1017) 「往生要集」 (地獄の詳細な描写)
- 凝然 (1240~1321) 「八宗綱要」 (南都六宗 (俱舎, 成実, 律, 法相, 三論, 華嚴) プラス (天台, 真言) の解説)
- 法然 (1133~1212) 浄土宗, (専修念仏: 念仏をとこなえただけで往生できる), 「選択本願念仏集」 「一枚起請文 (念仏こそ大切, 難しい学問はつけたしにすぎない, 法然の遺言)」
- 親鸞 (1173~1262) 浄土真宗, 「教行信証」 「歎異抄 (悪人正機説: 善人でさえ往生できる, 悪人はもちろんだ), 弟子唯円の著」
- 日蓮 (1222~1282) 法華経を信奉する日蓮宗を開いた, 「立正安国論」
- 栄西 (1141~1215) 臨済禅, 「興禅護国論」 「喫茶養生記」
- 道元 (1200~1253) 曹洞禅, 「正法眼蔵」 (中国の道元大師宗卓 (1089~1163) にも「正法眼蔵」あり)
- 一遍 (1239~1289) 時宗, (二河白道図, 迷うことなく阿弥陀仏を信じて往生できることを描いた絵) を本尊, 踊り念仏, 捨聖
- 一休 (宗純) (1394~1481) 臨済宗, 「自戒集」 「一休和尚仮名法語」 「一休咄」 「一休骸骨」 「一休水鏡」
- 蓮如 (1415~1499) 浄土真宗, 「正信偈大意」
- 良寛 (大愚) (1758~1831) 曹洞宗, 「はちすの露」 「草堂集」, 災難に会う時節には災難に会うがよく候 (書簡)
- 隠元 (1592~1673) 江戸時代に中国からきた, 禅の一派黄檗宗を伝えた

## 宗派とお寺

- 法相宗** 興福寺 (奈良), 薬師寺 (奈良), 清水寺
- 華嚴宗** 東大寺 (奈良), 元(法)興寺 (飛鳥寺) (奈良)
- 律宗** 唐招提寺 (奈良), 西大寺 (奈良)
- 天台宗** 延暦寺, 園城寺 (三井寺, 天台寺門宗), 三千院, 曼珠院, 方広寺, 妙法院, 善光寺 (長野)
- 真言宗** 金剛峯寺 (高野山), 東寺, 仁和寺, 長谷寺 (奈良), 醍醐寺, 大覚寺, 広隆寺, 神護寺 (空海)
- 浄土宗** 知恩院, 法然院, 一心院, 光明寺, 善光寺 (長野) (法然)
- 浄土真宗** 東本願寺, 西本願寺, 仏光寺 (親鸞)
- 臨済宗** 南禅寺, 龍安寺, 大徳寺, 妙心寺, 天竜寺, 建仁寺, 相国寺, 金閣寺 (鹿苑寺), 銀閣寺 (慈照院), 東福寺, 万寿寺

**曹洞宗** 永平寺 (福井県), 総持寺 (横浜) (道元)

**日蓮宗** 身延山 (久遠寺) (山梨県), 妙顕寺, 本能寺 (日蓮)

**黄檗宗** 万福寺 (宇治) (隠元)

## 第6章 まとめ

## 6.1 人間中心の教え

仏教は宗教か, と尋ねられると, それは宗教なのだけれども, お釈迦様の“歴史的”な言葉や行いを, “お経”を通して辿って行くと, どうもあまり宗教らしく無くなって来る。世の始まりとか, 最初の人間とか, についてお経はあまり教えてくれない。パーリ教典の論の中には, 和訳名が“清浄道論”という“お経”があって, 世界の破壊 (再生も起こる) と世界の破壊の理由, について書かれている。けれどもこの論は5世紀始めの人である仏音 (ブグゴーサ) が書いた“論”であることが判っているらしい。破壊に至る理由は, 不善根, すなわち人間の貪 (欲望), 瞋 (怒ること, 腹立てること), 癡 (おろかなこと) が極限 (臨界?) を超えて増大するためだ。これは, なかなか面白い見方で, 考えさせられるけれども, キリスト教の聖書の最後に置かれている黙示録のような, 重要な教えとして仏教の中で受け取られているとは見えない。

第3章の箭喩経の所に参照した通り, お釈迦様は世の始まりとか, 終わりなど, 考えても判らないことは考えない主義 (14 難無記) であった, と見るのが常識的な見方のように思える。この点について考えると, 中国の哲学者の見方に近いようだ。論語では, “私は人間のこともよく判らないので, いわんや神様 (鬼神) のことなど判らない, 生きることが何かも判らないので, 死とは何かなど, もちろん判らない”, と孔子が弟子の季路に語っている。

もちろん, 時代が下るにつれてお釈迦様も孔子も, どんどん神格化されて, 特に仏教はどんどん宗教らしくなって行った訳で, そのためにお釈迦様の教えが広まる結果を生んで来たのだから, お釈迦様も今更, 私はただの人間であるぞよ, とはおっしゃらないだろう。

けれども, やはり出発点において人間のあるべき姿 (そうあることによって幸せに生きることのできる考え方, 行動の仕方) を知ることを目的とした仏教は, 初期仏教から部派時代, 南伝仏教, 大乘仏教へと広がって行っても, やはり人間中心の教えという基本は変わっていないように見える。

## 6.2 生物としての人間

人間中心というと, 人間だけ良かったらそれで良い,

と何だか勝手な考えのように聞こえそうだけれども、人間が前世や来世で虫になったり、鳥になったりするという説話は、そんな自然の中であってこそ人間が生きられる、という当然の原理を教えていると理解できる。そんな生き物の中では、人間だけが、ものを“考える”という行為をして、その結果は仏教の始めから、それを避けなさい、と教えている所の、欲、怒り、疑い、恐れ、こだわり、などの気持ちを持つことになっているわけだ。他方では同じ“考える”という行為が、喜び、楽しみ、笑いをも人間に与えている。それらの感情があつてこそ人間なのだから、人間中心の考えに立ったならば、生物としての“人間らしさ”を保てば人間は幸せであり、かつ“人間らしさ”のゆえに、欲や怒り、こだわりによって生じる困ったことも待っているわけだ。だからどうすればそんな困った事態をなるべく避けて、あるいは避けることなくしかも幸せに、生きていゆけるのかを、仏教は教えて下さっているに違いない、と見たくなる。

### 6.3 欲、怒、愚

仏教事典で、善根、という言葉を引きくと、善い果報をもたらす三つの善として、無貪、無瞋、無癡、がある、と書いてある。善いこと、例えば慈悲とか喜び、とかではなくて、良く無いことが、“無い”ことを“善根”としている所が面白い。“無”を取り去った不善根という言葉も使われている。その三つの不善根、貪、瞋、癡、は古い漢字で、それぞれ、貪(むさぼる)、瞋(目を開いて睨む、怒る)、癡(痴愚、おろか)、という意味なのだけれども、判り難いので、欲、怒、愚、を三不善根と見れば良いのだろう。

前節に少し書いた通り、生物としての人間は“人間らしく”生きていると、この三不善根を避けるわけにはいかない。その理由は簡単で、我々は何億年もの年月を掛けて、ダーウィンによれば最初たった1個の生命から、人間という種に進化して来たわけで、“生き延びて種を保つ”、という行動をする時に最も精神、肉体的に健全なわち“幸福”でいられるように、本能が設定されているからだ。具体的にそれらは、生み殖やす、生きる、身を守る、の三つの本能だ。これらの本能をフルに発揮して、生き延びてゆかなければ、人間中心と言っても、種が絶滅してしまつては、仏教もキリスト教も神道も何の教えも全くむなしいことは明らかだ。

ところが、その生き延びるための3つの本能の発揮が行き過ぎると、逆に人間を苦しめる。苦しめる、というだけならむしろ、それに耐える力を養うなど、かえって良い面があるのだけれど、人間社会全体を破局にまで追い込む可能性が、これらの本能の無制限の発揮の中に潜んでいる。仏教はそこを見通して、我々に良く考えて見なさい、と悟している、そこが真髓のような気がする。

我々は欲があるからこそ、技術を発達させて様々な道具を作り、便利な社会を作つて来たし、自分に不利なことを他から加えられれば、カッとする心があるからこそ、身を守つて生き抜くエネルギーが生じるのであり、自分の欲に対しては、あれこれ迷うことなく(頭をカラッポにして、つまり愚かになって)突き進めるからこそ、壮大な文化を築き上げて来ることができたのだ。けれども、その便利な社会、自分だけ安全な社会、文明の発展が、行き過ぎて、逆に種の存続を脅かし始めている。環境問題、戦争、遺伝子操作、などの問題が、21世紀になって決定的に我々に迫つて来つつありそうな事態を見ると、2500年も昔から、お釈迦様が、危ないですよ、気を付けなさい、と説いて下さったことの真の意味が判る。

### 6.4 業(カルマ、行為) 因果、因縁

業、という言葉は仏教の代表的な大切な思想だとされている。サンスクリット語のカルマンは仕事、事業、何かを“する”という意味らしいので、行為、と言え判り易そうだ。前節の三不善根は人間の、生き延びる本能に根ざした性質なのだけれども、その性質に基づいて、我々は、じつとしていられないで行動を起こす。つまり何かをやらかすわけだ。その行動によってなされる世の中の変化が行為、つまりなされたことだ。それを“業”と仏教では呼ぶわけだけれども、そうなる人間は本能に基づいて、業を重ねて行く生き物だと言えることになる。

業を重ねると言うことは、人が行動によって世の中に変化を生ずることだ、と言え簡単だけれども、一度“変化”が起こると、それでことは終わりにならないのが世の中、つまり自然の原則だということに気が付くと、事態は単純なものでは無いらしいと判るだろう。そこに仏教のもう一つのキーワードである因果(ヘト・プハーラ)とか因縁(ヘト・プラトヤーヤ)を考えることの必然性が出て来るのだ。

因とは物事の原因のことだけれども、業によって世の中に生み出された“変化”は、それ自体が因となって、それに従つて起こる結果を引き起こす、つまり果を生み出すのだ。このように、因が果を生み、その果がまた次の因となって、世の中の変化はどんどん大きくなるので、最初の因(その最初の因にもその前の因があるだろうけれど、ひとまず区切つて考えることにして)を生んだ業の影響はどんどん広がって行く。仏教で業を恐れるのはそこに理由があるのだ。大智度論に“行為の結果はどこまでも自分を追い掛けて来るのだ”、と書かれていることを第2章に紹介したけれども、多くのお経の説くこととして教えるはここにあるようだ。ちなみに因縁の縁も原因のことだけれども、因(ヘト)は直接的な原因で、縁(プラトヤーヤ)はそれを助ける間接的な原因みたいな

ものらしい。

人間が他の生物に比較して違う点は“考える”という機能を持つことだと前節に書いた。そのために人間は、業によって生じた“果”を“考え”て参考にして、更に業を重ねて次の“果”を生ずる、という、いわゆるフィードバックを、因一果一因一果一というサイクルの中に加えて行く生き物だと言える。つまり一つの“業”を増幅した形で次の“業”を生んで行く、という大変“業”の深い”生き物が人間だと言えそうだ。このようなサイクルこそ輪廻、という仏教の概念の基となるものなのだと思う。その輪廻と、その意味を次に考えよう。

### 6.5 輪廻 (サムサーラ)

三界に家無し、という言葉は以前から知っていた。どこにも自分に合った居場所が無い、というくらいの意味に面白おかしく、この言葉を使っていたけれども、その三界とは、天国、地上、地獄のことだろうと勝手に思っていた。ところが、仏教辞典、とまで言わずとも広辞苑にも、それは、欲界、色界、無色界という三つの世界であって、生き物(人間を含むすべての生き物)が輪廻転生、すなわち生まれ変わって苦しみ続ける世界のことらしい。無色界などという所は、物質的条件を超越した世界で、精神的条件のみに生きる場所らしいから、そこまで行けばOKなのかと思うと、まだそこからでも欲界に下ったりするのだから、この世は厳しいものだ。

また、その他に、世界は十界あるという説明もされる。その十界とは、上の4界が仏、菩薩、縁覚(自分で修行する人)、声聞(仏の教えを聞いて悟る人)の住む所で、輪廻の外にある(不退転と呼ばれる)場所、つまり安全保障のされた所だ。あとの6界は六道と呼ばれて我々人間を含む生き物が輪廻転生する世界だ。六道は上から、天上、人間、阿修羅、畜生、餓鬼、地獄、に分かれている。その最下位の地獄は更に8段階(八大地獄、その最底の所が無間地獄)に分かれている。生き物はすべて、その業(行為)によって、善い因を作った者は、このステージの上の方へ順次せり上がって行ける。天上界にまで達したらもう良いように思うけれども、まだダメで、天上界の悪業によって無間地獄まで真逆様に落ちることもあり得るらしい。まるで、ジョン・バンヤンというイギリスの牧師が書いた(1678年)天路歷程(ピルグリムス・プログレス)の巡礼者(ピルグリム)が見たように、天国の入り口の門の横にも地獄に直行する穴が見えた、という話にそっくりだ。十界は平安時代に、悪心(源信)によって書かれた“往生要集”に詳しく説明されている。

いずれにしても、今大切なことは、輪廻という際限のない悪循環を起こす原因に人間、その他の生物の“業”があることだ。そして、“生きる”限り“業”すなわち行

為からは離れられないのだから、そこから脱れるには、何か超越的発想が、つまり常識を超えた事態の発生を必要とすることになる。輪廻ということが困ったことであって、そこから何とか脱出したい、というのが仏の道を修めようとする者の願いだとすると、輪廻のどこが悪いのか、地獄に落ちるとは何を意味しているのかを少し考えて見たくなる。

仏教では、善行は善果を生じ、悪行は悪果を生ずる、と説いている。突き詰めて考え始めれば何が善で、何が悪かを分析しなければならないだろうが、それは考えないとして、因一果一因一果一の繰返しが、どんどん重ねられて、とんでもない状態に落ち込む、ということが輪廻ということの本質だと見れば、判り易いように思える。

### 6.6 カオス

仏教で、“業”が恐れられているのは、因果の“繰返し”による悪行の増幅という原理の恐ろしさを、昔の人々が実感していたためだと思われる。悪行の増幅というのは、2章の般若波羅蜜多經の所で引用した“大智度論”にも、まさに書いてあるように、行為の結果は“債権者が追い掛けて来るように”自分自身を追いつめる、ということだ。債権者とは、負債の利息を複利でどんどん膨らまして、それを要求して来るものだ。“複利”で借金の増える原理とは、業の結果である悪い結果が、次はその生じた悪い結果を“元金”にして次の悪行に移る、という端的に言えばネズミ算のことだ。1匹が2匹、2匹が4匹、4匹が8匹、と10回繰返せばネズミは約1,000匹になる。20回繰返すと何匹になるだろうか？それは百万匹になるのだ。繰返しを10回やって、その後もう10回やる、という感覚を我々は何とも思わない、20回やることは少し“面倒だな”と思うくらいのことだ。

ところが“少し面倒な”ことをやった結果は、千から百万に増えるという“思いもよらない”結果を生ずるのだ。

物事が“予測のつかない”変化を起こす可能性を理論的に説明しようとする研究が1960年頃から始まった。それはカオスの理論と呼ばれているけれども、物事は予測がつかないこともある、のではなくて、元来何事も予測はつかないのだと、この理論は言おうとしている。20世紀の前半までの人々は、ごく例外的な人を除いて、自然科学は、原因と結果の関係を正確に説明するのだから、少なくとも原理的には、物事の起こる正確な予測が可能と思っていた。ところが、カオスの理論は、星の運行とか原子の働きとか計算通りになっている“ように”見える現象も、我々の生きている時間、つまり50年や100年の短い時間だけ“ほとんど”予測(計算)通りであるだけで、いつ何が起こるのかは誰にも判らないのだ、という、何とも物騒な考えを出したのだ。

カオスの発生とは、それまで持っていた情報がすべて無くなって、何をしたら良いのかオロオロとなる状況のことだ。我々の社会生活では、何事であれ情報の数や精度には限界があるから、行為を重ねてその度に、複利的に情報を失えば、すぐにオロオロ状態、すなわちカオスになるだろうことは判る。例えば、ガマの油売りのように、一枚の紙を半分に切り、それをまた半分に...と切り刻もうとしても、先に書いた通り20回やれば百万枚の紙ができる。30回やろうしたら1億枚、40回やれば1兆枚だ。何枚とか口で言うのは簡単だけれども、一枚の紙を“紙”という概念で見ようとした時、1兆分の1つまり原子の大きさよりも小さい寸法の紙など考えても意味が無くなるのだ。それがたったの40回という行為の繰返して起こるのだ。

我々人間の持っている情報が失われるだけがカオスなら、神様はもっと多く（無限に）情報をお持ちなのだから、我々には判らなくても、世の中は神様が辻褄を合わせて下さる。と思って、ノンビリと生きられるかも知れない。ライブニッツ（1646～1716）の“予定調和”はそんな希望的思考の一つなのだろう。しかしカオスの理論は、それもダメです、無限の情報さえ、繰返しによる情報の失われ方が早いので、すぐにその“無限”をも超えてしまうのですよ、と言おうとしているのだ。

お釈迦様の説法だとされる、第3章で引用したダンマパダ（法句経）の“怨みに報いるに怨みを以てしたならば、ついに怨みの息むことはない”という教えは、まさにこの、“繰返し”によるカオス発生を恐れる言葉ではないだろうか。昔の人々は、それを輪廻という言葉で理解したのだろう。我々は（生きている限り）決して業（行為）から離れることはできないのだけれども、業は輪廻を生じて我々を、どうにもならないカオス、失意の泥沼に追い込む可能性のあることを、世の中の観察と、思索（ヨーガ、止観、禅？）とから感じ取ったということだろう。

そこで、問題となるのは、この輪廻からどうして脱け出すことができるのかということだ。それが“解脱”なのだけれども、それには、個人が自分の業にとらわれた状態から“解脱”することと、人の集まりであって、個人に影響する社会全体が“業”にとらわれずに“解脱”することの、どちらもが、人間中心の考えの上からは大切となる。人は死んでしまえば仏になる、と、我々は一般に言うわけだから、それは一つの解脱の道だろう。また社会も壊滅して、人類も（環境汚染とか核戦争とかで）絶滅してしまえばそれは解脱だろう。けれどもお釈迦様の説こうとしておられたのは、生きたまま、業を重ねつつ、どうして業の悪果から解脱するのか、という教えであったはずだ。そこを次に考えるとしよう。

## 6.7 悟り（ボーティ）、解脱（ビムクティ）、涅槃（ニルヴァーナ）、成仏

“不二の法門（アドヴァーヤ）”

ここまで長々とお経と、その周辺について調べたり、考えたりして来たけれども、とうとう、どのようにして因果の悪循環、すなわち輪廻から解脱して、かつ、幸せに“生きて”いられるだろうか、という問いこそ、お経から“学べればいいな”と願う、肝心かなめのテーマなのだ、と判って来たように思える。

単純に考えれば、生きること、すなわち業（行為）を重ねる、ことであり、業ある所必ず因果あり、因果はすなわち輪廻の原因なのだから、“生きること”と“輪廻からの解脱”とは、反対のこと、つまり、あちらを立てればこちらが立たぬ、という事柄のようだ。つまりこれはAであればBでない、BであればAでないという、お互いに相容れない事柄で、誰しも、その両方が成り立つことをアキラメるしか無いと思うような問題に見える。片方を諦めるということは、具体的には、生きていることを止めて（死んで）解脱するか、悪行を重ねることを平気で生き続けるか、どちらかだということになる。そのどちらでもない超越的解決法が“不二の法門”だと説くのが仏教の真髄ではないか、ということ、第2章の般若経と維摩経の所で、すでに書いた。

相反するように見える“生きること”と“解脱”とを不二の法門により超越的に解決（両立させる）するとはどんなことか。“単純な問いには単純な答えがある”とアインシュタインが言ったそうだけれども、この単純な問いにどんな単純な答えがあるだろうか。不二の考え方を第2章に戻って、繰返して見ると、答は、「生きていて、全く解脱していない（業を重ねる生き方をしている）のだけれども、同時に、全く解脱している（生きていないに等しい）、そしてまた、完全に解脱している（生きていないに等しい）けれども、同時に、生きて業を重ねている」ということだ。

### “中観”

仏教の大切な教えとされるものに“中”という思想があるらしい。中は中道とも言われたり、また中観という言葉も使われる。中の思想は龍樹（インド人、ナーガルジューナ、150～250頃）が書いたとされる“中論”に述べられているらしいけれども、解説によれば、中はAかBかの問題に対してAとBの真ん中、どちらでもない、“ほどほど”ということでは決して無いらしい。例えば、有、無、という極端に対立することでも、そのどちらからも離れた、物事を自由に見る立場だとされているそうだ。“中”の考え方は、簡単に、“あー、そうですか、真ん中、ほどほどですな”、と理解され易いと思う。けれども、

自然現象において“ほどほど”くらい難しい（それを保つことが）ことは無い。2つの力のバランスする点はたった1点しか無い（それ以外の点は無限にある）ことを考えれば、バランスを保つことが、どれ程難しいことかすぐに判るだろう。定常不変のバランスなど、この娑婆にも、それを越えた宇宙にも存在しないのだ。第2章の般若経の所で触れた通り、エントロピーの増大、すなわち後戻りのきかない方向への“変化”の中に我々は生きているのだ。そう思えば、“中”の考え方も、不二の考えと、その基本を同じくしていると見られそうだ。

不二の思想にもう一度たち返ってみると、業を重ねることすなわち徹底した執着（生きる力）を持ちながら、全く何ものにも執着しないでいられるならば、その人は悟りを得ているのであり、解脱しているのであり、生きながら涅槃（ニルヴァーナ）を知っている、ということではなかろうか。空海の説こうとした“即身成仏”<sup>そくしんじょうぶつ</sup>、サーンキャ派の“生前解脱”<sup>せいぜんげだつ</sup>は、こんな解釈と合致するのかも知れない。

“諸行無常”<sup>しよぎょうむじょう</sup>

維摩経に“椅子の教え”という有名な説教がある。お釈迦様の高弟舍利弗（シャーリープトラ）が文殊菩薩に従って多勢の仏弟子と一緒に維摩居士の病気見舞いに出向いた所、部屋がカラッポで椅子一つ置いていない。舍利弗が、これは困った、偉い菩薩達がどこに座ったら良いのだろうと思ったとたん、どこからか維摩居士の声が聞こえて来て“舍利弗よ、あなたはここへ椅子を探すために来たのですか、それとも法を求めに来たのですか...”と、いきなりやり込められてしまうという話だ。

“お経と工学”について考えて見て、改めて大切だと気付くことは、何のための工学かという問題だ。技術とか工学とかは人と社会のため、人間の幸せのための手段であるはずなのに、我々は、ともすれば、技術の進歩、発展、そのものが崇高な目的であるかのように振る舞ってしまう。本来の目的ではなくて、単なる方便であるはずの目の目的にとらわれるのが我々人間の本性らしい。椅子が気になって、法を忘れていませんか？という問いに解脱の道が示されているらしい、と見ると維摩居士がその後で説く不二の教え、という超越的な解、すなわち不思議解脱の法門が具体的にどんなものなのか、少し推察できそうだ。

この、椅子にこだわる心が人間を輪廻のサイクルにはまり込ませるのだけれども、その輪廻は、単なる繰返しではありません、と説いているように見えるのが“諸行無常”だ。これは雪山偈と呼ばれる初期仏教から伝わる古い教え（涅槃経にある）なのだけれども、先述した、業（カルマ、行為）による世の中の変化が後戻り不可能

なのですよ、という思想を表現したものだ。般若経の所でエントロピーについて、それは“変化”という事柄を数量で示すもので、その数量は宇宙の中で増える一方なのだ、と書いた。諸行無常とは工学的に表現すれば、エントロピーというこの（困った？）数量は地球の上でも全宇宙でも、どんどん増え続けるのです、という教えと受け取ることができる。

それでは、そんな“変化”がどんどん進んで、全宇宙のエントロピーが増えるだけ増えて、もうこれ以上増えることができなくなったらどうだろうか？それはエネルギー学の教える世の終わり“熱的死”の状態だ。つまり全宇宙の温度が同じになってしまって、もう何の“変化”も起こることのできない状態だ。物理学では、本当に世の終わりは、熱的死の状態なのかどうか、証明されてはいないようだけれども、物理学の一部であっても、経験的な学問であるエネルギー学（熱力学）は、少なくとも、我々生物の生存を問題とするくらいの期間（数億年？）については、エントロピーは一方向的に増える、という原理が厳然として成り立っていると教えてくれている。

さて、そんな諸行無常の世の中に生きているということが、我々の幸せと、どのように関係するのだろうか？そこには我々の日常の生活の営み方への大きな示唆が含まれているのだ。般若経の所で、淨いものが汚れていく、というのが、エントロピーの増大だと書いたけれども、我々は、汚れたらまた新しくするか、洗って綺麗にすれば良い、と思いがちだ。けれども一旦汚れたものを再び清浄にするには、別の場所により大きな汚れ（エントロピーの増大）を生ずることが避けられないのです、というのが、エントロピーの教えであり諸行無常の教えなのだ。

井原西鶴は“日本永代蔵”の始めに“この娑婆（サハ）に掴み取りはなし...”という堺の水間寺の観音様の“つぶやき”を面白おかしく書いている。我々は、街をきれいに、服をきれいに、豊かで便利な社会を作ること願って働いているけれども、そんな社会はエントロピーのとても少ない状態にあるのだから、それをキープするためには、とても大きなエントロピーの増大、つまり大きな汚れをどこか他の場所に作り出さないわけにはいかないのだ。“先進国”と呼ばれる国々が大きなGNPを誇って“豊か”に暮らしているのは、“掴み取り”をやっているようなものだ。西鶴の言う“掴み取り”を誰かがやれば、その割を食う人々がどこかに発生しますよ、ということがこの娑婆のルールなのだ。それを諸行無常という偈は教えているのだろう。そうなると、人間は生きて業を重ねるのだけれども、その業の重ね方にも、なるべく“掴み取り”しないやり方、つまり業を重ねる限りエントロピーという数量の増大するのはしかたがないにして

も、少しでもその増え方を小さくして、しかもハッピーに暮らすのが良いのですよ、というお釈迦様の言葉が聞こえて来るような気がしないだろうか？

とことん執着しつつ全く執着しない、というような行動を、例えば舍利弗が椅子をほしがった時のことに照らして考えてみよう。すると我々の現在こだわっている事柄の多くは舍利弗の椅子と同様、本来の目的では無さそうだと見えて来るだろう。それでは一体我々は本当は何を目的にしているのだろうか。それは人間の幸せである、と仮に言ったとしたならば、ではその幸せは何なのか、と考えなければならぬ。豊か、満足、ゆとり、が幸せであるのなら、物にこだわり、利欲に執着するのは仕方が無いし、それは最終目標なのだから、人間も社会も輪廻からは解脱できないし、解脱しない方が“幸せ”なのだ。ところが、そう考えてみると、人間なんてその程度の生き物だったのか、と思えるし、何となく面白い気はしない。

もう少し“まし”な生き物として人間を見ようとする（そうありたいと望む）ならば、不二の教えによる超越的解決法、こだわりながらこだわらない、という法門について考えて見たくなるだろう。豊か、満足、ゆとり、なども舍利弗が探そうとした“椅子”のようなものだとさえ思える、そんな“幸せ”を人間は味わうことができるのだ。

第3章に引用したダンマパダ（法句経）の文句“怨みに報いるに怨みを以てしたならば、ついに怨みの息むことがない...”という教えを思い出してみると、なる程、怨む心はあっても怨まない、というのが、不可思議解脱に繋がるのかな、と見えそうな気がする。人は業（行為）の生き物だから、生きていれば必ず様々な怨みの心が生ずることは仕方がない。それは生きてることの証しとも言えるし、その怨みを晴らす、つまり仕返しをすればスッキリするのも本能のうちだ。けれども怨みを晴らすことに執着しすぎて、人間としての幸せを見失っているのではありませんか、と上の文句は教えているのだ。そんな執着は輪廻のサイクル、エントロピーの無意味な増大を呼ぶだけなのだ。怨みを晴らさなくても、もっと幸せでいられます、というのが不可思議解脱の一つの理解の仕方のようなのだ。

ロシアの作家レフ・トルストイの“アンナ・カレーナ”という小説の副題は“復讐するは我にあり”となっている。この言葉を、つい最近まで、仕返しは俺に任せろ、という、随分乱暴な言葉だな、と誤解していたのは恥ずかしい限りだった。これは聖書（ローマ人への手紙）の言葉で、“我”というのはもちろん主、すなわちキリストのことだった。つまり、あなた自身が他の人に対して復讐しても、あなた自身は救われませんよ、復讐は私

（キリスト）がします、あなたは何もしないことによって復讐できるのです、という説教だ。主によって復讐がなされる、という所が宗教らしい所で、お釈迦様の方は決して私が替わりにやります、とは言って下さらない所が大いに違っているようだ。けれども重ねても意味の無い業を重ねるのは止めた方がよろしい、世の中をどんどん汚すだけです、という教えにおいて全く一致していると見て良いだろう。

死ぬ程悔しくても仕返ししないで済ます、というのだから、不二の法門、不可思議解脱の法門も、大変なことだけれども、それは行動としては簡単なことなのだから、何も難しいことを言っているのではない、と思えば、維摩居士にも、説法をした甲斐があったと思ってもらえそう。諸行無常の儻はそれ程に“有難い”工学的意味を含んでいると見ることができる。

### “南無”

生きながら解脱する、という難しい、しかもそれ以外に幸せに生きる（人も社会も）道の無い難題の解決に、“不二の法門”が、色々なお経や、そのお経の成立する前の古くからの教えに説かれて来た。けれども徹底的に執着しつつ、全く執着しない、などという思想は、やはり余程考えて見ないと、あるいは、余程人生の経験を積まないと、判ったような気がしないだろう。いわんや、それを、どんなにして実行できるのだろうか。深く考えさせられて、しかも、それは素晴らしい解決法だと確かに感ずることはできるうようだけれども、超越的すぎる思想で、これによって解脱できるのは、これを考えきった少数の人だけ、となる危険性はありそう。そのことに気付いて、みんなを、いっぺんに解脱（もちろん生きながら）に導く方法を見つけたのが、浄土経や法華経を書いた人々、それを広めた高僧達だ。

第2章のそれぞれのお経の所に書いたように、これらのお経には難しい理屈はほとんど含まれていない。最も大切なことは、これらのお経を読んだ人、大切にすることはみんな救われますよ、仏（阿彌陀如来、観音菩薩）にすがりなさい、なぜ逃げようとするのですか？悪人だからですか、悪人こそを、仏はお救い下さるのですよ、という救いの言葉だ。

南無阿彌陀仏、南無法蓮華経という名号や題目を唱えることを薦める、南無（ナム）のサンスクリット語の意味は、敬意を表してお辞儀をすることらしい。つまりお願いします、とか、あなたに従います（皈依）という意味と見て良いだろう。つまり何も考えずに仏に皈依するという、最も簡単な方法が、解脱（生きながら）する最上の道なのだ。これは宗教としての仏教の真髄かも知れない。考えることを止めて、疑うことなく信ずることの

できる場を与えてくれることこそ、宗教の有難い所なのだから、仏教を最も宗教らしくしているのが、これらの念仏、称名だと言えそうだ。この娑婆も宇宙も、これはこうだ、と割り切れる場所でないことは確かなのだから、誰しもどんどん深く考えて行くけれども、どこかで四捨五入して楽にならなければ、ノイローゼになるだろう。

不二の教えは四捨五入しないで解脱することを示してくれているすばらしい教えで、人の集まりとしての社会の“解脱”には是非ともこの維摩経にある“不可思議解脱の法門”が目指されるべきであろう。解決不可能だと見える、相反する事柄にも必ず、安易な妥協でない超越的解答がありますという教えは、社会を指導する人々、政治家、経済人、学者が求めなければならない道だ。

けれども我々一般の個人となると、不二の法門は“考える”というプロセスの中にあるので難しい。考えによって解脱できない時は、思い切って考えるのを止めて“南無……”と自分の決めた信仰に入るのが、もう一つの道なのだ。

### 参 考 文 献

#### 1) 経典集

大正新脩大藏経：初期仏典，大乘仏典の漢訳，中国，日本の高僧の書いた仏典の集大成。世界的一切経のひとつ。3013経が含まれている。

国訳大藏経，新国訳大藏経，国訳一切経：漢文諸経典（インド，中国，日本）の和訳。

南伝大藏経：東南アジアに伝わるパーリ語仏典の和訳。65巻，目次だけで248頁ある大部なもの。英訳もある。

パーリ経典（Chattaha Sangayana CD-ROM from Dhammagiri）：上記仏典を含むパーリ語仏典の集大成。無料でもらえたけれど，パーリ語を読むのは大変。

#### 2) 現代語訳されている経典および註釈

ブッダのことば：スッタニパータ，中村元訳，岩波文庫 青(33)-301-1

ブッダの真理のことば，感興のことば（ダンマパダ，ウダーナ・ヴァルガ）：中村元訳，岩波文庫 青302-1

ブッダ神々との対話：サンユッタ・ニカーヤ 1，中村元訳，岩波文庫 青(33)-329-1

ブッダ悪魔との対話 サンユッタ・ニカーヤ 2，中村元訳，岩波文庫 青329-2

仏弟子の告白：テラガーター，中村元訳，岩波文庫 青(33)-327-1

尼僧の告白：テラーガーター，中村元訳，岩波文庫 青(33)-327-2

ブッダ最後の旅：大パリニッバーナ経，中村元訳，岩波文庫 青(33)-325-1

ミリング王 仏教に帰依したギリシャ人：森祖道浪花宣明，清水書院，century books 人と思想 163

阿含経入門：友松圓諦，講談社学術文庫 546

法句経講義：友松圓諦，講談社学術文庫 533

般若心経：金剛般若経，中村元 紀野一義 訳註，岩波文庫 青303-1

般若心経に学ぶ：花山勝友，NHK ライブラリー 14

和訳 華嚴経：鎌田茂雄 編著，東京美術

華嚴経をよむ：木村清孝，NHK ライブラリー 53

善財童子求道の旅（華嚴経入法界品 華嚴五十五所絵巻より）：森本公誠 編，東大寺

改版 維摩経：長尾雅人 訳註，中公文庫 な14-2

維摩経：武者小路実篤，日本評論社

維摩経をよむ：菅沼晃，NHK ライブラリー 102

法華経 上，中，下：坂本幸男 岩本裕 訳註，岩波文庫 青304-1, 2, 3

法華義疏 上，下：花山信勝 校訳，岩波文庫 青315-1, 2

法華経 久遠の救い：渡辺宝陽，NHK ライブラリー 17

浄土三部経 上 無量寿経：中村元 早島鏡正 紀野一義 訳註，岩波文庫 青(33)-306-1

浄土三部経 下 観無量寿経・阿弥陀経：中村元 早島鏡正 紀野一義 訳註，岩波文庫 青(33)-306-2

浄土三部経の真実：坂東性純，NHK ライブラリー 4

和訳 金剛頂経：津田真一 編著，東京美術

大日経：宮崎宥勝 編著，東京美術

涅槃経：横超慧日，平楽寺書店，サーラ叢書 26

楞伽経：高崎直道，大蔵出版，佛典講座 17

摩訶止観 上，下：関口真大 校注，岩波文庫 青309-1, 2

碧巖録 上，中，下：入矢義高 溝口雄三 末木文美生 伊藤文生 訳註，岩波文庫 青311-1, 2, 3

無門関：西村恵信 訳註，岩波文庫 青312-1

臨濟録：入矢義高 訳註，岩波文庫 青310-1

正法眼蔵 一，二，三，四：道元，水野弥穂子 校注，岩波文庫 青319-0, 1, 2, 3

夢中間答：夢想国師，佐藤泰舜 校注，岩波文庫

- 青 320-1  
 中論 縁起・空・中の思想 上, 中, 下: 三枝充  
 恵 訳注, レグルス文庫 158, 159, 160  
 大乘起信論: 宇井伯寿 高崎直道 訳注, 岩波文  
 庫 青 308-1  
 往生要集 地獄のすがた・念仏の系譜: 石上善應,  
 NHK ライブラリー 84  
 八宗綱要 仏教を真によく知るための本: 凝然大  
 徳, 鎌田茂雄 訳注, 講談社学術文庫 555  
 選訳本願念仏集: 法然, 大橋俊雄 校注, 岩波文  
 庫 青 340-1  
 歎異抄: 唯円, 金子大栄 校訂, 岩波文庫 青318-  
 1  
 歎異抄をよむ: 井上信一, NHK 宗教の時間  
 教行信証: 親鸞, 金子大栄 校訂, 岩波文庫 青  
 318-2  
 蓮如文集: 蓮如, 笠原一男 校注, 岩波文庫 青  
 322-1  
 一遍上人語録 付 播州法語集: 大橋俊雄校注,  
 岩波文庫 青 321-1  
 ジャータカ物語 上, 下: 津田直子, 第三文明社,  
 レグルス文庫 155, 156
- 3) 仏教, 仏典の解説  
 原始仏典の世界: 奈良康明, NHK ライブラリー  
 77  
 大乘仏典: 梶山雄一 赤松明彦 訳, 中央公論社  
 南無阿彌陀仏 付 心偈: 柳宗悦, 岩波文庫 青  
 169-4  
 バウダ 佛教: 中村元, 三枝充恵, 小学館ライ  
 ブラリー 80  
 仏教: 渡辺照宏, 岩波新書 C150  
 お経の話: 渡辺照宏, 岩波新書 青 648  
 日本の仏教: 渡辺照宏, 岩波新書 青 299  
 仏教入門: 松尾剛次, 岩波ジュニア新書 322  
 密教: 松長有慶, 岩波新書, 179  
 仏教経典散策: 中村元編著, 東京書籍, 東書選書  
 37  
 唯識のすすめ: 岡野守也, NHK ライブラリー  
 90  
 仏教の思想 上下: 梅原猛, 角川文庫 8574,  
 8575  
 大乘仏典: 長尾雅人 責任編集, 中公バックス  
 世界の名著 2  
 仏教説話: 岩本裕, 筑摩書房, グリーンベルト・  
 シリーズ 32  
 パラモン経典 原始経典: 長尾雅人 責任編集,  
 中公バックス 世界の名著 1
- 仏教学序説: 山口益 横超慧日 安藤俊雄 舟橋  
 一哉, 平楽寺書店  
 4) インド文化・インド思想  
 インド思想史 第2版: 中村元, 岩波全書 213  
 ヨーガとサーンキヤの思想: 中村元, 春秋社, 中  
 村元選集 決定版; 第24巻. インド六派哲学  
 1  
 リグ・ヴェーダ讃歌: 辻直四郎 訳, 岩波文庫 赤  
 60-1  
 ウパニシャッド: 佐保田鶴治, 平河出版社  
 マハーバーラタ 上, 中, 下: C・ラージャーゴー  
 パーラーチャリ, 奈良毅 田中爛玉 訳, レグ  
 ルス文庫 148, 149, 150  
 バガヴァットギーター: 辻直四郎, 講談社, イン  
 ド古典叢書  
 ラーマヤーナ 上, 下: 河田清史, レグルス文庫  
 1  
 マスの法典: 田辺繁子, 岩波文庫 青 260-1  
 ウパデーシャ・サーハスリー: シャンカラ, 前田  
 専学 訳, 岩波文庫 青 264-1  
 タゴールの生涯 上, 下: Krishna Kripalani, 森  
 本達雄 訳, レグルス文庫 89, 90  
 耆那教聖典: 鈴木重信 訳, 世界聖典全集刊行會  
 SANMATI TARKA: Siddhasena Divakara,  
 Pandita Sukhlalji Sanghavi and Pandita  
 Becharadasji Doshi 訳注 A. B. Athavle and  
 A. S. Gopani 英訳, Pandita Dalsukh  
 Malvania, Shri Jain Shwetambar Education  
 Board  
 Essays on the Gita : Sri Aurobindo Ashram,  
 Publication Department
- 5) その他  
 法顕伝・宋雲行紀: 長沢和俊 訳注, 東洋文庫  
 194  
 インドで考えたこと: 堀田善衛, 岩波新書 F31  
 人は死んだらどうなるか 地獄と極楽の思想: 花  
 山勝友, トクマブックス  
 和英対照 仏教聖典: 仏教伝道協会, 仏教伝道協  
 会  
 The Future Evolution of Men: Sri Aurobindo,  
 P. B. Saint - Hilaire, Sri Aurobindo Ashram  
 Publication Department  
 The Complete Idiot's Guide to the World  
 Religions : Brandon Toropov, Father Luke  
 Buckles, alpha books  
 幸福ということ, エネルギー社会工学の視点か  
 ら: 新宮秀夫, NHK ブックス 838

6) 辞典類

南伝大藏経目録：水野弘元，大蔵出版

大蔵経全解説大事典：鎌田茂雄 河村孝照ほか，  
雄山閣出版

仏教辞典：中村元 福永光司 ほか，岩波書店

仏書解説大辞典（縮刷版）：大東出版社（大正新脩  
大蔵経，南伝大蔵経を始め，1978年までに出版  
された一般書まで含む，仏教関係出版物の要約）

## 談話室

## ロボットによる非把持操作

栗 栖 正 充\*

## Glaspsless Manipulation by a Robot

by Masamitsu KURISU

## 1. はじめに

筆者は平成元年に資源工学科を卒業し、平成10年4月に資源工学専攻に勤務するまでの10年間はロボットの研究に従事してきた。今回この談話室で執筆する機会を得たので、本紙面を借りて著者が行ってきた研究の一部である「ロボットによる非把持操作」に関する研究を紹介させていただく。

さて、「非把持操作」であるが、これは最近のロボットの研究者の間で使われる特有の言葉かもしれない。英語では“glaspsless mamipulation”となるが、意味するところは物体を把持しないで操作することである。「把持」とは「手にしっかりと握ること<sup>1)</sup>」とあるが、ここでは「環境との接触を利用せずに手先効果器<sup>1)</sup>などで変形しない単一物体のすべての自由度<sup>2)</sup>を拘束すること」としておく。したがって非把持操作とは、環境との接触を利用することによって物体を操作する、または物体に何らかの自由度を残したまま操作することに相当する。例としては「押す」、「転がす」といった操作が挙げられる。人間はよくこのような操作を利用して作業を行っているが、同様の作業をロボットに自律的に行わせることは以外に難しいのである。

## 2. 非把持操作の分類と必要性

ロボットによる物体操作において非把持操作の導入を初めて提唱したのはMason<sup>2)</sup>である。彼は非把持操作の利点を説明するのにヒンジを平行二指ハンドで把持する作業を例として用いた。図1(a)のように2枚の指を閉

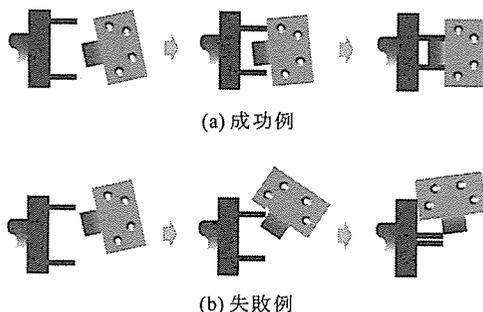


図1 平行二指ハンドによるヒンジの把持作業

じながらハンドを前進させていけば、ヒンジがハンドに対して回転し、ハンドは自然にヒンジを掴むことになる。すなわち、ヒンジの状態（位置・姿勢）に関してある程度の曖昧さが含まれていても、ハンドに素早くかつ確実にヒンジの凸部分を把持させることができる、というものである。

ロボットに要求される非把持操作を大きく分類すると次の3タイプになる。なお、力学的な観点から分類すると他のタイプも存在するため、ここでは動作という観点に基づいた著者の主観による分類であることを断っておく。

タイプI：押し操作（図2(a)）

タイプII：転がし操作（図2(b)）

タイプIII：旋回操作（図2(c)）

Masonの例はタイプIに属するものである。また、タイプIIIは人間が大きなタンスを一人で移動させるときによく行う操作である。これら3つの操作にはそれぞれ長所と短所がある。ロボットの持つ外界センサから得られる物体の状態に関する情報には、通常誤差や曖昧さが含まれる。押し操作にはこの誤差や曖昧さを吸収する働き

\*京都大学大学院工学研究科助手

<sup>1)</sup>ロボットアームの先端に取り付けられた物体を掴むための道具<sup>2)</sup>位置：3自由度 + 姿勢：3自由度 = 6自由度

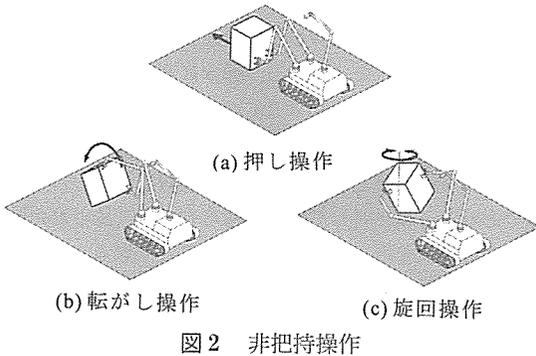


図2 非把持操作

があることが Mason の例からもわかる。これは自由度を残したまま物体を操作するからであるが、その自由度が曖昧さをうち消す方向に働かなければ逆効果である (図1(b))。また、押し操作では岩石などの球形に近い塊状物体を安定に操作することは難しい。押されることに対して不安定な物体を扱う場合はむしろ転がし操作の方が有効である。しかし、転がされる物体の動きはその物体の形状に依存しており、任意の状態に物体を遷移させることは転がし操作のみでは困難である。これに対し旋回操作は他の2タイプよりも細かく物体の状態を制御できるという長所がある。ただし、物体を旋回できる状態まで遷移させる労力を要するという欠点もある。以上それぞれのタイプの操作は状況に応じて使い分けが必要であるが、3タイプすべてに共通している長所がある。それは

- 1) 手先効果器で把持できないような大きい物体を扱うことができる、
- 2) ロボットの操作能力を超えるような重い物体を扱うことができる、
- 3) 物体を持ち上げて操作するよりも作業全体に要するエネルギーが少ない、

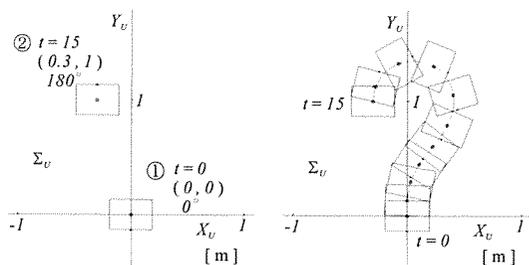
という点である。これまでのロボットは製品の組み立て作業などで利用されることが多く、そのためロボットが活動する場所は屋内工場など比較的整備された環境であり、扱う物体の形状や大きさ、重さなどもある程度限定されていた。しかしながら、近年機械の知能化が進むにしたがい、屋外でより高度な作業を行うロボットの需要が高まってきている。建設・土木作業用ロボットや資源開発ロボット、自然災害復旧支援ロボット、惑星探査ローバーなどがその例である。これらのロボットは要求される作業の性質上、把持能力や操作能力を超えるような大きい、または重い物体を扱わなければならない場合もある。そのような状況では非把持操作は非常に有益な手段となる。また、上記の屋外作業用ロボットは活動するための動力源を搭載した自立型のロボットであること

が多い。この場合、作業に消費するエネルギーをできるだけ少なくし、限られたエネルギーでできるだけ多くの作業を遂行できるようにすることが望ましい。ロボットアームで直方体状物体を移動させる作業では、旋回操作の繰り返しで作業を遂行させる場合、持ち上げて移動させる場合よりも作業全体に消費されるエネルギーが1/3で済むことが実験的に立証されている<sup>3)</sup>。これは惑星探査ローバーなどのように外部からエネルギーを供給することができないロボットにとっては大きな利点である。以上のように自立型の屋外作業用ロボットにとって、非把持操作は必要不可欠な機能であるといえる。

### 3. 実現へのアプローチ

著者は屋外作業用ロボットにとって非把持操作がもたらす最大の有益性は1)の利点から来るものであると考えている。しかしその場合、Masonの例に見られるような曖昧さを吸収するという働きを非把持操作に期待することはできない。ではどのようにすれば1)の利点を利用した作業を実現できるのであろうか。以下では著者らが行ってきた押し作業の研究を例に取り、ロボットによる非把持操作を利用した作業の実現について考察する。

まず、図3(a)のように床面上に置かれた箱を①の状態から②状態へ押しして移動させるという作業を考えてもらいたい。ただし、ロボットアームの手先と箱との間に相対的な大きさの制約を設けないこと、実際のロボットにおける制御の簡便さなどの点から、箱を押しロボットアームは1本で、かつ手先と箱とは摩擦あり点接触であるものとする。人間はすぐに図3(b)のような移動経路を思いつき、かつその経路に沿って難なく箱を移動させてしまうであろう。これは非常に優れた視覚と触覚、および膨大な経験を人間が持っているからである。しかし、ロボットが持つ視覚では箱と箱を押しロボットアームとを明確に区別させることすら膨大な計算を要する。また、触覚センサなどは人間の触覚ほど集積度が高くない。したがって、ひとたび箱と手先との間に滑りが生じてしまうと、ロボットは箱を見失ってしまい安定に箱を



(a) 初期状態と目標状態 (b) 箱の軌道

図3 箱の軌道計画

押すことはできなくなってしまう。このような状況避けるためには、押される箱がどのように動くかを予測する必要がある。しかし、押される箱の運動は箱と床面との間に生じる摩擦力の分布（以下、摩擦力分布と呼ぶ）に支配されており、これを先験的な知識としてロボットに予め与えておくことはできない。そこで箱押し作業を実現するために以下のような段階を踏んだアプローチをとることにする。

まず「モデル化」を行う。これは複数回の測定によって摩擦力分布を推定し、箱を押したときにその箱がどのように動くかを予測できるような数学的モデルを構築するものである。摩擦力分布の推定は、ロボットアームの手先で箱を数回押し、各回において箱に加えた力と箱に生じた動きを測定することによって行う。この推定に関する数値例を図4に示す<sup>4)</sup>。

次に、箱に対して手先が滑ることなく、かつ目標とする状態へできるだけ短い道のりで箱を押して移動させることができるように、箱が取るべき軌道を求める。これは「計画」である。この計画問題は以下の手順で解くことができる。まず箱を押す速度を入力とし、構築した数学的モデルを用いて箱の運動に関する状態方程式を立てる。この状態方程式に、箱に対して手先が滑らないための制約条件や道のりなどに関する評価関数を加えることにより、軌道計画問題を非線形最適制御問題へ帰着させる。この問題を計算機により数値的に解くことにより箱が取るべき軌道を得る。図3(b)は実は図3(a)に対する計算結果である<sup>5)</sup>。

最後に計画された軌道に沿って箱を押して移動させる作業をロボットに行わせる。これは「実行」である。実行の段階では、計画の段階では考慮されていないモデル化誤差や外乱などの影響を補償するために、実際の箱の運動をロボットの動作に反映させるようなフィードバック制御が必要となる。このフィードバック制御則に関し

ては紙面の都合上説明を省かせていただくが、基本的には二輪独立駆動型移動ロボットの速度フィードバック制御則に似たものとなっている。図5に実験で使用した箱とロボットを、図6に図3(b)に示した軌道に対する実験結果をそれぞれ示す<sup>6)</sup>。この実験では、ロボットが箱の状態に関して測定できる量は手先に対する箱の角度のみであるが、箱に対して手先を滑らさずに計画された軌道に沿って箱を押していることが図6より判る。なお、上述の例では対象とする物体を箱としているが、提案している手法では物体の底面形状に関する制約は設けていない。

以上のように「モデル化」、「計画」、「実行」という3段階の作業によってロボットによる押し作業を実現させた。ただし、提案した手法では水平面上での作業に限られるなどの制約がある。また、人間の経験に相当するような機能も実現しておらず、状況が少しでも変われば上述した3段階の作業を繰り返さなければならない。技術的に解決しなければならない問題も数多く残っており、

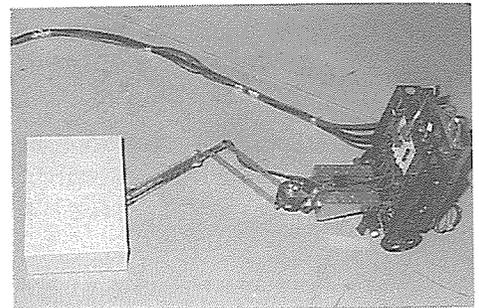
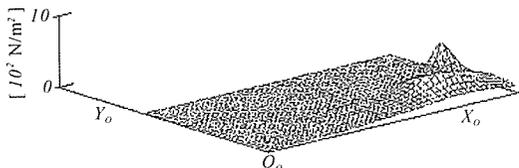
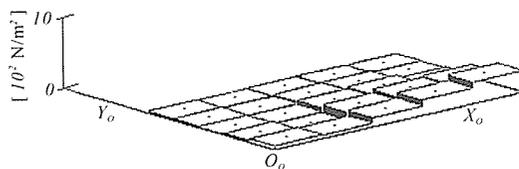


図5 実験で使用した箱とロボット



(a) 想定した摩擦力分布



(b) 推定された摩擦力分布

図4 数値例

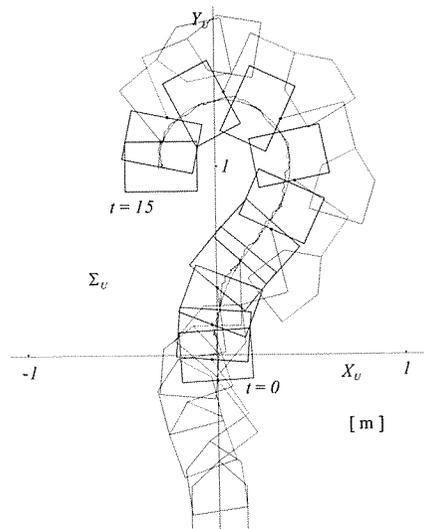


図6 実験結果

実用化のというレベルには到底達していない。しかしながら、各作業におけるいくつかの基本的なケースや何らかの普遍的な量をデータベース化し、それらをファジィ推論やニューラルネットワークなどを用いた手法で抽出、結合することによって、人間の経験に相当するような機能を実現できるであろう。さらに、技術の進歩と共に人間の感覚器と同等、もしくはそれ以上の性能をもつ各種センサーが開発されていくと思われるので、上述のアプローチにより、より環境に適応した押し作業を実現させていくことができるであろう。また、他のタイプの非把持操作を利用した作業も、同様のアプローチによって実現できると著者は考えている。例えば「モデル化」に関連するものとしては、物体の形状認識<sup>7)</sup>や重心位置<sup>8)</sup>の推定法などが提案されている。また「実行」に関連するものでは、凸多角柱物体の転がし操作<sup>9)</sup>や直方体状物体の旋回操作<sup>9)</sup>などに関する研究が報告されている。著者は転がし操作の「計画」に対応する一手法を提案した<sup>10)</sup>。これらの研究は個別に行われたものであるが、組み合わせることで簡単な形状の物体を指定された場所まで転がして移動させるような作業なら実現できるはずである。

#### 4. 終わりに

ロボットにおける非把持操作の必要性について述べ、それらを利用した作業の実現について考察した。ここで述べた実現へのアプローチは各非把持操作を個別に利用する作業に対してのみ有効であるが、屋外での作業は1タイプの非把持操作のみで遂行できるものばかりではない。人間は種々の非把持操作を組み合わせることで様々な作業を遂行している。ロボットが作業を行う場合も各非把持操作を組み合わせる必要がある。現在行われている非把持操作に関する研究は各タイプの操作を個別に実現させようとしている段階であるが、それらを積み重ね、組み合わせることで、ロボットが遂行できる作業もより適用範囲の広いものになっていく。何年先になるのかは判らないが、いずれは人間に変わって作業を行う完全自律型のロボットが実用化され、図7のような光景を見ることができるようではないか。

#### 参 考 文 献

- 1) 広辞苑, 岩波書店
- 2) M. T. Mason: Mechanics and Planning of Manipulator Pushing Operations, Int. J.

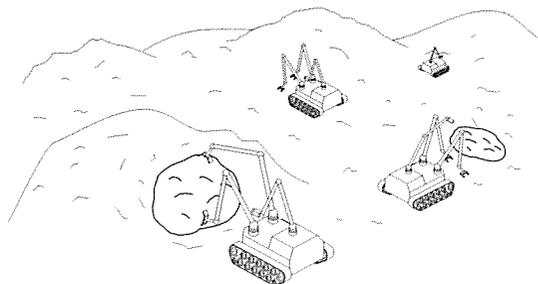


図7 屋外作業用ロボット

Robotics Research, Vol. 5, No. 3, pp. 53-71, 1986

- 3) 相山, 他: グラスプレス・マニピュレーションの研究: 操作形態の分類とピボット操作の実現, 日本ロボット学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 114-121, 1996
- 4) 吉川, 栗栖: 対象物押し操作にもとづく摩擦力分布の推定法, 日本ロボット学会誌, Vol. 10, No. 5, pp. 632-638, 1992
- 5) M. Kurisu and T. Yoshikawa: Trajectory Planning for an Object in Pushing Operation, Proc. '94 Japan-U.S.A Symposium on Flexible Automation, pp. 1009-1016, 1994
- 6) M. Kurisu and T. Yoshikawa: Tracking Control for an Object in Pushing Operation, J. Robotic Systems, Vol. 14 No. 10 pp. 730-739, 1997
- 7) M. A. Garcia and et al: Autonomus Sensor Planning for 3D Reconstruction of Complex Objects from Range Images, IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 3085-3090, 1998
- 8) Y. Yu, K. Fukuda and S. Tsujio: Estimation of Mass and Center of Graspless and Shape-Unkown Object, IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 2893-2898, 1998
- 9) 沢崎, 井上: 多指ハンドによる物体の転がし操作, 日本ロボット学会誌, Vol. 9, No. 5, pp. 560-571, 1991
- 10) 栗栖, 塚田, 花崎: 転がし作業における対象物の経路計画, 第17回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 1021-1022, 1999

## 談話室

## 「脱・金太郎あめ」

熱田善男\*

No Copy : For Originality

by Yoshio ATSUTA

どこを切っても同じという発想から抜け出そうと  
会を作って10年

いつの頃か、私の中に、「会社の中の仕事だけやっていてはいけない」という考えが出てきました。新日鉄に在職していた頃、今から約15年前のことです。職場の同僚や、先輩、後輩を見ている、何かを感じられませんでした。会社の中ではそこそこのポジションをもらって、偉そうにしているが、その人と突っ込んで議論してみると、人を感銘させるような特別な材料がないのです。

「金太郎あめ」と言われるように、どこを切っても誰を切っても同じ、という状態でした。それは自分自身にも当てはまることになっていたのです。40歳から50歳くらいになって、専門外のこととなると、とたんに理解力が極端に落ちる自分に気がつき、「これではいけない」と思いました。この頃から「脱・金太郎あめ」という言葉が、私の頭から離れなくなったのです。

その頃、50歳を過ぎて、人材コンサルタント会社に出向しました。初めて外の世界へ出てみたら、学歴に関係なく優秀な人がたくさんおられました。それにひきかえ、新日鉄の人間は、学歴が優秀でも、どんどん頭が固くなっていっているような気がしました。

そこで「脱・金太郎あめ」を目指して、仲間と呼びかけ、元新日鉄の副社長の戸田健三さんを中心に始めたのが、「21世紀を考える会」です。平成元年、いまから10年前のことです。

月に1回集まって、人の話を聞いてみようということで、最初、20数人で始めましたが、走り出してみると、クチコミで来る人も増え、10年経った今は、毎月

60~70人が集まります。それだけ日常の生活にはあきらない「脱・金太郎あめ」を望む人が多いということです。

長年身につけた知識や習慣を変えることは大へんだが、そこから新しい知恵が

「脱・金太郎あめ」といっても、簡単なことではありませんでした。習った知識に縛られて、習った物差しでしか物事を見ることができない人間になっていたのです。「これではいけない」と習った知識をいったん全部捨てようと試みたのです。捨てるのに半年~1年ぐらいかかったと記憶しています。しかし、頭の中のプログラムやメモリーが書き込んであるチップを捨てても、チップの跡形がいつまでも残っているような感じで、跡形が消えてしまうのには、さらに1年以上かかり、やっと白紙に戻ったような感じでした。

いったん白紙にすると、それぞれの講師の話のポイントが、どんどん頭の中に入ってきて、分野の違うそれぞれの話の、底に流れる世の中の共通項が見え始めるのです。

「脱・金太郎あめ」とはこんなことだと体得したような気持ちになりました。

今、世相をみると、混迷の極みと見えますが、政党も、政治家も、企業も、経済人も、労働組合も、一般市民も、熟年も、壮年も、青年も、過去に身につけた物差しで、物事を測っているのが、原因にあるのではないかと思うのです。

現在の不況、金融不安は勿論、中期的なテーマ、例えば、高齢社会、年金問題、介護問題、さらに、21世紀には日本の人口が激減すると言われている超大テーマ。大切なテーマが解決を待っているが、「脱・金太郎あめ」発想で、よりよい解決を模索していかねば解決できないと

\*昭和34年・冶金(村上研)卒

思います。

この「脱・金太郎あめ」は「世論時報」平成11年7月号の巻頭に掲載されたものです。「世論時報」は、もう30年以上も続いている辛口の総合雑誌です。その理念は、世の中の良いものは良いと認めるが、間違っているものは手厳しく指摘して、これを正すことだと聞いています。時には反論もあるが、それに対しては、さらに問題を掘り下げる努力をしている月刊誌です。

編集部から原稿の依頼があったときは、本当にびっくりしました。このページは巻頭言で、有名な人が登場するところだからです。21世紀を考える会の10年の実績を認めて、編集会議の総意で決まったと聞き、喜んでお受けしました。

「脱・金太郎あめ」発想で日本を再生したいものである。

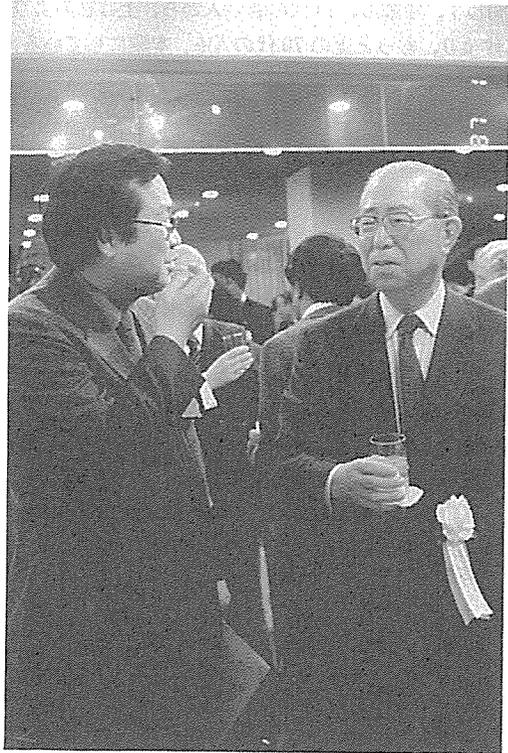
#### サラリーマンを卒業して新しい人生へ空中分解するまで飛び続けたい

おかげさまで、やっとサラリーマンを卒業しました。昭和34年に、冶金を卒業。新日鉄に入社。昭和62年、イムカ(株) (人材スカウト会社)へ移り、平成3年第三の職場、(財)工業所有権協力センター(特許庁の外郭団体)へ。その第三の職場を、平成11年3月末65歳定年で退職し、正味40年間のサラリーマン生活が終わりました。

仕事外では、21世紀を考える会を立ち上げました。平成元年より、もう10年以上続けています。「世論時報」に巻頭言を書く機会があり、卒議記念として、よい思い出になると思い、21世紀を考える会を主題にし「脱・金太郎あめ」をキー・ワードにしてまとめましたが、読んでいただいた感想はいかがでしょうか。

卒業後のこと。ビジネス、体と頭を退化させないために、そして、チョッピリでも、小遣いが稼ぎたい。2年ぐらい前から、信頼している方々に、ご協力をおねがしながら、模索してきました。そんな皆様のお蔭で、理想の方向に進んできました。感謝するとともに、ご報告いたします。

書く仕事。現役時代、昭和62年、毎日新聞社一計画行政学会の公募論文「21世紀の都市を考える」に応募し、特選をいただき、書くことに関心を持ちだしました。その中で、ある時、新日鉄の過酷なリストラの実態を小説風にまとめたのが、ある夕刊紙の編集長の目に止まり、そのネタを、その夕刊紙に10回にわたって連載したことがあります。それが縁で、2~3のメディアに、書かせ



昭和62年、毎日新聞社一計画行政学会の公募論文に特選。その時の表彰式の後の記念パーティの時の写真です。

右は、当時の計画行政学会会長の大来多佐武郎先生、左が著者。

てもらいました。

卒業を機会に、ある編集者のお世話で、「ソルヴ」という会計事務所に会員制で配る雑誌に、月2本、書かせていただくようになりました。1本は経営者のインタビュー、もう1本は業種別実態レポート、これは月替わりで、「不動産仲介業」「印刷業界」「旅行業界」「人材紹介業界」「弁当業界」……等、追いかけています。また、別の出版社の美術評論の原稿も、時々ですが、書いています。原稿料を頂く、プロのライターとして、やらせていただき、大へん感謝しています。書くことは、骨は折れますが、知的好奇心を満たしてくれる楽しい仕事です。

次は、「中小企業経営研究会」のコンサルタントとして経営情報を提供することができるようになりました。この会社は業歴35年で、全国に多数の会員企業を擁し、「中経出版」を子会社に持っています。

三つ目、「グローバル・メビウス」という会に入って活動をしています。2年前、新日鉄の元副社長の孫娘の方からこの情報を頂きました。

高い志、素晴らしい人々、優秀な商品、有利な事業プログラム。発足6年、全国にメンバーは2万人以上、男

女問わず、年齢も、20代の若い人から、上は私のような60代より、もっと上の70代の人も。本業にしている人、本職を持ちながら人生のスペアタイヤとしている人。楽しい、そして、しっかりお金にもなる、そんな会です。この会は、会社ではなく、個人が作る団体で、特定の資本との結びつきはなく、搾取のない理想の組織です。お互いに同じ立場で協力してやっていきます。既成の言葉では表現できませんが、「友愛キャピタリズム」とでもいえるのではないかと思います。この情報を頂いた新日鉄の元副社長の孫娘の方に、たいへん感謝しています。心から喜んでおります。

こんな状況なので、これからも、精一杯がんばって、軟着陸するのではなく、空中分解するまで飛び続けようとおもっています。

#### 家族は、私+家内+娘2人です

家内は、気配り、目配り、こだわりの人。いつまでも若く、元気にやっています。

長女は独身、小学校の先生になるという夢を、海外旅行のコンダクターとして、叶えています。沢山の人の先頭にたって誘導する点は同じではないかと、父親として思っています。

次女は真面目に結婚して、子供は男の児3人、ダンゴ3兄弟。上が、小1、次が幼稚園の2年保育組。下は、やっと言葉が出るようになってきました。

親、私の方も家内の方も、両親とも、すでに亡くなり、その点は安堵しています。(以上)

## 談 話 室

## フランス滞在記

沼 倉 宏\*

Memoirs of France

by Hiroshi NUMAKURA

1996年7月より翌年4月までの10か月、文部省在外研究員としてフランスのボワティエ市近郊にある航空力学・航空技術国立高等学院(ENSMA)に滞在し、共同研究をする機会を得た。フランスを訪れたのはこのときが初めてで、研究・教育に関してはもちろん、自然や人々、歴史・文化についても興味深く感じたことが数多くあった。今回編集委員会より「談話室」として依頼を受けたので、長いようで短かった滞在中に経験したこと、印象に残ったことのいくつかを記させていただく。

## ENSMA-LMPM

滞在先のENSMAは正式にはEcole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechniqueといい、いわゆるグランゼコル(Grandes Ecoles)とよばれる高等教育機関のひとつである。フランスの高等教育機関には大学、グランゼコル、技術短大の三種があるが、グランゼコルは他の二者と違って高校を終えて大学入学資格試験に合格しただけでは進学できず、専門の準備学校で2,3年勉強したあと各学校ごとの入試を経て入学するエリート校である。全国に300ほどあるが、パリの高等師範(エコール・ノルマル・スーペリユール)、国立行政学院(ENA)、理系の頂点校エコール・ポリテクニク、鉱山学院(エコール・デ・ミンヌ)、中央学院(エコール・サントラル)などの有名校は特に競争も厳しいらしい。フランスの知識人、政治家、有力実業家の大半はこれらのいずれかの出身ということである。筆者の滞在したところはそれらに次ぐレベルの学校群のひとつで、トゥールーズにある航空宇宙学院とともに、コンコルド、エアバスやアリアンロケットなどのフランス独自の航空宇宙技術を担うエンジニアを養成している。

ENSMAには空気力学、燃焼、熱伝達、固体力学、材

料物性など全部で七つの研究部門があり、職員数は600人近くにのぼる。筆者は材料物性部門(Laboratoire de Mécanique et Physique des Matériaux, LMPM)の中の、アンドレ・リヴィエール教授をリーダーとするメカニカル・スペクトロスコーピーのグループで、面心立方遷移金属中の軽元素による擬弾性緩和の実験を行った。メカニカル・スペクトロスコーピーとは内部摩擦の測定のこと、リヴィエール教授のグループは先代のドゥ・ブーケ教授の時代から内部摩擦を主要な実験手段としており、この分野ではよく知られた存在である。たとえばチタンの水素脆化のメカニズムを明らかにするために水素と転位の相互作用に基づく擬弾性効果を系統的に調べた研究などがあるが、このグループがよく知られているのはなんとといっても20年ほど前にジャック・ヴォワガール博士が中心となって開発したユニークな強制振動法の測定装置によってである。

内部摩擦の測定はふつうは試料の共振振動数での自由減衰の速さを温度をスキャンして測定するが、強制振動法では応力に対する歪の位相の遅れを一定温度で振動数をスキャンして測定する。温度を変えると材料の内部組織や欠陥の分布・構造などが変化してしまう可能性があるが、強制振動法では一定温度で測定をおこなうのでその心配がなく、材料のミクロな弾性・塑性を熱平衡状態で調べることができる。この方法はこのような利点はあるが、小さな歪振幅で $10^{-4}$ のオーダーのわずかな位相の遅れを測定するのは難しいためほとんど採用されていなかった。しかし、最近はパーソナルコンピューターや周辺の電子機器の性能が飛躍的に向上して精度の高い測定が可能になり、ENSMAグループ以外にもいくつかのグループがこの方式の装置を開発して活用している。筆者も帰国後にこのタイプの装置を導入したが、それに先立ってこの方式の家元であるENSMAに滞在して共

\*京都大学 工学研究科 材料工学専攻

同研究を行ったという次第である。

#### 内部摩擦国際会議

滞在2週めには ENSMA で「第11回内部摩擦と超音波吸収国際会議」が5日間にわたって開催された。会議の組織委員長はリヴィエール教授で、研究室の同僚たちが実行委員である。彼らは国際会議の運営は初めてで、受付開始の日はてんやわんやであった。筆者は一度経験があったので受付や論文の処理など手伝うことにしたが、同僚たちの会話は語学学校のフランス語の10倍ぐらい速くて何を言っているのか聞き取れず、受付で英語専門の対応をするぐらいであまり役には立てなかった。参加者は総数154人、うち日本からは21人で、京都の研究室からも小岩教授と大学院生一人が参加した。筆者は運営を手伝いながら講演とポスター発表を行い、目の回るような一週間であった。最終日の午後には会議のプログラムが終わったあと、何人かの参加者が強制振動法の装置を見たいというのでちょっとした見学ツアーを行った。強制振動法の実験は会議中のいくつかのグループによる発表でもたしかに有用であるという印象を与えていたし、これからはもっと広く利用されるようになるだろうと感じられた。

#### 科学都市フュテュロスコープ

ENSMA はもともとはポワティエの市内にあったが、約10km北の新しく建設された科学都市フュテュロスコープ (Futuroscope) に1994年に移転した。写真1は ENSMA 玄関の前でのリヴィエール教授 (左端) をはじ

めとする研究室のメンバーと筆者である。「フュテュロスコープ」とは直訳すれば未来展望器 (望遠鏡) である。ここは国とこの地方が協力して21世紀に向けた科学技術の一大中心地とすべく開発している人工都市で、フランスの科学技術研究予算全体の2割ほどがこの地に来ているとのことである。ENSMA のほかにもポワティエ大学の理工学部、フランステレコムの実験所などがあり、民間企業の研究所も増えつつある。

ENSMA のすぐそばにはヨーロッパ随一のハイテク映像遊園地があり、休暇の季節にはキャンピングカーでフランス全土や周辺の国から家族連れが押し寄せる。フュテュロスコープの建築物はこの遊園地をはじめとしてどれも超現代的なものばかりである。ENSMA は低い円柱形、隣接する大学理工学部は三角柱のような形をしているが、どちらも建物の上面がやや傾斜していてレオナルド・ダ・ヴィンチの設計した機械のような外観で、おまけに傾斜している屋根が水平に錯覚して見えるような「目だまし (トロンプ・ルイユ)」が建物の内外に仕掛けられている。若い新進建築家の設計で、コンクールで選ばれたものとのことである。パリにもポンピドゥーセンターやルーヴル美術館のピラミッドといった奇抜な建築物があちらこちらにあるが、広々とした丘陵地帯に突然現れるこのような建物群はまるでSFの世界である。

フュテュロスコープが建設された場所は以前はなにもないだらかな丘で、四方からいつも強い風が吹いているので「四つの風の丘」と呼ばれていたそうである。筆者



写真1

も吹き飛ばされそうな強風によく遭い、ENSMA がここに移ったのは空気力学の実験室をわざわざ作る必要がないからだという同僚の冗談は、彼の表情を見なければ本気にするところであった。ポワティエの街からフュチュロスコプまではバスで30分足らずだが、車社会のフランスのこと、職員・学生の多くはポワティエあるいはその周辺から車で通勤していた。(駐車場はいくらでもある。)

ENSMA と大学理工学部の学生には立派な寮が用意されている。筆者と同時期に滞在していたウクライナからの訪問研究者がこの寮に住んでいて何度か食事に招いてくれたが、家具付きの広々とした2DKで申し分のないアパートであった。スポーツ施設も充実しており近くに大きなスーパーもあるので住むのにそう不便はないが、寮に住んでいる学生のほとんどは金曜の夕方には大きな鞆を持って帰省するかどこかに出かけるかしていた。もっともこれはポワティエ市内に住む学生も同様で、一般にフランスの学生は実家が2、3時間の距離ならほとんど毎週末帰省するようである。あるとき毎朝ポワティエからのバスで一緒になる院生にどこに住んでいるのかと尋ねたところ、いや、ポワティエにはアパートを借りているだけで住んではいない、家はリモージュである、という答えが返ってきて面喰らったことがあった。月曜から金曜まで寝泊まりするアパートは「住んでいる」ところではないらしい。

#### 大学町ポワティエ

ポワティエはパリとボルドーのほぼまん中に位置する人口10万人ほどの大学都市で、市街地(旧市街)は周囲を川が巡る小高い丘の上にある。人口の1/3ほどが学生や大学関係者ということだが、大学は哲学、文学、薬学などいくつかの学部を除いて大戦後に川向こうの新しいキャンパスに移転しているので、市内はいたって落ち着いた雰囲気である。ヴィエンヌ県の県庁所在地であり、近隣3県を合わせたポワトゥー・シャラント地方の地方庁も置かれている。街並みはこぢんまりとしていて市庁舎前以外は車も人通りも少なく、閑静で勉強にはうってつけである。丘の上の旧市街地にはローマ時代の遺構から始まっていろいろな時代の歴史的建築物や教会が立ち並んでいる。丘のまん中には街のシンボリック的存在のノートルダム教会がある。これは11世紀に建てられたもので、典型的なロマネスク様式の教会としては小さいながらもヨーロッパで最も古いもののひとつとして知られている。ヨーロッパの石造りの建物は産業革命時代以降の大気汚染で黒ずんで汚れているものが多く、ポワティエ市街も例外ではなかったが、この教会のファサードは数年をかけて汚れが洗い落とされ、いまでは真っ白になっている。95年からは夏のあいだ毎晩、このファサードに向かいの

建物の窓から彩色をスライドで投影するライトアップが行われており、毎夜異なる色のパターンで建築当時はこんなただただろうかと想像させて人々を楽しませていた。

街中にはあちらこちらに花壇があり、いつも季節の草花が植えられていた。加えて、住んでいる人々も窓の外に色とりどりの花の鉢を吊り下げていて、冬を除けば街全体がいつも花で飾られているといった感があつた。街角で売られている観光客向けの絵はがきには Poitiers, la ville fleurie (ポワティエ、花咲く街)と書いてあるものもあったがまさにその通りである。花壇は毎朝青い作業服を着た市の職員が何人も出て水をやって世話をし、また季節の変わり目(2、3か月ごと)には花を総入れ換えする。花そのものの費用も人件費もかなりのものであろうが、街角の花屋の数の多いことから想像されるように、毎日の暮らしの中に花が必要なものとして高く位置づけられているということなのであろう。

写真2は国旗と花で飾られた7月14日革命記念日の市庁舎である。これは街の中心に位置しているが、筆者はその一丁横の、5階建ての伝統的な建物の最上階にアパートを借りて住んだ。通りの名はジャン・アレクサンドル通りといったが、この人物が何者かは調べずじまいでいまだに知らない。すぐ前が小さな公園で、窓を開けると公園のマロニエが目の前に繁っており、見下ろせば午後になると老人たちが三々五々集まってきて並んで腰を掛ける緑のベンチという風景であった。ところで写真の市庁舎の主であるジャック・サントロ市長はENSMAの出身で、いったん企業に就職したあとに政治家に転じたそうである。7月の内部摩擦の国際会議のときには参加者全員を市庁舎に招待してレセプションを開催し、挨拶の中でご自分の学生時代の思い出を話された。ENSMAでは卒業研究でドゥ・フーケ教授の研究室で内部摩擦の実験をしたとのことである。

ポワティエは以前は夏のヴァカンスの季節には人がいなくなる街だったらしいが、最近では市が観光にも力を入れ、南フランスの観光都市ほどではないにせよ音楽や演劇などさまざまな催しを企画し、またフュチュロスコプのおかげもあって、人が集まる街になりつつある。96年の夏もフランスの他の都市、ドイツ、アメリカなどからの観光客が目についた。夏の催しが終わったあとは、これも小規模ながら音楽シーズン(コンサートシリーズ)が始まり、なかなか楽しめた。フランス音楽とドイツ音楽はそれまで全く異なる指向性をもつものという気がしていたが、今回のヨーロッパ滞在中に幾度かコンサートに出かけ、フランスでもドイツでもお互い相手方の音楽にもほとんど自分たちのもののように自然に親しみ楽しんでいることが印象に残った。フランス人でドイツ語ができる人はかなりいて、またドイツ人は英語も上手だが

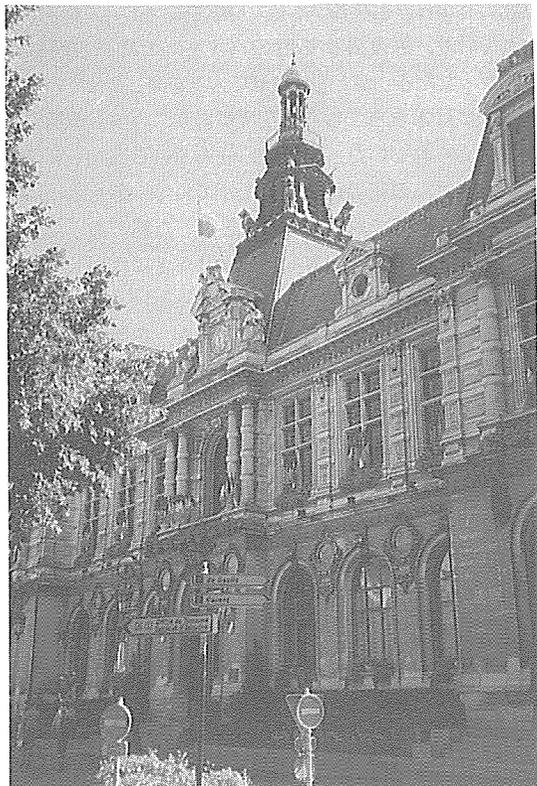


写真 2

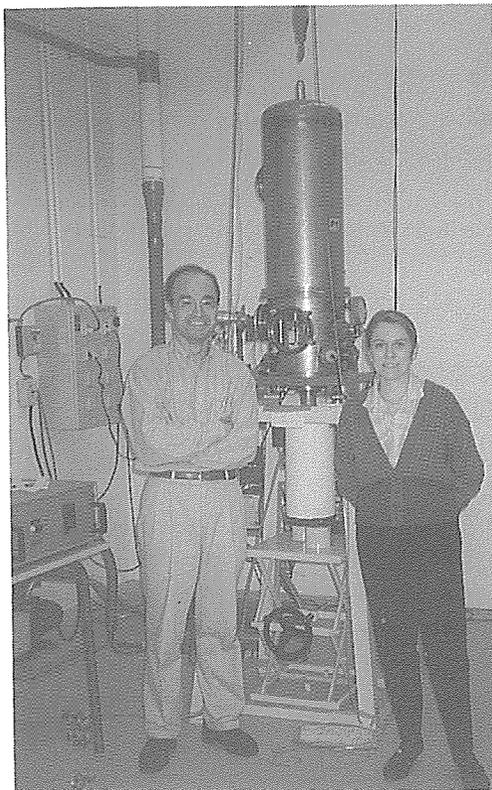


写真 3

フランス語もという人も多いことを発見し、さらに美術館・博物館を訪れてみると実はフランス文化とドイツ文化は密接につながっていることが随所に感じられた。それまで自分が変な思い込みをしていただけなのではあるが、これはちょっとした驚きであった。

#### 秋から冬...実験の毎日

ヴァカンスの季節が終わり9月になると学生が街に戻ってきて新年度の開始である。筆者は実験に明け暮れる毎日となった。写真3は、内部摩擦測定装置の前の筆者と同僚のヴェロニック・ペロザン博士である。この装置は室温から800°Cぐらいまでの温度範囲の測定を行うもので、これ以外に低温用と超高温用が各1台、合計3台の装置が稼働している。いずれも基本的にはヴォワガール博士の設計によるもので10年ほど使い続けているが、最近肝腎のエレクトロニクスにしばしばトラブルが発生し、また制御用のパーソナルコンピュータも古くなったので、制御・測定系統を最新のWindowsコンピュータにA/Dコンバータカードなどを取り付けたものに更新しようとしていた。筆者の滞在中は技官の一人がそのためのテストをいろいろと行っていたが、もう置き換えに成功しただろうか。

筆者は写真の高温用の装置でニッケルとパラジウム中

の炭素による擬弾性緩和を測定し、並行して低温用の装置でニッケル中の炭素と水素の複合体についての実験も行った。前者の実験は持参した試料をセットして測定するだけでよかったが、後者では-100°Cから-150°Cの範囲の低温で一定に温度を保つためにいろいろと準備が必要となった。まず装置の内部にヒーターを取り付け、外から液体窒素で冷却して一応所定の温度に保てるようにした。しかし、強制振動法の測定には非常に時間がかかるので測定中に液体窒素を補給しなければならず、このときにどうしても装置に揺れが伝わってしまう。この実験では試料を非常に小さな振幅で振動させているが、この揺れがかなりの外乱となってしまい、きれいなスペクトルを広い振動数範囲にわたって得ることは結局できなかった。しかし、この装置で京都の大学院生のアルミニウムの試料の実験を行ってみたところなんとかうまく測定でき、彼女の学位論文の一部となった。いっぽう高温の実験では炭素原子のペアによる擬弾性緩和が低い温度では予想外に大きくなることがわかり、この方法の特徴を生かした結果を得ることができた。

#### 知人たち

フランス中部以北では秋から冬にかけては曇りの日が多く、しとしとと雨がよく降った。(ただしフランス人

は傘はほとんどささない。)週末は、土曜日にも研究室に出かけて月曜の朝までの自動測定を仕掛けてくることも多かったが、日曜日は近くに住んでいる日本人留学生やその友人と市場にでかけて安く美味しい食材を買い込み、にぎやかな食事を楽しんだりした。日本人留学生の一人は京都の日仏学館のフランス語講座のクラスメートで、ポワティエ大学の外国人のためのフランス語学科に留学してきており、その友人の何人かとも知り合いになった。ポワトゥー・シャラント地方はきれいなフランス語を話す地方として知られており、ポワティエは暮らしやすくパリからもそう遠くないので、ここの大学のフランス語学科は留学生にはなかなか人気があるそうである。私の元クラスメートの友人たちもアメリカ、ロシア、韓国、中国、台湾、レバノン、ブラジル...といろいろで、国情や国民性などについてそれぞれ面白い話を話してくれた。

ENSMA に短期研究員としてウクライナからきていたユーリ・ラプスタ君を、彼のガールフレンドのオクサナがキエフからやって来たときに一緒に我がアパートに食事に招いたが、彼らもウクライナの事情を聞かせてくれた。ユーリは国立研究機関の研究員、オクサナはキエフの公立図書館の司書なのだが、公務員の給与の支払いが滞っているので結婚したいのだが生活のめどが立たず困っていると言っていた。旧ソ連の国々ではインフレがひどく、研究予算がほとんどないので研究者は国外に研究場所を求めている。ドイツはロシアやウクライナからかなりの数の研究者を受け入れているが、フランスでもそのような研究者が増えているようである。(ユーリとオクサナからは、その後キエフで結婚し、昨年冬には子供が生まれたとの嬉しい知らせが届いた。)

### ENSMA の院生、研究者たち

ENSMA の初年級の学生達とふれあう機会はほとんどなかったので学生気質といったものはわからなかったが、LMPM の院生たちは(給料を貰っているから当然でもあろうが)決まった時間帯にやるべきことをきっちりやっており、よく勘所を抑えて研究を進めているという印象を受けた。院生は ENSMA 出身者よりはフランスの他のグランゼコールまたは大学の出身者が多く、モロッコやアルジェリアなど北アフリカからの留学生もかなりいる。このような状況は ENSMA に限らずフランスではどの大学でも同様のことである。日本との違いとして目につくのはフランスでは材料科学の分野に女性が多いことで、ENSMA の材料物性部門でも筆者が滞在していたときは院生の半分近くが女性であった。常勤研究者数は男性が優勢だがどの研究室にも一人は女性がいて(スタッフは3,4人)、リヴィエール教授の研究グループも研究スタッフ二人のうち一人、院生三人のうち二人が女性で、さらにエレクトロニクス担当の技官も女性であった。

滞在中に、リヴィエール教授のグループの院生のフロラン・デボルデ君をはじめとして材料物性部門の院生の学位審査の発表会が何回もあり、いくつかを聴いた。発表会そのものに関しては、いずれも各自の研究の背景と意義付けを明確に述べていたのが共通の長所として印象に残っている。ENSMA の材料物性部門は小さいので専門家があまりいないということもあって、学位の審査委員(4名から8名)はフランス国内のみならず近隣の国のいろいろな研究教育機関の研究者に依頼する。学位論文はほとんどフランス語だが、ベルギー、スイスはもちろんオランダやドイツの研究者でフランス語ができる人は少なくないので選択の幅は広い。あらかじめ学位論文を読んで質問やコメントのやりとりをし、審査会では本人の発表に対しきびしい質問が飛ぶ。デボルデ君の発表会のときは彼のキャラクターもあって和やかな雰囲気、ローザンヌから来てくれたこの道の大家の先生に逆に「それならちょっと私から質問してもいいですか?」とやって聴衆に大いにうけていたが、普通は緊張した雰囲気の中に進行する。発表は40分ほどだが質問と討論は1時間ぐらい続き、ときには2時間に及ぶこともあるそうである。これが終わると別室で最終審査委員会が開かれ、めでたく合格となると委員長から審査結果・講評が聴衆の前で本人に告げられる。晩には ENSMA のカフェテリアで気楽なパーティが催され、みんなからシャンペンで祝ってもらうことになっていた。

日本でも今年になって失業率が5%に到達したが、ヨーロッパではどの国でも失業問題は深刻で、筆者の滞在していたときはフランスの失業率は8%以上、とくに高学歴者の失業が問題になっていた。学位を取ったあとの就職難はエリート校であるグランゼコールも例外ではなく、ENSMA の専門である航空・宇宙業界はフランスが誇る産業だが、この分野で就職口を見つけるのはよほど運がないと難しいとのことであった。教官たちも、学生は厳しい入試を突破して入学して勉学に励み、院生たちもいい研究を一生懸命やっているのに就職がないというのでは可哀想と困っていた。フランス語の formation という語には教育と生産という二つの意味があるが、これにかけて、エコールの機能は専門家の教育ではなく失業者の生産であると怒る貼紙もみかけた。筆者が帰国してすでに2年半が過ぎたが、現在の状況はどうだろうか。

最後に、10か月の滞在中たいへんお世話になったリヴィエール教授と同夫人、同僚のパスカル・ガドー、ヴェロニック・ペロザン、マルティンヌ・アギヨンの各氏、また留守中研究室の本務をカバーしていただいた小岩昌宏先生、田中克志氏、ENSMA での実験の試料を準備してくれた横山英樹氏(当時大学院生)にこの場を借りて御礼申し上げます。

## 談話室

## 内から見たロスアラモス

和田 裕 文\*

## Los Alamos from Inside

by Hirofumi WADA

筆者は平成9年7月より8ヶ月間、文部省在外派遣研究員としてアメリカのロスアラモス国立研究所 (Los Alamos National Laboratory, 以下 LANL と記す) に滞在した。ここでは筆者の目から見た LANL とその周辺を紹介させていただく。5000 人を教える水曜会員の中には、今も海外でご活躍されている諸兄がたくさんおられることと思う。その方たちを前にしてアメリカ滞在記とは恥ずかしい気もするが、気楽に読んでいただければ幸いである。

はじめに地理的なことから紹介しよう。ロスアラモスはニューメキシコ州の北部に位置する。ニューメキシコ州は日本ではあまりなじみはないが、西海岸のロスアンゼルスからインターステート 10 号線(昔のルート 66)で東に進むと、最初がカリフォルニア州、2 番目がアリゾナ州で、3 番目に現われる州がニューメキシコ州である。アリゾナ州からニューメキシコ州、さらに北のユタ州やコロラド州にかけての一带はアメリカでも有数の大峡谷や奇岩の宝庫であり、グランドキャニオンやモニュメントバレーに代表される数多くの国立(国定)公園が存在する。ロスアラモスもメサと呼ばれるテーブル状の台地の上にあり、周囲は峡谷に囲まれているので、その風景は他の国立公園にもひけをとらない。有名な理論物理学者 R.P. ファインマンは彼の冒険的自伝小説「ご冗談でしょうファインマンさん」(大貫昌子訳 岩波書店)のなかで初めてロスアラモスを訪れた時の感想を次のように述べている。

はじめて車で出勤した朝のことは特に印象に残っている。東海岸からやってきて、あんまりドライブなどしたことの無い僕は、その雄大な光景に息をのんだ。絵や写真で見たような巨

大な崖がある。下からドライブして上がってくると、いきなり高いメサが現われて目を驚かせる…

しかもこの雄大な風景が荒涼とした大地の中に突如姿をあらわすところが、この地域の自然の特色であるといえよう。少し町を離れると不毛の荒野が延々と続く。画家ジョージ・オキーフは荒野を求めてアメリカ南西部をさまよひ、ついにニューメキシコ州のアビキュー村で、“大地の果て”を発見して永住を決意したが、このアビキューはロスアラモスと 30km ほどしか離れていない。

これほどの荒野であるが、このあたりは先史時代からアメリカインディアンが居住しており、現在でも多数のプエブロ(集落)が存在する。1000 年以上の歴史があり、世界遺産にも登録されているタオスのインディアンプエブロもこの近くにある。ロスアラモス近郊には 8 つのプエブロがあり、毎年夏には 8 部族合同の祭りが開かれ、インディアンの踊りを見ることができる。

州都サンタフェはロスアラモスから南東に 56km 離れたところにある。サンタフェはスペインの植民地として始まり、メキシコ人の支配もあったので、インディアン文化、スペイン文化が融合し不思議な雰囲気を出している。ここではスペイン語も準公用語扱いで、デパートの店内放送なども 2 カ国語で行なわれる。アメリカ人にとってサンタフェはエキゾチックタウンとして有名で、旅行者の数も非常に多い。この町で毎年 9 月に行われるサンタフェ・フェスタでは、イエスキリストを裏切ったユダの巨大な人形(高さ 8m ほどあって手足が動くように作られている)を焼いてしまうという儀式(ゾブラ)がある。観衆の大合唱の中で人形が燃え上がっていくさまはエキゾチックというよりは一種異様な感じさえする。なお、ニューメキシコの経済の中心はアルバカーキであり、こちらは 10 月に行われる熱気球の世

\*京都大学工学研究科助教授

界大会（パルーンフェスタ）でも有名である。ニューメキシコ州の北部はロッキー山脈の南端にあたるので、アルバカーキやサンタフェも標高1,500mほどの高地にあり、ロスアラモスでは2200mを越えている。

云うまでもなく LANL はマンハッタン計画遂行のため設立された研究所である。それ以前は農業学校があっただけの小さな町に研究所を持ってきたのは、マンハッタン計画の総大将 R. オッペンハイマーであった。かれはこの小さな町が孤立しており、秘密保守の研究を行なうには絶好の場所であることに目をつけたのであるが、交通の不便さは現在でも変わっていない。昔も今もロスアラモスへアクセスする方法は車だけといってよく、サンタフェとの間に公共の交通手段はない。ちなみに研究所設立は1943年2月となっているが、戦後もしばらくは訪問不可能であったようで、研究所がオープンになったのは1957年2月からである。

現在のロスアラモスの人口は約18,000である。町はロスアラモス地区とホワイトロック地区に分かれており、両者は12kmほど離れている。LANLは主としてこの中間に存在する。ロスアラモスのタウンサイドと研究所の間には峡谷があり、図1はこの峡谷にかかる橋オメガブリッジである。ふつう研究所というと、塀や柵に囲まれた土地のなかに、いくつかの建物があるという構図が想像されるが、LANLはそのような構造になっていない。研究所の所有する面積は110km<sup>2</sup>もあり、建物は公道に沿って点々と存在する。建物間の往来は車がなければむずかしい。LANL全体は自然によって外から

孤立しているだけなので、誰でもオメガブリッジを渡って研究所の敷地に入ることができる。しかし、建物の中に自由に入出入りすることはできない。研究所の関係者は誰でも顔写真のついた証明書（バッジ）を首にかけており、このバッジがないと建物に入ることは許されないことになっている。したがって、LANL訪問者の最初の仕事はバッジオフィスに行き、バッジを発行してもらうことである。

LANLはアメリカエネルギー省(DOE)に所属しているが、運営に当たっているのはUniversity of California (UC)である。これはR. オッペンハイマーがUCパークレー校の教授であったことによるが、戦後もLANLの自由な研究と討論の気風を守るために大学による運営が引き続いて行なわれてきた。したがって職員はUCに雇用されており、その数は約7,000人にのぼる。これにLANLが契約している労働者を加えると、総勢10,000人の大所帯である。

LANLのもともとの目的は核兵器の開発であったが、冷戦後の今日ではLANLの任務は「核の脅威を減らすための研究」と位置付けられている。さらに核にとどまらず、国家の安全保障のため、環境・エネルギー・生命科学・コンピュータサイエンスなどの研究を行なうことが任務に加わっている。現在では研究員メンバーの1/3が物理学出身者であり、1/4がエンジニア、1/6が化学と材料科学出身者であり、残りが数学、コンピュータ、バイオサイエンスなどの分野の人たちである。年間予算は12億ドルであるが、筆者が滞在中にクリントン

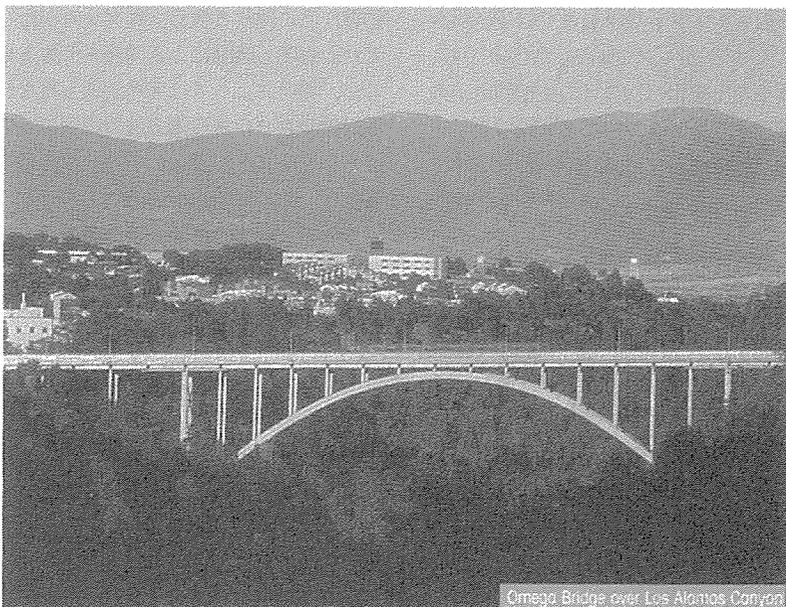


図1 ロスアラモスのタウンサイドとLANLの間にかかるオメガブリッジ

大統領が LANL を訪れ、コンピュータサイエンスのさらなる発展のために予算の増額を約束していったので、ますます増える方向にある。

LANL には 20 におよぶ研究部門 (Division) がある。筆者が滞在したのは Materials Science and Technology (MST) 部門である。MST には以下の 5 つのグループがある。

MST-6 Materials Technology: Metallurgy

MST-7 Polymers and Coatings

MST-8 Structure/Property Relations

MST-10 Condensed Matter and Thermal Physics

MST-11 Electronic and Electrochemical Materials and Devices

各グループはそれぞれ 20 人程度の研究員をもち、研究分野も広範囲にわたっているが、簡単に紹介しておくと、MST-6 のテーマは水素吸蔵材などの合金設計、腐食を中心とする電気化学、粉末冶金であり、MST-7 はポリマーの他に CVD, PVD を用いた研究、人工格子やダイヤモンドコーティングの研究を行なっている。MST-8 は X 線、中性子、電子顕微鏡を手法とした材料の構造の研究を行ない、高温構造材料や準安定相、セラミックスなどを対象としている。MST-10 は電子物性とその応用研究、MST-11 は燃料電池や触媒の研究をメインとしている。各部門は頻りに組織の見なおしとグループの統廃合をおこなっている。筆者の滞在中も MST-5 (Materials Research and Processing Science) が Nuclear Materials Technology Division (NMT) のほうに移っていった。

筆者は J. D. Thompson 博士の率いる MST-10 にお世話になった。このグループも数年前までは Physics Division に所属していたグループである。MST-10 には、酸化物超伝導体や希土類化合物などの強相関電子系とよばれる物質を研究するサブグループと非線形光学を研究するサブグループがある。これではあまり LANL の任務に関係なさそうであるが、ウラン化合物やプルトニウムも研究対象に加えられている。さすがにプルトニウムの研究は、二重の扉に囲まれ出入りのチェックが厳重に行なわれる特別地区でなされているので見学することはできなかった。MST-10 の研究員は 20 人ほどであるが、さらに十数名のポスドクがいる。大学院生はいない。LANL では大学院生をとることは制度上は不可能ではないようだが、実際はほとんどいないようである。パーマネントポジションの研究員のほとんどはアメリカ人であるが、ポスドクはアメリカ人は少なく、むしろ外国籍の人が多い。その国籍もドイツ、ギリシャ、キプロス、アルゼンチン、日本、韓国など多岐にとんでいる。ロスアラモスという場所にあまり人気がないためか、

LANL のポスドクの給料は他の大学などに比べると高いそうである。ポスドクは国内から応募がある場合は必ず面接が行なわれるが、海外からの応募はほとんど推薦だけで決まる。なお、LANL のポスドクの募集はホームページ (<http://www.lanl.gov/worldview/opportunities/>) でオープンにされているので、興味のある方はご覧いただきたい。MST-10 ではパーマネントポジションにある研究員でも LANL でポスドク経験のある人の割合が多かった。ポスドクのアメリカ人が少ない理由をたずねたところ、ものづくりを行なう材料科学や物性物理のような分野の Ph.D コースは人気がなくなってきていることやアカデミックポジションではなかなか将来の保証が得られないためであろうというような答えが返ってきた。特にアメリカでは Ph.D をとると民間企業では高給取りになれるので、ポスドクを終えても大学などにポストが見つからない人はシリコンバレーのほうに職を求めることも多いようである。

LANL では職員に対する教育が厳しく行われている。長期滞在者である筆者もさまざまな教育プログラムを受けなければならなかった。まずすべての職員は general employee training に関するテキストを渡され、それを読んだ上で試験を受けなくてはならない。試験を受けない場合は 3 日間朝から夕方まで講義を受けることが義務づけられている。ここでは LANL の歴史に始まり、環境、安全、健康問題、緊急時の対処法、そして保安対策についての知識を持つことが要求される。これは LANL での研究が国家の安全保障に関与する重要機密事項となる場合があることを考えると理解されよう。それ以外にも電気、ガス、低温、廃棄物、放射線、核燃料物質などに関する教育プログラムが行なわれている。いずれも専門の講師による講義+テストの形式で行なわれるが、場合によっては実地訓練も行なわれる。たとえば放射線教育では施設内で放射線同位元素を持って移動するというテストが課されるが、その最中に放射線事故が発生し、その対処法が適切であるかどうかを試されるという念の入れ方である。どの講義でも最後にアンケート用紙が渡され、生徒が講師を採点するというシステムになっているため、講師のほうも真剣そのものである。ちょっと変わったところでは薬物に関する教育プログラムもあり、アメリカ社会での薬物問題の深刻さをうかがい知ることができた。放射線など特殊な教育プログラムを受講し、試験にパスするとその証明書がバッジに加えられる。したがってベテランの研究員は数種類のバッジを首からかけることになり、けっこう煩わしそうである。

研究所の中にもロスアラモスの市内にいても、ここが核研究のメッカであると実感することは少ない。こ

れはもちろん所属している部門にもよるであろうが、少なくとも MST では自由な雰囲気の研究や討論が行われており、大学とまったく変わりはない。街中において原爆を連想させるのは「オープンハイマー通り」や「トリニティ通り」という名前ぐらいであろうか。1ヶ月に一度くらい核物質の運搬が行なわれるときに1時間ほど公道が閉鎖されるが、これも新聞で予告されている。しかしはじめて MST-10 の実験室に入って壁に貼ってある古い注意書きのポスターを見たときは驚いた。核爆発が起こった時の対処法が記されているのである。曰く安全なところに伏せよ、ガラス窓には近づくな、ネクタイを緩めよ云々…。

さて、LANL の周辺について述べよう。渡米前に知人から「ロスアラモスに行けば研究はいくらでもできる」というようなことを云われたが、その意味は滞在してみてもすぐわかった。これは決して研究環境がよいということではなく、ロスアラモスではエンターテイメントがほとんどないので研究の他にすることがないという意味なのである。このことはすでに R.P. ファインマンも前述の書の中で指摘しており、彼は夜中に林の中でドラムをたたいていて、インディアンと間違われたそうである。町には映画館が1つあるだけで、他に娯楽に関する場所はほとんどない。ショッピングにしてもロスアラモスではテレビ等の電気製品すら手に入らない。ショッピングを楽しむためには少なくともサンタフェまで出なければならず、アルバカーキまで足を伸ばすこともめずらしくはない。ロスアラモスで楽しめるのは雄大な自然なのである。筆者は渡米して2日目に LANL からの帰宅途中、エルクとよばれるヘラジカに出会った。このエルク、顔はバンビに似ているが、図体は馬より大きい。エルクが道端に現れると、通行している車は一斉に停止し、エルクが姿を消すまで待っている。衝突すればこちらもただではすまないからである。大きな動物が道路を横断するのは全然珍しいことではないらしい。筆者は夜中に車を運転していて目の前に突然牛(らしい動物)が現れ、すんでのところでは衝突をまぬがれたことがあった。知人の話ではインディアンの飼っている牛が逃げてくることもあるという。MST-10 のなかには車で熊と衝突し、車を大破してしまった猛者もある。LANL の中には林がいっぱいあり、こんなところで月夜にドラムの音が聞こえてきたら、誰だってインディアンと間違えるのは無理はない。エンターテイメントが少ないので、スポーツは結構盛んである。ジョギングやサイクリングをしている人をよく見かけるが、高地であるので慣れていないとすぐに息切れる。ロスアラモスには立派な室内プールが

あるが、他国のオリンピックチームが強化合宿を行なう事でも知られている。人気のあるスポーツがゴルフとスキーである。とくにゴルフ場は LANL から近いので、夏場は仕事帰りにハーフラウンドを楽しむ人が多い。

ロスアラモスは教育水準が高いことで有名である。25才以上の人口のうち53%が大学卒業かそれ以上の学位をもっている。高校から大学への進学率は80%を超える。1996年の失業率はわずか1.6%である。これで歓楽街がないのだから町は健全そのものである。いきおい子供の教育にも熱心になる。筆者の息子が通っていた小学校で「サイエンスフェア」というイベントがあった。日本でいう夏休みの自由研究のようなことを行ない、ポスターセッション形式で父兄を前にして発表を行うというものである。1年生のイベントとしては高度な内容のものが多かった。さらに発表ではコンピュータで作成したきれいなポスターも数多く見られた。これなど両親が相当貢献していると感じたが、同時に子供は小さいときからプレゼンテーションの重要性を学んでいるのかもしれない。このサイエンスフェアに限らず教育ではプレゼンテーションに重点をおいているという印象を持った。

最後に最近のロスアラモスについて述べておこう。筆者が帰国した後、ロスアラモスでは中国人研究者による核技術スパイ事件が発覚して大騒ぎになった。ちょうどアメリカによるユーゴスラビアの中国大使館誤爆事件の頃であって、中国との外交関係が緊張しているときのことである。事件の詳細はともかくとして、極秘事項が簡単に盗み出されるとは LANL のチェック体制に問題があるということになり、アメリカ下院議会はロスアラモスへの外国人の立ち入りを制限する法律を制定しようとしている。このため、ロスアラモスで働く中国人がほとんど他の研究機関へ流出しているもようである。筆者の知人が今年の夏 LANL を訪問しようとして断られたが、その理由も外国人の立ち入りが認められていないということであった。また LANL が UC によって運営されるという契約は21世紀初頭に切れ、更改されないことが決まっている。多くの研究者たちはこのような状態を憂慮していると聞く。21世紀に LANL がどのような形で運営されるのか知る由もないが、自由な雰囲気を持たない研究所では新しい科学は創造されにくいであろう。このような状況を考えると私個人は大変よい時期にロスアラモスに滞在することができたと思っている。

終わりにりましたが、長期の外国滞在をお認めいただいた志賀教授をはじめ、材料工学教室と量子材料研究室のみなさまがたに感謝いたします。

## 会 報

特別名誉会員 朝木善次郎先生は停年退官された。



朝木善次郎先生の御略歴

- |              |                              |             |              |
|--------------|------------------------------|-------------|--------------|
| 昭和 35 年 3 月  | 京都工芸繊維大学窯業工芸学科 卒業            | 平成 11 年 3 月 | 京都大学 名誉教授    |
| 昭和 37 年 3 月  | 京都大学大学院工学研究科冶金学専攻<br>修士課程 修了 |             | 三菱マテリアル(株)顧問 |
| 昭和 37 年 4 月  | 京都大学工学部 助手                   |             |              |
| 昭和 45 年 4 月  | 京都大学工学部 講師                   |             |              |
| 昭和 51 年 11 月 | 京都大学工学部 助教授                  |             |              |
| 昭和 63 年 1 月  | 京都大学工学部 教授                   |             |              |
| 平成 11 年 3 月  | 京都大学 定年退官                    |             |              |

この間、デミング賞委員会委員、日本學術振興会第 69 委員会副委員長、資源・素材学会理事、関西支部長、素材部門委員長などを歴任、The Metallurgical Society of AIME・科学賞ゴールドメダル（昭和 47 年）、資源・素材学会論文賞（平成 3 年）受賞。

### 朝木善次郎先生のご退官に寄せて

河 合 潤

平成 11 年 6 月末から 7 月にかけて、工学部 6 号館南部分が、新棟建設のため取り壊されました（写真 1）。朝木善次郎先生が、修士課程を修了し「冶金反応及操作」講座の助手に任用されたのが昭和 37 年 4 月です。6 号館南棟の竣工が昭和 38 年と聞いていますので、朝木先生の京大での教官生活は、6 号館南棟の竣工とともに始まり、取り壊しとともに終わったと言えるかもしれません。6 号館の主のような存在であったと思います。鉄筋の校舎でも耐用年数が過ぎるほどの長い年月を変わることなく教育と研究を続けてこられたということに対して、畏敬の念を覚えずにはられません。朝木先生の口

癖が、「赴任以来 9 メーターしか動いていない」というものです。9 という数字は聞く人の記憶によってやや変化するようですが、1 桁の数字には間違いはないようです。助手、講師、助教授、教授と時代は移っても 6 号館 3 階の隣り合う 3 室を居室として行ったり来たりして使っていたと言う意味のようです。私のように日本全国、様々な研究機関を渡り歩いてきた人間にとっては、朝木先生とは時間の進行速度がやや違っているように感じたものです。朝木先生に初めて接した印象は、非常に堅物、というものです。特に実験とその結果の発表に関しては驚くほど強く、本当に何度も実験して確実であること・確信が持てるようになるまでは、簡単に発表が許されませんでした。このような性格のためか、「文部省」というあだ名があることを後に知りました。私は例外的に、朝木

研に赴任してから、自由にのびのびと研究をやらせてもらうことができました。大学院入試の期間中も海外出張をさせていただいたり、多少怪しいデータもどどん発表させていただきました。様々なアドバイスをいただいた研究についても、単名で発表を許可していただきました。また、時には、修士の学生を連れて、欧米の国際会議に参加するというわがままも許していただきました。

朝木研に来てもっとも困ったのが、「熟及び物質移動」の3回生の講義を朝木先生と半分ずつ担任せねばならなかったことです。Birdの本は東京で学生のころから15年持っていましたが1度も使いませんでした。もう要らないだろうと思っていたからか、東京から京都への引



写真1 6号館南と西が壁1枚になったところ。西はまだ4階までであるが、南は3階までしか残っていない。左から2番目が朝木教授室



写真2 最終講義のたて看板。正門にて



写真3 最終講義で流動層の実演実験中



写真4 最終講義の金属第一講義室

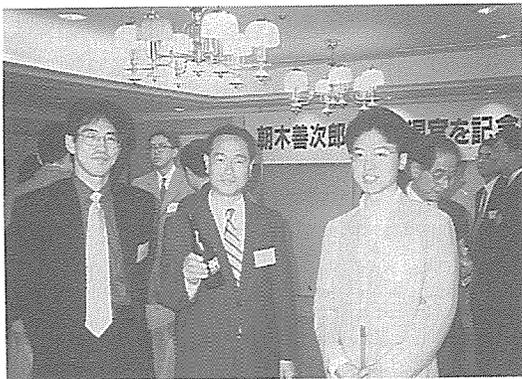


写真5 6月19日、ホテル藤田京都で開催された朝木善次郎先生の退官を記念する会の一こま。中央は林豊秀技官

越してなくしてしまいましたが、京大へくると、そのなくした教科書に近い講義をしなければならないと言うのは、なかなか大変で、急いでBirdの本を買ったり、学生時代に教科書だった本で、もう絶版になった本を附属図書館で探して勉強しておきました。ある年は朝木先生が前半で私が後半、次の年は、前半が私で、後半が朝木先生と言うように、数年かけて、一応全部がカバーできるように配慮していただけました。基礎工学としての「熱及び物質移動」の重要性が次第にわかってきました。そのおかげで、学生時代にはびんとこなかった、流体力学やベクトル解析も何とかわかるようになりました。朝木先生が良く口にされる口癖は「かんどこ」です。「熱及び物質移動」の講義でも、また研究室の卒論でも、「かんどこ」さえつかめば後はおのずと明らかになるという考え方です。朝木先生の「熱及び物質移動」の講義プリントはB4で30枚、60ページの要点だけを書いたもので、私のように講義を聞いたことがないものには大変難解な代物でした。が、どうやら5年かけてようやく「かんどこ」らしきものがつかめたようです。

朝木先生の実験(写真2~4)は、最初の教室の予定では2月9日でしたが、大学の行事と重なると言うことで、直前に2月12日に変更されました。朝木研出身者80名にはすでにはじめの予定で連絡済だったのですが、郵便や電子メールで急な変更を連絡したにもかかわらず、旧金属系第一講義室は、写真4のように大変盛況となりました。流動層の実演実験(写真3)も行われ、初



写真6 朝木善次郎先生の退官を記念する会の集合写真

めて流動層を見る人もあったと言うことです。6月18日には京大採鉱冶金100周年記念式典が盛大に開催されましたが、翌19日には、ホテル藤田京都で、朝木先生の退官を記念する会が50人の参加者を集めて開催されました(写真5, 6)。遠くは韓国、熊本、つくば市からも参加者を集め、研究室では、朝木先生の主要な研究成果と、卒論、修論、博論の題目を網羅した「朝木善次郎先生の退官を記念して」と題する60ページ程度の小冊子を出版することができました(残部がありますので希望者は田邊先生 Tel 075-753-5448 までご連絡ください)。これらの記念行事に際して、朝木先生の堅い性格を反映して、企業からの寄付は一切集めずに行うことができました。

朝木先生は、学内では平成7年から10年まで全学共通科目専門委員会委員として教養部の廃止に伴う教養教育のあり方と運営方法の策定に尽力されましたが、教室会議メンバーは、朝木先生が真の教育とはどうあるべきかを真剣に検討し苦勞されている様子を見てきました。

先生は学外でも堅実なご活躍をされてきました。Metallurgical Society of AIME 科学賞ゴールドメダル受賞(昭和47年)、資源・素材学会論文章受賞(平成3年)など、堅い性格に見事に合致した賞を受賞をされています。San DiegoやHawaiiの国際会議の運営委員、資源・素材学会素材部門委員会の委員長、学振69委の副委員長、資源・素材学会理事・関西支部長なども歴任されてきました。ご退官にあたりまして、先生の輝かしい教育・研究業績と鉱工業の発展に寄与されてこられましたご功績に深く敬意を捧げますと共に、健康に十分お気をつけくださいます。今後も日本のみならず地球と人類のための工業研究を続けていただきますことをお祈いたします。

(京都大学大学院工学研究科助教授、材料工学専攻)

#### 朝木先生のご退官に寄せて

大 石 敏 雄

この度、朝木先生のご退官に際し、水曜会から寄稿の依頼があり、思い出すままに思い出を綴らせて頂きます。

朝木先生といつ頃から親しくさせて頂いたのか、よく憶えておりませんが、先生がカナダの留学から戻られた昭和40年代の後半頃か、私がドイツ留学から戻った昭和53年以降だったかと思います。私の専門は平衡論、朝木先生は移動現象論、反応速度論と分野が異なっており、当初はお互いに研究に関して関心を持っておりませんでした。先生が銅製錬の融体反応を研究テーマに取り上げられてから、お互いの研究に興味を持ち始めました。もう20年も前になるでしょうか。先生が銅の自溶炉

反応の解析に成分活量や雰囲気酸素、イオン分圧などいわゆる熱力学データを取り入れられたとき少し計算のお手伝いをしたことがあります。先生はいい加減に理解することは決してなさらず、とことん聞いてこられ、普段は考えもしなかった方向からの質問に答えに窮したことがたびたびありました。また、実験のデータ整理に関して何度も先生にお教を請うたことがあります。いつも懇切丁寧に基礎から説明頂き、安心してデータをまとめることが出来たことを思い出します。先生の教育者としての一端を垣間見た気がしました。残念ながら私は先生の授業を受けておりませんが、教育に対する真摯な態度は先生の授業を受けられた卒業生の皆さんが充分感じ取られていたことと思います。

一方、学会の諸活動にも先生はきわめて積極的に取り組んでこられました。私が知っているだけでも学振、資源・素材学会の各種研究会、講習会、部門委員会などがありますが、その中のいくつかにも私も参加させて頂きました。先生がまだ助教授の頃、2, 3度研究会、講習会の世話を2人でしたことがあります。先生はまず、やるべきことをリストアップされ、これとこれは今やっておきましょう、これは開催日の1ヶ月前にやればよいから2ヶ月はこのことを忘れましょうなどときわめて段取りがよく事務処理をされていかれるのを目の当たりにしていつも感心させられていたことが強烈に印象に残っております。

先生はお酒を楽しまれる方です。ご本人は30代後半までは、全く飲めなかったが突然飲めるようになったということですが、真相は分かりません。小生は今でもほとんど飲めませんが、どういう訳かよく誘って頂きました。我々仲間内では研究会と称していましたが、そんなときはきまって2次会はカラオケでした。当初は先生のレパートリーは2, 3曲だったように思います(間違っていたらごめんなさい)が、今では10曲は優に超えています。いつも数人で行くのですが、朝木先生がご一緒のときは我々は先生の持ち歌は歌わないというのが何時からか不文律になっております。残念ながら、しばらくは“研究会”は開けません。またの機会を楽しみにしている一人です。

先生はこの4月から三菱マテリアル株式会社の常勤技術顧問として、大宮市の研究所で活躍されています。大学と違って何かと大変でしょうが、ご健康に気を付けて、益々活躍されることを心よりお祈りしております。

(関西大学教授、冶金学科、昭和40年卒)

#### 朝木善次郎先生のご退官によせて

福 田 光 弘

朝木先生の退官記念パーティに出席するため、今年6

月、久し振りに京都の町に降り立った。学生時代の思い出が目の前の京都の町並みに重なって、元気で血気盛んだった若かりし頃の自分を思い出していた。

朝木先生との出会いは、今から 35 年前、昭和 39 年に三回生として実験計画法の実習を受けた時に遡る。黒板に幾つかの点を書かれて、この点の関係式を最も合理的に求めるにはとの問いかけから始まり、統計の考え方や最小二乗法の計算法について詳しいご説明を受けた。訥々とした独特の言い回しで、学者とはかくあるものかと変に関心した。

4 回生になって近藤研究室に配属され、それから 3 年間で、先生とご一緒に流動層内での気泡の発生挙動につき基礎的な研究を行った。近藤研究室が新設されて間もない頃で、先生もお若かった。当時、研究室では不均一系反応装置の代表として、流動層が取り上げられており、黄鉄鉱の熱分解の研究なども平行して進められていた。流動層内の気泡の挙動測定は、層内に装着したプローブで、固気相の電気容量の変化をオシログラフとして出力し、それを短時間に何枚もの写真に撮影して、その波形解析から求める方法がとられていた。数千枚もの写真を丹念に数値化し、流動層の操作条件との関係を求めていく根気のいる研究だった。先生も実験服を着て夜遅くまで一緒に精力的に研究を行われ、この時、研究に取り組む姿勢や研究に対する基本的な考え方につき、先生から多くのことを教わったと思っている。

学窓をでてすぐに製鉄所の現場に配属された。その後、東京本社に転勤し開発プロジェクトの事務局業務を担当したが、毎日の雑件や雑事におわれ、大学時代に先生から教わった教訓や指導もいつの間にかどこか遠くに忘れてしまっている状況だった。物事の本質は何かを掘り下げ、自分の問題として取り組む真剣さや遅しさが少なく、表面的な解決に満足し妥協してしまうことが多くなっていったように思う。

東京本社勤務後、30 歳代後半に研究所に配転された。非鉄金属精錬の分野を研究されていた先生ともお話す機会ができたが、「カナダのトロント大学での研究者生活は壮絶でした。寝食を忘れ、一心不乱に勉強しました。」といわれた先生の言葉は、今も鮮明な記憶として残っている。30 歳代半ば、博士研究員としてトロント大学に留学され、今まで以上に勉学された先生の姿を想像し、それに比べて我が身の不勉強を恥て、先生の意気と気概に圧倒されるおもいだった。

朝木先生の退官に際し思い出すのは、昔、新聞記事で読んだ、東大寺の大修理にたずさわった宮大工たちの言葉である。西暦 752 年に建立された東大寺大仏殿は、元禄年間に再建され、現在までに明治、昭和と二度の大修理を行っている。明治の大修理は瓦ふき作業に荒っぽさ

が目立ち、雨もりの原因にもなったが、元禄の瓦は調べると、焼き光沢とも一級品で、手掛けた職人に教える乞うため、あの世から呼び戻したいほどのものだという。仕事に対する審判はかくも厳しい。昭和の宮大工たちは「自分達の 3 代、4 代あとの後輩が、昭和の大修理にどんな採点をくださか、それを思うと胸がふるえる」と語っていた。

朝木先生は実験研究を尊重されていた。研究テーマの設定や研究室の方向付けについても十分な実績を残されたが、教授になられても、「体力の続く限り、実験着を身につけ研究がしたいんだよ」といつも言われていた。研究が好きだし、研究に対して誠実で厳しい先生だった。

退官後は、三菱マテリアル株式会社の常勤顧問として新天地でご活躍される。総合研究所の技術顧問を担当されるが、研究者の先達として存在感のある指導者の役割をきつとはたされると思っている。身体にはくれぐれも気を付けられ、さらなるご発展を心より期待しています。(神鋼リサーチ株式会社、冶金学科、昭和 41 年卒業)

#### 朝木善次郎先生の御退官によせて

小山和也

私のはじめて朝木先生にお目にかかりましたのは、3 回生の前期の講義「移動現象論」だったように記憶しております。しかしながら 2 回生の時にも専門科目の講義がありましたから朝木先生が講義されていたとすれば、私が講義を休んだ(さぼっていた)ということになります。さて、その移動現象論の講義の印象ですが、実は内容よりもむしろ朝木先生の独特の語り口の方が私には印象が深かったのです。先生、申し訳ございません。落語のような口調が時々含まれ、その上で説明は丁寧だったように記憶しています。とにかく私にはなんともいえない不思議な印象の先生でした。

その後博士課程で朝木先生にご指導を受けることになりました。修士課程までは室温の水溶液を扱っていた私ですが、高温の固気吹き込みにおける物質および熱移動に関する研究をすることになりました。銅精鉱の吹き込み溶解については炉に対する生産量の上限がつかめていないので、移動現象の観点から検討してはどうだろうというお考えだったと思います。電気炉の製作、制御など初めてのことばかりで、かなり戸惑いました。特に電気炉の設計にあたっては幾度となく細部にわたりご指導いただきました。また、結果を解析する折りに、細部にこだわらぬあまり実験を躊躇する私に、とにかくやってみなさいと指導されました。やってみて得られた結果を検討すればよいのでは、と。私はこのことがなかなか理解と実践ができなかったせいか、教授室での議論の時間も一番長

かったのではないかと思います。ところで先生、今では笑ってお話できますが、実験中に坩堝が割れて電気炉から煙がでて、消火器を探しに3階の廊下を走ったということも実はあったんですよ。

当時の研究室について少しふれますと、朝木研究室になくてはならないものといえば、アサヒビールの「Z」でした。歓迎会などでは必ず先生が「これは私のためのビールです」と説明されました。たしかに「Asahi Z」ですので「h」を「k」にかえますと朝木先生のお名前になります。ですから、このビールを買うことは研究室の学生に代々伝えられました。次にアルミ缶のふたの部分と本体部分の成分の違いについて、さらにはこのような特徴を持つアルミ缶のリサイクルの問題点へと話が続いていきます。堅そうな内容ではありますが先生も学生もお酒を飲みながらですから、わいわいとやっていました。また先生は、「私は実験が好きなんだよ。炉の前に座

ると落ち着くんだよ。」とよくおっしゃっていました。最終講義において流動槽の実験装置を実際に操作されるのを拝見しながら、あらためてその言葉を思い出しました。

私は卒業後も比較的内容の近い研究をしております。ですから、現在も学会ならびに研究会等でお目にかかる機会がございます。先生の前で発表するのは非常に緊張いたしますが、発表後に質問ならびに助言をくださるのでたいへん感謝しております。また先生が吹き込みに関する発表をされますと、研究室のことを思い出し、また懐かしんでおります。

御退官後におきましても研究分野での御活躍をお祈りいたします。また、関東での生活をはじめられたことですので、たいへんお忙しい毎日をお過ごしのことと思いますが、くれぐれもおからだを大切になさってください。

(資源環境技術総合研究所 昭和63年卒)

## 会 員 消 息

### 昭和 18 年冶金学科卒クラス会

平成 11 年 6 月 1・2 日の両日久しぶりの京都でクラス会を開催，1 日は新装京都駅の前のセンチュリーホテル嵐亭で，京料理の会食で懐古談に時の過ぎるのも忘れ，翌日は朝よりタクシーで京大キャンパスを訪れ，教室の変わりように驚くとともに，赤煉瓦の旧教室の落ち着きを懐かしむ声も聞かれた。下宿街の北白川界限を経て比叡山に上り，遙かに京都の町並み，琵琶湖近江の里を俯瞰し，新入生歓迎の伝統行事の登山競争など懐かしく思い出す。更に国際会議場から金閣寺，嵯峨野を経て嵐山界限まで青春の軌跡を辿り，楽しく懐かしい二日間を過ごした。因に 18 年卒は 17 人で，今回の出席者は現存 12 人中 8 人中で，残念ながら 4 人が健康等の都合で欠席となった。以前より関東と関西で別個に開催していたクラス会も 11 年前から合同で一泊の日程で開催し，その第一回目は京大会館であった。その時は当時現存の 16 人中 15 人中の出席があり，現状から見れば隔世の感がある。嵐亭の晩餐会の席で撮影した掲載の写真で出席者の面々を紹介致します。

(幹事 斎藤・三宅)

昭和十八年冶金学科卒  
クラス会  
六月一日、1999 於京都センチュリーホテル

寺前 孝明 斎藤 康  
小 平 洋  
安 部 明 義 男  
北 村 洋 一  
斎 藤 康



昭和 18 年冶金学科卒クラス会  
京都センチュリーホテル嵐亭  
平成 11 年 6 月 1 日

前列向かって左から北村，小山，安倍，寺前  
後列向かって左から小平，三宅，斎藤，明田

21年冶金会

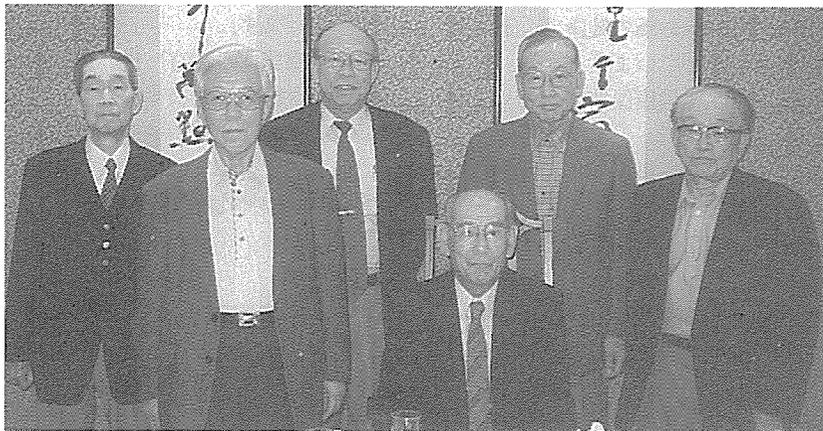
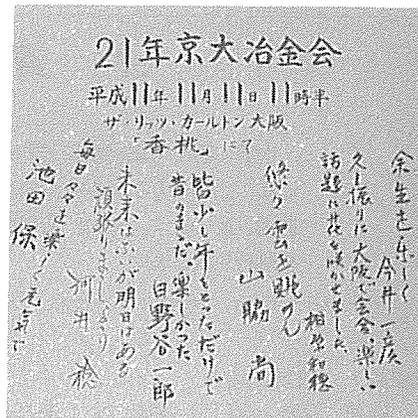
1の数字の続く平成11年11月11日11時半にリッツ・カールトン大阪で開催した。

相原和穂、池田保、今井一彦、河井稔、日野谷一郎、山脇尚の6名で特に今井君は浦和、日野谷君は名古屋から参会してくれた。

迷いながら王朝風の様式に感心すると共に、やっと会場の五階の中国料理「香桃」に到着した者もあった。

話は昔の軍事教練、勤労働員、下宿の事等から現状の問題点、将来の環境、医学の事と尽きる事が無かったが再会を期して2時過ぎに散会した。

(付記：東京のグループとしては特に連絡はしないが定期的に毎年6月及び12月の第2水曜日12時～2時 学士会館にて開催との報告あり) (文責 池田 保)



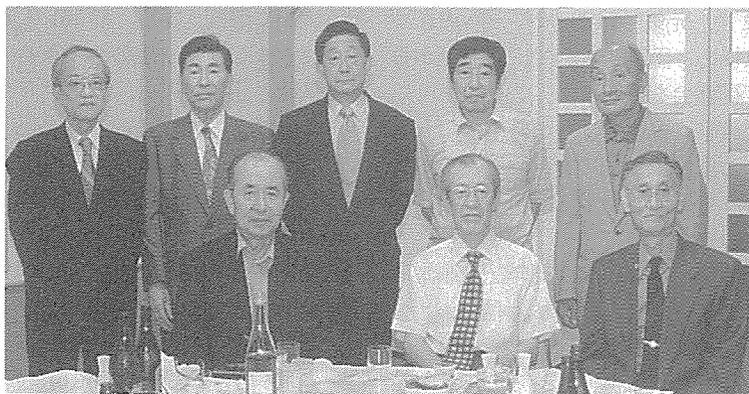
21年冶金会

昭和28年新制冶金学科同窓会

平成11年6月17日、100周年記念会の前日、関西大学工学部教授の薬師寺正雄君のお世話で昭和28年新制冶金学科の同窓会が行われた。場所は京都駅の南側のホテル京阪の13階(東天紅)で、東山を一望にする眺めを楽しんだ。中華料理をつつきながら、夕刻から午後9時

頃まで歓談した。殆どは現役を引退し、各人趣味に生きる毎日であるが、夫々の現況を話しながら、学生時代を懐かしんだ。同期生は20名、8名出席、5名所用のため欠席、5名逝去、2名消息不明。次回は、12年度水曜会大会の6月10日(土)の夜に開催することにした。

参会者：井上欽一、植田正明、田川舜朗、西田弘、西村義雄、蜂須賀武治、森本武、薬師寺正雄。50音順 (植田正明記)



昭和28年新制冶金学科同窓会

## 会 員 通 信 欄

水曜会百周年記念事業（平成 11 年度水曜会大会）への返信はがきや E-mail には、会員の方々から多くのお言葉や近況報告を頂きました。ここにその一部を掲載致します。なお、文章を損なわない程度に表現を変えた部分もあることをお断り致します。

### <名誉会員・元教官会員>

平松 良雄（採治，昭 13）健康がよくありませんので、欠席させていただきます。何卒御許し下さい。

村上陽太郎（冶金，昭 17）お蔭で健康で、適当な忙しさで感謝の日々を過ごしています。

盛 利貞（冶金，昭 17）健康保持につとめております。

港 種雄（理，昭 21）腰・脚が痛み、残念ながら出席できません。ご盛会を祈っています。

川野 豊（冶金，昭 23）100 周年に会えることは本当によろこびです。

日下部吉彦（昭 27）無事に過しております。

寺田 孚（鉱山，昭 27）勤務先の都合で水曜会の行事には欠席ばかりして申し訳ありません。

倉知 三夫（冶金，昭 28）3 月下旬から 4 月上旬にかけて、中国上海、ハルピンを訪ねて参りました。途次、紹興・寧波を訪ねて日中交流の歴史の一端を学んで参りました。“菜の花が天まで続く大地かな” 苦楽庵。

若松 貴英（鉱山，昭 30）大学院（名城大学）も設置され、Week day には学内の仕事に追われ、水曜会大会への出席は難しい状況です。皆様に宜しく。

鈴鹿 恒茂（名誉会員，元教官）お目出度く心から御慶祝申し上げます。元気でいますが、90 歳をすぎた老令。外出は極めて困難ですので、残念ながら欠席いたします。御盛会を祈ります。

津久井克幸（元教官）先生方にもご健勝のことと存じます。私も、お蔭様で元気に研究に励んでいます。当日は、是非とも採鋳冶金学科の 100 周年をお祝いさせていただきます。

森 英嗣（元教官）水曜会 100 周年記念事業開催に際し、心よりお慶び申し上げます。是非、出席させて頂いたかったのですが、今回の水曜会は、例年の土曜日ではなく金曜日に開催されるとのことで

講義・授業等為、スケジュールがどうしても組めませんでした。大変申し訳ありませんが、欠席させていただきます。今後の水曜会の益々のご発展をお祈り申し上げます。

山岡 幸男（元教官）世界最大のワイヤメーカ、高麗製鋼（株）の総合技術顧問として転職し、韓国の技術力向上のため努力中です。高麗の国際価格ワイヤで日本の談合体質価格を攻めると、大変 exciting な business を体験できます。

### <卒業生>

和田 正美（採治，昭 6）平成 10 年 5 月末をもって、社団法人我孫子市シルバー人材センター会長を任期満了により辞任致しました。

上野 健二（採治，昭 12）お蔭様で元気に過しています。

吉村 善次（採治，昭 12）元気に過しておりますが忍び寄る老化現象を痛感する毎日です。

公莊 惟成（採治，昭 13）体力的には大分衰えて来ましたが、恙無く過しています。

高嶋 宏（採治，昭 15）同期（冶金 S15 年組）も 5 名（当時 12 名卒業）のみとなり淋しい次第ですが、皆々元気で、たまには集まります。水曜会誌 100 周年記念号たのしく読みました。

大川 静則（採治，昭 16）人工透析を始めて 5 年になりましたが一生涯のおつき合いです。

久我 正芳（採治，昭 16）年令並の健康を維持しています。

小酒井正平（採治，昭 16）最近は年令のせい（83 才）何事にも消極的で困ります。皆様の御健康と御盛会を祈ります。

坪田 元幸（採治，昭 16）元気ですが、足や眼が老化してきました。園芸などを楽しんでいます。

松原 啓弌（採治，昭 16）元気でおります。

河原 勢（採治，昭 16）目下どうにかバランス

を保っているところです。

古賀五百里(採治, 昭16)何分にも年令が年令ですから、身体の具合が尋常ではありません。外出も余りせず、特に夜は早くから床についてテレビを見ております。

村田 信(採治, 昭16)どうにか元気にしています。

小倉 一郎(鉱山, 昭17)妻逝って16年、小生も80歳を越えましたので、いろいろな行事を欠席させてもらっています。ただし、元小・中・高校長で組織する会(3250人余)の会長として、家庭の父母の悩み、教師の悩みの相談活動等、組織としてのボランティアには取り組んでいます。

河合 彌(鉱山, 昭17)宿病として肺気腫に犯され、氣息奄々といきとります。

小田嶋 弘(冶金, 昭17)一昨年末より脳梗塞で入院退院をへて目下体力気力ハビリ中で出席出来ません。

成瀬 光芳(冶金, 昭17)病氣療養中。

福田 政之(冶金, 昭17)満80才となり耳が少し遠くなりました。

斉藤 敏夫(鉱山, 昭18)元気に暮して居ります。

明田 義男(冶金, 昭18)無事消光。水曜会100周年記念おめでとう!

久芳 正義(冶金, 昭18)元気に過しています。

斎藤 康(冶金, 昭18)先づまず何とか元気にして居ります。

鎌田 徳治(鉱山, 昭19)マンションにて老人達と余生を過しております。

伊吹 昭男(冶金, 昭19)裏山の山桜の大き木が今、満開。前面の溜池では鴨が泳ぎ、菜の花の咲く、自然の中で生きています。

志村 和夫(鉱山, 昭20)足腰が不自由で外出出来ません。

畠山 直隆(鉱山, 昭20)手術などで歩行不調ですが、会社で地質関係の仕事をしております。

下川 敬治(冶金, 昭20)卒業54年になります。来年は55年を祝う“洛慶会”を開催します。

西原 守(冶金, 昭20)年令相応の老化と思いますが、聴力の低下で補聴器をはなせない状態です。

武中 俊三(鉱山, 昭21)いつか書きたい書いて残しておきたいとおもっていましたが青春時代、特に京大時代のことを一冊にまとめて出版「花と嵐の青春物語」ほっとしています。

池田 保(冶金, 昭21)週一回のテニスとパソ

コンでの遊び等で時間を過しています。

藤原 順一(冶金, 昭21)ながいこと欠席しています。体調の方はまあまあです。その内フィッシングにでも出掛けようと思っています。ボラ、アジ、サバ etc. 行けば副食のたしにはなります。

山脇 尚(冶金, 昭21)社会的活動は齡の関係で休止しました。

柏木 健(冶金, 昭22)年と共に腰痛に困っています。益々の御発展をおいのり申します。

田辺 精三(冶金, 昭22)年の割には元気な方でしょう。楽しい私事で忙しくしています。

安達 克己(鉱山, 昭23)元気で診療所事務をやっています。

生長 克己(冶金, 昭23)昨秋卒業50年に当り20余名参加しゴルフ、宴会と盛大に挙行了しました。元気が何よりと心掛けています。

加藤 英一(冶金, 昭23)お蔭様で二病も再び一病となりこの分なら息失で.....

谷口 利廣(冶金, 昭23)(株)浪速製作所顧問として勤務中です。

石田 巖(鉱山, 昭24)元気で山歩き、石拾い時に石磨きを楽しむ日常です。

小田 正三(鉱山, 昭24)健康に恵まれ、元気で仕事をしては居りますが、勉強不足と不況の為困難をしている次第です。

青木 信美(冶金, 昭24)本年は丁度卒業50周年を迎え、丁度水曜会100周年の半ばとなりました。助手から製鉄関係会社、そして学生と奇しくも本年3月放送大学人間の探究コースを卒業しました。引き続き社会と経済コースで学んでおります。

平野 坦(冶金, 昭24)晴耕雨読、元気に暮らしております。

岡本 隆(鉱山, 昭25)引きつづき福山大学に在勤中、今年度一杯で引退の予定。

松栄 薫(冶金, 昭25)この所入院通院の連続で目下安静治療中。

鷺海 眞樹(鉱山, 昭26)朝はスイミング、昼から英会話のレッスン、夜はパソコンをコツコツ、日曜日はボランティア。忙しい毎日です。100周年お目出とうございます。益々のご発展を!

山村 和男(鉱山, 昭26)旧友が一人去り一人去りさびしくなり、自己の体力の衰えをしみじみ感じます。同期在京の友と会うのが楽しみです。

田辺 定男(冶金, 昭26)まあまあ元気で過して居ります。2年後の卒業50周年と21世紀まで頑張るよう同級生と話しています。

森 嘉紀 (冶金, 昭 26) 元気で毎日の生活を楽しんで居ます。

松岡 秀夫 (鉱山, 昭 27) リタイヤーして 6 年。初心者の域を出ませんが、書道、俳句、表装等を楽しんでおります。

前波 力 (冶金, 昭 27) 地域活動、福祉活動、音楽活動に充実しています。

岡本 成基 (鉱山, 昭 28) 昨年 ('98 年) 6 月末日タイヤしました。

小柳 順吾 (鉱山, 昭 28) 72 才にとどく年令、体の低下を感じている。丈夫で趣味に生きている。

笹栗 弘喬 (鉱山, 昭 28) 勤務より在宅が多い昨今です。パソコンのフル利用に余念がない。

空地 公二 (鉱山, 昭 28) 時々インターネットで教室の様様を見てなつかしんでいます。

田部 忠行 (鉱山, 昭 28) 第二の勤めも終えて、目下家業の不動産業をぼつぼつ手伝っています。それも身体をいたわりながら。

吉年 一 (鉱山, 昭 28) 現在闘病中ですが、日常生活には支障なく過しております。

松浦 菊男 (冶金, 昭 28) 故里徳島と大阪間を往來しています。

松村 嘉高 (冶金, 昭 28) H11. 3. 31 日付で関西大学を定年退職。非常勤講師と QC 関係の仕事でバタバタしています。

片岡 巍 (鉱山, 昭 29) この 4 月から毎日家に居ます。

関 近文 (鉱山, 昭 29) 全国火薬類保安協会および日本砕石協会の嘱託講師として、現在も活躍しております。

泉 泰通 (冶金, 昭 29) 生態系の安全を考えない技術の進歩に疑問を感じる昨今です。

江崎 澁 (冶金, 昭 29) 第一線は引きましたが、元気でやっています。

小島 勢一 (冶金, 昭 29) 祝、水曜会 100 周年。当方、お蔭様で現役を退いても元気です。

三浦 精 (冶金, 昭 29) 熊本へ赴任して 2 年たちました。元気にやって居ります。4 月より 2~3 年学科主任をやらされ何かと雑用に追われて居ります。

井上 瑞城 (鉱山, 昭 30) 月・水・金のみのアルバイトを元気に勤めています。

勝見 健 (鉱山, 昭 30) ネパールでダムの工事に携わっています。

清滝昌三郎 (鉱山, 昭 30) 相変らず乍ら元気でやっていますが、健康と趣味を兼ねて、ピアノに挑戦し

ています。

佐藤 史郎 (冶金, 昭 30) 21 世紀のわが国の非鉄金属産業 (圧延加工業) のあり方について、考えている昨今です。

澤島 哲郎 (冶金, 昭 30) 専門分野の内外最新文献を読む以外は、山歩きとネイチャーウォッチング (野鳥、山野草など) 中心の生活です。

田町 慶弘 (鉱山, 昭 31) ひっそりと年金生活を送っております。

米津栄次郎 (鉱山, 昭 31) 不動産管理業務に携わっています。

荒木 泰治 (冶金, 昭 31) ときたま米国で頼まれ仕事をする以外はゴルフなどで過しています。

長澤 元夫 (冶金, 昭 31) 日本金属 (株) 8 年の会社生活にきりをつけ、本年 6 月末で常任顧問になります。自由度が高まって少しはアカデミックになれたらと思います。

福田 隆博 (冶金, 昭 32) 昨夏で勤めを辞め、悠々自適とはいきませんが、のんびり暮らしております。

中尾 強 (鉱山, 昭 33) PC で遊んでいます。教養 (T5) のクラス会員専用のメーリングリストを構築し全国のクラスメートと情報交換など。「33 卒鉱山」も ML の準備をしていますが、隘路はメール利用者の数が少ない事です。でも 60 歳なかばにして PC の手習いを始めているクラスメートも居るので、近々 33 卒専用メーリングリストが出来るでしょう。

田中 孝一 (冶金, 昭 33) 現役は退きましたが、文書作り、資料探しなどの手伝いをしながら元気にやっています。

尾竹 嘉三 (鉱山, 昭 34) 安全索道 (柵) を退職後、剣神社の宮司を奉仕しています。

児玉 幸夫 (鉱山, 昭 34) 朝日新聞新人文賞に応募しましたが没でした。そのかわり、480 名の原稿廃棄処分にするところ、送りかえて来ました。そして今は、伊能忠敬師の研究をしております。また鉄鉱石の磁性による秤量法の実験をしております。

高橋 克侑 (鉱山, 昭 34) 身体のほうは今の所まああまです。近頃俳句の本などばらばら読んでいます。

八木 貞勲 (鉱山, 昭 34) 社会の第一線は後輩諸氏にたくしました。

江見 敏夫 (冶金, 昭 34) 愛知製鋼の子会社の監査役を元気に勤めています。

杉田 宏 (冶金, 昭34) 深刻な不況下に晒され乍ら、鉄鋼向フェロ・アロイ、情報産業用ソフトフェライト、二次電池素材の水素吸蔵合金、更には環境対策として溶融処理 etc で頑張っています。

林 明夫 (冶金, 昭34) 歳相応の生き方がやっと出来そうになりました。

久賀 俊正 (鉱山, 昭35) 昨年6月より石油備蓄に携わっています。

萩原 正彦 (鉱山, 昭35) 元気で、ごみ焼却関係の仕事に従事しております。

井上 守 (鉱山, 昭36) 退職し、水泳と絵画を楽しんでいます。

赤井 慎一 (冶金, 昭36) 1998/12に住友電工仕事を定年退職し、同社嘱託・住友電工知財テクノ顧問としてマイペースの毎日です。学振の専門委員会など若干外部とも交流しております。

恩田 伶 (冶金, 昭36) 4月11日に選挙があり当選いたしました。II期目も頑張ります。

森定 祝雄 (冶金, 昭36) いつまでも世のお役に立ちたいと考え、元気に過しております。

山本 隆造 (冶金, 昭36) 民児協、自治会、神社、寺で結構忙しくしております。

井手 謙三 (鉱山, 昭37) 昨年9月にアラビア石油を定年退職、18年間に亘る海外勤務を終了し、現在はゆっくり生活を楽しんでいます。

菅原 弘志 (鉱山, 昭37) 大阪で特許事務所を経営しています。

原田 省吾 (鉱山, 昭37) 95年3月に三井物産を定年退職後酒井重工業の米国子会社 Sakai America, Inc に勤務しています。

田村 祥 (鉱山, 昭38) 第2の人生に託して目下準備中です。

西村 孝 (冶金, 昭38) 独立して、チタンのコンサルタントとして活動しています。

百合岡信孝 (冶金, 昭38) 新日鉄フェローとオーストラリア・ウロンゴン大学客員教授も勤めています。

大辻 孝雄 (冶金, 昭39) 不況を克服すべく、アルミ産業の中で頑張っております。

細田 義郎 (冶金, 昭39) 日本鋼管テクノサービス (株) にて、特許関係の仕事に臨時でしています。

江村 信之 (金加, 昭40) 日本国中の材料メーカーは大ピンチ。どう脱出するか我慢の中で模索中。

黒岩 和也 (金加, 昭40) あっという間の30年。元気にしています。

高橋 敏夫 (資源, 昭41) 平成5年からシステム

ソリューション関連の仕事で多忙な毎日を送っています。

中沢 保延 (資源, 昭41) 鉱山、製煉業からリサイクル業へと変りつつあるところです。

岡島 弘明 (冶金, 昭41) めっきの現象も冶金学との共通の所があることを感じるようになりました。ISO14001 認証取得作業に取り組んでいます。

中澤 崇徳 (冶金, 昭41) 平成9年11月に新日鉄から群馬大学に転職しました。

木村 英二 (金加, 昭41) 厳しい値下げ要求の中、赤字脱却をめざして走りまわっています。

野瀬 正昭 (冶金, 昭42) 昨年新日鉄を退職し、関連の新日鉄化学へ転籍致しました。化学屋に育つべく只今勉強中です。不況の中苦勞して居ります。

速水 弘之 (冶金, 昭42) まだ、大好きなR&Dに現役として携わらせて頂いており、大変 Happy なエンジニア人生を送らせてもらっております。

濱中 亮明 (金加, 昭42) 平成8年7月に、三菱重工 (栗東・自動車部品関連) から、東レ/エレクトロニクス分野へ転身しました。お陰様で、右上がりのFPD、モバイル関連分野の製造・検査機器の新事業・新製品開発・上市に没頭しています。

湯浅 光行 (金加, 昭42) 平成9年に、永年働いた川崎製鉄から岡山県新技術振興財団に出向し、岡山県の産業のために楽しみながら微力を投入しております。混迷の続く日本、そして人類社会ですが、これからは物質アニマルを脱した精神的豊かさ、平たく言えば、周囲への広い関心と物事を楽しむ素朴な遊び心が、人という種の存続に不可欠と感じています。ここで言う周囲とは、他人、生物、大自然、大宇宙から、更には目に見えないものも含まれます。

森田 常路 (資源, 昭43) 沖縄石油基地 (株) 出向中 (在沖縄県)

吉川 正昭 (資源, 昭43) つくばから高知にやっけてきて、はや5年目! やっと地震工学の基礎になるものができました。

黒木 正純 (冶金, 昭43) 厳しい価格競争の中、それなりに仕事だけはかかえ頑張ってます。

谷口 行 (冶金, 昭43) 特殊鋼を主体とした鋳造業を営んでおりますが、数年来の低迷に四苦八苦の状況です。

松田 勝彦 (冶金, 昭43) 江戸時代の反射望遠鏡のCu-Sn合金が錆びていない原因を調べています。

山下 豊樹 (冶金, 昭43) 製鉄機械の海外向け商談に奔走しています。

福田 隆(金加, 昭43) 本年2月の人間ドッグで、体にいくつかの欠陥を検出し、現在、補修作業と精密検査に追われています。

畑 明郎(冶金, 昭44) アグネから『金属産業の技術と公害』を出版しました。乞う御一読!

岡田 康孝(金加, 昭44) 岡田研究室を主宰し、がんばっています。

湊 哲男(冶金, 昭45) 現在シリコンバレーで勤務しております。

足立 芳寛(金加, 昭45) 昨年10月より東京大学に移っており、環境システムの講座を担当しております。

市川 康明(資源, 昭46) 高レベル放射性廃棄物の地層処分研究に頭を痛めております。

野市 晴夫(資源, 昭46) 98年夏にアブダビから帰任し、東京勤務となりました。

松山 茂司(冶金, 昭46) 昨年10月フィリピンマニラへ転勤になりました。

恩賀 伸二(金加, 昭46) 去年11月より米国Stanford大学で研究しています。

江上 明(金加, 昭47) 神戸製鋼から岡崎精工という工具会社に出向中です。世の中不景気の中忙しい毎日を過ごしております。

橋本 高志(金加, 昭47) 2年間のアイルランド勤務を終えて、本社に勤務しております。

森田 洋昭(資源, 昭48) 私の会社人生後半に入っていますので、次の計画に思い巡らすこの頃です。

朝日 格(冶金, 昭48) 昨年11月より営業となりました。マーケットニーズを物造りに反映させる難しさを再認識しています。

川崎 一博(金加, 昭48) 98/10に、技術部(研究開発)から製品事業部製造部(PC鋼棒、ばね鋼線などの高強度鋼線材の製造部門)に異動し、カルチャショックを受けながら製造管理を勉強しています。

高橋 渉(金加, 昭48) 未曾有の不況の中、不安な心を押えて研究業務に従事しています。希望をもって。

安井 正和(資源, 昭49) 高周波用ICパッケージを製造する部署におります。携帯電話が普及している折りから、忙しい毎日を過しています。

伊藤 茂生(金属, 昭49) 開発を商品化に結びつける難しさに直面しているところです。

小倉 邦明(金属, 昭49) 3月に技術研究所から本社に移りました。

原谷 勤(金属, 昭49) 卒業以来、ずっと九州

の八幡暮らしが続いております。

井口 義朗(資源, 昭50) ジャカルタに単身赴任しております。

富森 幸昭(資源, 昭50) 私は伊藤研卒業後、20年あまり京都市水道局に勤務しております。

木宮 秀人(金属, 昭50) 今年2月よりインドネシアのジャカルタに駐在しています。

竹下 晋正(金属, 昭50) 私の勤務している地方大学も大学改革の渦中で、研究・教育以外の雑用が指数関数的に増えているような気がします。肉体的・精神的な健康に気をつけて、乗り越えなければと思っている今日この頃です。

安田 健(金属, 昭50) 水曜会で育てていただきました熱き魂で、東京で頑張っております。

高木 義則(資源, 昭51) 開業しました。

片峰 章(金属, 昭51) 現在長期出張で北京に滞在しております。

鈴木 秀夫(金属, 昭51) 本年3月1日に石田内科クリニックを開業。

増田 剛志(資源, 昭52) 先週、入社20年の表彰を受けました。製造が10年、管理部門が10年でした。今後はどうなるのだろうか。

谷口 幸吉(金属, 昭53) 数学を教えながら、問題集や参考書を作製しています。

宮脇 新也(金属, 昭53) 相も変わらず神戸の製鉄所で熱間圧延をやっています。

小畔 敏彦(資源, 昭54) スウェーデン大使館に出向致しております。元気しております。

土田 哲央(資源, 昭54) 去年12月オヤジが他界し、不況のなか初心にもどり頑張っています。

釜本 憲一(金属, 昭54) 家業の鉄工所を継いで悪戦苦闘ですが、何とか物づくりを守りたいです。

神原 正三(金属, 昭54) 本年4月から、日本原子力研究所・東海研究所へ出向しています。21世紀を迎えるに当たり、今後、環境やエネルギー問題の解決には材料は従来にまして重要性が増すのではと思っております。また材料の社会に対する役割を今一度考え直し頑張っていきたいと思っております。

竹士伊知郎(金属, 昭54) 先が見えない鉄鋼業界ですが、希望をもって進んでいきたいものです。新圧延工場の建設立上準備に奔走中です。

藤本 良一(金属, 昭54) 元気にやっています。

北村 光亮(資源, 昭55) 専攻とは畑違いの法務室で奮闘中です。

須川 壮己(資源, 昭55) 電子部品の輸入商社への出向から本社に戻りました。道路関係のメカト

ロ・エレクトロニクス機器の営業を担当しております。アジア諸国への輸出が主で、出張も増えました。

沢田 兼司(金属, 昭55) 97年11月より、日本ガイシの契約社員として米国 NGK-LOCKE で働いております。

竹川 禎信(金属, 昭55) 現在、電器カミソリ、脱毛器の開発を行っています。琵琶湖の近くで暮らしています。

新宮 裕(資源, 昭56) 京都市内、中央卸売り市場のそばに京都市サーチパークという研究機関集合体があります。その中の(株)関西新技術研究所で、'92年からお世話になっております。

平田 敏幸(資源, 昭56) 1998年4月から2度目のカナダ赴任で、オイルサイドの開発をやっております。

及川 初彦(金属, 昭56) 仕事の分野が広がり多忙な日々を送っております。

大石 哲也(金属, 昭56) 昨年12月シンガポールに転勤いたしました。

羽鹿 公則(金属, 昭56) 現在アメリカ在中

山形 仁朗(金属, 昭56) 家族揃ってデュッセルドルフで暮らしています。

喜多 隆介(金属, 昭57) 昨年企業から、大学に移りました。学生の気質も私の時代とはずいぶん違った様に感じます。現在酸化物超伝導体材料の結晶成長、物性評価を中心に酸化物電子材料の研究に取り組んでいます。

前田 佳均(金属, 昭57) 鉄とシリコンで新しい半導体材料の研究をしています。

下総 哲郎(資源, 昭60) 現在、ネットワーク・コンピューティング時代に、大手製造業のお客様のイントラネット型アプリケーションの設計/構築のプロジェクトを担当しております。IBMの提唱するe-businessといえは宣伝です。入社して12年。探査工学科で、弾性波探査を学び、波動方程式に首をひねっていた頃がなつかしく思われます。もっと勉強しておけばよかった。

浅川 直己(金属, 昭60) 99年1月付、住友ゴムの子会社へ出向。

上杉 基(金属, 昭60) 98/7より京浜地区勤務となっています。

清洲 光持(金属, 昭60) インドネシアから帰国しました。

斎藤恵佐夫(金属, 昭60) ロンドンに赴任して、3年目に入りました。

津田 節夫(金属, 昭60) ドイツ在住(転勤によ

り)

木村 得敏(金属, 昭61) 平成9年11月にマレーシアへ転勤になりました。

才田 淳治(金属, 昭61) 昨年、鉄鋼会社を退職し、現在、科学技術振興事業団井上過冷金属プロジェクトにおいて、金属ガラスの相変態を研究しております。

竹村 浩一(金属, 昭61) 本年8月までの予定で、ペンシルベニア州立大学へ留学しています。

西 隆之(金属, 昭61) 製鋼プロセスの研究開発に従事しております。

森本 聡(金属, 昭61) 7月より米国に駐在となります。

今井 澄(資源, 昭62) 結婚して早1年。まだ、子供はいませんが、おかげさまで達者で過ごしております。

霧 康彦(資源, 昭62) 廃棄物処理リサイクル問題に取り組んでいます。

南 浩一(資源, 昭62) '98年7月よりインドネシア・ジャカルタに赴任しています。

岩佐 康徳(金属, 昭62) 卒業後、新日鉄名古屋に勤務していましたが、一昨年の11月よりシカゴ事務所勤務となり、現在、家内と2人でシカゴダウンタンに住んでいます。北中南米顧客の技術サービス(主に自動車用鋼板)を担当しており、出張の多い毎日です。学会等でアメリカにお越しの際には、是非、一報ください。

竹川 宜志(金属, 昭62) H10年10月より、シャープ(株)エコロジー技術開発センター所属となり、奈良県天理事業所勤務となりました。

二見 周(金属, 昭62) JR西日本の広告関係の子会社「ジェイアール西日本コミュニケーションズ」に出向しております。

牧野 琢磨(金属, 昭62) 仕事の方はあいかわらず研究所勤務で、最近ではフィルター用セラミックなどの多孔体の破壊挙動の研究を行っています。

中村 泰之(資源, 昭63) 今年9月初旬から約8ヶ月間、アメリカで研修を受ける予定です。

岡田 智(金属, 昭63) 5/17より1年間カリフォルニア工科大学に留学します。

吉房 宏之(資源, 平1) 入社して10年が経ちました。現在もLAN機器のソフトウェアの開発を行っております。

嶋 睦宏(金属, 平1) MITのポスドクトラル研究員として、元気に働いています。

中森 英行(金属, 平1) 当社工場もISO9002を

取得いたしました。この未曾有の不景気でも頑張っています。

上田 路人(資源, 平2) 守口市の松下中研にて、10年後を目指した半導体メモリーの研究を行っています。

黒川俊一郎(資源, 平2) あいかわらず Windows 開発/保守に明け暮れております。

中野 博志(資源, 平2) 長かった3年間の出向期間も平成11年5月31日をもって終了し、古巣の会社へ戻ることとなります。

黒川八寿男(金属, 平2) 今夏で2児の父となる予定で、ますます責任が重くなります。

中橋 良一(金属, 平3) 東京から大阪へ転勤になりました。

平田 敦嗣(金属, 平3) 和歌山製鉄所 製鋼工場にて連鑄機担当技術スタッフをしています。

徐 煜(金属, 平3) 最近新製品の開発と子育てで忙しい毎日を過ごしています。週末友達と会ったり、出掛けたり、家族全員が元気です。東京へ来る時是非声を掛けて下さい。

吉川 浩二(資源, 平4) 現在、揚水発電所の建設に携わっており、ダム基礎岩盤を相手に多忙な業務

をこなしております。

坂口 忠晴(金属, 平5) 現在ブラジルで研修をしています。

磯崎 綾子(資源, 平7) 熊野高校から田辺商業高校に転勤しました。

中曽根 修(金属, 平7) 名古屋のセラミックス会社で昨今問題となっている自動車排気ガス抑制のためのNOxセンサーの開発に携わっております。

張 欣(金属, 平8) 半導体業界の不況とたたかっております。

阪口 雅則(資源, 平9) 丸紅福岡支店へ4月に転勤いたしました。

村守 宏文(金属, 平9) 最近庁内の再編があり、部署名が変わりました。特許庁審査第四部環境化学(分離処理)

吉田 敦彦(金属, 平9) 今年度、(株)神戸製鋼所に就職いたしました。製鉄・製鋼部 製鋼技術室にて勤務しております。

志賀 淳二(資源, 平11) 広島支局に決まりました。(NHK.放送記者)

福井 久智(資源, 平11) 4月からフレッシュマンとして張切って勤務して居ります。

平成 10 年度水曜会会計報告

平成 11 年 3 月 31 日現在

収 入		支 出	
前年度繰越金	16,425,085 円	会誌印刷代 (製版・郵送料込)	
会 費	4,231,330	22 卷 9 号 (追加別刷)	20,240 円
会誌広告掲載料 (製版代込)		22 卷 10 号	4,025,456
22 卷 9 号	1,043,550	印刷代 (封筒他)	211,475
22 卷 10 号	835,595	水曜会大会経費 (平成 10 年 6 月 13 日)	961,012
会誌論文印刷代	14,000	東京水曜会援助	300,000
名簿広告掲載料 (製版代込)	829,128	名簿発行費	3,926,073
名簿売上	3,186,630	編集委員会経費	101,270
会誌売上	18,000	会誌原稿料	303,000
水曜会大会懇親会費	291,000	通 信 費	133,241
預 金 利 息	31,539	事 務 人 件 費	472,960
		文具, コピー代等	33,832
収 入 合 計	26,905,857 円	小 計	10,488,559
上記の通り会計報告致します。 平成 11 年 6 月 18 日 会計幹事 斎藤 敏明 以上の通り相違ございません。 会計監事 牧 正志		次年度への繰越金	16,417,298
		内訳 銀行普通預金	3,299,825
		定期預金	13,000,000
		郵便振替預金	105,596
		手持現金	11,877
		支 出 合 計	26,905,857 円

逝 去 会 員

平成 9 年 11 月 29 日	鳥居 正次	昭 12・採
平成 10 年 6 月 16 日	大谷 弘治	昭 23・治
平成 10 年 9 月 23 日	齊田 光夫	昭 19・治
平成 10 年 11 月 25 日	勝島 秀夫	昭 21・敏
平成 11 年 1 月 28 日	吉松 哲男	昭 28・治
平成 11 年 3 月 15 日	高島 正	昭 10・採
平成 11 年 3 月 19 日	安達 栄一	昭 13
平成 11 年 3 月 5 日	岡田 新	昭 13・治
平成 11 年 5 月 15 日	天沼 倞	昭 19・治
平成 11 年 6 月 23 日	今野 勇策	昭 16 (12 月) 採
平成 11 年 3 月 3 日	田中 敬一	昭 19・治
平成 11 年 6 月 28 日	中路 武雄	昭 14・敏
平成 11 年 8 月 19 日	岡崎大三郎	昭 13・採

平成 11 年 9 月 27 日 片山 三郎 昭 18・治  
平成 11 年 11 月 25 日 村上 俊允 昭 25・敏  
平成 12 年 1 月 9 日 城 温三 昭 11  
ご逝去を悼み、ご冥福をお祈り申し上げます。

教 室 報 告

教官人事

<旧資源系>

平成 11 年 7 月 1 日 青木謙治 教授に任官

平成 11 年 10 月 1 日 朝倉俊弘 助教授に任官

<旧金属系>

平成 11 年 7 月 1 日 奥田浩司助手 奈良先端科学技術  
大学院へ転出

平成 11 年 9 月 1 日 松原英一郎助教授 東北大学へ転  
出

## 平成 11 年度 水曜会誌 編集員会

委員長	足立 裕彦				
幹事	乾 晴行	塚田 和彦			
委員	菊池 潮美	岡口 秀治	上原 一郎	酒井 明	
	小出 康夫	荘司 郁夫	下東 昭浩	水野 正隆	
	工藤 壽美生	河原 敏博	岡本 浩志	西山 孝	
	村上 建夫	喜多 治之	野世 溪卓也	(順不同)	

平成 12 年 2 月 4 日 印刷 平成 12 年 2 月 10 日 発行

編集兼  
発行者  
印刷者

小 野 勝 敏

小 林 生 男

日本印刷出版株式会社

553-0006 大阪市福島区吉野 1 丁目 2 番 7 号  
電話 大阪 (6441) 6594~7  
FAX 大阪 (6443) 5815

発行所 京 都 大 学 工 学 部

水 曜 会

606-8501 京都市左京区吉田本町

振替口座 京都 01090-8-26568 電話 (075) 753-7531 (大代表)

銀行口座 第一勧業銀行百万辺支店

普通 476-1242526 水曜会



「より速く、もっと快適に、

そしていつも安全に」

営業品目/ロープウェイ

ゴンドラリフト

チェアーリフト

Tバーリフト

Jバーリフト

プラットーリフト

スーパースライダー

ウォータースライド

トランスモービル

人工造雪機

各種ゴルフ場機器

 **安全索道株式会社**

本社及び工場：滋賀県甲賀郡水口町笹が丘1番地13 (0748)62-8001

東京本店：東京都千代田区神田神保町3-10-10 (03)3288-4101~4

創業以来50余年——

私たちは合金生産技術の可能性を

追求しています。

**非鉄  
中間合金**

りん銅、マンガン銅、けい素銅、  
ボロン銅、鉄銅等

**銅合金  
鑄造加工**

HZ合金CE、各種青銅、真空脱ガス  
処理による鑄造品

 **株式会社 大阪合金工業所**

代表取締役社長 水田 泰次

本社 〒910-31  
大阪 〒567  
東京 〒104

福井市白方町第45号5番地9  
茨木市五日市1丁目2番1号  
東京都中央区八重洲2丁目6番5号

TEL (0776)85-1811(代)

TEL (0726)26-1313(代)

TEL (03)3278-1188(代)

FAX (0776)85-1313

FAX (0726)26-1353

FAX (03)3278-1329

# Suiyōkwai-Shi

TRANSACTIONS OF THE MINING AND METALLURGICAL  
ASSOCIATION  
KYOTO

## CONTENTS

<b>Retirement Memorial Lectures</b>	
Rapid Oxidation of Pyrrhotite Particles and Oxidation Behavior of Stoichiometric FeS .....	Zenjiro ASAKI..... 83
<b>100th Commemoration Events of the Departments and Suiyōkwai</b>	
100th Commemoration Ceremony .....	93
Addresses .....	101
Memorial Lectures .....	110
<b>Review</b>	
The Current and Future Prospect of Micro Joining Technology in Electronics Packaging .....	{ Kojiro F. KOBAYASHI..... 123 Ikuro SHOHJI
<b>Discourse</b>	
An Engineer's View of Buddhist Scriptures .....	Hideo SHINGU..... 133
<b>Forum</b>	
Glassless Manipulation by a Robot .....	Masamitsu KURISU..... 158
No Copy : For Originality .....	Yoshio ATSUTA..... 162
Memoirs of France .....	Hiroshi NUMAKURA..... 165
Los Alamos from Inside .....	Hirofumi WADA..... 170
<b>Suiyōkwai Information</b> .....	174
<b>Letters to Editor</b> .....	180