

科学の  
峰々

98

取材日：2018年10月18日  
東京科学機器協会会議室東北大学教授 公益社団法人 化学工学会 会長  
あじり ただふみ

阿尻 雅文 先生に聞く

「超臨界工学」と  
「化学工学のプロセスの視点」が  
モノづくり革新の実用化を進める 下聞き手：南 明則 日本科学機器協会 広報副委員長  
西岡 光利 〃 広報委員  
外嶋 友哉 〃 広報委員  
梅垣 喜通 〃 編集長  
岡田 康弘 〃 事務局長

(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

## 阿尻 雅文 先生のプロフィール



昭和61年 東京大学大学院工学系研究科  
化学エネルギー工学専門課程 博士過程修了(工学博士)

昭和61～62年 日本学術振興会 特別研究員(東京大学工学部)

昭和62年 東京大学工学部 化学工学科 助手

平成元年 東北大学工学部 生物化学工学科 助手  
(平成3年 共同学術研究 研究員 カナダWaterloo大学)

平成 3年 同大学 助教授  
(平成8年 米国ハワイ大学およびDelaware大学へ留学)

平成14年 同大学 多元物質科学研究所 教授

平成19年 同大学 WPI原子分子材料科学高等研究機構 教授

平成26年 日本学術会議 第23期・24期 会員

平成29年 同大学 材料科学高等研究所(改組)教授

## 〈他加入団体〉

化学工学会(会長)、AIChE、日本化学会、  
粉体工学会、ISHA(会長)、ISASF(副会長)、  
ICChemE fellow、日本学術会議会員、  
日本工学アカデミー会員、  
ヨーロッパ工学アカデミー会員



—先生が研究を進める「超臨界」は、既にさまざまな分野で実用化されています。世界をリードする革新的な分野が日本にあることを広く知っていただきたいですね。

阿尻 そうですね。超臨界で新しいモノづくりが可能になり、それによってさまざまな課題を解決することが出来ます。

例えば、宇宙開発事業でも超臨界を使って出来る材料があります。それは熱伝導をコントロールすることに役立ちます。熱は基本的に赤外線だと考えてください。温かくなる赤外線ヒーターなどがありますが、宇宙空間において透明な素材で向こう側が見えるようにし、内部の温度を上がらないようにしたい。つまり熱を反射させたいというニーズに、赤外線を反射するフィルムがあれば熱除去に役立ちます。そうしたフィルムが超臨界の技術で出来ます。

熱除去という面では、ソーラーパネルも同じことです。光は欲しいけど熱は欲しくない、そういった分野での材料に役立てられます。

こうした材料分野のことでは、日経産業新聞が「技術トレンドインパクトのある研究」を例年ランキング形式で発表しているのですが、2009年のトップ10の中に我々の超臨界の研究がランクされました。その他にランクインしたものはIPSやバイオ関連で、材料分野では超臨界研究が1位でした。

これからも超臨界の技術や化学工学の重要性を更に発信していきたいと考えています。

## 国連が掲げるSDGs (持続可能な開発目標)と 化学工学の関わり

—お話を聞くと、超臨界の研究成果をプロセスに組み込んだ化学工学が、地球規模で社会や環境に貢献していくと感じます。

阿尻 その方向性はこれから非常に大切であると思います。化学工学のそもそもの起こりは、産業と距離が近い実学的なものであるということをお話しましたが、最近また社会と科学の距離が近づく動きがあります。

その象徴的な動きが2015年の国連サミットで採択されたSDGs (Sustainable Development Goals=持続可能な開発目標)です。これは持続可能な世界を実現するための17のゴール・169のターゲットから構成され、地球上の誰一人として取り残さないことを誓った2030年迄の国際目標です。

17のゴールには貧困、環境、ジェンダー、格差など、あらゆる問題の解決が志向され、日本でも政府はじめ自治体、企業がここに向けて既に動きを加速しています。

これはどういうことかと言うと、市場を介さずに、企業や産業界が直接社会貢献を行うための活動をするということなのです。具体例をひとつあげると、自動車産業は車を生産するために活動をするのではなく、トータルゼロエミッション(汚染物廃棄物排出ゼロ研究構想)の社会を作ることを目標に企業活動を行う、といったことです。



SDGsが掲げる17の持続可能な開発目標

つまり、産業界と社会の距離がまたぐっと近くなり、世界が連携して近くなろうとしています。更にサイエンスも積極的に寄与して社会との距離を縮める動きが出ています。

—科学を含めた産業界と社会との距離が遠かった訳でしょうか？

阿尻 そもそも近いものだったのに、遠くなっていったと感じます。

化学工学の創成時は「必要なものを作りたい」という社会ニーズと、そのために解決しなければいけない課題があって、それに対し化学、機械、土木、建築その他あらゆるサイエンスと技術を導入して社会と非常に近い場所で産業と学問が一緒になり、課題解決に取り組んでいたと言えます。つまり化学工学も含め、あらゆる研究や技術が同時並行して全員の力で解決していたわけです。そういう意味で、社会と科学全体の距離が非常に近かったと思います。

ところが段々市場が展開してくると「ニーズがあるもの」の作り方は、既に分かっているので似たものが出来上がって来て、いかに効率的に作るかの競争になります。そして効率化を求めると分業化が進行しました。

## 産学官との連携

例えば、昔は「靴職人」という人がいたけども、靴を作るための「裁断担当」だけを行う人が生まれました。それは産業だけでなく科学の学問の面でも分業、つまり役割分担が進んでいきました。こうした中で学術が細分化していったような気がします。

さらにこの流れがエスカレートしていくうちに、個々の産業、個々の学術分野ともに社会のニーズが見えにくくなり、また、ごく近いはずだった“隣の分野”も何をやっているのか分からない状況が珍しいことではなくなったのです。

市場経済が重要なことはもちろんです。しかしながら、時に、市場に貢献する産業やその産業を生み出したサイエンスが、本当に社会にとって良いものなのか疑問を抱く事例も生まれました。市場を優先するあまり、環境や文化を破壊してしまうようなことにもつながりしています。“サイエンスと社会の距離は離れ、また産業は市場には近寄ったけれど社会からは遠くなる”といったことが起こったとも言えるのです。

—そのような体験を経て、SDGsが掲げられている今、そしてこれから、化学工学が担うべき役割をどのようにお考えでしょうか。

**阿尻** 社会にどう貢献していくか、社会作りはどう参画していくか、社会との距離を今まで以上に近づけて「社会化学としての化学工学」を位置づけていくことが求められるように思います。ある技術は社会に

どんなインパクトを与えるのかということも含め、SDGsのためのケミストリーであり、社会の課題解決のためにプロセスの視点で新技術を作っていくことは重要に思います。

—化学工学がプラントに適用してきた方法論を地域のエネルギーサイクルに活用するなど、今後担うべき役割は多々ありそうですね。

**阿尻** 化学工学会の会長になってから日本全国の現場を知ろうと見回っています。例えば北海道の温泉地では、温泉の熱から発電出来ないかという試みが、まさにプラントの設計技術を使って社会作りが試みられていました。細かいところでは、温泉の温度や湯量との関係、さらには発電に使いすぎると今まで足湯として使っていたお湯が不足してしまう等、技術の評価もできますし、また社会設計ができるのです。社会に直接貢献出来る面を化学工学は非常に多く持っていると感じています。

**社会の変化の中で、変わり、成長すべき化学工学の姿とは**

—化学工学の今後を担う人材育成の面はいかがでしょうか。

**阿尻** 実は、人材を育てる環境は必ずしも十分ではない現状だと言わざるをえません。どの学科も化学工学を教える講座数が少なくなり縮小傾向なのです。特に地方大学はそれが顕著で、一人の先生が化学工学というよりも化学

にまつわることを教えているということが珍しくなく、手を打ちたくても国の予算が減り人員の補充が出来ない、という苦しい状況にあります。

また学生の興味ですが、今の時代は「プロセスとして解決する方法論」が見え難くなっていて、化学工学から少しずつ離れていってしまう状況が起こっている、とも言えるかもしれません。例えば、実験室のピーカーレベルで成果が出たとして、製品化する前に本当はプロセスとして最適化をするべきなのですが、その検討なしに市場に出してしまうことが多いのです。そもそもピーカーのレベルの段階から化学工学の視点が入っていれば、スムーズに生産に移行出来るのですが、それがなされていないジレンマがあります。

「化学工学の生かし方」は、これからも本当に多くの分野で有用になるものなので、私自身もそういったことをまとめて伝えたいと思っています。「考え方」、「アプローチ」だけであれば数回分講義をすることで、伝えられるわけですから、少人数の地方大学でも教育に使ってほしいと考えています。ですから、それを整理したいと思っています。

何より化学工学の分野が輩出する人材を産業のフロントで欲しています。そういう意味では学生の教育、また社会人教育も非常に重要だと考えています。

そうした中で化学工学は社会の変化と共にある学問分野ですので、今日ではAIやIoTの生かし方を視野にいれる必要があります。

## 産学官との連携



化学工学会で講演される阿尻会長

—AIやIoTによって変わっていくことは誰もが感じていますが、どう活かすか？という点では、迷っている人が多いと思います。

**阿尻** AI、IoT、ロボティクスといった情報科学は、私たちが感じている以上に速いスピードで社会に浸透していて非常に身近になっています。ヨドバシカメラなどに行くと、数万円でAIに使うチップが販売されていて、中学生や高校生でも簡単に使えるわけです。それを使えばデータアナリシスが家庭にあるパソコンで出来てしまう、そんな時代です。

そうすると“化学”の分野が劇的に変わると思います。例えば合成化学で複雑な構造を作るにはどうしたらいいかということ、今までの論文をAIに読み込ませることで一番いいルートを教えてもらえる、もっと大きなフィールドの化学産業でもインプットに対して求めるアウトプットを決めれば、一番いいオペレーションをAIが教えてくれるということになります。

これは、意味はわからないけどAIが教えてくれるので結果が得られるということなのです。こうすると今までの合成化学の教科書などはどうなるんだろう、と考えさせられます。化学工学もしかりです。

こうして化学も化学産業も大きく変わろうとする中で、私は日本学術会議「情報科学との融合による新化学創成」小委員会の委員長も務めさせていただいていますが、化学工学を含め広い視点で見る必要性を感じています。

それは決してネガティブなものではなく、ポジティブな可能性が広がるということでもあります。例えば、今まで有機合成を専門に行っていた企業などが化学工学も出来るようになる、またその逆もしかり。それを先ほど申し上げたように社会貢献に非常に近い形で行くことも可能です。

また技術面だけでなく労働環境もより良く変えられます。今、化学プラントや大きな機械を扱う工場で女性が働く姿は増えてきたといってもまだまだ想像し難いものでした。しかしAIが入ってきて、ボタンひとつでオペレーションが出来るとなると、平均的に筋力の弱い女性でも働けますし、それだけでなく体力が弱い高齢の方も働けます。もっと身近なところで言うとAIのサポートで経験が少ない方や海外の人も労働力として寄与出来る範囲が広がります。さらに発展してロボットスーツなどを活用出来ると体に障がいのある方も働けるようになるわけです。これこそ、「働き方改革」であって、SDGsにもつながる大切な視点です。

そうしたことまで俯瞰的に見ながら、これからの化学、化学工学、人材育成のための教育ということを考える必要があるわけです。

化学工学会でも教育、AIとIoT、

社会との接点、これらはSDGsの中心課題に掲げています。

**競争原理からの脱却が日本の科学教育に必要**

—日本の科学界全体の人材育成をどのようにお考えでしょうか。

**阿尻** ある時から文部科学省が、大学での研究支援に競争原理を導入し始めましたが、これが好ましい結果にはなっていないと思います。

競争原理というのは、すごく乱暴な言い方ですが“地方よりも旧帝大をはじめ有名な大学を”ということに始まり、次の段階で“有名な先生へ”、そのうち有名な先生も分かり難くなってしまって“たくさん論文を書いて有名になった先生のところへ”、というベクトルで評価をして研究費の援助をするようになりました。

その結果、世界的な評価が落ちていってしまったのです。それはなぜかという、競争領域で成果を出される数名の先生では日本全体の研究の質を支えられないのです。研究費が回らないかもしれないが、多様な発想を出す多くの先生方の下支えがなくなってしまうと、こういう結果につながります。

そして、この競争原理を進めて世界の中で勝負できるかという、例えば中国などは投資の桁が違う現実があり、競争のフィールドではとても太刀打ち出来ないと言わざるを得ません。日本で重点化大学などを指定していますが、中国

## 産学官との連携

で同じような大学に投じるお金は桁が違いますし、その大学数も研究者数も2桁に達するほど膨大なのです。

だから違うアプローチが必要で、それは何かと言ったら新規な発想の基礎研究、そして、新たな領域開拓の志をもった人の育成です。ノーベル賞を日本人の科学者が受賞するたびに基礎研究の必要性が叫ばれるものの、残念ながらしばらくすると立ち消えになってしまう状況が毎回のようには繰り返されています。

そして競争からの脱却こそ必要だと思うのは、現代の情報化社会ではデータの取り合いであり、誰もが同じように情報を扱えるわけです。つまり競争の中にも、すぐに皆が同じようなものを作り、やがては競争も何もなくなってしまうこととなります。さらに言うに競争のフィールドではAIが従来の延長線上にあるものは全部予測してしまいます。これからは、AIが導き出せないような発想を我々から出していかないとはいけません。

では何で勝負出来るのかというと、オンリーワンをどれくらいいくつ作り出せるのか、すなわち新規発想の基礎研究であり、新技術であり、それを行える志を持った人材こそが大切になるのです。

—日本の未来を左右することであり、国にも熟慮してほしい問題だと感じます。中学生や高校生の理科教育についてはどのようにお考えでしょうか。

**阿尻** 理科教育と言いますが、そもそも理系と文系に分けることが日本だけのことで、海外ではそういう考えはありません。

日本は明治時代に西洋に追いつけ追い越せということから、産業に直結した学部を半ば無理やりに作って、その便宜的な考えから理系と文系に分けるということを行ったわけで昔の発想が今も残っているということです。

しかし、これから必要になってくるのは色々な新しい発想が分野融合していくことです。

社会との距離が近くなっていると言いましたが、豊かな社会は利便性だけでなく、文化の面も考慮出来なくてははいけません。便利な技術が入ってくることで地域の祭りがなくなる、といったことでは困るわけですね。そこまで考えるには人文系の知識や視点が当然必要です。

戻りますが、国連と全世界が目指すSDGsの評価はそういうことだと思います。

そして今、中学や高校で学ぶ皆さんには「不思議だなあ、なぜなのかな?」という考えを持つことがまずスタートだと思います。勉強することではなく、単純にそう思うことを持って欲しい。学校の教科書の存在すら「この教科書って何?なぜあるの?」と思うくらいであって欲しいと思います。

—阿尻先生の子供の頃を教えてください。どんなことに興味があり、そしてどんなきっかけで科学に興味を持ったのでしょうか。

**阿尻** 小学生の頃から「不思議だなあ」「もっとこんなこと出来ないのかな」ということをよく考えていました。それは、色々な偉人の伝記を読むのが大好きだったことから、そう思うようになったのかもしれませんが。

読んだ伝記は、ニュートンやインシュタインやガリレオといった学者、本田宗一郎のような技術者など、さまざまでした。そういう中で、新しいものを作って世の中に貢献ができないかな、と感じました。小学校の作文では、学者になりたいということを書いていたそうです。その頃は当然、化学工学どころか化学という言葉も知りませんでした。

化学は皆さんと同じように中学高校で知りましたが、化学工学という言葉に出会うのは大学に入ってからです。そして恩師から「化学工学とはオーケストラの指揮者のようなものである」という考え方を聞いて、それでも何かということには実は分かってなかったし「ホントかなあ」という思いもありましたが直感的に「格好いいなあ」と思いました。(笑)

伝記で読んだニュートンなどの学者と本田宗一郎、両者が生きた方向は別だと思うんです。「発見」と「発明」ということになると思いますが、その2つの動きが両方とも大切だと今でも思います。それは今の中高生に伝えたい事でもありますね。

夢は、超臨界の技術が暮らしに活かされること

## 産学官との連携

阿尻 私の夢は、ふと気付いてみたら、生活の至るところで超臨界の技術で作られたものが使われている、ということでしょうか。新しい性能を持つ製品や材料、水素などのエネルギーなど、社会貢献するあらゆるところで超臨界で出来たものが役に立っている社会ということが夢です。また、超臨界によって今までのモノづくりが行われていた「気相、液相、固相」という3つの相に「超臨界相」という気体と液体の相を併せ持つ新しい相が出来ました(詳しくは科学の峰々2月号「上」を参照)。

それにより、既に新しい材料合成などが実用に向かっていますが、新しい産業が出来れば一番ありがたいと感じます。



東北大学材料科学高等研究所 本館



材料科学高等研究所・阿尻研究室

国連が掲げるSDGsのもと、社会と科学の距離は近づいています。科学と産業が市場を介さず“社会貢献”することが求められていると思います。



—最後に、科学機器メーカーにアドバイスや要望がございましたらお願いします。

阿尻 日本の科学の創成期は実験が基盤にありましたが、それを支えてきたのは紛れもなく科学機器だったと思います。新しい実験を行うために、研究者と科学機器メーカーがすぐそばにいて、時に

は見様見真似で新しい科学機器を作りました。それが新しいサイエンスや新しい技術を作り出したことに他ならないと思います。大学の周りに産業が出来るという状況すらありました。

本来的には、新しい科学は他の人がやっていないことになるので、その実験を行うための科学機器は売り物にはないわけですが、科学機器はオリジナルの発想というものを具現化してくれる大切なツールであると思います。

大学の資金的なことも含めて、研究室の体制の変化などは様々なにあると思いますが、もし研究者と科学機器メーカーの距離が離れていっている状況があるとしたら、それはアカデミアの方に恐らく責任があるんだと思うのですが、もう一度連動や融合をして、一体化しながら新しいサイエンスを作っていく方向を目指し、オンリーワンに出来るようなものを科学機器メーカーさんに作っていただけると嬉しく思います。

次号「科学の峰々」は、  
京都大学教授  
産学官連携本部 副本部長  
前 一廣先生にお話を伺います。

## 〈阿尻 雅文先生の受賞履歴〉

- 平成10年度 日本エネルギー学会進歩賞
- 平成10年度 素材物性学国際会議論文賞
- 平成13年度 財団法人ゼネラル石油研究奨励財団 第7回「鈴木賞」
- 平成13年度 日本化学会 学術賞
- 平成18年度 化学工学会研究賞・内藤雅喜記念賞
- 平成22年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門)
- 平成22年度 第8回産学官連携功労者表彰 文部科学大臣賞
- 平成22年度 全国発表明表彰 21世紀発明奨励賞
- 平成24年度 第11回GSC賞 文部科学大臣賞
- 平成25年度 化学工学会 学会賞 池田亀三郎記念賞
- 平成28年度 KONA賞
- 平成31年度 ボルドー大学 名誉博士号(Docteur Honoris Causa)