

# 21世紀フォーラム

No.76



財団法人 政策科学研究所



雌阿寒岳：空撮／山田圭一



### 21世紀コラム

人形劇「ロミオとジュリエット」	石田寛人	2
健全な競争が生む活力	井上礼之	3
旧開智学校の子守教育	中川治雄	4
「アソシエーションの文化」から考える	小関隆	5

### <インタビュー>

21世紀の地平を拓く看護学——キュアからケアへ——	南裕子	6
---------------------------	-----	---

### 特集 20年後の世界と日本

日本の競争力 「脆さ」・「弱さ」の不断の自戒を	岸田純之助	18
脳研究の発展と教育 新しい学習・教育の概念の到来	川崎雅弘	20
理科教育 「自由化」により教育政策の大転換を	竹内敬人	22
大学 「生」に関わる科学研究理解のために	村上陽一郎	24
生命研究と社会 「火と機械」から「水と生命」の価値観へ	中村桂子	26
科学主義 科学は現代の宗教となるのか	吉田夏彦	28
人文・社会科学 情報言語的人文学への展開	薬師寺泰蔵	30
地球環境 危機に瀕する人類——温暖化の影響は避けられない	横山裕道	32
原子力 「第四世代炉」への期待	中村政雄	34
電力 持続可能な電力需給への展望	佐竹誠	36
医療 論争・混迷の中で問われる「生命」	清水洋一	38
インターネット エージェント技術への期待	鳥井弘之	40
時間 個人資源としての「自由時間」	武部俊一	42

### <第3回“グローバル・システムと文明”研究会>

IT革命の光と影——ITをどうとらえ、将来の社会をどう考えるのか	佐々木元	44
----------------------------------	------	----

### <第41回 今井隆吉部会>

クリーン燃料として注目されるDME	大野陽太郎	54
-------------------	-------	----

# 人形劇「ロミオとジュリエット」

石田寛人 (駐チエッコ大使)

私は向坊部会のメンバーである。あまり平素と異質なことを書くのは気が引ける。幸い部会の名称は、分野を特定していない。それを拠る所に、向坊部会とかけ離れているようで、そうではないプラハの報告をしたい。

## 東西

それは、人形劇のことである。私は歌舞伎好き、人形浄瑠璃好き。劇場に通い、自宅では下手な床本を作って休日を通り、当地でも人形劇オペラ「ドンジョバンニ」を見ては、国立小劇場や文楽劇場への渴望を癒している。

チエコは、世界に向けて感動的な人形劇を発信してきた。巨匠トルンカは、遺作「手」に至る多くの人形アニメーション映画を生み出した。その門を叩いた川本喜八郎氏の手で、我が国NHKの「新平家物語」「三国志」という人気連続人形劇が世に送り出された。そして今、人形と人間が共演する新しい構想が具体化しようとしている。人形人間会話劇はよくある。しかし、今進行中の試みは、人形遣いが人形を操作しつつ、劇中人物にも扮するといふものである。具体的に述べたい。

この人形劇は「ロミオとジュリエット」である。勿論ロミオとジュリエットには人形を用いる。二体の人形は三人遣い。文楽の人形のように、主遣い(頭と右手)、左遣い(左手)、足遣い(両足)という分担が踏襲されるのか、新しい分担が創り出されるのか、それは知らない。舞台上の人形は補助的なものを除いてこの二体のみ。

しかし、主役だけでは芝居にならない。そこで、人形遣いがその他の役を演ずる。ロミオ人形の遣い手たちは、ロミオの父モンタギューや友人達を。そしてジュリエット人形を遣う人々は、ジュリエットの両親キャピレット夫妻や乳母などを。人間の演ずる諸役は、時に役割を入れ替わりながら、ロミオとジュリエットを常識の世界に引き戻そうとする。

しかし、二体の人形は、惹かれ合い、愛し合い、人々の思いを振り切って、永遠の愛を貫き、命を断つ。近松門左衛門の心中物で、若い男女が世間のしがらみから抜け出して、純愛を貫き、死んでいくように。

人間は人形を可能な限り人間らしく動かそうとする。しかし、人形の操作は難しい。人間の思い通りには動かない。息を吹き込まれるとそれぞれの個性を主張する。この人間と人形のぶつかり合いが、世間常識と若い男女の純愛の衝突に重ね合わされる。

## 東西

曾根崎心中の大詰。『この世の名残り、夜も名残り。死に行く身をたとふれば、あだしが原の道の霜。一足ずつに、消えて行く。…アレ数うれば暁の、七つの時が六つ鳴りて、残る一つが今生の、鐘の響きの聞き納め、寂滅為楽と響くなり』。近松が書いたような文章は、何度生まれ変わっても私には書けない。

## 東西

文章が美しく、構想が巧みな近松によって洗練された人形浄瑠璃に、民族の独自性をかけて今日に至ったチエコ人形劇の技法とシェークスピア作品を組み合わせる。大きな挑戦である。

しかし、新しい人形遣いのチームが一体の人形を生きるが如く動かすのは容易ではない。体の線がはっきり出る西洋の男人形を遣う難しさもある。

加えて、文楽のシーン。女人形を遣って私どもを夢幻の境地に誘う吉田養助師が「妹背山婦女庭訓」のお三輪を遣う舞踊の場面。人形を踊らせ、自らも踊っている。少なくとも養助師の神

経には、人形と同じ動きをしようとする微弱電流が流れているはずだ。

これに対して、このロミオとジュリエットの場合は、人形を動かしつつ、その人形の動きを掣肘しようとするのである。そんな演技が出来るのか。人形も人間も、どっちつかずの中途半端な出来で終わるおそれはないか。

これは常識に依拠した見方である。しかし、この劇の制作者は、人形が演じる若い男女のように、常識をうち捨てて、新しい試みの道を突き進む。その道行の先は、心中などはまるで異なる観客の感動と大喝采があるべきだ。長い話を終えて去っていく二人の制作者沢則行氏とチエコの演劇音学院ジョセフ・クロフタ教授の背中に、私は二体の人形の後ろ姿を見る思いであった。

## 東西

向坊先生の声が聞こえる。「ちゃんと仕事をしているのかね」。私は口ごもる。「セ、先生。大使館の前は、映画スタジオと音楽教習所です。レ・ミゼラブルのロケもやっていました。この町は演劇と音楽で溢れています。それで…」不肖の生徒は人形の如し。我が身でも動きはままならない。

(いしだ ひろと)

# 健全な競争が生む活力

井上礼之 (ダイキン工業㈱代表取締役社長)

ここ数年、毎年一二月に関西経済同友会のミッションで米国に足を運んでいる。主な目的は、今回で八回目を迎えたボストン・シンポジウム、すなわちハーバード大学ケネディスクールの先生方(元国防次官補のジョセフ・ナイ教授やエズラ・ヴォーゲル教授という米国の政権に近い立場の先生方)とのディスカッションへの参加である。今年、西海岸スタンフォード大学とのディスカッション、ワシントンでの二一世紀を目前に控えた米国の政治・経済・技術戦略の調査を経てボストン入りをした。

たとえば、訪問中の二〇〇〇年一月、米国大統領選挙が混迷の最中にあった。しかし、国民に「しらけ」は全く感じられなかった。国民は、一年にわたるオープン、かつ激しい競争の中から勝ち残ってきた二人を尊敬し、信頼し、そして国家および自分自身の将来を託すことへの期待を持って、日々の動向に注目し続けていた。夕刻、交差点で小学生が「ブッシュを支持するなら、クラクションを鳴らしてくれ」というボードを持ってアピールし、それに応える大人が多数いるという情景も目にした。

また、スタンフォード大学におけるセミナーで、同大学の幹部として活躍されている日本人女性が、「日本社会は、良い意味でも、悪い意味でも、一般的に競争を嫌う社会である」、「大学の活性化のみならず、社会全体の活性化が、米国では競争を通じて行われている」と話された。実際、スタンフォード大学でもハーバード大学でも、アジア人も含めて数多くの留学生がおり、勉学では丁々発止の議論を重ね切磋琢磨している。あわせて、われわれを歓迎するパーティでは、さまざまな人種の若者が仲良くコーラスをする姿を目にした。昼食をともにした若者の目は輝き、将来に対する希望と、米国社会で認められていく自信が感じられた。選ばれたエリートであるというだけではない彼ら個々人の自負心と前向きな姿勢が「健全な競争」の中で育まれている実態を見た思いがした。

GWI(グレイター・ワシントン・イニシアティブ)という、ワシントン近郊の産業を育成している非営利団体(NPO)訪問では、米国の戦略的な構想力の大きさ、強さを実感した。冷戦の終焉に伴い、首都ワシントンでは国防総省を中心に連邦政府・関係機関の職員が民間に排出された。そうした環境下、連邦政府に勤めていた知的な人材を同地域の発展に有効利用するために、一九九四年にGWIが設立された。GWIは、「大ワシントン圏域」(ワシントンDC、メリーランド州南部、バージニア州北部)における企業誘致の窓口として活動し、下野した連邦職員という知的人材を売り物に、数多くの企業を誘致することに成功している。その結果、現在同地域はハイテク企業の集積地(たとえば、AOLは本社を同地域に置く)として発展し、「東のシリコンバレー」と形容されている。個人や企業と同様、地域間の競争が、競い合う地域の活力を増大させているのだ。

ここに米国の今日の強みの源泉がある。われわれは、国際競争の中で戦う企業経営者として、また日本の再生を願う経済人として、こうした点をもっと学ばねばならないと感じた。

戦略的構想力をもち、二一世紀への転換期に日本経済が再び活力を取り戻し、さらにはその根底となる一人ひとりの活力と社会の活力を向上させるためには、「健全な競争」を前提に、二一世紀の日本の「この国のあり方」、「国家目標・ビジョン」というものを明確にしていく必要があるのではないだろうか。

(いのうえ のりゆき)

# 旧開智学校の子守教育

中川治雄

(松本城管理事務所研究専門員／元『史料開智学校』編集委員会委員長)

松本市には国指定の重要文化財旧開智学校がある。この学校の歴史は古く、明治六年五月六日に開校、現在に受け継がれている、我が国でも最も古い学校の一つである。重文に指定されている校舎は、教育権令と言われた筑摩権令永山盛輝が、明治九年に地元の気鋭の棟梁立石清重に、天下に誇る擬洋風建築の白亜の学校として建てさせたものである。

当時、高層建築と言えば、松本城天守だけであった松本町に、突如として出現した八角の塔と、各窓は舶来のギヤマンやステンドグラスに彩られた白亜の広大な学校は、人々の眼に新しい時代の到来と映ったに違いない。

地元の新聞『信飛新聞』は、次のように報じている。

「開智学校ハ筑摩県第一の小学校なれど実に横浜の高島学校よりも広大にて、山梨県の師範学校よりも華麗で土地自慢でハござらぬが建築の出来ハ目今日本第一の小学校と申しましても新聞屋の過賞ではありますまい。」

現在この校舎は、昭和四〇年から、近代教育資料九万点を所蔵する日本一

の教育博物館として注目を集めている。

ところで、管理事務所の水卜所長によれば、この学校を訪れた方々の多くは、校舎もさることながら、開智学校での教育が「愛・正・剛」の校訓に象徴される人間愛に満ちた教育の営みであったことを、数々の展示資料から発見し感嘆されるということである。その一つが「子守教育」である。

小学校四・五年生位の女の子が幼児を負ぶって、遊戯をしている写真を見て、「子供を負ぶっている女の子は、どうして学校で遊戯をしたり、勉強をしているんですか」と来館者から不思議そうに聞かれることがたびたびあるという。

このほか、幼児と一緒にレコードを聞いているものや、教室の授業風景の写真もある——子を負ぶった女の子たちが黒板を一心に見つめている。その黒板には「こもりをしなげら はげしくとびまわるのは よくありません」とあるが、これは「子守心得」を教えている場面なのだ。

じつはこれらの写真は、開智学校が全国に先がけて行った、子守教育の貴

重な記録なのである。

子守教育が始まったのは、明治三二年のことである。

城下町松本は江戸時代から商都として賑わっていた。商家の奥様は使用人の世話や客への応対に忙しく、幼児の子守たちは、遠く新潟・富山・飛騨高山などから、学校をやめて周旋人の世話で松本へやってきた、年端もいかに貧しい家の子供たちであった。

学校近くの子守たちは時折り、男子部の体操場に来ては、生徒たちの体操や遊戯の真似をして遊んでいた。

この子供たちに、新任教師武居亀一（むい かみいち）が時々面白い話をしてやると、大変な喜びようであった。そのうちに文字も習いたいというので、試みに放課後少しづつ文字や数え方、唱歌などを教えたところ、みんな楽しそうに学んだという。これを伝え聞いて大勢の子守が集まるようになった。

このことが契機となって翌年には規則を設けて、開智学校附属子守教育所と名付けて本格的な子守教育を始めたところ、子守生徒ばかりか幼児も手真

似をするなど、とても楽しい授業になり、子守の風俗も一変し、それまでのように通行人に悪口を言い野卑な俗語を歌う者もいなくなったという。

やがて三四年には、幼稚園附属子守教育所となり、武居亀一は子守学級の担任になって、遠く親元を離れて暮らす子供のために若き情熱を傾けるのである。

次の文は、大正二年三月の卒業式での答辞である。

「私どもは人なみ学校へも出られずに父母のそばをはなれて奉公するやうな不幸のみでありましたが幸に子守学校へ入れていただきました読みかき勘定の事より女子の道子どもの取り扱ひまでも親切に教へていただきなつかしき父母や兄弟たちにたよりも出来るやうになりました今日免状をいただくのは全く御主人と先生のおかげでございます此の上一層勉強いたしまして御恩に報いたいと思ひます」

自分の気持ちを伝えられた喜びと感謝の気持ちが素直に伝わってくる。

(なかがわ はるお)

# 「アソシエーションの文化」から考える

小関 隆 (津田塾大学助教授)

マルタン・ナドといえ、その自叙伝が岩波文庫にも収められているフランス人の石工であるが、『ある出稼石工の回想』、一八七〇年代にイギリスを訪ねた彼は、イギリスの成人住民の大多数が平均して五つか六つの任意団体(voluntary associations)、すなわち、労働組合、協同組合、友愛協会、哲学協会、等に所属している、と驚きをも

って記している。また、一九一三年に出版されたあるパンフレット(M.F. Robinson, *The Spirit of Association*)には、こうある。「イギリスにおいては、アソシエーションの精神が宗教、社会、産業、商業、政治にかかわる生活のすべての網の目に織り込まれている。イギリス国民の歴史全体が、ヴォランティアな集まりの努力で満ち溢れている。」

実際、一九世紀後半から二〇世紀初頭にかけてのイギリスでは、労働者階級の女性と最貧困層を例外として、ほとんどの人々がなんらかの任意団体へのアクセスをもち、ヴォランティアな活動をさまざまに展開していた。そして、任意団体を拠点に、貧困、教育、衛生、等の公的な諸問題に取り組むことを通

じて、彼らは「シティズン」としての自己認識を獲得していた。イギリス史研究の世界においては、多様な任意団体の活動が醸成する「アソシエーションの文化(associational culture)」をもって一九世紀後半から二〇世紀初頭の時期を特徴づける議論が、有力になっている(拙編著『世紀転換期イギリスの人びと』人文書院を参照)。

こうしたイギリス社会像は、とりわけヴィクトリア時代に関して、「自由放任」「競争主義」「個人主義」といったイメージに飛びつきがちな思考に修正を迫る。周知のように、「ヴィクトリア時代への回帰」なるスローガンをもって、結社などに頼らずに各個人が「自己責任」原理で競争に参入する社会を理想化して描いた政治家にマーガレット・サッチャーがいる。しかし、

ヴィクトリア時代のリベラリズムは、多様な任意団体がつくりだす人々の共同性を不可欠の構成要素としていた。労働組合をはじめとする任意団体を露骨に敵視(労働組合に批判されるべき点があったことは事実としても)、市場主義を推進したサッチャーは、このところ注目されていることばを使う

ならば、リベラリズムに不可欠な「セーフティネット」の役割を担っていた「アソシエーションの文化」を破壊したのである。人々から共同性を奪い、ひたすらアトム化を強いるばかりでは、リベラリズムは機能しない。

「アソシエーションの文化」はいわゆる「福祉国家」時代のイギリスの基礎をなすものでもあった。ただし、ここでも気をつけておくべきことがある。通俗的な「福祉国家」イメージでは、福祉の担い手と想定されるのは専ら国家や地方自治体であって、任意団体のヴォランティアな活動に行政機関がとって代わることをもって「福祉国家の前進」が語られがちであった。しかし、これも近年注目を集めている「福祉の複合体(mixed economy of welfare)」論が主張するように、一九世紀はもち

ろん二〇世紀においても、行政機関とは異なる多様な主体、とりわけ任意団体こそが、行政機関以上に重要な福祉の担い手だったのである(パット・セイン『イギリス福祉国家の社会史』ミネルヴァ書房を参照)。行政機関のなすべきことは、任意団体にとって代わるよりも、むしろ任意団体の活動を促

進するような条件を整備することであった。むしろ、これは、福祉サーヴィスは任意団体に任せればよく、行政には責任がない、などということの意味するわけではない。行政とヴォランティア部門の役割分担や協力関係が「福祉国家」を支えていたのである。

「アソシエーションの文化」はしばしばイギリス的特質として論じられてきた。その当否はともかく、特有のコンテクストを抜きにして「アソシエーションの文化」に学べなどと語ってみても意味がないだろう。また、任意団体が往々にして帯びる排他性という陥穽を思えば、「アソシエーションの文化」を単純に礼賛してもいられない。とはいえ、ネオ・リベラリズムがあたかも不可逆的な流れであるかのよう喧伝され、NGOやNPOの活動がさまざまな議論を呼び、さらには、新たな公共性の構築が模索されている今日に生きる者にとって、一世紀前のイギリスの経験が示唆するところは決して小さくないように思われる。

(こせき たかし)

# 二一世紀の地平を拓く看護学

## キユアからケアへ

### 「人が人の世話をすること」に 価値が置かれる世紀

——今後益々進んでいく社会の高齢化の中で、高齢者の介護をめぐる経済・社会システムの構築の問題がクローズアップされておりますが、それだけでなく、時代の要請自体が、医療の進歩の中でこれまで看過されがちであった「生活の質（クオリティ・オブ・ライフ）」を問い始めており、その意味で、人間を生活も含めて全体として見ていく「看護」の世界がこれまで以上に大きく意味を持つてくるように思われます。

医療分野では問うことの難しい、「個人にとっての病の意味」や「生活者としての人間を尊重する」といった概念にとって、他のどの学問領域より「看護」が最も馴染む分野だとすれば、看護学は優れて二一世紀的な、人間の学として期待できるものではないかと

思います。南先生はイスラエル、アメリカでそれぞれ修士、博士の学位を得ておられ、またご専門が精神看護学ということ、異文化体験と病の問題等にも広く深い知見を持っておられますので、この学問の深さを語ることできる第一人者と考え、インタビューをお願いいたしました。

今日は、看護学の流れと中心的な看護理論の潮流、また非常に興味深く思われる最近の動向としての、ナースの「勘」の研究、さらに看護教育についてもおうかがいしたいと思います。

まずはじめに、時代の流れとその中で看護の意味合いがどのように移り変わってきたかについてお話しただけですでしょうか。

南 人の命がまだまだ危うい、脆い時代には、医療の中では、人が人の生命を救うということ、病気を治すということが非常に重要なわけで、そういう時代が五〇年から一〇〇年ぐらい続

いてきました。一九世紀半ばぐらいからの医学の発達には目覚ましいものがありましたから、その意味では、二〇世紀は人が人の命を救うということに医療の大きな主眼があったと言っているかと思えます。

ところが、看護学の祖であるフロレンス・ナイチンゲールは、一九世紀半ばに、人は自分で自分を癒す力があるということに注目していました。環境さえ整えば人は相当程度自分の力で治っていくというのが彼女の考えです。クリミア戦争のときナイチンゲールは、傷病兵たちが亡くなっていくのは傷のせいではなく劣悪な環境によるということを見出し、患者の生活環境を整えることが死亡率を下げることにつながるのだということ、科学的に証明しました。

——光、換気、暖房、騒音の排除等の環境改善によって、快復を妨げているストレスを除去することで病気がよ

南 裕子

（兵庫県立看護大学学長

／（社）日本看護協会会長）

聞き手 小浜政子

（助政策科学研究所主席研究員）





▲南裕子氏

くなるというナイチンゲールの考え方は、心と体の関係に大きく留意している点や環境思想という点でずいぶん現代を先取りしていますね。

南 ですから、ヨーロッパでは、そのように環境を整えるのが看護だという考え方が底流には流れてきていたのですが、それでもやはり病気で人は亡くなるし、重篤な状態になる。だからまずそこを治していくのが、長い間、社会の課題だったと思います。その場合、治っていく病人のそばで手助けするのはプリミティブな形態では家族ですし、特に女性たちがそれをずっと担ってきました。

ところが、だんだんと人の命を救うだけでは不十分ではないかという疑問があちらこちらから上がってきたわけです。人は生活をしている存在ですから、生活を整えたり生きがいを持つたりすることも同じように重要である。例えばガンの末期にあっても、最後まで自分らしさを全うすることができると状況をつくっていくことが大事なのではないかという社会の認識が非常に高まってきました。

一方、高齢化が非常な勢いで進み、人口のほぼ四分の一に近い数が高齢者といわれるようになってきた。高齢者たちは子供たちと同じように、ある時期、特に亡くなる直前には必ず人の助けを必要とする人たちです。また、元

気なお年寄りといってもいったん倒れて力がなくなると、やはり人のお世話が必要になってくる。つまり、病気だけではなく加齢によって起こってくる「人が人を必要とするという状況」が生まれてきた。そこに介護という概念が発達してきたのだと思います。

と同時に、これまでは、「人が人の世話をする」ことは、単に食べたり飲んだり排せつしたりすることのお世話と見られ、また、役割としても家族、女性の仕事であると見られてきたのが、女性の解放も進み、これまで女性たちが担ってきた仕事の貴重さ、またそのような「人が人の世話をする」ということが大切なのだという認識が、社会の中でだんだん生まれてきた。女性の地位が低かったり、生活に関わることの重要性の認識がない時代は、お嫁さんや奥さんが言語に絶する苦勞をして介護地獄と呼ばれるような状況にあっても、それは当たり前というように見られていた風潮がずっとあったわけですね。

中島みち先生や行天良雄先生がよく言われていますけれども、「二一世紀というのは、人が人を世話するということが価値が置かれる時代になる」。すなわちそれが成熟社会の特徴であるということですね。いままでは、人が人をお世話するというのは個人的、家族内のことであり、あるいは友人間のこ

とであって、職業として成り立つとか、職業として非常に価値があるという認識はなかった。しかし家族だけではとても担えないのできちっと位置付けようという認識から、「ケアの社会化」といわれる介護サービスシステムが出てきたわけです。仕事になればそこにどういう役割があるのか、どういう機能があるのかというスポットライトもよく当たってきます。

看護は、専門職として認められるようになってからでも既に一〇〇年以上の歴史がありますから、この分野では古い歴史を持っていると言えます。しかし医療の中では、長らく男性の医師と女性の看護婦という役割分担の中で、医師の仕事、人の命を救うということのほうが重要だと考えられがちで、病気が闘っている人を支えている看護の部分が必要だという認識は、病人の人には見えていたのですが、社会一般からはよく見えなかったという状況があると思います。介護と看護はセットのようなどころがあるのですが、この二分野の関わり的重要性は、このように社会が変わることで最近ようやく認識されてきたのではないかと思います。

——その意味では介護保険が導入されたというのは、かなり大きな意味を持つとお考えですか。

南 意義深いですね。特にいままでは加齢によるものでも、または病気に

よるものでも、自分で自分のことができなくなったら人は入院する、または福祉施設に入るといふ施設中心の考え方があったのですが、病気を抱えていてもまたは自分で自分の面倒がみれなくなっても、自分が住みたいところに住む仕組みをつくっていくという意味で、二〇世紀最後に介護保険制度がスタートしたというのは、新世紀に向けての非常に象徴的な出来事だと思います。

## 患者が主体という

### パラダイムシフト

——いま言われた論点は、ケアからケアへという流れ、もう一つは、人間が病気や加齢で人の手が必要となっても、地域で生きていける、自ら住むところや生活の選択ができるということが非常に重要であるということですね。

南 従来は、病気をしたらまず入院、そして入院したら、医者や看護婦の言うことを守り、自分らしい生活ができなくて当たり前と一般の人も皆思っていたわけです。そうではなくて、医師や看護婦というのはサービス業であって、人がどんな状況でも、その人らしくありたいという願望をかなえることができるためにサポートをするのがその専門職の役割というふうに、専門職に対する見方も変わってきました。以前はいったん病気になると医師の存在

は絶対的で、医師の言葉を守ってれば間違いもないと患者側も思っていた。それが少し転換して、むしろ病む人が主体という方向を向いてきた。すなわち、その人がその人らしく生きることが重要であるということです。その人らしい医療の選択は医者が決めるものではない、看護婦が決めるものでもない、本人自身が決めるものだという考え方が広まってきたのが、ずいぶん大きなシフトだと思うのです。

——とはいえ、入院しても「自分のやり方で」などと言うと、いわゆる厄介な患者、要注意の患者とまだまだマークされるのではないのでしょうか。

南 一九四〇年代にアメリカの病院を調査した文化人類学者のエスター・ブラウンは、病院では二つのことが認識されていないと指摘しました。一つは「人が死んでいく」ということ。病院ではどんどん人が死んでいくのだけれど、医者や看護婦は生きるということに焦点を当てていて、「人が安らかに死ぬ」、「自分らしく死ぬ」ということに焦点を当てていないということを言いました。

もう一つは病院の中には性、セックスがないということです。人間はいろいろなニーズをもって生きていますが、性的存在であるという面もあって、だれでも自分の性生活があるはずなのに、それが保障されない。「死ぬこと」に

関しては、例えばキューブラー・ロスなどいろいろな人たちが研究や啓蒙活動をおこなったので、ターミナルケアやホスピスケア、緩和ケアなど非常にスポットライトが当たるようになってきています。

「死」のほうには焦点が当たることがなくなったのは、人が死ぬということが重大なことだということもありますし、また、ターミナルケアとして、いわゆる専門家主導型でやっていける要素があるからだだと思います。しかし、もう一つのセックスの部分というのは病気ではない部分なので、その部分を保障するのは、患者さんが主体であるという認識に立たない限りできないことなのです。

例えば全体として、病院も大部屋から個室化にだんだん移ってきています。従来は個室というのも、重症の場合、または特別にお金を払った者だけが特別待遇として入るものであった。しかしその場合でも、個室には中からカギが掛けられなかったのです。

——いつでも医療者が入れるということですね。

南 ノックはかたちだけで、サッと入っていく。看護者も医者も患者の居室にはいつでも入っていいと思っていられるわけです。相手がどんな生活をしていようが、断ることなく部屋へ入る。そういう意識は変わっていかないとい



◀兵庫県立看護大学（安藤忠雄氏設計）



けないんです。性の問題だけではなく、その人の尊厳やその人らしきも含め、自分らしく生活できるようにデザインをしていくには、中からカギがかけられるということが重要になってくるのです。

そういうパラダイムシフトが一般社会の中でも少しずつ出てきて、権利の問題やインフォームド・コンセントの運動など、より医療を受ける側の主体者中心の考え方が出てきた。このように、ようやく患者自身のクオリティ・オブ・ライフが重視されるようになったので、看護・介護が注目されるようになったのではないかと思います。——ブラウンの研究は一九四〇年代ということですが、随分早い時期ですね。

南 さすが文化人類学者だなと思います。アメリカでは医療の中の性の問題というのはいち注目されていまして、医療者の偏見や戸惑いに対処する訓練というのがきちっとされるようになっていっているのです。

日本の看護界も性の問題というのは取り上げないといけないということで、前回のカリキュラム改正時に、既に教科の中には取り込まれています。しかし理解を深めるということと、相手がそのことを実行できるような状況をつくっていくということとは違いますから（笑）。

——理論と実践は別ものですね。

南 高齢者の在宅ケアが進むようになってきてだんだんわかってきたことなのですが、例えば高齢のご夫婦であって、片方が病んでいられるような場合でも、通常は隣同士で違った布団に寝ていても、ときには相手の布団の中に入っていくことにとっても大きな意味がある。別に性行為はなくても、抱きしめ合うということがその人にとってはとても大事なのだという認識が、少しずつされるようになってきています。これは病院でも保障されるべきなのですが、一般に、入院しているときはそういうことがあってはならないと思われているようです。

——たしかに、病院とはそういうものだと頭から思ってしまったところがありますね。

### 「サイエンス」に基づく「アート」としての看護

——学問としての看護学の流れを大づかみにするために、南先生が共訳されたジュリア・B・ジョージ編の『看護理論集（増補改訂版）』（日本看護協会出版会）を拝見しました。初版が一九八二年のこの本は九〇年代に入

って改訂、版を重ねており、所載の理論の数も八〇年の一二から改訂版では二一と二倍になっています。

これはもちろん看護の学問としての

発達と並行しているのでしょうか、この本は看護の専門家以外が読んでも看護思想の流れといったものがわがわが非常に興味深い内容になっています。

六〇年代、七〇年代、八〇年代というように一〇年ごとに大きな流れがある印象を受けますし、ある時期、問題解決指向型が隆盛になると、次の時期は現象学や実存主義的なアプローチによる人間中心主義的な方向に振れたりというように、理論的な発展、洗練の過程には非常に刺激的なものがあります。

また、理論化しようとする傾向と、あくまで個別のものを記述しようとする傾向とが常に拮抗しているといえますか、看護が専門職としての地位を確立するために理論化の傾向が強まると、個別の記述へのこだわりや、直観を評価する傾向が生じたりという流れがうかがわれます。すなわち、「臨床の学問」としての看護学からすると当然のことなのですが、アートとサイエンスの間での振れが恒常的にあるといった印象を受けます。

看護理論というとテクニカルな印象を受けますが、予想以上に、その理論が発達をみた時代に隆盛だった哲学や心理学の理論の影響を大きく受け、セリエのストレス理論やフォン・ペルタランフィの一般システム理論など、いろいろな思潮・研究が取り込まれており、一般の読者にも益するところが

だと思いますので、大まかな流れをざっとお話いただけますでしょうか。

南 アートとサイエンスという問題に関して一番初めに言及しているのは、一九世紀の半ばのナイチンゲールで、看護というのはアートである、しかしそれはあくまでもサイエンスに基づくアートなのだという発想です。自然科学の知識を土台にして、その知識を踏まえて本人の中で統合した上で、個人的な出会い、関係があるというのが看護という考え方です。看護者も病人も十人十色な中、一対一で出会っていくという部分が、まさにアートなんだということ。看護は単なる「科学技術」ではないというのがナイチンゲールの考え方です。

臨床の現場の中で、知識が統合され、アートとして一瞬、一瞬の出会いを大事にしていくという考え方は長らく看護の根底にありました。ですから、私なども看護婦の有志でずいぶん早い時期にマーティン・ブーバーの『我と汝』などを読み、影響を受けました。患者さんと看護婦の出会いというのは、まさに「我と汝」の出会いの瞬間の重なりなのだとあと実感しながら臨床にいたというのが、私の若いころです。

しかし学問的に言えば、一九世紀半ばから二〇世紀半ばまでの間の、およそ九〇年から一〇〇年の間、看護学という学問は空白期間なのです。私はこ

れをあえて「土づくりの時代」と呼んでいるのですが、ナイチンゲールが、「看護は専門職であり、かつサイエンスに基づくアートである」と、当時としては画期的なぐらいいデータを駆使して理論を展開したにもかかわらず、ちょうど同じころ出発した近代医学が自然科学を基盤にして目覚ましい発展をしたのに比べ、看護学は「職業」としてだけ発達した。ナイチンゲール自身はサイエンティストとしての精神の持ち主であったのですが、それを継承した人たちが、ナイチンゲール誓詞を唱えて戴帽式をするといった「白衣の天使」的なスピリチュアルな継承をしてきたというのが、二〇世紀半ばまでだったと思います。ですから、職業としては発達しましたが、学問の発達はありません。つまりなかつたと言えるところです。

それをあえて「土づくりの時代」と呼んでいるのですが、看護は人間の基本的ニーズ、すなわち、飲む、食べる、排せつから始まって社会的ニーズまで、その人が人として生活していくときに欠くことができないが病気のために困難になっている要素を維持していくことであるというように、生活に焦点を当てていく見方です。

そうした専門職としての理論化の流れの中で、大きくは二つの方向がありました。一つは「看護は何に向かって仕事をやるものか」という仕事の対象に焦点をあてる考え方です。このアプローチは連綿として現在までつなが

もう一つの方向は、看護というのは、人と人との関わり合いの中で生まれていくのだから、対人関係の中でその関係性が成長することで、病者が自分の問題を自分で解決していくという対人関係理論です。一九五〇年代、六〇年代までは大きくこの二つの流れに占められていました。

そしてアメリカにおいて、女性の地位が少しずつ高まるにつれ、看護職の中で向学心のある人たちが、他の学問分野で勉強を始めて、そこから看護とは何なのかということを理論化しようとする努力が始まった。それが一九五〇年代です。

前者のアプローチは当然問題解決型になっていく。何が問題でそれに対してどう解決したらいいかという問題意識が突出していき、そこではどちらかというと自然科学が非常に役に立っていると思います。この方向がいわゆる現在の「看護診断」につながっています。すなわち、分類化をして、その分類に伴ってどんな仕事をするのかということとを明らかにすることです。

もう一方の看護婦と患者さんとの出会いの中から関係性を育てていくという対人関係理論は、六〇年代に特に隆盛をみました。当時は、看護者が患者さんとの会話や非言語的コミュニケーションがよく取れているかなどの分析

にとっても関心が持たれました。

## 「臨床知」に光を当てる

南 七〇年代後半ぐらいになると、たしかに関係性は大事だけれども、対人関係だけでは仕事はできないし、問題解決型だけでも仕事ができない。もう少し違う見方が必要なのではないかという動きが出てきました。

看護はそもそも医学に比べ人を臓器別に分割するのではなく、統合的に見ていくものである。問題を持ちながらも生きていく、健康な部分もあるし不健康なところもあるというのを統合したのが人であって、その統合した人にアプローチをしていくのが看護である。とすれば、その人の「実存」というものに必然的に焦点が当たってくるし、また、現象学という「意味の世界」がクローズアップされてくる。その人にとっての病気の意味、「生きる」、「死」の意味といった、現象学的な、あるいは実存的な世界に対して関心が持たれるようになってきたのです。

すなわち、一方では看護診断やクリティカルパス（治療や看護の手順を標準化し、診療の効率化や均質化、コスト削減を図る手法）へと至る潮流があり、もう一方で人間と人間との出会いの中に看護はあるという潮流があったのが、さらにもっと統合的に「実存」

を見ていく、人の生きるということを哲学的に理解しようとする姿勢になっていくのです。それが初めは哲学の段階だったのですが、早い段階から、では具体的にはそれがどういうことなのかという研究方法の探索へと向かい、現象に分け入っていったのです。

前者の問題解決型の場合は、疫学的研究や調査研究などの自然科学の実験系として展開していきました。後者のほうはいわゆる質的研究と呼ばれるもので、これも大きく二つの派があって、一つは現象学的な流れ、もう一つはシンボリック・インタラクシヨニズムの流れです。

——シンボリック・インタラクシヨニズム（象徴相互作用理論）というと、先生が監訳された『慢性疾患を生きる』（医学書院）の著者アンセルム・ストラウスがそうですね。この理論を簡単に説明いただけますか。

南 研究方法としては、この理論をもとにしたグラウンデッド・セオリーを説明した方がよいと思います。

「社会再発見」の方法ともいえますが、実際にフィールドに入ってそこに起こっている事象を観察し、多様な側面の本質を抽出しながら、研究の方向性を見定めてゆきます。社会現象の象徴を（シンボル）手がかりにして理論化する手法ですね。質的研究の二つの研究手法のどちらを使うかは人によって違ってきます。

私はストラウスに直接習ったので、ストラウス派ですが、現象学を基盤にしている研究者で有名なのは、アメリカのパトリシア・ベナーです。このベナーという人は、私たち看護者にとって嬉しいことに、看護婦が経験を重ねていくということの意味を問うたのです。

看護の分野が急に花開いてきた一九六〇年代に、看護は科学でないとならない、それには科学的検証が重要だという考え方が支配的になり、それまでは経験を非常に重んじていた看護だったのが、経験なんてそれほど意味がない、より知識が大事なのだというように思われるようになりました。そんな中で一九八〇年代になってベナーが、「いや、違うんだ。一年目と三年目と五年目と一〇年目では、違う知識を持っているのだ」と言ってくれたことの功績は大きいと思います。それは中村雄二郎さんなどが言っている「臨床知」に近いものだと思います。

——具体的にはどういうことですか。

南 ベナーはチェスの上達プロセスを調査したドレイファスという人に師事して、看護婦の技能の発達を追いかけていったのです。すると一年目、そして三年目の看護婦と五年目の看護婦では明らかに使っている知識が違うし、もの見方もアプローチも違うという結果が出た。これは、経験を積み重ねていくことの意味、自分の中に統合し

ているアートの部分に光が当てられたわけで、看護界にとっては非常に意義深い研究だったと思います。この研究によって、看護において勤や経験、また、いわば奥義なども呼べるような、剣道や柔道に存在するものに近い要素があるということが学問的に明らかになりました。

ただ、いまの段階ではあくまでもそういう見方ができるようになったという事に留まっており、その知見を使って五年目の看護婦と一〇年目の看護婦にそれぞれ異なった役割を振り当てているかという点、残念ながらまだそこまではいっていません。私は看護協会の会長をしているので、看護協会がキャリア・デベロップメントを考えるときに、もう少しこの知見を活用して経験の持つ意味を取り込みたいのです。とはいえ、一〇年目の人が皆そうした臨床知のようなものを持っているというわけではないのです。経験を意味あるものに深めることのない人もいますから（笑）。だからこそとも言えますが、自分なりに試行錯誤しながら思いを深め、考えを発展させてきた人たちの持っている技能というのは、比べてみると明らかに違うのです。

## ナースの「勤」の研究

——経験の蓄積に由来するというこ

の技能について、もう少し現場に即しておうかがいできますか。

南 例えば、病院では、深夜勤から日勤に向かって、患者さんの変化などを伝達する、朝の申し送り時間というのが通常あります。その時に、申し送りを聞いていた一〇年目の看護婦が突然、「今夜の準夜勤は誰？深夜勤、当直医は誰ですか？」と問い、「この患者さんは、今夜、危ない」と言い出したりすることがある。

ところがそこで言っている「今夜、危ない」という変化は、客観的には数値その他では出ていない。しかし彼女には経験則をずっと重ねてきて、今夜は危なくなる危険性があるという認識を持ったので、担当を尋ねたわけです。準夜勤は誰、深夜は誰というのは、それに対応できる看護婦がいるのか。また、当直医でいいのか、それともスタンディング・オーダー（前もって決められたプロトコルに従って行う治療手段）を昼間にもらっておかないといけないのかなどを準備しなければ、という意味の発言なのです。

この「見抜き力」というのは本当にすごくて、若い医師たちも先輩医師から、「あの看護婦の言うことには耳を傾けておけよ」という申し送りを受けらるらしいのです。それぐらい当たる率が高いというか、経験則があるのです。

——それは経験に由来する直観のよ

うなものなのでしょうか。

南 直観というものの自体が最初からあるというよりも「育ってきているもの」だと思えます。ある全体状況の中で、そこで起こりつつある危険性を読み取るということですね。興味深いことに、その際に、説明を求めると全く語れない人と、多少知識ベースで語る事ができる人があるのです。しかし知識ベースで言ってくれたからといって、なるほどとは思えないんですね（笑）。

——知識のありようとしては非常に面白いあたりですね。

南 科学的に理詰めだけで考えていくとわからないのですが、それを越える何かがあるのだらうと思います。

——いま言われたように言語化できにくいのが特徴なのでしょうが、この暗黙知に光を当てて、ある種の体系化やトレーニングにつなげることは可能ではないのでしょうか。

南 ベナーは一九八〇年代にこの研究を発表したのですが、それ以後世界的に一世を風靡し、非常な影響力を及ぼしました。特に、ヨーロッパ圏や日本のように歴史のある国々では、ベナーの理論は非常に重視されました。日本でも看護系の大学院ができるようになり、看護婦の持っている臨床知と呼ばれるようなものの分析がこうした大学院で始められています。



▲授業風景

例えばまだ始まったばかりの研究で、今度博士論文につなげていく人が本学にいます。彼女が患者さんと付き合っていると、「あれ、なんか変だ」と思うときがある。その「なんか変だ」と思う、その思い自体がすでに何かのインディケーターなのです。それを今度学位論文にしようとしている人がいます。彼女はすでに修士論文として研究の第一段階を発表しています。これは哲学から脳生理学までカバーした大変難しい研究なのですが、そういうことがわかるようになりますと、いままでは経験則から「あれ、変だな」と感じてそのまま流されてしまっていたいろいろなサインに目が当たることになりますし、看護婦が「何か変」と思って何らかの手立てをするところで患者さんの急変を予防したり、またはすばやく対応できたりということに大きな意味を持たせられます。

従来はそれがうまくいっていたとしても、現場としてはこういった感覚自体に価値を置いてこなかったのです。本当に確実性の高い感覚であり、何かを予測する力であるということの根底がもう少し検証されれば、そういった感覚を大事にしていく教育とともに、広く認められたかたちで現場で使えるようになっていくだろうと思っています。

——こういったアプローチが日本や

欧州という歴史の古い国で受け入れられたというのには興味深い点ですね。むしろそういう蓄積がこれまで相当あった土壌なので、理論付けとして歓迎されたということなのでしょう。アメリカでの評価はどうなのでしょう。南 ベナーの論文は、アメリカではアカデミックな世界では人気があると思いますが、それ以外では広まっていませんね。

アメリカは一九五〇年代以降、看護分野は大学教育の中へどんどん移り、科学的な教育になっていったのですが、ヨーロッパでは長い間ごく最近まで、違うスタンスをとっていました。

例えばデンマークなどで顕著なのですが、看護教育というものは大人を対象とした教育だとしてナイチンゲールの考え方が基盤になっていて、高校卒業者はすぐに看護学校へ入れなかったのです。一年ブランクを置いて、イギリスで語学研修をしたり、親元を離れ社会に出て働いたりするなどして、自立した大人だという証明がないと、入学が許可されなかった。経験を重んじ、頭でっかちを非常に嫌ったのです。この意味でアメリカの方向とは異なっています。ヨーロッパでは、現場で役に立つ、現場を変えていくということを重要視した。それは経験を大切にしていって文化であって、日本も同様な風

土だと思っています。

フランス、イタリアの事情はよく知らないのですが、イギリス、デンマークなどの北方系は経験を重んじる看護文化を育てています。いまはEU統合にむけてヨーロッパでは、大学で看護教育を行う方向に大きな転換をしています。

## アメリカの看護研究の 多様性とダイナミズム

——さて、先生がシカゴ学派の象徴相互作用理論を学ぶのに師事されたアレンセルム・ストラウスですが、社会学の研究者が看護学科で教えるという現象には、非常にアメリカらしいダイナミズムを感じますが、実際のご経験として少し詳しくうかがえますか。

南 私がまだ高知女子大学の学生のとときに、ヘレン・ナムというカリフォルニア大学看護学部の学部長だった方が来学されて、そのときに一緒に来た若いシカゴ学派の専門家がストラウスで、それが最初の出会いです。

ストラウスが看護と関係を持つようになったのは、ナム博士がカリフォルニア大学サンフランシスコ校（UCSF）に看護学部を打ち立てるときに、「研究の手法」が必要だと考え、ストラウスを招聘したことに始まります。看護というのは人を全体的に捉えるということ、看護を重要視していたので、看護

界にはメソドロジストがいなかったという背景があります。

一九六〇年代初頭に、看護学の発展のためには、看護の現象から本質を抽出することが肝要であり、そのためにはシンボリック・インタラクシオニズムとそれに基づく研究法が役立つと考えたナーム博士の先見的なビジョンはたいへんなものだと思います。また、社会学者としてすでに相当の業績を有し有名であったストラウスが、学問分野としては全く未知数の看護学の世界に飛び込んだということも驚くべきことです。

ナーム博士がストラウスを招聘したときに、非常に興味深いやり方をしたのです。ストラウスは看護学部の中にいわゆる質的研究としてのシンボリック・インタラクシオニズムの研究メソッドを教えたと同時に、看護学部の中に一つの独立した行動科学学科を立てて、社会学者も入ってこられるようなかたちにしたのです。ですから、ストラウスはUCSFで看護学者と社会学者を育てたわけです。私はUCSFでストラウス自身にも習いましたが、彼の教え子たちにも教わりましたが、看護学者もいれば社会学者もいました。一言で言うと、相手の靴の中に自分の足を入れて社会を見るとどういうふうに見えるか、というのがシンボリック・インタラクシオニズムです。看護

というのは、患者さんのサイドから見るとどのように見えるのだろうかという問題意識をいつも持っており、患者に沿うという視点ですから、この方法論は看護現象を見るときに非常にフィットするフィロソフィーだし、手法だと思います。

また、いまこの点を質問されたことは、実は非常に重要なポイントと関わっているのです。というのは、アメリカの大学院には「看護研究法」という学科目があることです。いま言ったストラウスの方法だとか現象学の方法、また、もちろん実験の方法やヒストリーの研究など、ありとあらゆる看護が使うことのできる「研究法を教えるコースがあるのです。これらは修士課程にも博士課程にもちゃんとコースとして置いてあります。

私は修士はイスラエルで取りましたが、博士課程はアメリカなので、アメリカのこういう学問的な訓練形態を当然のように受け入れていたのですが、日本に帰ってきて教育をし始めて、大学院のカリキュラムのモデルづくりで日本の学者たちと討議したときに、看護研究法というのを科目として置くと言ったところ、伝統的な大学の講座制で育ってきた日本の学者たちからなぜそういうものを置かなければいけないのかと言われたのです。私にとっては本当に意外で、信じられない思いでし

たが、あちらから見れば私の言っていることの方が意外だったと思います。学問の手法が違うわけで、私が習ってきたのはアメリカ的なやり方で、日本で綿々と続いてきた学問の手法がヨーロッパに由来するものだったということです。

つまり日・欧では、理論や知識と、その知識を生かして検証していく研究法とは一体なのです。ですから、ある講座に入るということは、基本的には研究法は一つである。ところが、アメリカではいろいろな研究法を習う。いまはUCSFですと、質的研究に関しては言えば、ベナーなどの現象学派とシンボリック・インタラクシオニズムの人たち、ほかに全量的研究をする実験系の研究手法を教えている人たちというように、全部で三グループがあります。このほかに学生が履修しようと思えば、文化人類学のフィールドリサーチも取れるというように、いろいろな研究法を学び、自分が探究しようとする現象を見抜いていく方法として使うことができる。これは非常にアメリカ的な特質と言えるでしょう。

### 「結論はモーツァルト」 という看護学十号も

——次に、日本の看護大学のカリキュラムに話を移しますと、そのようなアメリカタイプとはまた違ったかたち





◀卒業生とともに

私（中央）の抱いている子は、右側の学生の子でもあります。クラスの中であやしながら（私も含めて）学ぶときもありました。さくらちゃんは、私やママや同級生の「心のケア」の学びを深める役割を果たしてくれました。（南）

でつくられているのでしょうか。

南 二つのタイプがあると思います。例えば看護学の修士課程が一番初めにできたのは千葉大学で、博士課程が一番初めにできたのは聖路加看護大学なのですが、聖路加はアメリカの影響を強く受けています。博士課程をつくる際には私も聖路加にいましたので、必然的にアメリカ的です。また、私のところの兵庫県立看護大学も、教授たちの多くがアメリカで博士号を取ってきているので、アメリカ的と言えます。一方、千葉大学や東京大学から出てきている人たちは、どちらかというとヨーロッパ的な発想に基礎を置き、研究法などというのは科目に置かないというやり方です。

——兵庫県立看護大学ですが、カリキュラムも、成人看護学と老人看護学を有機的に連携させるため、成人・老人看護学講座とするなど、古いセクシヨナリズムを排して大講座制としたり、従来の専門と一般教養の壁を取り払うなど、大胆なカリキュラム構成をされているということですが、その点をもう少し詳しく、また、例えば社会学や外国語教育はどのように教えられているのかも具体的にうかがえますか。

南 私たちは単科大学ですので、開学の際に一番懸念したのは、「いわゆる一般教養、つまり「人間」とか「生きる」ということを哲学的、心理学的、

社会学的、自然科学的など、いろいろな学問の立場から見ている力が、総合大学と違って弱くなるのではないかということでした。ですから、講師以上の教員の三分の一をフルタイムの一般教育として配置しました。これは割合から言えば、単科大学の中ではかなり大きく、異例だと思います。語学では英語のネイティブ・スピーカーも入れて三人、体育系でも二人入れているんです。

——単科大学でフルタイムの体育の教員が二人というのは珍しいのではないのでしょうか。

南 私は、大学の体育というのは教科目としての体育を学ぶということだけでなく、「体育という文化」があると思うのです。大学というところでは、クラブやサークルなど体育系の文化も十分に育てたいという思いもあって、普通はあれぐらいの規模で二人雇うことはないのですが（笑）、いまフルタイムで二人おります。

それから哲学や社会学ですが、基本的には臨床系の実践科学系ですから、あまり古典的ではないことが必要だと考えました。ですから、例えば哲学なども、もちろん哲学という科目もありますが、哲学者の中でも特に人の死や生、そういうことを論じることができ、哲学者、つまり人間学だと人間哲学という人材の登用を目指しましたし、

社会学なども本当に領域が広いのですが、看護と関連するという点で基本的には家族社会学のような世界も論じられる人が欲しい。もちろんマクロな社会学も教えていただきます。

専門支持科目と私たちは呼んでいるのですが、家族社会学は専門支持科目に近く、社会学は一般教育としても置いてあるのですが、家族社会学という位置付けで一人の教官が両方を教えるので、専門に食い込んでくるのです。心理学の先生も、心理学も教えるけれど、いわゆる臨床心理を教えることができるというようなかたちで、専門と一般教養との中間を共有できる仕組みづくりというのをかなり重視しています。

それが非常に成功していきまして、普通の大学では、卒論は看護学の専門の教員が指導するものですが、本学では全学的に指導しています。卒論の条件はただ一つで、「看護に関連するもの」ということですから、きわめて幅が広くなります。

例えば、語学の先生でアリストテレス近辺の思想史を研究している方がいます。英語のネイティブ・スピーカーなのですが、その教官の指導のもとでアリストテレスで英語の卒論を書く、という例などもあります。

一方、哲学の教員でモーツァルト論やシューベルト論で有名な方がいます

が、学生はその人の指導下でモーツァルトをテーマに卒論も書ける。このように本場にいろいろな分野の一般教養の先生方が学生の関心に焦点を当てて、卒論の指導をしています。これによって、学生たちはいろいろな関心を通してよその世界が見えてくるわけです。

### “宇宙看護学”から 被災者の心のケアまで

南 また、卒論の発表ですが、一〇〇人もいると発表会といっても何日もかかるので、ポスターセッションの形で発表しています。一週間ぐらいポスターのかたちで張り出して、全学的に上級生も下級生も教員も「ああ、この子たちはこんな研究をしているんだ」とか「なるほどこういうようなことか」とお互いが理解し合う仕組みをつくったのです。また外部者をお招きして見ていただいています。

——学生間、学生と教官というように、相互に刺激し合うという意味で素晴らしいシステムですね。さきほどのモーツァルト論の卒論の場合ですが、例えば癒しの効果の研究というように、音楽と看護がどこかでリンクしていなければいけないのですか。

南 そんなことも強制していないのです。私たちは、看護になぜ関係しているのかということをご自分で論じてくれればよいなと思っていますが、

この段階で早急に結論づける必要もないのではないかと思っています。四年間、看護学でずっと育てられて、かなりヘビーな看護を学んできていますから、最後に、その人が看護に関連すると判断すればそれでよろしい、という考え方ですね。

——それは、徹底した専門教育が一方で施されていることと一体というわけですね。近年、一般の大学で教養教育の部分が少なくなってきたことを考えますと、いわば全人格的に卒論に取り組めるという点で、羨ましいような環境ですね。

南 学生って面白いなと思うのです。例えばこれは医師の教員に指導を受けた卒論ですが、「宇宙看護学」などというテーマがあるんですよ。最初聞いたときは、私も「えーっ？」というような反応だったのですが、最近では、「ああ、そうなの」という感じで、学生がつくった言葉なんですけど私も使っています(笑)。

言われてみればたしかに、宇宙へ行って生活をする時代が来れば、無重力の生活を整えるというのも看護ですから。

——発想が斬新ですね。たしかに、体のコンディショニングの維持など宇宙では看護も大きく関わるところがあるはずですね。

南 学長室に時々学生が昼ご飯を食

べに来てくれるのですが、昨日一緒にご飯を食べた学生の卒論の話も面白いなと思って聞いていたんです。

その学生は心理学の先生に指導を受けているのですが、問題意識としては、被災者の心のケアに関心があったのです。当初彼女の前提は、被災者というのは心のケアが必要だから、政府や県がいろいろなシステムを開発して、その人たちをサポートできる体制を整えていくべきだというものだったのです。ですから、そういう体制づくりが重要だという前提で動き始め、いろいろな活動をしている人たちへのヒアリングを重ねていったのですが、そうしていくうちに自分の前提が崩れてきたと、話していました。公の機関が画一的にそんなシステムをつくっていいのかわからない、かなり疑問が出てきたということなんです。非常に自由な発想ができる人たちが生まれてきているなと思いますね。「将来何になるの?」とその学生にきいたら「助産婦です」と言っていますから(笑)。すごく面白いなと思うのです。

——そういう人材が世の中に出ていくことを考えますと、新世紀に期待が持てますね。今日は本当にありがとうございます。ございました。

(二〇〇〇年十一月九日)

## 特集 20年後の世界と日本

### ■科学技術と人間・社会・文化

科学技術は、国家や企業の発展基盤の重要な要素であるばかりでなく、国民生活の向上や地球規模の課題の解決のために大きな期待を寄せられ、また、知的フロンティアの拡大、社会の意思決定を支援するものとして発展してきた。われわれは、個人の生活はもとより社会経済活動等、社会のさまざまな領域・レベルでその恩恵に浴してきた。しかし近年、国際化の進展、自然・社会環境への影響の深刻化、資源投入量の拡大、その動向への社会的な関心や関与の強まりなど、内外の構造的な環境変化を受け、科学技術システムは大きな転機を迎えている。

人々は、科学技術が現代文明を支える基本的な柱の一つであることを認めながらも、一方で、科学技術依拠文明やこれからの科学技術の動向に少なからず不安を感じている。科学技術が広く社会に受容され、社会に貢献していくためには、人間そのもの、社会システム、文化に対する理解を深め、それらと調和しながら推進していくことが不可欠になっている。科学技術をどのようにマネジメントし、科学技術がもたらす恩恵を最大化・最適化させられるか、また、そのために必要な合意と適切なガバナンスを国内外でいかに形成していくかがこれからの大きな課題である。

当研究所では、一九八八年から現在まで、岸田純之助氏（勲日本総合研究所名誉会長・当研究所参与）を主査とする「科学技術と人間・社会・文化をめぐる懇談会」（岸田懇談会）を主宰し二一世紀を展望する科学技術のあり方について議論を行ってきた。

### ■新世紀への想い

岸田懇談会では毎年メンバーによる総括的な議論を行っているが、今年度は、二一世紀の初頭を、さまざまな分野で展望することを試みた。

振り返ってみると、一九六〇年代、つまり工業化社会の成熟段階、また、次の第三次産業革命への移行が予感されるようになった段階で、未来を予想するいろいろな作業が行われた。ナイジェル・コールドー編のニュー・サイエンティスト誌では、「今後起こりそうな発展」について多くの筆者の寄稿を求めた（一九六四年 邦訳は『二〇年後の世界』（全三冊）紀伊屋書店刊）。アメリカン・アカデミー・オブ・アーツ・アンド・サイエンスはDAEDALUS誌で『西暦二〇〇〇年の世界と人類』を特集した（一九六七年 邦訳は日本生産性本部刊）。これらは多くの筆者に寄稿を依頼したのだが、個人で『Next 500 Years』を出した人もいる（Burnham P. Beckwith著、前文をダニエル・ベルが執筆）。シナリオ・ライティングの手法を使って未来予測の作業をやった、ハーマン・カーン（ハドソン研究所）は『Next 200 Years』を研究所のスタッフを動員して一九七六年に出版した。

日本でも、これまで六回の技術予測が行われているが、その結果を見ると、ある程度正確に予測できるのは二〇年くらいが限度であることがわかる。そこで、第百八回岸田懇談会（二〇〇〇年九月二十九日開催）では、メンバーが選んだテーマに関する「二〇年後」を語り、それを契機に二一世紀の初頭の社会を展望した。単なる予測にとどまらず、こうあってほしいという想いを込めた問題提起がなされた。本特集は、当日の議論をもとに、各メンバーが書き下ろした「岸田懇談会版二〇年後の世界」である。

# 「脆さ」・「弱さ」の不断の自戒を

二〇年後は二〇二一年、私はそれに近い目標年を主題にした本『二〇一八年 (TOWARD THE YEAR 2018) — Edited By Foreign Policy Association』を翻訳したことがある。発行は「タイムライフ インターナショナル」、一九六八年に五〇年後のことを推測した(日本での訳書刊行は六九年)のである。「競争力」は当然のことながら、この本には取り上げられていない。競争力が問題にされるようになったのは一九八〇年代だからである。

## 米国の競争力関連の報告書

一九八三年、日本を始め先進諸国の追い上げに危機感を抱いたレーガン米大統領は産業競争力諮問委員会を設置し、産学官一体で構成した諮問委員会の委員長にはヒューレット・パッカー社のジョン・ヤング社長(当時)を当てた。八五年一月に調査結果をまとめた「ヤング・レポート」が発表された。それ以降、NSF(全米科学財団)の予算も積極的に大学と企業との共同研究に回されるものが増えた。その後、米国の技術競争力評価は、米国内競争力評議会(Council of

Competitiveness)に引き継がれ、一九九一年と九四年に日欧との競争力比較をした報告書が出た。暫く間において九九年三月に、研究・技術開発、特に外国出願特許を重視した新指標を使った報告書を出した。その報告書では、一九九九年から二〇〇〇年初頭にかけて米国の順位が下がって、日本が一位に上がっている。米国が自信を持ち過ぎるのを警戒して出した分析結果なのだとは受け取った。

その間、他の省でも、競争力に関するいろいろな報告書が出ている。航空産業連盟の「一九九〇年代の最重要技術についての検討(一九八七)」、国防総省の「最重要技術選定計画(一九八九、一九九〇)」、商務省の「最先技術(一九九〇)」などがそれぞれある。

一九八六年の終わり頃、マサチューセッツ工科大学(MIT)が第二次大戦以降のアメリカの主要課題を検討する、同大学で初めての調査委員会を設立させたことにも私は注目した。

発足に当たり、MITでは、「アメリカ国家経済の将来を脅かすほど深刻だと思われる、インダストリアル・パ

フォーマンス低下の問題に、焦点を絞った」と八九年に出された報告書『Made in America』(邦訳は九〇年三月草思社刊)の序文で書かれている。

八分野の製造業について、二年に亘り数百回に及ぶインタビューが実施され、三大陸にまたがる企業訪問が行われ、経営者と労働組合幹部の証言を聴取した。こうした徹底的な作業が行われるアメリカという国を、羨ましく思う。

日本で競争力比較を明示的に出した報告書は、私の知る限りでは、一九八八年通産省が出した「産業技術の動向と課題(産業技術白書)」だけである。同じ名前を出した一九九二年の報告書では、他国との比較をした資料は付けられていない。「何故今度は付けられないのか」という私の質問に対して、当時の担当官が「競争力というのは主観の入った曖昧な言葉だし、客観的に納得されている評価法がない」と答えたのを覚えている。ただ私としては、「一九八八年は日本が最も自信を持った年だった。だからこうした資料を付けた。米国で『Made in America』のような報告書が作られていることを知り、あまり相手を刺激したくないという判断

## 岸田純之助

(財)日本総合研究所名誉会長  
(財)政策科学研究所長(兼)

になって、一回限りで止めたのだ」と、勝手に解釈している。

## WEF、IMDの調査をもとに外挿

このような各国の競争力に関する資料としては、スイスのWEF(世界経済フォーラム)、IMD(国際経営開発研究所)がよく知られている。これについては本誌第六七号(九九年一月刊)で「今世紀科学技術の総括」総合報告の中の私の報告で紹介したが、その後、続く二年(九九年、二〇〇〇年)の評価も付け加えたものが表1である。

さて今号の命題は、これから二〇〇年の二〇二一年にどうなると私が考えているかである。

WEF、IMDなどのこれまでの一〇年間の順位から外挿的に推論するならば、科学技術に関してだけの外挿では、米国に続き依然二番、あるいはその近く、という推測が出来そうである。しかし、科学技術分野の成果は、「国内経済力」、「国際化」、「政府」、「資金調達」、「企業経営」の在りよう、また「人材」育成とも密接に関連している筈のものと考えなければなら

特集 ■ 20年後の世界と日本

表1 スイスの評価機関、IMD、WEFの「世界競争力」報告での日本評価の推移

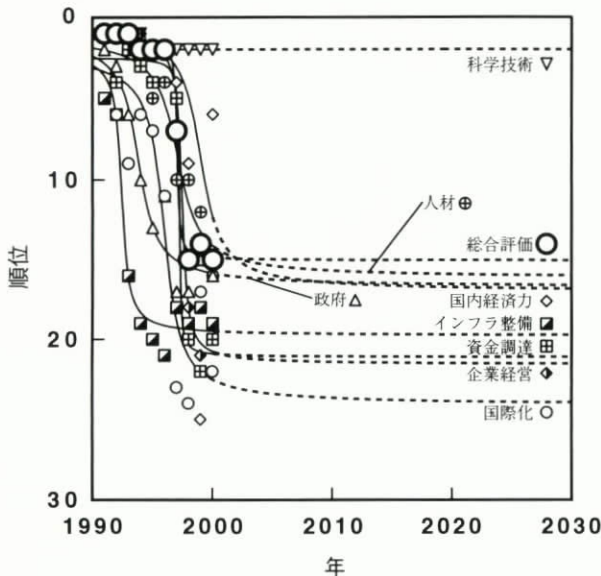
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
総合評価	1	1	1	2	2	2	7	15	14	15
				(3)	(4)	(4)	(9)	(18)	(16)	(17)
国内経済力	1	1	1	2	2	2	4	9	25	6
				(3)	(4)	(5)	(6)	(15)	(29)	(6)
国際化	1	6	9	6	7	11	23	24	17	22
				(8)	(9)	(14)	(32)	(34)	(21)	(27)
政府	2	3	6	10	13	11	17	17	15	16
				(19)	(27)	(21)	(28)	(27)	(23)	(22)
資金調達	1	4	2	3	4	2	5	20	22	20
				(5)	(6)	(2)	(5)	(23)	(25)	(22)
インフラ整備	5	6	16	19	20	21	18	19	18	19
				(24)	(28)	(26)	(20)	(21)	(20)	(21)
企業経営	1	1	1	1	4	2	5	18	21	20
				(1)	(4)	(2)	(7)	(24)	(26)	(24)
科学技術	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
				(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
人材	1	1	2	3	5	4	10	10	12	16
				(4)	(6)	(4)	(11)	(11)	(13)	(20)

国際経営開発研究所 (IMD)、世界経済フォーラム (WEF) で、世界各地の16000人130項目のアンケート、絶えず更新される約380の判断基準に基づき評価している。

1993年以前は、OECD加盟国内での順位なので、1994年以降の順位も、OECD加盟国内での順位としてある。( ) 内が、全調査対象国の中での順位。

1995年まではIMD、WEFで調整して一本化した数字が示されていたが、それ以降は別々になったので1996年以降はIMDの評価を示した。

図1 1991年から2000年までの競争力評価(総合から人材までの9項目)をそれぞれ20年後まで外挿したグラフ



まい。短期的には一九八八年頃を頂点とする日本の自信に支えられた結果を維持できるとしても、中期的な見通しを立てる場合には、科学技術以外の順位も考慮に入れた、総合的な競争力の推定(つまりWEF、IMDが継続してやってきた「総合評価」の九一年から二〇〇〇年までの数字を伸ばして外挿した)の数字に、より近い結果が出て来る、と考えなければならぬのではないか。

「科学技術」とりわけ「産業技術の競争力」に関連して、(株)日本総合研究所で、「科学技術と経済の会」と協力して一九九九年三月に出した「わが国の産業技術競争力の評価と要因に関する調査研究」報告書は、日本で「競争力の発展を阻害している要因」について、次のような項目に分けて詳しい問題点の分析を行っている。

一、教育システム(①産業競争力と教育システムの関連性、②「競争力」の課題に関連する教育システムの課題、③大学教育における問題点、④企業内教育、⑤産学連携、⑥職業教育における問題点)。

二、人材流動性(①理工系「高学歴者」の大企業への偏在、②技術者・研究者の人材流動性の国際比較、③技術者の人材流動性阻害要因、④企業内の人材最適配置の状況)。

三、企業マネジメントシステム(①日本におけるMOT-技術経営の現状、②日米の研究環境格差)。

四、社会インフラ(①研究開発投資の

効率性、②日米の情報価格差)。

五、技術の普及のシステム(①民間における商慣習、②政府による新技術普及支援方策、③政府による規制の問題)。

六、国の技術政策の戦略性(①米国における技術政策の推進組織、②わが国の科学技術政策と行政機能)。

現在の日本の「弱さ」「脆さ」をよくわきまえたテーマの取り上げ方だと思ふ。こうした整理の仕方から、私は、「科学技術」の「競争力」を重視して捉えることが妥当で、WEF、IMDでやっているものについて言えば「総合評価」の順位を、日本の「科学技術」の順位と受け取ることが実体に近いと

考える。

日本の「脆さ」「弱さ」の改善を念頭に二〇年後を上述の資料を基に「探索的予測法」によって推測するわけだが、一〇個の点で次の二一の点を外挿してグラフを作るのは些か冒険で、勿論正確さにはほど遠いものになる可能性は言うまでもない。それを承知の上で、今号の計画に沿うよう外挿を試みたグラフを図1に示した。

IMDに四カ月ばかり遅れて発表したWEFの評価を見ても、OECD以外の国も含めた順位で九九年の一四位から二〇〇〇年は二一位に下がっている。つまり、将来を充分自戒して考えたいということである。

(きしだ じゅんのすけ)

# 新しい学習・教育の概念の到来

## はじめに

これは二〇二〇年の予測ではなく、二〇年後への素人の素朴な期待と問題提起である。

最近、二一世紀は生命科学の時代であり、脳の時代であるともいわれている。このような脳研究や生命科学の進展が、ヒトの生物としての健全な生を維持し、保証するに止まらず、ヒトがヒトとして生きるための諸々の機能の強化と展開に大きな影響を与えるとともに、生命観、人間観にも変革を迫るであろうことは想像に難くない。

特に脳研究においては、これまで主として人文系や心理学分野で考えられてきた人間の精神機能についても自然科学的な解明の可能性が示唆されている。脳の高次機能の一つとされる学習・記憶のメカニズムについても関係する脳の部位、シナプスの挙動等の研究が盛んにすすめられている。

しかし、これらの研究はいわゆる分析的・要素的研究であって、記憶あるいは学習という機能総体を理解するにはいたっていないといえよう。今後は、学習、記憶、意識、情動等の統合され

た機能として理解する方向あるいは、「脳を育む・活かす」という視点での研究が進展することが望まれる。

## 脳研究の現状と今後の計画

一九九六年、科学技術庁の「脳科学の推進に関する研究会」（座長 伊藤正男 日本学術会議会長（当時））は、「脳科学の時代」―脳科学研究推進計画の提言―を提案し、現在、この提言に沿って理化学研究所等において脳研究が精力的に進められている。この提言には、脳の研究を通じて得られる知見、技術は、医療の向上、新たな原理による情報処理システム開発等とともに、育児・教育への適切な助言などにより社会生活の質の向上に多大な貢献をもたらすものとの期待が述べられている。その上で、「脳科学の時代」のプログラムとして、「脳を知る」、「脳を守る」と「脳を創る」の三領域において、二〇年の長期計画として研究目標を定めている。これらの概要は表1に示すとおりである。

ここで、教育に関係する認知、運動、情動、学習などについては、一〇年後の目標達成を目指し、思考、直観、自

## 川崎雅弘

（科学技術振興事業団理事長）

己意識などヒトにおいて著しく発達している機能については、二〇年後に期待している。さらにコミュニケーションについては、言語情報機能の機序、非言語的コミュニケーションの脳機序について一〇年後、言語獲得過程、言語と思考、知性との関係を理解することについては二〇年後を目標としている。特に育児・教育への有効な助言などは、ほぼ一〇年後に可能となることと期待されている。

## 今後の予測

これらの研究の現状をつぶさに理解し、今後を予測することは、筆者の能力を超えることであるが、科学技術庁科学技術政策研究所が行った「技術予測調査結果」（一九九七年）では、以下のように予測されている。

- ・アルツハイマー型痴呆が治癒可能（二〇一六年）
- ・躁鬱病の原因が分子レベルでの解明（二〇一六年）
- ・精神分裂病の原因が分子レベルでの解明（二〇一六年）
- ・人間の自立性形成、個性の育成等の整理、心理的メカニズムの解明による

- ・新しい教育カリキュラムの普及（二〇一六年）
- ・神経回路網の形成メカニズムの分子レベルでの解明（二〇一八年）
- ・学習・記憶とシナプス可塑性の関心の解明（二〇一八年）
- ・ほ乳類脳のシナプス可塑性の分子機構の全貌解明（二〇一八年）
- ・脳機能をモデルとする新しい論理構造をもつニューロコンピュータ開発（二〇一八年）
- ・脳とコンピュータを直接結びつけるインターフェースの開発（二〇二五年）
- ・脳による論理的な推論の構造の解明（二〇二三年）
- ・情動の神経生物学的基礎の解明（二〇二一年）

この予測結果から見れば、脳研究の進展は目覚ましく、二〇二〇年頃には、脳機能の全貌が明らかにされ、その結果を踏まえての新しい学習・教育の概念が生み出されるとの期待が現実には現されると考えてもあながち絵空事とはいえないのではなからうか。現時点でも「脳機能のほとんど全てに臨界期―その機能の獲得・発達にと

って最も重要で、その期間での影響が生涯にわたって続いてしまう期間がある。」（澤口俊之著『わがままな脳』第八章二〇三頁）ことが明らかになっているようであり、年齢と教育についてよりの確な指針が得られることもそう遠くないと思われる。

結び

現在、我が国においては各種の審議会等において教育問題が論じられているが、これらの検討は、従来の教育概念をベースとした制度論に止まっており、対策等についてもカリキュラムなどの技術論に終始している観がある。今後、抜本的な教育改革を目指すには、上述のような脳研究の進展を踏まえた自然科学的視点をも含めての総合的な見地に立った議論が重要であり、そこからこそ、教育論と教育体系の再構築が可能となるものと思われる。

また、このような脳科学からの進展を現実の教育に反映していくためには、脳科学のみならず、心理学、発達認知科学、社会制度、倫理等既存の学問分野を超えた多くの分野間の協力による総合的な取り組みが必要であるばかりでなく、教科書作成者、現場の教育者の理解と協力も欠かせない要件であり、これらの専門家及び関係者の協力を容易にするような研究コミュニティが構築される必要があると思われる。

（かわさき まさひろ）

表1 戦略目標タイムテーブル

○：個別目標   ・：中間目標

領域	戦略目標	5年後	10年後	15年後	20年後
脳を知る	知情意の脳の構造と機能の解明	○知情意の座の解明 ○記憶、学習の解明	○脳神経系の構築原理の解明 ○認知、運動の解明 ○情動、行動、生体リズムの解明	○注意、思考の解明	○自己意識、社会意識の解明
	コミュニケーションの脳機能の解明	○言葉の座の解明 ・ヒトと動物のコミュニケーションの違いの理解	○言葉の脳内情報表現の解明 ・非言語的コミュニケーションの理解（身振り、感情など）	・言語の獲得過程の理解	○言語と思考、知性との関係の理解
	脳を知る貢献例	育児・教育への助言	心身的・社会的ストレスへの対処	高次の脳の働きの理解	人の理解の進歩
脳を守る	脳の発達障害と老化の制御	・脳の発生分化関連遺伝子の解明 ・脳の老化関連因子の解明	・動物脳の正常発達調節技術の開発 ・培養細胞での老化の制御	・ヒト脳の正常発達調節技術の開発 ○脳発達障害の制御 ・動物脳での老化の制御	○ヒト脳の老化の制御
	神経・精神障害の修復と予防	・外因性脳障害の機構の解明 〔修復法の開発〕 〔予防法の開発〕	・単一内因性脳障害の機構の解明 ○神経組織移植法の開発 ○外因性脳障害の予防	・複合内因性障害の機構の解明 ○神経・精神障害の機構の解明 ○遺伝子治療法の開発 ○神経障害の予防	○人工神経・筋の開発 ○精神障害の予防
	脳の病気の克服例	AD症やクワイフェルツ病など	AD症や酸素欠損症など	AD症やパーキンソン病など	老化の制御、精神分裂病など
脳を創る	脳型デバイス・アーキテクチャの開発	・学習記憶ニューロチップの開発（100万個規模） ・インテリジェント認識チップの開発	○思考機能アーキテクチャの開発（1億個規模） ○自己組織連想記憶デバイスの開発	（統合） ・知情意を備えた脳型コンピュータシステムの開発	○人と共生する個人用脳型コンピュータの開発
	脳型情報生成処理システムの設計と開発	・脳型記憶システムの開発 ・計画立案・学習制御用システムの開発 ・カオスダイナミクスによる思考判断システムの開発	○自己組織型記憶システムの開発 ○直感統合思考システムの開発	○創発型情報生成システムの設計と開発	○知的生活支援ロボットの開発
	脳型コンピュータの開発例	不確実、曖昧さ等の情報処理技術	連想記憶する情報処理技術	身振り、表情を理解するコンピュータ	人の意図を理解し行動するロボット

# 「自由化」により教育政策の大転換を

竹内敬人

(神奈川大学教授)

## はじめに

二〇年後の理科教育を予想するといふテーマを選んで、あえて科学教育といわなかったのは、限られたスペースで、

大学教育でなく、中等教育、つまり、小学校、中学校、高等学校レベルでの理科教育を考えたからである。もとより大学教育に関心はあり、また、問題も多いが、ここでは焦点をしぼりたい。大学教育は高度専門家の養成、中堅技術者の養成、市民教育といった幅広い問題を抱えているから、簡単にまとめることが難しいからである。

二〇年後の理科教育を占う前に、まず戦後五〇年の理科教育を総括してみよう。私は、総括は簡単である、といわざるをえない。それは「限りなき後退」である。なぜ後退か？ まずその実態を見てみよう。

## なぜ「限りなき後退」か

中等理科教育では、この五〇年の間に、学習時間、教科の内容の双方で顕著な減少が見られる。科学技術の著しい進歩を伴ったこの五〇年を考える

と、これは何かの間違ひではないか、と事情を知らない人はまず思うだろう。だがそれが事実であることを、いささか粗っぽい例で説明しよう。

### 事例1

小学校では、戦後（あるいは戦前も？）から平成元年まで、理科は小学校の主要科目であり、一年から六年まで通して学習した。平成元年から、低学年（一、二年）の理科は廃止され、代わりに昔の修身と社会科を混ぜたような生活科が新設された。理科が三分の二になったといつてよからう。

六、七歳の子どもには、理科は難しすぎるというのが理科廃止の根拠であったようである。もっと小さいうちから、自然に親しむようにしむけることが大切と思われるのに、流れが逆である。日常生活の中で理科的なものに親しめばよい、という議論もあった。だが、生活科の中で、例えば糸電話をつくって遊ぶ場面があっても、それは理科にはつらならない。電話のかけ方といった、社会的な、修身的な扱いがなされる可能性が高いからである。

### 事例2

中学校については、中身の減少の例

をあげよう。平成一四年度からの教科書には、イオンの話、電気分解の話が全て除かれる。これは量的にいうと、物化生地の四分野からなる理科全体の一二分の一に、化学分野に限れば、三分の一に相当する。これは大変な削減ではないか。まず、その量的な大きさに疑問がわかざるを得ない。

内容的に見ると、もっと大変なことになる。イオンや電池の学習は原子、分子概念を導入して近代的な物質観に触れさせた後、物質の構造における電子の役割を理解させるという、いわゆる近代的物質観の基礎を教える所である。イオンの話抜きでこれは成立しない。実質的には国民の多くが中学理科で化学の学習を終えることを考えると、物質の構造に関する基本的な概念は、中学での必修事項のように思われるのだ。

ちなみに電気分解の話はファラデーの『ろうそくの科学』の中でも重要な役割をになっている。今回の改訂はほとんど一九世紀半ばの理科教育以前への後退に相当する。

### 事例3

私が高校生のとき、理科は毎年一科

目学習するのが通例であった。平均的都立高校では、ごく標準的な選択で、理科志望、文科志望に共通な選択パターンであった。なお、各科目は五単位（週五時間の授業）であった。

平成一五年から施行の新学習指導要領によると、最低ですまそうとすれば、例えば理科総合A、理科総合B各二単位、合計四単位を履修すればよい。実際には単位増加は認められているから、もう少し増やすことは出来る。しかし、他教科とのかねあいもあるから、限度はある。例えば、化学科志望の生徒なら、理科総合A、化学I、化学IIの八単位をとることは可能だろう。それでも八単位であり、かつての半分になっていることが分かる。物理をやらなくてもいいのか、という疑問も当然でてこよう。

最後につけくわえよう。私が高校生であった五〇年ほど前に学んだ教科書「柴田雄次、津田栄、島村修 高等学校の科学・化学（大日本図書）」と現行の教科書を比べると、違っているのは体裁だけで、内容的には昔の教科書のほうがかなり多く、充実していると



特集 ■ 20年後の世界と日本

図1 大日本図書『化学』の表紙



図2 60年代の化学教育に波紋をなげた「CBA化学」(日本版)

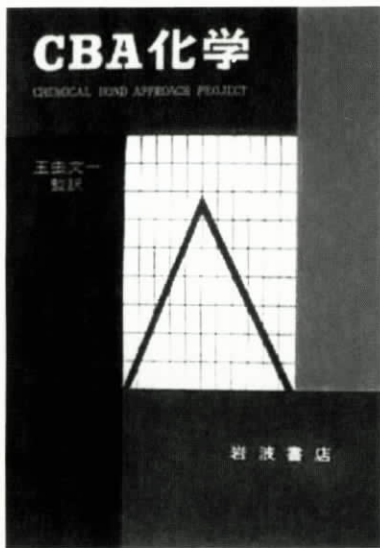


表1 新指導要領による化学の分割(平成15年度より実施)

- 化学I
- 1 物質の構成(原子、分子、物質質量)
  - 2 物質の種類と性質(代表的無機物質、有機化合物)
  - 3 物質の反応(反応熱、酸塩基と中和、酸化と還元)
- 化学II
- 1 物質の構成(化学結合、気体の法則、液体と固体)
  - 2 化学平衡(反応速度、化学平衡)
  - 3 生活と物質(食品と衣料の化学、材料の化学)
  - 4 生命と物質(生命の化学、薬品の化学)

という印象を与える。具体的にいうと、当時の教科書に無くても今の教科書にあるのは、せいぜい原子軌道概念(ボーアモデルは昔からあった)と石油化学くらいで、それも前者に至っては今は全く扱われない。なぜこうなったのか?

では、なぜこうなってきたのだろうか。文部省と政治家があげる理由は、二つに要約される。一つは「子どもが勉強に追われてかわいそう」であり、もう一つは「難しいことを教えても定着しないなら止めた方がよい」である。第一の理由の対応策が「ゆとりある教育」である。この「ゆとり」という表現が曲者である。「ゆとり」を素直に解釈すると、一〇学ぶべきことがあるが、それに一〇の時間を使うだけでは不足だから、一二か一五の時間を使

って、ゆっくりと、しかし確実に定着するように勉強しようという政策に聞こえる。しかし文部省式の「ゆとり」はそうではない。一〇学ぶべきところを五にしましょう、それに一〇も時間を使って勉強するのはたいへんだから勉強の時間を五にしましょうというようなものである。

学問が進歩し、社会が発展していく状況のもとで、学ぶべきことが減るといふことがあっていいのだろうか。初中等教育で学ぶことを減らせば、しわよせは大学教育に来るのは明白である。そして、もはや大学教育でそれを埋めることができないうのは既定の事実になっている。ここ一〇年ほどの間に進められている大学院の大拡充は、教育のレベルアップではなく、これまでの四年間では、少なからぬ大学生が必要なレベルに到達できなくなってきたから

である。

第二の理由の対応策が「内容の厳選」である。これも言葉の綾である。厳選という言葉は、不要なものを整理するという印象を与える。だが、すでに骨と皮になっているのだから、もはや厳選ではなく、単純な「削除」にすぎない。

授業時間と教科内容の規制がどんなおかしなことを引き起こしてしまうかを実例でみよう。平成一五年度から実施される高等学校化学がよい例になる。化学はそれぞれが三単位(週三時間)の化学I、化学IIの二つの科目に分けられる。もし化学を履修しようという生徒がこの二つの科目を順次学んでいくのなら、二つに分けること自体に問題はない。だが、おそらくそうはならない。化学Iはかなりの生徒、少なくとも理科系進学希望者は履修する

だろうが、化学IIまで続けて履修する生徒の数は大幅に減少すると予想される(具体的な数字はもちろんまだ分からないが)。

では、化学Iと化学IIがどのように分けられているのだろうか。表1を見ていただきたい。誰もが認める化学の基本は原子と分子(それにイオン)である。分子を学ぶということは、原子から分子をつくるものになる化学結合の概念を学ぶということである。ところが、単に内容の量(つまり学習時間)の帳尻を合わせるために、化学結合の部分が、一部の生徒しか学習しない化学IIにまわされたのである。ただただ啞然とするのみである。こういうことがあっていいものだろうか。

では、二〇年後は?

テレビも電話もなかった時代でも、

子どもを勉強させるのは難しかった。今後ますますそれは難しくなる。そうすると、教科内容が定着しないという事態が改善される見込みはない。そうすると、またまた定着度が低いという理由で、さらなる「厳選」が行われるだろう。こうして来るべき二〇〇年の間に予想される二回の学習指導要領の改訂で、骨と皮は、骨ばかりになるどころか、文字通り骨抜き、骨も皮もないことになってしまい、日本の理科教育（少なくとも公教育）は崩壊するだろう。今の状況が続けば、これが二〇〇年後の現実になるだろう。まことに心寂しい、というより、恐るべき二〇〇年後である。

## 二〇〇年後の大学

# 「生」に関わる科学研究理解のために

学習指導要領を無くす、少なくとも法的拘束力を無くし、同時に教科書検定制度を廃止することである。本当の意味での教育の自由化である。もはや、それ以外に日本の初中等理科教育を救う道は無い。初中等教育がある程度自由化して、学びたい子どもにはどしどし勉強させるシステムをつくらなければ、日進月歩の科学技術に対応できる人材の育成は困難だろう。世界の多くの国が、そのような制度の下に、若い芽を育てようとしている。

**科学研究の質転換**  
確信があつて予測を立てるわけではない。むしろ、これから書くことは、予測というよりは私の願望であり、希望である。

科学・技術の発展は、今後も止まらないだろう。科学は、最近になってようやく、いわゆる「リニア・モデル」で記述できるような状況を迎えている。つまり、科学研究の成果が、直接に、技術的应用に繋がる道が前世紀（二〇

版社もでてこよう。いっぽう意欲はあるが、理解の遅い子どもむきに、ごくごく丁寧に書いてある（そのために厚い）教科書をつくる出版社があつてよい。教育の自由化とはそういうことも含んでよいのではないだろうか。

では、そのような改革は実現可能なのだろうか。私が提案しているような教育政策の大転換は、政府主導では絶対に起こり得ない。我々教育にかかわるものが事態を重く見て、自ら解決の道を探る過程で初めて実現することになる。我々も、これまでの考え方を切り替える必要がある。六〇年代に主としてアメリカで「CBA化学」とか、「ケムス化学」といった、論理的構成を重んじた優れた教科書がつくられた。

それに対応する、物理や生物の教科書もつくられた。それとセットになって、すぐれた実験も考案された。日本にもその精神が輸入され、一時期、学習指導要領を通じて、この精神が日本の高校教育の指導原理となった。後退に、歯止めがかかったという観すらあつた。だが、それは結局定着せず、次の学習指導要領に於いて、再び後退が始まった。学ぶということは厳しいものである。

楽しく学ぶ・学ばせるといった幻想を捨てて、厳しい姿勢で学ぶ・学ばせるという覚悟を我々が持つて初めて、事態が好転しよう。自由化には責任もともなうということである。

（たけうち よしと）

## 村上陽一郎

（国際基督教大学教授）

世紀）後半開かれ、むしろ確立された。その結果科学研究は、かつてのように、専門家集団のなかで自己完結的に営まれるような知的活動ではなくなり、専門家集団の外部にクライアントを持つような、言い換えれば技術とさして差

のない営みに変貌しつつある。

このような状況の下では、社会の科学・技術に対する姿勢や制度も、それに見合うような方向に変質しなければならぬ。その一例が理科教育、あるいは科学教育である。これまでの理科

教育、自然科学教育は、基本的には、現在の自然科学の内容をできるだけ、生徒や学生に把握させることを目標に掲げてきた。

大学における科学教育は、それぞれの専門領域における学問へ進む準備のためにあり、高等学校での理科教育は、そうした大学での科学教育で成果が上がるような下地を整えることであり、中学校でのそれは、再び高等学校での理科教育の成果が上がるような下地を整えることであった。もちろん、大学での教養課程では、科学に進学しない、あるいは科学とは無縁のところでは、リアを造るであろうような学生にも、科学教育は提供されてきた。しかし、

第一に、現在、大学における教養教育が、厳しい冬の時代を迎えていることは周知の事実であり、第二には、そうした人文・社会系の学生に対する科学教育も、また、科学の内的現状を何とか学生が理解できる程度に希釈させたものを提供することに、疑いは持たれなかつたのである。

育にいたるまで、科学の教育に質的な変化がどうしても必要になっている、というのが、筆者の主張である。

例えば現在、大学受験のコースに「私大文系」というのがある。高等学校の時代から、科学とは全く縁のなかつた生徒が、大学に入ることができるコースである。大学でも、現在の教養課程の制度では、科学とは無縁で卒業することが可能である。

筆者にとっては、このようなコースが二一世紀に存在すること自体が「犯罪的」であるとすら思われる。逆に、理工系に進む生徒、学生たちは、高等学校での人文・社会系の勉強もおさざり、大学へ入っても、理工系の教師たちは、専門と直接関係のない人文・社会系の学問など、邪魔でしかないという意識が強く、これも結局はおざなりになってしまふ。これもまた「犯罪的」ではないか。

### 大学の教養課程化を

中等・高等教育における科学教育は、根本から変わる必要がある。すべての生徒、学生たちは、科学研究が自分たちの「生」にどのような関わりがあるか、という点を理解し、それに基づいて行動できるような、そうした理科・科学教育を受ける必要がある。個々の領域における内的な内容の詳細、例え

ば法則の細かい運用や、化合物の構造の詳細などについての知識はなくてもよい。

必要・不可欠なのは、現実に科学が何を指し、何を実現させようとしているのか、それが自分たちすべての「生」にどのように関する可能性があるのか、という点をしっかり把握できるような、そうした教育内容である。そうした内容は、理工系でキャリアを造ろうとする人々にとっても、大切な性格のものである。自分たちの携わる科学研究というものが、たとえ自分が面白いから、という動機だけで行われたとしても、現代社会の仕組みのなかでは、その結果が社会の成員の「生」に大きな影響を与える可能性があることも、十分知っておかなければならないからである。

こうしてみると、大学というものが、一九九一年からの日本社会の趨勢とは逆に、もう一度教養課程という形式を重視しなければならぬ事態を迎えつつあると考えることができる。実際、すでにそのような傾向の兆しが見えていないわけでもない。一例を挙げよう。このところ、地方国立大学の医学部が、四年制の大学（学部を問わない）の卒業生を、学士入学という形で受入れる制度を開設し始めた。これは、四年間の大学生活で、それなりに知力得

も、人格的にも成熟し、また動機でも確立していることが期待されていることを示している。そこでの「大学」というのは、言わば「教養課程」であると考えてよい。実際、医師になるために、それだけの「成熟」が重視されるのであれば、科学者になるためにも、同じように広い見識と、人間的

「成熟」を前提に求めてもよいのではない。物理学や数学などでは、高校生段階で大学に受入れる、という制度も、現在一部で動いてはいるが、それは極めて例外的な措置でしかないはずである。一般には、むしろ、大学全体が「教養課程」化することが望ましいことになる。

（むらかみ よういちろう）

# 「火と機械」から「水と生命」の価値観へ

中村桂子

(J-T生命誌研究館副館長)

現在の生命科学研究とそれを基本にしたバイオテクノロジーのあり方は決してよいとは言えない。このまま進めば、金融優先の経済競争の中に巻きこまれ、生きものも機械のように操作することになるだろう。そのような予測はしたくないので、恐らく難しいけれどこうなって欲しいという願いをこめての次の二〇年を考えることにする。

それには、これまでの二〇年を振り返り、そこで起きたことを見ることから始めるのがよからう。

二〇年前、一九八〇年に戻って見ると、その年に「バイオテクノロジー」という言葉が誕生し、産業界に一種のブームを巻き起こしたという事実が見えてくる。実は、この芽生えはそれより一〇年前の一九七〇年にある。ここでライフサイエンス（生命科学）が始まっているのだ。一つは米国である。六〇年代の大プロジェクト「アポロ計画」終了後のプロジェクトとして「がん撲滅」を掲げ、それには生物学と医学の協同が不可欠として、それをライフサイエンスと名づけて大型予算を投入した。その中で、組換えDNA技術が誕生し、これがヒトをも含む多細胞

生物のさまざまな現象の解明に威力を発揮すると同時に新しい産業技術の可能性をも拓いた。

ところで、生命科学は日本でも独自に始まった。そのきっかけは、米国とやや異なり、環境問題への対応という面が大きかった。六〇年代の高度成長はわれわれの生活を改善したが一方で、さまざまな歪みも産んだ。その一つが環境問題である。人間も含めての生物への配慮なしに事を進めたために起きた環境問題を解決し、更には環境破壊を伴わない良質の技術を開発するには、生命現象の解明とその成果の活用が重要だという考え方から生まれたのが生命科学である。

医療と環境という異なる出発点ではあるものの、共に生活に密着した技術を開発し、より暮らしやすい社会づくりをしようという点では米国も日本も一致している。この二〇年間、科学技術を支えてきた思想はここにあり、その一翼を担うものとして生命科学とバイオテクノロジーがあると考えてよからう。バイオテクノロジーは、健康・食物・環境に関するさまざまな産業を支えていく重要な技術であり、今後

二〇年間これをいかに進めるかは、大げさに言えば人類の存続に関わる。

一方生命科学は、単に技術に役立つ成果をあげるだけではない。九〇年代から始まったゲノム・プロジェクトから明らかになった遺伝子のはたらきは、人間の本質を考えるための素材をたくさん提供している。生命とはなにかはもちろん、性・死など生きるうえで重要な事柄や記憶・知性・意識・意志などという他の生きものと人間を区別する脳のはたらきに関連する事柄についての情報が次々と明らかにされている（念のためにお断りしておくが、遺伝子ですべてが説明されると言っているのではない。考える素材の提供である）。ここから新しい生命観・人間観

が生れ、それは、進歩をよしとした、効率一辺倒の社会とは異なる社会を求めめるものである。

これらを踏まえて次の二〇年を考えるとすると次のようなことになる。

## 生物研究の更なる進展

### ■ゲノム研究

生命現象の基本がゲノムにあることは確かであり、基礎研究としてのゲノ

ム研究は重要だ。ただしそれはヒトに限らず、あらゆる生物（と言っても具体的研究はその代表選手）にわたる必要がある。多様性こそ、環境のためにも技術としての活用から見ても重要だからだ。ゲノム解析は、有用遺伝子の情報が得られるだけでなく、さまざまな生物が現在の姿になるまでの歴史と相互の関係をも教える。

ゲノム研究は、これまで行われてきた塩基配列決定に止まらないのはもちろんだ。配列はゲノムのはたらきを知るための第一歩にすぎない。これから、ゲノムにどれだけの遺伝子がどのように配列し、それぞれがどのような機能を持ち、全体としてどんなはたらき方をしているのかという生きものを知る研究に入っていく。二〇年後には一つの遺伝子がつくるタンパク質についても今とは比べものにならないほど多くの情報が得られているに違いない。ヒトゲノムについては、個人情報が入る状態になっているだろう。これを上手に使えば、一人一人体質や性質（今ではこれが遺伝子ということになる）の違う人に、個別に対応できる医療ができるはずだ。古く漢方が行っ

てきたことの現代版である。米国のNIHで代替補完医療として東洋やイスラム医療が研究されているのも頷ける。ただし、医療システムが病気でなく人を見るものになっている必要があるが。

### ■発生・進化の研究

ゲノム研究とのつながりで個体の発生と系統発生（進化）とは深く関係しながら解明されていくだろう。受精卵から形ができる場所は、生物のハイライトであり、クローン、ES細胞など、産業技術や医療とつながる技術もここにはたくさんある（近年話題の再生医療はここから生れる）。

### ■脳研究

臓器それぞれの役割は大事だが、とくに興味深いのが脳だ。外部情報の処理をいかに、思考や意識など人間特有の働きが脳のどのような機能と関連しているのか。このメカニズムは、コンピュータとも関連し、自動翻訳などさまざまな可能性を産み出す。

### ■生態系研究

ゲノム研究は実験室内で行われるが、そこから多様性、すべての生物の関係がわかってくるので、自然界の生きものたちの暮らしや共生関係などの理解にもつながる。二世紀の生物研究は、自然とのつながりを深めていくはずであり、それあってこそ、バイオテクノロジーも生きることになる。

### ■情報科学との関連

生物情報学という言葉には、大きく

二つの意味が含まれる。一つは、ゲノム研究など大量のデータをコンピュータ処理して解答を得なければならぬ場面への対応。もう一つは、生命現象を情報という切り口で捉え、細胞のほたらきなど複雑なものをシミュレーションで解いていく方法。いずれにしても生物情報学はこれから面白くなる。

### 研究成果の活用とこれからの社会

一九八〇年代のバイオテクノロジーブームは二〇年経過した現在、最も目立つ成果として遺伝子組換え作物（GMO）を産んでいる。薬品としても、エリスロポエリン、成長ホルモン、インスリンなど組換え技術あってこそその製品も生まれた。発酵産業でも酵母の品種改良などにこの技術は使われている。健康・食物・環境に関わる技術を今後産んでいくだろう。

ところで、二〇年後には前述の研究成果に基づく技術が生まれているはずだ。それを考えるにあたり、農業を例に考えてみる。現在のGMOは、主として米国やカナダの企業が開発したものだ。この開発、一九八〇年には、日本の企業も多くが技術開発に参画した。薬品、食品会社はもちろん、化学、鉄鋼などのメーカー、更には証券会社や出版社なども手を出したのだ。しかし、短期間で目途のつくものではないことがわかると多くの会社は手を引いてしまった。その中でたとえば米国のモン

サント社は、社運をかけて開発に努めたのである。裏には、米国の、あまりにも機械と化学製品に頼り過ぎた農業の行き詰まりがあった。除草剤や農薬の使用量を少なくしたい。農務省の方針とも重なり、的を絞って開発したダイズ、トウモロコシ、ナタネなど、農民も喜んで使用したが、思わぬつまづきがあった。

輸出先の英国と日本での社会受容が不十分だったのだ。とくに英国は、狂牛病騒ぎの影響と農業政策として米国の企業に牛耳られることへの抵抗から、安全性を楯に反対の声をあげた（興味深いことに英国での反対は特定の時期に集中し、その後はそれほど強くないのだが）。日本でも「遺伝子組換え」への感情的反発から消費者の拒否反応が出た。輸出ができないとなると米国の農民も元へ戻らざるを得ず、今や折角の努力が無駄にされそうな様子だ。

一方で、バイオテクノロジーを謳いあげながらこれでは困る。次の二〇年間で、農業はどのようにあるべきかを決めて、その中でこの技術を有効に使っていききたいものだ。

農業は、できるだけ身近で、その土地に合ったものを多様に生産するのが本筋であり、基本は有機だ。文字通り、可能な限り、有機物を利用して、化学製品も生分解性のものとする。化学製品も生分解性のものとする。GMOもこの考え方の中で活用してこそ意味がある。このように考えると、

日本は、太陽・水・土に恵まれた豊かな資源国として農業を大切に、そこに生命科学の知識、バイオテクノロジーをとり込んで行くことで新時代の農業最先進国になると同時に、生活が安定しゆとりと豊かさが得られるはずだ。棚田と里山。これは技術の粋の集合であると同時に文化でもある。これからの二〇年、米・麦・豆・芋などに加えて多様な野菜や果物を季節に合わせて、土地柄に合わせて作っていく政策を立て、品種としては、最先端のバイオテクノロジーと従来の知恵とをともに有効利用した農業を作って行きたいものだ。

一例を農業にとったが、あらゆる産業がこの方向に向かう二〇年にしなければ、明るい未来はない。生命科学研究は、着実に進むに違いない。要は、社会の価値観だ。今のように経済大国になることを金科玉条とし、お金に振り回される社会であるなら、生命科学の成果はその競争の中で使われるだけで、一部の人のお金儲けにはつながるだろうが、暮らし全体としては、心の荒んだ楽しくないものになってしまう。これを倫理で引き止めようとしても空しい。価値観を「火と機械」から「水と生命」へ移そう。生物の社会は、分をわきまえる一方で常にダイナミックに変わる系を作っている。

（なかむら けいこ）

## 科學は現代の宗教となるのか

## 科學主義の定義

此處でいふ「科學主義」は、科學の正しさを強く主張する立場といふ意味の言葉であるが、何處で科學の正しさを主張するかによつて科學主義の評價もかはるであらう。たとへば雷が、文字通りの「神鳴」ではなく、つまり雷神が起す現象ではなく、放電現象の一種であるといふことは多くの人にとつて常識であらう。此の常識に逆らつて雷神の技だといひはる人があつたとして、その人に對して常識の側に立ち、反論する人は、雷について科學のいふことの正しさを前提してゐるといへようが、かういふ問題について科學のいふことが正しいことは常識になつてゐるので、此をことごとく「科學主義」と呼ぶのは、大袈裟な感じがする。

此に對し、倫理的な問題についても科學だけが正しい解答を出すとする主張は、必ずしも常識とまではなつてゐないと思はれる。しかし、此の主張の信奉者がかなりあることも事實である。たとへば、脳死状態の人間の臓器を他の人間に移植することが倫理的に正しいかどうかといふ問題は、一頃、日本でもやかましく論ぜられた。その際、倫理的な観点から、臓器移植に反對した人達がゐたが、科學が臓器移植に對して肯定的な結論を出してゐると主張する人達もゐた。後者を、此の問題における科學主義者と呼ぶのは適切なことと思はれる。その後、法律の上では、當人があらかじめ臓器の摘出をみとめる意思表示をしておけば、移植は許されるといふことになつたが、その後、移植に反對してゐる人達はゐる。

此の問題についての科學主義の一例として、朝日新聞朝刊一九八五年三月二六日號の論壇欄に載つた落合武徳氏の「脳死は国民の多くが認知」といふ文章に出てゐる「脳死Ⅱ最終的死」といふのは、天動説が科學的事実によつて地動説に轉換したのと同じことだ」とする主張がある。此の中での「天動説が科學的事実によつて地動説に轉換した」といふのはどういふことであらうか。

運動學的にいへば、座標の原點を地球におくのが正しいか、太陽におくのが正しいかは問題になることではない。ニュートン天文學の立場で慣性系を恒星系にとつた方が惑星の軌道計算が簡單になるといふことはあるが、それはあらい近似で満足した場合のことで、精密の度を高めることを求めれば攝動法の計算が必要になり、それが簡單なものとはいへないことは周知のことであらう。また相対性理論による現在の宇宙論では太陽系周邊に原點を置く座標系に優位をみとめることにはそれ程の意味はないであらう。

コペルニクスの地動説として喧傳されてゐるものが、かつての小學生の常識だつた地動説とは大分違つたものであることも歴史的事實である。かういふことを考慮に入れると、古代希臘時代からルネッサンスにかけての地動説・天動説論争の實質的な内容を現代人にも納得が行くかたちで説明することには必ずしもたやすいことではないであらう。その為か、此の頃は初等・中等教育で此の二つの説についてねんごろに教へることはなくなつたやうだ。その證據に、理工系の大學生、大學院生にきいてみても、此の二つの説について満足な説明が出来るものは少い。たまたに地動説のことを知つてゐると自信ありげにいふものがあることもあるが、くはしくきいてみるとそれは地球の自轉のことだつたりする。

かういふ時代においては、「天動説が科學的事実によつて地動説に轉換したのと同じことだ」といひきる為には、「科學的事実によつて」といふ表現についてのもつと立入つた説明が必要であると思はれる。さもなければ、「脳死Ⅱ最終的死」といふテーゼをささへる「科學的事實」の妥當性がどのやうなものであるかについて疑問を持つ者が出て來ても止むを得ないであらう。

テーゼを支へる根據の説明が十分ではないといふ缺點は、何も科學主義的な言説のみにみられるものではない。また、此の缺點がある主張でも結論が正しいといふことは、十分ありうることである。しかし、科學の進歩がいちぢるしい現在、その事實に眼を奪はれ

吉田夏彦

(東京工業大学名誉教授)

て十分な説得の勞を惜しむ科學主義的な言論が時にみられることは否定出来ないことではなからうか。

### 經濟學・哲學における科學主義

科學の典型として自然科學を考へる人も多いであらうが、現代においては、むしろ原義にさかのぼり、實證と論證とによつて體系化された學問はすべて「科學」と呼ぶ用例が復活してゐる。此の意味では、經濟學も科學の一種といへる。少くとも多くの經濟學者は、經濟學は立派な科學だと考へてゐるやうである。さうして、現實の經濟が、此の科學の成果を利用することで改善されると主張することも多い。しかし、彼等が慨嘆するところによれば、政治家も、一般人も、經濟學の成果を理解しようとはせず、經濟學とは無關係に經濟政策を立案したり、實行したり、また批判したりしてゐるので、折角の經濟學の成果が少しも活用されてゐないといふことである。此も科學主義的な慨嘆の一種であらう。かういふ慨嘆を共有する經濟學者同志が、肝腎の經濟學についての理解を必ずしも共有してゐるとはみえないことも多いので、一般人が當惑することもある。しかし、個々の經濟學者が、真摯な態度で提出してゐる論證を立入つて吟味することもなく、經濟學を最初から無視してか

かるのが健全な態度だといへないであらう。

一般に、哲學者には、もろもろの科學主義に對して否定的な態度をとるものが多い。具體的な科學主義に立入り、その論證の不十分であることを指摘した上でのものでは、一應その態度は肯定出来るかも知れない。しかし、實際の科學について調べることもせず、科學とはかういふものだとかアプリアリにきめこんだ上で、そのきめこみの上に立ち、得々として科學主義批判を展開する者も少くない。これは、いはば幽靈を相手にたたかつて勝利宣言をしてゐるやうなものであらう。その一方、アプリアリなききめこみの上で、その「科學」を援軍にして、論敵を論破したつもりである、哲學的科學主義者もゐる。此のやうな科學主義は、現實の科學者にとつては有難迷惑であらう。

### 科學主義は優位にたつか？

以上、科學主義の現状の一端に觸れたが、二〇年後にはどうなつてゐるであらうか。

まづ、哲學についていへば、文部省が國立大學の哲學科の廢止に熱心であるといふ現代の傾向がこの儘續いて行けば、二〇年後には私立大學でも哲學者はゐなくなつてゐるかも知れない。さうなれば、哲學的科學主義も、哲學

的反科學主義も、少くとも日本においては、地を掃ふことにならう。それは必ずしも悪いことではないかも知れないが、性急な科學主義、あるひは反科學主義の論證の構造を吟味してみようとする者までも一人もゐなくなることは、歓迎するべきことではないであらう。

經濟學の有効性が實際の經濟政策で實驗される日が、二〇年以内に来るかどうかはわからない。しかし、假にさうだとすると、しかもその結果、經濟學による、現象のコントロールが必ずしも成功しなかつたとする。さうなつても經濟學が全面的に否定されるとは限らない。現代の物理學の應用が氣象のコントロールはおろか、豫測に成功してゐないにもかかはらず、氣象についての學問としての地位を確保してゐるのと似たひわけのやり方で、存在權を主張することを覚えるのではなからうか。さうなつて始めて、經濟學の科學主義は成熟するのである。此の點は、科學一般と現實との關係についての興味ある論點とからむことなのだが、その話には此處では立入らない。

倫理的な問題について、科學の結論と稱せられるものを援軍として政治的、法律的に性急な決定が行はれることは、今後何度かはあるのではないかと思はれる。此のことについての評價はわ

かれることと思ふが、科學主義の爲に一言しておけば、科學を援用しない決定が、だからといつて後悔の種をはらんでゐないとはいひきれないのである。ただし、科學主義の優位は、よくいはれるやうに、科學が現代の宗教となる傾向を強めるであらう。

(よしだ なつひこ)

## 情報言語的人文学への展開

## 国家覇権と学問の進歩

二〇年後の人文・社会科学の姿を考へる際にいくつかのポイントがある。一つは、人文・社会科学のこれまでの進歩は、おそらく自然科学もそうであったように、国家の覇権、とりわけ経済覇権と深い相関関係があったという点だ。

しかし、この点から見ると、二〇年後の人文・社会科学の姿はまったく見えてこない。ひよっとすると消滅しているかも知れない。

例えば、イギリスの経済力が強いときは世界の人文・社会科学はこの国がリードしていた。そして、経済力の覇権がアメリカに移ると、今度はアメリカがリードするようになった。しかし、アメリカの覇権は永遠ではないし、今の強さは長続きしない。二〇年後には確実に衰えているだろう。今般の大統領選を見てもますますその感が強い。

アメリカの次の覇権国はまだ見えていない。見えるまでには少なくとも半世紀以上はかかるだろう。こう考えると、

やはり人文・社会科学の未来は暗い。

国家覇権、とりわけ経済覇権と学問の進歩の相関を考える際、日本の人文・社会科学に触れる必要がある。少なくとも一九八〇年代の後半から九〇年代の前半の日本経済は強かったからだ。しかるに、日本の人文・社会科学が世界をリードした話は聞かないし、相変わらず日本の人文・社会科学は先進国の「翻訳」に徹底している。

この説明はしごく簡単だ。すなわち、日本の人文・社会科学はもと「解枳的」であり、「蝟壺型」であるからだ。つまり、世界の学問をリードしようという「覇権的」意気込みはさらさらない。あわせて人文・社会科学そのものが「自然言語」の固まりであるのに、今日の人文・社会科学の共通語となつてはいる英語さえ満足に操れない日本人学者の数が圧倒的に多いことも理由の一つとなる。

さらに補足すれば、覇権と言うからには少なくとも半世紀は続かなければならないが、日本経済が強かった期間には極めて短い。すなわち、とても覇権

をとったとは言えない。だから、日本の人文・社会科学は世界をリードしなかったのである。

ちなみに、日本の人文・社会科学が解枳型および蝟壺型であるという証しは、日本のフランス型人文科学者（フランス文学やフランス美術論など）の一人の著名な学者の主張だ。彼は、この世界をイギリスやアメリカがリードしたことはないと言っているのである。彼らはまことにフランス礼賛主義者であつて、国際政治というゴージャズそのものである。この点からしても、人文・社会科学の進歩は国家覇権と深く相関していることは疑いもない。

## 属人的・属分野的特徴の弊害

第二のポイントは、人文・社会科学は自然科学と異なり「属人的」（研究している人に依存すること）色彩が強いという点だ。学問の進歩論からすれば、自然科学が相対的に見てカール・ポパー的な漸進的色彩が強いのに反して、人文・社会科学はトーマス・クーン的であり、「パラダイムの」である。

よって「属人的」である。

属人的見地から人文・社会科学の二〇年後の姿を見るには、現在の二〇代の研究者がどの程度の研究力をもっているか見ればよい。この点、世界的にも独創的かつ創造的な人材は影も形もない。よって二〇年後には人文・社会科学はほぼ消滅しているのではないかという結論になる。

第三のポイントは、人文・社会科学は「属分野的」であるという点だ。つまり、人文・社会科学はひとつくくりで捉えられず、英文学とか考古学とか表象文化とか経済学とかアメリカ政治などのように分野で見ないとその姿が見えて来ないという点である。

では社会科学の一つの分野である経済学について見てみよう。結論からいうと経済学の将来はかなり暗い。これまでの経済学は「理論物理学」や「数学」のまねが多い。つまり自然科学の垂流的発展をしてきた。それはこれまで主流であった新古典派経済学を見るに明らかだ。最近では経路依存性や制度論などの考えを加え軌道修正を行って



おり、やや人文科学的、とりわけ歴史学的な色彩が強くなっているようだ。その点において、二〇世紀型経済学は消滅し、二〇年後には政治学に吸収されてしまっているだろう。

その政治学であるが、長い間政治学は論理をもった学問なのかという疑いが内外にあった。政治学は単なる叙述のあつまりに過ぎず、その点人文科学に近いという論者も多い。とりわけ政治学や地域研究を専門にする者にこの傾向が強い。この意味から、経済学が政治学に近づけば、経済学も人文科学に統合されるかもしれない。つまり、二〇世紀型社会科学を学んだ若い世代は二〇年後には職を失うことになり、路頭に迷うことになるだろう。

### 発想の転換が未来を拓く

しかし、ここで上記の三つのポイントを捨て、発想の転換をすることでどうなるだろうか。結論を急げば、二〇年後の人文・社会科学は凋落するどころかバラ色に輝くことになるのだ。

そのときの人文・社会科学は二〇世紀型のそれとまったく似ても似つかないものになっている。すなわち、人文・社会科学のうちの社会科学は人文科学に吸収され、それは「言語を中心とした人文科学（情報言語的人文科学）」

だとみなされる。直ちに、この人文科学を専門とする新しい人材を輩出すべく努力をすれば、この学問の未来は確実に明るくなるのである。

すでに述べたように、二〇世紀型人文・社会科学は、国家覇権によって進歩し、かつ属人的であり、属分野的であった。この三つの特徴を今のまま延長すれば、その未来はまったく暗く、消滅せざるを得ないという結論に達する。しかるに、二〇世紀型人文・社会科学を捨て、これらを「情報言語的人文科学」に総合すれば、その未来は一転して輝いてくる。

最近、稀覯書学や美学、あるいは表象文化論や古典学にデジタル情報学が入りつつあるのは周知の通りだ。例えば、言語学はかなり情報論的になっており、自然言語処理の学問が花開いている。これらのデジタル情報学はまだ発展途上状態であり、理系分野でその基礎的研究が進捗している。よって、まだ完全には人文・社会科学との共同作業まで至っていないが、急速にその兆候は現出している。

このデジタル情報学は、政治学や経済学にも入ってきており、それぞれの学問分野の用語や政策的ステートメントの「辞書」作りが始まっている。

例えば、ケインズやサミュエルソン

など経済学者が見た「世界」は一体どのようなものだったのか。それを、これまでのように、数学や物理学で表現するのではなく、まったく新しく言語的空間で表現しようとする動きである。このような発想に立つと、ケインズやサミュエルソンの世界を語る「辞書」構築がまずあり、それをもとに特徴的な構文と語用が明らかにされるのである。

政治学でも同様である。ビスマルクやヒトラーの「世界」はどう叙述可能なのか、彼らの辞書はどう作ればよいのか。また、歴史学者E・H・カーの『危機の二〇年—一九一九—一九三九』が描く「言語空間」はどうなっているのか。それを明らかにするには、カーの「世界」表現の辞書をまず作り、それをもとにその構文を調べ、語用を見る必要がある。

このように考えると、二〇世紀の人文・社会科学は二一世紀には「情報言語的人文科学」に統一され、多くの若き研究者が過去のものとなった二〇世紀型人文・社会科学を「考古学」的かつ「歴史学」的な「再発掘」の対象と見なし、未来の学問との共通な軸を見出すだろう。そのとき、人文・社会科学は大変貌を遂げるはずである。

二〇年後という比較的近い将来では、

まだその全貌は明らかにされないとと思われるが、多くの新しい研究素材を前にした未来の研究者たちの目は輝いているに違いない。

(やくしじ たいぞう)

## 危機に瀕する人類

## —温暖化の影響は避けられない

横山裕道

(毎日新聞論説委員)

## 学術会議の警告

現代文明が二酸化炭素などの温室効果ガスを出し続け、地球がいまのペースで温暖化していった場合、我々はどんな影響を受けるのだろうか。正確に予測することは難しい。だが、これまでの人類が経験したことのないような大変な事態になることは容易に想像できる。「二〇二〇年には地球の破局を肌で感じるだろう」といった声が高まっている。

地球や人類にとって二〇二〇年ごろは一つのターニングポイントになりそうだが、いまから二〇年後というのは近すぎるから科学的な予測はあまり出ていない。気象学者など世界の専門家が集まる「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)がターゲットにしているのも一〇〇年後の二二〇〇年だ。そのIPCCは一九九五年一月に第二次評価報告書をまとめた。「最近の地球の温暖化傾向は人間の活動によってもたらされた」と述べ、このままでは二一〇〇年には一九九〇年に比べ地球の平均気温は約二度(一・三・五度)上昇し、海面は平均五〇cm(一五

〜九五cm)上昇すると指摘している。

IPCCが二〇〇一年にまとめる第三次評価報告書では一・五〜六度上昇に改めるといふ。ますます深刻化の傾向を見せていることになる。

地球では氷河期と間氷期が繰り返され、暖かくなったり寒くなったりしているが、いずれもゆっくりとしたスピードで変化してきた。人類は一〇〇年の間に二度以上も上昇するなどという事態は経験したことがないのだ。

こうした急激な温暖化によって気候が変動し、干ばつや豪雨などの異常気象が頻発するだろう。感染症のまん延などによる健康への影響も心配される。生態系も急な温度上昇には順応できず、生物の多様性が失われるなど大きな影響を受けそうだ。人口増加とも重なって食糧、エネルギー、水問題などが深刻化し、海面上昇によって島国の水没や洪水・高潮の増加といった影響が出るだろう。

もちろん地球環境は温暖化によってのみ悪化するわけではない。フロンガスによるオゾン層の破壊、生物の宝庫の熱帯雨林破壊、砂漠化、酸性雨、環境ホルモン(内分泌かく乱化学物質)

などの化学物質問題も緩和の方向に向かうとは思えない。どう考えても地球環境は危機に直面しつつある。

「学者の国会」と呼ばれる日本学術会議は二〇〇〇年六月、教育と環境問題の共通底辺に「物質・エネルギー志向」という価値観があるという声明を出し、その中で「具体的な地球・自然・人類救済策を打ち出さなければ、二一世紀後半に人類文明が滅亡の危機に瀕するのは明らか」と強調した。れっきとした国の機関で、あらゆる分野の学者が結集した学術会議の警告だけに重みを持つ。

## 確実な気温上昇

それでは二〇年後はどうなっているのだろうか。IPCCの気温上昇予測カーブを二〇二〇年時点で見ると、地球の平均気温は一九九〇年に比べ約〇・四度(〇・二五〜〇・五五度)上昇する。大したことはなさそうだが、安心するわけにはいかない。

一九九〇年代に入って世界の地上気温はこれまでになく高い状態が続いた。一九九八年の地上平均気温は平年より〇・八度も高く、正式な統計記録があ

る一八八〇年以降では最高となった。

一九九八年は過去一〇〇〇年間でも最高だったと見る研究者もいる。さらに観測史上で六位までの高温を記録した年がすべて一九九〇年代に入っている。日本の二〇〇〇年の夏は一九九四年に次ぐ暑さで、北半球全体も暑かった。この傾向が続くと二〇二〇年は〇・四度の上昇ではすまないだろう。

過去一〇〇〇年間に世界の平均気温が約〇・六度上昇し、最近では観測史上記録的な高温が続いていることには、二酸化炭素などの増加に伴う温暖化のほか、数十年程度のスケールで繰り返される自然変動、数年周期のエルニーニョ現象などが関与しているという。

極端にいうと一九九〇年代が暖かかったのは自然変動で温暖化の影響は小さいのかもしれないし、自然変動が地球を寒冷化する方向に動けば二〇二〇年には温暖化の影響が引き消されてしまう可能性がある。しかし、温室効果ガスの放出による温暖化の傾向が表れているというIPCCの分析や、これまでの自然変動の幅は小さいことを考えると、今後、平均気温が下がっていくとは予測しにくい。

また一〇〇年間で二度以上の上昇というのはあくまで地球全体の平均であり、北極や高緯度地域では一〇度もの上昇が予想される。そうした地域では二〇年後でも相当の昇温があるとみなければならない。

都市部では冷暖房などによる熱の排出がもたらすヒートアイランド(熱の島)現象も進んでいる。東京でこの一〇〇年間に年平均気温は二・九度上昇したが、かなりの部分はヒートアイランドによるとみられる。仙台では二〇三〇年には中心部と郊外の温度差は一〇・五度に達し、現在の東京並みになるというシミュレーション結果も出ている。都市部は温暖化とヒートアイランドが重なって一層暮らしにくくなるといわれている。

もう一つ気になることがある。平均気温が最高の一九九八年は大気中の二酸化炭素濃度増加率が大きかったことが気象庁の観測で分かった。高温のため植物の呼吸や土壌有機物の分解作用が強まり、陸上の生物圏から大気中への二酸化炭素放出量が増えたことなどが原因と考えられ、気温の上昇が温暖化を招くという悪循環を示唆している。

### 迫り来る危機を乗り切るために

さて二〇年後はどんな地球環境、社会が我々を待ち受けているのだろうか。気象庁の「異常気象レポート99」は世界の異常気象の見通しについて、①

将来も異常気象は発生する、②地球温暖化に伴い異常高温は増加し、異常低温は減少するとみられる、③激しい降水が増加し、一方で異常少雨が増加するとみられる——と述べている。

日本などでは二〇年後は夏の猛暑はさらに顕著になり、熱帯特有のものとした激しいスコール、集中豪雨などに見舞われるだろう。世界自然保護基金(WWF)などの研究グループの一九九九年の報告は、日本では二〇五〇年ごろには現在一〇年に一回程度ある夏の猛暑がほとんど毎年続くとしている。

世界的に水不足をはじめ食糧、エネルギー問題が大きな課題になる。一九九九年段階では世界の人口の三分の一が水不足状態におかれていたが、国連環境計画(UNEP)によると、二〇二五年には世界人口の三分の二が水不足に悩まされるという。国連食糧農業機関(FAO)の二〇一〇年までの食糧農業見通しでは、アフリカや南アジアなどの地域で住民の栄養不足の状態は依然として続く。また国連エネルギー機関(IEA)は世界のエネルギー消費量は二〇二〇年には一九九五年の一・六倍になるという。食糧自給率が四〇%に過ぎず、エネルギー資源にも恵まれない日本の将来も気にかかる。

温暖化による海面水位の変化は二〇年後には現在より一〇センチ程度の上昇に過ぎないにしろ、沿岸地域やサンゴ礁の島などでは海水の浸入、平地の

侵食、高潮被害などが起こり、居住環境が悪化するとみられる。このほか貴重な自然は減少し、生態系にも温暖化の影響が徐々に現れるだろう。廃棄物も増大し、廃棄物に埋まった都市の姿も想像できる。

少し古い話になるが、ローマクラブの第二次報告書『限界を超えて』(一九九二年)は「このまま放置すれば」という条件付きで「地球は二〇二〇年ごろから崩壊を始める」と分析した。このころから工業生産や食糧生産が落ち始め、しばらくして飢餓や病気の蔓延によって人口が減り始めるという。

世界の対策が進まないため「人類の危機は二一世紀の最初の四半世紀に始まり、その後、まもなく地球の破局が訪れる」「先延ばしの限界が世界的に顕在化してくるのは二〇二〇年ごろではないか」といった声が強まってきた。途上国の一部では二〇二〇年ごろには満足な栄養をとれない人が増加し、餓死する人が多くなってくるという予測も出ている。そのころには少子高齢社会になっている日本や欧米諸国が環境難民の受け入れをどう決断するかが国際的課題になる可能性がある。

もう地球の破局を救う道はないのか。地球温暖化は行きつくところまで行かざるを得ないという見方と、まだ温暖化を最小限にとどめる道は残っているという考え方があ

と、現在レベルよりもさまざまなエネルギー効率を一〇〜三〇%改善することはほとんど費用をかけずに可能だという。また努力することによって運輸部門と商業・住宅部門のエネルギー使用もかなり低減できるとしている。

地球温暖化防止のための気候変動枠組み条約第六回締約国会議(二〇〇〇年一月、オランダ・ハーグ)は事実上決裂したが、今後、各国間の合意ができ、一九九七年に採択された京都議定書が厳密に実行されるようになれば、温暖化防止に勢いがつくことも予想される。

スウェーデン環境庁が作成した冊子『二〇二二年のスウェーデン——持続可能な社会に向けて』は次のような社会を描いている。

①我々は今よりも小さく、エネルギー効率のよい住宅に住住している、②食糧生産に用いられるエネルギーは三分の一削減されている、③我々の乗用車はエネルギー効率が高く、店や職場への移動の多くは通信手段によって代替されている、④六〇万ヘクタールの農地は生物エネルギーの栽培にあてられている。

こんなふうに社会構造全体の変革が進んで循環型社会が構築され、持続可能な発展が実現しない限り、地球や人類に迫り来る危機を乗り切ることは難しいのではないか。

(よこやま ひろみち)

## 「第四世代炉」への期待

## 定年をむかえる原発炉

おおざっぱに言えば二〇二〇年ごろ、世界の原子力発電はのるかそるかの曲り角に立つ。現在各国で運転中の四〇〇を超え原子力発電所が定年を迎えるか、定年間近になるからである。勤労者の定年が延びるように発電所の定年も延長されつつあるが、そのあとをどうするかという大問題、寿命がきたらそれで原子力発電は打ち切るか、引き続き同じようなタイプの発電炉を更新するのか、新型炉を建設するかの選択に決着をつける区切りが二〇二〇年ごろだからである。

いま運転中の原子力発電所はほとんど古くなっていく。日本でも商業一号炉はすでに閉鎖している。米国では七基が閉鎖した。二一世紀に入ると英国の炉が相次いで閉鎖する。一九五〇年代、六〇年代に建設したマグノックス炉が多いからである。規模が小さく、旧型の炉で経済性が低い。二〇二一年までに軽水炉のサイズウェルB原子力発電所を除いて全部閉鎖されることになっている。

そのあとをどうするか。英国では二

〇二〇年を待たずに答えを出す。英国原子燃料会社(BNFL)に買収された米国ウエスチングハウス社の原子力部門が開発した新型炉AP600を採用するだろうという観測があるが、北海から豊富に産出する安い天然ガスを使う発電にコストで対抗できるかどうか、その天然ガスの産出がいつまで続けられるかにかかっている。

英国がこれから一〇年以内どんな選択をするかは、二〇年後の原子力発電を占う試金石になる。

二〇二〇年以降も世界が原子力発電を続行、あるいは拡大させるかどうかは、その時の世界のエネルギー事情が決める。エネルギーの需要に比べて供給がだぶついていて、先行き供給が楽観できるのであれば、社会は原子力発電に大きな期待は寄せないだろう。

では、二〇二〇年ごろの世界のエネルギー需給はどうなるだろうか。

世界エネルギー機関(IEA)が一九九八年に発表した世界の石油需給見通しによると、世界の石油総供給量は九六年に一日七二〇〇万バレル(実績)、二〇二〇年は九五〇〇万バレル、二〇二〇年は九二〇〇万バレル。二〇

二〇年の手前に生産量がピークを過ぎることになっている。

石油メジャーの一つロイヤル・ダッチ・シェルの将来予測によっても、石油供給量のピークは二〇一五〜二〇二〇年で、そのあとは減っていく。二〇四〇年には二〇〇〇年より減ることになっている。可採埋蔵量の半分を掘ると、油田の生産量はピークに達する。

二〇一五〜二〇二〇年までに人類は石油の半分を使ってしまう。早くから開発が進んだ米国の油田は一九七〇年代前半にピークを過ぎた。世界各国でこれから大きな油田が盛りを過ぎていく。これに対し、消費量は増え続ける。

IEAの見通しによれば、世界総需要は二〇二〇年は一日九五〇〇万バレルで生産量と同量だが、二〇二〇年は一日二二〇〇万バレルで、一日二二〇〇万バレル(日本の現在の原油輸入量一日四三〇万バレルの四・六倍)の不足となる。

この不足量を石炭、ガス、水力、原子力、風力、バイオマス、太陽エネルギーの増産で補うことになるのだが、これらのエネルギーの増産を見込んで石油の供給が必要に追いつかないと

## 中村政雄

(電力中央研究所研究顧問)

予想されている。シェルの二〇六〇年までの予測でも原子力発電は増え続ける。二〇〇〇年に比べて二〇六〇年は二倍以上に増えると予測している。

地球温暖化問題も異常気象による危機的状況が二〇二〇年ごろには顕在化し、全地球的緊急対応に迫られる事態が予想される。省エネ努力にも限度がある。新エネルギーの利用がそのころ大きく普及しているとは考え難い。太陽光発電と風力発電で二〇一〇年に五〇〇万kW普及したとしても、日本の一次エネルギーの〇・二〜〇・三%に過ぎないからだ。CO<sub>2</sub>を吸収する革新的技術の実用化も覚束ない。化石燃料の消費に大胆なブレーキをかけるか、原子力発電の普及に期待するしか、頼りになる対策はなさそうだ。

というわけで、二〇年後に原子力発電の必要性が高まることはあっても、下がることはない。中国、ベトナムなどの産油国もエネルギー需要に供給が追いつかなくなるため、原子力発電への依存度を高めていく。専門家は、米国などの先進国では耐用年数のきた発電炉の更新は多くなく、二〇年後の総数は減ると見ているが、疑問だ。

第四世代炉の条件

では、二〇年後の原子力発電炉はどのようなものになるだろうか。既存の炉の延長線上の炉だろうか。ドイツとフランスは別のものになると考えているようだが、明確ではない。新型炉は経済性、安全性、核不拡散性の三要素が重要になる。米国エネルギー省が一九九八年に設置した原子力エネルギー研究諮問委員会（NERAC）が発表した原子力技術長期研究開発計画案によれば、現在稼働中の軽水炉がリタイヤする時期までに、市場において他のエネルギー技術と競争していくことができる新型炉「第四世代炉」の備える条件としてこの三つを挙げている。ほかに廃棄物管理の容易性も優れた発電炉の条件になる。

米国エネルギー省のリチャードソン長官は「米国は二一世紀の原子炉技術で世界をリードする」と声明している。これは途上国を中心に二一世紀は原子力発電を使う国が増えることを念頭に置いた発言である。技術レベルの低い国が原子力発電所を持つときは今よりもっと安全性が高いことが好ましいだけでなく、核の拡散につながるからである。米国とロシアが核兵器を減らしているときに、核兵器を持つ国が増えることはトンデモナイことだと考える。米国が提供する新型炉を各国が使

ってくれれば、不拡散のネットの中に取り込むことができる。そのために米国の原子炉技術が二一世紀に卓越していなければならぬ、と彼らは考えている。各国が勝手に独自技術の原子炉を開発することを好んでいない。新型炉は国際共同開発になる可能性が高い。第四世代の発電炉の見本が、早くも南アフリカ共和国に建設されようとしている。南ア電力公社が開発したモジュール型の高温ガス炉（PBMR）ペブル・ベクト・モジュール・リアクター）である。

この炉はタドンのような形の燃料を使う。黒鉛のタドンの中に仁丹粒のようなウラン燃料が分散してある。仁丹粒は高温に耐える炭化ケイ素で四重に被覆してある。一個のタドンの中に五〇〇〇個の仁丹粒が入っている。

炉の冷却材はヘリウムガスで炉から出てきたガスはガスタージンで発電する。熱効率は四五％。いまの軽水炉の三〇％よりずっと高い。

炉は小型で電気出力は二一四〇〇〇kW。この炉を一〇基並べ、八〇人で運転する。南アのクバーク原子力発電所では九六・五万kWの発電炉二基で八七〇人が働いているから無人運転に近い。炉の寿命は四〇年だが、六年続けて運転すると停止させ、三〇日間かけて定期検査する。燃料は軽水炉よりずっと長く燃焼させ、そのあとは再処理せずに捨てる。炉内で生成するプルト

ニウムは燃やしてしまう。  
一基の建設期間は二年。建設コストは一億ドル。発電コストは1kW時一・六〜二・八セント。炉心の温度はどんな場合でも一四〇〇度以上には上がらない。黒鉛の融点は三〇〇〇度だから炉心溶融の心配は全くない。日本の軽水炉は緊急時の避難範囲を一〇キロにしているが、PBMRは四〇〇メートルですむ。格納容器もいらぬ。都市に接近して設置できるほど安全だからである。

日本の専門家はあまり評価していないが、将来、避難距離を立地で問題にされるようになったら、この南ア型の安全炉が必要になる。

南アは電気の普及率が五〇％。大型の発電所から送電するより、小型発電炉をローカルに設置する方が安上がり。電力を普及して地方に産業をおこし、人々の生活を向上させたいと考えている。途上国にも売り込む。第一号機は二〇〇五年に営業運転開始の予定。

米国の専門家はこの炉が第四世代の条件を満たしていると高く評価している。二〇年後の発電炉の第一候補だ。

英国が採用する可能性のあるAPR六〇〇も有力候補。これまでのPWRの経験を生かして単純化したことに特徴がある。安全系は受動化単純化され、なにか起きても放っておけば安全に停止する構造になっている。在来の発電炉に比べて弁の数は二分の一、配管は

五分の一、制御ケーブルは三分の一、ポンプ数は三分の二になっている。

ドイツのシーメンス社とフランスのフラマトム社は次世代型の欧州加圧水型炉（EPR）を開発中だ。安全系を単純化、受動的にし、保有水量を増やし、マン・マシン・インターフェースを改良した一五〇万kWの大型炉。日本でも大型化は進んでいるが、人口が減少し経済活動が平衡状態に達した先進国で大型炉の需要が多いかどうか。経済性、安全性で中小型炉と競争に立たされる。

原子炉が産業界や家庭、オフィスの熱利用に食い込めるかどうかも二〇年後の原子力にとっての課題である。ここでは経済性と安全性が発電炉よりもっと厳しく求められる。安全の点では高温ガス炉が優れている。南アのPBMRが発電で実用化されるようになる。化学工業などの熱利用への関心が高まる。中国では地域冷暖房への原子炉の利用が広まる可能性がある。地球温暖化対策からみて、化石燃料のボイラーより原子炉の方が好ましい。二〇年後に都市に接近してPBMRが各国で建設される実績が出来る、高温ガス炉の熱利用は期待できる。

二〇年後の原子炉利用のカギを、南アの小型炉PBMRが握っているといえそうだ。

（なかむら まさお）

# 持続可能な電力需給への展望

電力をはじめとするエネルギーが現代社会を支えるもっとも重要な基盤のひとつであることは誰しも異存のないところであろうが、このエネルギーシステムが今後どのような方向へ、どれほどのスピードで変化していくか見通すことはなかなか難しい作業である。しかし、現在得られている知見をもとに、大体の方向性について見通すことは可能であろう。ここではエネルギー消費の動向、化石燃料の将来像、そしてエネルギー分野における技術的動向という切り口から考えてみたい。

## エネルギー消費と電力化の着実な拡大

まず、需要面から二一世紀の姿を展望してみたい。

世界の人口が爆発的に増え続けていること、加えて経済発展による生活水準の向上に伴い中国やインドなどの開発途上国では一人あたりのエネルギー消費量が増大傾向にあること、快適指向は人間の本性であることなどから、環境問題に対応する省エネルギー努力があっても、今後、世界のエネルギー需要は増大していくであろう。

その需要の中身についてみると、電

気は利用時にクリーンで危険性も少ないことから、使いやすいエネルギーとして消費量が着実に伸びている。日本の社会全体のエネルギー消費量に占める電力部門の割合を示す電力化率（最終エネルギー消費に対する電力の比率）は、一九六五年の一三％に対し、九七年は二一・五％であり、今後も電力エネルギーへのシフトは一層進むことが考えられる。なぜかと言えば、世界的規模で情報通信の役割が高まっていくこと、また、交通・輸送エネルギー分野でガソリン車並みの走行性能を有する電気自動車が登場するなど高効率の輸送手段が普及し、電力エネルギーへのシフトを後押しするであろうからである。

需要面では、電気エネルギーは、家庭、オフィス、生産、輸送部門のいたるところにおいて様々な形態で、急速に利用が拡大していくこととなる。供給面からみても、今後主役となることが予想される原子力や再生可能エネルギーは、もっぱら電気としての形態で利用されるエネルギーであることも考慮すると、二一世紀半ば過ぎにはエネルギー利用はほとんどが電力の形態

になり、まさに「電力文明」とも言うべき世界になるであろう。

## 石油をはじめとする化石燃料の今後

次に、今後の化石燃料について展望したい。化石燃料はこれまで旺盛な世界のエネルギー需要の大部分を賄ってきた。特に石油は、現在世界のエネルギー需要の約四割を賄っており、現代はまさに「石油文明」と言えるほどに深く浸透している。過去に二度の石油危機があったものの、総じて安価で豊富な原油の調達が可能であったため、石油の使用量は徐々に増大し、今では多量の石油を無意識に消費してしまう社会ができあがっている。

現在、石油の可採年数（確認埋蔵量を年間の生産量で割った値）は四五年程度である。可採年数は、本来は年を経るほどに減少するものであるが、実際には石油危機以降徐々に上昇し、ここ一〇年間についてはほぼ横這いで推移してきた。これは、採掘技術高度化によるところが大きい。例えば、石油資源には回収可能な部分と回収不可能な部分があるが、原油の流動性を改善し回収率を高める技術（増進回収

## 佐竹 誠

（東京電力㈱企画部長）

法）が向上している。加えて、水平掘削の普及により産出能力も向上している。しかし、油田の発見は一九六〇年代をピークに減り続けており、たとえ発見されても奥地や深海など、経済面など採掘条件が厳しいところにあることが多く、今後世界の確認埋蔵量が大幅に上積みされる可能性は少ない。

一方で、発展途上国のエネルギー需要増への対応として石油の増産も考えられることから、可採年数は減少傾向が強まる方向となろう。また、最近環境問題で注目を集めている天然ガスの可採年数も、石油に比べるとまだ埋蔵量が豊富ではあるが、六〇～七〇年と言われている。したがって、エネルギー需要が現在の水準で推移するとしても、石油や天然ガスなど使いやすい化石燃料は、いずれ二一世紀半ばには枯渇へと向かう可能性が大きい。

エネルギー供給上の課題には、人々が必要とするだけのエネルギーの十分な量と適正価格での供給や、地球温暖化、酸性雨、SOX・NOX問題など、エネルギーの大量消費が引き起こす諸問題への対応がある。その課題を解決するためには、化石燃料の利用を、抑

制する方向とならざるを得ず、二二世紀には、現在化石燃料が占めているエネルギーの主役を他のエネルギー源に変えていくことが求められる。その二一世紀において主役となるべきエネルギー源は何なのかを探るためには、技術動向を展望する必要がある。

### エネルギーをめぐる新技術の展望

二一世紀の資源・エネルギー問題、環境問題の解決策として再生可能エネルギー、特に太陽エネルギーや風力エネルギーへ移行するという考え方がしばしば取り上げられる。これは従来の化石燃料という有限の資源から脱却し、地球の循環システムそのものに組み込まれているエネルギーという、いわばフロー型のエネルギー資源の活用を図ろうというものである。

こうしたフロー型のエネルギーは本質的にクリーンで無限性を有しており、地球規模では莫大な資源量がある。しかし一方で、天候や時間によって供給量が大きく変動し、しかもエネルギー密度が低く、コストも依然として高い。将来、より強く、軽い素材の開発により大規模で効率的な風力発電所の建設が可能となったり、より安価で効率のよい小型の住宅電力供給用の太陽光発電が開発されることになれば、燃料電池や廃棄物発電とあわせ、分散型発電システムの構築が進むことになろう。しかしながら、エネルギー密度の低さ

から膨大な敷地が必要になるという制約は残る。われわれの社会活動が必要とするエネルギー量の大半を賄うほどの供給量がこうした再生可能エネルギーによって得られるようになることは、相当の技術革新をもってしても難しいのではなからうか。

ただし、砂漠地帯での太陽光発電を超電導送電・超電導蓄電により世界規模のネットワークに結ぶ構想や宇宙発電システム、水素エネルギー利用システムなど、国際協力プロジェクトによりエネルギー利用構造の根本的な転換を図ろうとする技術のアイデアもある。こうした全く新しいシステムが実現すれば再生可能エネルギーの制約を乗り越える可能性はある。

次に、原子力発電に代表される技術集約型エネルギーの開発はどうであろうか。ウランの可採年数は七〇年ほどであり、原子燃料の有効利用を図るべく、二一世紀中葉には、高速増殖炉と原子燃料サイクルシステムの実用化技術が確立されよう。これは地球全体の二一世紀のエネルギー供給システムを構築する上で、達成しなければならぬ目標・課題である。さらに次世紀のエネルギーを担う核融合についても実用化に向けた画期的な技術的ブレイクスルーが期待される。最終処分などのバックエンド面の課題も、廃炉や高レベル廃棄物の地層処分などの確立

により解決され得る。これらを実現するには、原子力開発に対する社会的合意形成が技術的課題の解決とあわせて重要な課題である。資源の有限性・環境対応の重要性が社会に広く深く認識されていくとともに、原子力は基幹エネルギー源としての地位を占めていくこととなる。

### 二一世紀の社会と電力供給

二一世紀の社会は、これまでエネルギー資源の主役を担ってきた化石燃料の枯渇、地球環境問題への対応、人口の増加、そしてエネルギー需要の拡大といった諸課題に直面し、これらを同時に解決する解を見つけることが求められる時代となる。すなわち、化石燃料を中心とするエネルギー多消費型の文明構造を、いかにして持続可能な電力供給を核とするエネルギー需給システムへ転換させていくかということである。

二一世紀半ば頃までに到達すべきエネルギーシステムのイメージを考えてみよう。石油資源は、その有限性による価格の上昇から、化学工業用などのノーブル・ユースに優先的に使われることになろう。発電時にはCO<sub>2</sub>を排出しないエネルギー源として、原子力では高速増殖炉と組み合わせた最適な原子燃料サイクルが確立されている必要がある。クリーンな再生可能エネルギーを可能な限り利用すること、廃熱

など未利用エネルギーを積極的に利用できる熱供給・廃熱回収システムなどの社会インフラを再構築することも必要である。また、省エネルギー型のライフスタイルへの変換と、非化石エネルギー構成を最大規模まで高めた社会システムをつくらなければならない。

さらに、人類の究極的なエネルギーとして考えられる核融合についても実用化を指向するプロジェクトを具体化する必要がある。

二一世紀の諸課題を同時解決する第一の鍵は技術開発である。再生可能エネルギーにせよ核融合にせよ、実用技術の確立には相当の期間と資金を要するが、国際的な協力をスキームにより着実に推進させることが求められる。

第二の鍵は需要供給両面での、省エネルギー対策である。世界に先駆けている日本の省エネルギー技術を世界各国に普及させることが期待される。

二一世紀初頭から当面の間は、化石燃料の効率的な利用と、非化石燃料の最大限の活用を組み合わせ、資源の枯渇問題を少しでも先延ばしすることで、革新的な技術開発の実用化までの時間を確保し、原子力開発と利用に対するゆるぎない社会的合意を形成していく猶予を与えることが、重要となる。

(さたけ まこと)

## 論争・混迷の中で問われる「生命」

清水洋一

(毎日新聞客員編集委員)

いま医療の世界は、さまざまな課題に直面している。

増え続ける国民医療費の問題。延命医療の拒否(尊厳死)に端を発し、自殺機械の使用や自殺補助の容認論にまで発展している「死ぬ権利」の問題。エイズ、毒性性ショック症候群(大腸菌O157)、狂牛病、新種の伝染性コレラなど新興・再興感染症の問題。増え続ける精神障害者や社会不適応者への対応。医療の情報化とプライバシー保護。さらには代理出産や男女産み分けから新たな優生手段にまで進展しそうな生殖操作。遺伝子の改良(人間改造)を可能にする遺伝子医療の登場。不老長寿の夢につながる可能性を秘めた胚性幹細胞の活用や遺伝子修復技術などなど。

## 医療の高度化と受療格差の拡大

これらの課題に、私たち人類は二〇年後、どんな対応策を生み出しているだろうか、あるいは生み出せずに迷っているだろうか。すべての問題を論じているだろうか。主として医療技術の高度化と医療費負担の問題を検討して、二〇年後の医療の姿を展望するとき、一

つ確実に言えるだろうと思うことは、

受療の格差が広がることである。わが国の国民医療費は一九九九年度に三〇兆円を超えた。この金額は今後も増え続け、二〇二五年には百四兆円に達し、このうち五六兆円を老人医療費が占めるといふ(厚生省予測)。医療費増加の大きな要因が人口の高齢化にあることは明白である。病弱者の多い六五歳以上の人口は二〇二〇年には三三三四万人に達する見込みである。そして、もう一つ医療費増の大きな要因となるのが医療の高度化である。先端技術を駆使した画像診断、患者個人の体質・病態に合わせたオーダーメイド薬剤、高性能の代用臓器や装具、超微小手術、多様な遺伝子診断・治療患者数が非常に少ない特殊疾患の診断・治療などなど。——いずれも非常な経費を要することは間違いない。

これらの費用をすべて健康保険でまかなうことは不可能である。医療費の個人負担が増えていくことは避けられない、と言ってよいだろう。特に高度先端医療の分野では、個人負担が非常に大きくなると思われる(これを裏書きするように、公的健康保険とは別に、がん保険、終身医療保険といった私的医療保険が流行り始めている)。

その結果として生じるのが、先に指摘した「受療の格差」である。ある種の高度な治療手段については、主に経済的な理由によって、それを受けられない患者と受けられない患者が出てくる、という現象である。

米国の分子生物学者、リー・M・シルバー・プリンストン大学教授は、その著書『リメイクング エデン』(邦訳『複製されるヒト』、翔泳社)で、このことを極端な例で衝撃的に予告している。その内容をかいつまんで紹介すると——人類は将来、生殖医療と遺伝子操作の進展により、知力や運動能力、芸術的才能、容姿などを望ましい方向へ変えられるようになる。いわば人間の品種改良(遺伝子改良)である。そして、この改良を積み重ねていくと、やがては現在の人間からかけ離れた「ジンリッチ人間」になる。しかし、このような「優良児づくり」に参加できるのは経済的に余裕のある階層に限られる。多額の費用がかかるためである。こうして人類は、自然のままの「ナチュラル人間」と「ジンリッチ人間」の二種類に分化し、社会の上層部は「ジンリッチ人間」で占められる、というのである。

## 「延命」から「生活の質」重視へ

ところで、人口の高齢化と医療の高度化は、医療の在り方そのものにも問題を投げ掛けている。平均寿命八〇歳(男七七歳、女八四歳)という長寿社会を達成した今日、生き過ぎることへの疑問を持つ人、延命治療を拒む患者は多数派を占めている。「長生き」を単純に喜ばなくなっているのである。かつて平均寿命は、その国の豊かさ、国民の幸福度の指標と見られ、平均寿



命を延ばすことは一つの国家目標とされてきたが、今やその考えは通用しない。寿命を延ばすことは、医療の目標ではなくってきた、と言えるだろう。（それに、平均寿命の伸びは、医療の進歩よりも、衛生環境の改善や栄養の向上によるところが大きい、と思われる。ほどほどの医療が提供されれば、高度の医療施設を欠いても、大多数の人間は七〇歳以上まで生きられるのではないか。）

こうして長寿を実現した先進国の医療は、寿命を延ばす（命を支える）ことから、生活の質を高めることへと、次第に重点を移していく、と思われる。なぜなら社会の高齢化は、様々な問題を提起し、必ずしも歓迎できるものではないからである。おそらく人間にも最適寿命というようなものがあって、長生きをし過ぎることは、社会にとっても、ほとんどの個人にとっても、むしろマイナスなこと、不幸なことが実感されるであろう。

そして、多くの人間が「生」にしがみつく考えから脱出できるとき、私たちは死の問題、人生の意味、死の迎え方などについて、より真剣に考えるようになるだろう。治療（キユア）に比べて、看護（ケア）の充実がより求められ、ホスピスのような施設が飛躍的に増えて、終末期医療（死の臨床）が大きく改善されることは間違いない、と思われる。

もちろん、そんな時代になっても風邪や外傷などコモンディーズ（ありふれた病気）の治療、痛みの緩和などは重要であり、そのような「一般医療」の水準は保たなければならない。しかし、その一方で、特殊な難病や超高齢者の病気への関心が相対的に低下することは避けられない。例えば多発性筋炎、ビュルガー病、アミロイドーシス、広範脊柱管狭さく症といった特定疾患の研究や診療体制の整備に多額の資金を投じることは、限られた医療資源を有効利用するという点で、妥当だろうか。むしろ多くの国民に共通する健康の維持・増進、コモンディーズの診療、増え続ける知的障害者、精神障害者への対応、一般人の心のケアなどに、より力を入れることが望まれるのではないか。現在でも知的障害者は四〇万、精神障害者は二〇〇万をそれぞれ超えているが、他にも不登校児とじこもり人間、無気力人間など心のケアを必要とする人間はたくさんいる。一九九八年に三万人を超えた日本の自殺者は、その後も増える一方である。

### 公的医療と私的医療への分離

医療というものを、建て前上は国民のだけれどもが受療できる（個人負担の少ない）公的医療と、個人負担を前提にした私的医療とに敢えて分類すると、公的医療はコモンディーズを中心に深さよりも広がり求められ、私的医

療は高度な、費用負担の大きい、倫理的な問題をはらんだ治療などを推進することになるだろう。そして、公的医療では、応分の負担額をどう決めるかが、サービスの質・量との関係で問題になりそうだし、老人医療の取扱いについても論議が尾を引きそうである。

一方、私的医療・高度先端医療では、人間改良などの医療行為そのものは非が、患者の選択権・自己決定権、さらに社会的影響と関連して問われるだろう。例えば遺伝的に障害のある人間が、特定の酵素の補充によって普通の社会生活を営めるようになることは、そのことだけを考えれば好ましいことである。しかし、それによって、その遺伝子を人間社会に広げる結果を招くとしたら、社会全体にとってはマイナスかもしれない。医学はそこまで介入すべきか、それとも自然のままにするべきか、どちらが賢明であるかを、よくよく考える必要がある。

こうして二〇年後の医療は、多くの難問を引きずって現在以上に論争の時代、ないしは混迷の時代を迎えるのではないか。

そんな状況の中で、私たちは、定められた運命をすなおに受け取る従順さ・謙虚さを取り戻すことができるだろうか。「生命を操る」ことの不遜さを自覚できるかどうか。年老いたとき、なおも若者に負けない体力・氣力を維持して頑張りたいか、むしろ年相応に

衰えていく自然の歩みをよしとするか。医療の混迷を通して、人間自身が問われることになりそう。

（しみず よういち）

〈追記〉もう二〇数年前になるが、池見西次郎・九州大学名誉教授（心療内科）が「医の極致は徒手空拳の医療である」と言われたのを思い出す。次の詩は、あるクリスチャンが書いたものであるが、同じような考えを持つ人が多くなれば、医療は様変わりするかもしれない。

この世の最上の業はなにか。

楽しい心で年をとり、働きたいけれど休み、しゃべりたいけれど黙り、失望しそうな時に希望し、従順に平静におのれの十字架を担う。

若者が元氣一杯、神の道を歩むのを見てもねたまず、人のために働くよりも謙虚に人の世話になり、弱くてもはや人のために役立たずとも親切で柔和であること。老いの重荷は神の賜物。古びた心に、これで最後の磨きをかける、まことのふるさとへ行くために。おのれをこの世につなぐ鎖を少しずつはずしていくのは、まことにえらい仕事。こうしてなにも出来なくなれば、それを謙虚に承諾するのだ。神は最後に一番良い仕事を残してくださる。それは祈りだ。手はなにも出来ないけれども最後まで合掌できる。愛するすべての人の上に神の恵を求めするために。すべてを終えたら臨終の床に神の声を聞けよう。

「きたれ わが友よ われ汝を見捨てじ」と

巨大な機械と費用を要する医療と、徒手空拳の医療と、それを受ける身にとって、どちらが真に幸せであるか。

# エージェント技術への期待

## エージェントとは？

インターネットの普及ぶりには、今更ながら驚かされる。特に、携帯電話からインターネットに接続できるようになり、若者を中心に情報検索やメールの交換が当たり前ようになってきた。インターネットが二一世紀のIT時代の主役であり続けることは確実と見ていいだろう。情報技術の発展の早さを考えると、インターネットの二〇年後を予測することはほとんど不可能に近い。

とはいえ、将来のインターネットを予想するに当たっては様々な視点が考えられる。回線の速度はどれだけ上がるか、家電製品とインターネットのつながりがどうなるか、インターネット上でどんなサービスが展開されるか、インターネットの発展が環境問題など地球規模の課題にどんな解決策を提供するか、文化や文明のあり方にどんな影響があるか——などである。それぞれについて、様々な意見や議論があるが、筆者はエージェントという技術に

注目したい。

エージェントといえは、いわゆる代理人である。インターネットとの関連でいえば、本人になり替わりインターネット上で必要な情報を探したり、ショッピングモールなどへ行って商品の価格を調べて購入したりするプログラムということになる。コンピュータウイルスといえは、コンピュータに侵入しプログラムやデータを破壊する困りものというのが相場だが、エージェントは人に役立つ機能を持ったウイルスのようなプログラムと見ることのできる。

インターネットで公開されるホームページなどがあまりに膨大になり、人間が自分で必要な情報を探し出すことは難しくなっている。こういう状況になって、エージェント技術が注目を集めるようになった。すでに世界中のショッピングモールの中で、一番安い店を探してくるプログラムや、自分のワーカーデータを調べて頻度が高く出てくるキーワードに関連する情報を集めるプログラムなどが開発され一部は市

販されている。

ロボットによるサッカーのワールドカップという催しが毎年行われている。ロボット数台がチームを組み、コートの中で相手のチームとボールを奪い合いゴールを目指すというゲームである。特色は人間が裏でロボットを操作するわけではなく、ロボットが目と頭脳を持って自分が何をすべきか判断するところにある。これは見方を変えれば、ロボットがエージェントとして働くことに相当する。

## 様々な分野での調整機能

さて、エージェントの技術が進み、エージェントが学習機能を持ったり、複数が協力して作業をしたり、ルールに従いエージェント間で交渉が出来るようになるようなことが起こるだろう。事実、エージェントに関する研究はこの方向を向いている。

自動車と道路などを包含する情報ネットワークをITS（高度道路交通システム）というが、ITSが発達すれば、このネットワークも当然インター

## 鳥井弘之

（日本経済新聞論説委員）

ネットに接続される。各車のエージェントがネットワーク上で調整を行うことが出来れば、行く方向によって道を譲ったり、急ぐ車を優先させて走るといったことを実現できる。自動車レースなどでスリップストリームという言葉が使われる。先行の車の後方にできる空気抵抗の少ない場所を指す。

車が集団で雁行のように走行すると、それぞれがスリップストリームに入ることが出来、燃費よく走行できる。車間距離を取らないため人間が運転したのでは事故になりかねないが、各車のエージェントが調整しながら走るとなれば、雁行走行も可能になる。高速道路を五〜六台が雁行走行をすれば、二〇％以上の省エネになるという試算もある。

太陽光発電などの新エネルギーは、発電と電気消費のタイミングが合わないのが泣き所と考えることができる。それでも、環境に対する意識が向上したことで、屋根などの太陽電池を設置する家庭が増え始めている。ある規模の地域の家庭のすべてが屋根に太陽電

池を設置する。そのままであれば、電気をたくさん使うときには発電量が不足し、使わないときには余る。この状況が各家庭で起こる。

だから、現在は電力会社の配電網につき、電気が余ったときは電力会社に電気を買ってもらい、不足したら電気の供給を受けるという形を取っている。しかし、各家庭の生活パターンや行事を熟知したエージェントがインターネット上で調整を行えば、需要と発電量に応じて電気を配分できるようになる。電気をためる電池がなくても、電力会社のお世話にならなくても、太陽の恵みを有効に使うことが可能になるだろう。

現実問題としても、自然エネルギーやマイクロタービンの登場などで、送配電網にたくさん分散電源がつかないようになるだろう。現状のように分散電源の発電量が少なく、それに対し電力会社の発電量が圧倒的に多い場合は、分散電源の存在が問題になることはない。ところが分散電源の比率がある程度を越えると大きな問題が発生するといわれる。実際、今でも電力システムの運用は難しく、電力会社はどこで、どんな需要が発生するかを予測しながら、発電所を止めたり動かしたり、スイッチを切り替えたりしている。分散電源が増えると、需要ばかりでなく発

電量も変動することになり、運用はさらに難しくなり、人間が制御することは不可能になるかもしれない。こういう状況に対応するには、エージェント技術が有効と思われる。

最近株価も為替も乱高下し、市場が本来持つべき、価格安定化の機能を失っているかのように見える。経済学の権威でも最近の株価の動向などを予測することは難しくなっているし、下手をすると突然の暴落から世界恐慌が起こる心配すらある。そこで株などに投資をする人と同じような行動パターンを持つエージェントが登場してもらう。そのエージェントは様々な情報に敏感で、情報を元に株を売ったり買ったりする。もちろん他のエージェントの動きも注目しており、それも判断材料に使う。

### シミュレーションへの援用

このエージェントをたくさん集めて、ネットワーク上で様々な情報を流して、エージェントがどう動き、それによって株価などがどう変動するかを調べる。エージェントを使ったシミュレーションである。このシミュレーションができるようになれば、様々な情報と株価の関係を避けることができ、結果として恐慌などを避けることができる。これと類似のシミュレーションが求められ

る分野は多い。先生の態度に学級の子供がどう反応するか、省エネの呼びかけに人々がどう反応するかなどもそうだろう。消費者の好みを模擬したエージェントができれば、市場調査・予測ができるし、どう宣伝すれば効果が大きいかの判定にも使える。

地球環境問題は、規模が大きすぎて個人の行動との関連が不明確になると、時間スケールが長すぎて現在の行動と結びつきにくいところに問題がある。地球環境の劣化は、それぞれの個人が汚染者であると同時に被害者であることを考えると、個人個人が意識を高く持ち、普段から環境を汚染しない生活を営むことが大切になる。そこで、ある人の生活ぶりが地球全体の環境にどう影響しているかの情報を個人にフィードバックすることが重要になる。こういう分野でもエージェント技術を活用することで、人々の意識を盛り上げることができるようになると期待される。

### マイナス面を考慮して活用を

未来を考えると、各人、各家庭が様々なエージェントを活用し、様々な問題の調整や交渉、情報収集などに使うようになるだろう。学習機能を持ったエージェントは、だんだんユーザーの意図を正確に体現するようになり、賢

くなって交渉上手になるだろう。しかも、環境問題など、関心のない分野の情報も自動的に集めて、持ち主に関心を持たせる努力もしてくれる。一方でエージェントによる社会実験が可能になり、経済学や政治学、心理学などに大きな影響を与えることが予想される。これまでエージェント技術の優れた面ばかりを見てきた。しかし、現在でさえ機械任せで自分で動いたり、考えたりすることを放棄する傾向が現れている。近所との交渉や物を買う場合の契約など、社会的な活動までコンピュータとネットワークが代行することになると、人間がどうなってしまうかという心配はある。マイナスの影響も十分に考えた上で、エージェント技術を発展させ、上手に使いこなしていくことが望まれる。

(とりい ひろゆき)

## 個人資源としての「自由時間」

「時計が止まるときだけ、時間はよみがえる」。そんなことをいったのは、米国の作家ウィリアム・フォークナーだったか。「失われた時」を求めて、人間にとっての「時間」の未来像を考えてみる。

そもそも未来予測については、その道の専門家ほど臆病で、保守的である。確立しているパラダイムにしばられるからだろう。このことを指摘したSF作家のアサー・C・クラーク自身、自ら一九四〇年代初めに静止衛星によるグローバル通信の構想を雑誌に発表しながら、あんなに早く人工衛星時代に突入するとは予想できず、もうけ損なったと悔やんでいる。技術の進歩にSFすら追いつかないのである。

このような傾向は、二〇世紀の後半になってますます強まったように思う。二〇年前を思い返しても、パソコンで新聞記事を書いて送信したり、インターネットで世界中から瞬時に情報を収集したりできるなんて、思いも及ばなかった。そのことがジャーナリズムにどんな影響を及ぼすかを考える時間も

ないうちに、そんな世界になってしまった。

こうなると、これから二〇年後はどうなっているかという予測は、知的遊びとしてはともかく、社会にとってどれほどの意味があるかと問われることになる。

## 機械時間と人間時間の乖離

未来予測は、どんな人生がいいか、どういう世界がいいかの「価値判断」を抜きにしては意味がない。

こうなったらいいなとか、こうならぬためにどうしたらいいかということを使うこと、一種の希望的観測や警告的予言だが、予言は、言っているうちにだんだん実現していく「自己実現性」をもつ。ある時点で目標を置いて、そこへ向かう展望を打ち出すところに、未来予測の価値もあるのではないかと思う。

二〇年後に期待する価値として「豊かな時間」をあげたい。ゆったりした時間の流れ、時計に管理されない時間を取り戻し、個人が自分の時間をじっ

くり味わう社会である。これは二〇世紀の文明を引っぱってきた時間パラダイムの転換である。

人間が時間にはばられて生きるようになったのは、いつごろのことか。「怠慢は魂の敵だ」という教義をもっていた中世のベネディクト派の修道士たちが、機械じかけの時計を導入して日々の修行にあったのが、時間管理の始まりだとよくいわれる。しかし、ふつうの市民が細かい時間に追いやられて生きるようになるのは、産業革命以降のことではなからうか。

人間の活動能力を増幅した近代機械文明は、この時間管理の枠組みの中で加速され、現在の生活が実現した。人類の歴史からすると、せいぜい二〇〇年ぐらゐのことである。その間に、人間や地球に何が起こったか。

「機械の時間」に「人間の時間」が適応できない。それがもたらすものについての警告は、すでに一九世紀末からあった。米国の医師ジョージ・ピアードは一八八一年にこう書いている。「電信、鉄道、蒸気機関によってビジ

## 武部俊一

(朝日新聞編集顧問)

ネスマンは、一八世紀に比べて一〇〇倍もたくさん取引ができるようになった。それらは競争を促進しテンポを速めて、神経衰弱、顔面神経痛、神経性胃炎などの発生率を高めた」(『アメリカの神経症』)。

輸送手段や通信技術の高速化・大容量化に支えられて、この傾向をいちだんと加速したのが、二〇世紀の技術文明だった。それが地球全体の規模にまで広がった。

## 「アレグロ」から「アンダンテ」へ

本川達雄・東京工業大学教授の『ゾウの時間 ネズミの時間』によると、動物には体重に応じた固有のテンポ(心拍の周期)があり、それは体重あたりのエネルギー消費量(比代謝率)に比例するという。たとえば、ハツカネズミの心周期は〇・一秒なのに対して、ヒトは一秒、ゾウは二秒くらい。それぞれの動物種は、ほぼ同じ回数的心拍を打って一生を終えるというのが本川さんの説である。

この法則に当てはめると、人間の生

物理学的テンポはネズミの一〇倍ゆっくりでなければならぬ。ところが、エネルギー消費量でみると、現人類、なかでもその五分の一ほどを占める先進国の人間は、生物学的必要量の何十倍ものエネルギーを使っている。スピード技術や遠隔装置を備えたヒトは、ゾウをはるかに上回る規模で、ネズミより速い時間を生きている。地球の環境にも人間自身の心にも、きしみが出てくるわけだ。

こういう思いを朝日新聞の社説に載せたことがある（一九九八年一月三日付「アンダンテへの誘い」）。音楽でいえば、急速調の「アレグロ」から緩徐楽章の「アンダンテ」に転じることの提唱である。「私たちは、エネルギーを使って時間を生み出し、その時間でさらにエネルギーを使うような生き方をしてきた。そんなアレグロの拡大生産に明け暮れた世紀を超えて、しばしアンダンテの調べに身をゆだねたいと思う」と結んだ。

幸い、この社説にはかなり反響があり、いくつかの大学の入試問題にも採用していただいた。多くのひとが、あわただしい社会、なにかにせかされるような人生からの転換に共感をいだいているようだった。

もちろん反論もある。「リニアより自転車、といわれても、都会には、

自転車が安全に走れる道路もなければ、置き場所さえない」「便利な技術は手放せない」。省エネルギー型のゆったり技術を便利にし、スピード技術とバランスよく共存させる新しい技術開発や社会システムの設計が必要なのだろう。

「のんびりしては遅れをとる。国際的にも日本だけがテンポを落とすたら、経済競争に負けてしまう」という根強い反論もある。

社会全体が価値観を変えなければならぬ。「時間軍縮」のようなものを提唱した。そんな交渉テーブルに先進諸国がつくかどうか。その未来予測は難しいが、気候変動枠組み条約で温室効果ガスの排出を世界的に減らすなどという交渉は、人間活動のテンポを落とす「時間軍縮」の側面をもっているのではないか。

### 「余暇」から「自由時間」へ

日本でも、「時間」を個人の「資源」とみなす動きが出てきている。財団法人・余暇開発センターが一九九九年にまとめた「時間とは幸せとは自由時間政策ビジョン」もその芽生えのひとつといっている。

通産省の政策に沿って一九七二年に発足した余暇開発センターは、二〇〇〇年五月から「自由時間デザイン協

会」と改称した。このことが、従来の余暇政策からの転換を象徴している。

従来の余暇政策の下では、「明日の労働のためのレクリエーションの時間であり、経済成長の成果を余暇・レジャーとして享受するための時間」という考え方だった。

上記ビジョンによれば、「自由時間」を「柔軟な時間配分と時間のデザインが可能となる時間、それにより自由を感じることのできる時間」と定義し、個人の楽しみのための「消費的自由時間」、将来の生活や社会の充実につながる「投資的自由時間」、他者のために行うボランティア活動などの「移転的自由時間」の三つの自由時間を仕事や家庭生活に組み入れて、多様なライフスタイルをめざす。

実現のための具体的な方策はまだみえてこない。もちろん、政府や産業界による労働環境の整備などは必要だが、肝心なのは、各人が自分の時間資源を大切にし、「自由時間」に遊ぶ社会をどれだけ希求するかどうか。その強さが未来を築く。

聖ベネディクトの教義に逆らうわけではないが、二一世紀を展望した朝日新聞の社説シリーズで「怠けの価値『暇』を味わえる社会に」を書いた（二〇〇〇年三月一二日付）。

「これまでの『暇』は、仕事の余り

の時間であり、つぶしたり、もてあましたりした。『自由時間』としての暇は、それ自体を楽しむのだ。そのことを通して人生にゆとりが生まれ、世の中が潤う」

ヒトという動物には「稼ぎすぎ」遺伝子がつみついているようだ。それが、技術文明を築き、そのなかで分秒まで刻む時計が発明され、さらに人間を稼ぎに駆り立てる社会システムが構築されていった。

この遺伝子の発現を新たな文明によって和らげられるかどうか。それに、自らの心身を癒し、地球の気や生物圏を救えるかどうかがかかっているのではなからうか。そのことに気がつけば、二〇年後の時間観は変わっているにちがいない。

二〇二〇年二月一四日、南米チリからアルゼンチンにかけて最大継続時間二分九秒の皆既日食が起こる。これを私が見られるかどうか、神のみぞ知るだ。天は確実に時間を刻んでゆくが、人の時間はいつとぎれるか知れない。それだからこそ「人間の時間」を大切にしたいと思う。

（たけべ しゅんいち）

# IT革命の光と影

## ITをどうとらえ、 将来の社会をどう考えるのか

### すでに到来した情報化社会

茅 今回は「IT」をキーワードに議論をしてみたいと思います。まず、佐々木さんから話題提供をしていただきます。

佐々木 アルビン・トフラが『パワーシフト』で指摘したように、現在の社会を支えるパワーの源泉は、「筋力（暴力）」や「財力（富）」ではなく、「知力（知識）」であり、我々は既に情報化社会を迎えています。

ここに至るまでの情報革命の経緯を伝達手段の発展から振り返ってみると、一四五年のグーテンベルグ印刷機発明が果たした役割は極めて大きいもので、情報の複写・流通コストは大幅に低下し、情報の共有が飛躍的に進歩しました。その後、電話機、マスメディ

▲佐々木元 氏

ア（ラジオ・TV）の発明によって伝達の時間と距離が短縮され、一九五〇年代以降IT革命を迎えることとなります。半導体・コンピュータの登場で、情報伝達の双方向性の高まったのが大きな特徴です。

IT革命を押し進めた要素は、「半導体革命」「インターネット革命」「モバイル革命」でしょう。

### ●半導体革命

今後のIT革命をハード面で支えていくのは半導体（メモリ）の進化です。表1はメモリの情報蓄積量を示しています。現在六四メガビットないし一二八メガビットのLSIが量産されています。MP13は、音楽情報を圧縮して記憶させる仕組みで、六四メガビットでの記録時間は5分弱です。動画像は、MP EG1、MP EG2という圧

佐々木元

（日本電気㈱代表取締役会長）

講師

茅陽一

（助地球環境産業技術研究機構副理事長／研究所長）

小宮山宏

（東京大学教授）

近藤駿介

（東京大学教授）

佐和隆光

（京都大学教授）

友野勝也

（東京電力㈱フェロ）

横堀恵一

（アジア太平洋エネルギー研究センター所長）

和久本芳彦

（国際交流基金・日米センター所長）

畔柳昇

（中部電力㈱取締役副社長）

橋本重彦

（住友金属工業㈱代表取締役副社長）

渡邊浩之

（トヨタ自動車㈱常務取締役）

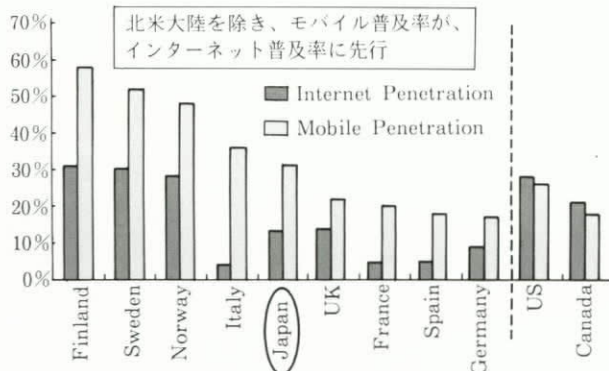
永野芳宣

（助政策研究研究所所長）

縮比率の異なるものがあります。MP EG2では非常にきれいな絵が出ますが、一時間録画しようと思えば、一六ギガビット程度のメモリが必要になります。今後ギガビット級の半導体メモリが使えるようになれば、小型・軽量で、可動部分がなく、光ディスクに比べて衝撃に強いというメリットが出てきます。

コンピュータの用途の変遷をみると、一九四六年に弾道計算用としてENIACがつくられました。一九五一年には初の商用コンピュータが誕生し、事務処理用やデータベース用に使われました。企業に「電算機室」といった空調完備の部屋ができ、中にハードウェアがうやうやく収まっていた時代を、ご記憶の方は多いのではないかと思います。非常に大きなインパクトになったのは電卓の登場です。その

図1 インターネットとモバイルの普及率 (CY1998末推定)



(出所: メリルリンチ証券)

表1 IT革命を支える半導体の進化

	64M bit	1G bit	16G bit	64G bit
文字	400万	6,400万	10億	40億
新聞(頁) 日経朝刊換算	250 6日	4,000 100日	64,000 4年5ヵ月	256,000 17年6ヵ月
MP-3 圧縮比: 1/10	5分33秒	1時間26分	23時間9分	92時間36分
MPEG1 Video 圧縮比: 1/80	43秒	11分	2時間58分	11時間52分
MPEG2 Video 圧縮比: 1/20	13秒	3分20秒	53分20秒	3時間33分

コンセプトの延長として半導体上にコンピュータをつくるのが可能になり、PCにつながってコンピュータの大衆化、さらに進歩してインターネットのツールになりました。一九七〇年代の初めに起きた技術革命が、今日のIT時代を生んだと言っても過言ではありません。

●インターネット革命

コンピュータを一九四六年から二〇〇〇年までの五四年間で比較してみると、性能はほぼ三〇万倍になりました。筐体のサイズは一〇万分の一、消費電力が二五〇〇分の一、値段は四四〇分の一です。このように飛躍的に進化したツールをベースにして、一九九〇年代になるとインターネットの利用が広がりました。

インターネットは、いわゆる電子メーリングの便利な使われ方から始まり、今日ではB to B (ビジネス間の取引)、B to C (ビジネスとコンシューマーとの間の電子商取引) が本格化して、ビジネスのスタイルにまで大きな影響を及ぼしています。日本でのB to Cの典型は「楽天市場」という電子マーケットプレイスで、ユーザーはその上で買物をし、「楽天市場」の収益は取引の手数料から上がるといシステムです。

インターネットに接続される機器は増加の一途で、たとえば一九九九年に出荷されたゲーム機、PC、携帯電話

の中で二〇〇〇万台がインターネットに接続されています。二〇〇三年には年間一億台が接続されるという予測があります。二〇〇三年にはテレビの地上波放送もデジタル化されるので、デジタルテレビ受像機もインターネット端末になり得ます。

●モバイル革命

インターネットは利用を通じて自ら進化する機能があります。また、ホームページの作成とそれに対するアクセスや書き込みが可能であることから、ある意味ではだれにも所有されない情報システムであるとも言えます。加えてモバイル革命が起こり、情報の究極の「個」化が進みました。日本では、ハードウェアとiモードサービスが飛躍的に伸びています。

非常に興味のあるデータをお示します(図1)。国別のインターネットとモバイルの人口普及率の比較です。フィンランド、スウェーデン、ノルウェーは非常にモバイルの普及率が高い。ここでのモバイルとは、ノートパソコンではなく携帯電話のことです。日本も同じような状況です。それに比較して、アメリカやカナダの場合には、インターネットとモバイルの普及率はほとんど同じです。ここに構造的な違いがあります。

日本型ITも出てきています。一例は「セブンドリーム・ドットコム」で

す。アメリカでEコマースという場合には、手続きは電子世界で全部行って、現実にはモノのやりとりのところしかありません。アマゾン・ドットコムなどはまさにその典型です。しかし、日本の場合、アメリカほど通信販売が普及していないし、クレジットカードによる決済もそれほど一般化していないので、コンビニに足を運んで、そこにある端末で注文を出し、商品もそのコンビニまで行って受け取り、代金を払う、というスタイルが定着しつつあります。アメリカのコンビニは、日本に比べると設置密度が非常に低いために、このようなスタイルはありません。

もう一例として、iモードサービスがあります。一九九九年の二月からサービスを始め、一年半の間に加入者が一〇〇〇万人を突破しました。キーボードではなく、テンキーでインターネットへのアクセスをするというコンセプトそのものが、アメリカにとってはかなり衝撃的な出来事であろうと思います。日本人はどちらかというと、キーボードよりテンキーのほうが身近で、すぐつながるといふメリットがあります。ISDNのネットワークを使う場合と比べて接続性が非常によいということ、急激に成長しました。

携帯電話機は半導体の固まりです。無線の送受信部分、電話番号等を記憶するメモリ部分、自分の居場所などの情報を地上局との間でやり取りする部

分等々、液晶と電池も含め、電子デバイスの進歩があったからこそ、現在のような機能をもつ携帯電話が生まれたのだと思います。今のところ主流はPDC方式です。ひとところ普及したPHS方式は、サービスエリアが限定されているということ、一旦人気がなくなったのですが、データ伝送の性能が非常に高いことから、また見直されています。二〇〇一年六月からは、いよいよ第三代といわれているワイドバンドCDMA(W-CDMA)が始まり、通信速度が二メガbpsと、PDCの約二〇〇倍になります。五分程度の音楽データ容量は約八メガビットなので、四秒でダウンロードが可能になり、データ端末としての携帯電話機の性能は、ますます高くなっていきます。

半導体とインターネットによるネットワークに、モバイルが入り、シームレス・ネットワーク社会(「いつでも」「どこでも」「誰でも・誰とも」「何でも」「安心・確実・容易に」「安価に」「環境負荷の小さい」情報ネットワークの活用が可能となる社会)が形成されていくというのが、これから一〇年後の社会像ではないかと思っています。

## ふたつの「E」への挑戦

シームレス・ネットワーク社会では、

どんなことが起きるのかについて考えてみたいと思います。

レスター・C・サローは著書『富のピラミッド』の中で、「アメリカの強さとは、古くなったものを捨て去る能力(to shut down the old)である」、「資本主義ほど個人の要求を満足させうる体制もなご(at catering to individual wants)」と述べています。しかし、このような消費・廃棄を基盤とする欲望充足型のアプローチは、もはや限界にきているのではないのでしょうか。

最近、「ITグローバル資本主義」という言葉がよく使われています。たしかに、IT革命によってスピード化が進み、国境を越えて情報が動き回り、取引も行われるようになりました。自由度も拡大し、結果としてネット長者が生まれ、新しいビジネスチャンスが出てきました。これらはいずれもIT革命のもたらすインパクト、情報化社会の光の部分と言えるでしょう。

しかし一方で、情報化社会の発展を妨げる影となる要因も生まれてきています。多くは、社会を支える枠組みがIT時代の流れに追いついていないことよって起きていると考えられます。法律や各種の規制が情報化社会にそぐわなくなっているわけです。たとえば、会社の取締役会は本人が会議の場に行かないと出席したと見なされません。だから海外法人のトップを兼ねている役員は、その都度わざわざ帰国しなければ

ならない。テレビ会議では出席にはならないのです。

最近新聞等をにぎわしているハイテク犯罪の問題もあります。また、失業者が大量発生するという懸念もあります。しかしこの問題は、米国では要員シフトがうまくいった経験から、それほど深刻な問題にならないという意見もあります。さらに、ネットバブルが発生していて、それが崩壊するのではないかという見方もあります。

このような問題もさることながら、情報化社会がさらに進展していく中で避けて通れないのは、情報化社会E-economyと環境問題Environmentのふたつの「E」をどう調和させていくかということです。

E-economyは究極の自由度を追求し、実力主義による果てしない拡大を志向します。これはひとりの天才の行動力がものをいいます。ビル・ゲイツはまさにE-economyの申し子でしょう。それに対してEnvironmentはリサイクルや省エネのような種の不自由を伴います。国土面積の差といった不公平や、地球のサイズといった絶対的限界が存在します。このような全く異なる要素からなるふたつの「E」がぶつかりあう時代をわれわれは迎えているのだと思います。

環境問題は衆知を集めて対応することが重要です。一例をあげれば、排出権取引という「衆知」と行動が個別割



図3 米国の情報化とエネルギー効率

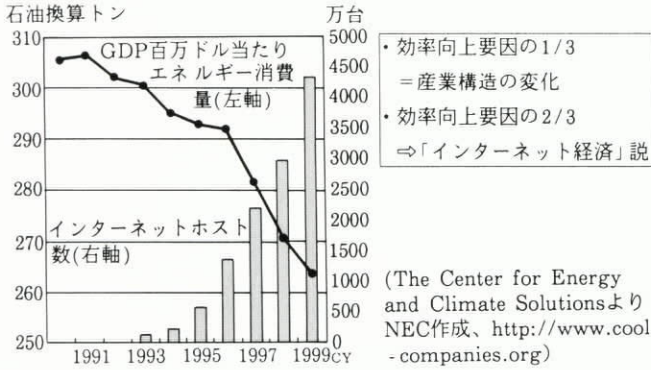
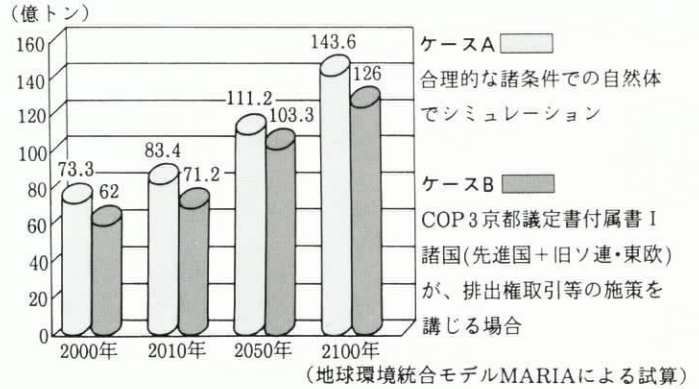


図2 世界のCO<sub>2</sub>排出量試算



社会を実現するために必要なことは、

ふたつの「e」が調和した持続可能な社会を実現するために必要なことは、

り当て規制以上にCO<sub>2</sub>排出量を削減できるという試算もあります(図2)。ふたつの「e」が調和するケースとして、米国の情報化とエネルギー効率の変化を図3に示しました。米国ではインターネットのホスト数の増加に伴ってGDP百万ドル当たりのエネルギーの消費量が大きく減ってきています。このエネルギー効率向上の要因の三分の一は産業構造の変化によるもので、繊維産業等が国外に押し出され、エネルギー消費量の少ないソフトウェア産業の比率が上がったためと分析されています。ただしこれは、エネルギー消費が発展途上国に移っただけだと言うこともできます。

人間は究極的にはアナログ的存在です。IT技術がデジタル技術に裏づけ

「市場メカニズムの活用」「公平性とは何か」「共生の問題」「科学技術やIT技術を強化して、どう使っていくか」「クリーンエネルギーの問題」「欲望のコントロール」、そしてエイズの問題等々を含めた「生命に対する尊厳」ではないかと考えています。

「ITの本来の役割とは」  
二〇〇〇年の経済白書には、「二一世紀は不確実性の高まる時代となるが、国際化や情報化を不安の増大に結びつけるのではなく、可能性・希望・挑戦の増大に結びつけていくことが課題だ」と述べられています。ITには暴走してしまう可能性がある一方で、人間主義に裏づけられたITにしていくことも可能だと思えます。暴走すれば混沌や不安の増大になりますが、うまくコントロールできれば、可能性や希望に結びつくのではないのでしょうか。

今のところは、「もっといろいろな機能を」「もっと高い性能を」という機能飢餓の克服を基本にした開発競争によって、技術がどんどん進歩しています。これに対して、「何のためのITなのか」「IT教育をだれがやるのか」「デジタルオポチュニティの公平性をどうやって確保するのか」といった、倫理・教育面のアクティビティがバランスを失っているのが現状で

「市場メカニズムの活用」「公平性とは何か」「共生の問題」「科学技術やIT技術を強化して、どう使っていくか」「クリーンエネルギーの問題」「欲望のコントロール」、そしてエイズの問題等々を含めた「生命に対する尊厳」ではないかと考えています。

情報通信総合研究所がインターネット利用者に対して「デジタル社会は今後どのような社会になるか」というアンケートの結果を見ると、「便利になって暮らしが楽になる」「生きる世界、可能性が広がる」というような前向きな受け止め方がかなりの比率であります。しかし、「使えないと不利になる」「社会不安やプライバシー侵害が起きる」というネガティブな回答も見られます。「善悪の判断基準、社会の常識が変わる」というどちらにもとるべきか、よくわからないものもあります。相当な不安感にもつながっているというのが現状ではないでしょうか。

はないかという気がします。

暴走するITになってしまふのか、人間主体のITが構築できるかについては、ITの源泉としての知恵も必要ですし、技術的なブレイクスルーの追求も必要です。さらに優しき、思いやりがないと、人間主体のITができないのではないかと考えています。

## 経済活動の手段としてのIT

**永野** 従来はモノが生産されてはじめて経済が動いていたわけですが、IT革命といわれている現象には、実態経済を考慮しないある意味でパブルのような面があるように感じます。モノづくりとの関係をどのように理解してITの役割を考えたらよいのでしょうか。

**佐々木** E-economyは、ITを手段として使っている経済活動だと位置づけています。まずインフラが必要であり、ネットワークが構築され、そこにターミナルがつながれ、それを使って電子商取引のようなことができるようにしないといけません。

たとえばアマゾン・ドット・コムの場合、結局、Eの世界とリアルの世界の両方を使って取引が行われています。本の発注と代金の決済はE-economyの世界でできますが、実際に本を発注者に届けるためには、リアルの世界が必要になる。しかし、音楽の配信の場

合は、ネットワークを通じてデジタル化された音楽をダウンロードできるの、リアルの世界は必要ありません。対象とする商品によって取引の形態は違いますが、いずれにしても、ITという環境を活用して行われる経済活動を、E-economyと名づけています。

**茅** 確かにITは手段ではありませんが、その手段がどこまでモノの本質に入りこむかということだと思います。

私は音楽が好きでよく聴いています。人生の中ではモノだけがリアリティではなく、情報もリアリティになるとした場合、音楽はその典型例です。従来CDを買っていたのが、全てダウンロードするようになれば、それが本質になるわけです。

**畔柳** デジタル化が進んで何百回線というチャンネルが各家庭につながるようになれば、好きな曲が第三章からでも聴けるようになる。そうなることCDをいちいち取り替えたりするのは面倒くさくなるでしょうね(笑)。そういう時代になれば、経済はモノだという観念自体が成り立たなくなりませぬ。

**佐々木** Eの世界だけで完結することとできるかという話だと思います。音楽の一部やニュースなど、情報として享受するものは別に、やはりリアルなものが必要です。本にしても、食料にしても、リアルな財です。ひところ、ナスダックに上場する際に

「○○ドット・コム」という名前をつければ、それだけで株価が急上昇するという現象がありました。それはネットバブルのひとつの姿です。

Eの世界とリアルの世界という両方をきちんと考えていかないと、片手落ちになるということは確かです。

**小宮山** これからはITで経済が伸びるとよく言われますが、それはどの領域での話なのでしょう。

アマゾン・ドット・コムはたしかに便利で、値段も従来より少し安い。しかし、われわれが本を読む量には限りがあります。便利になったことで今まで本を読まなかった人が読むようになるのか、あるいは音楽を聴かなかった人が聴くようになるのか、それとも、新しい何かが生まれるのでしょうか。

**茅** ITを使えば、たしかに効率的にモノができるようになるでしょう。しかし、効率的になるということは、中間マージンの部分がなくなることでもあり、経済としては縮小するかもしれません。場合によっては、IT化はむしろ経済を衰退させることにもなる。

**畔柳** たとえば通販では問屋を通しませんから、その部分が縮小するでしょう。ただし、販売量が増えればこの限りではないと思います。実際にずいぶん拡大しているようですし、通販の場合には衝動買いが多いとも聞きます。

**小宮山** 我田引水になります。モノが動かないで消費が伸びる余地があ

るのは、「教育」ではないでしょうか。最終需要でみると教育費は大きいと思います。子供の教育費だけではなく、カルチャーセンター等も含め生涯教育の費用も考えると、最近はいろいろなことを知りたいと思っている大人が大勢いるので、健全な経済の成長に寄与する部分はあるという気がします。

**渡邊** ITの活用度は、流れる情報によってどのぐらいの価値のものを動かすことができるかで決まるため、お金が入ってこない領域でいくらハード面の整備をしても、なかなか伸びていかないと思います。しかし本当は、廃棄物処理のようなネガティブプロファイルの領域をITを使ってうまくコントロールできるというのではないかと思っています。このまま放置すると、価値のある領域だけがどんどん伸びていく一方で、取り残されるところが出てくる危惧があります。

### 信頼性確保の三要素

**友野** インターネットの活用が広がって世界中でそれに頼るようになったときに、果たしてネットワークのハードの信頼度、セキュリティは確保されるのでしょうか。

電力会社の場合、電力系統のどこかでトラブルが発生すると大混乱が起きてしまうので、ネットワークの信頼度については常に気にしています。その

点、インターネットはどうなっているのでしょうか。

また、情報化社会の影の部分でもあるプライバシー侵害などに対する法的整備が、インターネットの進展に追いつくことができるかということも、大きな問題ではないかと思えます。

**佐々木** 信頼性については、三つの要素があります。まずネットワーク自体のハードウェア面での信頼性です。これは、ネットワークを二重化したり、ルート迂回の方法を組み込んでおくことによって、非常に高い信頼性を維持することが可能になると思います。

二番目の要素として、トラフィックが極端に集中した場合、電力でいえばピークロードに相当する場合の信頼性です。一時期iモードがぶがりにくくなるというトラブルが多発しましたが、これはわずか一年半で一〇〇〇万加入になるという予想ができなかったために、大量のトラフィックが集中した際の処理能力が不足していたのだと思います。ネットワークがきちんと動いていても、オーバーロードになって動かなかつたのです。この対処方法には、ギャランティ型とベストエフォート型というふたつの考え方があります。普通の加入電話はライフラインであり、一〇番がつながらなかつたりすると困りますから、ギャランティ型になっていて、よほどのことがない限りつながります。電話というライフラインが

あつた上でインターネットを考えるのであれば、ベストエフォート型になり、これはピークのときにはつながらない。これは経済性とのバランスになります。三番目は、悪意によるアタック、すなわちハッカーや、ウイルス、ホームページへの悪質な書き込みなどに対してのセキュリティをどう確保するかです。日本でも省庁関係のホームページが中国語に書き替わってしまったという事件が起こりました。これは人間がやることであり、先ふたつのものは違って予測ができません。しかもトラブルを起こすことに喜びを感じる人間がやることです。インターネットへの依存性が高まれば高まるほど、相当の対策を考えていかなければ、プライバシーの問題等を含めて社会的問題に発展する危険は非常に大きいと思っています。

**茅** Eコマースに対して、悪意によるアタックや、ウイルスなどが入ってくると、とんでもないことになると思います。シリアスなトラブルは起きていないのでしょうか。この部分の信頼性の問題が意外とネックになって、一定以上のIT利用が広がらないのではないかとも思うのですが。

**佐々木** トラブルはポツポツとはあるようですが、公表されないの、わかりにくいのです。

普及の問題は、便宜性とセキュリティのトレードオフということはあるか

もしれません。磁気テープ型のクレジットカードについても、偽造が広がっていくとICチップを入れる必要ができてきて、カード単価やシステムが上がり、コストが上がる原因になります。

## 技術進歩にみあう投資のあり方

**永野** 現在生産中のメモリは六四メガビットということですが、次の段階に性能を上げるためにはどのくらい投資が必要になるのですか。

**佐々木** およそ一五〇〇億円から二〇〇〇億円かかります。

需要計算では、量的需要と金額的需要の両方を考えます。量的需要はビットベースで年率約七〇%で平均的に伸びています。問題は単価の下がり方が一様ではない点です。需要タイトな時期は、一ビット当たりの値段はほとんど下がらないのですが、供給過剰になると、年間で六〇%下がるようなこともあります。平均的にはビット単価が年率ほぼ三〇%ずつ下がっている状況が一〇年以上続いています。一個のICに入るビット数を増やさないと、今事業的には成り立たないのですが、今は大量にビットを消費する市場構造と整合がとれているので、なんとかやっていけるわけです。

設備投資は、出荷高の二〇%が限界で、たとえば半導体は年間約一兆円の出荷金額があるので二〇〇〇億円程度

の投資を毎年行うことはそれほど負担ではありません。ただし、技術進歩が速いので設備は三年から五年で陳腐化します。したがって、ある年にまとめて投資して、その後に休んでしまったりとすると数年後に穴があくこととなります。大事なことは、毎年平均的な投資を継続することです。市場が良ときは投資をしなくなるのですが、それをどれぐらい我慢できるか、逆に谷のときにどれだけ踏ん張ってお金が出せるかです。一種の我慢比べです(笑)。

**永野** ある程度の需要を供給側からつくりだすということはあるのですか。

**佐々木** 社内に装置部門があります。專業か垂直統合型か、いずれがよいのかという議論はあります。海外の場合はほとんど專業型なので、自らが需要をつくりだすという仕組みは、垂直統合型メーカーの多い日本の特徴かもしれません。

**永野** 需要を作りだすために、環境問題の観点からみて、実は不要なものまで作っているということはないのですか。

**近藤** 地球上には数十億の人が貧困線上にいますから、よほど変なものないかぎりマーケットはあるものと思います。また、マーケットのあるものについて六割価格を下げれば、それは個別具体的には福祉の向上につながります。環境問題は絶対的な制約になると言われていますが、たぶん、モヘンジョ・

ダロの時代から、「人類には絶対的な制約がある」という説があったと思います。

地球環境問題という今度の制約は、本当に乗り越えられないのでしょうか。アメリカの一部には宇宙に出ていけば何の問題もないという楽観的な人もいます。

**小宮山** 人口が制約になるのではないのでしょうか。六〇億が果たしてどこまで増えるかです。昔は二一〇〇年で一三〇億という予測でありました。

最近のアメリカの商務省の予測では二〇五〇年で八七億と、下方修正になっています。二一〇〇年で一〇〇億にいかないという予測も出てきています。人口が増えると消費もそれに伴って伸びるので、人口の伸びが止まればハードの消費は減り、ソフト面で伸びざるを得なくなりません。これは制約の相当大きい要素だという気がします。

## 途上国にとってのIT

**茅** 発展途上国にとってITが持つ意味とはどんなものでしょうか。少なくとも、ネットワークが広がっていない段階では、あまり効果があるとは思えないのです。どの段階になれば、ITが途上国を引き上げる効果を持つのかという議論はなされていますか。

**佐々木** 結局、先進国と途上国ではITのモデルが違うのではないかと思

います。

先進国ではまず電話が普及しています。アメリカの場合はCATVの世帯普及率が六〇%ぐらいにまで達しています。つまり、既に線がつながっているわけです。

ところが、中国の場合などがよい例ですが、途上国ではまだ線がつながっていない。その場合にはPCベースのネットワークよりも、ポイント、ポイントの設備があればつながる携帯電話のほうがよいということになります。キーボードはありませんし、ディスプレイも小さいので、取り扱う情報内容の制約は出てきません。

**和久本** 途上国での普及を考えた場合に、インフラとしては光ファイバーより無線のほうが安いのでしょうか。

**佐々木** あるポイントだけをサポートしようと思えば、そのほうが安いでしょうね。

**橋本** 中国などは、産業予備軍としても、消費予備軍としても、先進国に非常に近いポジションにあります。ITはこのような地域に極めて大きな影響を及ぼす可能性があると思います。

**佐々木** 中国の場合には、あれだけ面積の広いところですから、沿岸部と西部とではかなり格差があるでしょう。沿岸部の、北京から上海、広州は、大容量の光ネットワークなどを引く意味は十分あると思いますが、西部になつてくると、違ったかたちのネットワー

クをつくっていかないと、建設コストが相当負担になるでしょう。中国の場合には、地域による組み合わせ型になるのではないのでしょうか。

**横堀** 虫食い型というのは考えられません。必ずしも国別に分けられるのではなく、途上国の中でもIT技術にアクセスしている部分がある。以前に、ある企業の方から、タイやマレーシアの企業を相手にコンソーシアムを組んだという話を聞きました。マレーシアならあまりびくくりしないのですが、タイと聞いて驚きました。エチオピアからインターネットを使った発注があったという話もありました。要するに、思いがけないところにポンポンと飛び火するという状況で、まだら模様で発展するということもあるという感じがします。

**和久本** 二〇年ほど前の話ですが、日本から途上国に海外進出をして工場をつくる場合に、日本では二〇〇人規模の工場にコンピュータを入れることは考えられなかったのですが、南米や中近東あたりでは、それぐらいの規模の工場でも、コンピュータを取り入れたほうが、計算間違いがなく能率が上がるということがありました。

人間系での生産管理や在庫管理が大変な場合に、ITを使えば一握りの人を教育すれば全部の管理が可能になります。途上国でのITの利用は、その国の経済力や生産能力を引き上げる可

能性を持っているのではないかと思います。

**茅** 相対的にみると、ITの設備投資のコストは安い。エネルギー投資、たとえば電力ネットワークづくりなどに比べると、はるかに簡単にできますね。その意味ではたしかに、途上国で発展する可能性はかなり高いと思います。

**佐々木** その場合、最後に問題となるのは電波の割り当てです。

光ファイバーは、大量に並列に引けば伝送容量を拡大できますが、電波ではそうはいきません。最近、ドイツとイギリスで次世代携帯電話の事業免許が入札にかけられました。ドイツは合計約五兆円、イギリスは合計三兆六〇〇億円ぐらいの金額になって、ブリティッシュ・テレコムは格付けを落とされました。高額な免許料を払って移動体通信事業をやっても、収益が上がらないだろうという見方です。日本の場合事業免許は基本的には無料ですが、電波の割り当て問題をどう解決するかということは、移動体通信を進める場合のいちばん大きな課題だろうと思います。

## ITに弱い？ 日本社会

**佐和** アメリカではIT革命の結果失業率は下がりました。ところが、日本で同じことをやろうとすれば、山の

ように失業者が出るのではないかと思  
います。つまり、日本ではITの導入  
を前提とすれば不必要になる仕事をし  
ている人が圧倒的に多いのです。セー  
ルスマンが多いし、保険外交員もたく  
さんいます。アメリカの場合は、そも  
そもそういう仕事をやっている人が少  
なかったのも、失業率が上がることは  
なかったのです。

日本型の系列関係、日本型の流通も、  
本当はITに弱いのです。しかし、失  
業率上昇を止めようという力が働くと、  
いつまでたっても日本は本格的なIT  
社会にならず、世界から取り残される  
ことになってしまいます。

**茅** 日本の場合は、アメリカと違っ  
て、ITの影響を受けやすいタイプの  
中間マージンを取っている人が多いと  
いうことですね。

アメリカもサービスマン人口は多いで  
すが、何をやっているのでしょうか。

**和久本** Eコマースの推進派である  
アメリカ人の話では、インターネット  
のメンテナンスに意外に人が要るので、  
流通で職を失った人間が新たにそこで  
職についていると主張しています。

**佐和** 非常に低所得で雑役的な仕事  
をしているサービスマンも多いと思  
います。日本と大きく違うのは、公務  
員である学校の先生が非常に多いこと  
ですね。二〇人学級で授業をやってい  
ますから。メディカル関係で仕事をし  
ている人も多い。一ベッド当たりの医

療就業者が五、六人です。日本は〇・  
九人です。

**橋本** IT革命の洗礼を受けて、私  
自身も楽しみが増えて、個人の生活は  
豊かになりました。反面、ビジネスマ  
ンとしては、二四時間ITに追い回さ  
れ、勤務時間は少なくなるところか、  
どんどん長くなっています。おそらく、  
ビジネスマンのほとんどがそういう実  
感をもっていると思います。

ポイントは、ITによっていかにし  
て経済活動を効率化させることができ  
るかだと実感しています。こんな生活  
が続いたら、ビジネスマンとしてはた  
まりません(笑)。

アメリカは日本より一歩先において、  
効率化がうまく付加価値を生み出す方  
向につながっているのだという印象が  
あります。

**永野** ITのおかげでビジネスマン  
がますます忙しくなるという話ですが、  
それは権限委譲が進んでいないからで  
しょうか。アメリカ的経営をやるうと  
する一方で、依然として報告は多いし。  
**橋本** 一方的にネット情報が入って  
きますから、それを全部読まないとい  
アクションがとれないということもあり  
ます。

**横堀** メールで写し(CC…カーボン  
コピー)を送りますが、そもそもそれ  
は欧米のシステムです。私が国際機関  
にいたときにも経験しましたが、とに  
かくやたらに写しが来ます。権限委譲

しているというけれど、一応報告する  
といって写しは送るわけです。

**和久本** 一九八〇年代の中頃に、ア  
メリカの大企業のトップが、メールば  
かり来て週末がなくなったと言いま  
しました。それがちょっと遅れて、いま  
日本に来ていた可能性はあります。そ  
こから先はまた変わるのではないでし  
ょうか。

## ITの光と影

**近藤** 堺屋太一さんが、「アメリカ  
は、メイフラワーで新大陸に着いて以  
来、人が足りない、人を使うとコスト  
がかかるというコンセプトで社会が作  
られてきている。日本はそこが違う。  
だからこそ規制緩和により皆さんを自  
由に解き放して、やりたいことをやっ  
て稼げるようにするのが」ということ  
をよく言われます。

二一世紀の日本の幸せのために、I  
Tと規制緩和をドッキングさせようと  
いうのは、私にはよくわからないので  
すが、佐和先生はどう思われますか。

**佐和** もともと日本は失業率が非常  
に低いのです。もし失業率が一〇%に  
なると、おそらく日本はもたなくなる  
でしょう。公共事業をどんどんやって  
建設労働者を養い、雇用をできるだけ  
拡大せざるを得ない。よきにつけ、悪  
しきにつけ、そういう社会なのです。  
そこにITが入ってくれば、日本は

失業社会になる。IT革命は、明らかに日本型システムと合わないで、日本型システムを突き崩してしまいます。しかし、高コスト体質などの問題を解消するためにはITは入れざるを得ない。そうであるならば、ITによってあふれ出る人たをどうするかは、国がきちんと考えないとけません。

規制緩和、規制緩和と一〇年来、言っている、今ひとつ進みが遅いのは、本当にやると多量の失業者や倒産が出るからなのです。そこで、なんとなく自己保存本能のようなものが働いているのです。

横堀 日本の場合、高齢者層の労働力率が高く、本日にリタイアする人はあまりいません。年齢層別の労働力率を見ても、欧米では五〇〜六〇歳でストンと落ちますが、日本ではこの層が働きたいといって手を挙げている。ITの導入でその増分が失業者として出てくる面もあります。

そこが根本的な問題であり、本来ならば働かなくてもいいようにすべきではないでしょうか。

小宮山 でも、現実には六五〜七〇歳まで働かないと、年金がもたないでしょう。

渡邊 もっと国が豊かにならないといけないのではないですか。アメリカなどでは、六〇歳ぐらいまで働いたら、大きな家やヨットなどを持っている人がいっぱいいるわけです。日本ではそ

んなものを持てるような給料をもらってません。豊かさが根底から違っているような気がします。

永野 国ということであろうと、最近是国家や国民という観念が希薄になっているように思います。グローバル化で大きな企業ほどブランド維持に関心を注ぐ傾向があるように感じます。

和久本 インターネットでの国際取引の場合、デジタル化したものがネットで運ばれ、モノではないかたちで貿易が成立し、ネット上で決済される。どこで売買して、どこで所有権が移転したかがわからなくなって、貿易としてはつかまえていくのがなくなってしまう。国民所得計算や貿易統計などの国家経済運営のための指標がおかしくなるのではないのでしょうか。

佐和 ミルトン・フリードマンというアメリカの経済学者が言うには、「モノの取引には、普通、消費税がかかるが、ネット取引にはかからない。インターナショナルな取引でも同様で、そうすると、税収が減って政府が小さくなるからいいことだ」と(笑)。

物事は必ずしも単線的ではありません。グローバル化が進んで国境がなくなってしまうという面がある一方で、ナショナルアイデンティティが全くなくなってしまいかという、むしろ反作用のようなものが働いてローカリティやナショナルという意識が強くなります。もっとも、私自身はナ

ショナルという言葉は好きではありませんが…。

横堀 両極端あって、どちらの方向を言うかだと思います。

たとえばITの出現で国の代議制度が崩壊するのではないかという話があります。重要な項目はほとんど国民投票にかけることも可能になり、直接民主制が出てくると、今のような政治のやり方は根底からひっくり返ってしまいかもしれません。

茅 メールで投票ができるようになるのは、意外に早く到来するかも知れません。

佐々木 もちろん技術的には可能ですが、ただ、どういふふうな制度を整えるかが問題です。

茅 ITというのは、少なくとも今の段階では、プラス面とマイナス面があるということが、皆さんのご意見からたいへんよくわかりました。いずれ機会をみてまた議論したいと思います。

(二〇〇〇年八月二五日)

# クリーン燃料として

## 注目されるDME

大野陽太郎

(日本鋼管(株)環境ソリューションセンター主席)

出席者

講師

今井隆吉

(原子力委員会参与  
杏林大学教授)

内山洋司

(筑波大学教授)

川又民夫

(日本COM(株)社長)

北村行孝

(読売新聞論説委員)

下山俊次

(日本原子力発電(株)  
最高顧問)

竹下寿英

(麻布大学教授)

武部俊一

(朝日新聞編集局顧問)

十市 勉

(財団法人エネルギー総合センター  
常務理事)

藤目和哉

(財団法人エネルギー総合センター  
常務理事)

永野芳宣

(財団法人エネルギー総合センター  
常務理事)

伊東慶四郎

(財団法人エネルギー総合センター  
主席研究員)

### DME需要が高い

#### アジア地域の情勢

今井 第39回、第40回に引き続き、

「石炭利用」をめぐる最近の動向として、DME(ジメチルエーテル)のお話をうかがい、議論したいと思います。

大野 本日は、DMEに関して、アジア地域のエネルギー・環境情勢、DMEの性質・用途、製造技術や経済性、実用化の展望を中心にお話させていただきます。

アジア地域のエネルギー資源状況を見ると、石油や天然ガスの比率はそれぞれ5%、7%と非常に少なく、石炭は三三%あるものの、その半分近くが低品位炭です。ところが需要面をみると、この地域は人口が多く、経済成長率も一時の危機を脱して高くなってきており、発電用燃料、輸送用燃料ともに増えていくのは必至です。

エネルギー需要増加に伴って問題となってくるのは環境問題です。たとえば中国の場合、エネルギー源の中心は石炭と石油です。石炭は発電用での利用率が高く、粒子状物質やSOX、NOX、酸性雨問題、灰の捨て場所など環境汚染が深刻になるとされます。石油製品ではガソリンや軽油といった輸送用燃料の需要が見込まれます。

今後、中国、インド、アセアンで軽油需要の増加、環境問題への対応が求められるようになれば、ディーゼル用のクリーン燃料としてのDMEの需要が出てくるでしょう。

LPGはカロリー当たりのCIF価格が一番高いのですが、今後、中国やインドでの需要が大きくなっていくと見込まれています。九五年にアジア地域で二〇〇〇万トンの輸入が、二〇一〇年には三〇〇〇万トン以上をアジア地域外から輸入しなければならないと

もいわれています。供給が中東に偏っており、価格が高騰することも懸念されるので、石炭や天然ガスから製造することができて、資源的制約の低いDMEは、民生用のLPG代替燃料としての需要も出てくると思っています。われわれは、アジア地域でのDMEの潜在的市場は大きいと認識しています。

### 優れた特性を持つDME

DMEは無色の液体です。沸点がマイナス二五℃で、常温では気体で、六気圧で液化します。プロパンの場合には沸点がマイナス四二℃、液化に九気圧必要ですから、プロパンよりは液化しやすいものです。

メタノールに比べてカロリーが高く、すすも出ませんのでディーゼルエンジンの燃料として使うことができます。





▲大野陽太郎 氏

爆発の下限はLPGより高いので、よ  
り多く漏れても爆発しにくいといえま  
す。

大気中に放出されると、数十時間で  
分解してしまうので、温室効果やオゾ  
ン層破壊の問題はありません。健康に  
対する悪影響はなく、化学的に安定し  
ているので、現在スプレー用の噴射剤  
として日本で約一万吨、世界で一五  
万吨ぐらい使われています。かつて  
はフロンが使われていましたが、オゾ  
ン層破壊問題から使用できなくなり、  
現状では九割がLPG、一割がDME  
となっています。基本的に化粧品やへ  
アスプレーなど屋内で使う場合が多い  
ために、七〇年代から八〇年代にかけ  
てとくに健康影響や安全性についてか  
なり精緻に調査が行われました。

麻酔性はLPGやフロンよりも低く、  
ほとんどないといってよいでしょう。  
また、毒性もありません。たとえば、  
室内でスプレーを使い、その空気を吸  
った場合に、エーテルは血液に溶けて  
体内にわずかですがDMEが入ること  
になるわけですが、屋外に出て新鮮な  
空気を吸えば、急速に濃度は低下しま  
す。メタノールとの大きな違いは、生  
体内で代謝されないということ、こ  
れは生き物の生物学的反応系に入らな  
いということです。つまり生体で代謝  
してホルムアルデヒドなどができて、  
いろいろな毒性が出てくるということ  
がないわけです。

燃料としての性質をみると、キログ  
ラム当たりのカロリーは六九〇〇kc  
alで、プロパン、ブタン、メタン  
(いずれも一〇〇〇〇kcal以上)  
に比べると低いのですが、メタノール  
(四八〇〇kcal)よりは高くなっ  
ています。体積当たりのカロリーは軽  
油と比較して六割ぐらいです。したが  
って、自動車に燃料として積む場合に  
は、同じ熱効率と考えると燃料タンク  
に一・八倍の容量が必要になります。  
しかしCNG(圧縮天然ガス)は五倍  
必要なので、比較的小さめといえる  
と思います。

## 幅広い用途のあるDME

合成燃料研究は、石油危機後に石油  
価格が高騰した際に輸送用液体燃料を  
いかに確保するかを目的に始まりまし  
た。DMEもその中の一つです。ただ  
しDMEには輸送用だけでなく民生用、  
発電用と幅広い用途があります。また  
メタノールと同様に非常に楽な条件で  
リフォーミングされ、水素を取り出す  
ことが可能です。そういう意味では将  
来的には燃料電池自動車の燃料になる  
という可能性を持っています。

### ●ガス燃料

民生用のガス燃料としてみた場合、  
DMEはメタンに近いものです。ガス  
燃料は、燃料の持つ発熱量と燃料の流

れやすさを示すウォッペ指数と最大燃  
焼速度を示すMCPの二つの指数で整  
理されますが、DMEとメタンはほと  
んど同じ値を示しています。実際ガス  
コンロで燃やしてみると、プロパン用  
のガスコンロでは炎が非常に小さくな  
りますが、一三Aの都市ガス用のコン  
ロではしっかりと炎が出ます。すなわ  
ち、DMEはハンドリングはLPGと  
同じで、機器は都市ガス用が使えます。

### ●自動車燃料

日本鋼管では、ディーゼル車の燃料  
としてエンジンテストや走行テストを  
行いました。走行テストは、日本鋼管  
が世界で初めて行いました。

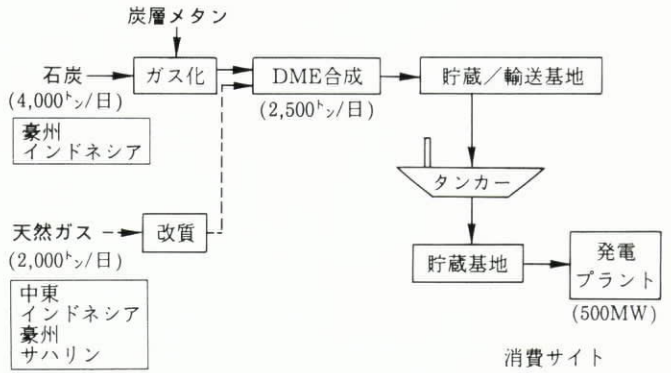
ディーゼルエンジンは空気だけをピ  
ストンで圧縮したところに軽油を噴霧  
する構造になっています。燃えを良く  
するためには、燃料に高い圧力をかけ  
て非常に細かい霧にしてシリンダーに  
噴霧します。DMEで問題になったの  
は、軽油に比べてさらさらしているの  
で圧力を上げようとすると、ピストン  
の間から漏れてしまう点でしたが、  
さまざま工夫により漏れないように  
しました。

DMEはディーゼル特有の黒い煙  
(すす)が全く出ません。軽油の場合  
には液体燃料を霧のように噴霧します  
ので、燃焼スピードに限界があります。  
一方DMEは噴霧するとすぐに気体にな  
るので非常によく燃えます。

図2 DME関連の合成式

Reaction
(a) $2CO + 4H_2 \rightarrow 2CH_3OH$
(b) $2CH_3OH \rightarrow CH_3OCH_3 + H_2O$
(c) $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$
(d) $2CO + 4H_2 \rightarrow CH_3OCH_3 + H_2O$
(e) $3CO + 3H_2 \rightarrow CH_3OCH_3 + CO_2$

図1 DME発電トータルシステム



NOxも、軽油の場合には減らそうとするが、軽油の場合には減らそうとするとさすがたくさん出ますし、すずを減らそうとするとNOxがたくさん出てしまいます。DMEの場合にはすずは全く出ないので、排ガス循環の比率を上げることによってNOxは下がります。

●DME車の研究動向

直接合成のDMEによるディーゼルエンジンテストはわれわれが最初ですが、現在、NEDOのプロジェクトで高効率ハイブリッド自動車の一テーマとして日野自動車DMEエンジンを開発中です。二〇〇三年頃には車載走行する計画があります。

また、運輸省交通安全公害研究所のプロジェクトのなかで、DME自動車の性能確認事業として、いすゞ自動車と日産ディーゼルがそれぞれエンジン開発をしており、二〇〇一年には走行テストを予定しています。

欧米でも同様の研究は行われています。そもそもDMEをエンジンに使うという事は、九五年のアメリカ自動車会議(SAE)でトプソとデンマーク工科大学が発表したのが最初のデータです。アメリカではアモコやナビスター、AVL、ヨーロッパではボルボなどが試験をしています。

国際エネルギー機関のAMF (Alternative Motor Fuel) ではDMEについての燃料規格などの検討が

行われています。

ボルボのバスはすでに公道走行をしています。その排気ガス特性はEuro 4 (二〇〇五年に欧州で導入が予定されている自動車排出ガス規制)で定められたCOとハイドロカーボン、NOx、PMの規制をすべてクリアしているという結果が出されています。

●発電用燃料

発電用を使う場合は、たとえば、豪州あるいはインドネシア等で石炭をガス化してDMEを合成する、あるいは、中東、インドネシア、豪州、サハリンの天然ガスを改質して、COと水素にしてDMEを合成して、LPGタンカーで運んでくるといった方法が考えられます。

規模的に見合う生産量は一日二五〇〇トン、年間で八五万トン程度です。これは発電出力にして五〇万kW、必要な原料は石炭なら、四〇〇〇トン/日、天然ガスの場合二〇〇〇トン/日になります。

DMEを車の燃料として消費する場合、一台当たり一〇〇トン程度なので、一〇〇〇〇トンの消費には一〇〇〇台必要という計算になります。したがって発電に使われる場合のスケールメリットは非常に大きいといえます。

日本は一般炭を四〇〇〇万トン輸入していますが、ばら積み貨物船で持ってきて、発電所に山積みしています。

石炭が周りに飛ばないようにネットで囲っていますが、もし海外でDMEにして持ってくるようになれば、受け入れ基地はLPG受け入れ基地並みに非常に安い基地ですむという利点もあり経済性の点で優れているといえます(図1)。

メタノール脱水から直接合成へ

現在、DMEは主にスプレー用として年間一万吨製造されていますが、化学品としては非常にマイナーで、価格も一キログラム二〇〇円、一トン二〇万円です。製造法は、主に天然ガスからの水素とCOを原料にメタノールをつくり、それを脱水するというように、何段階かのプロセスを経て作られています。

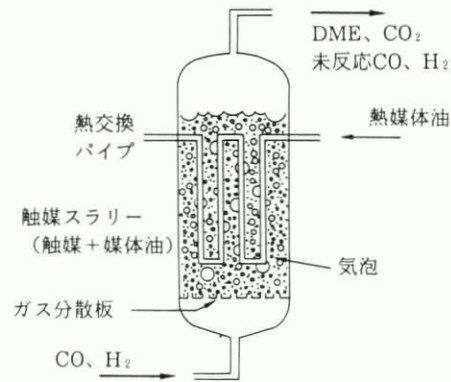
燃料用のDMEを作るには、価格を今の十分の一におさなければとても見合わないので新しい合成法として直接合成を考えました。

技術的には図2に示すような方法です。CO二個と水素四個でメタノール(2CH<sub>3</sub>OH)が二個できます(a式)。二個のメタノールから水がとれるとDME(CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>)ができます(b式)。この反応が一緒に起きれば、COと水素からDMEと水ができます(c式)。さらにCOと水があります(d式)。さらにCOと水がありますと、COが水素に転化する反応が同時に起きる、いわゆるシフト反応

表1 DME直接合成開発プロジェクトの比較

開発者	NKK	Air products&Chemicals	Haldor Topsoe
対象原料ガス 原料ガス組成(H <sub>2</sub> /CO) 反応器タイプ	石炭ガス、天然ガス 1 スラリー床反応器	石炭ガス 0.7 スラリー床反応器	天然ガス 2 固定床反応器
反応条件 温度(℃) 圧力(気圧) 反応式	250-280 30-70 反応式(e)	250-280 50-100 反応式(d)	210-290 70-80 反応式(d)
ワンパス反応率(%) 最終製品	55-60 DME:99%	33 DME+メタノール (DME:30-80%)	18 DME+メタノール (DME:60-70%)
開発状況	1989~:1kg/d <sup>レ</sup> カ 1995~:50kg/d小型 <sup>レ</sup> フ 1997~:5t/d大型 <sup>レ</sup> フ	1986~:1 <sup>レ</sup> カ 1991:4t/d <sup>レ</sup> フ	1993~:50kg/d <sup>レ</sup> フ

図3 DME合成スラリー床反応器概念図



- ・ 反応器内温度制御が容易
- ・ 運転中に触媒の連続装入、拔出が可能

が起きる可能性があります (c式)。この三つの反応が同時に起きるとDMEとCO<sub>2</sub>ができます (e式)。どちらでもDMEができることには変わりありませんが、付随してできるものが水かCO<sub>2</sub>の違いがあります。また、反応前のCOと水素の比率が違います。この違いは水素とCOがどれだけ製品になるかという転化率に影響してきます。転化率は触媒の種類、反応のさせ方でも違ってきます。

私も最初はスラリー床反応器 (図3) を使っています。一種の油の中に触媒が粉で混ざっているココアみたいな状況です。下からCOや水素がガスとしてあぶくになって上がっていく間に、ガスが油のなかに溶けて反応して製品が出てくるというプロセスです。この反応器の条件は、圧力が約五〇気圧、温度が二六〇℃ぐらいです。

通常のメタノールプラントは筒の中に葉の錠剤のような触媒が沢山詰まっています、そこをガスが流れて反応する固定床タイプです。これは熱をうまくとるのが難しく、スケールアップが非常に難しいといわれています。

石炭からDMEを作る場合には、酸素、スチーム等を使って、石炭を高温ガス化します。できるガスの水素とCOの比率は〇・七と一なので、そのあと、スチームを一部に転化して水素とCOを一对一に合わせて、脱硫し、炭酸ガスを抜くというプロセスになります。

現在、DMEの直接合成については世界で大きく三つのプロジェクトが行われています。

日本では私もNKKを中心としたグループですが、アメリカはAir products&Chemicalsという酸素などの工業ガスの会社、ヨーロッパではHaldor Topsoeというデンマークの触媒会社が触媒の開発をして、エンジンアリングはイタリアの会社が行っています。(表1)

三者の大きな違いは、反応器のタイプとCOと水素の反応式です。私どもはスラリー床の反応器を使い、反応式は一对一 (図2 (e)式) で、反応率が五〇%以上になりました。Air productsは三〇%、Topsoeは二〇%ぐらいです。Air productsとTopsoeはDMEとメタノールの混合物です。

いま、BPPが非常にDMEに関心を示していて、Topsoeの技術を使って、カタールで五〇〇〇トン/日のDMEプラントを作り、そのDMEをインドに持っていきましてIPPに使うというプロジェクトを検討しているようです。

順調に進む日本のプロジェクト

DME技術開発については、通産省石炭課から資金を得て、(財)石炭利用総合センター、太平洋炭礦、住友金

属、日本鋼管の四者共同研究で、九七年から二〇〇一年までの五年間のプロジェクトを行っています。

北海道の釧路の太平洋炭礦という炭鉱に、五トン/日のプラントが九九年夏に完成して、その年の秋から試験を開始しています。炭鉱では、石炭を掘る前に安全のためと都市ガス燃料として使うために、炭層にパイプを打ち込んで、炭層メタンを吸引します。当初はそれを材料にする予定だったので、残念ながら濃度が高くない、一般的な石炭をガス化したガスや天然ガスを回収したガスとかなりかけ離れてしまったために、試験目的のための原料としてプロパンも併用しています。

九九年八月に竣工し九月には三週間ほど合成ガス、水素、COの製造試験を行いました。続いて合成反応の試験を行い、二〇〇〇年度に入ってから六、七月に三週間、秋に二カ月の連続試験を始めました。結果の方は驚くほど順調に立ち上がっています。一日五〇キログラムの小型の実験装置での試験結果をベースに五トン/日のプラントをつくったわけですが、一〇〇倍のスケールアップをして、ほとんど同じ成績を得ています。

上限価格は二・五円/Mcal

DMEは技術的にはある程度めどがついたといえます。いずれにしてもC

が起きる可能性があります (c式)。この三つの反応が同時に起きるとDMEとCO<sub>2</sub>ができます (e式)。どちらでもDMEができることには変わりありませんが、付随してできるものが水かCO<sub>2</sub>の違いがあります。また、反応前のCOと水素の比率が違います。この違いは水素とCOがどれだけ製品になるかという転化率に影響してきます。転化率は触媒の種類、反応のさせ方でも違ってきます。

私も最初はスラリー床反応器 (図3) を使っています。一種の油の中に触媒が粉で混ざっているココアみたいな状況です。下からCOや水素がガスとしてあぶくになって上がっていく間に、ガスが油のなかに溶けて反応して製品が出てくるというプロセスです。この反応器の条件は、圧力が約五〇気圧、温度が二六〇℃ぐらいです。

通常のメタノールプラントは筒の中に葉の錠剤のような触媒が沢山詰まっています、そこをガスが流れて反応する固定床タイプです。これは熱をうまくとるのが難しく、スケールアップが非常に難しいといわれています。

石炭からDMEを作る場合には、酸素、スチーム等を使って、石炭を高温ガス化します。できるガスの水素とCOの比率は〇・七と一なので、そのあと、スチームを一部に転化して水素とCOを一对一に合わせて、脱硫し、炭酸ガスを抜くというプロセスになります。

図4 プラント規模によるDMEのカロリー価格(ガスから製造した場合)

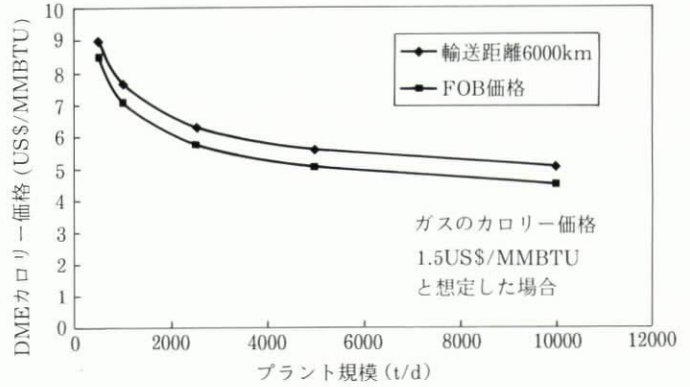
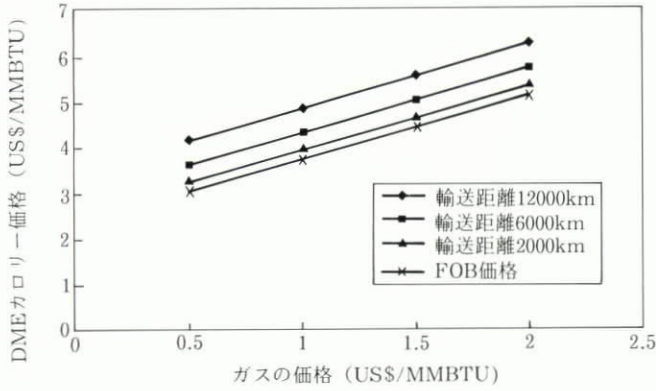


図5 ガスから製造したDMEのカロリー価格



Oと水素から合成するものですから、石炭、炭層メタン、天然ガス、油田随伴ガス、超重質油、石油精製の残渣、あるいはバイオマスなど、いろいろな原料を使える可能性があります。用途としても民生用、輸送用、コージェネレーションなどいろいろあります。

結局DMEが市場に導入されるかどうかというのは、現在使われている燃料に対して、価格で競争できるかどうかということが大きなポイントになります。

発電用でみた場合、石炭火力あるいはLNG火力と発電原価が同等になるためのDME価格は、1 Mcal当たりそれぞれ二・五円と三・一円です。

LNGの入札価格を考えたら一・七円に下げなければなりません。LNGは、受け入れ基地のコストが非常に高いので、資本費、燃料費を考えれば発電原価としてみたときの限界燃料価格はこれくらいになります。LPGに対抗できるには二・七〜三・〇円です。軽油の場合、国内で精製して脱硫した場合にはもう少し安いかもしれません。いずれにしてもこうしてみると、二・五円/Mcal、MMBTUで六ドルが限界だといえそうです。そこで、プラントの規模、原料となる天然ガスや石炭の価格によってDMEの価格がどうなるかを計算してみました。プラント規模については、天然ガスを原料とした場合、最低二〇〇〇トン

／日なければDMEが六ドルを下回るのには難しいようです(図4)。天然ガスを原料にした場合、一〇〇〇〇トン／日のプラントを想定するとガスの価格は一ドルで、輸送距離二二〇〇kmとしてもDMEは五ドルになります(図5)。

次に石炭を原料とした場合、プラントの規模はガスの場合と同様に最低二五〇〇トン／日ぐらいないとDMEが二・五円を下回るのには難しい(図6)。

また、一〇〇〇〇トン／日のプラントを想定した場合には、石炭の価格は山元でMcal〇・二円が妥当なところ(図7)これはドライベースでトンあたり一四〇〇円です。

オーストラリアのビクトリア州の褐炭はMcal〇・一円程度ですから、かなり安くDMEを作ることが期待できそうです。

### DME利用の枠組み構築に期待

考えてもトータルで見れば微粉炭火力よりは少し減ることになります。ですから、海外で製造し国内で利用すれば、国内でのCO<sub>2</sub>の排出は半分になるということです。そういう意味では海外炭を山元でDMEにして、国内で高効率で発電に使うというものは有効であり、燃料自体はいろいろな用途があります。

先般、DMEフォーラムを設立し、DMEという新しい燃料の製造、流通、利用をいろいろな方が協調して考えていこうということになりました。現在は五五社が参加しています。また国際的なDME協会を作ろうという動きもあります。

今後の課題として、製造技術については実証プラントによる技術確立と初期商用化、利用技術については流通・利用技術と関連する機器の製造体制の構築があります。

また、DMEを燃料として使う場合に、各種の法律や規準の整備をする必要があります。現在、高圧ガス保安法の中ではLPGが非常に扱いやすいものになっているのに対し、DMEの性質はプロパン、ブタンと同じなのですが、これまで燃料として考えられたことがなかったのが一般利用が適用され、DMEスタンドをつくらうという場合に非常に大きな土地が必要となるという問題があります。

普及のためには、製造、輸送、利用

図7 石炭から製造したDMEのカロリー価格

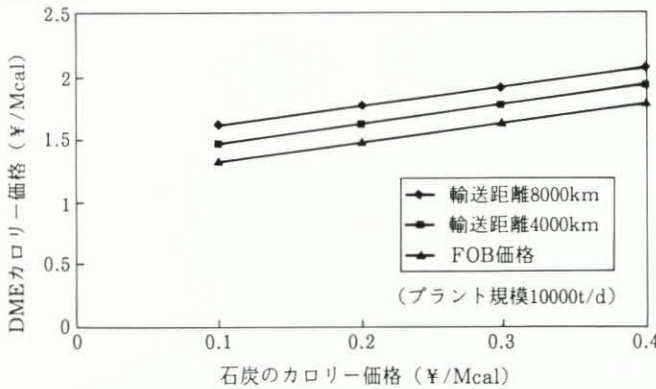
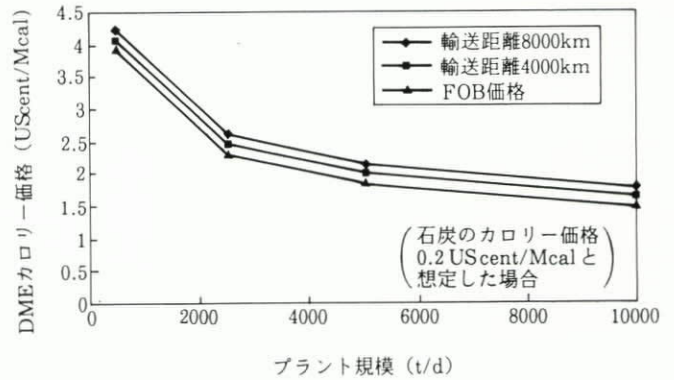


図6 プラント規模によるDMEのカロリー価格(石炭から製造した場合)



竹下 八〇年代から基礎研究を始めたようですが、DMEに注目されたいきっかけは何ですか。

大野 自身は溶鉱炉の研究をしてきたのですが、エネルギー問題にも関心がありました。石油が高い時代であり、鉄鋼業も多角化を模索しなければという中で、溶鉱炉から出るガスの有効利用を考えたのがはじまりです。鉄鋼会社として、鉄の製造と同時にガソリンも製造したらいいのではないかと考えています。

当時すでにモービルがニュージラントで、天然ガスからガソリン合成を

### きっかけはガソリン代替燃料

にわたるDMEチェーンを構築する必要もあります。DMEは従来燃料に対する抗しうる経済性、環境特性を持っているので、アジア地域の低品位炭の利用や炭層メタン、あるいは中小ガス田の活用にも役立ちます。環境寄与度を積極的に評価していけば、エネルギーのセキュリティの問題にも役立つと思われ

ます。

DMEは新しい燃料なので、既存の枠組みの中に参入していくには、さまざまな抵抗を克服していかなければなりません。そういう意味で課題が多いと思いますが、将来的には国のエネルギー政策でどう位置づけられるかということも重要ポイントだと思います。

十市 DMEの最終的な用途をみるとLPGとかなり近いですね。LPG代替ができるだけの経済性があれば、今後相当ポテンシャルがあるのではないかと思います。実際LPGは価格が暴騰して供給に困っています。したがって、LPG代替としてDMEを供給できれば、日本をはじめアジアにとっては大変プラスになるのではないのでしょうか。

大野 そうですね。私もNEED Oの資金で中国の四川省の天然ガスからDMEを作るというFSをやりました。四川省はガスはありますが石油はありません。ガスのパイプラインがすでに走っていますので、それを使ってDMEを作ろうというものです。

行っていました。その方法が天然ガスから水素とCO、水素とCOからメタン、メタンからDME、DMEからガソリンという手順だったので、これをメタンから經由しないで一気に合成できないかということ、基礎研究を八九年にスタートさせました。

基礎研究は非常にうまくいったのですが、あいにく石油の値段が下がってしまい、成果の活用にも苦慮していたところ、中国でLPG代替としてDMEを使う動きがありました。そこで、頭を切り換えて、DMEを製品として販売することを考えるようになっていったのです。

### プラントコストでは

### 石炭より天然ガスが有利

日本では、LPGのバーゲニングパワーとして使えればという期待もあり、火力発電でもローカルに数十万kW規模のものを作ろうというときの燃料の選択肢になり得ると思います。現時点では日本縦貫パイプラインもないわけですから、発電用の用途への期待が持てるのではないかと考えています。

永野 新規参入にはさまざまな抵抗があるとお話でしたが、具体的にはどんなことですか。

大野 一般論としては、もともと儲けている立場からすれば、新規参入者はコンペティターであり、参入によって自社製品が売れなくなる可能性があるため、早くつぶしてしまえということになるわけです。

ただ、発電用燃料の場合には、従来の燃料を売っていた会社でも、新しい燃料を取り扱うことができればいいわけです。私が最初にLP協会の話をしに行ったときは、コンペティターだという扱いでしたが、最近ではLP業界の方々も自分たちのインフラでDMEを扱えるのだから取り込んでしまおうというような態度に変わってきています。理解が進めば状況は変わっていくと思います。

内山 天然ガスや石炭の持っている

エネルギーはDMEになったときにはどのくらいになるのですか。

**大野** 製品として出てくるDMEの熱量にどれだけ転換されるかは、冷ガス効率で表しますが、天然ガスからの場合は七一%、石炭からの場合は六四%です。

**内山** DMEには多くの用途があり、非常に優れた特性も持っているということはよくわかったのですが、冷ガス効率の値をみるとメタノールの製造とほぼ同じという気がします。製造面から見て、メタノールをつくる場合に比べて技術的な課題があるのでしょうか。

**大野** 経済性については諸条件によって変わってくるのですが、単純に技術的な特性だけを比較する場合、反応装置を通るときの反応率が高いか低いかで決まってきます。たとえば天然ガスから作る場合、メタノールもDMEもプロセスフローはほとんど同じです。しかし、反応率が高いという点でDMEが有利です。したがって同規模であればメタノールと比べて、製造プラントのコスト、天然ガス原単位という点でみて一割から二割程度DMEの方が安くなります。

**竹下** コストで見ると、天然ガスから作るよりも石炭から作るほうが安いですね。

**大野** 原料は、カロリー価格からみると石炭のほうが天然ガスよりずっと安いのですが、プラントは石炭から作

るほうが高いのです。大きな違いは炉の値段です。一日に二五〇〇トンのDMEを生産する規模では、石炭ガス化炉で六〇〇億円、天然ガス改質炉で三六〇億円です。

**北村** 将来、どういう業種がDME生産に乗り出す可能性がありますか。

**大野** 国内での販売ルートということでは例えばLP業界、製造・輸入まで考えると石油業界が取り組む可能性があります。電力業界も資本力があるので、新規事業としては有望かもしれません。

**藤目** 天然ガスからつくるGTL (Gas to Liquid)とDMEの違いは何ですか。

**大野** まず用途が違います。GTLは基本的には軽油代替であり、民生用や発電用に使おうということは考えられないと思います。

製造プロセスで見ると、DMEは単品生産ですが、GTLはFT合成(フィッシャー・トロプッシュ合成)という合成方法で作られますが、非常に幅の広い製品ができます。そのおのおのがそれなりに売れる用途がなければ経済性の面で厳しくなります。たとえば、シエルが現在取り組んでいます、非常に品質の良いワックスが高価に売れるということが大きなポイントです。市場がなければ難しいと思います。GTLが注目されている点は製品としてではなく環境対策面からです。

**藤目** つまり、DMEの場合は製品としてマーケットがあるということですね。

**大野** はい。価格の問題はありますが、まず発電用をターゲットとして考えています。またLPG代替も想定しています。アジアには、家庭用燃料のほとんどがLPGという国が多いので、LPGと同様にボンベで運べる便利な燃料として使ってもいいかもしれません。

## 石炭液化より優れたDME

**内山** NEDOの液化プロジェクトも終わり、今度は中国で実験的なことを進めるとい話ですが、石炭を液化する場合と比較して違いはどこにあるのですか。

**大野** 石炭液化の発想は、固体である石炭を液体にすれば車の燃料になるというものです。しかしながら、そのプロセスは、石炭が天然の高分子物質で構造が複雑であるために非常に難しいのです。作られる製品のベンゼン環の割合、窒素含有量、サルファ含有量、軽油のセタン価等々をみると、ディーゼル燃料として使うには多くの課題があります。

発電で利用する場合には石炭を直接液化する必要はありません。微粉炭火力なりIGCCで使えばよいわけです。それに石炭液化は残渣をどうするかと



いうことも大きな問題です。

十市 石炭液化にアメリカが取り組んだのは石油が枯渇するという前提からという話でしたね。

大野 はい。しかし実際はゼロになるわけではなく使い分けの問題だと思っています。

いずれにしても石炭の直接液化は現段階では難しく高価な技術です。しかしある意味で技術自体は確立されているので、それが必要な時代がくれば、活用する可能性はでてくることになるでしょう。

### 長期的視点で高い

#### 石炭利用の可能性

川又 世界の資源の動きを見ていますと、天然ガスにシフトするシェルやエクソンなどが持っていた石炭の権益をどんどん売りに出しています。一方でロスチャイルド系の企業がこれを買って占めています。後者の考えは、いずれ長期的に見て天然ガスが逼迫したときに備えて、DMEを作るための資源を確保しているのでしょうか。

大野 現在、われわれは、オーストラリアのビクトリア州にある膨大な褐炭でDMEを作って輸出するFSを、オーストラリア連邦政府、ビクトリア州政府、日本側は(財)石炭利用総合センターから資金を得てスタートさせています。

長期的にみて、エネルギーのベスト

ミックスという視点から日本は石炭をどう使っていくのかをしっかり考えなくてはならないでしょう。

今日的には目先に儲かるものが優先される世の中になっていますが、長期的な視点で見るときに石炭の重みが出てくる可能性はあると思います。

今井 日本も、短期的に有利になるか、長期的な投資を考えるか、どちらを選択するかで考え方が変わってくるでしょう。

実際にカスピ海に行つて、話を聞いたりパイプラインなどを見ると、つくづくそう思います。砂漠の真ん中でガスや石油を掘つて、それをパイプラインにつないでカスピ海を渡すことを考えると、大変な投資額になります。それをどう評価したらいいのだろうかと考えてしまいます。

どのぐらいの投資で、需要家の手にいくらで届くかということが問題なわけですが、今のお話をうかがっていると、中国が石炭をDMEに転換して使うほうが、タリム盆地の向こうから引っ張ってくるよりは安い値段でできるかもしれません。

抽象的にどれが一番安いかというような議論ではなく、プラントの規模、その建設費用、発電所への輸送距離などから考えないといけないのではないのでしょうか。

大野 そうですね。サイトやマーケットがどこにあるかで流通コストも違

いますから、トータルで経済性がかなり変わってくる感じがします。中国の場合は、四川省の他に山西省、陝西省などでも関心は非常に高いです。内陸部なので、臨海部からLPGを持つてくるのはとても大変です。自分たちのところにある石炭や天然ガスからDMEを作つてはどうかという関心がかかります。

今井 日本は、大きなマーケットがあれば非常に早く反応するので、DMEの可能性が見いだされれば大きな流れになるのではないのでしょうか。

大野 まだ技術開発の段階ですが、実際に流通するようになってきますと、先生がおっしゃるようになります。大きな動きが出てくるのではないかと考えております。

(二〇〇〇年九月二二日)

部会および本誌掲載の研究会メンバー一覧

加藤秀俊部会

テーマ日本の村の将来

- 加藤 秀俊 中部高等学術研究所所長
川喜田二郎 東京工業大学名誉教授
神崎 宣武 宇佐八幡神社宮司
佐々木高明 国立民族学博物館名誉教授
須藤 護 龍谷大学教授
高橋潤二郎 慶應義塾大学教授
舛田 忠雄 山形大学教授
宮本 千晴 マングローブ植林行動計画スタッフ

木田宏部会

テーマ日本の教育を考える

- 木田 宏 東亜大学学園顧問
天野 郁夫 国立学校財務センター教授
木村 治美 共立女子大学教授
齋藤 諄 常葉学園大学学長
下山 晴彦 東京工業大学助教授
牟田 博光 東京工業大学教育学部開発センター長
山岸 駿介 多摩大学教授
永野 芳宣 助政策科学研究所所長

加藤芳郎部会

テーマ日本のサイバイバル

- 加藤 芳郎 漫画家
青空うれし テレビタレント
青空はるお テレビタレント
天地 総子 俳優 歌手
大山のぶ代 俳優
大和田 猿 俳優
岡江久美子 俳優
加治 章 NHKアナウンサー

小松左京部会

テーマ大正文化研究

- 小松 左京 作家
河合 秀和 学習院大学教授
中村 隆英 東洋英和女学院大学教授
向坊隆部会
テーマ科学技術をめぐる
新たな視点

大石泰彦部会

テーマ21世紀の日本を考える

- 大石 泰彦 東京大学名誉教授
生田 豊朗 助日本エネルギー経済研究所顧問
梶 秀樹 慶應義塾大学教授
金本 良嗣 東京大学教授
加納 貞彦 エンジニア

科学技術と人間、社会、文化をめぐる懇談会

岸田純之助 助日本総合研究所名誉会長
川崎 雅弘 科学技術振興事業団理事長
清水 洋一 毎日新聞客員編集委員
竹内 敬人 神奈川大学教授
武部 俊一 朝日新聞編集局顧問
鳥井 弘之 日本経済新聞論説委員
中川 学 拓殖大学教授
中村 桂子 JT生命誌研究館副館長
中村 政雄 助電力中央研究所研究顧問
佐竹 誠 東京電力(株)企画部長
村上陽一郎 国際基督教大学教授
薬師寺泰蔵 慶應義塾常任理事
山田 圭一 筑波大学名誉教授

- 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

- 森 英夫 三菱電機(株)社友
山田 圭一 筑波大学名誉教授
山内 繁 国立身障者リハビリセンター研究部長
米田 幸夫 東京大学名誉教授
読谷山 昭 助野口研究所理事長
大熊 和彦 助政策科学研究所主席

- 北村 行孝 読売新聞論説委員
坂田 東一 科学技術庁長官官房総務課長
下山 俊次 日本原子力発電(株)最高顧問
竹下 寿英 麻布大学教授
武部 俊一 朝日新聞編集局顧問
十市 勉 助日本エネルギー経済研究所常務理事
藤目 和哉 助日本エネルギー経済研究所常務理事
伊東慶四郎 助政策科学研究所主席

「グローバル・システムと文明」研究会

茅 陽一 助地球環境産業技術研究機構副理事長/研究部長

大橋 忠彦 東京ガス(株)首席エグゼクティブスペシャリスト

小島 順彦 三菱商事(株)常務取締役

小宮山 宏 東京大学教授

近藤 駿介 東京大学教授

佐々木 元 日本電気(株)代表取締役会長

佐和 隆光 京都大学経済研究所教授

友野 勝也 東京電力(株)フェロー

橋本 重彦 住友金属工業(株)代表取締役副社長

横堀 恵一 アジア太平洋エネルギー研究センター所長

和久本芳彦 国際交流基金日米センター所長

和気 洋子 慶應義塾大学教授

渡邊 浩之 トヨタ自動車(株)常務取締役

永野 芳宣 助政策科学研究所所長

内田 忠夫 (故人)

加藤 秀俊 中部高等学術研究所所長

加藤 芳郎 漫画家

茅 誠司 (故人)

小松 左京 (故人)

東畑 精一 (故人)

中山伊知郎 (故人)

松本 重治 (故人)

向坊 隆 助政策科学研究所理事長

今井隆吉部会

テーマ21世紀のエネルギーを考える

- 今井 隆吉 原子力委員会参与
内山 洋司 筑波大学教授
川又 民夫 日本COM(株)社長

- 横山 裕道 毎日新聞論説委員
吉川 弘之 放送大学学長
吉田 夏彦 東京工業大学名誉教授

- 伴 保隆 富士通(株)ストレージプロダクト事業本部技師長
平澤 冷 政策研究大学院大学教授
増川 重彦 西武文理大学教授





阿寒湖：空撮／山田圭一

■21世紀フォーラム 第76号

発行：2001年1月1日

発行所：(財)政策科学研究所

東京都千代田区永田町2-4-8

東芝EMI永田町ビル5階 〒100-0014

tel 03-3581-2141 fax 03-3581-2143

E-mail [forum@ips.or.jp](mailto:forum@ips.or.jp)

URL <http://www.ips.or.jp>

編集：小浜政子，藤澤姿能子，高取明香

印刷：(株)ニッポンパブリシティ

