

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

日本の教育改革について

東京大学名誉教授 田丸謙二

この度「朝日教育会議 2018」が開催されると言う。実に素晴らしい会議である。昨年の3月号の学士会会報に野依良治先生（元の理研理事長）が日本の大学の国際的評価がはっきりと低下してきたという文章があり、その数か月前の同誌に同じような内容が元の文部大臣の有馬朗人先生が書かれていた。このことは非常に重要な情報であり日本の教育に関する大変に大きな問題である。日本では教育ということとは「教師の言うことをそのまま身に着ければいいこと（これが「勉強」である）」になる。しかし Education とは教師が生徒の才能を引き出すことが基本である。Independent thinking が重要なのである。一方、日本では小学校以来自分の才能を開発するというよりも先生の言うことを身に着けるという受け身の教育を受けている。文部科学省も近頃漸く日本の教育を「覚えさせる教育だけでなくよく自分で考える教育が望ましい」と叫ぶようになり、例えば大学の入学試験でも覚える種類の問題だけでなく受験生が考える種類の問題を出すべきだというようになった。然しこのような教育の基本的改革は、本当は小学校以来の教育の問題でもあり教師を含めて大変に大きな教育改革問題につながっている。教育の改革だけにこれがどこまで現実に改革されるのかこれからの大きな問題である。教師自身が「考える教育」をしなければいけないのである。「生徒は先生の背を見て育つ」のである。一つの実例を挙げると私の孫の男の子がアメリカで小学校の2年生まで教育を受け

てから日本の小学校に編入をして来たことがある。彼は日本の小学校ですることが著しく異なっていた。例えばコップに水を一杯入れてその中に自分の腕時計を入れていたのである。「一体何をしているのよ？」と聞くと「これ防水と書いてあるから実際にそうかどうかを試しているのだ」と言う。一つの実験をしていたのである。私はこの実例を元の文部大臣をしていた有馬朗人さんに告げてみたら、「日本でもそのくらい自分で考える子が育つといいのだが」と言うことであった。その子は学校でも自分で考える質問を遠慮なくして見せていた。「救急車がこちらに来るときは高い音なのに向こうに行くときは低い音になるのは何故？」とか、「台風の本とはどうなっているの？」とかである。担任の先生が「私はこれまで長い間教師をして来たがこんな利巧な子は初めてだ」と言うことであった。然し、しかしである。彼が日本にいる滞在が長くなると彼は見事に日本化をして日本で育った子供たちと同じになって見せていた。

日本では昔なかった「塾」に多くの子供が行くようになってきている。子供を育てるのにそれだけ費用をかけるようになってきているがそれだけ教育のレベルアップになっているのかと思うと前述のように国際的レベルはむしろ低下をしているのである。小学校の教師たちは忙しくて碌に教えることに打ち込めていないという。

私は1953年から1956年にかけてアメリカの Princeton 大学の Sir Hugh

Taylor 先生ところに留学をすることができた。Princeton で与えられた研究テーマはゲルマニウム水素化物がゲルマニウム表面の上で分解する反応であった。この反応は反応物にゼロ次反応であって、反応中は、ゲルマニウム表面は水素原子で飽和されながら、吸着水素の脱離が律速として反応が進むものであった。その反応結果を基にして思いついたことを Taylor 先生に申し上げた。触媒作用の機構はそれまで専ら反応速度式から単に推定されていただけであった。たとえば Langmuir-Hinshelwood の反応機構のように反応機構は速度式などで反応の外側から推測するだけのことであった。これよりも触媒反応が現実に進む触媒正面を反応中に直接測定をして何がどんな形で触媒表面に吸着をし、それら同志がどのように相互作用をしながら触媒反応が進んでいるのか実測に基づいて反応機構を解明すべきではないかという、いわゆる「in-dynamic characterization」を現実に提唱をしたところテイラー先生は大変に感心をされ、(You are very ambitious(独創的),と二度も溜息をつきながら感激された言葉を繰り返させられた)触媒作用が現実に起こる現場に何がどれだけ存在し、それらの間でいかなる化学反応が進み、全体的に触媒作用が営まれるものであるかを解明するのである。この方法は後に 1960 年に Paris で大きな国際触媒学会が開催された席上でテイラー先生が総合講演をされ「これからの触媒作用の研究はこのような触媒作用が現実に進行をする現場の動きを直接実際に測定する「タマルの方法」ですることこそ本当に触媒作用の研究が本当の「科学」になるものであるとはっきりと講演された。それまでは反応速度式の形で触媒作用が現実に起こっている現場を直接調べることなしに反応機構を推察するだけでしていたであっただけに、触媒作用の起こる現場はこうなっているのであるという直接の現場を調べた上で初めて本当に反応機構が飛躍的に活発に解明されることが世界で初めて解明されたのである。

例えばアンモニアがタングステン金属の表面で分解をする反応速度はアンモニアの合成に無関係なゼロ次反応であったので、当時の教科書に「反応中はアンモニア分子が

タングステン表面に飽和吸着をしている」と書かれていたが、現実には反応中には水素がいかなる形でも全然吸着をされておらず窒素原子のみがタングステン表面に飽和吸着をしていたのである。これは当時大変に高い評価でもあったのである。お蔭で触媒作用の機構が大きく発展したのである。固体触媒作用の反応機構については例えば前述のように Langmuir-Hinshelwood の反応機構のごとく単に触媒反応速度を調べてその反応速度論を基本にしてその触媒作用の反応機構を推測しただけで全く推測の領域を出ていなかったからである。このように固体表面に吸着する分子の赤外分光による観察がなされたのでその赤外分光法による固体触媒反応中の固体触媒表面の化学吸着の実験的観察が可能になったのである。反応物がいかなる形で吸着をされさらに反応物へと移行するかも赤外分光法の利用に限らず STM, EXAFS, NMR など電子や X 線分光など様々な方法が画期的に見いだされ、結晶表面の違いや金属触媒のナノ粒子効果や担体効果など素晴らしい飛躍的な発展がなされ、2007 年にはドイツの Haber 研究所の所長をした Ertl が彼自身の実験の成果によってノーベル賞が与えられている。(Ertl によっても彼の新しい研究の発想は「田丸の方法」に基づいていると言ってくれた)

次に私の個人的な経験を述べさせていただくと、私の研究室で学んだ連中で自慢ではないが、実に十人もの連中が東京大学の教授になっている。其の十人の過半は東京大学以外の独立の地位から招かれて東京大学の教授になっている。東大の工学部、理学部、附属研究所などであるが、それだけ各人が一人前の研究者として研究実績が認められたのである。私は研究室の学生たちに口癖の言葉として「折角いい頭を持っているのですからもっと考えなさい」と言ってこちらから求めた研究内容に加えて彼ら自身の新しい発想をできるだけ豊かに加えさせて初めて学位を与えることにしていた。少なくとも私の研究室にいる間に彼ら自身が一人前の研究者として新しい発想ができるように求めたのである。つまり私の研究室から外部の地位に移っても既に彼ら自身として立派な研究者に育てたかったのであ

る。彼らも彼らなりに独立した地位についてからもよく頑張って業績を挙げ研究者として認められるようになったのである。このあたりの基本として大学院生に求めること、先ず、第一に研究室の研究原理について理解をさせるだけではなくそれに加えて自分自身で新しく研究進歩の発想を生ませる努力をしたのである。彼らなりにそれだけの苦労もあったであろうが、よく頑張ってくれていたのである。これが「研究者を養成する基本」でもあるのである。前述のように日本の大学の評価が年々下降をしていく現実について基本的に「研究者を育てる」これまでの基本について述べさせていただいたわけである。

やはり非常に大事なことは小学校の時代から自分の持つ才能を新しく育てる見解をもっと自覚させ育てることが当人だけでなく教育者としての極めて重要なのである。私は研究室の中で学生たちを鍛えるために口癖のように「折角いい頭をお持ちなのですからもっと考えなさいと繰り返していた。学生たちはそう言われなくても自分は考えているとと思っていただろうが、そういわれてみるとそれなりに余計に自分で考えることになる。このことは学生自身を一人前の研究者に育てる上で大変に重要なことである。彼らが独立した地位についてからも必ず自分で独立に考えて新しい研究問題を発展させ取り組むことになりそれで立派な一人前の研究者に育つのである。この人達の過半は東大以外からも招かれていたのである。勿論東京大学以外からも京都大学、大阪大学、東工大、つくばなど各地からも招かれて教授に任命され、如何に実力的に立派な研究者に育ったのかが分かる。この十人の東京大学教授の中から日本化学会の会長さんが3人も出ているのである。おめでたいお話である。このように大変に厳しく学生たちを立派な研究者に育て上げたのである。このように学生たちを立派な研究者に育て上げるという点で極めて重要な働きであり、日本中でこれが一つのモデルとして学生たちを本当の研究者に育て上げたのである。つまり学生時代に自分で新しい研究に発展させる訓練をさせて、立派な研究者になる訓練を厳しく育てるのである。この学生時代に一人の研究者として厳しく

考えさせ、彼らの独創性を育てさせるのである。これは大変に重要なことなのである。彼らも年上は現在すでに80歳を超える年ごろであるが、一部は現在でも少なからず元気に活躍をしている。有り難いことに実に幸せな生涯であった。))