

# 21世紀フォーラム

No.41



財団法人 政策科学研究所



ペルー・アンデス サンタ・クルス山(空撮/山田圭一)

拝 啓

初冬の候、益々ご清栄のこととお慶び申し上げます。

本日、「21世紀フォーラム」第41号が発行の運びとなりましたのでお送り申し上げます。ご意見、ご感想をお聞かせ願えれば幸甚に存じます。

これからも誌面の充実に一層努力する所存ですので、変わらぬご支援、ご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

敬 具

平成2年12月10日

財団法人 政策科学研究所

## 21世紀コラム

複眼の家政学	飯塚 信雄	2
学生と日本の国際化	松原 秀一	3
女人禁制の話	宮田 登	4
リサイクルとエネルギー	藤田 矩彦	5

一極集中を解消するために	恒松 制治	6
二十一世紀へのエネルギー展望のあり方	深海 博明	10
核燃料サイクルの確立とプルトニウムの利用	坂田 東一	18
メキシコ 芸術・考古学逍遙	今井 隆吉	24
ハワイにつくる日本の大望遠鏡 J N L T	家 正則	30

## 特集・微細世界の可能性

マイクロマシンの未来	渡辺 茂	34
生物系に学ぶマイクロマシニング	藤正 巖	38
マイクロマシン技術とその応用領域	中島 尚正	44

## 特集・年金を考える

人生と年金	嘉治 元郎	50
欧米の年金と日本の年金	村上 清	53
公的年金一元化実現への課題	渡辺 俊介	58

## 〈第29回大来佐武郎部会〉

「中欧」の復活とヨーロッパの将来像

加藤 雅彦	滝田 実	62
大来佐武郎	中根 千枝	
青木 彰	中村 貢	
河合 三良	本間 長世	
木田 宏	松山 幸雄	
菅原真理子		

## 〈第5回村田浩部会〉

「水、この不可思議なるもの」

北野 康	草間 朋子	70
村田 浩	五代利矢子	
内田 勇夫	高島 洋一	
大澤 弘之	依田 直	

## 〈第22回加藤秀俊部会〉

夢と誇りの持てる雪国山村の創造

清野美智夫	舛田 忠雄	78
加藤 秀俊	宮本 千晴	
安達 生恒	米山 俊直	
須藤 護		

# 複眼の家政学

飯塚信雄

(明治大学教授)

家政と言え、まず、家長がいて、それが權威をもって家をおさめることである。すくなくとも十九世紀以来、そう考えられてきた。これに対して、妻は、夫からあたえられた生活費の枠の中で機能的に家計をきりもりし、夫のためによそおい、奉公人を監督し、家族の衣食住をまかなう。

明治維新と共に、われわれ日本人にとって社会生活の模範とされた欧米の家とは、こういうものだった。家長の權威を保証してくれるのは、決して家長自身の能力ではなく、家長を通じて家族を、そして、国民全体を支配しようとする国家自体である。

こうして、家計を守り、家事を行う妻の立場から、家政のうちのほんの一部が組織化され、女性専門の家政学部が作られるようになった。本来の家政の中でもっとも大切な人間関係は、当然そうあつてしかるべきだという倫理の紐でしばられて、家政学の土蔵の中に死蔵されることになったのである。

これでは家政学がおもしろいはずがな

い。家政学という名前の家計学(家庭経済学)や家事学は、たしかに機能性を求めて進化してきたものの、本来の家政は暗い土蔵の中でむなしく出番を待っているだけのだから。

不人気の家政学部は、さまざまに名称を変えて出直そうとしているが、死蔵されている本来の家政に、まず、陽の目を見させないかぎり、回生はおぼつかないだろう。

では、本来の家政とは、どんなものだったのだろうか。それは決して珍しいものではなく、古代ギリシャのアリストテレス以来のものであるオイコス(家)の学、オイコノミア、今日でいうイコノミクス(経済学)にはかならないのだ。

オイコスの学としての家政学の伝統は、十七世紀末に完成された。その、ひとつの成果であるホールベルク男爵の家政書が、今日の家政学とまったくちがっていて、しかも、面白いところは、第一に、妻が自由な立場から夫を批判している点である。男というものは、みえつぱりで、おこりっぽい手前勝手な生き物だから、相

手(夫)がエラーをしかしても黙ってゆるしてやり、見当違いの怒りかたをしても決して口答えをせず、怒りがしずまってからジワジワ攻め立てればいい。一番好ましいのは、自分の習慣の中に夫を自然にとりこむよう飼育することだ。現代日本語に訳したら、こんなことになる。

一方、夫に対してホールベルクは、女性我真綿のようにデリケートな生き物なので、厳格という酢をかけると、せっかくの美しさがそなわれてしまう。真珠の魅力はあたたかい肌のぬくもり(寛容)があつてこそ維持できるのだ、と説き、

妻のいない家庭は「太陽のない昼間、花のない花園、魚の住まない川」だといって妻をたたえる。「収入の許すかぎり、たつぷりと家計費をわたし、ファッションのおしゃれもさせてやりなさい」と言い、「夫が妻からこうしてもらいたいと望むことがあつたら、まず自分から妻にそうしてやれば、妻の方でも、きつと自分こそうしてくれるにちがいない」と夫をさすとす。「おかめとか、出っ歯とか、ブスと

か肉体上の欠点を妻に対して口にするとは、家庭生活を崩壊させることになるから、絶対にしてはならない」と警告し、「妻の縁者を大切にしないさい。大切なことですよ」と、忠告する。

一方、子供については、父親と一緒に遊んでやることをすすめ、「どんなに偉い先生でも盲信しないで、子供の性格に合う人かどうか父親が自分でたしかめなさい」と言い、「親や先生の言いなりになるのではなく、臆せずに堂々と自分の思う通りに反論できる人間に育てなさい」とすすめる。

つまり、夫から妻へ、親から子供への一方通行ではなく、複次元の、複眼の家政学になっているわけである。私は『男の家政学』(朝日選書)という題名でホールベルクの家政学を紹介したが、新しい、魅力ある家政学が、このような複眼の視点から育ってくるものと信じている。

(いづかのぶお)

# 学生と日本の国際化

## 松原秀一

(慶應義塾大学教授)

### ●21世紀コラム

毎年八月の末には学生の合宿について信州の鄙びた温泉町に行く。男子学生のバスケットの同好会と女子学生のバスケットの同好会が続いて一週ずつ二週間あるのだが、とても二週間も付き合えないので、双方に跨るように三、四泊するのでやつのことになる。練習場は過疎化で廃校になった小学校跡に立っている立派なリクリエーションセンターで、三キロ程村から下りた所にある。例年は宿の主人がマイクロバスで運んでくれるのだが、八月に主人が六十三歳で亡くなり、今年はず学生が車に分乗して通っていた。

普段教えている学部の子生ではないが、三食を共にし、午前、午後と練習を体育館の片隅から眺め、夕食後はミーティングと称する会議にも連なる。日常の練習にはなかなか出掛けられないが、例年のことで新入生以外は見慣れた顔触れであるが、十数年来付き合っている間にこちらは還暦を迎え、学生はいつも二十歳前後で、年齢は開くばかりである。学生から見れば随分老人に見えるのだろうか、学生時代、今の自分より若かった先生方を見ていた自分の目を思い出させられる。インフレの真最中で、旧制予科の年額六百元が半年で倍増を繰り返して大学卒業の年には一万円を超えた時代の学生だったから、質実剛健たらざるを得なかった身には、車で気軽に平野の町まで買い物に出掛けたり、CDラジカセを聞きながら練習をしたりするのを見ると時代が移ったことを感じざるを得ない。しかし、ミーティングでの議論を聞いたり、異性を論じたりしているのを聞くと、学生はいつも学生だという感も深くする。

変わったのは村の生活である。朝はスーパーカーから、八時がビッグ・ベンのチャイムで知らされる。今年驚いたのは信州の山道のあちこちに、建築中のカナダのログ・ハウスやコロナアル・スタイルの別荘が見られたことと、夕方の五時にラウド・スーパーカーからチャイムでドヴォルザークの「新世界」の二楽章ラールゴのテーマが流されることであった。黒人霊歌のメロディーで我々にも親しまれている旋律ではあるが、信州の鄙びた山奥で聞くとは思わなかった。

日曜は一人で合宿所にいることになったので、バスで笠岳の下の牧場まで久しぶりで行ってみると、これがスイス仕立てになっていた。アルペン・ホルンの教室があり、碑も立っている。牧場は夏場の観光地になっているのでやむを得ない。外国のものに魅せられ、真似をしたくなるのも一概に非難はできないが、どうしてそれが此処まで欧米風なのだろうか。かつては近江八景などに見られるような中国風であったのだが、これも行ったことのない多くの人達の幻想と夢であった。そしてそこには景色の類似を喜ぶ心はある。中国人を迎える気はなかったであろう。

その点では、ビッグ・ベンやドヴォルザークで時間を知ることが易々と受け入れ、スパゲッティからビーフ・ジャーキー

イまで嬉々として口にしても、異邦人が隣に住むことには心穏やかでない。現状も昔のままであろう。

気象情報で地球を外から眺めるのが日常になり、衛星で世界中の僻地のニュースがふんだんに与えられていることが、かえって世界を日本の延長のように捉えさせ、世界の多様性、それぞれの文化圏の差に対する感受性を鈍くしている。パリに行った学生に、日本人が買い物をする高級店やグルメのレストランにフランスの若者が入っていたかと聞くと、答えられる者がいない。ドアが中を開くか、外に開くか、便所で手を洗うか——生活の欧米化が進んだだけ日常の生活の差も見えなくなっている。ドヴォルザークとビッグ・ベンがともに聞ける国の異質性も見えないのであろう。

(まつばら しゅういち)

# 女人禁制の話

## 宮田 登

(筑波大学教授)

女人禁制といった表現は、ずいぶん古めかしく、今ごろの若者たちの間でそんな話題になるはずはないのに、それが毎年新聞の三面記事をにぎわしているのはなぜなのだろうか。

昨年は、森山真弓前官房長官が、大相撲の千秋楽に優勝力士千代の富士に賜杯を贈呈するために土俵に上がる上からないうで、トップニュースになった。日本相撲協会は、今をときめく女性閣僚を袖にして、女性を土俵に上げることはできないと宣言した。当然そのアナクロニズムを問題にする反論が圧倒的に多かったことを記憶している。伝統慣習を盾にとつた大相撲はあきらかに女性差別に陥らるわけだ。それ以前にも、トンネル工事開通式に女性が参加することが拒否されたり、神楽を取材中の女性記者が神楽演技中の舞台にのっかり写真を撮ろうとして、役員に引きずり下ろされて、憤然と女性記者が抗議したこともあった。トンネル工事、土俵、神楽の舞台と、

一見三つは無関係のようにみえてるが、それらはいずれも女人禁制の空間なのである。さらにいえば女性を不浄視し、差別している意識がそこには表現されているといつて過言ではない。女性の生理や出産の前後、女性は集落から隔離した小屋に入ることをごく当たり前とする常識が、記録・伝承の上では約四百年くらいは定着していた。

明治初年新政府は、各地の神職たちが氏子を規制することを禁止した。その結果、月水のけがれとか肉食のけがれなどは神社側で強制できなくなったことになり、表向きは、女性の不浄による女人禁制をうたうことは認められないことになった。それからすでに百年以上経過しているも、先に記した事件は毎年繰り返されていくのも事実である。

つい最近話題になった女人禁制の論議は、長崎県下のトンネル貫通式で読売新聞の女性記者が取材を断られた。その理由として報道されているのは「山の神

が嫉妬して事故を起こすというジンクスがあるから」というものであり、当然ながら高度文明社会で公然とまかり通る筋ではないと一見して誰もが思うだろう。

山の神という神格は日本全国知れわたっており、山間部の守護霊であり、山仕事をする人たちが大切に祀ってきた。平地に住む農民も、たんばを守る田の神が、山に行けば山の神になるものと信じていたことも多くの資料が語っている。

「家の女房は山の神」という中世室町ごろからの口碑がある。これは山の神が女性視されていたことが前提となっていて、かつ沢山の子をうむ出産に関わる神で、人間の世界では、家の主婦に相当する。家庭に実権をもち、家人を守り、亭主の浮気に激怒するというイメージは中世にもはっきりしていた。男の仕事場に女性が入りこむと、男を守る女神が怒るといふ一種の揶揄がこめられていたことが分かる。合理的思考からいえばこれは迷信といふべきなのであり、全面的否定

はすぐできるはずなのに、やはり毎年繰り返し起こるところに、根深い日本文化の深層がほの見えてくる。

勤務先の大学で学生諸君にこの問題の感想を聞いたところ、ごくふつうの大人たちがナンセンスといつてしまふのに対して、むしろこの場合差別ではないのではないかという学生がいた。山仕事の現場の人たちが拒否している点が重要だといいい、無理を承知で女性記者が取材した態度の方が問題だといふのである。伝統とか慣習といつてなくならないものの背後を見据えるべきだという冷静な主張でもあろう。女人禁制というよりこれは女人愛護ではないかと柳田国男はのべていたが、果たして重配は奈辺に上がるだろうか。

(みやた のぼる)

# リサイクルとエネルギー

藤田矩彦

(東亜大学助教授)

母なる地球に生を受けている生態系の存続に影を投げかける、地球規模の環境問題は、与えるインパクトが過去に比類なく甚大かつ不可逆的である割には、五感に変化を感じ得ないほど緩徐に進行するという特徴を持っている。とりわけ温暖化現象は、現代の経済活動と密接に結びついており、しかも、現在のところ、特段に有効な対策を全く念頭に描けないという点で、注目に値する。兆候は否定できないものの、科学的な検証を充分に終えていない不確実な段階で、あらん限りの創意と総力を科学・経済・政治面に発揮して、早急なる抑止策を模索し決断するといふ全く新しい図式に、世界がこぞって挑戦している所以である。

その具体化について、短期的にはあたかも背反するように映る二つの考え方、「すなわち、健全な経済活力を維持してこそ真の環境保全が可能である」という経済先行型と、「ともかくも炭酸ガス削減の目標値と行動計画を緊急に策定して温暖化を回避しようとする」環境先行型も、表現こそ違え、基本的には同一の内容と

手段を想定しているのである。温暖化抑止技術の開発における世界の協調、貧困に苦しむ途上国の支援、代替エネルギーの開発と早期運用、そして資源・エネルギーの効率的活用を、質量とも従来にもまして格段の推進を図ることである。この短期的な努力とその奏功なくしては、先の二つの考え方のいずれにも実効的な意味合いはほとんど期待できないのである。

さて脆弱なエネルギー自給性と二度のエネルギー危機が、わが国の環境技術と省エネルギー技術を、世界で最も洗練されたものにしたことは周知の通りである。その指標のひとつであるエネルギー弾性値も、ここ数年こそ一近くに回復しているものの、一時は他の先進国の二分の一から三分の一の値で推移した。それを反映して一九八七年一年間の炭酸ガス排出量は、OECD加盟国平均値の六十五％程度と甚だ低く、二トンC/人もしくは〇・二トンC/GDPの実績を残している。

ういった高度の技術力と、柔軟かつ強力な経済力を背景とする、温暖化抑止に向けた調整力と指導力である。「地球再生百年ビジョン」の提唱は、まずそれに呼応するものであるが、真の評価は当座の努力が着実に実を結び、しかも界際を越えて持続する行動が、有効に作用して始めて得られるのである。資源・エネルギーの「マルチリサイクル」、そして未利用エネルギーの発掘を伴う「システムとしての効率化」などを、一時も早く社会に定着させていかねばならない。

この過程で極めて重要なのは、国民一人一人の自発的な意識改革である。何が環境負荷を増大し、どうすればそれを低減できるかを、ジックリと見極めて行動することである。総合エネルギー調査会省エネ部会の試算を見るまでもなく、個々の資源をリサイクルして節減できるエネルギーも、取り立てて見てみれば微かである。リサイクル資源の信頼性を維持するためのプロセスにも、少なからぬエネルギーを要するためである。しかしながら強調すべきは、この努力の積み重ねから総合的に無視し得ない効果が期待されることである。

わが国が今日の経済的發展を成し遂げた背景には、熟練した職人さんに伝承され続ける高い技術水準がある。経験と勘による高精度の加工技術を支えるのは、材料と時間を浪費しないための段取りと、残材や加工屑を綿密に分別・廃棄するという、日常の何気ない作業である。職場環境の整備により事故を未然に防ぐとともに、不純物の混入は、再生材料の加工性と信頼性を極度に低下させることを熟知しているのである。まかり間違っても、真鍮屑に鉄屑を混入させないのである。

地球環境に関する正しい知識やそれを憂うる言葉も大事である。それにも増して今求められるのは、日常において具体的な行動を積み重ねていく姿勢である。資源・エネルギーを礎として、今享受できる権利について深く認識し、受益者一人一人が今果たすべき義務を前向きに受け留め、実践することが肝要なのである。

(ふじた のりひこ)

# 一極集中を解消するため

恒松制治

(独協大学教授)

## 連邦制のすすめ

### 新行革審の指摘

いまわが国は中東問題をはじめ、ソ連や東欧の改革、ECの統合、アジアにおける南北対立の解消など、世界情勢の大きな変化の中で、これまでにないきびしい対応を迫られている。そして、ともすれば国内における諸問題が先送りされようとしている。政治改革もそうであるが、改善を迫られている行政改革もまたそうである。

臨時行政改革審議会（新行革審）は昨平成元年十二月にその審議結果を政府に答申した。「国と地方の関係等に関する答申」がそれである。中央から地方への許認可などの権限の委譲、補助金制度の改善など、これまでにない具体的で広汎な提言を行なった。これが今後どのように実現されていくか、多くの人は半ば疑いのまなざしで見守っているはずである。

この答申はその冒頭における「はじめに」において、極めて注目すべき指摘をしている。原文をそのまま引用する。「今

後我が国として時代にふさわしく経済社会のシステムを作り上げていく上で、明治維新以来先進諸国へのキャッチアップを効果的に達成するために形作られてきたこれまでのシステムを個人、地域等の選択と責任に比重を置いた多様で創造的なものに切り換え、経済社会の各分野にわたる制度や仕組みの変革が進められなければならない。明治維新以来のわが国の政治や行政のしくみは、あらゆる面において先進諸国に追いつき追いこせという命題の下に組み立てられてきた。とくに経済的な面でのキャッチアップを効果的に進めるためには、中央政府による強い統制力を国の隅々まで浸透させる必要がある。集権体制は必要不可欠とも言えるものであった。

そしてこの集権体制は第二次大戦後のいわゆる民主化の過程においても、経済復興や高度成長という錦の御旗の下にひきつがれてきた。この集権体制はみごとにその目的を達成し、経済は急速に成長し、国民生活は豊かになり、その影響は国際的になった。しかしこの成長過程において失ったものも少なくなかった。地

域間における経済格差はその最たるものである。そして全国どこへ行っても特色のある地域社会は姿を消し、「金太郎アメ」と評される地方が出現した。多くの国民の眼は東京に向けられ、地方は固有の文化を失った。そして、現在はその失ったものをとり戻そうと、「ふるさと創生」を合言葉に空しき努力が行われている。

若者は東京で生活することを情報化社会の中で夢みた。大学への画一的入試制度の中で、地域に根ざした教育も見失われた。地方では活性化と称して特産物の開発への努力が払われたが、それは所詮、東京市場を目ざしたものであった。観光やリゾートの開発にしても、東京や大都市人口をターゲットのものであった。多くの工場や企業が地方へ分散して地方の雇用拡大には役立ったが、それらの企業の本社は東京にあるために、事業活動の目指すものは東京で決められる。経済的には豊かになったが、日本中が東京指向になるという味気なさを残すことになった。

新行革審はこの実態に警告を与えたものである。今や先進諸国に追いつき追い

別表 東京都および首都圏が占めるさまざまな機能の全国シェア

	東京都		1都3県		単 位		
	最近・実数	%	最近・実数	%			
1 人口	(63)	11,889,535	9.7	(63)	31,222,465	25.4	人
2 在日外国人	(63)	196,400	20.9	(63)	300,628	31.9	人
3 大学生数	(1)	592,653	28.7	(1)	881,729	42.7	人
4 事務所従業者数	(61)	3,864,447	21.6	(61)	5,660,175	31.6	人
5 情報サービス従業者数	(61)	233,981	49.2	(61)	273,506	57.5	人
6 資本金50億以上企業	(61)	534	59.5	(61)	577	64.3	社
7 外国法人	(62)	1,077	84.9	(62)	1,127	88.8	社
8 県内総生産	(62)	640,471	18.3	(62)	1,104,975	31.7	億円
9 県民分配所得	(62)	410,338	15.0	(62)	882,072	32.3	億円
10 国税収納済額	(62)	167,577	36.9	(62)	220,278	48.5	億円
11 地方税収納済額	(62)	39,407	29.3	(62)	56,749	42.2	億円
12 全国銀行預金残高	(63)	1,248,619	38.3	(63)	1,588,544	48.8	億円
13 全国銀行貸出残高	(63)	1,678,199	49.3	(63)	1,931,698	56.8	億円
14 手形交換高	(63)	33,120,599	83.0	(63)	33,304,948	83.4	億円
15 株式売買/委託、自己	(63)	4,823,334	68.8	(63)	5,066,757	72.2	億円
16 卸売業販売額	(63)	1,516,218	34.0	(63)	1,773,356	39.7	億円
17 総供給情報量	(62)	60,310,000	14.6	(62)	144,410,000	34.9	10億ワード
18 通信系供給情報量	(62)	26,160	30.6	(62)	35,173	41.1	10億ワード

こせを改め、個人や地域を大事にし、地域地域がもっと創造的で力強いものにならないと、二十一世紀の日本社会は活力を失うと指摘しているのである。もっと端的に表現すれば、現行の中央集権体制を改め、地方の特殊性を尊重する体制にしないでならないということである。真の地方自治を目指すべきであるという、勇気ある提言である。答申に示された分

権化のための具体的方策は、上に示した基本的考え方にはほど遠く、必ずしも満足のゆくものではないが、この考え方は今後の政治や行政のしくみを構築してゆくととき、忘れてはならないことである。

### 止まらぬ東京集中

現在社会的な問題になっている東京集中という現象も、その主要な原因の一つは上に述べた政治や行政の集権的なしくみに求めることができると言っても過言ではない。いま東京都を中心とする首都圏（一都三県）には全人口の四分の一が集中している。これは情報化とか国際化の著しい進展の結果であり、必ずしも東京が首都であることに原因があるのではないのかもしれない。いま別表によって東京都および首都圏のさまざまな機能の全国シェアの実態を示してみよう。

いかに多くの機能、とくに経済的な機能が首都圏に集中しているかがわかる。大企業はその六四％、外国法人は八九％、銀行の預金残高は四九％、貸出残高は五七％が首都圏に集中している。県内生産は三二％、人口は二五％であるにもかかわらず、大企業と金は東京に集まってくる。そしてこの集中傾向は経済成長とともに著しくなっている。東京への集中が経済の成長に貢献したのか、経済の成長が集中を促したのか、因果関係は明瞭には規定できないにしても、相関関係は高

い。なぜ首都には人口や企業が集中するのであるのか。世界の主要先進国の中でも、アメリカのワシントン、西ドイツのボン、オーストラリアのキャンベラのように、首都がこれらの都市に移転してから五十年、百五十年経ってもなおかつ人口の集中をもたらさない国もある。これらの国が行政的に連邦制をとっている国であることは注目に値する。しかし他の多くの国、特に経済開発のおくれた国では首都の人口膨張は顕著である。このことは集権体制と経済発展との関連を示すものであるといってもよい。このような様々な例を見ると、東京圏への人口集中は首都を移転することによって解決できると単純に考えることはできない。

最近東京への一極集中の弊害に注目する人々は、首都そのものの移転や、政治や行政の機能の東京以外への分散を主張している。というのは、東京への人口や産業の集中が国民生活の上に好ましくない影響を与えていることが反省されているからである。土地価格の急騰は資産格差を拡大し、勤労意欲を阻害する原因になっている。そればかりでなく、そのために職場への通勤時間が長くなり、それによって家庭生活は破壊され、青少年の健全なる成長を妨げるなど広汎な影響を生みだしている。東京への集中の他方では、とくに農山村で若年人口の流出が激しく、後継者も激減し、農地をはじめ自然環境の荒廃といった現象が顕著にな

っている。

こうした国民生活の基盤ともいふべき国土の利用がバランスを欠くことは、將來の大きな問題である、という意識は第四次全国総合開発計画（四全総）の中に示されている。国土利用のバランスとはどういう姿かという点は明確ではないとしても、不均衡の原因が東京集中であることは否定できない。そして今や首都を移転する他に解決の途はないのではないかと考えられるようになってきた。しかしすでに述べたように、首都であっても人口集中がみられない国もあるものであって、問題は首都に人口が集まる原因は何か、その原因を改めるには何が必要かが問われなくてはならない。

## 行政の権限の集中

東京に経済機能や人口が集中したのは、関東平野という広い後背地があつて人口が集積しやすく、しかも東京湾という貿易上有利な条件があつたことは否定できない。しかも、すでに三百年にわたつて徳川幕府という権力の中樞が江戸に存在したことも、その後の人口集中に大きく役立っていた。さらに、明治新政府は維新後の早い時期に藩を廃し、中央の強い統制の下に府県制を確立し、より強力な権限を東京に集中させた。そのことはその後の東京集中を促すことになった。冒頭にも述べたように、この中央集権体制

は先進国に追いつくためには極めて効果的であつた。また、それは経済的後進国の避けがたい道程でもあつた。

しかもこの中央集権的体制は、ほぼ十年ごとに訪れた戦争や不況などによって益々強化され、それがもたらすマイナスの側面は看過されてきた。第二次大戦後民主化の過程で地方自治の必要性が唱えられたときでさえ、戦災復興と高度成長という錦の御旗の前には本質的な地方分権は実現しなかつた。こうした近代国家としての日本の発展の歴史の上では、つねに政府の強い規制があつた。よく言われるように、極めてローカルな問題にまで中央政府の許可や認可がなくては解決できなかつた。そして長い歴史の中で国民はそのことを当然のこととして受けとめ、その体制の中で自らの生活を維持するようになった。その上地方自治体もまた自らの行政責任を回避するため、あえて地方自治を自分たちのものとする積極的行動をとらなかつた。正に「お上意識」である。

そうなれば国民経済のあらゆる面で、権限の集中するところに人が集まり、企業の中樞管理機能が集まるのは当然のことである。その結果として政治や行政の機構が肥大化し、それを維持するための国民の負担は耐え難いものになった。行政改革は納税者の声として大きくなった。したがって行政改革の第一の課題は規制緩和（ディレギュレーション）であり、第二の課題は権限の地方分散（許認可権

限の地方自治体への委譲）であつた。そして第三は政府の事業（公営企業）の民営化であつた。

これらの改革が忠実にしかも実質的に実行されれば、権限が集中している中央政府の行政機能は縮小し、東京への人や企業の集中は大幅に緩和するはずであつた。しかし事態は必ずしもその方向に進まなかつた。長い間の中央集権体制に慣れた国民は、行政の肥大化に対して批判的であつたとはいへ、他に対してあまり大きな関心を示さなかつた。政治や行政の分野では、中央政府はもとより権限の縮小に対して消極的、というよりは強い抵抗を示したし、すでにふれたように地方自治体もまた権限の拡充によって責任が重くなることを好まなかつた。こうした現実の中で中央の集権体制はかえつて強化され、そして中央政府が東京にあることによつてあらゆる社会機能が東京に集中し、今や首都を東京以外に移転する以外に集中の弊害を除去する道はないと思われるに至つた。

## 発想の転換

東京という首都（中央政府の権限の存在するところ）を他に移転することによつて、問題が解決するかというふうではない。確かに東京の機能は低下し、人口は現行首都圏において減少するであろう。しかし首都を移転しても、その地が

依然として中央集権体制の所在地である限り、いずれは一極集中の弊害を生むことになるであろう。このようにして一極集中の都市を転々と形成することによつて、結果として国土を万遍なく活性化することはできるかもしれない。しかしこれら首都と農村地域との格差はつねに拡大するであろうし、首都移転に伴う混乱をはじめ、多くの面で国民生活を不安定に陥れることになるであろう。これは政策として必ずしも賢明な選択肢とは言えないように思われる。

それよりは発想を大転換して、国土をいくつか（概ね八ないし九）の集権的行政単位に分け、その連合体をもつて国家を形成することの方が合理的である。いわゆる連邦制国家の形成である。このような発想は必ずしも今にはじまつたことではない。第二次大戦中には極めて短期間ではあつたけれども、国土防衛の必要性から、集権的体制を強化するためにブロック別の行政単位がつくられた。

戦後もこの考え方は受け継がれた。昭和三十三年の第四次地方制度調査会（政府の諮問機関）の答申では、「地方制度改革の基本方針」として、現行府県制度改革の具体的方策が示されている。そこには次のように記されている。

一、現行府県は廃止すること。二、国と市町村との間に次のような中間団体を置くこと。その内容として(1)中間団体の名称は「地方」（仮称）とすること、(2)「地方」は地方公共団体としての性格と国家

的性情とをあわせ有するものとする事、  
(3)「地方」の区域は、自然的、社会的、  
経済的、文化的諸条件を統合的に勘案し  
て、全国を七ないし九ブロックに区分し  
た区域によること。なおこの「地方」の  
組織などについても提言されているが、  
ここにいう連邦制と異なるとはいへ、大  
きな発想の転換がすでに三十年前に公式  
の場で論ぜられていることを知ることが  
できる。

そこでの道州制とも言える提言は、中  
央政府の出先機関と都道府県との重複は  
行政上非効率であるという観点から、ブ  
ロック毎の出先機関の統合（いわゆるタ  
テ割制度の廃止）という、あくまで中央  
集権体制の強化であるように思われる。  
その他府県合併という提言もなされては  
いるが、それもまた行政の効率化が主要  
な目標であった。もとより行政の効率化  
という目標は極めて重要なことであるけ  
れども、地方の主体性を確立するという  
視点に欠けるものであった。いかえれ  
ば中央集権体制を改めようという発想で  
はなかつた。これはすでに述べたように、  
経済のより大きな成長という目的があつ  
たからである。これまた当時として止む  
をえざる選択であつたであろうが、そ  
うである限り東京一極集中という弊害を緩  
和する力にはなりえない。

第四次全国総合開発計画は東京一極集  
中の緩和を目的とし、多極分散を図るべ  
く制定されたものであるけれども、政治  
や行政をめぐる権力構造にメスをいれな

い限り、国土の均衡ある発展を期待する  
ことはできないであろう。中央政府の下  
にあるいくらかの行政権限を分け与える  
のではなく、国内的な行政権限は一括し  
てブロック毎に集め、その他の国防、外  
交、司法、国内調整の機能をその統合体  
（連邦）に委ねるように組織を変えれば、  
連邦政府の所在地が東京にあつても、今  
ほどの集中はなくなるであろう。

ブロックを単位とした連邦制をとつた  
としても、そこにおける政治や行政の中  
心地には人口や企業が集中するのは避け  
られないという議論がある。行政権限に  
よるさまざまな規制がなくならない限り、  
行政権限の中心地への集中は避けられな  
いであろう。しかし全国に八〇九の大都  
市が形成されることと、東京一極に集中  
するのでは質的に異なつたものである  
し、集中による影響もまた異なるであろ  
う。

何よりも重要なことは、政治や行政が  
より国民に身近な存在になるということ  
である。東京における政府は国民にとつ  
て余りに遠い存在であり、批判の対象に  
なりえない。その上名称は地方自治体で  
あつて、公選による首長や議会によつて  
運営されている都道府県も、多くの府県  
の実態は国の出先機関的存在である。す  
でに述べた、第四次地方制度調査会が都  
道府県を廃止して「地方」単位の組織に  
改めるといふ答申は、そうした実態を背  
景としている。連邦制の下では地方自治  
体という名をもつのは市町村のみであり、

住民に身近な自治体として住民の監視の  
下に行政が行われることになることは大  
切なことである。

今多くの国では権力の集中化ともい  
べき傾向にあると言われる。それは余り  
に経済効率を重視した考え方であり、あ  
るいは「日本に学べ」といふことの対象  
の一つになつていゝのかもしれない。そ  
ういふ傾向から見ると、分権化という思  
想は時代に逆行するものとの批判が生ま  
れるかもしれない。しかし、地方を中心  
とした行政体制から出発した集権体制へ  
の移行と、集権化したものを分権化する  
のとは、たとえ同じような現象であつ  
ても本質的に異なるものであろう。

大切なことは、ただ単に東京一極集中  
の是非という現象的な問題にのみ眼を向  
けないで、なぜこゝうした現象が生まれ  
きたかが問われなくてはならないのであ  
る。そして自由であるべき国民社会にお  
ける政治や行政をめぐる権力のあり方に  
眼を向けなくてはならない。そのために  
こそ、選挙制度の改革の必要性があると  
いつても過言ではないように思われる。

（つねまつ せいじ）

# 二十一世紀への

# エネルギー展望のあり方

## 中東新情勢の展開をふまえて

深海博明  
（慶應義塾大学経済学部教授）

### 総合的展望 vs 時流の激変

十年余で二十一世紀を迎える。二十一世紀への展望論が盛んだが、そのためには、過去の歴史ないし現実展開をきちんと踏まえ、そして現段階の位置づけや基本課題を明確化した上での展望がなされていくべきであろう。

しかし時流の変化は激しく、少し前までは夢想と思われた状況変化が、時間的に圧縮された形で、ものすごいスピードで進行している。その上、時流の急激な転換も並行して発生する。

エネルギー問題に関して、六月十九日二十一日にデンマークのコペンハーゲンで開催されたIAEE（国際エネルギー経済学会）の第十三回年次大会に出席したときには、出席者の主たる関心は、ソ連・東欧のエネルギー・環境問題に専ら集中していた。石油問題については、どちらかといえばむしろ楽観的であり、

潜在的な資源余力をいかに現実化するかに関心が集中し、実際に開発・供給を行うための投資問題が重要視されていた。

しかし八月二日のイラクのクウェート侵攻によって、中東情勢は一転して緊迫化し、石油価格は高騰を続け、第三次石油危機が大きく取り沙汰され、中東情勢・石油問題が最大の関心事となっている。

一方では「目先の変化永続性の神話」が厳存しており、マスコミを中心とする論議が、まさに目まぐるしいまでに急転換を続けているが、他方では、もっと長期的・大局的に問題を把握し、大きなパースペクティブをもって問題を総合的に考察・展望していくことが、一層必要かつ有用ではないかと思われてならない。

### 現段階の位置づけ

まずは、もう少し具体的かつ具体的に現段階の位置づけを明確化しておくべき

であろう。

第一に、大きなサイクルが存在しており、石油・エネルギーに関して、悲観的情勢→楽観的情勢→悲観的情勢→楽観的情勢という具合に、数年～十年位の間隔でその転換が生じている。二つの石油危機に象徴される一九七〇年代には、悲観的情勢の進展期であり、八〇年代に入って楽観的情勢への転換が漸進的に進み、八六年前半の石油価格の暴落がその象徴であり、八〇年代後半から、エネルギー・石油の需要が急増しつつあり、一九九〇年は悲観的情勢への大きな転換点といえるのではなからうか。

第二に、しかもそうしたサイクルが、単に繰返されるだけでなく、新しい情勢変化や構造変化が付加されてきている。

一つは、東側諸国、特にソ連・東欧における経済改革の動き、西側への接近・融合化である。昨年十一月にベルリンの壁が取り崩されると、わずか一年以内に、東・西ドイツにおける通貨統合から政治統合までが実現しており、東欧のソ連離

れが、世界、特に西側の石油・エネルギー情勢に大きな影響を与えるであろうし、ソ連・東欧の経済改革が進んで、経済発展が促進されるようになれば、さらにもつ効果・影響は大であろう。

二つは、中東情勢とりわけアラブ世界、なかでもペルシャ湾岸諸国における歴史的必然としての政治体制等における構造変化であろう。確かに今度のイラクのクウェート侵攻は、表面的には一時的・突発的な変化であるが、しかし長期的・超長期的に考えれば、絶対王制とか君主制といったものは、変革ないし崩壊していかざるをえないのではないだろうか。特にクウェートの場合、少数の富んだ元来のクウェート国民とその他の移民・出稼ぎ労働者との格差が著しく、クウェートがアラブ首長国連邦とともに、OPECの生産枠をこえた増産を持続し、石油価格の低下をもたらしていたというイラク側の主張も、一理あるものといえるのではなからうか。

第三に、突発的・一時的な情勢変化であり、イラクのクウェート侵攻とそれともなう両国からの石油輸入の禁止、そして中東情勢の緊迫化等は、一九九〇年におけるその決定的な情勢変化であろう。中東情勢は、今後やはり長期的には基本的に不安定であり、こうした突発的情勢変化が生じる可能性は大であろう。

しかも東西の冷戦が終りをつけ、これによって、多くの人々は、平和そして安定が得られるものと安易な期待をもって

きた。しかし実はそれが幻想であり、米ソの二極・二超大国による冷戦構造による抑えを失って、むしろ地域紛争・局地戦争等が発生しやすくなり、逆にある意味では、世界はバルネラブルな状況下におかれるようになったという皮肉な現実を、十分に直視・認識する必要がある。この状況は、石油において、少数の巨大なメジャーが取り仕切っていた構造が喪失して、石油市場が不安定化した状況と、かなりの程度類似しているといえるのではなからうか。

## 抜本的問題挑戦

さらに第四に、新しい抜本的な問題挑戦、すなわち地球環境問題が重大視されるようになり、それを正面切って捉えるの対応が不可避となっている。エネルギー問題との関連では、大気中のCO<sub>2</sub>濃度上昇による地球温暖化が中心であり、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の最終報告書が八月末に採択され、具体的な対応への大枠の設定と、CO<sub>2</sub>の排出量の凍結・削減のための国際的合意・条約作りが、進められようとしている。

これがなぜ新しい抜本的な問題挑戦であるかといえば、通常の公害・環境問題と同様の、外部不経済効果の重大化という特質だけでなく、地球全体・人類全体としての「合成の誤謬」に由来するものであり、その上具体的対応策の実施のた

めには、世界全体としての大枠や上限の設定ないし削減目標に合意するだけでなく、それを「分解の誤謬」に陥らないように、各国にどう配分して実施を図るのかという困難性をもっている。

しかも科学的知見が十分にはまだ確立していません、さらにその被害・影響が現実化し深刻なものとまだ必ずしもなっていないにもかかわらず、時間を先取りして対応していかないと、対応が不可能となるか、対応のために膨大な負担し切れぬ程のコストを要するといった、基本的な問題特質をもつ点が重要であろう。

## 難解な連立多元方程式の意味・内容

従って、これらの情勢の変化や新たな問題挑戦等を十分に踏まえて、石油・エネルギー問題へ対応し、二十一世紀への展望を行わねばならない、誠に複雑かつ困難な状況下に現在では置かれているといわざるをえないのではなからうか。

本年六月の「新長期エネルギー需給見通し」(『地球規模のエネルギー新潮流への挑戦』)の発表に際し、稲葉秀三総合エネルギー調査会会長が述べたように、まさに複雑かつ解くことが非常に困難な連立多元方程式の解を、あえて求めていかざるをえない状況下にある。

では複雑かつ難解な連立多元方程式とは、一体内容的・具体的にはどう解釈・説明すべきなのであろう。

表1 主要先進国におけるエネルギー供給構造比較(1987年)

事項	国別				
	日本	アメリカ	西ドイツ	フランス	イギリス
対外依存度	81.0	14.2	52.4	54.9	▲15.3
石油依存度	55.9	41.1	42.2	42.6	36.2
石油の輸入依存度	99.6	38.0	95.2	95.7	▲67.5
輸入原油のホルムズ依存度*	53.2	20.9	10.8	20.8	15.7
エネルギーのホルムズ原油依存度	24.4	3.0	2.1	5.9	—

資料) OECD ENERGY BALANCES (1987年)  
IEA QUARTERLY OIL STATISTICS (1987, 1988年)

注) \*は1988年実績  
出所) 総合エネルギー調査会 中間報告総論『地球規模のエネルギー-新潮流への挑戦』  
1990年6月

表2 我が国エネルギー需給の推移

年度	第一次石油危機		第二次石油危機		石油価格下落			
	69	73	79	85	86	87	88	89
一次エネルギー総供給 (百万kl)	295	414	442	438	435	457	482	499
	石油	204	321	316	247	246	260	276
石油代替	91	94	126	192	189	197	206	210
石油依存度(%)	69.3	77.4	71.5	56.3	56.6	56.9	57.3	57.9
GNP原単位 (kl/億円) ('73=100)	209 (93)	225 (100)	189 (85)	149 (66)	144 (64)	144 (64)	144 (64)	142 (63)
最終エネルギー消費量 (百万kl)	198	285	301	293	294	308	325	337
最終エネルギー消費伸び率 (%/年)	9.2	0.9	▲0.5	0.4	4.8	5.7	3.4	
	産業	8.5	▲0.8	▲2.2	▲1.2	4.8	5.9	2.8
	民生	11.5	3.3	2.0	1.1	5.3	5.4	2.1
	運輸	9.2	4.2	0.9	3.5	4.1	5.6	6.5

出所) 通商産業省資料

まずは、複雑・多元についてである。一つには、地域的・空間的範囲においても、狭く一国特に日本だけにとつばら限定して論議することは今や不可能となっており、世界全体・地球全体をまず重視し、さらに北側の先進国だけでなく、南側途上国、東側諸国をも含め、その複雑・多様な運動性・相互作用性を周到に考慮していかねばならなくなっている。しかも日本の立場に着目すれば、すでに名実ともに世界のリーダー国・経済大国としての地位に到達しており、日本の国際的な責務として、前向き・積極的に

問題解決のための国際貢献を増進していくことが不可欠となっている。日本での情勢の変化・展開が、世界に対して及ぼす効果・影響力を増大させているが、依然として世界の情勢の変化や展開による影響を受けやすい事実も重要であろう。

### 石油に強い円?

ただし、こうした状況にも時間の経過とともに、決定的な構造変化が生じている事実をも、きちんと認識しておく必要がある。

表1に明示されているように、他の主要先進国と比べて日本のエネルギー供給構造は、輸入石油そしてホルムズ海峡経由の石油への依存度が圧倒的に高く、最も脆弱な状況下にある。従って、欧米では、中東情勢の安定化へ積極的に貢献せずにはタタ乗り利益を享受しているという印象・不満が日本に対して強く抱かれており、今回の中東貢献策についても不十分であるという批判があるが、その根源には、こうした表1に見られる事実が大きく作用しているであろう。

しかし第一次石油危機発生時の七三年の石油依存度の七七・四%と比べれば、かなりの低下を達成しており、エネルギーの節約・有効利用が進展して、エネルギー消費のGNP原単位は、七三年に比べ八九年には三七%も低下しており、主要国では最低の原単位であり、最も有効利用している(表2参照)。しかも石油備蓄量は、七三年十月の六十七日に比べ、九〇年六月には百四十二日へと二・一倍に増加しており、油断といった事態に對するある程度の対応手段も整えられている。

むしろこうした状況変化を反映して、急激な円安ではなく円高へと動いている

のであろうが、もう一つには、アメリカの経済の先行きに対する不安や懸念が増大し、またアメリカの輸入石油への依存度が最近五割近くになっている状況変化も、作用しているであろう。

## ● 新たな展開・課題と 発想の転換

二つには、時間的範囲においても、先の短期だけでなく、中期・長期・超長期を総合的に考慮し、特に時間を先取りしての対応が不可欠となっている。

三つには、従来の需給合わせの発想に立つ、需要・消費の伸びに合わせての供給志向的アプローチではなく、需要・供給の双方を関連させて捉え、むしろ省エネルギーを重視し、有効利用・節約による需要・消費の最大限の抑制に、供給と同様ないしそれ以上の重点をおく必要性が強調されている。

四つには、問題の範囲の拡大であり、エネルギーの需給・エネルギー源の選択等に地球環境問題が決定的な影響を与えるようになっており、地球環境問題とエネルギー問題との解決を同時に目指していかねばならなくなっている。

五つには、中・長期的にみれば、石油・エネルギー問題は、基本的には経済問題であり、市場・価格メカニズムの作用として経済社会のもつ転換・対応能力に主として依拠して対応が進展し、既述の樂觀的情勢と悲觀的情勢とが繰返すサイク

ルが生じている。しかし一時的・短期的には、今回のイラクのクウェート侵攻にともなう政治的・軍事的な情勢変化が原油価格の急騰を生じさせており、非経済的な、特に政治的・軍治的な要因や側面をも含めての考察が不可欠であろう。

六つには、さらに石油・エネルギーの需要・消費自体を、突っ込んで正面切ってかつ根源にまで遡って検討していくと、結局最終的には、我々の真の生きがいやライフ・スタイル自体にまで行き着かざるをえない。地球環境問題が重大視されるエネルギー消費量の凍結や削減が求められるとすれば、こうした抜本的問い直しといった原点に立ち戻って論議がなされていかねばならなくなろう。

## ● 連動性とトレード・オフ

次には、連立方程式の意味・内容についてである。こうした複雑な多元にわたる問題を総合的かつ並行的に解いていかねばならないのだが、それらの同時的達成は非常に困難であり、多くの問題が見るところ相互に矛盾・対立し合い、トレード・オフの関係に立っている事実が決定的に重要である。この相互矛盾ないしトレード・オフの関係に立つ諸課題群や諸問題群を連立させて、何とかその同時的解決を図っていかねばならないことが、この意味・内容であろう。

では具体的に、諸課題群・諸問題群が

どのような相互矛盾ないしトレード・オフの関係に置かれているのであろうか。

一つには、もつとも基本的な、我々の豊かな生活および経済成長・発展の達成や増進と、石油・エネルギー問題さらには地球環境問題との間の、相互矛盾やトレード・オフの関係である。従来の通念によれば、豊かな生活や経済成長の達成・増進のためには、石油・エネルギーの需要・消費の増大が不可欠であり、需給逼迫化をもたらし、悲觀的情勢を生じさせ、さらにこの需要・消費の増大は、必然的に地球環境問題を一層悪化・深刻化させていくことにならざるをえない。

今回の新見通しでは、この矛盾ないしトレード・オフを、日本の国民生活におけるゆとりと豊かさの追求を前提に、未来に向かつての持続的な発展を目指すとの積極的な発想の下に、エネルギー利用の徹底的な効率化・省エネルギーの徹底的増進により、エネルギー需要の増大を最大限抑制し、しかも非化石エネルギー（原子力、新・再生可能エネルギー）への依存を高めた供給構造を実現することにより、解消しようとしている。

二つには、地域的・空間的な相互矛盾やトレード・オフの関係である。地球環境問題の重大化とともに、地球全体・人類全体としてのエネルギー、特に化石燃料の消費量とCO<sub>2</sub>の排出量の凍結や削減が主要課題となりつつあるが、世界的な正義や公正といった視点に立って、いかにそれを各地域・各国間に配分すべきか

が、もう一つの深刻・重大な課題である。

南北間に厳存する膨大な生活水準格差や発展格差を考慮すれば、各国一律の凍結や削減は、正義や公正の原則に適うとはいえないであろう。従って、その格差に応じて、南側への特別の配慮や優遇措置が必要であることは、大きな建前としては合意できたとしても、具体的・現実的のどのような基準・原則によるべきかの合意の達成は困難であろう。

さらにCO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>・SO<sub>x</sub>の排出量やエネルギーの利用効率にも、各国間に著しい差異が厳存している。具体的に、

一九八七年についてみれば、GDP当たりのCO<sub>2</sub>排出量(ドル当たりg)は、日本の一〇二・六に対し、カナダ三〇二・五、イギリス二七六・五、アメリカ二七五・二、西ドイツ一六六・一、フランス一〇八・三と、フランスを除き約三・一・五倍も高い水準にあるし(『環境庁編『環境白書』平成二年版総説による)、日本のSO<sub>x</sub>排出量は、上記五カ国の平均の約八分の一、NO<sub>x</sub>排出量は約五分の一といった低水準にある。全体としてのGDP当たりのエネルギー消費量≡千ドル当たりの石油換算トンを見ても、日本は〇・二六二と、OECD平均の〇・四一七、アメリカ〇・四四一、イギリス〇・四三二、西ドイツ〇・四一九、フランス〇・三七九と比べて、かなり優位に立っている(以上前掲『新見通し』による)。

従って、北側先進国間においても、対応が進みエネルギー利用効率が高い国と

そうでない国とを一律に取り扱うことには、問題がある。すでにかなり努力してダイエットを進めスリムになった日本と、そうした努力を怠り肥満体のままの国々とは、省エネの余地と難易度には著しい格差があるのは当然であり、そうした状況をも周到に考慮した対応がなされていくべきであろう。

## ● 日本の評価、イメージの内・外ギャップ

これらの客観的なデータからみれば、日本はまさにエネルギーの最効率利用国、省エネ優等生国、地球環境問題対応最先進国というべき存在であり、外からはこれらを当然評価されており、世界のリーダー国となった日本は、世界各国に対して有効利用や地球環境問題対応技術等において積極的に貢献・協力していくべき方向が打ち出されてくるであろう。

しかし残念ながら、海外でこうした日本の評価やイメージが確立しているかという点を決してそうではない。むしろ外でそうした主張を行うと、環境テロリストである日本が何をいうのかという、全く逆の手厳しい反論がなされることが多い。外での日本のそれは全く逆で、最大の悪役ないし劣等生国とみなされている。

具体的に、地球環境問題の一つの焦点である熱帯林の破壊・消滅の元凶は日本ではないか(広葉樹丸太の世界輸入の半分は日本)、鯨や魚はいうに及ばず(特に

最近では流し刺網漁業に対する批判が強い)、主要先進国中では唯一サインではなくハンコなるものを依然として使用しているために、これまでは象牙を多量に輸入し続け、しかも年に一―二回しか着ない和服のための髪飾りや帯留用に大量な鼈甲を輸入しており、世界の貴重な野生動物の減少・消滅の元凶だというイメージが定着化しつつある。

さらに、エネルギーの利用効率が劣悪なのは、北側ではなく、南側および東側の国々であり(日本のエネルギー消費のGNP原単位を一とすれば、低・中所得国全体では四・四倍、中国は十一倍、ポランド十一・七倍、韓国二・六倍等である―The World Bank, World Development Report 1990 (in ake))、これらの国々でのエネルギー利用の効率化の促進が、今後の問題解決の一つの重要な鍵を握っているといわれている。従って、日本は、エネルギー利用率化のために経済協力、特にODA(政府開発援助)を活用していくべきであり、これが今後の最重点施策たるべきであるとする考え方が強まってきている。

しかし相手国側、特にODAの主たる対象である低所得国・最貧国の多くは、むしろ目先の絶対的貧困の打破、生活水準の向上、工業化、狭い経済発展にもっぱら中心をおき、省エネ・環境問題を当面考える余裕がなく、それらは次の目標となっているのが、偽らざる現実である。そうだとすれば、供与国側特に日本の

一方的思い込みだけでなく、相手国側の緊急な要望・目的とどのように調和・妥協を図っていくのか、むしろ省エネ・環境問題への対応を進めていくためには、その分だけODA総額自体の積み増がなされねばならぬのではないかと等々、実行実施は実際には必ずしも容易ではない。

まずは、こうした内と外とのギャップを解消するための努力からスタートしなければならぬのではなからうか。日本としても内だけにとらわれず、むしろ内の改革への真剣な対応に裏付けられつつ、外に向かって積極的・前向きに働きかけていくべきであろう。

### ● desirabilityとfeasibilityとの矛盾・ギャップ

三つには、時間的な相互矛盾やトレード・オフの関係である。すでに指摘した悲観的情勢と楽観的情勢とのサイクルや繰り返しが生ずるのは、基本的には短期と中・長期との間にトレード・オフの関係が厳存しているからであろう。悲観的情勢の展開により、需給は逼迫化し価格は高騰し、供給増大・需要削減のインセンティブが作用して、究極的には需給緩和・価格の低下がもたらされる。楽観的情勢の進展は、価格低下により、供給増大と需要削減へのデイスインセンティブが作用し、需給逼迫・価格上昇へと転換していかざるをえない。

もし経済社会が抜群の転換・対応能力

を保持していて、これらのサイクルに対しての調整が、甚だしい価格の乱高下や著しいロスを伴うことなく行われていくとすれば、サイクルが存在すること自体には別に問題がなく、価格メカニズムにもつばら委ねて解決や調整を図ることが望ましいであろう。

しかし、特に現在では、石油先物市場が発達していて、投機的要因によって、激しい乱高下を生ずるようになっており、しかも調整・転換のためのロスや摩擦が非常に大きい場合には、市場諸力にのみ委ねることはできないであろう。

さらに重要なのは、現段階の地球環境問題の重大化は、通常の市場メカニズムには反映されない外部不経済効果が重大化・深刻化した結果であるという事実であろう。その上、枯渇性の化石燃料の価格が、地球ないし人類にとつての真の社会的な価値を反映したものであるかどうか問題であろう。

また、長期・超長期の情報市場・資本市場が、実際に完全であり、しかも存在しているかどうかにも根本的疑問がある。従つて、市場・価格メカニズムにのみ委ね、時代を先取りして地球環境問題へ適切な対応がなされ、長期化するリード・タイム(懐妊期間)を先取りしての抜本的な技術開発がなされていくと容易に期待することは不可能といわざるをえない。

そうであるとするれば、むしろ長期・超長期のリード・タイムを要する抜本的な技術開発や基礎研究は、主として政府な

いし公共部門の資金によって賄われなければならないというのが、経済学の常識である。ところが最近の現実展開をみれば、主要先進国では、小さな政府・財政赤字の解消、民営化・民活を志向しており、こうした資金の調達・投入が逆に困難となっている。しかも東側における経済改革・西側への融合理化の動きは、市場・価格メカニズムの勝利・有効性の実証であるとして、むしろ棚ぼた式的情勢変化に浮かれて、ここで明示した問題の本質・所在を見失わせ、真の問題解決を困難にしていく可能性が大であろう。

以上のように、二十一世紀へのエネルギー展望における真の問題所在は、難解な連立多元方程式の解をあえて求めていかなければならない状況下にあるにもかかわらず、今回の新見通し等においては、余りに安易に楽観的に目標が設定されており、その対応策もまた、実施の具体的なインセンティブや実行の具体的手段の突っ込んだ検討や裏付けなしに、悪くいえば需給合わせのかつ希望観測的に打ち出されているのではなからうか。

いわば、desirabilityとfeasibilityとの間に、どうしても埋めがたいほど大きなギャップ・矛盾が存在しているように思えてならないのである。

### ● “元を断つ”発想を

それではどうすべきなのであろうか。

ここでは問題提起的に、次の三つの基本方向なり新しい在り方だけに集中して論究を行っておきたい。

第一は、根源にまで立ち戻って、すでに明示した諸問題群・諸課題群を正面切って受けとめ、『元を断つ』発想に基づいての対応を行うべきことである。

第二は、楽観的・希望的ではなく、悲観的に深刻に問題を受けとめ、人類や経済社会がそれに基づいて懸命にそれらへの対応・克服に努力し、最終的には、何とか解決方向が見出されて明るい未来が築かれるといった『悲観論』に基づく結果としての楽観論の実現の方向が目指されるべきことである。

第三は、これらの諸問題群・諸課題群に対して、それぞれ解決・対応への担い手であるという十分な自覚をもって、各自が懸命に解決に取り組んでいくのが、必要不可欠であるとともに、最も有効な方向・方策であるということである。

まず『元を断つ』発想であるが、欧米社会を先例・模範例として、国民生活におけるゆとりと豊かさを追求していくことが、本当に望ましい目標なのかどうかの問題であろう。もちろん敗北主義的・消極的に、産業革命以前の生活に戻れとか、自給自足的な生存維持水準に固定されざるをえないといった主張を行うものでは決していないが、もう少し原点に立ち戻って、我々の真の生きがいとか真の豊かさといったものを、抜本的に問い直してみる必要があるのではなからうか。

むしろ我々は、甘え過ぎないし甘やかされ過ぎており、この狭い宇宙船地球号といった限られた環境容量や資源・エネルギーの制約下において、特に日本において、これ以上のモータリゼーションを進め、皆が大型乗用車・大型テレビ・大型冷蔵庫をもち、東京一極集中化を進め、宅配便が二、三年で倍々ゲームで急増し、ごみ排出量も漸増させ、その処理も不可能になりつつあるような状況を、持続ないし加速化させていくことが将来において本当に可能なのだろうか。

しかも我々の多くは、目的と手段とを混同し取り違えている、実は、資源・エネルギー消費自体が我々の真の目標や福祉に他ならないと錯覚しがちだが、その利用・消費がもたらす快適さやメリットこそがその内容・対象である。消費量自体が増加しなくとも、さらにはそれが減少したとしても、これらの有効利用を推進していくことによりウェルフェアやメリットを増大させることも可能であろう。同時に、その開発・流通・加工・利用・消費等の過程でもたらされるデメリットやマイナス、すなわち外部不経済効果をも、周到に考慮しなければならぬ。

我々個々人が、真の豊かさとは何なのか、在来的な豊かさを安易に求めていくことが可能かつ望ましいことなのか、むしろ、エネルギー消費を大幅に増加させない『地球にやさしい』ライフ・スタイルとは何なのかを問い直していくことから、いわば『元を断つ』発想から、展望

をスタートさせるべきではないのだろうか。

## ● 悲観論の上に立つ 結果としての楽観論の実現を

次には、根本的な問題への取り組みの基本姿勢・態度についてだが、大別して対照的な二つがある。

一つは楽観的な、他は悲観的な、姿勢・態度であろう。産業革命以来現段階に至る現実的展開に照らして判断する限り、人類は抜群の転換・対応能力を発揮して問題群や課題群に見事に対応し克服してきたという楽観的な評価が可能であろう。しかし歴史は繰返すとして、安易に楽観論に与して将来を展望することが本当に今後ではできるのであろうか。しかも結果を見れば、これまでは楽観論が実現してきてはいるが、その過程を突っ込んで検討してみれば、人類社会が問題を重大視・深刻視し、悲観的に受けとめて、その解決・克服に懸命に努力してきた結果に他ならないのではなからうか。

今後この技術的楽観論に立ち、地球環境問題への対応も、エネルギー問題への対応も、例えばCO<sub>2</sub>の吸収処理技術や超電導や核融合や再生・新エネルギーの利用技術等の抜本的な技術革新がタイミングよく現実のものとなるから、『元を断つ』発想などに頼らずに、これまでのライフ・スタイルを追求し在来的豊かさを追求していても大丈夫だとする態度や

アブローチも、ありえるであろう。

しかしこうした態度やアブローチを今後も追求し続けていって、もし万一、技術的楽観論が実現しなかつたら、地球や人類は一体どうなるのであろうか。まさに取返しつかない事態が生じ、人類は破滅の危険にさらされることになるのではないのか。

やはり基本的に悲観論に立脚して、深刻に問題を受けとめ、『元を断つ』態度で真の豊かさやライフ・スタイルの再検討からスタートし、問題の解決に努めていけば、人類や経済社会は、生存なり、ある程度の繁栄を続けていくことができるであろうし、こうした懸命の努力・対応の積み上げの結果として、技術的楽観論が最終的に実現すれば、明るい楽観的な未来が開かれることになろう。

従って、一九九〇年が、悲観的情勢への大きな転換点であり、地球環境問題への対応も新たに進められていかねばならない元年であるにもかかわらず、イラクのクウェート侵攻直前までは、むしろ石油価格等は低迷し、短期的・一時的にはそれらに逆行した楽観的情勢が現実を展開していたことに照らして判断すれば、独立国家に武力で侵攻しこれを併合しようとした行為自体は決して許すこととはできないが、むしろ悲観的情勢への転換をもたらし、あらためて石油・エネルギー問題への関心を呼び戻し、これらの問題への対応促進への契機を与えた事実は、無視しえないであろう。

## 担い手としての自覚と行動

最後に、日本では、エネルギー問題や地球環境問題、さらには中東情勢等は、世界ないしは日本の政府、せいぜいで経済界・産業界が担い手となるべきもので、各家庭や国民一人一人の問題としては、どちらかといえば受けとめられていないように思えてならない。

今回の中東情勢の新展開にともない、石油製品やその他のエネルギーの価格値上げがなされる場合に、便乗値上げ反対できるだけ安い価格での供給確保といった形での要請がなされてはいるが、どうもそれ以上のものではなさそうである。地球環境問題についても、欧州ではむしろ草の根的に受けとめられて解決への動きが展開されているのに対して、日本ではいまだ政府とせいぜい産業界・経済界の関心事となつてにすぎない。

今後の展望の在り方において重要・不可欠なのは、国民一人一人ないし各家庭レベルにおいて、自らもこの展望を左右する重要な担い手であり、むしろこの原点に立って草の根から問題を問い直し、解決を目指していくという認識・自覚をもち、具体的・実際に行動・実践していくことではなからうか。

我々のライフ・スタイルおよび真の豊かさや生きがい、あらためて問い直してみる必要性がある。さらにエネルギー

は安価であるべきだし、それが望ましいという発想自体も、見直しが必要ではないのか。安価であればどうしても浪費してしまうであろうし、外部不経済効果や化石燃料の固有の社会的価値といったものを反映させた真の価格を、そろそろ現時点で求めていくべきではないのか。さらに日本人は、高度成長と豊かな生活に安住しており、欧米人ほどではないにしても、エネルギー浪費の風習に染まってしまったのではないのか。

太陽の恵みの活用という意味で、日本では、サマー・タイム制の導入等がなせ行われないのだろうか。しかしそれによるエネルギーの節約効果は、朝シヤンの流行によるエネルギー消費の半分弱にすぎないという試算結果をみると、いろいろ考えさせられる。

各自が担い手としての自覚をもち、家庭で職場で何らかの実践を自主的に図っていくのが、根本的対応策の一つであろう。迂遠的ではあつても、初等教育から高等教育、さらに社会教育や特に家庭教育の場において、エネルギー問題や地球環境問題の重大性と本質の徹底した再教育からもスタートすべきであろう。

大げさでなく、二十一世紀において、さらには未来永劫に人類が生存を続け快適な生活が維持されていくのかどうか、この二十一世紀への展望のあり方で左右されるように思われてならないのである。

(おかみ ひろあき)

# 核燃料サイクルの確立と

## プルトニウムの利用

坂田東一

(科学技術庁原子力局核燃料課長)

### 一、今日における

#### 原子力開発利用の意味

二十一世紀まであと十年を残すだけとなった今日、東欧の民主化、東西両ドイツの統合、軍縮努力に見られる米ソ協調の進展、韓ソ国交回復等に見られる朝鮮半島情勢の変化等、二十世紀の戦後を規定していた世界の政治は、大きく劇的に変化しつつある。このような変化を受けて、世界的な緊張緩和と各国間の連携の緊密化が更に進んでいくであろうが、今後の世界の安定のためには、軍事力に頼るのではなく、世界各国間の経済、科学技術、文化等の分野での交流と協力を促進し、各国の経済発展と国民生活の向上を図ることが、ますます重要なものになるだろう。

特に、いままで「東側」であった国々の経済の立て直しを図るとともに、発展途上国における自主的な経済発展に寄与することが大きな課題であり、これらの

国々を支援するため、西側先進諸国による各種の試みがなされつつあるところである。

エネルギーの安定供給の確保がこれらの国々の経済や生活に極めて重要であることは論を待たない。第一次及び第二次石油ショック以降、我が国をはじめとする先進諸国においては省エネルギーに努力してきたが、エネルギー消費は全体として着実に伸び続けている。世界的にみた場合、発展途上国を中心に、エネルギー消費は、急速に伸びていかなるを得ないだろうと考えられ、人口の増加も相まって、二〇三〇年のエネルギー消費量は、一九八六年のその約三倍に達するとの試算もある。

一方、去る八月に発生したイラクのクウェート侵攻に伴う中東情勢の激変は、石油に頼るといことがいかに不安定で危険な側面を有するかを世界の人々に改めて示し、今一度エネルギー供給の安定化戦略を問い直したものと思う。この民主主義の世の中にあつて、イラクのクウ

エート侵攻は、常識では考えられないこととであり、このようなことは二度、三度とあつてはならないものだが、十年単位で将来を考える時、今回の事件は、安定した石油情勢を与件として考えるのは正しくないことを実証したように思う。また、石油価格は八月以降一バーレル十ドル以上の上昇を見ており、中東情勢の成り行きによって、更に価格上昇を心配する向きもある。従つて、長期的に不安要因を抱える石油への過度の依存は、今後とも避けていかなければならない。

更に、最近特に注目されている地球環境問題がある。二酸化炭素の影響による地球温暖化問題に関連して、エネルギー資源としての化石燃料への過度の依存は避けるべきことが各所で議論されてきている。本年七月に開催されたヒューストン・サミットの経済宣言においても、エネルギー関連の環境破壊に対処するには、エネルギー効率の改善と代替エネルギーの開発に優先度が与えられねばならない、と唱われている。

このような石油をめぐる最近の諸情勢を踏まえると、世界的にまず省エネルギーの努力を強化することは当然としても、改めて、供給の安定性があり、かつ、環境への影響の少ない代替エネルギーの開発に一層精力的に取り組む必要がある。それらの努力が石油情勢の安定化にも直接・間接に寄与することになる。代替エネルギーの開発のためには、先端的な技術と多額の資金が必要であり、これは我が国を含む先進国が担うべき責任となる。技術もなく、資金もない国々が代替エネルギーを国家の重要エネルギーとして利用することには困難が伴うことは容易に想像される。

原子力は、我が国及び欧米先進国において、過去三十年余にわたり、重要な代替エネルギー源として開発利用が進められてきた。原子力は強い放射能を持った核燃料物質を取り扱うという特徴があるため、原子力の開発利用については、安全確保を第一義として進めなければならないが、原子力には、他のエネルギー源には見られない優れた特長がある。

その特長とは、

- ①少量の核燃料から大量のエネルギーを安定的に取り出すことができること、
- ②二酸化炭素等の地球温暖化を促進する気体を排出せず、この面で環境に影響を与えないこと、
- ③再処理を行うことにより、一度燃焼させた使用済燃料から有用な核燃料物質を回収し再利用することができること、

さらには  
④経済性も他の化石燃料より優れていること、

等である。この原子力について、先のヒューストン・サミットの経済宣言では、エネルギー供給源として重要な貢献を行うものであり、温室効果ガス排出の伸びを減少させる上で重要な役割を果たすことができる、と述べられている。

現在、我が国においては、総発電電力量の三割近くが原子力発電により供給されるまでに至っている。欧州においては、フランス及びベルギーでは六割以上が原子力発電により賄われており、スウェーデン、スイス、西独でも四割程度が原子力である。原子力については、なお、放射性廃棄物問題等解決すべき課題もあり、これらの課題の解決が原子力開発に携わるものの責任であり、今後相当の努力を傾注していく必要があると考えるが、資源論及び地球環境の観点から化石燃料の限界を考える時、原子力は、世界のエネルギー供給源として、現実的な選択の幅を広げ、我が国を含む世界の経済の発展に必要な基軸エネルギーの一つであり続けると考えられる。

## 二、核燃料サイクルと

### プルトニウム利用

#### (1) 核燃料サイクル

核燃料サイクルとは、ウラン鉱石の採掘、ウランの精練、原子炉で燃焼を行わ

せるため天然ウランの中のウラン235の濃度を高める濃縮、核燃料の成形加工、原子炉での利用、使用済燃料の再処理及び各工程から出てくる放射性廃棄物の処理処分等の一連の核燃料物質の流れを指す。我が国においては、既に、実用原子力発電所が三十九基、出力にして三千万キロワット以上が稼働しており、ウラン燃料の成形加工も国内で事業化されている。しかし、核燃料サイクルのうち濃縮、再処理等については、そのほとんどを外国に依存しており、今後これらの国内事業化の推進が我が国の原子力政策の最重要課題の一つである。

原子炉の中で燃える核燃料とは、ウラン235のことであるが、ウラン235は、燃焼してエネルギーを放出した後に、燃え残りが存在し、かつ燃えにくい(核分裂しにくい、の意)ウラン238が中性子を吸収してプルトニウムに変化している。この燃え残りのウランやプルトニウムは、核燃料として再び利用することが可能である。

プルトニウムや燃え残りのウランを取り出すには、使用済燃料を化学的に処理する必要がある、これを再処理という。再処理はまた、核燃料サイクルの要とも言われる。

天然のウランには、燃えやすいウラン235は約0.7%しか存在していないが、約99.3%を占めるウラン238が原子炉の中で変化して生成されるプルトニウムを核燃料として利用することに

より、元来燃えにくい核物質であったウラン238の活用を図ることができ、ウラン資源の利用効率は、数倍から数十倍向上すると考えられている。現在までに発見されているウラン資源を現在のペースで消費して行けば、約六十年後にはウラン資源は枯渇すると言われているが、プルトニウムを利用することにより、その年限を数倍から数十倍引き延ばすことができる可能性がある。これが実現すれば、エネルギー源としてのウラン資源、即ち原子力という形でエネルギー資源を最高度に効率的に利用でき、資源問題の解決に極めて大きな貢献をすることが可能になるわけである。

我が国は、第一次石油危機以来、一次エネルギーの石油依存度の低減に努めてきたが、今日なお、エネルギーの対外依存度は八割を超えている。エネルギー資源は、社会・経済の根幹に影響を及ぼすものであり、二度の石油ショックの経験を思い出すまでもなく、エネルギーを過度に石油に依存することは、我が国や世界の社会・経済の安定的な発展にとって大きな問題となる。

我が国のエネルギーの対外依存度は、第一次石油ショックの起きた一九七三年度においては約八九%であったのが、一九八八年度においては、約八三%に低減している。この計算においては、国内でのエネルギー供給として、水力、国産の石炭、原子力等を含めているが、このうち水力及び国産の石炭は、その大きな伸

びは期待できない。上記のエネルギー対外依存度の低減には、原子力の割合が、約一%から約九%まで上がったことが大きく寄与している。

原子力は、ウラン資源を海外から輸入しなければならぬ以上、完全な国産エネルギーと言えない側面があるが、国内において技術によって核燃料サイクルを確立し、プルトニウム利用体系を築き上げることに、限りなく国内のエネルギー資源に近づけることになり、原子力は、いわば「準国産」のエネルギーとして位置づけることができるようになるのである。

先進諸国においては、原子力にエネルギーの多くを依存しているにもかかわらず、再処理の実施には熱心ではない国もある。例えば、米国においては、原子炉で燃焼させた使用済燃料は、再処理せずにそのまま処分する、いわゆる「ワンス・スルー」方式を採用している。これは、米国がエネルギーの大量消費国であると同時に、国内で石油・石炭を産し、エネルギーの輸入依存度が二割以下であることや、米国自身が世界有数のウラン資源国であること等により、再処理を行うというインセンティブが薄いことなどによるものである。この点は、我が国とは事情が異なる点である。

一方、フランス、ドイツ等は再処理を行い、プルトニウムを核燃料としてリサイクルする政策をとっており、基本的に、我が国と同じ原子力政策を進めている。

各国の政策選択は、それぞれの国の事情に基づいて、それぞれの国が決定すべき問題ではあるが、全地球的に考えた場合、ヒューストン・サミットの経済宣言の中でも述べられているように、原子力は、二酸化炭素問題等の地球環境問題の観点からも、今後ますますエネルギー源としての重要性をもつことに留意し、併せ、地球全体から見たウラン資源の有限性を考慮に入れた場合、国内に有力な資源を持たない我が国においては、いわばウランの使い捨てともいえる「ワンス・スルー」方式よりは、「再処理—リサイクル路線」に則り、プルトニウムを利用することにより、ウラン資源の有効利用と供給安定性の向上を図っていくことが極めて重要であると考えられる。

## (2) プルトニウム利用

再処理を行うことにより回収されるプルトニウムは、ウラン235と同じように核分裂しやすい核物質である。従って、プルトニウムは従来型の原子炉（軽水炉）で燃やすこともできるが、もともとプルトニウムを燃料として開発が進められてきた高速増殖炉（FBR）や新型転換炉（ATR）のような新型の原子炉で燃やすことが最も有利である。

高速増殖炉は、核分裂の際に発生する高速の中性子を減速させずにそのままの核分裂に利用する炉で、ウラン238が中性子を吸収してプルトニウムに変換される効率がよく、核燃料の消費量より、プルトニウムの生成量の方を多くできる。

ウラン238がプルトニウムに変換されることにより燃料として利用できるようになるわけで、無から有を生じるわけではないが、天然のウランの中に九九・三%含まれ、従来型の原子炉(軽水炉)では利用できないウラン238を活用できるという点で、ウラン資源の利用の高度化を図ることができる。また、新型転換炉は、我が国が独自に開発した原子炉で、重水により中性子を減速し、軽水(普通の水)で冷却を行う。新型転換炉は、軽水炉よりもプルトニウムを生成する率が高く、ウランやプルトニウムを様々な比率で混ぜた燃料を用いることができるという特徴を有している。

これらの高速増殖炉や新型転換炉において、プルトニウムを効率的に利用することができるが、新型転換炉については、既に動力炉・核燃料開発事業団(以下「動燃事業団」という)が原型炉「ふげん」(出力一六・五万キロワット)を運転中であり、更に、現在、青森県大間町において、電源開発(株)が出力六十万キロワット級の実証炉を建設すべく諸準備を行っているところである。高速増殖炉については、現在、動燃事業団が、福井県敦賀市において、原型炉「もんじゅ」(出力二十八万キロワット)の建設を行っているところである。「もんじゅ」の後、日本原子力発電(株)が実証炉を建設する計画であるが、高速増殖炉が本格的な実用段階を迎えるのは、二〇二〇年から二〇三〇年頃と見られている。

先に述べたように、プルトニウムを軽水炉の燃料として利用する場合は、ウランと混ぜてウラン・プルトニウム混合酸化物燃料(いわゆるMOX燃料)として利用することになる。軽水炉の特性から、ウラン燃料の全てをMOX燃料で置き換えることはできず、炉心の三分の一程度をMOX燃料で置き換えることになる。ウラン235の一部をプルトニウムで置き換えることにより、ウラン資源の節約をはかれることはもちろん、転換・濃縮等の過程を省略することができる。プルトニウムは、最終的には、高速増殖炉により活用することを目指しているが、高速増殖炉が本格的に実用化されるまでの間においても、軽水炉での利用(いわゆるプルサーマル)を積極的に推進し、プルトニウム利用体系を支える技術体系の確立等を図ることとしている。

原子力委員会が昭和六十二年七月に決定した「原子力開発利用長期計画」においては、このプルサーマルについては、一九九〇年代前半に実用規模実証計画を実施し、一九九〇年代後半には本格的利用(百万キロワット級原子炉で十基程度)に移行できるよう計画を進めることになっている。長期的な軽水炉における核燃料リサイクルに関する考え及び今後の具体的な計画については、原子力委員会核燃料リサイクル専門部会の場で精力的に議論が行われているところである。

核燃料をリサイクルさせプルトニウム

を利用していくことが、原子力の利用を最高度に発揮するために必要である。我が国のような原子力先進国は、率先してそのための努力を行い、プルトニウム利用に必要な各種の技術のフロンティアを切り開いていくことが、我が国のエネルギー・セキュリティの見地だけでなく、世界のエネルギー源の選択の幅を広げ、供給の安定化に貢献するための我が国の役割でもあると認識すべき時期にきているように思う。今後、国際社会における日本の役割論、責任論といった視点からも原子力を論ずることが必要と考える。

十五年後、二十年後を展望するとき、原子力の平和利用を大前提としてプルトニウムを大規模に利用していくことは、世界的にも過去に行われたことはなく、原子力における新たな分野の開拓ととらえることができる。優秀な技術力を有し、必要な資金を有している我が国は、プルトニウムが核兵器の材料にもなり得るという点に特別の注意を払い、それを防止するあらゆる手段を積極的に講じながら、平和利用に徹して原子力利用を進めなければならぬ。

今後、我が国のプルトニウム平和利用に関して、世界各国の理解を得て行くためには、プルトニウム利用計画として透明性の高いものをはっきりと示し、平和利用担保の具体的措置をデモンストレーションしていくことが重要である。

### 三、六ヶ所村における核燃料

#### サイクル施設の展開

核燃料サイクルの確立を目指し、その国内事業化を推進するため、我が国の電気事業者は、青森県六ヶ所村において、ウラン濃縮施設、低レベル放射性廃棄物埋設施設及び再処理施設の、いわゆる核燃料サイクル施設の計画を進めている。ウラン濃縮施設については、昭和六十三年八月に国から事業許可があり、現在、建設工事が行われているところであり、事業主体である日本原燃産業(株)は平成三年九月の操業開始を予定している。低レベル放射性廃棄物埋設施設及び再処理施設については、現在、安全審査が行われているところである。

ウラン濃縮は、ガス拡散法、遠心分離法等の様々な方式により行うことができ、六ヶ所村のウラン濃縮施設においては、遠心分離法を採用することになっている。ウラン濃縮技術は、極めて高度の技術を要するものであるが、使い方によっては、軍事的にも利用できる技術であるため、極めて機微な技術と考えられており、国際的な技術交流が行われていない。

我が国としても、動燃事業団等において、遠心分離法に関し三十年近い研究開発が行われてきた。その成果が、現在、六ヶ所村のウラン濃縮施設で商業ベースで実現しようとしているわけである。六

ヶ所村の濃縮施設では、一九九一年に百五十トンSWU分の操業を開始し、逐次増設を行って、最終的には千五百トンSWUの規模となる計画である。これによって、百万キロワット級原子力発電所十二〜十三基の一年間に必要な核燃料を供給できることになる。

低レベル放射性廃棄物埋設施設については、全国の原子力発電所で発生する衣類、ペーパータオル等の低レベルの廃棄物を焼却したり、容積を少なくしたりする処理を行った後、ドラム缶にセメント等で固化したものを地下数メートルの深さに埋設する施設である。低レベル放射性廃棄物の埋設に関しては、欧米において約三十年にわたる実績があり、我が国においても、日本原子力研究所等により各種の安全研究が実施されてきたところである。

六ヶ所村の低レベル放射性廃棄物埋設施設では、最終規模としては、約六十万立方メートル(ドラム缶約三百万本相当)とすることが目標とされているが、当面二十万立方メートル(ドラム缶約百万本相当)が予定されている。このうち、当初の四万立方メートル(ドラム缶約二十万本相当)分について、一九九二年に操業が開始される計画である。

再処理施設は、核燃料サイクルの中の中心ともいえるべき施設であり、同施設において取り出されるプルトニウムは、我が国の使用済燃料から取り出されたのであるから、いわば準国産のエネルギー資

源であるといえる。このプルトニウムを利用していくことにより、我が国のウランの対外依存度は低減し、原子力のエネルギー供給源としての一層の安定化が図られることとなるわけである。

六ヶ所村に建設が計画される再処理工場は、使用済燃料を年間八百トン再処理する能力を有しており、これによって百万キロワット級原子力発電所二十五〜三十基分の一年間の使用済燃料を再処理できることになる。同工場は、一九九七年の操業開始が計画されている。

また、現在、我が国の国内における再処理能力には限界があるため、我が国の電気事業者は、英仏の再処理事業者に再処理を委託している。この海外再処理委託により発生する廃棄物は我が国に返還されることとなり、この返還廃棄物を受け入れ管理する廃棄物管理事業も併せて、この六ヶ所村の再処理施設の敷地内において行われる計画である。

### 四、「核燃料サイクル」か

#### 「ウンス・スルー方式」か

#### という選択

昭和三十年代初め、我が国において原子力開発利用の研究がスタートして以来、関係者の努力により、原子力は、社会・経済の中で極めて重要なエネルギー源としての位置を占めるに至ったと言える。原子力に限らず、全ての技術について、その安全性に留意することは当然である

が、原子力は、その利用が考えられた当初から、とりわけ放射性物質の取扱いに係わる安全性について、十分な注意が払われてきた。

世界の原子力開発の歴史の中では、一九八六年のソ連のチェルノブイリ原子力発電所の事故のような痛ましい事故が発生し、世界の原子力関係者に対し、改めて安全確保の徹底のための警鐘を鳴らしたが、我が国をはじめ西側先進国においては、数十年來の研究開発と原子力発電の実績により、技術と経験によってその安全性の確保を図ることが可能であることが実証されてきている。核燃料サイクル施設についても、原子力発電と同様、努力と実績を積み重ねることにより、我が国の経済・社会の中に、確固として根付いていくことになるものと確信している。

既に述べたように、エネルギー問題について、我が国が選択すべき選択肢として、今後とも原子力を基軸エネルギーの一つとして推進していくことには、積極的な理由があると考える。更に、原子力の推進に当たって、核燃料サイクルを確立し、プルトニウムと燃え残りのウランを回収し、再利用するとの路線をとるのか、あるいはワンス・スルー路線によるのか、これらの有用核燃料物質を放棄するか、という路線選択の問題がある。

世界全体のエネルギーの必要性や地球環境問題、その中で果たすべき我が国の国際的な役割及び我が国のエネルギー供

給面での一層の自立の問題を考えると、前者、即ち核燃料サイクルの確立を目指した原子力開発利用の推進を選択することが、適切であり、必要である、と考えられる。もちろん、このような路線を選択することに伴い、原子力開発に携わる者は、核不拡散問題、放射性廃棄物問題等、制度的、技術的な面で、なお、継続的な努力を行い、国民的な理解を得るための努力も、また、強く求められるであろう。

エネルギーには、石油、天然ガス、石炭、水力、太陽エネルギー、風力等のいろいろな種類がある。開発途上国、中進国、先進国等、各国がそれぞれの国情に応じて、環境保護に留意しつつ、持続的な発展を図るために必要なエネルギー供給源の確保に努めていくことになる。ある国は、石油が、また、ある国は水力が基軸エネルギーとなるかもしれない。日本のような高度の技術を有する国は、技術によって新しいエネルギー源の開発に積極的に取り組むべきだと思ふ。それが国際的にも日本の重要な役割だと思ふ。

以上、最後に、本稿における意見は、全て私見であることをお断りしておきたい。

(さかた とついち)



# メキシコ

## 芸術・考古学逍遙

今井隆吉

(特命全權大使)

### スペインの遺風と

### メキシコのアイデアティ

芸術と題はつけましたが、スペイン語はたどたどしいのですから、詩や文学や芝居といった分野のことはよくわかりません。シンフォニー・オーケストラもオペラもあり、また専門家に言わせるとサントリー・ホールより音響効果がよいのではないかというコンサート・ホールもあるのですが、正直に言ってウィーン・フィルやスイス・ロマンド交響楽団を聴いていた耳には、素人考えかも知れませんが、ちよつと物足りない感じですよ。

結局、私たちにわかりやすいのは建築物とか、古代の遺跡とか、一九一〇年のメキシコ革命を契機として生じた壁画運動などです。また、実に広い土地を利用して巨大な彫刻が並んでいるのが目をひ

きます。これらのすべてが芸術であるかどうかの判断は皆さんにお任せして、今から五〇〇年前スペイン人達が新大陸を「発見」して、そこに自分達の西欧文明とは全く異質の文化、文明を見出した驚き

教会の守護者として、また新大陸の金や銀など財宝を求めて中南米の征服にかけたスペインの情熱とエネルギー、強引で残忍なやり方は今日では想像もつかないほどでした。ちなみにカトリック国とはいっても、パチカンとメキシコは今日でも外交関係がありません。同じく異質な文明とはいっても、中国や印度に対して抱いた敬意とは全くかけ離れた征服者の態度だったのは、インディオ達が文字を持たず、またその文明が衰退の時期に当たっていたからかも知れません。スペインはまずアメリカ大陸では自己を押しつけることから始めたと言えるでしょう。

目を向けてみる必要があるでしょう。西欧といってもギリシヤ、ローマの文明は北アフリカ、エジプトからヨルダンにかけて広く地中海の南岸に発達し、プラトンもアルキメデスもアラブ語の翻訳を通じて初めてヨーロッパに伝えられたものです。ヨーロッパ中央部は未だ蛮族(は少し大げさですが)の住む地域で、イベリア半島は長くウマヤド王朝のアラブに支配され、今日でも南スペインのアル・ハンブラ宮殿などにその名残りを留めています。

ただ、そのスペインが、文化的にはアラブの強い影響の下にあったことは、今日ラテン・アメリカに残るスペイン文化の遺跡に強いアラブの香りがあり、以前私がクウェート大使だった時代に親しんだ風物や面影が、土壁、平家の民家の内

スのアメリカ発見の年です。カトリック

庭のたすまいに見られて時にハッとさせられることからわかります。

これに対して、アステカやマヤのインディオを奴隷として酷使し、彼らの神殿を打ちこわしてそれを材料に建設した巨大なカトリック寺院は、コケ威しの装飾と金ピカのマリア様が主体で、いかにも植民政策を感じさせます。むしろグアテマラとの国境に近いチアパスやペルーの田舎などに、小さな寺院ながらもごとな木組みの天井があって、本当に心が落ち着くことがあります。

メキシコに限らずラテン・アメリカ全体について、スペイン征服時代に持ち込まれた西欧の模倣に何となく押しつけがましさしか感じないのは、私の個人的偏見かもしれませんし、鹿鳴館時代の明治、また戦後の「ギブ・ミー・チュウインガム」式の欧米模倣への私自身の反発かもしれないかもしれません。ただ、確かに言えることは、



◀パラシオ・ナシオナル、デイエゴ・リベラの壁画の一部

メキシコという国自身が二十世紀なかばになってからマヤやアステカの文明を（それもドイツ人やアメリカ人の手で）再発見し、考古学に力を入れ、と同時に土着のインディオ達の虐げられた歴史とエネルギーを自己のアイデンティティを確立する手段と考えて、新時代の彫刻や絵画にメキシコ芸術の真価を見出していることでしょう。

日本でも最近になってメキシコ壁画の展覧会が開かれ、シケイロスの作品が太平洋をわたり、偉大な壁画家デイエゴ・リベラ、その妻フリーダ・カロー、亡命したトロツキーによる一種の三角関係が、改めて話題になったりしています。

芸術の再発見のような回りくどい話は、ラテン・アメリカをご存知の方には全く余計な前置きでしょう。ただ、私はメキシコに赴任してみても、この地域のことを紹介した日本語の書物があまりにも少ないこと、メキシコという国名は知っているても、国と国民について私自身がいかに物知らずであったか改めて驚いた次第です。

抽象的には知っていたつもりでも、私はアラブ圏に赴任して初めて、イスラムの拡がり、エルサレムが三大一神教の共通の中心であること、ギリシャ・ローマの文明とは今日の同名の小国や都市の属性ではなかったことを発見しました。イスラム教徒であるトルコ軍がウイーンを包囲し、ウイーンの森のカーレンベルグ

の砦から撃退された時の置土産が、今日のウイーン・コーヒーだとは知りませんでした。

中南米に来てみて、ジャガイモの原産地はドイツではなくアメリカ大陸であること、今日中南米を覆うコーヒーはアラブ半島のイエメンが原産地で、それを西洋人たちが大植民農業に用いたこと、同じくバナナも輸入品であり、ユナイテッド・フルーツ会社がこれを種に「バナナ共和国」などとかかわれる国々を開いたことなどに、初めて実感を持って気づきました。文化と文明と宗教と芸術と、それぞれが相前後して相関関係を持つ模様を理解するには、混み入った歴史の背景を理解するところから始めなくてはいいけないのだと思います。

## デイエゴ・リベラと 芸術における民族回帰

メキシコ市の中心はソカロと呼ばれる大広場です。石畳で、宮城前広場の半分ぐらいもありましょうか。スペイン風都市の伝統的様式のように、ソカロの一角には巨大な寺院が、他の一面には政治の中心、この場合で言えば大統領が公式の行事を行なう国民宮殿、つまりパラシオ・ナシオナルがあります。

私が大使として大統領に信任状をだしたのも、九月の独立記念日に大統領がメキシコ国旗を打ち振って「ビバ・メヒコ」と絶叫するものこの場所です。スペイン

統治時代からの巨大で、且つ優雅な四階建ての石造り、各部屋は美しい木組みの壁と天井です。向かって左半分には大蔵省が同居していて、私は昨年は累積債務の処理、今年は対外援助の円借などで、二週間とあけずに大蔵大臣の部屋に座り込む破目となりました。中央玄関の鉄の扉を護る番兵も日本大使の顔は覚えてしまつて、ニコツと敬礼して通してくれるようになりました。

真正面の大階段を登つて行くと、前面から左右にかけて壁一杯に広がっているのがディエゴ・リベラの大壁画です。植民時代以前のアステカのインディオ、特に当時アステカ帝国の首都であったテノチティトランとトラテロルコ(今は外務省の所在地になっていて、このため一九六八年のラ米非核条約はトラテロルコ条約と呼ばれています)の繁栄から、スペイン人エルナン・コルテスに征服され様々な苦しみを経験し、遂に革命に立いたるまでのインディオの歴史を描いたものです。

私は国民宮殿に行くたびに、壁画のところで立止まつて詳細部分を眺めますが、その都度何か新発見をします。大蔵省はこのリベラの壁画全部を集めた立派な画集の限定版を作っていて、私も一冊買ったのですが、何しろ膨大な面積に及ぶもので、私の拙い写真で一部ご紹介することしかできないのは残念です。

リベラは若い頃フランスに留学し、一時はキュビズムの画家として活躍、革命

から十年後にメキシコに帰り、壁画運動の指導者としてシケイロスたちと共に活躍しました。リベラにとつてこの壁画は六十歳を越してからの作品で、かつてのトラテロルコを想像しインディオの暮しを考え、長い間一生のテーマとして描き続けた作品であるだけに、かえつてエネルギーを内に押え込んだ感じがあり、クエルナバカにあるコルテス宮殿(現歴史博物館)にある同一モチーフの作品とともに、私にも理解ができる魅力的な壁画です。一方、リベラの他の作品には、文部省の壁を彩るもののように、あまりにも巨大なエネルギーが発露されて、私には少々閉口するものも少なくありません。

一九二〇年代に始まつた壁画運動は、時の文部大臣バスコンセーロの後援を得て全国に拡がりました。メキシコ市芸術宮殿にあるシケイロスの「新しいデモクラシー」、グアタハラにあるオロスコス「独立の英雄イタルゴ」、国立自治大学の建物全体を覆うオゴルマンのモザイクによる大作品など、有名なものだけでも大変な数です。またメキシコの特徴ともいふのが、これらを集めた、重さ三キログラムはありそうな大画集なども作られています。私も元大統領のエチエベリア氏を昼食に公邸へ招いた時、うっかり興味を示したために何冊も贈呈していただき、大使を辞めて帰朝する時にさぞ運賃がかかるだろうとつまらぬ心配をしています。

壁画はメキシコ革命の精神の発露であり、虐げられたインディオのエネルギーを強調する一種の回帰運動と言えましよう。

十九世紀までの西洋美術の模倣に対する強烈な反発であり、モチーフもそのようなものが選ばれています。当然、写実というよりは画家の精神と想像力を建物の壁という巨大なキャンバスにたたきつけたものが多いのですが、普段通りかかる建物や部屋がキャンバスとして使われているのですから、逃げようがありません。

バチカンのシステイナ礼拝堂の天井画やフランス中心の印象派の諸作品で育つた私のような外国人には、とうてい「ついでに行けない」気のある時があります。現代メキシコの有名画家、ルフィノ・タマヨの作品についても同様です。その中で、リベラの後期の作品に愛着を感じるの、全く私の主観でしかありません。

なお、この同じ時代に、日本人画家北川民治がメキシコ・ルネッサンスに加わつて、野外美術館で児童たちに自由に絵を描かせる運動を始めています。今日オアハカ州立大学の美術の教授で、東京でしばしば個展も開いている竹田鎮三郎さんは、北川さんのことを自分の先生ですと言っています。

## マヤ・アステカ文明

### 滅亡哀話

壁画が象徴するのがメキシコ革命の精

神的回帰運動だとしたら、そこには回帰すべき原点が当然あるわけです。

南北アメリカ大陸のインディオ達は昔ペーリング海峡が地続きだった頃東洋から渡って来て、今でも新生児にいわゆる蒙古斑が出ると言われています。南北両大陸に散って行き、それぞれ固有の言語と文化を作りました。広く知られているのがマヤ、インカ、アステカなどですが、それより古くオルメカ、あるいは今日では名も伝わっていない部族もあります。(なおマヤ、オルメカはメキシコ産原油の名称として使われています)

メキシコ市の北へ約一時間車で走ると巨大なピラミッド群があり、一番大きな太陽のピラミッドは高さ六十五メートル、底辺の四角形は一辺が二百二十五メートルあります。月のピラミッドは高さ四十六メートル、このピラミッド群全体は四キロメートルほどの長い一本道の両側に展開し、ジャガーの宮殿、死者の道などと名づけられた建物がいくつも残っています。

不思議なことは、これらテオティワカンのピラミッド群を誰が何のために建設し、その人達がどこに行ってしまったかがよくわかっていないことです。太陽のピラミッドその他の名前も、後年これらを発見したアステカ人達が勝手に命名したのだというのです。

ピラミッドといってもエジプトのそのように平地に石を積み上げたのではなく、土の山の表面に岩を積み、階段をつ

けたもので、多分神官が毎朝これを頂上まで昇って太陽を拝むための神殿だったと考えられています。少なくともアステカの時代に入ってから、ピラミッドの頂上で生きた人間の心臓を毎朝取出して太陽に捧げることをしないと、翌朝太陽が東から昇って来ないと心配されたという事です。この意味でエジプトのピラミッドが王の墓であつたのとは全く主旨を異にします。

またアステカのピラミッドはエジプトのものと同じくピラミッド型をしているのですが、マヤの場合は大きな塔のような感じの神殿です。十年ほど前、バグゲッドの近くバピロンの廃都を訪れた時に有名な「バベルの塔の模型」というのが二つもあつて、図面も写真も残っているはずがないのにどうやって模型を再現したのか不思議に思つたのですが、あれは考えてみるとマヤのピラミッドによく似ていました。

それにしても、ピラミッドと言えはエジプトと誰でも考えるので、メキシコからグアテマラにかけて密林の中にまでかくもたくさん、多分百以上のピラミッドが存在しているとは全く知りませんでした。メキシコ市の南東プエブラ市の近くチョルーラの大ピラミッドは世界最大と言われ、地表から中心近くまで、狭い道ですが、中を歩くことができます。もちろん何百ペソかの入場料を払うのですが、「日本大使、それならタダでよい」といわれ、外交特権というのは妙なところで効

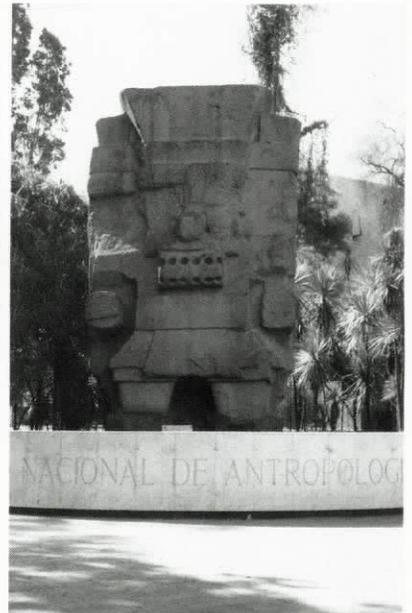
き目のあるものだと思つたものでした。

もう一つピラミッドにまつわる話としては、アステカ人達の戦争の目的は、捕虜をつかまえて太陽神への犠牲に捧げることにあり、敵を殺してしまつては何にもならないということがあります。あれだけの威容を誇つたアステカ帝国が、エルナン・コルテス率いる五百人のスペイン軍にあつさり負けてしまつたのは、鉄砲の威力、アステカに反感を持つ他の部族を味方につけたこと他に、アステカ側の戦争の目的が敵兵を殺すことになつた点が大きく影響したと言われています。

また、コルテス軍は十六頭の馬をつれており、それまで馬という動物を見たことのないアステカ人達は、人馬一体の怪物に襲われたと思つてなすすべもなく逃げたのだという話もあります。

さらに、アステカの伝承の中に「羽毛の生えた蛇」(ケツアルコアトル)があり、文化と教養の神として人身犠牲を否認する存在であり、一五一九年にはこの神が再来してモンテスマ王を亡ぼすという予言が存在したといわれています。もちろんアステカの kalender での話です。一五一九年はコルテス軍がペラクルス湾に上陸した年であることは言うまでもありません。この羽毛の生えた蛇は、アステカのみでなく、今日のメキシコにとつても重大な伝承になっています。

メキシコの国の紋章で国旗にも使われ



▶メキシコ市人類学博物館入口、雨の神トラロック石像

ているのは、「サポテンの上で驚が蛇を捉えている」図案で、この予言に導かれて

アステカ人は今日のメキシコ市を首都と定めたわけで、ケツアルコアトルや蛇や驚がメキシコの歴史の中ではあちこちで顔を出します。

アステカ人達は一種の絵文字を持っていました。象形文字というほど発達していませんが、トカゲ、ワニ、風、ヘビなどを象徴する二十の記号と十三の数字を組合わせて、二百六十日を二年とする暦を使っていました。今日、メキシコ市にある有名な人類学博物館に入ると、正面にアステカの暦を現わす複雑な模様が掲げられています。

ちなみにこの暦の模様はメキシコ土産としてあちこちに売っているのですが、オモチャのようなものが多く、私は先日ようやく、金属板に打ち抜いて色付けをした美しいものを見つけて満足したところ

ろです。

## マヤ文明の驚異 天文学・数学

人類学博物館が今日の姿を整えたのは一九六四年で、メキシコにおける考古学への関心は比較的新しいものです。この博物館は時代別、部族別にインディオの歴史、出土品などを展示してあります。そして出土品はごく最近法律で取締まるようになると、あちこちの畑から人形、壺、土器などがいくらかでも出てきて、物好きな人が安い値段で買って平気で国外に持出してしまいました。

何の変哲もない土器ですし、デイエゴ・リベラもルフィノ・タマヨも個人コレクションを持っており、それらは今日彼らそれぞれ個人の力で建てられた小美術館になって、あちこちに存在します。

ほとんど大部分は古いというだけのもので、時々愛嬌のある顔をした犬があったりという程度です。これらは果たして芸術品なのかどうか。以前レバノンの沖のキプロス島へ用事があって行った時にもやはり博物館に無数の古い土器が並んでいて、それらが外のお土産屋で売っているものと見た目に大差がないので驚いたことがあります。

他方、ベラクルス州の首府ハラツパ(Xalapaと書きます)という街には、大きな平家が二列、数十段の下流れの、しかも自然採光だけを使って電灯は全くないという素晴らしい博物館があります。オルメカ文化の中心で、高さ二メートルぐらいの巨大な人間の顔がいくつもあり、その顔つきがアフリカの黒人の表情そっくりなのが不思議です。ハラツパの美術館には「ひすい」で作った、一見日本の能面そっくりなお面がいくつか並んでいました。ひすいは古代メキシコのあちこちで出たようです。

人類学博物館の入口を護っているのは巨大な雨の神トラロックの石像です。メキシコには雨の神がいろいろあるようで、このトラロックはテオティワカンの時代のものと考えられます。マヤの雨の神はチャックとって、密林に住むマヤにとっては極めて大切な神様でした。ただ、マヤの文字は異教を亡ぼすのに熱心なスペイン人の神父のために解読の手がかりが失われたままになっています。つまり絵文字と象形文字の間のようなもので

あり、これによってマヤという部族が極めて発達した天文学を持ち、その世界観をかなり精密な数学によって組立てていたらしいことがわかります。

実際ユカタン半島のチチェンイツアの遺跡にはみごとに天文台があって、今日の天体望遠鏡を据えつけてコンピュータにかなげばそのまま天文学の研究が(もちろん宇宙に打上げた電波望遠鏡のようなわけにはいかないでしょう)できはしないかと思うほど、立派な建造物です。

パレンケというのにもまた有名なマヤの遺跡で、グアテマラに行くと大規模なものがあります。遺跡の発掘は日本からも某放送局が資金を出していたり、まだまだ掘ればいくらかでも出てくるようです。そのそれぞれにみごとな細工がされた出土品が混じっているようです。

アステカにせよマヤにせよ、今日わかっている限りではやはり西洋文化、あるいはギリシャ、ローマや、ユダヤ教の流れとは異質なものであり、神々も一神教の神のような絶対者でもなければ、古代ギリシャの神々のように擬人化された面を持つていたのでもないようです。むしろ、自然そのものを一つの世界観によって理解しようと努めていた形跡があり、その一つの手段として天文学から数学への道があったのかもしれない。

もちろん、素人の私が勝手な憶測をしているだけであって、何語にせよオルメカ、アステカ、マヤやインカのことを解



◀メキシコ国立自治大学 ベデルガル

説してくれる書物になかなか出会えないので、いきおい勝手なことを考えることになるわけです。これらの文化からの出土品がどの程度「芸術」であるのかということから、当時の人々がどういう意図を持って神々の像や、水差しや、お面を作っていたのだろうかという疑問に行きつくからです。

南のオアハカ州に行って同じくマヤの一部に違いない遺跡ミトラを見物した時に驚いたのは、いわゆる神聖文字は全くなく、その代わりいたるところに幾何学模様があることです。しばらく眺めているうちに私の頭にふっと浮かんだのは、この人達が幾何学をやっていたのだとし

たら、恐らくそれはユークリッド幾何ではない何か違うものだったのではなからうかということでした。

そうだとしたら、いったいどこからアイデアを得たのだろう。自然を観察してユークリッド幾何に到達する必然性はまずないのであって、そういう意味ではユークリッドの方が特殊といえるかもしれないということ。文字が残っていない、また現在のインディオは、伝承としてもその当時のことが民族の記憶から消えてしまっているということは、全く不便なことだとつくづく思いました。

## アヴァン・ギャルド芸術の 展示場メキシコシティ

少々妙ですが、私が行くゴルフ場では入口に入ってロッカーのところまで歩いていく廊下に、いつも絵や彫刻が展示してあります。あまり有名な人の作ではなく、せいぜい二万円から十万円ぐらいで即売するためのものです。それでも時にはましな作品があってポツポツ売れ、それがまた次に行くときと全く違う作品群と入れ替わっています。時に、この値段なら買ってもよいと思うのがありますが、「いや、大使公邸に飾るにはお粗末だし、そうかと言って日本に持って帰ったら東京の自宅には飾るスペースがない」ということですぐあきらめがきます。

同じように、メキシコ市内の道路を走っていると、「コレハイタイ何ダ」と言

うような奇妙なコンクリートの固まりや鉄のパイプの組み合わせが道端にころがっています。これらは実は彫刻なのです。例えばメキシコ・オリンピックの時に各国から一点ずつ募集して作らせたもので、中には高さが数十メートルはありそうな作品もあります。

つまりは土地が広いからこんな置き方ができるわけで、「土一升金一升」の国では、到底まねはできないなと思います。建物にもかなり奇抜なものがあり、多分若い建築家にとっては夢を実現するチャンスなのでしょう。耐震設計の基準が厳しく、家賃が月に坪何万円もする都市では考えられないような無駄が、大胆に取り入れられているのです。

メキシコの国立自治大学の構内というのも、近くのシートレ火山から流れ出した溶岩原が今から二千四百年ほど前に広い平原として固まったのを、そのまま大学の用地にしてしまったのです。

ですから、うっかり大学の構内に入ったらよほどよく道を知っていないと、自動車で三十分走っても目的の建物が見つからなかったりすることがあります。大学構内の一部が文化センターになっていて、そこに前述の音響効果技群のシンフォニー・ホールがあったり、かなり長い間眺めてはじめて、「ああ、そうか、これは彫刻だ」と突然納得するようなものが置いてあります。

その地域を抜けて更に十分くらい歩いて行くと、突然コンクリートの三角柱が

約六十個円形に配置され、その中に直径約百メートルの部分が表土や草木が取り去られて、溶岩が二千四百年前に流れついたままの姿で保存されているのです。

ベデルガルというのはアステカ語で溶岩原を意味するのだそうですが、人々はこのに入り込んで溶岩の様子を眺めたり、コンクリートの三角柱に腰かけてこのベデルガルを自然が作った一つの彫刻としてうち眺めていたり、中には本を読んだり、昼寝をしたりしている者もいます。日本ではまねの出来ない芸術作品であることは確かだと言えるでしょう。

私がここでいろいろ述べたものは、芸術というよりは文化の遺産とでも言うべきなのかも知れません。

マヤの女達が手織りの布やリボンを売っています。かなりの商業主義ですが、それでも昔ながらの具染めの紫、サポテにつく虫を使って赤の色を出したみことな布に出会うこともあります。銀細工はタスコという町の名物ですが、あまり手先が器用な人達とはいえません。アマテという樹の皮に細かい模様の絵を書いたものも売っています。

国立芸術宮殿では、毎週日曜と水曜の夜に二時間にわたって民族舞踊を見物することが出来ます。そう言えば、ガリバルディ広場へ行ってマリアッチを聴きながらテキキラを呑むというのも乙なものです。あまり芸術的とは言えませんが。

(いまい りゅうきち)

# ハワイにつくる日本の

## 大望遠鏡 JNLT

家 正則

(国立天文台助教授)

### ガリレオからパロマーまで

ガリレオ・ガリレイが望遠鏡を用いて初めて天体を観測したのは、一六一〇年のこととされている。それまで人類は裸眼でしか星を見ることができなかった。

人間の瞳の大きさは直径〇・五cmぐらいである。つまり口径五cmの望遠鏡なら、裸眼の一〇〇倍の光を集められることになる。ガリレオは望遠鏡を使って「土星の耳」や「木星の衛星」を発見した。その後、望遠鏡は次第に大きなものが作られるようになり、ついに一八九七年には口径一〇一cmの世界最大の屈折望遠鏡が米国のヤーキス天文台に完成した。レンズを用いた屈折望遠鏡は、筒が長くなるのと大きなレンズの製作が難しいため、これが限界であった。

二十世紀に入ると、鏡を用いた反射望遠鏡が相次いで建設された。一九一七年には二五七cmの反射望遠鏡がウィルソン

山天文台に、そして第二次大戦直後の一九四八年にはパロマー山天文台に五〇八cmの望遠鏡が完成した。このパロマー山の望遠鏡は肉眼に比べると、なんと一〇〇万倍もの光を集める力を持っている。五〇八cm望遠鏡は今なお第一線で活躍している。良い望遠鏡の寿命は五〇年以上と言われるのもうなずける。

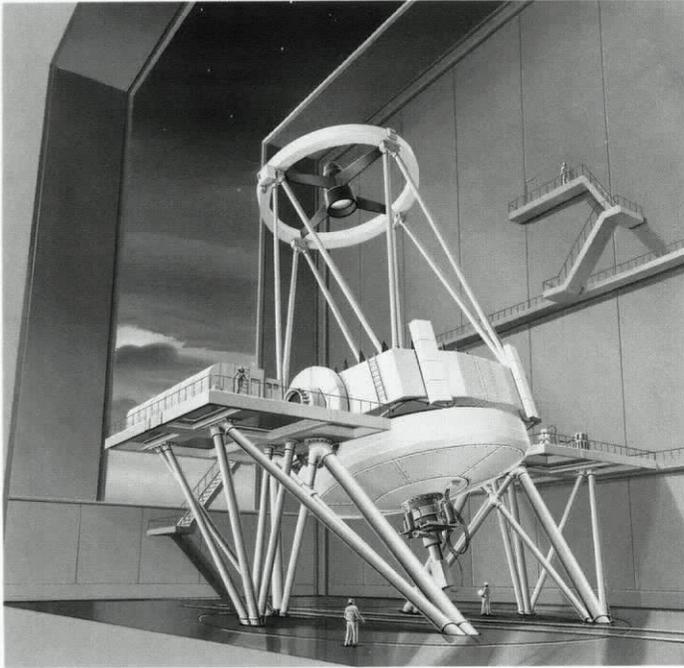
### 超大型望遠鏡時代の到来

その後一九七六年にはソ連のツェレンチェクスカヤ天文台で六mの望遠鏡が建設されたが、この望遠鏡は今一つパツとしないようである。面白いことに二十世紀後半の約四〇年間、五mを超す大望遠鏡はこれ以外ほとんど作られていない。これには二つの理由がある。第一の理由は、口径五m以上では自重による鏡の変形が著しくなるため、精度のよい大型望遠鏡を作ることが困難だったことである。第二には、この間のエレクトロニクス技

術の発展で、フィルムや写真乾板に頼っていたそれまでの観測が、固体撮像素子(CCD)などの半導体カメラに置き換えられたという事情がある。写真乾板では集めた光の一〇程度しか有効にとらえられなかったのに対し、CCDでは八〇％程度をとらえることができるようになった。光検出器の改良で実質的に観測効率を大幅に向上させることができたので、望遠鏡を大きくすることを後回しにすることができたのである。

一九八〇年代末から、再び口径八mクラスの超大型望遠鏡の建設の機運が高まってきた。これはCCDなど検出器の改良が理論的な限界に達し、一段落したためである。もはや工夫のできるところはなくなり、光を更集めてより遠くの暗い天体をとらえるには、望遠鏡の口径を更に大きくするしかなくなったのである。大型望遠鏡建設のための研究開発が進み、最先端の制御技術などを駆使することによって、八mクラスの大型望遠鏡を作ることが技術的には可能になってきた。

図1 JNLT完成予想図



## 天文分野での国際競争

米国には口径二m以上の望遠鏡を持つ天文台がかなりある。米国では望遠鏡建設は昔から大金持ちの恰好の寄付対象となってきた。経済的な野心とは無関係に夢のある天文学に名前を残した人は数多い。中でもカーネギー財団などは、パロマー山の五m望遠鏡など天文学の第一線で活躍する望遠鏡を建設してきた。次期大型望遠鏡の建設競争でも、ケック財団の寄付を得て建設が始まっている一〇m

分割鏡方式のケック望遠鏡が口径ではトップを切っている。ただし分割鏡方式のため、解像力と赤外線観測性能ではややハンディがある。このほかにも、八m望遠鏡をつくろうというグループがいくつもあり、どのグループも予算獲得と技術開発にしのぎを削っている。

欧州諸国は天文学や宇宙科学の分野では、いち早く欧州連合を形成した。西独・仏・ベルギー・オランダ・スウェーデン・デンマークの六カ国は、一九六二年には欧州南天天文台(ESO)を発足させた。これは、当時望遠鏡が北半球に偏在していたため、「北半球からは見えない南の宇宙を観測するための欧州の共同天文台」として設立された国際機関である。本部はミュンヘンにあり、南米チリのアンデス高原に世界一大規模な天文台を建設し運営している。一九八二年にはスイスとイタリアが加盟し、現在八m望遠鏡四台からなるVLT計画に着手している。日本と米国が北の宇宙を分担したのに対し、欧州は南の宇宙を分担したわけである。ESOに加盟していない英国は大西洋のスペイン領カナリヤ諸島、ハワイ島、オーストラリア、南アフリカ共和国などに天文台を建設してきた。まだ八m級望遠鏡計画は具体化できていないが、かつて七つの海を制した英国魂を感じさせる。

には一四カ国が加盟している。自然科学の国際協力が一九九二年のEC統合の一翼を担ったと言っても過言ではないであろう。

我が国では、一九六〇年に東京大学東京天文台が、萩原雄祐台長の指揮のもとに、岡山天体物理観測所に口径一八八cmの望遠鏡を建設した。当時はこれでも世界で第七位の望遠鏡であった。その後東京天文台では長野県の野辺山高原に、世界一の性能を持つ直径四五mの宇宙電波望遠鏡と一〇mの電波望遠鏡五台からなる宇宙電波干涉計を建設した。野辺山の電波望遠鏡は、宇宙科学研究所のX線天文衛星とともに、日本の観測天文学が世界をリードする時代を切り開いた。電波とX線で世界の最先端に躍り出た今、可視光と赤外線でも最先端に躍り出ようと、JNLTが本格的に計画された。国家的な計画を推進するため、東京天文台は一九八八年に国立大学共同利用機関・国立天文台に生まれ変わった。JNLTの早期実現は日本の天文学界の一致した悲願なのである。

## JNLT計画とは

国立天文台では平成三年度から八年計画でハワイ島のマウナケア山頂(海拔四二〇〇m)に、口径八mの大型光学赤外線望遠鏡(JNLT: Japanese National Large Telescope)を建設する予定で準

図2 能動光学方式のJNL T

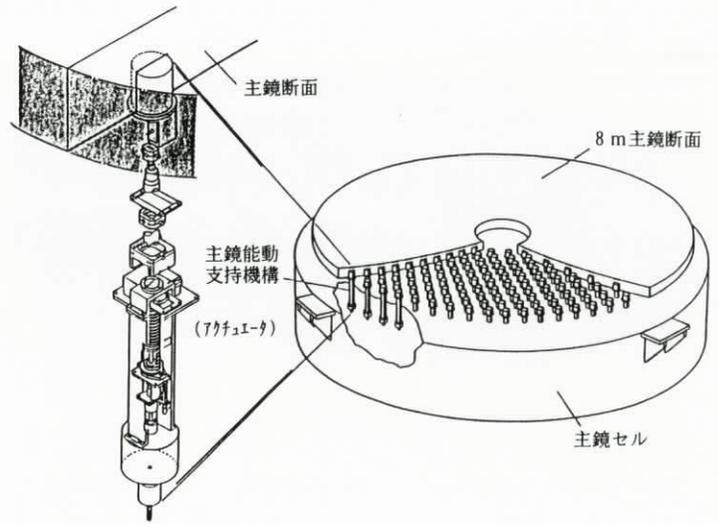


写真1 かみのけ座銀河団



かげろう越しに観測しているようなものである。理論的には大きな望遠鏡ほど解像力が高いはずだが、このため実際には口径二〇cm以上の望遠鏡の解像力には大差がない。補償光学はこの大気の乱れをモニターして、実時間で乱れを補償し、理論的境界に近い解像力を達成しようというものである。JNL Tでこれが実現すると、天体の解像力は一挙に現在の約四〇倍になる。地上からでもハッブル宇宙望遠鏡の解像力を上回る性能が発揮できるのである。

### 宇宙の果てを見る

写真1は約二億九千万光年の距離にあるかみのけ座銀河団の写真である。JNL Tはこれよりはるかかなた、一五〇億光年の宇宙の果てを見ようという望遠鏡である。一五〇億光年という距離は、光の速さでも一五〇億年かかる距離ということである。つまり、そこに見える天体は一五〇億年前の宇宙の始まりの姿を我々に見せてくれることになる。宇宙は一樣に膨張しているから、遠い天体ほど高速度でわれわれから遠ざかっている。遠ざかっている天体はドップラー効果でその光の波長が長くなってしまふ。一言でいうと遠くの天体は色が赤くなってしまふのである。従って、人間の目で見える可視光だけでなく波長の長い赤外線でも観測できることが大切になる。このた

備を進めている(図1)。この望遠鏡は一枚の鏡としては世界最大の主鏡をもつ望遠鏡となる。常識的な設計では、鏡が歪まないようにするため、ガラス材の厚さを一m以上しなければならぬ。これでは鏡だけで重さが一〇〇トンを超えてしまい、鏡をのせる望遠鏡もその台座も重くて高価なものになってしまう。そこで、JNL Tでは主鏡を軽量化してコストを抑えるため、ガラスの厚さをわずかに二〇cmと思い切って薄くする。薄くすると鏡の剛性が低くなり、鏡面が変形しやすくなる。変形といっても1mmの一万分の一程度の話だが、光の波長に比べて鏡

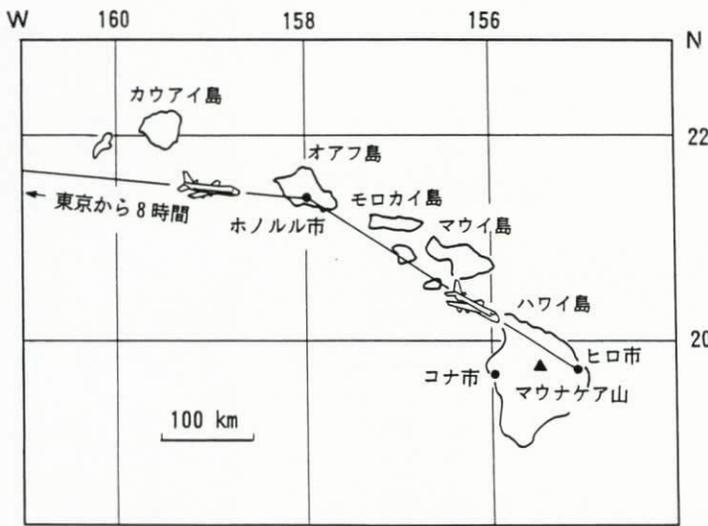
面の変形が無視できるようにする工夫が必要になる。この問題を解決するため、国立天文台では「能動光学方式」という新しい技術を開発した。これは望遠鏡の姿勢や温度環境などが変わったために鏡面が変形しても、それを正確にモニターしてコンピュータ制御で常に設計どおりの曲面になるように修正しようというものである。開発グループは鏡面を1mmの一〇万分の

一精度で測定できる装置と、鏡を支える力を一万分の一の精度で測り制御できるアクチュエータ九本を試作した。これらを直径六二cm、厚さ二cmの鏡と組み合

わせて、二三分の一の実験望遠鏡を試作し、能動光学方式で鏡面を制御できることを実証した。鏡面の研磨誤差や鏡の据え付け誤差の一部をも修正できる可能性があることも、能動光学の大きなメリットである。実際のJNL Tでは八mの鏡を約三〇〇本のアクチュエータで支えることになる。JNL Tは言わば精密なロボット望遠鏡である(図2)。

能動光学技術の延長上には補償光学(アダプティブ・オプティクス)がある。望遠鏡が完全なものであっても、地球大気中に乱れがあるために天体からの光は完全な像を結ばない。炎から立ちのぼる

図3 ハワイ島マウナケア山



め、JNL Tは可視光だけでなく赤外線でも最高の性能を発揮するように注意深く設計されている。赤外線検出器の進歩は近年著しく、既に可視光の画像と見まがうような画質のものが開発されつつある。

宇宙初期の銀河の誕生の様子を見るとと並んで、太陽のような星や惑星の生まれる様子を解明することもJNL Tの大事な観測テーマである。我々の地球のような惑星が宇宙にどれくらい存在するのかなどの疑問にも、JNL Tは手掛かりを与えるだろう。

### 海抜四二〇〇メートル、マウナケア国際観測所

ハワイ島はハワイ諸島の最東端にあり(図3)、島の中心はホノルルから飛行機で四〇分ほどの距離にあるヒロ市である。日糸人が多く人口約四万のヒロ市は、ホノルルに次ぐハワイ第二の都市とされているが、幾つかのホテル以外には高層ビルもなく、牧歌的で平和な町である。ハワイ島には北にマウナケア、南にマウナロアの二つの大きな火山がある。地球物

理学のプレートテクトニクス理論によると、ハワイ島の東海上に地中深くからマントル対流が沸き上がってくるホットスポットがあり、ハワイ諸島はマントル対流に乗って西北西の日本に向かってゆっくりと移動しているのだそうである。マウナケア山は一万年ほど前を最後に噴火活動をしていない。

ヒロ市からマウナケア山頂までは車で約二時間。途中の海拔二八〇〇mのところ、山頂の望遠鏡群の利用者のための国際共同の宿泊基地がある。これは、〇・六気圧しかない海拔四二〇〇mの山頂で眠ることが危険なため、特に作られたものである。宇宙を観測する天文学者や観測助手は早い夕食を済ませて毎夕ここから山頂に上がり、観測を終えたと明け方宿舎に戻って眠りにつく。体調によっては初めて山頂に上がると軽い高山病に見舞われ、頭痛などの変調をきたすことがある。しかしながら、平地では見られない素晴らしい日没とその後の満天の星空は、観測する者の心を奪わずにはいない。

既に、JNL T建設予定地の調査も何度か行ない、山頂の用地を借りるというハワイ大学との合意も得て、受け入れ体勢も万全である。完成の暁にはJNL Tは、北の宇宙を探る人類の巨大な眼となる。経済大国となった我が国が人類の知的資産を豊かにするのに貢献する絶好のチャンスである。皆様のご理解とご支援を心からお願いする次第である。

(いえ まさのり)

# マイクロマシン未来

渡辺 茂

(都立科学技術大学学長／  
財政策科学研究所理事長)

## 発想転換の新技术

われわれ人間の脳細胞は、約百数十億個であるといわれている。ゆえに一立方ミリメートルには少なくとも千個以上の脳細胞が詰めこまれている勘定になる。コンピュータは、この脳細胞の稠密度を目標に、過去半世紀にわたって進歩し発達してきたが、まだ脳細胞の域に達する日は遠いといわざるをえない。

脳細胞と同程度のメモリを作るためには、メモリ一個の大きさがゴマ粒かケシ粒より小さくなければならないが、このような微小物体を加工するには、どうすればよいかを具体的に考えるために、人間の手で作ったもので微小なものには何かがあるか、身のまわりを見廻してみよう。私も、「いろは」四十七文字を書きこんだ米粒を持っている。また一ミリ角ほどの詩集を持っていることも思い出す。読者の身のまわりには何かがあるだろうか。

さて、このような微小物体を加工する技術の中で、とくに最近急速に進歩した

のが、マイクロマシンである。別名をマイクロロボットともマイクロストラクチャーともいうが、この技術は、もともとICの微小化・稠密化のニーズに応じて、研究され開発されたものである。

この技術によって、ICはLSIとなり、LSIは超LSIとなり、現時点における加工精度は、すでに一ミクロン以下となつて、いまや〇・一ミクロンに近づきつつある。

以上で述べたように、マイクロマシンの製造技術は、コンピュータの高性能化のニーズに応じて進歩発達し、同時に、あらゆる電気・電子部品を改造する技術全般に大きな影響を与えた。

ここではマイクロマシンをもたらし製造技術が、技術史の視点からみて必然の成行きであったことについて、若干の考察を行う。そのために、二十世紀後半におこった製造革新の波を、つぎの三期に分けて概観しよう。

第一期は、電子回路の進展に伴う製造革新である。すなわち、この時期においては、機械の中で不便なところを電子回路に置きかえ、従来の欠点を補い、性能

を向上させようという思想が戦後の一代を風靡した。なかでも制御装置のほとんどすべてが、従来は「可動部からなる機械式」であったのが、それを「可動部のない電子式」につぎつぎに置き換えていったことは注目し値する。動く部分があるから故障するのだ、ゆえに動く部分をなくそう、という考え方である。

こういう考え方から、元来動くことで作動させたスイッチさえ、極力、可動部を少なく、可動範囲を小さくしようという努力が積み重ねられ、これが部品の製造技術に影響し、当時の技術に大きな変化をもたらしした。

製造革新の第二期は、前述した電子部品を「微小化」しようとする狙いにたいする努力である。すでに可動部分を持たない電子部品を、さらにどこまでも小さくするための様々な技術が積み重ねられたのである。この代表的な技術が、シリコンを基板とし、レジスト塗布、回路焼付け、溶媒現像、エッチング、リソグラフィ等の繰り返し（または電子線による方法）によるIC製造技術である。このようにして複雑かつ微細な電子回路が、

一ミクロン以下の加工精度で自由に製作できるようになった。さて、この時点において、さらに大きな発想の転換が行われたことは注目すべきである。それは、もう一度可動部分の意義と重要性を見直そうという狙いであった。

製造革新の第三期は、このような発想の転換によるものであって、可動部分を持つ機械を、そのまま極端に微小化できれば、性能の面から考えても、応用の面から考えても、大きく前進できるという期待が盛り上がってきた。第三期は現在はじまったばかりで、目下進行中である。

## マイクロ・パーツの出現

では機械の微小化とは、具体的に何を指すのであろう。自動車や家電製品を十分の一とか百分の一にしてしまうと、人間が乗ったり使ったりできなくなり、使用目的にそぐわず、意味を失う。したがって機械の微小化とは、まず機械部品・機械パーツの微小化が先行し、つぎに、これらのマイクロ・パーツを現在使われている機械の一部に使用し、そして全体としては、軽量化することと、多機能化することによって、便利なものを作るということではなければならない。

ではマイクロ・パーツの対象となる機械部品には、どんなものがあるか。機械部品を広義に解釈して、電気・電子部品もその中に入れるとすると、機械部品は

大別して作動部品(アクチュエータ)と計測部品(センサ)に分類される。

前者の作動部品には、軸受、スライド(摺動部)、リンク、カム、歯車、ベルト、バネ等がある。これらの部品の一例として、バネ、とくに板バネに注目し、しばらく考えてみたい。

まず幅十ミリ、長さ五十ミリ程度の鉄製の板バネを考える。以下では微小化の程度を分かりやすくするために、同形大の付箋を手元にあるカードにはりつけてみれば考えやすいだろう。いうまでもなく付箋の一端はカードに接着している。他端は自由で上下方向に可動となっている。さて、この形を、そのまま寸法だけを十分の一に縮小すると、付箋は幅一ミリ、長さ五ミリとなる。この程度の大

きさの板バネは、現代でもワープロやテープレコーダの部品として使われている。しかし、さらに百分の一(すなわち幅〇・一ミリ、長さ〇・五ミリ)に縮小した板バネを想定し、またさらに千分の一(幅十ミクロン、長さ五十ミクロン)の板バネを想定してみよう。これほど小さい板バネは現在ではまだ実用化されていないので、その大きさや性能を、改めて検討する値打ちがありそうである。

じつは、このような形の微小板バネは、ICやLSIを作る技術を使えば可能であるし、そういう板バネは、すでに試作されている。したがってスイッチとしても利用できる。微小部分の圧力の微小変化に応じて開閉するスイッチが作られる。

以上で述べた板バネと同様に、コイル型バネ、軸受、歯車のすべてにわたって、数ミクロンから数十ミクロンのものがすでに試作されているのみならず、その他の多くのマイクロ・パーツも試作されている。代表的なものを挙げると、発振器、圧力計、加速度計、バルブ、ガス組成分析デバイス、モータ、さらに、やや特殊なものとしてマイクロバルーン(燃料内蔵)等であって、いずれも百ミクロン程度のもものが多く、虫眼鏡でも、よほど注意しないと見えにくい程度の小さいものばかりである。

なおマイクロ・パーツは、センサとアクチュエータに分類できるといったが、これらのパーツを分析してみると分かるように、マイクロ・センサとしての圧力計の中に可動バネが使われているなど、センサとアクチュエータが一体化しており、これにプロセッサが付属部としてついているものが多いことを注意しておく。これを要するに、製造革新の第三期は、可動部分を含むマイクロ・パーツの製造であり、現在はその技術を生み出すことに精力が傾けられている時代なのである。

この技術によって、可動マイクロ・パーツは単独で使用されるのみならず、LSI中の一部に埋込むことによって、計測した諸量を、直ちにコンピュータにインプットし、計算した量を、その場でアウトプットするということも可能になり、広い応用が開かれることになった。

## 限らない応用面

目下のところ、マイクロマシンの製造技術の研究が盛んであるほどには、実用化されたものが多いとはいえない。何に應用すればよいかは現在模索中であつて、むしろ確実なものはほとんど存在しないといえる。その理由は、コストの割には効果のあがるものがないからである。

しかし今後利用されると思われるものは多く、その分野を仮りに大別して、「新身体技術」、「極精密技術」および「超知能技術」とし、以下、この分類に従つて、限らない応用を具体的に述べていこう。

まず「新身体技術」といふべき分野は、医療技術と家庭衛生美容技術等に分れる。この分野で第一に挙げるべきは、医療機器であつて、すでにいくつかの提案と試作が行われている。内視鏡をさらに小型にすること、とくに胃カメラを現在の半分にするだけでも患者の苦痛は激減するだろう。さらに十分の一にすれば、内蔵検査用の「のみこみカプセル」ができる。また百分の一にすれば、動脈や静脈の中を、リモコンによつて動かす「血流ポート」ができて、種々の血管に果食う病気を治療することができるだろうといわれている。

医療技術を除いた家庭衛生美容技術等の「新身体技術」の内容はさらに豊富である。「身体髪膚これを父母から受く」と

いう名文句にもあるとおり、人間であるかぎり身体髪膚に注目しない者はない。「新身体技術」はここに注目して、マイクロ・パーツを作ろうとするものである。

第一の医療技術に続いて、第二は美容技術のためのマイクロマシンである。たとえば植毛技術に使うマイクロマシンは、ある程度の構想がまとまつている。またシワトリ・マシンやソバカストリ・マシンについても何種類かの提案が出されている。これらの作業は、いずれも皮膚の一部を拡大して観察し、注射針やメスを用いて、正確に皮膚の一部を加工しなければならぬので、かなり微細で精密な動作が要求され、マイクロマシン最適活用の場となるだろう。

「新身体技術」の第三は人口皮膚を作ることである。皮膚感覚は、圧覚、痛覚、すべり覚、温覚、冷覚等があり、全身くまなく稠密に分布している。

このようなセンサー群を作ること、マイクロ・パーツの集合体を作ることであり、学問として興味があるのみならず、多くの応用が考えられる。例えば、開閉扉が確実に密着密封されているかどうか不良箇所を示すためのセンサは、この圧覚分布マイクロセンサを使えばよい。

圧覚・痛覚・すべり覚は、上述の板バネ式圧力計を使い、平面上に広く分布させる。イメージとしては、人工芝を想定し、これを百分の一か千分の一に縮小して考えればよい。ここですべり覚は、い

くつかの圧覚を周辺のICプロセッサで処理させれば実現できる。すなわち簡単な計算処理によつて、圧覚かすべり覚かを判別できるということである。

温覚と冷覚については、センサとして熱電対を使用すればよい。これにゼーベック効果とペルチェ効果を組合わせれば、さまざまな応用が考えられる。

皮膚感覚ではないが、皮膚表面に広く分布している汗腺もまたマイクロマシンを用いて実現可能である。汗腺は、ある温度以上になると、バルブが開いて体液を体外に放出するものであるから、マイクロマシンとICを用いて組立てることができる。

なおアーティフィシャル・リアリティ（またはバーチャル・リアリティともい）人工現実とか仮想現実とかと訳されている技術システムで使用するデータグローブとデータスーツに、この人工皮膚を使うことができる。現在のデータグローブは、五本の光ファイバーと一個の磁気計があるのみであつて、手や指のすべての動きを捉えてはいない。マイクロ・パーツで作った各種のセンサを稠密に分布させた人工皮膚を開発することによつて、はじめて完全なアーティフィシャル・リアリティ（人工現実）ができるというものである。

「新身体技術」の第四は、健康技術への応用である。たとえば肥満体の人が体重を減らすために、もっとも必要なことは、食事制限である。そこでマイクロマ

シンを胃の中に入れておいて、空腹感をなくし、人工満腹感を発信するようにする。しかし一方において、食欲がなくなると、栄養補給にバランスを欠くおそれがあるから、その判断も胃中のマイクロマシンで行わせ、適切に人工空腹感を発信させる。

さらに医師の処置に頼るまでもなく、それ以前の食物、マッサージ、体操等のエイドとして、マイクロマシンは多くの可能性を持っている。

以上は「新身体技術」に対するマイクロマシンの応用であつた。続いて「極精密技術」に移る。

## 極精密技術

第五の応用面である精密加工用具の開発は、「極精密技術」のなかで、まず問題にしなければならないものである。ここでは四つの例を挙げておく。

まず顕微鏡下の作業に必要な位置出し用の微小移動装置がある。現在の装置をマイクロ・パーツによつて小型化できるだろう。

つぎはレンズ等の精密曲面の加工装置であるが、NCマシンの発達によつて、この方面の技術は大幅に発達したが、正しく加工されたかどうかを計測するため、このマイクロマシンを使ってはどうだろうか。

もう一つの例は、細胞内の適切な位置

に適切な量を注入したり、抽出したりするための注射装置を挙げることができよう。

また人工衛星の構造材は、高度内部粘性をもつ高性能ダンピング材料が求められている。そこで微粒子と粘性体を立体的に組合せた特殊構造の板を設計し製作することが考えられよう。

第六の応用面として化学測定装置がある。測定する試料をどこまで少量にできるか。極端には一分子だけでも分析できるのかどうか。クロマトグラフをはじめとして、様々な高度の化学機器があるが、これらはマイクロ・パーツによって、かなりの程度に小型化と高性能化ができるであろう。

第七は、交通機関軽量化への応用である。人工衛星や飛行機はもとより、自動車や車輦、あるいは船舶等のいずれを取り上げてみても、搭載機器の軽量化は、必要であり、「超精密技術」が有効に使える。例を自動車にとると、搭載計器類は年々その数を増している。したがって、計器類のマイクロ化は、自動車の軽量化にとって望ましい。また内燃機関の各部に、きめこまかくマイクロセンサーを取りつけ、それらの計測値をICによって処理し、効率のよい自動制御を行うことができる。

さらには衝突等の事故時を記録しておくこと、事故の責任の所在を明らかにすることができよう。現在は飛行機のボイスレコーダ等、若干の記録装置が使われている

が、マイクロマシンを用いた加速度計、衝撃力記録計等を組合わせた装置を使えば、簡易記録計が作られるだろう。

## 扉は開かれつつある

マイクロマシンの応用面は広い。

最後にもう一つの「超知能技術」について述べると、第八の応用面として生物用機器がある。小鳥や昆虫のような小動物の行動を知るためのトレーサ、人工触覚用ヒゲ、また、植物用としては人工葉緑素を分布させた人工葉や、養分吸収のための人工毛根等が考えられる。

第九の応用面として分散化技術がある。きめこまかい計測によって最適制御が行える技術が確立すれば、発電所等の集中化・大型化よりも、分散化・小型化のほうが効率がよくなる場合もあるだろう。たとえば、道路全面に、前述の人工皮膚のようなマットを敷きつめておき、走行中のバス、トラック等の速度や重量を瞬間的に測定することができる。

第十の応用面として、心情技術を挙げておこう。とかく現代の技術は、人間性を無視しがちであるという非難に応え、積極的に人間の心を表現し、心のやすらぎを与えるものとして、マイクロ・パーツを使いたいということである。

原理的には人工汗腺と同じである。人工汗腺ができれば、悲しみの表現として、涙を流し、恥ずかしさの表現として、冷

や汗をかくものができるはずである。

このようにマイクロマシン技術は、予想外に広範にわたって、ロボット化・オートメーション化に新しい面を拓くであろう。そして従来のロボットがやや非人間的部分を含むのに比べ、マイクロマシンは、人間の視覚のとどかないところで、より人間的な性能を加味することまでできる。

そして、このような未来技術を進めるためには、マイクロマシンの工学的理論研究が盛んにならなければならないだろう。工作、測定、理論は、創造的研究開発の三本柱であるからである。

かくして二十一世紀のオートメーションは、人間らしい感受性に富む、心のもった技術が、このマイクロマシンによって誕生するにちがいない。

(わたなべ しげる)

# 生物系に学ぶ

# マイクロマシンニング

藤正 巖

(東京大学先端科学技術研究センター教授  
同大学医学部医用電子研究施設教授)

## 小さな機械には

## 大きな機会がある

私は人工心臓が専門であるが、一昨年は九月、東大の機械工学の中島尚正教授に、「人工心臓がなかなか小さくならないんだがどうしたらいいか」と相談したところ、小さな機械を作るには小さな部品が必要であるが、いまは小さな機械を作る方法がいろいろあるから少し調べてみないかということになった。これがマイクロマシンの世界に踏みむきっかけてであった。

こういう分野をすでに手掛けていた生産研助教授の藤田博之氏や先端研のいろいろな人が集まってディスカッションを重ねたところ、マイクロマシンというものはかなりおもしろそうだということになり、通産省の調査費がその年には付き、十二月にはシンポジウムをやるところま

でいった。同月には、研究会もということになり、マイクロマシン研究会ができ、雑誌も『マイクロマシン』というのを創刊した。

アメリカではNSF(全米科学財団)が一九八七年に、『スモール・マシンズ・ラージ・オポチュニティ』という魅力的なレポートを作り、Micro Electro Mechanical Systems:MEMSという研究会をはじめた。すなわち、**図1**に新トランスジューサと書いてあるが、半導体の製造方法で作った、動く部分を持った小さい機械を作る技術が、一九八七年ぐらいからできはじめていたわけである。アメリカのその会は、マイクロアクチュエータの会であった。ところが、日本の我々の目論見は**図1**の下方にあるマイクロロボットを作ろうというものであった。マイクロアクチュエータに関しては、NSFのその会があったし、その上の項目については、産業界の電子系の人がほ

んどやってしまっていた。しかし、マイクロロボットは未踏の分野であった。

そして、電子系の人ではなく、とくに日本の機械系の人たちが興味を持ちだしたのである。なぜかと考えるに、日本では、機械系の人ができることがなかったと言々と語弊があるが、新しい学問のジャンルがそうそう存在しないということで行き詰まりを見せていたという状況があった。

ところが、そこに新しく、また可能性にみちたマイクロマシンの領域が開けたのである。

十の六乗分の一ミリメートル(mm)のところは一ナノメートル(nm)という単位があるが、例えば蛋白の場合、大きなものでも一〇nmぐらいの大きさである。であるから、一〇〜一〇〇nmまでは蛋白工学によってモノをつくらせていくことができるのだが、一〇〇〜一〇〇〇nmから一mmの間には機械がまったく存在しない空間

図2 小さい生物や生体部品とその輸送系の寸法

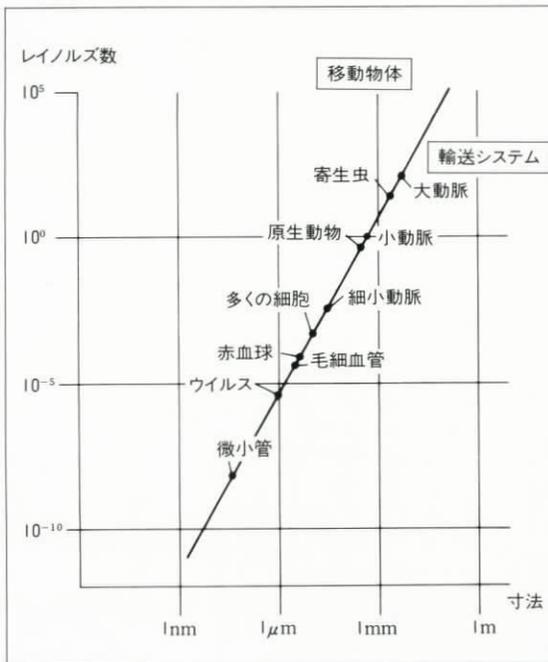
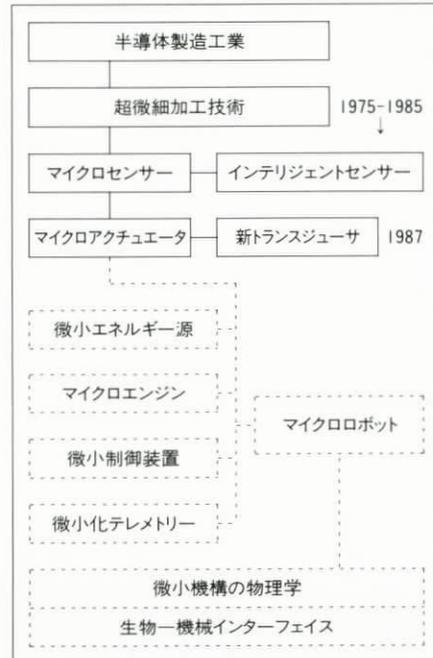


図1 マイクロマシンの技術体系



(注) 実線：現在開発中、破線：これから開発

### 機械系の発想、

### 生物系の発想

がある。そういうことに我々が気づき、機械のないこの部分で何かやったらおもしろいのではという話になったのである。

ところが、機械系から反論が出てきた。機械が微小分野に存在しないことにはそれなりの理由があるというわけである。「君たちは小さいものができると考えているが、それは電子系の発想である。電子系の場合は、演算速度を上げるために距離を短くしなければならず、小さな部品と小さな回路はいわばその結果でしかない」ということを言う。

たしかに、機械の世界が1mm以下に存在しないのには理由がある。その一つの理由として、1mm以下には部品が全然ないことが挙げられる。JIS規格の最も小さいものは二・四mmのネジである。また、機械というのは複製可能性がなければならぬ。すなわち、部品が大量に供給されるということがあってはじめて、一般機械は成立する。秋葉原に行くと部品を買うことができる機械では、どこまでいっても手工業の域を出ないのである。

部品がない理由はもう一つある。図2の横軸は1m、1mm、1μmと、10の三乗ずつ単位が下がっていくが、このように見ていくと、生物はほとんどのものが1mmから下に配管系がある。血液を通し

たりするもの、小動脈、細小動脈、毛細血管などがそうであるが、毛細血管になると5μmぐらいでしかない。

また、細胞内で物質を運んでいるマイクロチューブルいわゆる微小管があるが、これは太さが二五nmにもかかわらず、移動機械をしっかりと持っている。さらに、生物の世界には、寄生虫からはじまって、原生動物、細胞から赤血球というように微小の移動機械があまねく存在している。このように生物の世界には微小構造が存在するのに、機械分野にはなぜ存在しなかったのであろうか。

実は、話は非常に簡単である。図2の縦軸にはレイノルズ番号といって、慣性力と粘性力の比をとったものがある。ふつう我々が使っているピストンにしろ、タービンにしろ、それからモータにしても、全部、慣性力を使って動かし、たとえば車のエンジンを考えてみても、ピストンで動かしているが、フライホイールがなかったら一回ガチャんと回ったまま止まってしまう。ガチャんとやってグルッと回したのを、フライホイールによってそのまま回し続けるから、グルグルと回転するわけである。

ところが、慣性力が働くのは、レイノルズ番号が一より大きい場合であり、一より小さい場合は粘性力ばかりが効いてくる。であるから、それ以下で機械を動かそうとすると、これまでのシステムでは当然動かなくなる。ゆえに、ここからは機械がなかったのである。

さらに、もう一つ理由がある。たとえば、コップの内径を細くしていくと、表面張力で水が盛り上がる表面効果は、寸法が小さくなるほど大きくなる。長さは一乗で小さくなっていくが、体積は三乗で小さくなっていくので、微小構造をつくっていく場合、表面効果は大変なものになってしまふ。

これらの理由があつて、従来の機械系の人たちは、ここまでで機械を作るのをやめていた。しかし、医者である私には、根本に生物系統からの発想がある。

「それならば、生物が動くシステムはどういうものなのか。機械作りはそこから何を学べるだろうか」

## 微小機械の設計原理を

### 生物から学ぶ

学会旗あげのシンポジウムが終わつたあと、生物系を徹底的に調べてみようという事になった。大いにディスカッションした結果、生物は非常に小さい機構から成り立っているが、その機構を動かしている主な原理が四つあるということに行きついた。高等動物からバクテリアまで、以下の四つの原理が組みあわせて、機械としての生物をつくり、動かしているわけである。

まず、半導体のトランジスタにあたるものを機械系で表現すると、生物の場合も、アクチュエータ、すなわちエネルギーの変換機構が基本的な要素になつてい

る。

つぎに、そうした基本的部品の作り方は非常に簡単で、すべてコピーによる、ということである。鋳型作成(テンプレート)が生物の部品製造の基本原理である。

それからもう一つ、生物を構成していく設計原理として、一つ一つの動作部分が独立し自律性があると同時に、協調して動くことも可能な、自立分散型のシステムであること。

最後に、システムとしてできあがつたときに存在する潤滑機構がある。先の三つはともかく、潤滑機構まではなかなか気がつかなかつたが、今回の議論で浮上し、おおむねこれら四つの原理があるということになった。

まず、アクチュエータ、すなわちエネルギーを運動に換える機構について言えば、いちばん小さな動く機構というのは蛋白である。たとえば、細胞膜の間の蛋白のチャンネルは、エネルギーを与えられると変形し、見事なアクチュエータとして作用する。

しかし、もっと下等な、たとえば細菌では、変形蛋白質のアクチュエータを自分の移動の道具に使えないので、モーター、すなわち化学的な鞭毛モーターをアクチュエータとし、動作、移動をする。細菌というのは内部は無構造で、水のつまつた1 $\mu$ mぐらいの単なる袋であつて、それが鞭毛というモーターを持っているわけである。しかも、それは軸受けもブラシもつ

いたれつきとしたモーターなのである。

この細菌のモーターというのは、右回転すると鞭毛がそろつて一方方向に行くが、反対に左回転するとバラバラになつて止まるというだけの簡単なものであるが、餌も探せるし、それだけの機構でもちゃんと生きていく。最近では、この鞭毛モーターが非常に注目されており、分子生物学では分子モーターの開発がすでに大型プロジェクト化している。

また、磁性細菌がもっている磁石というのもある。磁性細菌は水たまりなどにいる細菌で、体長わずか1 $\mu$ mしかないものであるが、この細菌の磁石(40nm程度の大きさ)は非常にさまざまな分野で応用可能であろうと言われている。たとえば磁性材料であるテープを作っている人などでもないへん興味を持っている。

この磁石を大量に採取する方法を考えている人がいる。磁性細菌をやっている農工大の松永稔さんと、これは文部省の重点領域研究になっている。すなわち、動物のナビゲーションはすべて磁気でやっているから、ナビゲーターを作ろうとかが、この細菌は一つずつきれいにカプセルに入っている(膜で包装されている)ので、これを修飾していろいろなことができるかと、この磁石が一行に並んでいることから、磁場のなかでうまく加工してやると組み合わせでいろいろなことができるのではないかと、といった研究である。

磁性細菌の磁石は、一つ一つが四五nmから八〇nmというようになり決まった大きさのものである。ところで、なぜ細菌が磁石を持っているのだろうか。

水の表面と深部の間に、ちょうど酸素濃度が一定の層がある。ほんのわずかのその酸素濃度の一定のところしか、この細菌は住めないのである。力の弱い細菌であるから、放っておくと地磁気の方角に向けて並んで、常に一定方向にプロペリングして、一定の水位のところから保って生きているのである。

この磁石は膜をかぶっているの、きれいに分離できる。そこで、大量に採取し、機械を作ろうという発想が出てくるわけである。

## 「蚊」は医療用マイクロマシンングのアイデアの宝庫

さて、人間など高等動物の細胞は真核細胞といい、細菌のように液体のつまった無構造の内容物ではない。水は入っているが、非常に高次構造を持った、いわば都市のようなものであって、そんな複雑な中では、回転体のモーターを持つわけにはいかない。

ではどうするかというと、二五nm、すなわち一〇〇万分の二五mmのチューブリンという微小管が細胞の中にあり、それがものすごく大きな働きをしている。その表面に蛋白がついていて、エネルギー

をもらうと蛋白が振れる。細胞の中で、分子がエネルギーを使って運ぶものを手渡しをしているというシステムである。

これが組み合さって、細胞の中ではないいろいろなものを動かしている。いちばん代表的なのは、我々の喉などにある繊毛、また精子の尾も同様である。

運動の原動力といっても二五nmのこのまでの世界になると、人間がまねてシステムを作ろうと思ってもできないが、筋肉ぐらいであると可能性は大きい。筆者は人工心臓をつくろうとしているが、心臓は長さが二・五 $\mu$ mの太い繊維と細い繊維の二種類の繊維が何十万本と束になって、動いている。しかも、これがわずかに二割縮むだけで、筋肉運動を行っているわけである。

筋肉の収縮のシステム図を機械工学をやっている人に見せると、まさにリニアの静電モーターのストラクチャーそのものであるという。であるから、機械工学者にとつては筋肉の構造は非常に魅力あるものなのである。

一方最近になって、筋肉生理学においては、筋肉がどうして収縮するのかが分からなくなってしまう。従来筋肉が動くメカニズムと考えられていたものが実は違うことが判明し、原動力が何かわからなくなってしまう。あるいは、静電力で動いているのかもしれない。現在知られている知識では、量子力学的なノイズレベルで確率的に動いていることらしい。マイクロマシン開発をめざす我々と

しては、筋肉と同じようなもので何倍かのモデルを作り、電圧をかけてやれば動くのではないかと当然考えるわけである。現実に動くものを作っている人もいて、十グラムぐらいのものを薄いフィルム状にして、ズルズルと引き上げるものができている。日本は、こうした点、とても出足が早いといえる。

しかし、一本一本の繊維を作ることには可能でも、組み上げた時にはたしてスムーズに動くという保証があるかどうか。そこではじめて摩擦とそれを解消する潤滑という問題が起こってくる。生体は、電氣的に、あるいは化学的になんらかの潤滑方法をもっているはずである。大型機械的な発想では考えられない、摩擦の解決方法があるはずである。

しかし、このメカニズムの解明がなぜ難しいかというと、いままでも生物を機械を作る目で見えた人は誰もいなかったということがある。だから、生物の教科書をいくらひっくり返して見ても、なぜ、アクチュエータの複合体である筋肉がスムーズに収縮するのかわからない。筋肉のユニットがいかに動くかは分子生物学者が調べ上げているが、それが組み上がったどうなるかということ考えた人はいないのである。実際、小さい機械をつくらせて組み上げてみたらかわがるが、摩擦で動かなくなってしまうし、また、各ユニットに対する指令系統もどうやって作っているかわからないのが現状である。

そのあげくに、日本の機械工学者は生

物をもう一回見直さなければいけないことに気がつき始めた。機械工学者たちは突如として目の前に開けた巨大な技術空間、そしてそれらが生物のなかにあることに気づき、夢中になり始めた。

生物から学ぶという意味では、私がマイクロマシンをつくるきっかけになったのは、人を刺している「蚊」の写真であった。

レナート・ニルソンというスウェーデンの有名な写真家が撮った走査電子顕微鏡による写真がそれである。足で支えて人間の皮膚に刺しているところがリアルにわかるが、その口吻を見て驚いた。口吻内部に皮膚を切開するためのノコギリがついており、切開口から吸血管が差し込まれている。それらの部品はあまりにも人間のつくった工作機械に似ている。

そこで、寸法の小さい部品をつくる手法があれば、痛みなしに注射できる針がつくれるであろうと考えたのである。インシュリンの注射器を作っているメーカーにこの写真を見せたところ、作ってみようということになった。糖尿病患者は毎日インシュリンの注射が必要である。この蚊に学んだ注射器改善プロジェクトが実現化されれば朗報となるであろう。

また、蚊にはセンサーがたくさんついている。温度センサーは $0.1$ 度ぐらいの感度をもっている。また、化学センサーは、小さな穴が開いていて、そこを通れる分子が中の繊維にあたって、チリチリと神経シグナルを出すものである。

外壁は皆キチン質であって、キチンは生体の中でも硬い構造物であるから、マイクロマシニング化の際のモデルとして期待されるころ大であろう。さらに風速センサーあり平衡桿ありで、蚊は機械工学にとつてヒントの山といってもよいのではないかと思う。

## マイクロサージエリーと 臓器修復工場

こうして機械を微小化していくことによる最も有望な応用領域は、やはり生体に関するものであろう。

部品が小さければ、それだけ動きがスムーズな、われわれの体の機構に近い機械ができる。また、体に馴染むということとは、体の中により入れやすいということとも意味している。たとえば、我々のところでは内視鏡の開発を手掛けているが、心筋梗塞の治療で冠動脈を見る内視鏡というのは直系 $1\text{mm}$ の中に八本ぐらい線が入っているものである。それを冠動脈に入れて先を曲げたりするなどというのは、マイクロ化した機構がないととても不可能である。この機械は特許を取ったが、自由に曲がって、どこへでもスルスルと入る。

また、たとえば人工心臓にしても、既存技術ではモータなどの制約があつて小型化は限界にきている。モータだけで現在の心臓サイズの大きさが必要なので、とても胸腔に入る人工心臓はできない。

しかし、ここで発想の転換をし、生体の心臓にあるような、小さい収縮機構の集合体である筋肉をつくつてやれば、体の中に入れることも可能になる。エネルギー変換システムのための部品の思いきつたマイクロ化ということである。

また、手術のやり方もマイクロ化で飛躍的に変わっていく。顕微鏡下でおこなわれる手術をマイクロサージエリーといい、これは現在既に行われているものがあるが、スケールダウンにどうしても限界が出てくる。たとえば、波利井清紀さんという、世界一血管縫合がうまいといわれる東大の形成外科の医者がいるが、彼の使っている針は寸法が $200\mu\text{m}$ しかないもので、これを使って、手で $600\mu\text{m}$ の血管を縫うわけである。しかし、ここが限界で、それ以下になるとまず針がないし、仮にあったにしても肉眼で見えて手術するのは不可能である。

そこで、マイクロマシニングによってその限界を超えることが我々に期待されているわけである。例えば、テレビの画像を目の前に持つてきて、双眼で立体的に見ることができるようになっておき、手を動かすと、その $10$ 分の $1$ のスケールで動くミニチュレータを作ってくれという要望がある。そうすれば、今の $10$ 分の $1$ の太さの血管でも縫えるというわけである。 $10$ 分の $1$ の血管が縫えるというわけがあるかという、例えば指が切断されたりした場合、元どおりに付けることができる修復の可能性が、従来よりずっと

高くなるということである。こうして、マイクロサージエリー技術を、さらに微細な部分まで操作可能にする、立体視の下でのテレオペレーション、遠隔操作技術が近未来には広く行きわたるのではないか。

さて、体内から臓器を取り出し、取り出した臓器を体外で修復することも可能ではないかという発想が未来的イメージとしてあるが、その際にもやはりマイクロマシン技術が必要になると思われる。すなわち、無菌の人工生体環境のなかで、微細な手術が遠隔操作でおこなわれることになるわけで、いわば臓器治療のためのマイクロ工場といえよう。

そうなると、既存の医者や治療とはかなり違った治療が出てくることとが考えられる。体の外に出した臓器にはもはや個性がないので、既存の治療法にとらわれる必要がないからである。肝臓を取り出して、完全に体と同じようなコンディションを保った機械のなかに入れて、治療してから戻してやる。心臓でも同様である。いささか気味の悪い世界だが、そういう技術もできるだろうと思う。

## 生物進化の

### 次に来るもの

現在、医療分野で行われている治療の二つの方法、治療と投薬はかなり前近代的なものである。外科手術を考えてもら

うといいが、人間の体をひとつの大きなビルと考えた場合、たとえばビルの空調機が壊れた場合なら、我々はまずライフラインにあたる場所を全部止めた上で、機械あるいは部品を交換して直す。

ところが手術の場合は、まず天井をはぐところから始めるわけである。それから大きなクレーンで壊れた部分を取り出して、そこへコンクリートを詰めるというような治し方をやっている。これをやめて、体の中に入れて治療する小さなゾルデを作れば、不要ないじりかたをせず済むのである。

このように、生体内部から修理を行うのも、マイクロロマシンの得意分野といえるであろう。内視鏡による治療がそうであるし、また、ドラッグ・デリバリーの専門家もこの分野にたいへん興味を持っている。マイクロロマシン学会でも、阪大からのチームが、どうやって体の特定の部分に小さな機械を送り込んで、そこで薬を放出させるか、かつ、作業終了後は壊れてなくなるにはどういうものがあるのかなどの、薬剤運搬システムに関する研究の論文を出してきている。

体の中に入れるものに関しては、「ある一定の寿命を持った機械」という条件がとりわけ必要である。しかも一個や二個でなく、たとえば一万个作って注入し、それらが集合して仕事をし、ある一定時間たったら消失するというシステムが理想的であるが、これなどはまさに生体の代謝系と同じ発想である。

また、人工心臓をモータを用いてつくする場合、モータが壊れたら一発でおしまいであるが、生体の筋肉であれば一部壊れても他の部分は残って活動するので、ある一定時間は保たせることができる。

生体系では、心筋梗塞のように一度にダメになるということは割合としては少ないが、そのような自立・分散性も、生体に学べばマシンに持たせることが可能である。

以上のように、生物系のメカニズムを研究することは非常に重要であるが、従来は生物は機械を作るという視点から見たことがなかった。その逆であるところの生体機械論は古代からあったが、機械を作る目で生物を見た人はいなかったのである。

おそらく、我々の時代において初めて、生物進化の次にくる段階を見ることができるといえるであろう。

小さい元素から始めて重元素ができ、化学化合物ができ、高分子化合物ができ、そして生物ができてというように生物は進化してきた。この生物進化の次のステップが我々の世紀で見えるかもしれないという予感がある。蛋白質学者は蛋白質生物を作ろうと思っているが、我々マイクロマシンに関わる者は、限りなく生物に近い機械、すなわち自律系の機械を作るテクノロジを近未来にイメージしているし、またそこがマイクロマシンの目指すところと思っている。私は、基礎科学者としてそれに賭けたいと思っている。

現在が、世紀末だからというわけではないが、これまでずっと我々は利潤追求型の「技術革新」を目指す方向をねらってきた。しかし、いま我々が研究者として必要なのは真の「技術革命」を目指すことである。

そういう意味で、マイクロロマシンの世界には、ものづくりのほんとうの醍醐味がある。これは大きな産業になりうると思うし、パラダイムシフトが起こるとすれば、まさにこういうジャンルで起こるのだろうと思う。

そして、このパラダイムシフトを「生物の時代の向こうへ」と私は呼んでいる。いまバイオテクノロジーは全盛期にあるが、二、三世紀先には何が隆盛であるかと考えると、人間のつくったものの進化、すなわち人工物の進化が来るであろうと思う。さらに先には、人間自身の進化があるかもしれない。それらの兆しは多分、我々の時代に見えるのではないかと思っている。

(ふじまさ いわお)

# マイクロマシン技術と

## その応用領域

中島尚正

(東京大学工学部教授)

### 「LSIから」小さな機械へ

技術者にとって、機械を巨大化するこ  
とは一つの夢であるが、他方、マイクロ化  
することも昔からの夢であった。しかし、  
実際にやってみようとするとはそれは想像  
以上に難しく、この数十年ぐらいはおそ  
らくあきらめが支配的であったかと思  
う。それがここ数年、LSI技術の応用が  
トリガーになり、可能性が見えてきた。

我々、機械エンジニアは眠りから覚ま  
されたような感じであり、いささか興奮  
味であるといつてよいであろう。

機械を小さくするのは難しいといつて  
も、VTRとかテープレコーダなどは  
年々小さくなって、パスポートサイズの  
テレビカメラなどもできているが、我々  
が対象としているのは、ダイナミックに  
動き回る、一般にロボットと言われてい  
るような機械であり、そうしたものの小  
型化は非常に難しいのが現実である。

そこへ出現したのが、LSIを使った  
小さなモータで、これはカリフォルニア  
大バークレー校やMITなどの研究によ  
るものであった。クリーンルームの中  
で、一辺が約五ミリの角のICチップに微細な  
加工を施すもので、材料はシリコンのウ  
エハー、大きさは回転するロータ(回転  
子)の部分の直径が五〇ミクロンである  
から、髪の毛の太さの何分の一というも  
のである。このクラスのモータになると、  
普通の電磁力はあまり有効ではないので、  
静電力を使ったモータになっている。

もつとも、こうした微細加工は、セン  
サーの分野では相当実用的なものになっ  
ている。たとえば、最近出回っている電  
子血圧計は、中に半導体を使った微細な  
圧力計が組み込まれており、非常に感度  
よくセンシングすることができる。圧力計の  
原理は、薄い膜が圧力差によって曲るの  
を、ひずみゲージなどを用いて検知しよ  
うというものである。

従来の加工法であると、まず孔を掘っ  
て、その上に膜を張るのであるが、シリ

コンの加工法では、エッチングという独  
特の技術を使う。面の上に必要な膜を施  
し、酸を使ってエッチングすると、特定  
の面だけが削れていく。そういう方法で  
落とし穴のようなものをつくるわけであ  
る。

また、一ミリ角ほどの大きさの中に、  
こういった圧力センサーを数十個配置し  
たものの試作例などもあるが、おそらく、  
細い液体の流れの流速分布などを測るの  
に使われているのではないかと思われる。  
磁気ディスクの読み取りヘッドの部分  
にはコイルが使われているが、ヘッドを  
小さくすると、もはやコイルを巻くこと  
は不可能になるので、シリコンの基板の  
上にコイルに相当する導体を形成し、あ  
わせて磁気の回路をつくる。そういう方  
法で、小さな磁気ヘッドの先を製作して  
いる。

磁気ヘッドは、非常に微細な密度を要  
求されることと、流体力学的な力でクリ  
アランスを保っているため、小さくする  
必要があって、それをシリコンでつくる

わけである。

こうしたものは、いずれもLSI技術  
を応用したものであるが、本来のLSI  
は、多層に積層したものに動きがない。  
これに対して、シリコン・マイクロマシ  
ニングの場合は、各層の間にクリアラン  
スを与えるというプロセスが一つ加わっ  
ている。

こうして、小さな機械が実現できると  
すれば、サイズが小さいということをも最  
大限に活用して応用を考えるのが自然な  
行き方である。現在、医学の分野ではこ  
の技術を使って、外科的な手術を内科的  
な治療に置き換えられないかということ  
に関心が注がれている。この応用は映画  
「ミクロの決死圏」をイメージしてもら  
うと分かりやすいかもしれない。

我々も当初は「ミクロの決死圏」の実  
現を夢みたのであるが、血流は小さな潜  
水艇にとっては相対的にはものすごい流  
れであって、それに逆らって自由に動き  
回することは、エネルギーのバランスから  
いって実現はまず不可能かと思う。

生体のミクロの世界で動いているものは、環境に逆らわないで、流れに身を任せているのではないか。自然の成り行きでそうなっているという気がするのである。小さいものをつくって、血流に流されて、動脈から静脈を経てまた取り出すことも理論的には考えられなくないが、途中にある毛細血管は赤血球がようやく通れるぐらいの太さということなので、当面、それは実現できそうもないことがわかった。

サイズが小さいというこの利用としては他に、原子炉の中にカプセル状の小さなロボット形のを埋め込み、中を点検、清掃して戻ってくる機能を持たせるなどというものが考えられる。

また、細胞融合装置なども、こういったシリコンの加工装置を使って試みられているが、これは、ほぼ実用化しているといつてよい。すなわち、シリコンの基板に小さな孔をたくさんあけたものを使って、二種類の細胞を一つずつ一つのセルに入れるといったものが、日立の中央研究所で試作されている。その場合、細胞を小さなセルに入れるのに、バラバラになって液体の中に漂っている細胞を、負圧によって小さなセルにおびき寄せるといった方法が使われている。

## 「知恵ある機械」——機械のインテリジェント化

小さいということを利用するだけでは

マイクロマシンの可能性を十分利用していることにならないと、我々機械工学者は考えている。小さくしたいという狙いの奥には、機械をより使いやすく、すなわち、インテリジェント化したいという欲求がある。知恵をつけて、機械が生体に近い判断ができるようにしたいという願いがあるわけである。

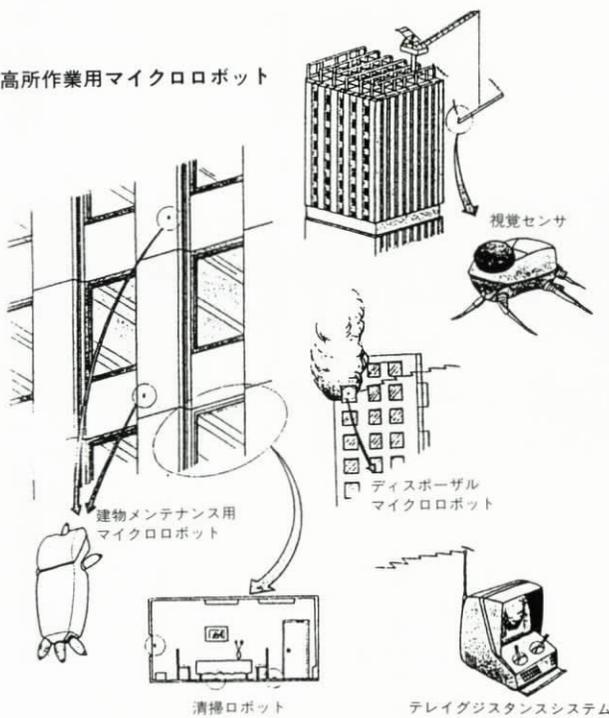
しかし、それを狙うと、機械の中に収めるべき部品などが増えて、どうしても大きくなってしまふ。モータなど、さまざまなメカニズムは、現在の技術でギリギリまで小型化されているので、それ以上小さくすることはまず不可能である。さらに、インテリジェント化を狙えば本

体は概ね大きくなってしまひ、本来の目的が達せられないということが、いろいろな経験でわかつている。

たとえば、最近現れてきたほとんど全面ガラスでできた温室のようなビルの場合、なるべくガラスの透明感を損なわないという設計思想を尊重して、できる限り余分なものをつけないことにすると、人がその上に乗ってガラスを磨くことができるようにするための窓枠なども付けられない。

こんな場合、気のきいたオブジェ風の小さなロボットに掃除をやらせるといふ発想がある。通常は飾りを兼ねて止まっている、気がつくくと位置が変わっており

図1 高所作業用マイクロロボット



その間に掃除もされている、というものが、従来の技術ではインテリジェントで小さいものはできなかった。

ほかに、たとえば高速道路が山間部を通るときに、最近では百メートル近い橋脚を建てることがあるが、足場を下から組んで造ることは経済的にも非常に難しいので、つくられつつある橋脚に支柱をつけ、そこに油圧ロボットのようなのを取り付け、少しずつ型枠を上げていく工法をとっている。上ができると、そこにまた柱を継ぎ足していくという方法をとっている。

そうしたジャッキにもっと気のきいた動きをさせようとすると、インテリジェント化の常で大型化してしまひ、とても使えるようなものではないのが現状であった。こんな分野にもマイクロロボットの活躍は大いに期待できよう。

もともと、機械設計分野では、大型化よりも小型化のほうに難しいというのが常識で、現在ある機械を二倍にするのと半分にするのと、どちらが難しいかというところ、半分にするほうが圧倒的に難しい。それが、微細化技術、すなわち、機械を構成するさまざまなエレメントその他の技術が整い始めてきたことによって、可能性は大いに出てきていると思われる。

インテリジェント化を目指す場合、まず第一に狙うのが「自律分散化」機能ではないかと思われる。機械自身にある程度技術的な行動、判断をする機能をもたせ(機能分散)、また、それぞれ独自に存

在しうる自律性(オートノミー)を持つたものとしながら、同時にグループで行動し、群れとして所定の機能を果たさせるものである。

アメリカのワシントン大学で二十年近く検討されてきて、最近ついに挫折したと聞いている、完全埋込み型の人工心臓がある。動力用にスターリングエンジンという特殊なエンジンを設けており、それでポンプを動かして心臓をサポートするというものである。これは、自律分散とは正反対のフィロソフィに立つものであって、万が一にも、ポンプやエンジンの一部品が機能しなくなれば心臓が停止してしまうので、きわめて高い信頼度が要求される。そういう意味で、もともと不可能なところを狙っていたのではないかと言われても仕方がないであろう。

これに対して、自律分散型のマイクロマシンの発想に立つもう少し現実的な提案が、東大医学部医用電子施設の井街助教教授らによってなされている。これは、対象臓器ごとに小さな人工心臓を分散させて配置するという考え方であって、こうすれば、一つの心臓が壊れてもほかでサポートすることができ、要求される信頼度を軽減することができる。さらに、従来の心臓ではできなかった流路、流れの分布を変えることも可能となる。胃が悪く、胃の部分に血流をより流す必要があるれば、それなりの処置を取ることができる。これは臨床的にも非常に大きな意味があると思われる。

## 自然界に学んだマイクロロボットたち

たとえば潜水艇を考える場合、必要とされる機能をすべて一台の潜水艇に盛り込もうとすれば、技術的に非常な無理が生じる。これを、十センチ角ぐらいの小さな潜水艇をたくさんつくり、集合体としてグループで行動させると、従来の技術では到達できなかったようなレベルが比較的容易にクリアできる。

このシステムの場合、大陸棚の水深百メートルぐらいのところ、マイクロロボット群に海底探査をさせ、収集した漁業、生態などに関する情報を、中継用以待機しているロボット群に伝える。数十メートルぐらいの距離であれば、ごく一般的な民生用の超音波機器で十分伝送が可能であるが、数キロぐらい、あるいはもっと離れても情報収集ができるようになるには、高価な軍事用の超音波技術が必要になる。海面近くにいる中継ロボットからは、電波でさらに海上基地や地上

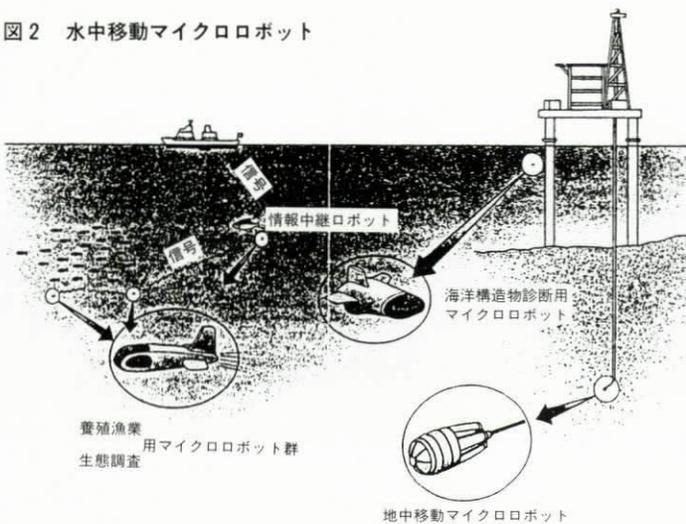
基地へ情報を発信する。

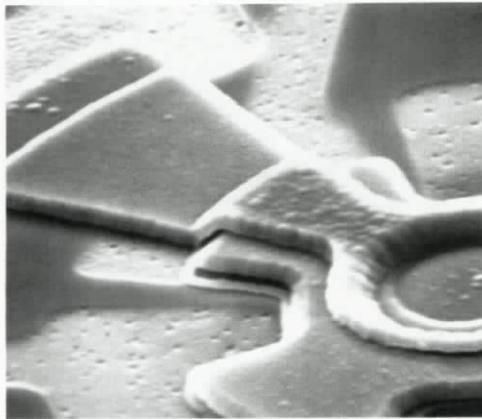
このシステムは、動力の点でも、難しい問題を解決している。たとえば、二日ごとにローテーションで移動させれば、海面上のロボット魚は日光浴をして、太陽電池で充電させることができるであろうし、特殊なスターリングエンジンを使うと、温度差発電をすることも可能であろう。このように、ごく小さなロボットを群にして行動させることができるようになれば、一つ一つの要素の機能は比較的低くても、全体としては相当高い機能をもたせることができる。「水中移動マイクロロボット」はそういう一つの例ではないかと思う。

日本は海に囲まれているので、こういった海洋プロジェクトに向いているとアメリカ人からも勧められているが、一方ハイテク農業国アメリカでは、農業分野でマイクロマシンを使おうという動きが見られるようである。

たとえば、赤外線放射装置をLSIでつくってミツバチの背中にのせたものがある。このLSIには太陽電池がはめ込まれており、これを電源として用いて赤外線が放射されるので、ミツバチの居所を知ることができる。ミツバチの生態観察が目的であるが、ミツバチは昼間だけ行動するので、太陽電池があれはいいわけである。この装置では情報収集のレベルに限られるが、たとえば、さらにちょっとしたメカニズムを加えて、羽の動きを邪魔する、あるいは触覚をさ

図2 水中移動マイクロロボット

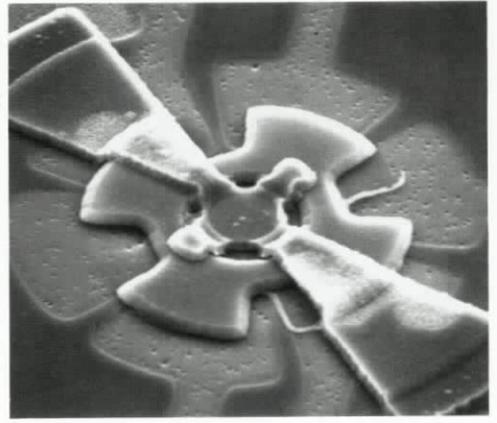




◀写真2  
ロータと軸押さえ部分の拡大写真。  
軸押さえとロータとは接触しておらず、トンネル状になっている

写真1▶

静電モータ。ロータ(モータの回転部分)の直径は100 $\mu$ m  
◀上智大学理工学部庄野研究室製作▶



わるなどして、ミツバチの動きをコントロールすることも決して不可能ではなからう。それによって、害虫を駆除するか、仲間を連れて移動させるといったことも可能になるのではないだろうか。

このロボットを人工的につくろうと思っても、現在のところはまだ技術が出そろうていない。脳に相当するところはある程度技術ができて上がっているが、アクチュエータ、すなわち筋肉に相当する部分はまだまだ全然できていないので、昆虫の力を利用して、インテリジェンスの部分だけ機械に置き換えるという発想になっている。考えてみると、人間は昔から農耕などに動物力を利用してきたわけで、昆虫のパワーを使うこともあながち間違っていないのではないかと思われる。

### 山積する動力源の課題

先ほどの「水中移動ロボット」を構成する、大きさが十センチぐらいの潜水艇でも、従来の機械設計の常識が成り立たないような面が多分にある。たとえば、水面上に少し艇体が出ているような場合に、表面張力の影響が無視できないときがある。

カリフォルニア大バークレー校では、毎分約三百回転するモータを作ったが、もし理想的に摩擦を除くことができれば、毎分二万回転ぐらいが期待できるはずである。電圧についても、百ボルトこそ

この電位差で回らなくてはならないのに二百ボルトぐらい必要になっている。これも、摩擦の問題が解決されていないためである。

材料面でも、シリコンは非常に加工しやすいが、反面もろいという欠点があり、エッチングなどをする場合、シャープになった角からひび割れが成長するようなことがある。現在では、極端なケースでは安全率を千ぐらいかけないと信用できないという問題がある。

シリコンを使ったメカニズムに関しては、現在のところ、カリフォルニア大バークレー校がいちばん進んでいるのではないかと思う。くし型の電極の間の静電力を利用して、振動によって位置を制御するメカニズムを開発している。接触部分が固定端以外にはないので摩擦を避けることができる。通常の位置決め機構に比べて非常に大きなシステムに見えるが、摩擦をなくすためにはここまで考えなくてはいけないという例である。

現在、私の研究室では、エンジンの小型化にも力を注いでいる。

それは、スターリングエンジンという特殊なエンジンである。たとえば注射器の中に空気を入れて外から加熱すると、空気は膨張してピストンが外に押し出され、また冷やすと、大気圧に押されてピストンは中に入ってくるが、そのように中に閉じ込められた気体の温度変化を圧力変化に変えてパワーを取り出す方法である。実際には、エンジンに加熱部と冷

却部を設けて、両者の間に温度差を与えて運転する。

スターリングエンジンは、内燃機関が実用になる以前、一八一六年と言われているが、イギリスの牧師のスターリングが発明したエンジンであって、厳密に熱力学の計算をしてみると、カルノーのエンジンに相当する効率を期待できる。

スターリングエンジンはいろいろな問題があつて未だに実用化に至っていないが、小さくすることによって実用化の糸口がつかめないかと、我々は考えてみた。試作したエンジンは、従来のものと比べて大きな違いがいくつか見られる。一つは弾み車を持っていないことである。弾み車は慣性力を利用するものだが、小さくした場合は慣性力がほとんど期待できないので、回転力の利用をあきらめ、往復力を使うこととなった。

また、一般の熱機関では、熱伝達をよくするためにフィンや小さなパイプをたくさんつけ表面積を広げる。しかし、エンジンを小さくしていくと、体積に対する表面積比が相対的に大きくなるので、冷えやすくて暖まりやすくなる。つまり、特別な仕掛けはせずとも、マイクロロ化によって熱が伝わりやすくなる。

他に、往復の固有振動数は、中のガスの容積などで決まるが、同時にスケールに反比例して高くなるという傾向がある。マイクロ化によって熱が伝わりやすくなるのは大変結構だが、固有振動数が高くなってしまふ点には非常に難渋し、それ

を避けるために、マグネットのようなもの  
を仕込み、振動数を一ヶ台に抑える  
という苦勞があった。

また、熱に関しても、熱伝達がいいと  
いうことは、反面、熱を閉じ込めようと  
すると逆に非常に難しくなるわけである。  
ピストン後尾を一生懸命冷やしても、あ  
るいは加熱しても、ほとんど熱が移動し  
てしまつて、そこにまた、従来の設計  
とは別の難しさが出てきているのである。

参考までにいうと、スターリングエン  
ジンは、一時期、実用になりかけたこと  
がある。一九二〇—一九三〇年代にあつ  
た、アルコールを使って小さなエンジン  
を回して、扇風機として使おうという試  
みがそれである。オイルショック以前は、  
スターリングエンジンは爆発的な燃焼を  
必要としないので、大気汚染度が低い、  
また騒音も少ないということで、フォー  
ド、GMなども自動車用に真剣に検討し  
ていたが、マスキー法などが制定され、  
それどころではなくなつたので、残念な  
がらアメリカでは研究は完全に下火にな  
つた。日本のアイシン精機は、現在も研  
究を続けて、世界の自動車用スターリン  
グエンジンの研究をリードしている。

## 機械工学の最後の夢 「四口増殖pne機械」

機械のマイクロ化の狙いとして、自律  
分散機能の次の課題は、機械に代謝機能  
を持たせることであり、さらに先を考え

た場合には、機械に自らを増殖させると  
いうことである。増殖機械は我々エンジ  
ニアの昔からの夢である。

これに関して、一九五一年にフォン・  
ノイマンがセルラーマシンというモデル  
をつくり、数学モデルとしては増殖機械  
が可能であることを証明している。おそ  
らくそれに刺激を受けたと思うが、ノー  
ベル物理学者のファインマンが一九五九  
年に、原子を直接操作することによって  
機械をつくることは、現在の物理法則に  
照らしてみても不可能ではないということ  
を述べている。

その後、工学の世界では、そうした分  
野に関心をもつ人はあまり出てこなかつ  
たが、おそらくバイオテックノロジーの  
華々しい成果も手伝って、また、政府等  
も関心を持ち始めたことにより、最近、  
また注目され始めている。

一九八六年にアメリカのK・Eドレク  
スラーというまだ三三、四歳のAI研究  
者が、『エンジンズ・オブ・クリエーショ  
ン』という本を出した。原子の物質構造  
を制御することによって、分子のオーダ  
ーの機械をつくらうという提案をして、  
関係者の中で非常に注目されている。

ドレクスラーの提案に対しては、アメ  
リカ国内でも評価が二つに分かれており、  
こういった動きを完全に無視するグルー  
プと、これはおもしろいと関心をもつグ  
ループと両方があるようである。

ドレクスラーは、一辺が一ナノメート  
ルのダイヤモンドブロックを機械の基本

として想定し、分子間の微弱な引力であ  
るファン・デア・ワールス力をうまく使  
って支えられた回転ベアリング、分子で  
つくられたシャフト、ウォームギアや分  
子を周りに配置した振動モータなどを設  
計している。こういう方法を用いて、非  
常にシンプルでマイクロな機械をつくるこ  
とにより、インテリジェント化し、自律  
分散、代謝はむろんのこと、さらに究極  
の夢である増殖さえもやつてのけようと  
考えているわけである。

その場合に、いろいろなアプローチが  
考えられるが、ファインマンが当時提案  
したのは、まずロボットのような機械を  
つくり、そのロボットで自分よりも一回  
りも二回りも小さいロボットをつくる。  
さらにそのロボットで小さいロボットを  
つくるということを繰り返していつて、  
原子一つひとつを操作できるような機械  
をつくってはどうかというものであつた。  
しかし、それではどうもうまくいきそ  
うもないとドレクスラーは考えている。  
ドレクスラーは、セルフ・アセンブリー  
という言葉を使っているが、ちょうど結  
晶の成長のようなメカニズムを使って、  
分子が自発的に結合して育つような構造  
の集合体をつくることを提案している。

たしかに、原子一つひとつを操作しよ  
うとすると、天文学的な、膨大な時間がか  
かってしまうことが予測されるので、そ  
れを避けるためには、小さいものをいく  
つかつづけておき、それ自身に反応させ  
てねずみ算的に増やしていくという方法

をとる方が効率が良い。

ドレクスラーが説明に使っている図に  
よると、たしか三十四種類のプロテイン  
と二十一種類のプロテインを、それぞれ  
エレメントとして用意して集めると、電  
氣的な力と形状といったいくつかの条件  
が合ったところで、セルフ・アセンブリー  
が始まる。そして、RNAモレキュ  
ールといったものができ、リボソームの  
サブアブリエームがそれぞれでき、さ  
らにそれからリボソームができる。こ  
ういう生物のプロセスをモデルにして機械  
をつくらうということを言っている。

こういった機械を実現するためには、  
二つの方法があり得るであろう。一つは、  
エレメントをつくって、純粋に分子化学  
的な方法でアセンブルしていくもの。し  
かし、それがすぐには実現可能でないと  
すれば、STM(トンネル走査顕微鏡)  
などが原子のオーダーでポジショニング  
できるということを使って、原子と原子  
が反応しやすいように相対位置を決めて  
やつて、人工的にアセンブリーの手助け  
をすることにより、有効なプロトタイプ  
のユニットをつくる。そして、それらを  
組み上げて大きな機械のレベルにまでも  
ついでいこう。こういうことをドレクスラ  
ーは言っている。

## エクスプロラトリー・エンジ ニアリングという新分野

将来、そういうやり方が実用化の段階

になると、どのような利用が考えられるのだろうか。たとえばロケットのようなものをつくり上げるときには、アセンブラーと称する砂粒かあるいはそれより小さいロボットを一体つくって、それを増殖させ、さらにそれらのロボットの腕を組み合わせる建築現場のようなやぐらをつくって、そこに必要なマテリアルをシャワーのようにふりかけていく。空いている手を使って、シャワーで供給される物質をさまざまに結びつけることによって複雑な構造をつくりあげていく、といったことをドレクスラーは夢みているわけである。やぐらを残しておけば、内部の構造物を新陳代謝させることも可能であるとしている。

また、こういった機械は虹色に輝くはずだ。それは、微細な構造によって、表面がコンパクトディスクのようにきめ細かくされているからだと言っている。そうした技術はいつできるのかという問いに対しては、これは「エクスプロラトリー・エンジニアリング(探検的工学)」であると答えている。つまり、物理法則の下で何ができるか、何が可能かということと考えるを進めていく、そういうエンジニアリングであるので、「いつできるか」とたずねるのは愚問である、と彼は言っているのであろう。

探検的工学に似て非なる言葉に、「プレエンジニアリング」、あるいは「デザインアヘッド」がある。これらは、たとえば半導体の加工技術は、数年後はサブミクロンの微細加工ができるようになるであろうという予測に立って、今からそれに即応したコンピュータ、LSIを設計する考え方である。しかし、自分たちはもっと先を見て、探検的工学をやるんだとドレクスラーは言っている。

たしかに、歴史的にも先例がないわけではない。たとえば、レオナルド・ダ・ヴィンチは製作技術を無視していろいろなアイデアを出している。彼が生きているうちに実用化したのは、開門など、数えるほどしかないそうである。その後時代が下って、製造技術がともなってきたとき、レオナルドの考えが正しいことが実証されたものが多々ある。

そうした目で現在の工学、とくに機械周辺の工学を見ると、何ができたかということよりも、何をするのかという話が、最近はずっと増えつつあるような気がする。たとえば、我々のテーマからは少し離れるが、建築の世界では最近、エアロポリスなどと名付けた、高層よりもさらに高い、千から二千メートル級の超高層集合住宅の構想が出されている。土地問題、自然保護といった課題を一拳に解決するために、こういうとてつもない発想をするところは、ドレクスラーらのエクスプロラトリー・エンジニアリングに一脉通じるところが感じられる。

我々が夢みているマイクロマシンにしても、「ミクロの決死圏」をひな型にしたいろいろなモデルなどにしても、ほんとうにできるのかという声が最初からあちこちで聞かれる。技術の見方はいろいろあると思うが、もう少しエクスプロラトリー・エンジニアリングを意識して研究した方が、夢があつてよいのではないかと思っている。

(なかじま なおまさ)

# 人生と年金

嘉治元郎

(放送大学副学長/助政策科学研究所理事)

## 「稼いで、使って」一生を 過ぎず、人間というものを

人の一生はさまざまである。波瀾万丈とされるものもあれば、平々凡々と思われるものもある。しかも、この点について本人の判断と他人の見方とが全く違うことも珍らしくない。例えば「如何なる星の下に生まれたか」という言葉があることが示しているように、人生はさまざまであるのが当然なのであろう。

ところで、人々のこうした生涯を、ここで行なわれる経済行為の面に限定して、さらにある程度の抽象化を加えてみると、そこでは人々の一生は皆同じようなものだということになる。最も単純化して言うならば、人々は稼いで使って一生を過ごすところなのである。この限りでは、モーツァルトもゲーテも我々も変わるところはないということになる。まことに身も蓋もない話と思われるかもしれないが、ここでは人の一生をこのように経済的に見るとどうなるかについて考えてみたい。

人は生涯を通じて食物をとり、衣服をまとい、通常は家に住まって日々を過ごす。これらは広い意味の消費の行為である。今日我々の生きている社会では、この消費の対象となるものは、例外的な場合を除いて市場で徴達される。平易な言い方をすれば、「買入れられて」いるのである。したがって、人は消費のために支出すべき資金をもっていなければならない。

この資金は、普通にはいろいろな形の所得として稼得される。また場合によってはその保有する資産を食いつぶすという形で賄なわれる。この状況を図式的に説明すれば、次の通りである。

いま一月を経済行為について考える際の単位期間とすると、月の初めに人はある大きさの資産をもっており、その月の間に何がしかの所得を得る。この所得は働いて得る報酬であったり、資産の生み出す利子・配当などであったりするが、それを使って消費財・サービスを買うわけである。通常は、一カ月の間の消費総額はその月の所得より少ない。この差は財蓄であり、月の終わりの資産はその分

だけ増えているのである。その人は月末の資産を次の月の初めに持ち越して、その月の経済行為を始める。人生はこの繰返しと考えてよい。

もちろんこれは人の生涯についての図式的な説明であって、現実はこの通りではない。まず人間は生まれてすぐに働くわけではない。日本の現状では少なくとも十五歳になるまでは就業することはなく、したがって労働の報酬としての所得を得ない。極めて例外的には幼にして資産の保有者となり、その生み出す果実としての所得をもつ者もないわけではないが、その場合にもその使い方を本人が決定するとは思われない。しかしそれにもかかわらずこの人たちは衣食住の必要を充たさなければ生きていくことができないが、現実には彼らは両親・親族等の所得のある者によって扶養されるのである。

## 経済行為における 利他心

実はこれまで、消費の行為を単独の個人が行なうものとして説明を進めてきた

が、これは社会の実態ではないのである。消費支出に関する決定は、現実には、経済理論のいう「家計」を単位として行なわれている。家計は複数の人間で構成されており、その中の何人かは所得を得ている。そしてそれは合算して使われるものと想定される。それによって購入される消費財・サービスは、無所得の者を含む家計の構成員全体によって費消されるのである。この場合に前述の十五歳以下の子供たちや無職業の主婦、就業をやめた高齢者などは、その保有する資産の生む果実がなければ無所得であり、彼らは同じ家計の所得のある構成員によって扶養されているのである。

このような有所得者と無所得者の関係ができているのは、人が利他心をもつからであると説明する経済学者もいる。同一家計の構成員の享受する効用が増加することは、他の構成員にとっても望ましいものであるとするのが、この利他心という考え方の基礎である。確かに子供の幸せは親の喜びであり、高齢の親族を満足させることは所得のある者にとって嬉しいことであろう。

これを別の角度から見れば、家計の内部では構成員の間で「贈与」が行われるということになる。後にもみるように、贈与は家計相互の間でも、さらにはいろいろな経済主体の間でも行なわれているのであるが、ここでそれを一言で定義するならば、贈与とは何らの対価を期待することなく、貨幣もしくは財・サービスを

一方的に贈ることとされるのである。さてこのような考え方に立って再び人の一生をみると、人は生涯の最初と最後の期間には贈与を受けて、あるいは扶養されて生活するのが普通であり、その中間の期間には本人の消費を賄うのに必要な額を超える所得を稼得して、その一部分を家計内の他の構成員に贈与している、あるいは彼らを扶養する、ものであるということになる。

この中間の期間の長さは、総人口の中で労働に従事し得る者の割合を見よとする時に用いられる生産年齢という概念によって、ある程度まで説明される。ただし、生産年齢の上限と下限はそれぞれの経済社会の状況に応じて定まるものであり、一概に何歳から何歳までと言うことはできない。仮にそれを二十歳から六十五歳までであるとした場合にも、現実には二十歳以上でも教育機関に在学する等の理由で就業せず、従って所得のない者もある。彼らはなお、第一の期間にあるとされるのである。

それと同じように、一生を通じて一度も就業しない者は、第二の期間を経験しないことになる。詳細に見るならば、学生がいわゆるアルバイトをするとか、あるいは家庭の主婦が短時間のパートタイムの仕事に就くとかという場合もあるのは話は複雑になるが、一般に自分の総消費を自分の所得で賄い切れない者は、扶養されているものと考えてよいであろう。ただし、先にも述べたように、資産を持

つ者はその生み出す果実としての所得があり、また場合によっては資産そのものを食いつぶして自分の消費を賄うことができるのであり、この点は別途考えなければならぬ。

### 被扶養の高齢期に いかに対処するか

ここでは当面、前述の単純化した図式に戻って、人生を、被扶養・扶養・被扶養の三期間として見ることにするが、人がその第一の期間、すなわち未成年期を扶養されて過ごすことについては誰しもこれを当然としている。この関係は、第二の期間にある者のもつ利他心に基づいて説明することもできる。また、より現実的に考えると、この第一期間については、凡そ、その終点が予想されるということが、この関係を円滑にしているものとなし得るであろう。

この点において、第三の期間については状況が異なる。所得のない高齢者を扶養するその親族は、一方ではその状態ができるだけ永く続くことを望む。人に利他心がある限り、それは当然である。ただしその一方で、それがいつまで続くか解らないということによって不安を感じることがあるのではなからうか。それは扶養している者自身の所得の将来に不確実性があることから見れば、無理からぬことである。極端な場合には、現在の扶養者が年齢の経過とともに、第三の期間

に入ってしまったということさえあり得る。このような事情から、第三の期間、すなわち被扶養の高齢期にいかに対処するかが社会的問題となるのである。

高齢の被扶養者を少しでも減らすためには、人をできるだけ長く人生の第二期に留まらせるようにすればよい。具体的に言えば、必要とする消費財・サービスをも本人自身の所得をもって賄い得る状態を持続させればよいのである。しかしながら、労働に従事しその報酬として稼得する所得を確保することをいつまでも続けることは、生産年齢という概念があることが示すように、不可能である。もちろん個人差はあるけれども、人はいつかは無職業にならざるを得ない。問題はその時点において、どれ程の資産を保有しているかということである。

今日の日本で無職業になった人が、例えば十億円の資産を持っていたとすれば、常識的な大きさの消費をするのであれば、その人は終生扶養されずに済むであろう。その人が心配しなければならぬのは激しいインフレーションだけである。それでは一億円の資産ではどうであろうか。本人のみの消費支出を賄うのであれば、この資産が生み出す果実、例えば利子所得はそのためにも十分であるかもしれない。これよりも更に保有する資産が小さい場合には、その果実をもって消費を賄うことが難しくなる。

そこで残るのは資産そのものを食いつぶすという方策であるが、その場合の問

題は、個々の人については、無職業になってから後の余生の長さを予測することは不可能だということである。実は終身年金の制度は、この困難を軽減する作用をしているものと考えられるのである。

### 世代間、家計間「所得再配分」としての公的年金制度

今日、世界諸国にはさまざまな年金の制度があるが、その大部分は公的な性格を持つ。言い換えれば、政府が関与して運営されているのである。他方、これまでここでは、すべての経済行為は私的個人によって、その自由な意思決定によってなされるものとしてきた。したがって上述の終身年金の制度も、ここでは取りあえず、個人が自発的に加入する保険制度の一種と考えることにする。言うまでもなく、これと現存の公的年金の制度とはいくつかの点において相違している。

その中の重要な一つは、保険型の年金制度においては、本人が所得の中から行なった掛金の高に依じて年金の給付額が定まるのに対して、公的年金においては、掛金は本人だけでなく、その雇用者によっても、場合によっては政府によっても拠出されるのが普通であり、その結果として年金の給付額は本人が行なった貯蓄に見合うものよりも大きくなるといふことである。この実態は、現代の経済社会では多くの人が、その人生の第二期の間において、無職業になった後の消費支出

を賄うに足りる資産を自ら用意することができない状態にあることを物語るものと解釈することも可能であろう。

そしてそれをさらに押し進めるならば、現在の公的年金の制度は事実上、人生の第二期の間にある人々から、無職業になった高齢者に向かってなされる所得の世代間再配分であるとする見方に到る。現在の年金受領者は、過去にそのための掛金を納めているのであるから、受取っている年金の一部分は本人の貯蓄に見合っているわけで、全額が次世代からの贈与であるとするのは誤りである。仮にその部分が相当に大きいとしても、それは国の経済全体について作用する利他心のもたらすもの、家計間の贈与と考えればよいであろう。

もともと家計内において低所得高齢者の扶養が円滑に行なわれるならば、年金の給付額は低くてもよいのである。しかし近年の先進諸国において見られる傾向は、家計の構成員の縮小であり、高齢者のみからなる家計の増加である。この状況の下で公的年金の制度は拡充されざるを得ない。そしてそれは、家計間の所得再配分を増加させるものである。

人生の第二期の間において周到な貯蓄を行ない、無職業になった時点で十分な額の終身年金を受給する権利——これは資産の一種である——を個人として確保する人が増加すれば、家計内のものにせよ、家計間のものにせよ、扶養の負担は軽くなる。ただしこの方向に進もうとす

ると、第二期の間における消費が圧迫される惧れがある。この消費は前述のように同じ家計に属している高齢者や未成年者のためのものをも含むので、このことは利他心の観点からは望ましくないとされるかもしれない。

しかし第二期の間にある時に十分な貯蓄を行ない、終身年金受給権を確保すれば、将来扶養の負担を他人にかけることが少なく済むのであるから、このような行為をすることは長期的観点での利他心に基づくものであると見ることもできるであろう。いずれにせよ、人の一生の経済設計においては、消費と貯蓄のバランスを適切にすることが重要なのである。なおそれとの関連において、人はその先代から受け継いだ資産を生涯を通じていかに増やし、次の世代に引き渡すのかという問題があるが、この点についての論議は別の機会に譲りたい。

(かじ もとお)

# 欧米の年金と

# 日本の年金

村上 清

(年金評論家)

## 1 年金制度の考え方

なぜ年金制度を行うのか。その理由づけはさまざまだが、各国の経緯をみると、おおむね次のような項目に整理できる。

- ① 恩恵的給付
- ② 階級対立の緩和
- ③ 労働者の教育訓練
- ④ 労働の対価
- ⑤ 休息の権利
- ⑥ 所得の再配分
- ⑦ 世代間の助け合い
- ⑧ 家計の社会化

「恩恵的給付」とは、特に初期の社会保険障に見られる救貧対策において、福祉は恩恵だとする考え方である。概して資産調査を伴うため、給付を受ける側の恥辱や人権が問題になる。

「階級対立の緩和」は、ビスマルクの政

策が「アメ」と「ムチ」といわれたように、労働階級の融和策である。ある学者が、「西欧の社会保障は、階級社会の不満をカネで買ったもの」と評しているように、古い社会秩序を温存するための手段ともいえる。

「労働者の教育訓練」とは、自己の将来に対する準備をしないで老齢を迎え、結果は公的扶助などで社会の世話になる不心得な労働者の生じないよう、社会保険に加入させて強制的に準備をさせる、という考え方で、米国のケネス・ボールドリングなどの意見である。

「労働の対価」とは、現役時代の社会への貢献の対価として年金は支給される、という考え方である。いわば企業の退職金に似た考え方で、受給者が単身か妻帯かによって給付に差はつかない。ドイツは、この考え方が強い。

「休息の権利」も労働の対価に似た考え方で、生涯の労働のあとには、年金で

暮らせる休息の権利が基本的人権としてある、と考える。企業年金では、年金を「休息給」などと呼ぶこともある。

「所得の再配分」は、貧豊の差の部分的な修正の機能を年金がもっている、ということで、年金制度の本来の目的というより、副次的な機能である。

「世代間の助け合い」は親孝行の社会版ともいべきことで、今日のもっとも普遍的な考え方になっている。「世代間連帯」とか、「強制的な世代間の順送りの扶養」など、欧米で用いられる表現である。工業化・都市化の進行で家族内扶養が事実上できなくなったあとの、これに代わる社会的な高齢者扶養の仕組みである。

「家計の社会化」は、家計の直面するさまざまなリスクに対して、社会全体で集団として対応することで、国民相互の強制的な保険システムと考える。個人の経済的自由に対する強制的な介入規制であり、その面から、社会化される保障の限

界はどうあるべきかが問われる。

以下では、これらの年金の哲学が、各国の年金制度の仕組みにどう反映されているかを検討する。

## 2 適用の方法

年金制度の仕組みは、大別すると、職業別のタテ割り(欧州大陸型)と、二階建て(北欧・イギリス型)とがある。

年金制度の適用を歴史的にみると、まず軍人、次に文官、基幹産業、ブルーカラーの労働者、そしてホワイトカラー、自営業といった順である。このようにして、年金制度は職業別にタテ割りに分立して適用される。この場合の適用対象は「働き手」で、老齢・障害・死亡で所得を喪失した場合に、途絶えた給料に代えて、その何割かを年金で、本人または遺族に支給する。仕組みは概して拠出制(代表

的なものは、本人、使用者の保険料を主要な財源とし、若干の国庫負担が加わる)の社会保険で、掛金も給付も所得基準である。欧州大陸は概してこの方式で、日本の年金制度もこれに倣った。

もう一つの流れは、全国民(居住者)

を対象にした救済の延長線上にある。救済、つまり公的扶助では、資産調査を伴い、受給者は貧民の烙印を押される。これを国民の権利と改め、老齢に達した全国民のだれにも、一律定額の年金を支給する。北欧・カナダなど多くの国では、掛金の拠出も加入の記録もなく、長期の居住のみを要件に、金額を税(国庫)負担で、普遍的に給付する。英国とオランダの基礎年金(定額年金)は税法式でなく社会保険方式だが、保険料は所得基準で、所得税と併せて税務署が徴収している。

戦前は定額年金だけだったこれらの国の多くが、第二次大戦後に、二階部分として所得比例年金を導入した。この二階部分は、企業の退職年金を統合したものと、いつてもよく、財源は企業、または労働の分担制の社会保険である。一階の基礎年金は全国民に適用、二階の所得比例年金は働き手が対象である。日本は、昭和六十一年の改正で、職業別のタテ割り分立から、二階建ての仕組みに、切り替わったと説明されている。

タテ割りと二階建てと、いずれが優れているか。欧米の専門家は、概してこの二階建てを推している。理由は、一階部

分の基礎年金が普遍的に支給される皆年金だから。「働き手」を加えさせる社会保険では、あからさまに男女の差別はしないが、結果的には女性が不利になる。基礎年金には、男女、職業の区別はない。

### 3 年金額

基礎年金は定額で、例えば月額五万円という決め方になる。夫婦の場合には、カナダは二人分だが、スウェーデンは一・六倍である。生計費のニーズからみると、スウェーデン式が合理的だが、離婚すると年金が増えることになる。制度の仕組み、管理上から、基礎年金を個人単位の給付と割り切れば、夫婦は二人分になる。日本の基礎年金はそうしている。所得比例年金にも、国によって同様な差異がある。ドイツの老齢年金は、労働の対価という考えで単身者でも妻帯者でも年金額に差はない。一方、米国では、妻がいると年金は五割増になる。生活のニーズを保障するという思想があるからであらう。

日本は、昭和六十一年の改正前は、共済年金は単身、妻帯の差はなく、厚生年金は妻に若干の加算があった。共済年金は恩給の流れで、功労報酬、つまり企業年金(職域年金)の思想だから、妻の有無で年金額に差はつけられない。

二階建ての国の二階部分は、職域年金を統合した経緯と思想に基いているから、

妻の有無で給付の差はない。日本の現行制度も同様である。

年金額の水準は、一般に「代替率」で示される。従前の給料に対して、その何パーセントを年金で代替するかの率である。日本では現役の男子労働者の給料の六十八%とか六十九%を標準的な代替率としている。

日本ではモデルの代替率を一つだけ示すが、欧米では所得階層を高・中・低に分け、三つの代替率を示している。階層社会の欧米では、平均は意味がなく、ブルーカラーかホワイトカラーかエグゼクティブかの、いずれかである。

公的年金の代替率は、低所得者に高く、高所得になるほど、金額では増えなくても、代替率では低下する。理由の第一は、定額年金のある国では、代替率は低所得者ほど厚くなる。第二に、対象になる報酬に上限(例えば、ブルーカラー労働者の平均賃金の一・五倍)が設けられており、所得のうち上限を上回る部分については、代替率はゼロになるから、実際の給料に対する代替率は、高所得者ほど低くなる。米国は、所得基準の年金だが、所得のうち低い部分には代替率を高くしているので、実際の効果は、定額プラス所得比例に似ている。年金制度に所得再配分の機能を含めているからである。

代替率については、ネットかグロスかの議論がある。グロスは、諸控除前の税込み給料に対する比率、ネットは手取り給料に対する比率をいう。以前は、概し

て対グロスの代替率を示していたが、近年は対ネットが主流になっている。理由は、社会保険料などの諸控除が増え、対グロスでは実態に合わないからである。給料と年金の比率は、実際に手にして使えるカネで比較しないと意味がない。

ドイツでは、現行の制度ができた一九五七年には、諸控除は約十五%で、年金の代替率は、対グロスが五十・九%、対ネットは五九・三%だった。一九八七年には諸控除は約三十%で、代替率は、対グロスでは四十五・二%に下がったのに、対ネットでは六十四・一%に上昇している。そのため、現在では、年金の水準は対ネットの比率でみる原則が確認されている。

日本では、代替率はすべて対グロスで示されているが、いずれは対ネットで考えないと、不合理になってくるだろう。

欧米各国の年金の代替率は、ほぼ標準化され、前記のドイツに似た水準である。そのうちでも、英国は低い方、スウェーデンはやや高い方といわれている。日本の代替率は、率では高いが、ボーナスが含まれていないから、対年収比では欧米と似たものと考えられる。

また、年金のスライドの基準は、物価にするか賃金にするかの問題がある。米国、英国では、支給開始後の年金は物価スライドだけである。年金額は購買力を維持すればよい、という思想である。ドイツでは賃金スライドにしている。現役の勤労者の生活水準と一定の比率を保つ

べきもの、と考えるからである。だから、生産性の向上で賃金水準が大幅に上昇すれば、それが年金にも反映される。ドイツの年金は「生産性年金」とも呼ばれるように、生産の成果を両世代で等しく分かちあうものである。なお、前記のように、賃金スライドとは、対ネットの賃金スライドが現在の仕組みである。

日本は、法律上は物価スライドだけが、五年ごとの再計算時に、賃金スライドに近くなるように手直ししている。

## 4 支給年齢

欧米の公的年金は、概して六十五歳支給が原則である。しかし近年は、実際の支給年齢は顕著に引き下がっている。早期引退の増加のためである。現在では、六十歳から六十五歳、五十五歳から六十歳の、いずれの年齢幅をとっても、就労率は日本がもっとも高い。過去二十年間に、この年齢層の就労率は、欧米では目立って低下した。

就労していなければ、何らかの収入で暮らしている。主要なものには老齢年金だが、その他に障害年金、失業保険、企業年金もある。欧州では、障害年金をかなり緩やかな条件で支給している。とくに高齢の失業者には寛大である。また、老齢年金の受給前に、一年とか二年、失業保険を支給していることもある。極端な例はフランスで、当初は六十歳から六十

五歳の間は長期の失業保険を支給したが、後に老齢年金の支給年齢を六十五歳から六十歳に引き下げた。制度の名称は変わっても、実態は同じである。だから、老齢年金だけでなく、その他の給付も総合してみないと、実態の正確な理解にならない。

早期引退の増えた理由の第一は、失業である。国によっては十%もの失業率の欧州では、若者に職を与えるために、高年齢者を早く引退させる。そのために特例を設けて、六十歳とか六十三歳から年金を支給する。

第二の理由は、企業の活性化である。競争の激しい自由社会では、組織の若返りは不可欠で、企業は中高年の肩をたたく。この傾向はとくに米国で顕著で、六十歳あたりから企業年金を支給する。公的年金は、原則は六十五歳だが、六十二歳からも受給（二十%減）でき、実際にも大多数が繰り下げ・減額の年金を受給している。

第三は、本人の早期引退の志向である。以前は、元気なうちは働くのが普通だったが、現在では、経済的に安定すれば、自由な余暇を楽しむために早期に引退するのが、ライフ・スタイルとして定着している。いわば、生涯の労働時間の短縮である。

第四に、そのような早期引退を可能にするだけの経済成長のあったことも、理由の一つとしてあげられよう。ちなみに、二十歳あたりの若者の就労

率は、日本が最低である。理由は、進学率が高いから。教育は投資だが、半分以上は遊学である。欧米では、経済成長の成果は高年齢者の自由な余暇（早期引退）に振り向けられ、日本ではもっぱら若者がその恩恵を享受している、ともいえるのである。

二十一世紀の高齢化に備えて、欧米でも年金制度の財政問題が憂慮されている。ドイツでは、支給年齢を原則の六十五歳に戻す努力が掲げられている。米国では、すでに法律を改め、二十一世紀に入ってから徐々に支給年齢を引き上げ、二〇二七年には六十七歳支給にすることを決めている。早期引退には、繰上げ・減額支給を認めるが、六十二歳から受給すると、現在の八十%（二〇%減）が七十%（三十%減）になる。現実には、早期引退の傾向は顕著で、もしこの時期になっても同じ状態だと、実質的な効果は、支給年齢の引上げではなく、年金額の切下げである、という批判もある。

## 5 費用の負担

間接税は概して二ヶタで、これが実質的には基礎年金の財源になっている、と評する人もいる。

社会保険の負担の代表的な例は、労使の保険料プラス若干の国庫負担（ドイツ）だが、米国のように、労使の拠出だけで国庫負担のないものもある。労使の負担割合は、米国、ドイツ、日本は折半だが、フランス、イタリアなどラテン系の国では、使用者負担が圧倒的に高い。労働組合の力の強いことも、一つの理由である。

スウェーデンは、全額使用者負担（および国庫負担）で、本人負担はない。ちなみに、東側の社会主義諸国でも、本人負担はなく、企業負担と国庫負担だけである。これらの国では、企業は国営だから、企業負担が国庫負担かは、たいした意味はない。

二階建ての国の二階部分は、国庫負担はなく、企業だけの負担（スウェーデン）か労使の分担制（カナダ）である。二階部分はいわば企業年金の統合・一元化された部分だから、それぞれの国の企業年金の負担方法の経緯が反映されている。

負担には、直接の負担とその転嫁がある。本人負担は所得税、企業負担は間接税と同じ効果があるといわれる。企業負担の多い国では、労務費が上がり、価格を引き上げて、国内的にはインフレを招き、国際競争力も弱まる。また、企業は人の採用を手控え、失業率を高める。労働者は、企業に負担させた部分は、消費

者として負担することになる。

社会保険方式では、概して対象とする報酬に上限を設けている。近年は、財源を増やす目的で、保険料の徴収に関しては、報酬の上限を外し、青天井で取る例が目立っている。スイスは、本人も企業も、保険料は青天井で取り、給付には報酬の上限を設けている。英国は、使用者負担だけ上限を外した。使用者負担は、一人ひとりの給付と対応するわけではなく、いわばある基準で法人税を支払っているようなものだから、上限を外してもおかしくはない。こうなると、保険料と税との区別が不明確になってくる。

イタリアでは、取る方は青天井にして給付に上限を設けていたら、掛金を取って給付が出ないのはおかしいとの声が強くなり、上限を超える部分の報酬についても年金（給付率はごく低い）を支払うことにした。

米国では、過去に報酬の上限をかなり大幅に上げたが、これは給付の引き上げよりも、財源対策である。給付は、報酬のうちの低い部分に厚く、高い部分には低いものだから、日本も、定額部分（基礎年金）があるから、上限を上げると、保険料率は低くてすむはずである。

## 6 財政方式

税方式の場合（基礎年金のある国）には、その年度の費用を一般税収から賄う

から、財政は賦課方式である。

社会保険方式では、概して当初は積立方式のつもりで始め、年数の経過とともに賦課方式になっていく。社会保険では、一定年数の拠出を要件に年金を支給するから、当初は年金の支払いがゼロで、長い年数を経て給付支出は増大し、七十年とか八十年後によりやく成熟状態になる。それまでの期間は膨大な積立金が形成され、一見は完全な積立方式のように見える。また、積立方式で自分の掛金は自分の給付になって戻ってくるように説明した方が、加入者に納得させやすい。

とくに欧州大陸では、二度の戦争とインフレで、積立金はほぼ消滅し、完全な賦課方式になった。米国や英国でも、経済成長で給付が上がれば上がるほど、積立金が追いつかず賦課方式に近くなる。政治的にも、給付の引上げは求められ、掛金の引上げはしにくいから、積立方式は崩れていく。現在では、主要国の多くは、若干の支払準備金をもった賦課方式で、財政の仕組みの上からも「世代と世代の助け合い」になってきた。日本も同様である。

但し、今から三十年ほど前に新しく始めたカナダとスウェーデンの所得比例年金（二階部分）は、膨大な積立金をもっている。まだ未成熟だから、経過的に保っているわけで、両国とも重要な産業資本、社会資本の財源になっている。近年は、給付の支払が増えて積立金の取り崩しが始まったため、両国とも掛金率の

引き上げなど、財政対策に苦慮している。

近年は二十一世紀の高齢化に備えて、事前積立を増やすべきではないか、との声もある。資金が蓄積されれば、資本不足が解消し、経済の発展にも役立つ。米国では、将来の支出に備えて掛金率を引き上げたところ、高齢化のピークがくる二〇二〇年から二〇三〇年ごろまでの間に、経過的に巨額の積立金が形成される見込みになった。但し、この余裕資金は実際には積み立てられず、一般財政の赤字の穴埋めに使われてしまうから、実質的には賦課方式ともいえる。このような財政計画に対して、好ましくない、との批判もあり、論議をよんでいる。

過去の経緯は、概していえば、積立方式を意図したものが、賦課方式に崩れていつている。政治的な理由とか、経済変動が要因である。逆に賦課方式を積立方式に戻す提言は、多くの専門家は実際には無理だとしている。過渡期の世代の負担が、二重になり、過重になるためである。切り替えの期間中、勤労世代は、一方では賦課方式で先輩の年金の費用を支払い、他方では積立方式で自分の年金の資金を蓄積しなければならない。

日本では、現実にはこれに似たことが生じている。厚生年金基金である。基金の加入員は、完全積立で自分の年金（代行給付）の資金を積み立て、他方では厚生年金の本体を通じて先輩の年金を賦課方式で負担する。現在はまだ厚生年金の給付支払が未成熟だが、やがて成熟して

本体が賦課方式になる時点では、二重負担の問題は顕在化してくるだろう。

## 7 企業年金

勤労者の老後保障は、公的年金と企業年金を総合してみないと分からない。企業年金の適用は、その国の労働組合の組織と深くかかわっている。フランス、スウェーデンは、全国的な労働組合組織がホワイトカラーとブルーカラーのそれぞれにあり、労使協定によって、全国画一の職域年金が設けられている。これは、準拠が法律でなく協約という違いだけで、実質の内容は公的年金と変わらない。

米国、英国、ドイツは、概して企業単位で、企業の人事管理の方策として採用される。労働力の定着と、高齢者の円満な引退が目的である。任意な制度だから、長期に永続の見込みのある大企業しか採用しない。労働移動率の高い商業やサービス業にも向かない。そのため、英国、カナダとも、企業年金の適用されているのは勤労者の五十%程度である。近年は産業構造の変化で、重厚長大の大企業からハイテクやサービス業に人が移るため、適用の率が下がってきている。欧米の企業年金の給付は、原則的に年金だが、近年は一時金も目立って増えている。英国では、給付のうち四分の一は非課税の一時金で取れるため、みんなこれを利用して利用している。米国の代表的な企業

年金は、退職前数年間の平均給料の一定率を支給する「給付建て」だが、近年は、各人の給料の一定率を積み立て、その元利を支給する「掛金建て」が顕著に増えている。この場合の給付は、概して一時金である。

日本でも近年は企業年金の普及が顕著だが、欧米の企業年金に対応するものとしては、退職金の全体（退職一時金と退職年金）を見ないといけない。適格年金とか厚生年金基金といった年金の名称のついたものだけを、欧米の企業年金に対応するものと思うのは、間違いである。

欧米の退職給与にも年金と一時金がある。日本の現状では、一時金と年金は明確には区分できない。退職給与のなかに、非積立も積立のものもあり、給付にも一時金と年金（多くは選択）がある、というのが正確な理解である。米国や英国が、企業年金の普及度が五十%で悩んでいるのに対して、日本の退職金は九割以上の職域にあることは注目している。

企業年金は、概して公的年金の補足と位置づけられている。給付では、公的年金と一体化して組み合わせた設計をすることが多い。公的年金の対象になる報酬の上限を超える所得部分に対して給付を厚くすると、退職前の給与の一定率から公的年金を差し引いたものを企業年金で支給する、などの方法である。公的年金は低所得者ほど代替率が厚いから、このような組み合わせの設計では、企業年金だけでみると高所得者ほど給付率が高く

なるが、日本の企業年金ではそのような設計はできない。日本では、公的年金と企業年金は別のもので、企業年金だけでみて公平な給付率でないと納得されない。所得階層の違いが当然な欧米と、同質性の強い日本人との違いである。

企業年金で公的年金の代替を認めている例が、英国と日本である。一定の条件を満たした企業年金があれば、公的年金の所得比例部分から独立して、自前の企業年金で代替できる。日本の厚生年金基金は、英国を先例にしたものである。但し、経緯はだいぶ違う。

英国は、当初は定額の基礎年金しかなかった。公的職域や大企業は、その上乘せに企業年金を設けた。そのあとで国の所得比例年金が導入されたので、既存の職域年金のあるところは適用を除外した。日本流にいうと、厚生年金を制定した際、すでに恩給や共済年金のあった職域には適用しなかった、という経緯である。日本では、一元化された厚生年金があり、一つの財政単位で運営されていた。

その中から、報酬比例部分について、企業ごとに財政単位を分離独立して運営するのが、厚生年金基金の仕組みである。現在、平成七年を目標に、年金制度の一元化が政府の方針になっている。一般には、一元化は共済年金の問題と考えられているが、厚生年金の側にも、基金による財政単位の分立とどう調和するかの問題がある。

## 8 日本の年金制度の課題

欧米の年金制度は、多様であり、歴史も古く、失敗や成功の多くの例を示してくる。これらの例に照らして、とくに気になるのは基礎年金である。

欧米では、基礎年金イコール一階部分で、基礎年金は単一の制度である。日本でも、そのように思われている場合が多いが、実際はそうではない。基礎年金は、一階の定額年金のうち二十歳から六十歳までの加入期間に対応する部分で、その前後の被用者としての加入期間は、厚生年金ないし共済年金の給付である。従来、厚生年金の加入期間は就労期間（年齢に関係なし）、国民年金では二十歳から六十歳までとしたものを、重ね合わせたためである。

さらに基礎年金では、給付は同一だが、負担は被用者と自営業とで違う。前者は、所得比例で働き手が負担する。後者は、定額で個人ごとの負担である。この自営業者の定額の国民年金の保険料が、今後の最大の難題になるだろう。

国民年金（自営業等）の加入者約二千万人のうち、すでに二百万人が免除、三百万人が滞納で、五百万人が脱落し、皆年金は事実上は空洞化している。公的年金が成り立つためには、保険料が負担能力に応じ、かつ強制的に徴収されることが必要だが、国民年金はそのいずれも欠

いている。保険料は、年々引き上げられて、二十年后には二倍になる予定だが、掛金が上がれば上がるほど脱落の増えるのは目に見えている。所得水準の低い沖縄県では、すでに六割が脱落している。基礎年金の財政は一元化されているから、自営業者の拠出が減れば、その分は被用者の負担になる。

英国の基礎年金は、当初は定額掛金・定額給付であったが、掛金が増えるにつれて負担がついていけず、所得基準の負担に改めた。基礎年金は、多くの国では税方式である。日本でも、将来の方向は税方式による皆年金だろう。それには多額の税収が要るから、その分だけ保険料の負担が減るといっても、すぐには受け入れられないだろう。早い時期から論議を重ね、合意を形成する努力が必要である。

その他にも、支給年齢、代替率の見方、総報酬制、女性の年金など、課題は多い。これらの問題の検討に際しても、欧米の経験は貴重な先例を提供してくれている。

（むらかみ きよし）

# 公的年金一元化

## 実現への課題

渡辺俊介

(日本経済新聞論説委員)

あいまいな

「一元化」の意味

政府は平成七年をメドに公的年金制度の一元化を完了するという方針を決めている。すでにそれに沿った年金制度の改革も進められているが、完了させるまでには多くの課題がある。一元化は果たしてどのような形で完了されるのか、またそれに向けてどのようなハードルを越えていかなければならないのか、などについて考えてみたい。

この問題を考える上で、まずぶつかるのが「一元化」とは何か、ということである。公的年金制度の一元化を行う、との方針が打ち出されたのは昭和五十九年二月の閣議決定だが、その内容は全国民共通の基礎年金の導入などをうたったあと、「昭和六十一年度以降においては、以上の措置を踏まえ、給付と負担の両面において制度間調整を進める。これらの進展に対応して年金現業業務の一元化等の

整備を推進するものとし、昭和七十年(平成七年)を目途に公的年金制度全体の一元化を完了させる」というものである。

この一元化という言葉はやや抽象的だ。もちろん一本化とは違う。辞書によると「多くの組織・機構を一つの本元に統一すること」(広辞苑)なのだそうだが、これもよくわからない。閣議決定当時の関係者に聞いても、具体的な姿をイメージし得る言葉遣いではなかったようだ。要は職種によって分立し、掛け金額も年金額もバラバラな年金制度を、もうちょっとまとめたものにして、というような発想だったらしい。

政府はこのあと、閣議決定に従って昭和六十一年四月から全国民共通の基礎年金を導入した。さらに平成二年四月からは、被用者年金制度間で財政調整を実施した。これは直接には旧国鉄共済年金の財政危機を救済するのが目的だったが、政府はこの財政調整を「一元化へ向けての地ならし」と位置づけた。一元化の具体的な姿はまだ誰にもわかっていないもの

の、それに向かって着実に歩み始めているのである。

一元化が「バラバラな年金制度をある程度まとめたものにする」ということであれば、基礎年金の導入も一元化と言えるだろう。また被用者年金制度の財政調整も一元化と呼ぶことができる。その意味では、年金業務を別にすれば一元化は既に完了しているという見方もできるわけだ。

しかし、被用者年金制度の財政調整が一元化へ向けての地ならし、と位置づけられているように、これまでの歩みでもって一元化が完了された、というコンセンサスはない。業務も含め、もう一つのステップがあつて一元化は完了するというのが大方の常識と言えるだろう。

その最終的な一元化の姿は誰もわからない中で、年金審議会(厚相の諮問機関)が昭和六十三年十一月に出した意見書の中で、ある程度具体的な姿に言及している。それによると、「被用者年金制度の一元化の姿については、それぞれ歴史・浴

革を異にする被用者年金各制度は存置したまま、一階部分の一元化の姿との整合性にも十分配慮しつつ、同一給付・同一保険料率による各制度共通の給付を保障する『新たな単一の被用者年金制度』を創設すべきである」となっている。そして意見書では「今後、本審議会においても昭和七十年（平成七年）に向けて検討を進めていく」ともしている。

この表現を解釈する場合、「単一の被用者年金制度」に目を向ければ、被用者の二階建て年金も同じ給付、保険料率のものにする、つまり全部の被用者年金は基礎年金も含め全く同じものになる、というようにも読める。しかし、一方では「それぞれの被用者年金各制度は存置したまま」となっているので、全部の被用者年金を全く同じものにするという解釈は当たらないことになる。結局、この意見書はきつちりとした姿ではなく、やや幅の広い解釈ができるような考え方を示したと見るのが妥当なようだ。

このように五年後に予定されている一元化の完了は、いったいどのような姿で行うのが望ましいのか、についてはこれから議論を深め、形作っていくというのが現状である。それだけに一元化へ向けてのコンセンサス作りは、より多くの人が参加して、二十一世紀になっても悔いの残らない内容のものにする必要がある。五年間という期間はそれほど長いものではない。今から議論を活発にしておくことが求められる。

## 揺らぐ

### 基礎年金の財政基盤

その議論を進めていく上で、頭に入れておかなければならない問題がいくつかある。まず一つは基礎年金（国民年金）のあり方である。基礎年金は言うまでもなく国民共通の土台となる年金制度であり、一元化へ向けての最初のステップでもあった。基礎年金制度がしっかりと運営されていくことが前提となつて、その上乗せ年金である被用者年金の一元化をどうするかという議論も進められるわけだ。ところが、その基礎年金がしっかりと間違いなく運営されていくかといえば、大いに疑問が残ると言わざるを得ない。それは財政問題である。基礎年金加入者のうち、自営業者や農家などサラリーマンではない全ての人、いわゆる第一号被保険者は約千八百万人いるが、その中で保険料を滞納している人が約三百万人もいる。これに加えて、低所得や無収入のため保険料を免除されている人が約二百万人。千八百万人のうち二八％に当たる五百万人もの人が保険料を納めていない。この中でも、保険料免除の人はやむを得ない面があるが、問題は滞納者である。滞納すれば将来年金が受け取れないのは当然だが、事はそれだけで解決しない。財政の運営方式が完全積立方式ならば、掛け金を納めた人だけに約束した年金を支払えばいいので、いくら滞納者が出よ

うと財政に影響はないが、基礎年金は今では事実上、賦課方式になっている。つまり、今集まっている保険料は、今の受給者に支払われているのである。

そういう状況の中で三百万人もの人が納めるべき保険料を納めていないとなれば、誰かがそれを補わねばならなくなる。基礎年金の財源としては、厚生年金や各種共済年金からも拠出している。となると、不足分を補てんするのは、こうした被用者年金の保険料という理屈になる。

しかも、この滞納者の数は増える傾向にある。国民年金の保険料が毎年四月に引き上げられるのと比例して、滞納者が増えているので、今後ともますます増加していくことが予想される。そうだとすれば基礎年金の財政に深刻な影響を与えるばかりでなく、不足分を埋めなければならぬ被用者年金の間に、大きな不満と不公平感が生じることが確実である。

要するに現状のまま放置すれば、基礎年金の財政が健全に運営されることはとても望めない。一元化を進める上で、その土台となる基礎年金がぐらつくようでは「一元化の完了」ところの話ではないだろう。一元化の議論を進める上でも、まず手をつけなければならぬのは、基礎年金制度の基盤を確固としたものにするのである。

政府も滞納者への対策を考えていないわけではない。第一号被保険者にとつて、基礎年金がより魅力的なものになるように、来年四月から基礎年金の上乗せ年金

である新しい国民年金基金を充足させる。税制上も大きなメリットがある国民年金基金を利用できるのは、もちろん本来の保険料を納めている人に限られるので、これにより滞納者が減るのではないかと期待だ。

しかし、これだけで若い人を中心とした滞納者の数が大幅に減ると思えない。滞納者をなくすには、もっと別な方策を考えなければならぬだろう。もともと政府がかつて検討したことがある「滞納者の処罰」を実施するのは、実際問題としては無理があるように思う。

保険料を強制的に徴収することができない中で、基礎年金の収入を完全なものにする方法は、基礎年金の財源を保険料としてではなく、税金で集めることであろう。これについても既に消費税を基礎年金の財源とする、という案が政府部内でも検討されている。ただ消費税だけでなく、毎年増えていく基礎年金の支出にどう対応していくのか、といった問題もあり、すぐには結論が出ないようだ。

いずれにしても、基礎年金の財政のあり方は現状のままでは置けません、何らかの対策を立てて実行に移さなければ、一元化の完了にたどり着くことはできないのは明白だ。

## 上乗せ部分の水準設定と負担の限界

次の問題は給付水準、特に上乗せ年金

の給付水準のあり方である。一元化が基礎年金を土台として、被用者の上乗せ年金を何らかの形の「同一保険料率、同一給付」にするとしても、その上乗せ部分の水準をどのように設定するかも大きな問題だ。

全部の被用者年金を同一水準にする場合、考えられるのは現在の厚生年金の水準に合わせるという方法であろう。共済年金はおおむね厚生年金よりも年金額は高いので、共済年金のどれかに合わせるというのは不自然だからである。

一方で、政府は厚生年金の水準を現在のもの、つまり「標準報酬月額額の六九%」のまま維持すると明言している。昭和六十一年四月からの新制度を、基本的には今後ともずっと続けていく、というわけだ。となると、被用者年金が一元化されると「夫婦合わせて標準報酬月額額の六九%」という水準になる、というのは一つの有力な案となる。

しかし、そのような水準設定に国民の同意が得られるのだろうか。その水準のあり方そのものは間違っているとは思わないが、問題はそれを支える負担である。厚生年金を例にとれば、その水準を維持するためには、現在一四・三%の保険料率（男子）を二〇一〇年には二七・五%、二〇二〇年には三一・五%にまで引き上げなければならない。

支給開始年齢を一九九八年から段階的に六十五歳に遅らせたとしても、保険料率は二〇一〇年が三三・四%、二〇二〇

年が二六・一%となる見通しだ。しかも、政府の計画では現在の保険料率は一四・六%にするはずだったのが抑えられたので、将来の率はこの見通しを上回ることになる。

そうした重い負担に十年後、二十年後の勤労者や事業主が同意すれば何の問題もないが、そういう状況はどれも望めそうにないように思える。例えば、事業主の意見として経済同友会は既に「厚生年金の保険料率は二〇%以内でとどめるべきだ」という考えを公式に示している。

また、自民党の若手国会議員の派閥横断的な政策集団は、厚生年金の保険料率は抑え、年金額も抑制し、不足分は企業年金などの私的年金で補完すべきとの案を公表している。

また国民負担率をあまり高くしないという観点からも、年金を含めた公的負担を抑制すべきという意見も強まっている。このように、今の流れは年金額を抑制しても負担をあまり重くしないように、という傾向にある。そして、その背景には一律の公的年金はある程度の水準でとどめ、個人個人のさまざまなニーズに対応できる企業年金や個人年金を充実させる方がより国民の要望に合っている、という考えもあるようだ。

確かに最近の企業年金のより一層の普及ぶりや、その中でも個人に多様な選択を認める傾向にある現状を見れば、老後の所得保障である年金制度は個人の生活に合わせたバラエティに富んだものが求

められている、と言えそうだ。このことは一元化とは逆の多元化の方向に向いていることを意味する。だから一元化を進める上で、公的年金水準のあり方を十分議論しないと、国民にソッポを向かれてしまう可能性が十分にある。

## 公務員の年金制度は

### いかにあるべきか

三番目の問題は公務員の年金制度のあり方である。年金制度で官民格差があることは望ましいとは言えない。だから格差を完全に解消するために、全ての被用者年金を同一のものにする、というのは一つの考え方であろう。しかし、格差をなくすために官民の年金を全く同じものにする、また別な問題が出てくる。それは特殊な公務に従事している人の扱いです。

例えば、警察や消防、あるいは自衛官などを事務系の職種の人と同じ扱いにすることはできないだろう。仮に全被用者年金が六十五歳からの支給となった場合に、これらの職種の人に六十五歳まで働かなければ年金を支給しない、というのは酷ではないだろうか。諸外国でもこうした職種の公務員の年金制度は別になっているところが少なくない。やはりわが国でも「公務の特殊性」を年金制度に織り込む必要はあると思う。

また、そうした公務の特殊性に配慮する場合には、一般の公務員からも要望が

出てくる算算が大きい。つまり民間と違ってスト権が認められておらず、企業年金も採用できず、という公務員を、公的年金制度で何らかの配慮をしてほしい、という要望である。

これまでの官民の年金制度についての議論は、ややもすれば感情的になりがちだった。「国民の税金で民間よりも高い年金を受けているのはけしからん」、「親方日の丸で合理化の努力もしていない」などである。確かに、公務員側にもそのように思わせる点があった。そして政策を進める上で、国民が抱く感情にも配慮しないと納得を得ることは難しいので、正すべきは正しながら、この機会に改めて公務員制度全体のあり方と年金制度のあるべき姿とをじっくり考えるのは有益なことだと思つた。

四番目の問題点、それは年金業務をどう一元化するのか、ということである。こちらの一元化は制度の一元化と違って、どのような姿かというイメージをある程度思い浮かべることができ、業務を一カ所でまとめて処理するというのが基本だろう。その場合に被保険者や受給者の管理のために、当然統一した番号が必要になるだろう。

これについては「国民総背番号となり、プライバシーが守られない危険がある」という反対も出ているようだ。しかし、年金業務については今も番号化はなされていない。厚生年金でもおよそ四千万人の被保険者、受給者が会社勤めを始めてか

らの番号を持ち、それに基づいて年金の事務が行われているのである。共済年金でも同じことが言えるし、国民年金もまたしかりである。だから年金業務が一元化されるとプライバシーが守られなくなる、といった論法は正確ではない。要はどのような形であれ、年金の番号で個人のプライバシーが漏洩する、といったことが絶対にならないよう、機密管理に万全を尽くすことが重要なのである。

これについても、国民が政府を信頼できるような環境作りが必要だ。それには機密保持体制がしっかりとされている、というハード面だけでなく、国民がそのことをわかりやすく知り、理解できるようなソフト面での対応も不可欠である。

このように政府が約束している公的年金の一元化の完了までに、多くの課題が横たわっている。それを一つ一つ解決していくことなしに、健全な一元化はあり得ない。また、一元化を進めるにしても、常に考えておいてもらいたいのは「望ましい公的年金制度のあり方」という視点である。

一元化の完了を閣議決定したから進める、というのではなく、今の時代、そしてこれからの時代にどのような公的年金制度が最も望ましく、より多くの国民の納得が得られるかが一番重要なことであるの言うまでもないのだから。

(わたなべ しゅんすけ)

# 「中欧」の復活と

## ヨーロッパの将来像

加藤雅彦

(国際地域研究センター所長)

出席者

大来佐武郎

(内外政策研究会会長)

滝田実

(㈲アジア社会問題研究所顧問)

青木彰

(東京情報大学教授)

中根千枝

(勸民族学振興会理事)

河合三良

(勸国際開発センター会長)

中村貢

(㈲総合研究アイラム常任理事)

木田宏

(独協学園理事長)

本間長世

(東京女子大学教授)

菅原真理子

(総務庁統計局統計情報課長)

松山幸雄

(朝日新聞論説主幹)

### 再生ヨーロッパを理解する 鍵としての「中欧」

加藤 このところ、ヨーロッパ共通の家、あるいはヨーロッパ連邦などということがしきりに言われていますが、どうもイリユージョンが先行している感があります。東西というこれまでの対立図式がなくなってしまう今、中欧という、ヨーロッパのいわば深奥部分をもう少し理解しておいたほうが、ヨーロッパのこれからの将来像がはっきりしてくるのではないか。今日は、そのような観点からお話したいと思います。

振返ってみると、東欧という概念は冷戦の生んだまったく政治的なフィクションであったわけです。われわれが今まで考えてきた東ヨーロッパ、西ヨーロッパというのは、東ヨーロッパ＝ワルシャワ条約機構＝COMECON、西欧＝NATO加盟国＝EECという図式でした。何ら、地理的、歴史的、あるいは文化的な妥当性を持つ概念ではなかった。しかれば、中欧とは何か。これは人により概念がずいぶん違います。一つの拠り所として、ドイツに昔からある有名なマイヤーというエンサイクロペディアに従いますと、この地図のようになります。ソ連のバルト三国と白ロシア、ウクライ

ナの西の部分まで中欧に入ります。ルーマニアの北の部分も中欧に入りますし、ユーゴの北の部分、さらに、イタリアの北の部分まで含まれる。西の方はフランスを除きます。フランスから西は西欧になるわけです。すなわちこの地域が、マイヤーによるところの、戦前からの「中欧」、ドイツ語で言うところの「ミッテルオイローパ」になります。とはいえ、大きな山脈や川があるというわけではないので、中欧を地理的に分類するのはいささか難しいようです。むしろ、中欧というのは、どちらかというと歴史的、あるいは文化的な概念であって、そこに中欧の問題がしばしば論議を



◀ 加藤雅彦氏

呼ぶ大きな原因があると思われま

いろいろな文献の、一つの共通項を申しあげますと、このミッテルオイローパには、狭義のミッテルオイローパと広義のミッテルオイローパがあるようです。

狭義の中欧は、旧ハプスブルク帝国の領土を指します。広義の中欧は、それに旧ドイツ帝国領、すなわち今日のドイツとポーランドを加えたものです。

また、リボフとかチエルノフツイというウクライナの町は、かつてハプスブルク領であった。その意味でウクライナの一部が入っています。

さらに、バルト三国については、文化圏としてハンザ同盟諸都市に連なるので、マイヤーのエンサイクロペディアでも中欧に入れていきます。

このように中欧に関しては定義に幅があります。しかし、フランス人などは中欧を認めたりしません。ジャック・ドローズという歴史学者は、中欧という言葉はドイツが自らの勢力圏を主張するためのイデオロギーであるとして、真っ向から否定しています。

### ビールとソーセージと 音楽と宗教的情熱と

さて、実際に現地に旅をしてみると、中欧が一つの歴史的、あるいは文化的な共同体、場合によっては運命共同体であるということがかなりよく理解できます。この地域を旅された方は、ブダペスト

とウィーンの違い、ブラハとポーランドのクラコフの違いについて、いったいどこにメルクマールがあるのかという疑問をおそらく抱かれたのではないでしょうか。また、ユーゴの北の方のリュブリャーナとかザグレブも、リトル・ウィーンと呼ばれているように、ウィーンに非常によく似た町です。

中欧にはいくつかの共通基盤がありま

すが、ドナウ川が流れている地域であるということがまず第一にあげられると思います。中欧人は、自分たちはドナウ・シュターテン、ドナウ諸国であるという言い方をよくします。

ドナウが一つの共同体の拠り所ということ、それが意識のどこかにあって、彼らはドナウ連邦という考え方を伝統的に持ち続けていたようです。かつて、オー



ストリアのクーデンホーフ・カレルギーが汎ヨーロッパ主義を提唱しましたが、多民族、多文化を母体とした構想という点で、これなどもドナウ連邦の延長線上にあるものと言えましょう。

食生活など日常的なレベルでも、共通性がいろいろ見られます。ソ連のウォッカ、西欧のワインにあたるのが、この地域ではビールです。ドイツだけではなくチェコのピルゼン、あるいはアメリカのビールのバドワイザーも実はチェコが発祥の地です。ブディヨヴィツェという町をドイツ人はブートヴァイスと呼んでいますが、その醸造家がアメリカに移民した際に技術を持っていったということ

です。また、この地域の食生活では、共通してソーセージが非常に良質であるという特徴があります。

メンタリティーにも特性があります。ベートーベンをはじめ、ウィーンにキラ星のごとく集まった作曲家たちは別にするとしても、例えば、チェコのスメタナとか、ドヴォルジャーク、あるいはハンガリーのコダーイやバルトークといった名前を挙げていくと、この地域は音楽に於いてのいわば宝の山という感じがします。音楽に対する熱狂、陶醉ともいえるメンタリティーがあるようです。

宗教的な情熱も顕著です。プロテスタントの発端も、そもそもはプラハのフスの宗教改革にあり、それが弾圧されてしばらくのち、ドイツのウィッテンベルク

でルターの宗教改革が始まっている。

また、ポーランドの民主化運動、連帯の活動を見ていても、共産党よりカトリック教会のほうが民衆をリードする力を持つていることがわかります。そのように、宗教的な情熱というものをこの地域の人たちは共通して持っているという感じがします。

こうして、この地域共通のメンタリティー、歴史に目を注いでみると、東西の壁がなくなったあと、この地域は一つの精神的な共同体として浮上してくる可能性が十分に考えられます。また、ヨーロッパの再興というのも実は、人工的に打出した、ヨーロッパ連邦とか「ヨーロッパ共通の家」構想ではなく、こういったもともと根源的なものから始まるのではな

## ハプスブルク再会

ここで、中欧各国について少し具体的に触れてみたいと思います。

二十数年前にチェコに行ったときのことですが、かつてのシュコダ・コンツェルンの工場を見学しました。戦前の方は、シュコダという名前にはお聞覚えがあるのではないのでしょうか。今日ではレーニン工場と呼ばれている、かつてのシュコダの重機械部門の工場に案内されたのですが、非常にびっくりした記憶があります。

バスがなければ隅々まで回りきれないほど大きな工場でした。ある部門では、円筒形の大きいものを真ん中に据えて、その上に技術者が数人登り、しきりにトシカチやっている。案内人が私に説明するには、あの機械は近く日本の日立に輸出するんだということでした。当時は重機械類を日立に輸出するくらいのがこの国にはあったということです。

そのあと、自動車部門があるムラダ・ボレスラフという小さな町へ行きました。そこでは、シュコダという戦前の名前をそのまま使って乗用車が生産されていました。私は特に願って運転させてもらいましたが、当時の日産、トヨタの水準と同じか、あるいは、それらを抜いているのではないかという感じを持ちました。

今日でこそ、施設も老朽化、技術も立後れてしまいましたが、メカトロニクス化以前は、あの国は相当の技術水準を持っていたのではないかと。ですから、いったん経済が浮上したら、そのテイクオフは意外と早いのではないかと感じを持っています。

また、六十八年のプラハの春のときにも、オタ・シツクなどの優れた経済学者がすぐさまプログラムをつくりあげてしまったことなどを考えると、そうした経済、社会のシステムづくりのノウハウの面においても、チェコは実は相当の水準をいくのではないかと思われま

す。つぎにチェコの南に連なるハンガリーですが、人口わずか一千万の小国ながら、この国は優秀な頭脳、人材に恵まれていると言えます。ノーベル賞の受賞者である、ビタミンCのセント・ジェルジ、マンハッタン計画に参加した原子物理学者シラードなどを輩出しています。シラードは後に、戦争への原爆の使用に反対して計画から離脱しました。第一世代のコンピュータで有名なフォン・ノイマンもハンガリー人と聞いています。

ハンガリーは、経済改革についても、今回の東欧革命が始まる以前からすでに、株式市場をつくるか、市中銀行をつくる、あるいは、付加価値税を導入して企業の競争力を強めるとか、破産法を導入して、政府の補助金をやっているような企業はつぶしてしまおうというような大胆な実験を行い、改革の最先端をいって

きました。さて、昨年末の東欧自由化以後、東ドイツを除いて、最も急進的な改革をおこなっているのはポーランドです。今年の一月から補助金をほぼ全廃して自由価格に踏み切り、つい数日前には、国有企業を民間に払い下げるとい

う法律を通していました。これらの国々はソ連と違って、かつて中欧圏内にあったときに資本主義というものをよく知っているわけですし、あるレベルの生活水準なり経済水準を持った経験がありますから、いったんソ連の支配下を離れば、経済的な浮上は比較的容易ではないかと思われま

べきだと思えます。ユーゴは六つの民族共和国からできています。

北部のクロアチアやスロヴェニアといった共和国は、かつてはハブスブルク帝国の支配下にあった国で、第一次大戦後、中央部のセルビア共和国などと合体してユーゴスラビア連邦共和国が誕生したわけですが、ところが、中央部のセルビアが後進地域であるのに対し、スロヴェニアとクロアチアは先進地域であるというギャップがあり、無理に合体させられたというところで、北部地域はずっと大きな不満を抱えてきました。北部のGNPはセルビアのその約三倍というたいへんな開きがある。

そして、自由化の波がユーゴに押し寄せてきた時、ちよどソ連のバルト三国にみられるように、スロヴェニアとクロアチアは共産党独裁を廃止して、主権宣言をおこなったのです。彼らの要求も、中欧という視点から見ると、何ら不思議はないわけです。中欧回帰というか、ハブスブルク以来の伝統的な生活水準、あるいは文化水準を維持したいという欲求のあらわれであると思えます。おまけにセルビアがギリシャ正教であるのに対して、クロアチア、スロヴェニアはカトリックであるという宗教的な問題も絡んで、中欧回帰の動きがにわか目立ってきています。

イタリアにも中欧回帰の動きがあります。北部のミラノを中心にした地域はかつてハブスブルク帝国の領有下にあった

わけですが、イタリアのデ・ミケリス外相が中欧再建に大変熱心で、中欧首脳会議も回を重ねています。

また、今回の東欧の激動以前すでに、今から十年前、アルペン・アドリアという組織がつけられました。これはドイツのバイエルンとオーストリア、イタリアの北の部分、ユーゴスラビアの北の部分、ハンガリーの西の部分地域的な共通の利害関係を持つという観点からできたもので、中央政府でなく各国の地方政府間で組織され、この十年間に相当の地域間協力を進めてきています。

### 統一ドイツと

### 強大な中欧経済圏の出現

以上述べたのは、旧ハブスブルク地域つまり、狭義のミッテルオイローパを中心とする動きです。しかし、ここにきて、広義のミッテルオイローパ、すなわちドイツを含めた中欧の動きに注目しなければならぬ事態となりました。

ただ、「中欧」にドイツを含めることに對しては、さまざまな抵抗があります。ビスマルクがドイツ統一の際にオーストリアを排除したため、オーストリアではミッテルオイローパといえは通常ドイツを除外したものを指しますし、ドイツに對する大変厳しい反発も散見されます。

また、ポーランド人やチェコ人のミッテルオイローパを主張する人たちも、ナチスによる被害が大きかったことから、

ドイツを含む、「大」中欧には警戒の念が強い。

しかし、ここに至ると、そもそも言っていないわけです。ドイツの経済力を借りなければ、中欧の復活はありえない。中欧どころか、ソ連もドイツを非常に頼りにしています。コール・ゴルバチョフ会談を見ても、それはよくわかります。

ソ連から帰ったコール首相は、ボンでの記者会見で、来年の夏前までにソ連と不可侵条約を含む協力協定を結びたいということをおっしゃいます。不可侵条約というと、過去の忌わしいイメージがあるのですが、それはともかく、いまドイツ関係はそうした地点にまでいってしまっているわけです。

好むと好まざるとにかかわらず、中欧に對するドイツの影響力は今後飛躍的に増大すると思われれます。例えば、昨年末にハンガリーには一千余りのジョイント・ベンチャーがありましたが、ほぼ半数が西ドイツ・オーストリアとのジョイント・ベンチャーということでした。

そういう状況はポーランドやチェコについても同様です。東欧民主化の前ですら、ソ連を含めた東欧諸国の西側との貿易総額をみると、アメリカ、イギリス、フランスなどは一ケタのパーセンテージですが、西ドイツは抜群に高く三〇%にもなっている。これらの国の対西側貿易の三分の一を西ドイツが占めているという計算になる。

そうした状況に加え、すでにオランダ、ベルギー、スイス、オーストリアの通貨はドイツマルクと連動していますから、マルク経済圏が東に拡大するのは確実である。したがって、そこに強大な中欧経済圏が出現することは疑いがないと見てよいかと思えます。

さて、ドイツの影響力が強まる中、一方で統一ドイツに對する脅威論がさかんに言われています。先日、イギリスのリドリー貿易相が『スペクテイター』誌のインタビューで、「いまECに主権を渡すのは、ヒトラーに主権を譲るようなものだ。フランスはブードル犬のようにドイツのごきげんを伺っている」という発言をして、たいへんな反発を買った。サッチャー首相もついに彼をクビにせざるをえなかった事件がありました。しかし、ヨーロッパの底流には、統一ドイツに對するあのような考え方が強くあるのです。しかし、今のドイツ人は昔のドイツ人とかかなり違ってきています。戦後四十年間に培ったボン・デモクラシーと言うべきものは相当なもので、それに比べると日本人などはまだまだであると言えましょう。例えば、盧泰愚大統領の来日時の対応を考えてもそれはわかりました。

ドイツの場合には、七十年代のはじめ、ブランド首相がポーランドに行つて、ユダヤ人の慰霊碑の前で、雨の降る寒い日にひざまずいて祈りを捧げた。もちろんドイツでも何もそこまでしなくてもという声もありましたが、それが和解の糸口

になつてゐるわけです。

また、数年前ですが、ワイツゼッカー大統領が、過去に目を閉ざすものは現在にも盲目であるという趣旨の演説をしました。これもドイツ人に大変な感銘を与えています。

日本は北方領土返還を盛んに言っていますが、ドイツは北方領土の何十倍、あるいは何百倍にも当たるかもしれない、オーデル・ナイセ線から東の旧領土を放棄しているわけです。そういうことを見ていると、ドイツの将来については過去の懸念にあまりこだわらなくていいと思われまゝ。リドリー貿易相に代表されるような発言は、むしろアンビバレントな感情のあらわれとみるべきだと思います。

つまり、中欧にストロング・ジャーマニーが出現することは、ヨーロッパの将来にとって歓迎すべきであることを彼らは十分に認識しているわけです。と同時に、イギリスの場合は、独ソ、あるいは仏独というフレンドシップができること、イギリスは周辺国に転落するのではないかと、いうジェラシーがどうしても出てくるのです。

現在のヨーロッパでは、このようにリーダーの発言に関して本音と建前が非常に違う場合が多く、この点をよくよく見極めないとこれからのヨーロッパ像も見誤ってしまう危険性が多分にあります。

## 「欧州共通の家」構想の難しさ

それでは、今盛んに言われているヨーロッパ共通の家や欧州連邦をどう捉えるべきでしょうか。

こうしたアイディアには非常に問題があると私は思います。ソ連の第二十八回共産党大会の十日あまりの動きを見ると、これは大変だなという感じは否めません。

ソ連はトリブル・コラプシオンに直面しているとこれまでよく言われてきました。一つはパーティーの崩壊、つまりコミュニストパーティーですが、たしかに共産党の団結は崩れてしまいました。

二つ目はユニオン、すなわちソビエト連邦のコラプシオンですが、これも、バルト三国の独立宣言からはじまって、現実の問題となってきた。

三番目はエコノミーのコラプシオンですが、これも、この五年間のペレストロイカで経済がよくなったという話は一つもありません。ゴルバチョフはあと二年時間をくれと言っていますが、はたして二年で上向いてくるかどうか。

ですから話を元に戻しますと、そうした問題を抱えたソ連のような国を含めたヨーロッパ共通の家というのは、本当にできるのだろうか。ヨーロッパ安全保障というようなシステムのことであればわかりませんが、政治体制、経済体制のすべ

てを含んだファミリーのようなものをつくらうというのでは、イリュージョンもいところだという感じがします。

さらに、統一ドイツができて、ECがどうなるかという問題があります。冒頭に申しあげたように、ECも冷戦の落とし子であつて、西欧Ⅱ NATOⅡ ECと一つ一つの枠組みの中にあつたものですから、当然ここでECは再編成されなければならぬ。また、されるだろうと私は思います。コール首相は、ドイツ統一プランを出したときからたえずECを東に開けと主張しています。

これまでのECを説明するのに、よく引き合いに出されるのは、ドロール委員長による、いわゆるドロール・プランです。

同心円構想になつてゐるのですが、一番中心に、英語でデューブナーと言われている、タイトな統合を主張するフランス以下六か国がきます。その外側にイギリス以下六か国で、ワイドナーと言われる、より緩やかな統合を主張するグループが位置します。

さらに、ドロールプランでは、その外側にEFTAがきて、最周辺に東欧という位置づけをしています。フランス中心に西欧の砦を築こうというプランでしたが、今の状況下ではこれは難しくなると思います。ましてや、ドイツがソ連と不可侵条約を含む経済友好条約を結ぼうというときに、こうした図式がヨーロッパ人を納得させるものだろうかというこ

とになると大変疑わしい。

また、ヨーロッパがますます東へ開いて行く今日、現在ブリュッセルやストラスブルグにある西欧諸機関のセンターもやはり東に移らなければならないと思います。

一つ考えられるのは、ベルリンがこれから大欧州の中心になるという可能性です。例えば、ヘルシンキ体制の拠点を置くとか、大ECのセンターを置くといったように、ヨーロッパの重心がだんだん東に移ってくるであろう。そして、必然的に、中欧は、今後文字どおり中央に位置して行くことになるのではないだろうか。

## 「中欧」復権のタイムスケジュール

本問 お話の最初の部分ですが、冷戦期の産物である、いわゆる「東欧」という言葉が出てきたため、第二次大戦後、「中欧」という言葉は死語に等しい扱いを受けてきた。それが、ここにきて復活しつつあるということでした。

ところで、その「中欧」というのは何かの対立概念なのでしょう。東欧、西欧、北欧や南欧に対しての中欧なのか、すなわち、中欧対辺境ヨーロッパという意味での中欧なのか。それとも、ソーセージが好きで、音楽が好きで、宗教的情熱をもつといった、共通の文化的背景を有する地域という絶対概念なのでしょう



か。

**加藤** 東欧、西欧の「中間にある」中欧という意味です。

**本間** そうすると、元来の東欧と、冷戦の落とし子である東欧は、版図としてずれているわけですか。

**加藤** そうです。第二次大戦前の東欧というのは、今日のヨーロッパロシア地域を指していました。西欧については、フランス以西を指していました。「東欧」の概念は大戦の前と後ではずいぶん変わったことになりました。

**本間** そうしますと、ゴルバチョフが自分たちも参加させてくれということ、「ヨーロッパ共通の家」を提唱しているのは、実現性は別として、オーソドックスな提案であると言えますね。

**木田** 中欧復権はおそらく意識のほうが行先すると思われませんが、現実には復権という形で中欧が力を持つてくるには、どのくらいの期間がかかるとお考えですか。

ドイツ統合により、西ドイツ経済もかなり成長がスピードダウンするでしょうし、今日お話があったチェコ、ハンガリー、ユーゴなども、それぞれ力をつけるまでにはかなり大変な気がします。

**加藤** 統一後、東ドイツ経済が西ドイツ並みになるのに要する期間は、早い人で五年とみています。そして、仮に五年を一つの基準にして考えれば、おそらくチェコ、ハンガリーはその倍くらいかかるのではないかと。ただ、チェコやハンガリーは、あの地域を見ていた実感として、軌道に乗るのは意外に早いのではないかと思います。

企業は人なりということがよく言われますが、私は、国も人が一番基本だと思います。たとえば海外取材の際、現地の放送局を通じてアレレンジなどを頼みますが、お国ぶりがよくわかる。チェコ人のオーガナイズする際の正確さはドイツ人並みといつてよい。そのあとに、ハンガリー、ポーランドが続きますね。そこへいくと、ロシア人は本当にルーズです。

**木田** 欧州の新秩序を考えた場合、手順としては九二年のEC統合がまずくるわけですが、次に今日のお話の中欧がEFTAとの絡みで浮上してくるのでしょうか。ECとEFTAの関係をどう整えていくかが次の政治日程になりますね。

**加藤** EFTAにはいろいろ問題があるわけですが。

スイス、オーストリアといった中欧諸国と、北欧のフィンランド、スウェーデン、ノルウェー、アイスランドとでは非常に立場が違います。オーストリアはすでにECへ加盟申請していますし、スイスも最近、IMFや世界銀行に加盟申請していますが、それは明らかにEC加盟を意識した行動です。

しかし、北の四か国についてはそんなに簡単にいかないそれぞれのお国の事情があるわけです。例えば、フィンランドは主要産業である木材産業に外国資本が参入してこれらでは困るといふ恐怖心を持っている。アイスランドも漁業で食っているわけですから、漁業権は独占していたいということがある。

ノルウェーに関しても、外国人労働者が入って来られると困るといった事情がありますし、この五月にスウェーデンに行きましたが、野党は、東西ブロックがなくなったのだから、中立政策を放棄してECに入れたいことを言っているが与党はまだそこまで踏み切れない。また、スウェーデンは労働者保護、高福祉のためがあつて税金が非常に高いという特殊

事情がある。この点でも、ECに連動するには若干難点があるようです。

ですから、EFTAを加えた拡大欧州自由市場構想は、われわれが考えるほどスムーズには実現しないと私は思います。EES、ヨーロッパ・エコノミック・スペースをECとの間につくり、そこからECへ入っていくというようないことがいま言われていますが、EFTA諸国の諸事情がそんなに早急に解決されるとは思えないですね。

むしろ、チェコ、ハンガリーの方が、外貨をうまく取り入れることさえできれば、EC統合に何とか追い付くことも可能であるとの感じもします。

ただ、現状を見ますと、ハンガリーの一人当たりの累積債務は非常に高く、東欧一である。また、チェコも、ポーランドのような大胆な自由化政策をやっていませんから先行き難しい点があります。

**大来** 先程、統一ドイツが軌道にのるまで五年と言われましたね。一月にポンド、ピーデンコップフというエコノミストの国会議員と東独の問題を話したんです。

東独の人口は一千七百万人以下で、西独の一番大きな州よりも少ない。GNPは実質価値でいけば十分の一である。だから、西独の経済から見ると東独を吸収するのは一つの州が追加されるようなもので、五年あれば十分だと思つているというのを、彼は言っていました。しかしにそういう面があります。しか

も、質のいい労働力も相当あるわけですから、そういう意味で、東ドイツのみならず、チエコもハンガリーも含めて、あるレベルまでいくと輸出などが急速に伸びるかもしれません。

**加藤** カール・ツァイスのような由緒ある企業も、ずっと東と西の二つに分かれてしまっていたわけですが、東西一緒になって、一たすいで二になるのではなく、三か四の力を発揮できると思います。この点は予想以上のものがあるのではないのでしょうか。

## 政治家ヘルムート・コールの資質

**滝田** 私がはじめて西ベルリンへ行ったのは一九五一年ですが、一九六一年に西ベルリンの市長さんにお会いしたとき、東欧の独立運動の失敗を我々は繰り返したくない。東西ドイツの統一は機が熟したとき一挙にやるんだということを知ったことがあります。

ドイツ統一への動きの速さを考えてみると、当事者の強い意志だけでなく、ソ連側の変化と、この機を逸せずという印象を受けました。

**加藤** ドイツ統一には、外的要因と内的要因の二つがあると思います。外的要因は、おっしゃったようにソ連です。

ゴルバチョフはベレストロイカの初めのころは、ドイツ統一問題について、著書『ベレストロイカ』のなかで、百年先

のことは私は知らない、それは歴史が決めることだと言っていました。

そのゴルバチョフが本気になってドイツ問題を考え始めたのは、私の想像ですが、おそらく去年の四月ではないか。ドイツの『シュピーゲル』誌の特集記事に出ていましたが、モスクワに世界社会主義体制経済研究所というシンクタンクがあつて、ダシチェフというドイツ問題の専門家がいますが、彼がゴルバチョフに建白書を書いたのです。

ダシチェフのレポートの内容は、今やソ連と東独と西独は三角関係にある。東独はベレストロイカの障害になっており、われわれはもう東独を相手にすべきではなく、西独を相手にしなければならない。そのためには国境を開けということを書いているわけです。『シュピーゲル』はこの建白書が、ゴルバチョフが対独政策を改めた一つの転機になったのではないかと言っている。

一方、コールという人も、首相になつたときから、ドイツ統一ということを非常に強く言っていた。八四年にモスクワを初めて訪問したときに、「ドイツを統一させてほしい。モスクワがもし二つに分かれていたらあなたはどうか」と食いついて、アンドロポフの不興をかけたという話が伝えられています。

ですから、コールが非常に熱心な統一論者であつたことも、今回の急速な統一への展開の重要なファクターであると思います。先のブランドは二つのドイツの

存在を認めていた人でしたから。

内的要因の二番目は、大量の避難民が東から西に流れ込んだことが、西ドイツ政府にプレッシャーをかけたことです。こんなスピードで東から流入されたら、住宅は建てなければいけない、社会保障を用意しなければならぬ、西ドイツ経済がメチャクチャになってしまうと危惧して、真剣に統一に取組み始めたわけです。

三番目に、三月十八日の東ドイツの選挙で、キリスト教民主同盟を主体とするドイツ同盟が圧勝しましたね。あの選挙の結果、東ドイツの市民フォーラムや知識人が提唱していた、東ドイツと西ドイツとの間で理想的な連邦を結成する構想はふつとんでしまい、一挙に下世話な話になってしまった。おれたちのマルクが一对一で替えられるなんてこんないいことはない。コールは素晴らしい人だ、ということになってしまった。あの時点で、コールはこれでやっていけるとい確信を得たと思います。

私は七〇年代半ばにボンにいまして、当時は社民党政権でしたが、コール・フーというくらい、ローカルな政治家だったのです。ライブラントでは知られておりませんが、けつしてナショナルな政治家ではありませんでした。

社民党政権と交代して、コールが出てきたときには、なぜコールがと以外に思つたくらいです。しかし、今回見ていると、東西マルクの一対一の交換比率に

ついても、通貨同盟についても、連邦銀行のペール総裁に一言も意見を聞いていない。ペールはその二つとも反対だったんです。

そのように、コールは、いいと思ったことは自分の考えでパツとやってしまふ。リーダーシップがあり、なおかつ先を見通す力、決断力も備わっている。たしかに国際情勢は彼に大いに利があつたわけですが、コールの個人的な資質も評価してもいいのではないかと感じがします。

## 領土問題—日本の場合、ドイツの場合

**大来** 先程お話ししたボンでのウィリ・ブランドの会議の後、ドイツの外務省の人と雑談をしていたのですが、「われわれはゴルバチョフを全面的にサポートするつもりだが、聞くところによると、日本はどうも彼の支援に消極的らしい。なぜか」と聞くわけです。

とっさに私が答えたのは「日本とドイツの立場は違ふ。ドイツの場合はヒトラー時代ソ連に侵入し、二千万人のソ連人が死んでいる。そのことに対するギルテイーコンシヤスが底にあるので、ソ連に對する感情は自ずから異なるのではないか」ということでした。

十年前に私がベネチア・サミットに出たとき、シュミットがそういう意味のことを言った記憶があつたのです。われわれ

これは西側との関係は修復したが、東側とは問題が残っている。当時、そうしたことをシユミットは縷々として語っていた。

「一方、日本人のソ連に対する意識としては、終戦近く旧満州などでひどい目に遭わされたという認識がある。その意味で、ソ連人こそ日本人に対してギルティコンシヤスがあつていいはずで、日本人がギルティコンシヤスをもつのは中国人に対してである」と、ドイツ人に話をしたんですが、「そうか、そういう見方があるか」と、あまりそのように考えたことがなかった感じが言葉からうかがえました。

**中村** いまの状況ですと、領土問題、あるいは国境問題について扱いが違つたということで、日独間になんらかのズレを生じないでしょうか。

全欧安保会議の、戦争の結果決まったものは不変更であるという認識を前提として、ドイツ統一はあるわけです。それは、ソ連が獲得したポーランドの旧領土も、ポーランドが獲得したドイツの旧領土も不問に付すということです。

北方領土はサイズやウエイトこそ違え、原則は同じように考えるべきだという声が国際世論としても出てくると思うのですが。

**加藤** 北方領土は、本当のところを言いますと、国際的な支援というのはありませんね。ヒューストン・サミットではじめて、議長宣言に入りましたが、あの

場合も、北方領土を解決しろということには言っていますが、四島返還が解決だとは一言も言っていない。むしろ、領土問題でいつまでもゴタゴタしてもらっては困るといのが本音とも取れます。

ヨーロッパでは、もはや、領土を持出すことはタブーなのです。旧ドイツ領などということを出したら、フランスもストラスブールをドイツへ返さなければという不安が起きてくるからです。

**河合** 北方領土自体の是非は別として、サミットの共同宣言に入れたということにはエポック・メイキングかと思つていましたが、ある人曰く、北方領土の問題をマルチの国際関係の場面に持ち出したのは大変なマイナスだということである。私もなるほどと思つたんですが、マルチの場に出したために、二国間、バイラテラルでは解決できなくなってしまい、西欧諸国の賛成も取り付かなくなってはならなくなつたわけです。これは大変難しい立場になつたという気がしますね。

**松山** 三か月前、ストックホルムのSIPRI(国際平和研究所)に行つたときに、日本は北方領土はあきらめろという人がいました。ゴルバチョフが万が一返還を認めたら、彼の国内的な立場はなくなつてしまう。いまゴルバチョフを失ふことは世界にとってどんなに大きな損失か、と言われました。

ヨーロッパは歴史的に取つたり取られたりの連続で、固有の領土という言葉はある意味でヨーロッパにはない。そこは

日本とは全然違う点であると、私は反駁したんですがね。

**滝田** 日本は無条件降伏して講和条約に調印したという事実との関係は……。

**大来** しかし、ソ連には、日ソ不可侵条約を結んでおきながら、それを一方的に破棄した事実があるわけですから、どちらが正しいかは難しいところです。

しかし、北方領土をサミットに持ち出したことはそんなにマイナスですか。あの領土問題は世界的にそう知られているわけではない。それを初めて大きな舞台に持ち出して知らしめたことだけでも意味があるのではないのでしょうか。また、サミットに出したからといって、日ソ間で話がつく場合には、いちいち各国の了解を得る必要はないでしょう。この点は見方の分かれるところでしょうけれども。

**松山** 私のワシントン時代の経験から率直に言いますと、アメリカの極東戦略にとつては、現状の方が都合がいいでしょうね。北方領土が返らない限りは、日本の反ソ感情は残りますから。もちろん公式には認めないでしょうが。

**木田** 松山さんの戦略をゴルバチョフに教えなければいけませんね(笑)。日米間の足並を乱したいなら、北方領土はさつさと返しなさい、とね。

**松山** いや、むしろいまでは日米の仲がいいほうがソ連には都合よくなつたのではないですか。本当に複雑な、以前には想像できなかった時代になりましたね。  
**大来** 時間になりました。大変有益な

お話を加藤さんからいただきました。どうもありがとうございました。  
(七月十八日 日本記者クラブ)

北野 康

(名古屋大学名誉教授)

出席者

# 「水、この不可思議

村田 浩

(財)日本原子力産業会議副会長

五代利矢子

(評論家)

内田勇夫

(海洋科学技術センター理事長)

高島洋一

(助産業創造研究所柏研究所長)

大澤弘之

(動力モトセシニング技術センター理事長)

依田 直

(東京電力㈱副社長)

草間朋子

(東京大学医学部助教授)

## なるもの 「なるもの」

### 水の惑星「地球」

私は、いつも「水ほどありふれたものはないが、水ほど複雑で不可思議なものはない」と枕詞のように使っています。

今日も皆さんは、水をお飲みになったと思いますし、水を使わない人は一人もいません。

宇宙には数えきれないほど多くの星が存在し、銀河系だけでも一千億を超えると言われています。その中で、地球だけに液体の水があり、しかもそれがふんだんにある。私たちは日々あたりまえのように朝から晩まで、水を飲んだり水を使

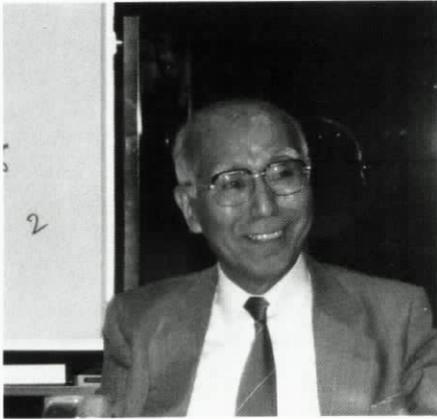
ったりしていますが、「地球だけに水がある」ということは、実は大変不思議なことであるということをもっと認識することが必要であると思います。

地球が誕生してから四十五億年と言われているのですが、ごく初めの時期を除いて太陽からやってくるエネルギーは、曇った日も晴れた日もあり黒点活動の大小もありませんが、ほとんど変わっていません。太陽のエネルギーによる蒸発だけを考えると、海水はわずかに四千年で干上がってしまいます。ところが、地球の表面の三分の二が平均深度三千八百メートルの海であり、「水の惑星」と言われるにふさわしい多量の水が変わることなく存在しています。

なぜ地球だけに液体の水があるのか。それは、まず太陽からの距離に関係があります。太陽系には、九つの惑星が存在しており、地球の隣り星で太陽に近い方が金星、遠い方が火星です。

それぞれの星の大気の平均温度を比べてみると、金星は五百℃、火星はマイナス六十℃、そして地球は十五℃です。この数字だけを見ても、地球だけに液体の水があることがわかると思います。

また、地球の大きさと引力も水の存在に好都合です。地球の引力は地球の質量に比例します。水分子は水素原子二個と酸素原子一個で構成されており、分子量は十八で、非常に軽いものです。水は太陽のエネルギーによって蒸発しますが、



◀北野 康氏

地球の引力は、分子量十八の軽い水をその重力圏内から逃がさない力を持っています。したがって、水蒸気は上空で冷え、再び雨や雪になって地球に戻ってくるのです。気温が十五℃であっても、もし引力がなかったら、海水はどんどん蒸発して惑星空間に逃失し、四千年程でなくなってしまう、地球は干からびた星になるはずです。

地球の場合、引力が水を逃がさないだけでなく、太陽からの紫外線が弱いことも水の存在に関係しています。金星の場合、太陽からの紫外線が強いため、水が水素と酸素に分かれてしまいます。水素ガスの分子量は二で非常に軽いために、金星の重力ではどんどん逃げてしまうのです。一方酸素ガスは、金星の表面の岩石に吸収され酸化物になることが、これまでの探査からわかっています。したがって金星大気には液体の水は全く存在しません。

しかし、地球では、紫外線による水分子の分解が起こらないので、水が減ることはありません。

化学の分野では、隕石と太陽大気とを調査して、太陽系が四十六億年前に誕生した際に、どういう元素がどれだけの量あったかを推定しています。その結果、最も大量にできたものは水素で、その分子量は二です。次がヘリウムで分子量は四です。太陽は大変重く、引力が強いので、分子量二の水素ガスも絶対に重力圏外へ逃がさない。地球ができたときにも、

おそらく水素ガスやヘリウムが多かったに違いありませんが、地球の重力圏内に止めておくことができず逃がしてしまっただ。しかし、分子量十八の水は逃がさなかったわけです。

もし、地球がもう少し大きく重かったら、地球大気は水素ガスやヘリウムで満ちて、いまのような地球はできなかったと思います。太陽からの距離や地球の大きさが少しでも狂ったら、今の姿の地球は存在し得なかったでしょう。

## 水の分子構造の不思議

人間は、ありふれたものを正常なものと考えがちですが、水は決して正常なものではなく、大変不可思議なものです。

水以外で分子量が十八程度のもは、軽くて動きやすいので、一気圧のもとではマイナス九十℃まで冷やさなければ液体にはなりません。また、固体にするには、マイナス百十℃まで下げなければなりません。しかし水は百℃で液体、0℃で固体になります。

これは、水分子が分子量が百ぐらいの非常に重い分子と同じ挙動をしているからです。水分子は、酸素原子を中心にして、二つの水素原子が結合していますが、その結合は直線ではなく、百四度の角度をつくり、水分子は水素結合と呼ぶ結合を持ち、水分子を結びつけています。

この特異な構造を持つ水の分子は、他

のものに見られない不思議な化学特性を持っています。

通常のもは、温度が上がれば上がるほど、体積が大きくなって比重が小さくなります。ところが、水は4℃で比重が一番大きくなる。したがって、もし水を寒暖計に使った場合は、4℃と2℃では4℃のほうが低いことになってしまいます。4℃で、比重が最大になるような分子の構造は、水以外にはありません。

水分子の液体は水で、固体は氷です。ふつう液体が固体になると、固体のほうがぐっと締まって比重が大きくなり重くなります。ところが、オン・ザ・ロックをつくと、氷は浮きますね。こんなものも、水以外にはありません。

また、水はものを溶かしたり、変容する力が抜群です。たとえば、食塩を水中に入れて、温度や圧力等を考慮する必要もなく容易に溶解、ナトリウムと塩素のイオンに分かれます。このイオンの結合を水ではなく熱や圧力によって切り離そうとすると、莫大なエネルギーを必要とします。水分子は、一般の分子と違って、分子内でプラスとマイナスの中心が離れていて、プラスの性質もマイナスの性質をも強く持ち、他のものと結合しやすい形になって、食塩内のナトリウムと塩素の強い結合を切ってしまう。

このような不思議な化学特性を持ち、水はわれわれのまわりに気体、液体、固体の三態で存在しているのです。

サイエンスに奇跡を持込むと笑われる

かもしれませんが、「水がある」ことは本当に奇跡的であると思います。何かがちよっと狂ったら、存在しなかったかもしれない。そのありがたさを思うと、梅雨どきなどは、洗濯物が乾かなくて困ると愚痴りたくなりますが、そんなことを言っただけではない(笑)。

## 地球は壮大な蒸留水製造装置

地球上の水資源の割合をみると、その九七・二％が海水、二・一五％が、南極や北極の陸水です。そして、われわれ人間が使っている川の水の割合は、わずか〇・〇〇〇一％です。しかし、古来文明は、大きな川のほとりで発達しました。なぜわずかな川の水に頼って生活することが可能だったのでしょうか。

川の水、湖の水、地下水はもとを正せば全て降水です。そのもとになるのは、大気中の水蒸気で、その量は水資源の〇・〇〇〇一％で、川の水の約十倍です。この量は、日平均降水量(年間降水量を約千ミリとして、これを機械的に三百六十五で割った値)の、十日間分に相当するだけです。

したがって降ることだけを考えると、十日降って終わりで、たちまち地球大気中の水蒸気はゼロになってしまふ。しかし、実際は降った分だけ海の水が蒸発して大気に水蒸気を供給しています。つまり、地球上の水蒸気は十日に一度の割合

でどんどん入れ替わっている。先述したように、海の水は四千年で干からびるほど蒸発して、大気に水蒸気を供給しています。

これを遠くから見ると、地球の表面は、海と太陽が作っている壮大な蒸留水の製造装置のようなものです。雨や川の水は、本質的には蒸留水で、川の水の現存量は水資源の〇・〇〇〇一％しかありませんが、ある期間に流れきて、また流れ去る川の水の量は莫大なもので、その都度きれいな水に置き換わっています。だから、人間は少ない川の水に頼って生きることができている。特に日本は中部山岳地帯があり、大陸等に比べると海までの距離が非常に短く、川といっても滝のようなものなので、きれいでおいしい水を使うことができます。

一気圧のもとで、0度で凍る氷の存在も、私たちににとっては大変ありがたいものです。もし南極の水が全て溶けたら、陸も海も含め地球全体で四十五メートル水面が上がってしまう。それほどの大量の水を、自然は固体の水、つまり氷として地球上に保っているわけです。

名古屋には、木曾三川がありますが、ここで田植えが順調にいくかどうかは、前の冬に、中部山岳地帯に降った雪の量で決まってきます。日本の場合、梅雨と台風の時節に大量の雨が降るので、一定量以上の水はダムに貯めることが困難で水門を開いて海に流してしまいます。その点、雪は天然ダムの役割を果たし、四

月、五月になって徐々に溶けて田植えにちよつとよくなる。

太陽のエネルギーによって水は蒸発しますが、一グラム蒸発するときに、六百カロリーぐらい熱を取込むので、そこではエネルギーがマイナスになります。蒸発した水は別の場所で雨になって降り、そのときに六百カロリー外へ放出し、エネルギーはプラスになる。こうして起こったエネルギーの不均衡を元に戻すように風が吹き、大気を動かす水はエンジンのような役目をしています。

日本は、地理的な条件から、台風が来たり風が起きたりすると、汚れた空気も勿論水も全部太平洋に行ってしまうので、川の水と同様に、きれいな空気に恵まれています。

## 二酸化炭素の固化と大気

最近、地球環境の視点から、大気の問題、特に二酸化炭素の濃度が大きく取り上げられています。

私は水圏と大気は温度の関数だと思っています。温度が上がれば、水は水蒸気というかたちで大気になり、温度が下がれば水になるわけです。

地球の大気組成は、窒素七八％、酸素が二一％、アルゴン〇・九％、残りは水蒸気と二酸化炭素です。

地球を理解するためには、他の星と比較することが非常に有効です。例えば、



大気中の二酸化炭素濃度を地球の両隣りの火星や金星と比較すると、地球は一気圧・温度十五℃で、〇・〇三%、金星は九十気圧・温度五百℃で九七%です。火星は百三十二分の一気圧、温度はマイナス六十℃で九五%です。実はこの三つは兄弟星で、同じできかたをしているのですが、なぜ地球だけ二酸化炭素が〇・〇三%と少ないか。これは地球上の炭素の分布に関係があります。

大気中の二酸化炭素濃度は、〇・〇三%ですが、その他に石油や石炭、珊瑚礁や貝殻等の炭酸カルシウム、堆積岩に含まれる有機炭素等、炭素が固化された状態で大量に存在しているのです。石灰岩はヨーロッパ、アメリカなどに多く、中国の桂林、日本では伊吹山などにもあります。石灰岩と堆積岩中の有機物の量が断然大きく、石油・石炭などの地球の全埋蔵量を含む炭素の約一百万倍にもなります。これら地球上に分布している石灰岩と有機物・炭素を焼くと、二酸化炭素が出ますが、分子量が四十四であるので地球の重力圏から外には逃げません。それを地球大気中に放出すると、大気中の二酸化炭素濃度は、三十気圧で九七%にもなります。これが原始地球大気の状態でしょう。この数字を見ると地球が金星と兄弟星であることがわかります。

地球には液体の水が存在したおかげで、三十八億年前にその水の中で生物が生まれ、せっせと石灰石の殻を作り、有機物を堆積し、空気中に大量にあった二酸化

炭素を固化して空気中から除いてくれたので、一気圧〇・〇三%になったわけです。ですから、われわれが生物と共存をしなければいけないのは、あたりまえのことです。

現在〇・〇三%である二酸化炭素濃度が四十年後に〇・〇六%になるというシミュレーション結果が出され、人間が生きていくには大変だと騒がれています。これはわれわれ人間の自然に対する認識の浅さのゆえにとった人間のせっかちさを表してはいないでしょうか。

私は常々大変おもしろいと思っているのですが、生物が殻を作り、有機物を作って、三十気圧九七%の二酸化炭素を一気圧〇・〇三%にしたけれども、もっと徹底して〇・〇〇%にしていたらいったいどうなっていたか。

二酸化炭素は温室効果で大気の上を上げていますが、〇・〇〇%にしたら、温室効果が消え、水蒸気の量も減り、地球大気中の温度は三十三度下がり、現在の十五℃から、マイナス十八℃になり、水は凍り、生物は生まれません。ですから、よく生物が〇・〇三%で止めてくれたと感激してしまいます。

## 生物誕生と水の役割

つぎに生物の誕生についてお話したいと思います。

固体地球の年齢は四十五億年ですが、

海水の年齢も同じです。生物は三十八億年前に海水中で生まれ、三十四億年もの間海で進化し、いまから四億二千万年前やっとなら陸地になり、空気の中で住むようになったと考えられています。

なぜ生物が海の中で生まれたのか。生物の生育環境には、大気、水、土壌の三つがあると思いますが、本質的に生物は、環境中にたくさんあるものを体内に入れてきたと言われています。生体の構成元素を多い順に並べてみますと、人間の体も草も組成は同じようなもので、これは大気や土壌とは似ても似つかないが、海水の元素とは非常に近い。マグネシウムが多いのが海水の特徴ですが、リンゲル溶液、お母さんの羊水は非常に海水に似ています。

地球環境を見る時に、化石などの痕跡や古い石の年齢を測ることによって、生物の誕生やそのときの大気の状態等を調べることが出来ます。雨にあたらない場所、例えばグリーンランドの水の下には大昔のままの岩石がありますが、その岩石の元素の存在状態を化学的に分析すると、大昔の空気中における酸素ガスの有無は正確にわかります。三十億年以上前は空気中に酸素ガスは絶対ありませんでした。

空気中に酸素ガスがなかったため、オゾンもありませんでした。なぜならオゾンは酸素ガスに紫外線があたってできるものなのです。オゾンがないと太陽から紫外線がまともにやってきて、DNAは

全部破壊され、生物は生きていられませ  
ん。しかし、酸素ガスが全くなかったと  
きに地球で生物が生まれたという事実が  
あります。それは太陽からまともにやっ  
てきた紫外線が弱められた、水深五十メ  
ートルから百メートルの海の底で生命が  
生まれたことを示唆します。

海水中に酸素ガスが存在しない時、ま  
ず酸素ガスを必要としないバクテリアが  
生まれ、生物進化によって海に緑色植物  
が現われ、酸素ガスを出した。その酸素  
ガスは、無酸素で存在していたバクテリ  
アにとっては大変有害であったためにほ  
とんどが絶滅しました。生物にはそうい  
う残酷なところがあります。そして緑色  
植物の世界になります。

そもそも原始海水の原型は塩酸性の  
水溶液であったため、その頃海には鉄が  
たくさん溶けていたが、緑色植物が海中  
で酸素ガスを出し、酸化鉄を作り、堆積  
物となって鉄鉱床ができた。つまり、三  
十億年前に海の中で作られた鉄によって、  
現在の鉄文明が成立していることになる  
のです。はじめは、生物が海水中で酸素  
ガスを作っても鉄を酸化するのに使われ  
たので、空気中に出ていくことはなかつ  
たが、酸素ガスが鉄を酸化し尽くした後  
も、生物は繁殖したので、徐々に酸素ガ  
スが海から出てきて今の空気中の十分の  
一くらいになる。それに応じてオゾンが  
できて、紫外線を弱めるので、プリミテ  
イブな生物なら住めるようになった。生  
物はこのようにして、海から陸へ上がっ

てきたわけです。それが今から四億二千  
万年前ということですが、

以上のようなストリーは、地質学の  
立場からの古生物や岩石の研究からも、  
化学的なオゾンができた量からも矛盾な  
く承認できます。

## 海水の二酸化炭素吸収力

現在、海水は地球の表面の三分の二を  
占め、pH八・一くらいのアルカリ性で  
す。二酸化炭素は酸ですから、アルカリ  
性の海水に溶ける。海水に溶けている炭  
酸物質の量は大気中の五十倍くらいです。  
ですから、空気と海水では一対五十に分  
配され、空気中に二酸化炭素を出しても  
五十分の一の空気に残るだけだといわれ  
たこともありました。ところが、これは研  
究室の中で考えたことで、実際に工場か  
ら石油、石炭を使って二酸化炭素を出し  
て、空気中にどれだけ残ったかという  
と、五十分の一どころではなく、出した六割  
くらい残ってしまっている。つまり、実  
際には海水は計算どおりに吸ってはい  
ない。

海は平均水深が三千八百メートルあり、  
表層の七十メートルから百メートルの間  
を混合層、その下を中深層と言います。  
海水のほとんどは中深層なのです。この  
層の間、七十から百メートル辺りに温度  
躍層といって、温度が急激に変わるとこ  
ろがあり、混合層と中深層の水が置き換

わるのに二千年くらいかかる。つまり、  
混合層では空気中の二酸化炭素が増え  
ればそれだけ多く溶けても、海水全体  
が吸収してくれているわけではありま  
せん。

いまのわれわれの生活環境は五年、十  
年、四十年という非常に短い期間を単位  
に置いていますが、自然の動きは、千年  
二千年を一つの単位としている。水はよ  
く混ざるといいますが、そう簡単に混ざ  
るものではない。親潮、黒潮は混ざりま  
せん。かき混ぜればいいですが、外洋水  
をかき混ぜることは不可能ですね。現代  
の地球温暖化問題では、時間単位がから  
み、海水全体を二酸化炭素の吸収源とし  
て考えられないところにむずかしさがあ  
ります。

地球環境を考える場合に、氷を分析す  
ることも非常に重要になってきました。  
地球ができてからの物質の動きを知るた  
めには、少なくとも十億年前、二十億年  
前の雨の組成や空気の組成を知る必要が  
あります。今問題となっている地球環境  
問題では、二百年前、一万年、十万年  
前の空気の温度や二酸化炭素濃度を正し  
く知りたくて、水の化石、空気の化石が  
必要になります。それくらいの過去の空  
気や水の化石は容易に手に入ります。南  
極やグリーンランドの水がそれを含んで  
います。その氷試料の調査をしています。  
南極隊が帰ってきて、水割りのウイスキ

ーの中に南極の水を入れるとパチッと音  
がします。あれは水の中に十気圧、十五

気圧の空気が含まれており、それがはじ  
き出される音ですが、それは空気の化石  
です。

氷の中から空気を取り出し、二酸化炭  
素やメタンの濃度も測ることができま  
す。水はH<sub>2</sub>Oで、水素と酸素にはそれぞれ  
放射能を出さない同位元素があります。  
水素は普通原子量一ですが、中性子が一  
個入った二というものがあります。水中  
の水素の重さが一と二の含有量比を測る。  
また酸素は普通原子量は十六ですが、中  
性子が二個多く入った十八というものが  
あります。この比率も簡単に測ることが  
でき、それによって、その水の源の雪が  
降った時の空気の温度を正確に知ること  
ができます。

このように、氷を使って何年も前の空  
気の二酸化炭素濃度と温度を調べていく  
と、間氷期と氷期ではどれくらい差があ  
ったかがわかります。いろいろ調査をし  
ていくと、温度が高かったときは空気中  
の二酸化炭素の濃度も高かった。温度を  
規定する因子は多数あり、実際の現地球  
で空気中の二酸化炭素量が増えると温度  
が上がると確言はできかねますが、しか  
しその可能性は非常に高い。しかも温暖  
化は徐々に起こり、一度温度が上がった  
らもとには戻せない。ですから不確定さ  
はあっても、起こる可能性の高い温暖化  
問題には早く手を打たなければならま  
せん。

さて、これまで環境問題と言えば、「地  
域公害」が問題でした。イタイイタイ病

や水保病のような重金属元素は反応性に富み、寿命が短く、放出した場所の近くに落ちてしまい、その地域で問題が表面化するものであった。

しかしいまの地球環境というのは、二酸化炭素が大気中で一回置き換わるのに数年です。フロンは百年です。これらは地球のどこで出しても、全地球大気に混ざってしまい、全地球の人々が被害を受けます。これが「地球環境問題」です。全く放出しない途上国の人々も、孫子の代まで苦しむわけです。われわれ人間としては、人類が生きていくために十分な投資をして決して悔やむことはありません。

## おいしい水の成分

**大澤** おいしい水とは化学的にみるとどのようなものですか。

**北野** カルシウムの濃度に関係があるようです。カルシウム濃度が一リットル中に八から十ミリグラムです。炭酸水素イオンが二十から三十ミリグラム。さらに、ケイ酸と二酸化炭素が溶けていて、これが大きいほどよい。そして硫酸イオンは少なければ少ないほどよい。これが人間の平均的な嗜好のようです。

世界の水道水、つまり飲み水を、炭酸水素イオンと硬度とで比較すると、日本の川の水は、沖縄の石灰岩地域を除いて、軟水で大変恵まれています。ヨーロッパ

などに行くと石灰岩から溶け出るカルシウムイオンが多く含まれており、硬水です。

**結局**、おいしい水というのは、日本の山の水ということですね。しかも、かつて火山であったところがいい。活火山では硫酸などが出てくるからダメなのですが、休火山ですと火山の末期には二酸化炭素が出てきます。また、岩石も石灰岩ではなく花崗岩がよく、花崗岩の中の長石が炭酸で程よく溶かされます。

私は、自動車に乗っているときなど、今は活発ではない火山で水が結構集まってくる場所を探したりしますが、そういう場所は炭酸を含んだうまい水です。そういうところは、木曾の沿線でも山梨県でも、ほとんどウイスキー会社が買い取っているようです。

ただ、日本酒の水は、もつと硬く、多少石灰分が多くてもよいようです。灘や六甲の水などは少し硬い。しかし六甲も上流のほうに行けば飲んで大変おいしい水がある。昔は六甲の水を船に積んだといわれています。

お茶用の名水には、中国の浙江省杭州の虎跑泉、京都は今日庵の梅の井というのがあるそうです。中国の水はカルシウムが一リットルに六ミリ、京都の水は十二ミリです。マグネシウムもナトリウム濃度も京都のほうが大きい。ケイ酸は両方とも多い。

**大澤** 中国のお茶と日本のお茶では種類が違いますね。

**北野** そうですね。ですから京都の人たちが飲んでいるうまいお茶用の水と、中国のおいしい水というのは、違うかもしれませぬ。

昔、私は東京のお茶屋さんで、「どこにお住まいですか」と聞かれたことがありますが、「どうして、聞くのですか」とたずねると、「あのへんの井戸水でしたら、このお茶がよい」と言っんです。東京というのはよいところだと感激しました。この頃はもうだめでしょうね。

**内田** 東京の中のどこということをつねるわけですか。

**北野** そうです。場所を聞いて、その井戸水に合うお茶を選んでくれる。これはいい話だと思います。

## 岩石が語る

### 地球内部の水の存在

**大澤** 関西は花崗岩系が多いから、自然放射能が高いということですが、水の放射能は関東と関西で測定したことがありますか。

**北野** 核融合研究所のある土岐、陶磁器生産をしているところなどは、体には影響はありませんが、やはり自然放射能が高い。

花崗岩地帯では、花崗岩にウランが入っていますから高くなります。ウランの原子量は二三八ですが、地下深いところにたまってしまったらとても人間は使えません。しかし、地球は中心部は鉄とニ

ッケルの合金からできている心核、その上にマグネシウムや鉄のケイ酸塩のマンテル、そして更にその上に地殻があるが、ウランはかさが大きすぎて心核やマンテルの結晶に入らず表面に残った。それで、現在使うことができるわけです。一般に言って流水には心配されるほどの放射能はありません。

**高島** 地表の少し内側のマンテルには、水は化合物のかたちで存在しているのですか。

**北野** 水は存在しています。地球というのは三層構造をしており、マンテルの上部は、われわれの住んでいる地殻表面から地下二、三十キロ入ったところですが、いま一番深く掘っている穴が石油関係の井戸で、約十キロまでですから、マンテル層まで直接掘って調べるとは非常に難しい。ところが、海の底はぐんとマンテル物質がせり上がっています。比重をみると海水は、一・〇三くらい、陸地は二・七くらいで、マンテル物質は四・五です。そこで、一・〇三の海水下では二・七の大陸下より比重四・五のマンテル物質がせり上がってきて、バランスをとっています。海底部分を掘るのは大変ですが、ハワイなどの離島ですとマンテル物質がそこで入手できる可能性もあります。ともかくマンテル物質は入手でき、それを調査すると色々なことが分かってきます。

マンテル物質から水自身を取り出すことは困難ですが、水がなければあり得な

い鉱物が存在しています。

上部マントル物質中には雲母がある。雲母は水がなければできない。したがって、水があるだろうと考えられます。しかし、量は多くはないと思われています。もし、水がたくさんあれば、火山や温泉を通して地球表面に初めて出てくる処女水が出てきてもおかしくない。しかし、水素と酸素の同位元素を測ってみると、どんな活発な温泉でも火山でも、熱源はともかく、降ってくる雨がしみこんだ水が出てくるだけです。しかし、マントル物質から見えていきますと、水があることは間違いないと思います。

## 地下水研究の重要性

**草間** 土の中の水は、上に蒸散するものと下に溜まっていくものがあるわけですが、そういう動きについてはかなり細かくわかっているのですか。

**北野** そういう水のことを宙水とか懸垂水などと言います。土壌中の水が空気中の水分をコントロールする因子の一つであるのですが、これまで研究されていませんでした。最近、地球の温暖化によって土壌の水が多くなるか少なくなるかで農業の方向が決まってくるということから、土壌中の水の研究が始められました。

しかし、まだ未知の部分が多く、これからの研究成果が待たれるところです。

アメリカでは八百メートル以深、以浅に地下水の一つの基準を置き、地球上の水の〇・三二%が八百メートル以浅にあり、〇・三二%が八百メートル以深にあるという同じ数字を出しています。八百メートルを基準に置いたのは、八百メートルより浅いものは人間が使い、八百メートルより深いところは放射能の残渣物を捨てるということだと思います。

しかし、捨てる場合に、一番問題となるのは、地下水の動きがよくわかっていないということなんです。地下水が一日に動く速度は、非常にゆっくりであると言われますが、速いところもあります。万一のことを考えると、放射能の残渣を捨てたときにその行方が分からなくなると大変なことになります。

やはり、もっと地下水の研究をする学者が増えることが望まれると思います。

## 地球環境問題への多面的アプローチ

**五代** 地球環境の問題を考える時に、二酸化炭素の問題だけでなく、今日の話のように水を化学的な視点から見るということは非常に興味深いと思います。たとえば、地学、地理学の立場からはどのような捉えかたをするのでしょうか。

**北野** 地学、地理学では、化石や堆積物などの分析が中心になります。昔のある時代に、地球のある場所で繁栄し、または絶滅した生物の種類を化石で知り、

その生物種の繁栄や絶滅をもたらしたその頃の気候を推定するわけです。

熱帯の気候でしか生きられないある生物種が、現在の寒い地域に生きていた事実を説明するのに、大陸の移動などの要因だけでは高温であったことの説明がつかなくて、二酸化炭素がその頃大気中で増加して温度が上昇したとせざるをえないと主張したりするのです。その二酸化炭素の増加がある人は、プレート説を使って説明しています。つまり、プレートが沈み込むようなところで、熱源があるため、海底堆積物の石灰岩が分解して二酸化炭素が出てくるというのです。しかし、その主張を定量的に裏付ける過去のデータの正確さについては、実のところかなり不確かさがあると私は思います。

海が気候に非常に影響すると言っています。アンモナイトや恐竜が衰微したときは、氷河が溶けて海に冷たい水が入り込んだために水温が下がった。また、昔一つであった大陸が割れて大西洋ができ、南極と北極から冷たい水が入ったときにある種類の生物が絶滅するなどということとは、ストーリーとして確かに合います。しかし、それが起こった時間は数千年にわたっています。話の筋は定性的にはうなずけるが、速度に対するきびしさが無い。

未来の地球の気候変化問題のとりえかたには、二派あります。一つは、日本とかアメリカが行っているコンピュータをつかったシミュレーションを中心とした

もので、地球の平均および地域での気温上昇とその時期、それによる海面上昇、降水特性、土壌水分、生態系などへの影響の未来予測をめざしているものです。もう一方は、ソ連が行っているコンピュータを使わない地理学、古気候学的な攻め方で未来予測をするのです。

地球の未来の気候変化を予測しようとするこの二派の違いの一つは、時間の設定だと思っています。コンピュータシミュレーションでは三十年、五十年と非常に短い未来予測をします。一方、ソ連流の古気候学的な攻め方では、地球の動きのよいうに千年とか二千年とか一万年という長い時間が背景にあります。非常にきれいな過去と現在の変化のデータを出している。しかし、それがどれぐらい現在の時間の短い未来予測の参考になるのかは、重要な問題だと思います。

いずれの方法も不確かな部分があるのですが、私はどちらかといえば、コンピュータシミュレーションのほうが各種のファクターをはっきりさせることができるのではないかと思いい、それに期待しています。

## 地球温暖化と二酸化炭素

**大澤** 地球環境問題の中で、オゾン層の破壊が大きく取り上げられています。酸素(O<sub>2</sub>)がオゾン(O<sub>3</sub>)になるメカニズムは、どのようになっているのですか。

**北野** 酸素に紫外線があたるだけで、オゾンができます。こうしてできたオゾン層の量は少ないが、紫外線を効率よく吸収してくれるので、われわれは地上に住むことができるのです。

生物にとって、紫外線は毒だというのがですが、紫外線を吸収してくれるオゾンは、実は紫外線が作っている。これが自然の不思議なところでは。

現在、フロンがオゾン層を破壊すると問題になっています。人間は、非常に性能がよく安定していて反応しないものを容易に創ってしまいます。フロンは火の横に置いても安全です。反応しないフロンは酸素ガスでは分解されずに、オゾン層まで上昇します。そして、紫外線があるたるとフロンは分解して、塩素ができます。この塩素がオゾンと反応し、オゾンを壊すのですが、連鎖反応でたくさんオゾンを壊してしまつたのです。

フロンは二酸化炭素と同じように、私どもの息をしている対流圏の空気の温度を上げます。二酸化炭素一個の分子が温度を上げる活力を一とすると、フロンは一万倍くらいです。ですから少ない量でもたいへん怖い。オゾン層が破壊され、紫外線が吸収されなくなると、熱に変わる量が少なくなり、成層圏では逆に温度を下げてしまう。対流圏で温度を上げて、成層圏で下げるのですから、アンバランスで非常に困るわけです。

**依田** 地球の温暖化によって、海水の温度が上がると、海水中に溶けている二

酸化炭素が空気中に放出されるのですか。  
**北野** はい、計算上ではそうなります。しかし、これは二酸化炭素に関して海が

大気と平衡状態である場合の理屈です。しかし、実際に観測してみると、あるところでは二酸化炭素は空気から海水に入っている。あるところはちょうど平衡であるところは海水から空気に出ていっています。つまり、海は平衡ではないという事です。

アメリカで海の水から二酸化炭素が出ていくのか入っていくのかを調査している私の友人がいて、年に四回観測したところ、春には海から外へ出て、夏になったら平衡で、秋になったら逆だった。同じ場所でも平衡ではないことがはっきりしていますので、計算上の結果を議論しても、海全体の自然というものに対してはどれだけ説得力があるかわかりません。このことから私どもは、継続的に観測を続けて、きちんとしたデータを集めることが必要であると思います。海水中では、二酸化炭素に関連した様々な反応が活発に起こっているからです。

また、海は広いのでうまく利用しようとする。たとえば二酸化炭素が出てくるのなら、電力会社や工場でアルカリ液に吸わせて化学反応を起こし、ドライアイスにして海に捨てようとしている。これは、手っ取り早い化学的な方法ですが、出口で二酸化炭素を吸収させることで電力の効率は何割か落ちるでしょうし、その分だけ石油や石炭を多く使うことになる。

ドライアイスにするまでの過程においてもエネルギーを使う。世界中で石油・石炭から放出される二酸化炭素量は一年に二百億トンです。かりに一キログラムのドライアイスを作るのに百円かかるとして、費用を計算してごらん下さい。気が遠くなります。

自然の動きというものは、海の場合には、千年、二千年の単位で考えれば、二酸化炭素は空気中に五十分の一しか残らない。しかし、われわれ人間が考える四十年、五十年という短い時間の単位では、こうしたせわしい動きに地球の動きはフォローできない。人間は、せっかちすぎるのです。

また、現在石油や石炭が出している二酸化炭素は、年に約二百億トンです。自然で二酸化炭素を放出しているのは火山や温泉ですが、この量は一年間に一億トンまでです。人間のしていることがいかに大きいか、わかると思います。

速度と量の問題は、自然と人間の調和を考える時に重要になってきます。それを考えると、最後に残るのはやはり、二酸化炭素を出さないようにする省エネルギー、すなわち私たちのライフスタイルを変えざる方向になってくると思います。この点を真剣に考える必要があります。

(六月十四日 日本記者クラブ)

# 夢と誇りの持てる

## 雪国山村の創造

### 山形県朝日村のイベント地域づくり

清野美智夫

(山形県朝日村企画課  
博物館センター係長)

出席者

加藤秀俊

(放送教育開発センター所長)

舛田忠雄

(山形大学教授)

安達生恒

(社会農学研究所所長)

宮本千晴

(榊砂漠に緑を)

須藤護

(放送教育開発センター  
助教授)

米山俊直

(京都大学教養学部教授)

舛田 今回、私が紹介します方は、山形県朝日村の企画課の清野美智夫さんです。現在、月山あさひ博物館センターという新しい施設を建設中で、その中心になっている方です。

山形県内でも例の一村一品運動というような、地域づくりとして地域特産品を作り、いろいろなことをやっている町村があります。例えば朝日村の隣の西川町では、自然水プールの非常に早い時期に「月山自然水」を作りましたし、「ふるさと宅急便」という形でいろんなものを送る。あるいは庄内の北のほうの八幡町ではおかの缶詰等を生産しています。

朝日村の場合は、月山ワインをかなり早い時期、昭和五十四年より農協で生産しておりますが、地域特産品というよりは、イベントを中心にして地域づくりを考

えていこうという方向で、今日まできているように、私は見ております。

『釣り吉三平』という漫画の中に、タキタロウという大きなイワナの話がありますが、あれのもとにはこの朝日村の大鳥池のイワナの話があつて、タキタロウまつりを開いたり、あるいは、田表俣地区の多層民家の雪おろし体験ツアーを開いたり、いろんなことに取り組んでおります。

今日は清野さんにそのへんの話をいろいろ聴かせていただければと思います。

清野 ただいま、ご紹介いただきました朝日村役場の企画課の清野と申します。

現在は、企画課の配属ですが、博物館センターという大型プロジェクト事業の本拠地の担当を命ぜられまして、ヘルメットを被って毎日設計図を見ながらやっているところでございます。

今日は、雪に関したことで、いままで朝日村がイベントを通してどんな成果があったか、どついつ方向に向かおうとしているのか、そしてそれぞれの現状と課題をお話しようと思っております。

まず朝日村についてですが、朝日連峰と出羽三山に囲まれ、自然に恵まれた、山林が九〇%というほとんど山林の村でございます。

主産業は米作を中心にして、その他、山菜の促成栽培、あるいは昭和六十三年に国の野菜産地指定になりました夏秋キュウリの栽培、促成トマトの栽培、また目立つた点としてタラの芽は全国一を誇っております。

農業を中心とした産業形態で、ほとんど兼業農家です。千四百世帯のうち専業農家はわずか十九世帯です。また兼業も



清野美智夫氏

高齢の農業従事者で、先行き不安に思われる状況でございます。

また、朝日村は豪雪山村でして、国から特別豪雪地帯の指定を受けております。加えて過疎地域、辺地の指定も受けております。今年度から新過疎法になりましたが、相変わらず仲間入りさせていただいております。

昭和三十年には人口は一万五千あったのですが、その当時は村に銅の鉱山がありました。鉱山に従事する人たちもおりましたが、年々減りまして、十二年ぐらい前に閉山になり、現在の人口は六千七百人弱です。

## 朝日村研究会の 発足

先ほど外田先生からもお話がありましたが、一村一品運動など、そうした全国的な地域づくりの運動が出てきたのが、十五年ぐらい前だったと思います。私は役場に入って十七年ですが、入った時から、友達と会えば地域づくりが話題になっていたように思います。

役場には職員が百四十名おりまして、そのなかで昭和五十三年に朝日村研究会という組織が作られました。係長が当時は五人ぐらいだったと思うんですが、あとは主事クラスがメンバーです。会が出来たきっかけは、何とか村おこしをしようじゃないかということからでした。その当時は、仕事を通して、様々なことを

発案しても上司から抑えられるという時期でありましたから、グループで話し合っただけで済ませたいというところがはじまりでした。

まず、鶴岡国立高等専門学校先生の指導のもとに朝日村の実態調査を行い、冊子にまとめました。個人個人分担任してやったのですが、これがわりと刺激になりました。こんな実態では大変だ、何とかしなければということになりました。

そして、具体的な事業としては、月山祭の開催などイベントを何かやろうじゃないか、ということがそこで出てきたわけです。私も専門家ではありませんから、イベントがどのような効果をもたらすかということは、当時はまったくわかりませんでした。とにかくイベントをやって人を集めようという単純な発想だったと思います。

それが何となく私どもに明るさを与えました。これは錯覚かもしれませんが、いろいろなアイデアがグループ活動のなかでどんどん出てきたわけです。

また、何もない時でも一カ月に一回は会合を持ちまして、話し合いの中からいろいろな案が出てきました。役場では、それぞれ違う部署についていますが、このグループを通して非常によく連携し合っただけです。企画課の職員もいますし、教育委員会の職員もいるし、建設の職員もいるし、福祉の職員もいる。そういうことで何かと行政の仕事がうまくいくということがございました。

ですから、昭和六十一年から十年を目途にした新総合開発計画のプランニングを実践に移す場合でも、この研究会の中から、発案だけでなく、行政的に実践に移されるような場面が多々ありました。

その他に、研究会でも独自の活動ということで考えまして、雪とは関係ありませんが、伝統文化の鷹狩り技法を守る会の発足を目指しました。慶応義塾大学を卒業しまして真室川町で鷹匠になった松原英俊さんという方が、もっと大自然の中の環境で鷹匠の仕事をしたいということで、研究会でそれを取り上げ、彼の住居と鷹の繁殖小屋を作りました。彼は、ワシントン条約で外国からの入手が非常に難しいというクマタカという鷹の人工繁殖を目指しています。

繁殖小屋の建設のための資金集め等の苦労を重ねてみて、地域づくりは一人ひとりがみずから考えて、しかも考えるだけではだめだから、まず実践してみようとする自信がこの経験により培われて、いろいろなイベントの開催にもつながったという感じがいたします。

先ほど「タキタロウ」の紹介もございましたが、昭和五十八年に大鳥池の幻の巨大魚タキタロウ調査ということで地理学者の五百沢先生を中心にして調査を行いました。一年間調査を行い、二年目の五十九年にNHK特集で「幻の巨大魚タキタロウ」という番組が放映されました。これが意外と反響を呼びまして、役場の電話が毎日鳴りっぱなしになるほどで

した。そこでタキタロウを何とか村のイメージに生かそうじゃないかということ、次の年からはタキタロウ一色の村づくりを目指しました。タキタロウのTシャツ、お菓子、酒、饅頭、テレホンカードなどが出ました。

そのタキタロウで何とかまとまったイベントができないかということで、昭和六十一年にはタキタロウまつりを開催しました。

このまつりは現在まで続いておりますが、タキタロウにちなんで、タキタロウ神社なるものを勝手ながら作りまして、民間に募金をお願いして資金を集めました。本格的な神社ではありませんが、小さな神社をつくって、そこにタキタロウを祀ろうということで、毎年神事がその祭りのなかで行われております。現在は村外からも、山形県内ですが、約三千人ほど見えられて、あの大鳥の山の中には大変な賑わいを見せております。

大鳥というところは役場から二十四キロ離れたところですが、過疎化が非常に進んでおりまして、今後の朝日村の過疎対策の重点地域でございます。現在は国土庁のモデル事業の一つとして、タキタロウ会館建設の計画も進められているところで。

## 雪おろし体験ツアーの

### 実現

このようなイベントの陰には、朝日村

研究会の話合いもあります。外部の方々の熱い協力があったわけです。先ほどのNHKの放映もありましたが、マスキの協力が非常にあったんですね。

「雪おろしツアー」については、研究会の中でも、そんなことをやっても人は集まってこないという考え方でした。私もそうでした。ところが、熱心な職員がおりまして、反対されてもやろうという気になったんですね。

村長・助役から、こんなことをやってもだめだと言われ、起案文書では廃案になったわけですが、彼はあきらめられなくて、その手段をどこに求めたかということ、マスキの協力という言葉はちよつとおかしいのですが、ある新聞社の方に相談したそうです。

そうしたら、その記者が協力してくれ、「雪おろしツアー」についての記事を全国版に出してくれたんです。トップの許可が得られなかったものを、彼は勝手に仕組んだわけです。これは行政の仕事の流れとしては許されないことだと思います。もし村に迷惑がかかるようなことであれば処罰ものだったわけですが、何と大当たり。反響を呼びまして、先ほどのタキタロウと同じように役場の電話は鳴りっぱなしとなりました。

「雪おろし体験ツアー募集」というようなかたちで打ち出したわけですが、役場の上層部も、こんなに反響があるんだからやったほうがいいというので、許可が出されたわけです。

山形県内の各新聞社も、協力的にPRしてくれまして、当初は十五名の予定だったのが三十名となりました。実際には旅行エージェンツから二百名の予約が入ったのですが、旅行というのではなく、朝日村の住民と心の交流をやりたいという考えがありましたので、旅行代理店には遠慮してもらおうという結論になりました。そんなことで現在六年目を迎えるようになっている雪おろし体験ツアーです。

## 「克雪」から 「活雪」へ

雪といえますと、朝日村の積雪量は役場付近で平年一・八メートル積もります。ちよつと奥に入ると三メートル、四メートルも積もるところがございます。雪が降りますと、役場に入ったころは、この村から出て行きたいという気持ちになりました。

とにかく交通の便も今ほどよくありませんでしたし、バスも通らなくなるし、除雪も現在のような小型除雪機は集落にはありません。雪が降れば降りっぱなしの状態、いまやエピソードになってしまったのですが、二階の屋根から出入りするという話も、今から二十年前は本当の話でした。現在はそういうことはありません。

そういうところに育ったものですから、この朝日村にはいたくない、住みたくない、というのは、私だけではなかったと

思います。当時、東北地方全体が、出稼ぎ問題も非常に深刻であったわけで、雪対策ということが、行政のなかでも地域のなかでも取り上げられまして、克雪こそ村の活性化につながると考えられていました。

先ほどの新総合開発計画についても、地域づくりの第一の目標は、克雪対策にありました。

道路交通網の整備、完全除雪ということで、村道と名が付くところは全部除雪するよう計画を立てました。そのためには何千万円もする大型除雪機械が必要で、資金もかかるわけですが、何とか計画的にやってきました。

加えて雪対策は何といつても住民一人ひとりが住んでいる家の雪おろしを何とかしないと、雪から解放された平野部並みの生活はできないわけです。毎日毎日雪が降り積もりますし、多いときは一晩に約一メートルも降ることがございます。

ほうっておけば家がつぶれます。屋根がつぶれないとしても、周りが雪で覆われて、それこそ二階から出入りしなければならぬという、非常に残酷な暮らし方になりますから、その雪おろしを何とかしようというのが、その当時から克雪の中心課題だったように思います。

では行政的にどういうふうにして取り組むかということ考えたのかというと、雪をおろさなくてもよいような建物を建てる運動が、そのなかから生まれました。今後も、補助金制度などを考え、克雪住



宅を普及したいと考えています。

雪対策は当時、用語としては「克雪」ということで取り上げられていましたが、最近では「利雪」とか「親雪」とか、「和雪」とか、ごく最近では「活雪」というふうに、時代とともに雪に対する考え方も、言葉に見られるように変わってきています。

また、新総合開発計画の中には、「雪を利用して楽しむ、そういった村づくりをしよう」というふうにあります。文章では誰でもうまく書けるが、実践するとなると、そう簡単なものではありません。

研究会のメンバーは、発案だけではなく、それを実践することが必要だということがわかっていったものですから、雪で楽しもうじやないかというので、「雪とぴあ」を企画したわけです。

個人のアイデアをどんどん取り入れて企画する。ある程度計画を審査する上司はいたと思いますが、それをつぶさないでやらせてみるという気運が、役場の中に広がってきまして、思いついたことはどんどんやろうという雰囲気が出た中でできていました。

「雪とぴあ」の内容は、雪像コンクールを中心とするものです。私も雪国に住んでいる者にとっても、雪像はすばらしいものです。とりわけ大きな雪像はとてすばらしいと思います。単に雪を積み上げたものではなく、それが芸術的に加工され、照明を加えると神秘的な何とも言えないような感じがする。

そこで、大雪像コンクールをメインイベントにし、庄内地方に参加を呼びかけた雪像コンクールにしました。

雪とぴあ大賞に輝きますと十万円、ホワイトロマン賞とタキタロウ賞は五万円の賞金を出しています。鶴岡、酒田からの応募もありました。

また、雪像コンクールと併せて雪の大きなステージをつくりまして、そこでステージショーと花火なども行いました。冬の花火はこの年初めて朝日村でやったのですが、夏の花火と違い、打ち上げますと、花火の明るさでパッと周りが白く

なるんです。暗いですから、黒も入りませんが、白と赤と、何とも夏の花火と違った風情がございまして、住民の間からも冬の花火はいいもんだというので、以後毎年やるようになっていきます。

問題も確かにございます。花火を上げるにはお金がかかるし、行政で民間からお金を集めたりすると、非常に社会的な問題にもなりますし、ある面では非難されることもあったわけですが、村が金を集めなければいけらうというので商工会に集めてもらい、現在に至っております。

## 雪おろし体験ツアー、六年目の曲り角

昭和六十年からの「雪とぴあ」の開催その翌年から雪おろし体験ツアーを開催し現在に至っています。

雪おろし体験ツアーは、雪おろし自体は半日ですが、雪国の村の人たちと話をする機会を持ってもらい、レクリエーションなどを通して親睦を深めようというようなことでやっております。

雪おろし体験ツアーは、六年目を迎えます。やはり曲り角にきているのではないかと思います。心の交流ということをつたってありますが、正直なところ、やり始めたときほど反響がありません。

また、同じような体験ツアーをどこでもやるようになったということもあります。雪国というのは他の自治体の行事を真似

てやるところが多い。何とか体験ツアーというのが非常に増えてきています。田植への体験ツアーもありますし、草刈りのツアーなども多くなってきたなかで、新しい考え方を入れて別の方向を目指さないと、雪おろし体験ツアーが、朝日村を強烈に印象づけるものとしては、長続きしないだろうと思われまます。

そのためには、現在民宿に泊ってもらっている雪おろしツアーを、朝日村の住民の家に受け入れるようなツアーへと変えていくべきではないか、加えて雪国の山村に子供を留学させるといふのを冬期間だけ行うなど、雪おろし体験ツアーに加えて、受入れの質を変えていく必要があるのではないかと考えております。

「雪とぴあ」も雪おろし体験ツアーと同様にどこでもやるようになって、今後は内容の検討もしていかなないと、朝日村の雪まつりのイメージは遠のいてしまっているのではないかと、そういったことも考えながら仕事をしている昨今でございます。

こういったことで朝日村の地域活性化をめざしたイベントとか行事をいろいろ行っているわけですが、これまでの活性化の経験を簡単にお話いたしました。

## 月山あさひ

### 博物館センターの建設

昭和六十三年十月に東北自動車道の酒田線が路線発表になりました。朝日村にインターチェンジが二カ所できるとい

ことで、それに伴っての環境整備や新たな事業起こしが始まっており。

その一つとして、私が担当しております博物館センターがありますし、もう一つはどこでも始められているゴルフ場の誘致です。

博物館センターは、アマゾン自然館と、ワインの醸造施設を伴った月山ワイン研究所とを中心に構成されています。なぜ、朝日村にアマゾン自然館かといいますと、鶴岡市に長年アマゾンに住んでおられた探検家の山口吉彦氏がおりまして、動植物の資料をたくさん持っていらっしやる。縁があつて朝日村でそれをお借りして皆さんにお見せしようということがその始まりです。

研究所の機能は、ワインの研究はもちろんですが、朝日村の特産物の研究と販売もここでを行います。ワインは、昨年度は十二万本を生産し、一億円産業になって、やっと大台に乗ったような感じのところですよ。

それから溪谷が非常に美しい梵字川に吊り橋を架けます。対岸には、スノーシエッドという旧国道トンネルがあります。その旧国道のスノーシエッドに体験交流施設をつくろうということで、レストランとライブコンサートなどができるような施設の建設計画があり、いま吊り橋を架ける事業を進めております。

レストランは再来年になりますが、建設を予定しております。アマゾン自然館とワイン研究所は、十月に外装が完成し、

来年の七月二十日にはオープンの予定です。

また、ふるさと創生一億円事業で、文化創造館を建設します。今年度末の着工、来年度完成をめざしています。

これらを総合して「月山あさひ博物館センター」というエリアをつくって、村の活性化をめざそうと、現在取り組んでいるところでございます。

## 朝日村独自の

### 文化の継承

**加藤** 全体的なお話を伺っていて、すばらしいアイデアがどんどん実つてきている感じが感じられました。そういう言い方が適切かどうかわかりませんが、タキタロウから始まって雪おろし体験ツアーに至るこのアイデアというのは、とてもアマチュア的で、ほほえましいんですよ。

しかし、そこに道路が貫通してくる。そして陸の孤島でなくなつて、ゴルフ場もつくりましょう、アマゾン自然館も、というのは、たまたまそういうコレクションをしている人がいたからということですが、何か朝日村にあまり似つかわしくないように感じます。

むしろ、同じような豪雪地帯のコロラド州とかの自然館ならわかるのですが、

突如アマゾンが出てくると。(笑)

**米山** アマゾン自然館は、どんなものになるんですか。

**清野** 動植物、ワニや蝶などを展示します。民族衣装の資料や槍などは鶴岡市で展示します。

**米山** 名古屋には、国宝級のタンザニアのマコンデの彫刻があり、タンザニアの大使が何度も見に来ているそうです。そういうのもいいと思いますよ。アマゾン自然館をやるのであれば、新着資料が次々に入ってくるような壮大なスケールで運営してほしいと思います。

**安達** あらゆる野鳥を集めるのは、いかがですか。鷹匠がいるんだから、もう少し優雅なことをやっては。

**宮本** 鷹匠に、せっかく村に来てもらっているのですから、日本の鷹匠の技術の保存もいいのではないかと。クマタカという保護鳥の人工繁殖にまで取り組んでいるのですから、それこそ鷹狩りに関するシンポジウムの開催などはどうでしょうか。環境も良いですし、人々が集まるといいですよ。

**加藤** 朝日村には、即身仏で有名な注連寺や出羽三山があり、信仰登山の人たちもいるわけでしょう。出羽三山の伝統を生かす方が、ゴルフ場よりずっと面白いかもしれないですよ。

**安達** 修験者の道場みたいなものはどうでしょうか。女性も可となると案外はやりやすいよ。

**清野** 雪おろし体験ツアーに参加した方で、次の年に、湯殿山信仰の滝にうたれる修行に来た方がいます。

**須藤** いままでの話と関連してくるん

ですが、かつて宮本常一先生が山村とか過疎地域の振興対策を考えておられたときに、まず足下から見つめていこうじゃないかということをかかんに言っておられた時期がありました。

いろいろのイベントのお話を伺っていますと、興味深い発想がどんどん展開していつ、大変おもしろいんですが、一方で、伝統的な行事、伝統的な文化、そういうものがどういふかたちで保存されるのか気になります。それが宮本先生の言われた足元を見つめるといふ作業だと思えます。

先ほどのアマゾンも結構なんですけど、もう少し足下を、い言われたように月山の信仰とか、そこで行われてきた芸能とか、地元で積み重ねてこられた文化の層は、朝日村では非常に厚いと思うんです。それをここへ来る人たちに教えてあげるといふかたちで考えることはできないのかという問題があると思います。

**清野** 文化財の面ですが、確かに村にもたくさん文化財がございます。現在は、多層民家、これは雪おろしの中心の場となっている茅葺き屋根の古い民家ですが、村の文化財として保存しています。

これは県の文化財の指定を受けて、民俗資料の面を付け加えれば、国の文化財に指定してもいいというような文化庁からのお墨付きもありましたが、そこに資料館を併設する計画まではまだ至っておりませんので、現在は県の指定文化財どまりという状況です。

別の民俗資料館的なものの必要性とその建設も、急がれているところです。非常に住民の要望が強いのは事実で、行政の開発計画にも盛り込んでいくことが予定されています。

これの対応策の一つとして考えたのが、先ほど申し上げた博物館のエリアに予定されている文化創造館の建設です。名譽村民で『月山』の作者である森敦先生の資料も、この創造館に収める予定ですが、それに加えて朝日村の文化財もこの場合とできないかという強い要望があったものですから、神楽や田植踊りもここで舞台上演できるような設計を依頼しています。このように、少しずつでも文化の保存をしていこうという考え方でいるところです。

次に、社会教育関係の人づくり事業ですが、高齢者大学、成人大学とも言っていますが、単なる趣味や知識を得る講座ではなくて、地域を考えるような内容、地域おこしの話を聴いたりする講座の内容になっております。

本格的な地域づくりの講座メニューを考えたのですが、その後、国際化、高齢化と、社会の状況がいろいろ変わってきたものですから、現在に至っては山村の朝日村でも国際交流というものを前面に出さなければならぬ時代となりました。それに伴って英会話の教室などを開いております。

## イベントがもたらす 地域への効果

清野

足下からというご指導がありま

したが、朝日村のいろいろなユニークな事業については、あくまでねらいとするところは目を朝日村に向けてもらうこととする。それが若者が住む時の自信にもなるし、人口の流出にも歯止めがかかる。若者たちにとって自分たちの村が何かで有名になると、安心するわけです。例えば彼らが鶴岡に飲みに行ったとします。「ああ、雪の朝日から来た」「雪おろしで有名になったわけの」、「タキタロウで有名になったわけの」と言われるようなことがあると非常に自信にもつながるんですね。イベントには、そういう効果がございますし、私個人としてもそれは認めてやりたいところです。一方、先生方からの話のあった足下というの、しっかり見つけていかなければなりませんし、朝日村はやはり農業の村でございますから、そういった基本的な村づくりの面も怠ってはならない。

例えば、月山ワイン研究所の目的とい

うのも、月山ワインを特産物にしよう、生産を向上させるためには山ぶどうの栽培を大幅に普及させなければならぬ、という以前からの使命に基づいています。

月山ワインへの取り組みは、足下から地域を見つめた事業で、今後本気になって進めていかなければならないと考え

ております。

須藤

朝日村研究会でも、地域のお

寄りの方に、昔の農業はどうやったのか、昔は山ぶどうはどうやって増やしていたのか、赤い蕪はどうやってつくったのかを聞き書きしてはどうか。いい悪いは別として、自分たちの先祖がたどってきた足跡を勉強して、記録に残してみる。

そこから知恵として吸い上げられるものは吸い上げていって、将来のために利用していくようなやり方で積極的に進めていったら、非常に面白い知恵、役に立つようなアイデアがいろいろ出てくるんじゃないかと思えます。

また、それがイベントに転化していったり、産業に転化していったり、ということができると面白いと思います。

加藤 お話は尽きないと思いますが、どうも今日はありがとうございました。

(七月二十三日 霞山会館)

部会メンバー一覧

発起人

内田 忠夫 (故人)  
加藤 秀俊 放送教育開発センター  
所長

加藤 芳郎 漫画家  
漫画家協会理事長

茅 誠司 (故人)  
小松 左京 作家

東畑 精一 (故人)  
中山伊知郎 (故人)

松本 重治 (故人)  
向坊 隆 原子力委員会委員長  
代理

東京大学名誉教授

加藤秀俊部会  
テーマII日本の村の将来

加藤 秀俊 放送教育開発センター  
所長

安達 生恒 社会農学研究所所長  
川喜田二郎 中部大学教授

神崎 宣武 宇佐八幡神社禰宜  
佐々木高明 国立民族学博物館教授  
須藤 護 放送教育開発センター  
助教授

高橋潤二郎 慶應義塾大学教授  
助地域開発研究所所長

舛田 忠雄 山形大学教授  
宮田 登 筑波大学教授

宮本 千晴 (株)砂漠に緑を  
米山 俊直 京都大学教養学部教授

加藤芳郎部会  
テーマII日本のサーバイバル

加藤 芳郎 漫画家  
漫画家協会理事長

青空うれし テレビタレント  
青空はるお テレビタレント

大地 総子 女優 歌手  
大山のぶ代 俳優

大和田 獏 俳優  
岡江久美子 俳優

加治 章 NHKアナウンサー  
川野 一宇 NHKアナウンサー

黒川 和哉 NHKディレクター  
小島 功 漫画家

砂川 啓介 俳優  
鈴木 義司 漫画家

壇 ふみ 漫画家  
坪内ミキ子 俳優

富田 純孝 NHKディレクター  
中田 喜子 俳優

藤本 良 NHKディレクター  
松平 定知 NHKアナウンサー

水沢 アキ 俳優  
三橋 達也 俳優

ロミ 山田 歌手 俳優  
渡辺 文雄 俳優

村田浩部会  
テーマII科学技術と環境

村田 浩 (株)日本原子力産業会議  
副会長

内田 勇夫 海洋科学技術センター  
理事長

大澤 弘之 (株)リモート・センシン  
グ技術センター理事長

茅 陽一 東京大学工学部教授  
木元 教子 評論家

草間 朋子 東京大学医学部助教授  
五代利矢子 評論家

近藤 次郎 日本学術会議会長

末次 克彦 日本経済新聞論説委員  
高島 洋一 (財)産業創造研究所  
柏研究所所長

高原須美子 評論家  
永井陽之助 青山学院大学教授

中村 桂子 早稲田大学人間科学部  
教授

深海 博明 慶應義塾大学教授  
依田 直 東京電力(株)副社長

小松左京部会  
テーマII大正文化研究

小松 左京 作家

河合 秀和 学習院大学法学部教授  
中村 隆英 お茶の水女子大学教授

大来佐武部会  
テーマII世界の中の日本

大来佐武郎 内外政策研究会会長  
青木 彰 東京情報大学教授

河合 三良 (財)国際開発センター  
会長

木田 宏 独協学園理事長  
小林陽太郎 富士ゼロックス(株)社長

佐々 淳行 元内閣安全保障室長  
篠原三代平 東京国際大学教授

菅原真理子 総務庁統計局統計情報  
課長

滝田 実 (株)アジア社会問題研究  
所顧問

堤 清二 西武セゾングループ  
代表

永井陽之助 青山学院大学教授  
中根 千枝 (財)民族学振興会理事長

中村 貢 (株)総合研究フォーラム  
常任理事

本間 長世 東京女子大学教授

林 雄二郎 東京情報大学学長  
松山 幸雄 朝日新聞論説主幹

桃井 真 軍事評論家  
渡辺 利夫 東京工業大学教授

ロベール・J・パロン 上智大学名誉教授

永井道雄部会  
テーマ、メンバーは現在検討中

矢野俊比古部会  
テーマII日本経済の針路

矢野俊比古 元通産事務次官  
天谷 直弘 (株)電通総研所長

金森 久雄 (財)日本経済研究センター  
会長

鎌田 勲 東海大学教授  
河合 良一 (株)小松製作所  
代表取締役会長

島野 卓爾 学習院大学教授  
鈴木 治雄 昭和電工(株)  
代表取締役会長

竹内 宏 長銀総合研究所理事長  
西山 千明 立教大学教授

国際交流研究部会

遠山 一 ダーク・タックス 歌手  
喜早 哲 ダーク・タックス 歌手

佐々木 行 ダーク・タックス 歌手  
高見澤 宏 ダーク・タックス 歌手

石井 好子 歌手  
小林 道夫 チェンバロ奏者

佐賀 和光 建築家  
佐々木信也 スポーツ・キャスター

千 宗室 裏千家家元  
高平 哲郎 フリーライター

堤 清二 西武セゾングループ  
代表

富田 勲 シンセサイザー作曲・  
演奏家

服部 克久 作・編曲家  
松原 秀一 慶應義塾大学教授

三村 忠良 (株)新宿ステーションビ  
ルデザイン常務取締役

ミルトン・L・ラドミルビッチ  
アメリカンスクール  
ビジネスマネージャー

村上 兵衛 作家  
山城 祥二 山城組組頭

吉川 光 NHK解説委員  
教授



ペルー・アンデス ワンドイ山(空撮/山田圭一)

■ 21世紀フォーラム 第41号

発行：1990年11月20日

発行所：(財)政策科学研究所

東京都千代田区永田町2-4-11フレンドビル3階 TEL03(581)2141

装丁：CREシーアールシーイーディ(株)

印刷：(株)サンワ

