

科学の  
峰々 67

と き：2011年9月26日  
と ころ：東京科学機器協会会議室

神戸大学 特別顧問 日本化学会フェロー 工学博士

相馬 芳枝 先生 に聞く

一酸化炭素の分析および  
触媒の研究と  
男女共同参画の取り組み 上

聞き手：佐藤 紀一 東京科学機器協会 副理事長／広報委員長

藏満 邦弘 同 事務局長

岡田 康弘 同 事務局／主事

(取材・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)



相馬 芳枝先生のプロフィール

- 1965年 神戸大学理学部化学科卒業  
通産省 大阪工業技術試験所(現産業技術総合研究所)入所
- 1977年 工学博士(京都大学)
- 1978年 カリフォルニア大学博士研究員
- 1993年 フランスCNRS国立研究所客員教授併任
- 1997年 神戸大学教授(自然科学研究科)併任
- 2004年 男女共同参画学協会連絡会 第3期委員長
- 2007年 神戸大学 特別顧問
- 2008年 日本化学会フェロー

〈賞〉

- 1986年 猿橋賞
- 1989年 有機合成化学協会賞(技術的)
- 1999年 兵庫県科学賞
- 1999年 山口県科学技術振興奨励賞
- 2000年 科学技術庁長官賞
- 2001年 触媒学会賞
- 2002年 日本化学会学術賞
- 2011年 世界化学年女性化学賞 他

〈学会関連〉

- 日本化学会理事
- 触媒学会参与
- 有機合成化学協会 関西支部副支部長



女性化学賞

## 一酸化炭素の分析から 触媒研究、温暖化防止の研究へ

— 相馬先生のプロフィールを拝見すると、COの分析とその利用の研究やカルボン酸合成の研究などが紹介されていますが、まず、これまでのご経歴や主な研究内容をご紹介いただけますか。

**相馬** 私は神戸大学の理学部を卒業後、通産省の研究機関である大阪工業技術試験所に入り、以来、化学の研究にずっと取り組んできました。大阪工業技術試験所は現在の産業技術総合研究所(産総研)です。

大阪工業技術試験所に入った当時は公害問題が話題になっていた時期で、私は公害研究の一環として一酸化炭素の分析に関わりました。スタートは一酸化炭素の分析でしたが、その過程で、新しい触媒に出会い、一酸化炭素の利用という視点で有機合成の道に入ってきました。

大阪工業技術試験所へは学卒で入ったのですが、これでは研究者としては役に立たないと危機感を感じ、京都大学工学部(三枝武夫教授研究室)に内地留学をしました。これは、工業技術院に内地留学という制度があり、それを利用したものです。

京都大学に入ってみると、そこでは皆が猛烈に研究に取り組まれている、これくらい努力しなければ一人前の研究者にはなれないの

かと雷に打たれたような衝撃を受けました。この経験を通して、研究一筋のような生活を送るようになったのですが、それが20代後半のことです。

それから一人前の研究者になるには、やはり海外へも留学をしなければいけないだろうとアメリカのカリフォルニア大学に博士研究員として留学しました。ところが、そこでさらに大きなインパクトを受けたのです。

私は女性のプロフェッサーにいたのですが、その方は教科書も書き、スター教授でありながら、2人の子供を育てておられました。研究一筋だった私にとって、こういう生活もあるのかと目が覚める思いでした。

帰国後、子供を持ったのが40歳のときです。しかし、それから苦勞の始まりでした。研究のために子供をほってはおけませんし、子供はよく病気をしました。まるで綱渡りのような研究生活を送ることになりました。

またこの時期は、私の研究テーマが必ずしも認められていないと感じていたときでもありました。そんなつらい時期に「猿橋賞」をいただき、私の研究を評価してくれる人もいるのだと、非常に励まされました。

— 先生の研究テーマには「地球の温暖化防止の研究」というものもあるようですが。

**相馬** 組織というのは評価を受け

ないと、研究予算も部下もつきません。予算をとらなければいけないと思うようになり、予算をとり始めたのが50歳くらいのときです。

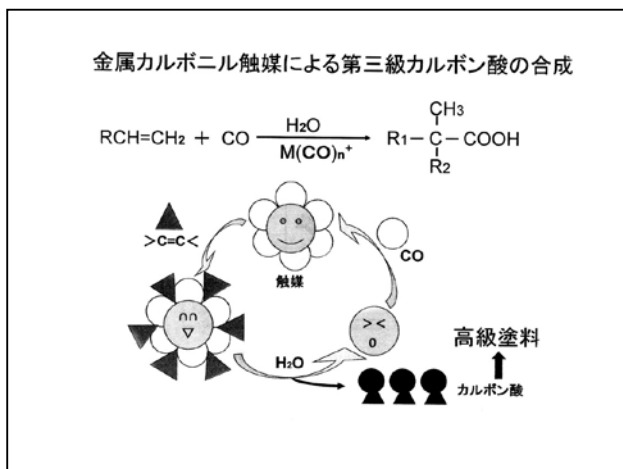
そのころ地球温暖化が話題になり、温暖化防止が国の研究として関心を集めるようになっていました。そこで二酸化炭素の再利用というテーマを提案したのです。これによって数千万円の予算をいただくようになり、研究室もでき、部下もつくようになりました。

ところがある時期、その予算がばたんと打切られてしまいました。そこで奮起し、再び取り組んだのが若いころやっていた一酸化炭素の有効利用の研究です。それによって大型予算もいただくことができました。そして定年を迎えたのですが、定年後も数年、産総研で研究顧問をさせていただきました。

— 相馬先生は男女共同参画学協会連絡会の第3期委員長も務められていますが、これはどのような組織なのでしょうか。

**相馬** 私が定年を迎えたころ、内閣府に男女共同参画局ができ、世の中でも男女共同参画が理解されるようになってきました。そのころ私は日本化学会の理事をやっており、日本化学会にも男女共同参画委員会をつくることになりました。まず、その初代委員長を私が務めることになりました。

理系の学会はいつも女性比率が低いので、応用物理学会、日本物理学会、日本化学会が呼びかけ



カルボニル触媒

私の夢 “シンプル ケミストリー”

活性の高い触媒を見つけて、化成品の合成プロセスを簡易化する

→省エネかつ環境に優しい合成プロセス

化学の“3K” ⇨ “New3K”に  
“危険・きつい・汚い”  
“きれい・かんたん・けいざいの”

産業の発展に貢献  
世界の研究者と友人に

シンプルケミストリー

人となり、理系の学会で連携して男女共同参画を進める組織を作ろうと呼びかけて、できたのが男女共同参画学協会連絡会です。

**カルボン酸合成の基礎研究が猿橋賞と塗料の製品化へつながる**

— 1986年に「猿橋賞」を受賞されたときのご研究はどのようなものだったのか、その概要をお聞かせいただけますか。

**相馬** 「猿橋賞」をいただいたのは、基礎研究をやっていたときでした。

評価を受けた研究は「金属カルボニル触媒による第三級カルボン酸の合成」というもので、基礎研究でしたが、学会の先生や企業の方々にも面白いと注目していただきました。

以前はカルボン酸を合成するとき、一酸化炭素とオレフィンをおートクレーブの中で加圧・加熱して反応させていました。しかし、この方法だと重合物など必要とし

ないものもできるため、それを取り除くために分離をしなければなりませんでした。操業費が高く、分離に手間がかかるため、製品の価格も高くなります。

触媒とはやり手の仲人のようなもので、欲しい物質を選択的に合成するとき触媒を使います。私は研究の中で新しい触媒である銅カルボニル触媒と出会い、三級カルボン酸を合成する新たな方法を見つけたのです。

— 金属カルボニル触媒によって合成された三級カルボン酸は、何に使われるのでしょうか。

**相馬** 三級カルボン酸を作って何になるのかというと、塗料の原料にするのです。塗料は塗ってから10年も経つと、ひび割れを起こし、ポロポロと落ちてきます。これに対して、第三級カルボン酸を入れた塗料は長持ちするのです。

私の研究から出光石油化学が実用化に着手しました。日本ペイン

トでは、三級カルボン酸の新しい用途として、有機スズに代る新しい船艇塗料や作業環境の安全を配慮したハイソリッド塗料を開発されました。

— ちなみに、特許などは取られたのでしょうか。

**相馬** 特許は沢山取りましたが、有効期限が18年で切れるので、今は大部分が切れています。

**新しい触媒の発見が産業の発展と環境に貢献する**

— 今の先生のお話だけでなく、触媒化学はさまざまな化成品を生み出し、まさにこれまでの日本経済を支えたという印象を受けますね。

**相馬** そうですね、触媒化学は縁の下の力持ちであり、触媒なくして現在の化学はなかったと思います。

活性の高い触媒は、化成品の合成プロセスを簡易化することができます。それは省エネで、かつ環境に優しい合成プロセスになり、産業の発展だけでなく、環境にも貢献することになります。

これは私の夢なのですが、新しい触媒を見つけることで、「危険、きつい、汚い」といわれた化学の3Kを、「きれい、かんたん、けいざいの」というニュー3Kに変えていけたらいいと思っています。

### トライ&エラーを重ね 出会った触媒が新しい道を開く

—先生は初め一酸化炭素の分析をされており、新しい触媒との出会いから触媒研究に進んだとのことですが、この出会いとはどのようなものだったのでしょうか。

**相馬** 私はもともと公害の研究をしており、20代で与えられたテーマが一酸化炭素の新しい分析法の開発でした。高性能の一酸化炭素吸収溶液を開発しなさいという命題を与えられたのです。

研究を始めた当時は、一酸化炭素を吸収させるためにオルザットの吸収装置が使われていました。塩化第一銅をアンモニア水に溶解させ、一酸化炭素を吸収させる方法です。これをまず追試しました。

そこからこれに勝る方法を見つけようということで、さまざまな薬品を使ってトライ&エラーを重ねていった結果、アンモニアに代わって硫酸、塩化第一銅に代わっ

て酸化第一銅を用いたとき、よい結果が得られました。

従来の方法では、銅に対する一酸化炭素の吸収率は1でした。つまり、モル比は1:1です。それに対し、硫酸と酸化第一銅の組み合わせにした場合、硫酸濃度が80%以上になると、吸収率が1を越す状態になりました。

見つかったと喜んだのですが、その吸収率は1.3~1.5ですので、たかがしれています。モル比がもっと良いものを作りたいと、試薬棚にあるものを、順に入れていきました。

結果としてオレフィンやアルコールを加えたとき、さらにモル比が良くなりました。オレフィンやアルコールを2倍、5倍、10倍と入れていくと、その量に比例して良くなっていったのです。

しかし、考えてみれば5倍、10倍とモル比が良くなるのは、何か反応が起きているのではないかと気づいたのです。詳細に調べてみると、最初に酸化第一銅と濃硫酸を組み合わせた時に銅カルボニル触媒が出来ており、次にオレフィンを加えた時に常温常圧カルボニル化反応が起こっていたのです。まさに偶然の出会いです。

—多くの優れた発見や発明が、偶然から導かれたというお話はよく聞きますね。

**相馬** そこで起こっていることを不思議と思うか、思わないか、それが重要だと思います。私の場合

は、上司の指導が良かったということもありました。20代では研究能力がさほどあるわけではありません。上司のアドバイスによって面白いことが起こっていると気付くことができたのです。新しい発見といっても、最初はかすかな気配でしかないのです。

銅カルボニルは濃硫酸中で生成するので、銅カルボニルの赤外線によるCO吸収スペクトルを測定する際には、食塩板を腐食しないようにハンダゴテで小さなポリエチ袋を作って測定しました。

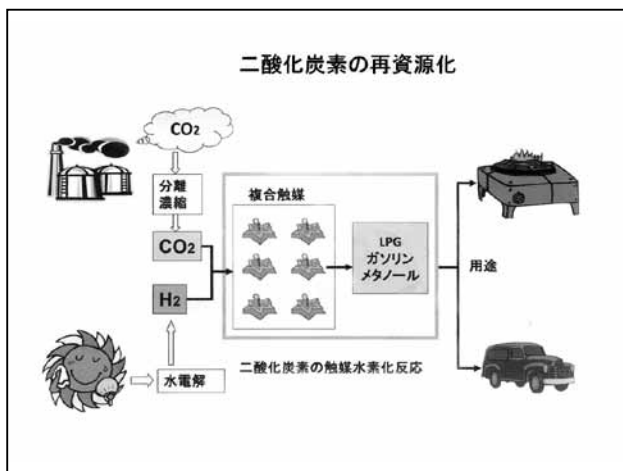
### 産学共同研究に前向きに 取り組む教授の姿を見て 化学の道に進む

—話は少しそれますが、そもそも相馬先生が化学を専攻した理由はどのようなことだったのでしょうか。

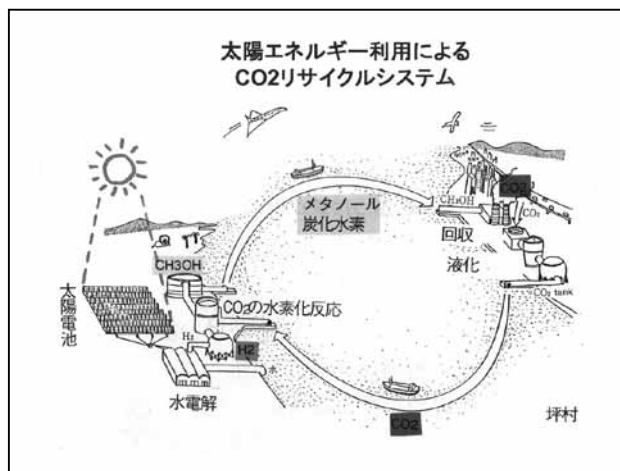
**相馬** 中学生のころから理系の勉強は好きでした。ですが、伝記を読んだりして、実は医者になったのです。そこで医学部を受けたのですが、落ちてしまい、理学部の化学科に入りました。

大学に入学してからも医者への未練は残っていて、医学部へ転入したいと思っていたのです。しかし、理学部で素晴らしい先生との出会いがありました。化学の小林正光教授は、大学の1年生でも実験に興味があるなら来なさいと、ご自分の研究室を学生たちに開放しておられました。





二酸化炭素の再資源化



リサイクルシステム

それともう1つ、先生は産学共同研究の走りのようなことをしておられました。リン酸がご専門でしたが、産業界との共同研究に取り組む姿がとても楽しそうで、そういう前向きな姿勢が、学生から見てとても魅力的に映ったのです。

— 大学1年生であった相馬先生は、その研究室ではどういうことをしていたのでしょうか。

**相馬** 学期中はテーマを与えられて実験をし、夏休み前には実験についての発表、そして夏休みはキャンプに連れて行ってもらいました。

大学1年生といっても、まだ子供ですから、研究のお手伝いをしていると勘違いしているだけなのです。ですが、勘違いしているから、それがまた楽しかったのでしょう。

そうしたすばらしい先生との出会いがあり、入学して1年半ほどで専攻を選ぶ時期が来たとき、迷

うことなく化学を選びました。

**排出される二酸化炭素からガソリンを作り出す**

— 先程、地球温暖化防止の研究として二酸化炭素の再資源化というテーマを出されたということですが、これについてご説明をしていただけますか。

**相馬** 一酸化炭素の研究は私個人としてはワクワクするものですが、基礎研究であり、国の大型プロジェクトになるようなものではありませんでした。40代の後半になり、研究者としては大型予算をいただけるようにならなければいけないと思い始めたころ、地球温暖化の問題が注目されるようになり、これをテーマにしようと決めました。

一酸化炭素と二酸化炭素は、性質はずいぶん違いますが、隣り合わせた親戚のようなものです。かつての研究から二酸化炭素の利用

法を考えました。

二酸化炭素を再資源化するためには接触水素化反応を使います。つまり、二酸化炭素と水素を触媒によって反応させ、プロパンガス、ガソリン、メタノール等を作り、それを再び車や燃料に使おうというものです。

テーマ名としては「太陽エネルギー利用による二酸化炭素のリサイクルシステム」というものです。

まず、火力発電所などから出る二酸化炭素を分離濃縮して集めます。この二酸化炭素はドライアイスのように固化するか、または液化して、水素と反応させる場所へ運びます。

還元剤である水素は水を電気分解して取り出します。水を分解する電気は太陽エネルギーから得たものを使います。

二酸化炭素と水素を反応させるための触媒は、酸化銅、酸化亜鉛、ゼオライト等です。結果としてそれらの触媒になりましたが、その手本となったのは、一酸化炭素の

還元反応の研究から類推したものです。

こうして二酸化炭素と水素を反応させ、プロパンガス、ガソリン、メタノール等を作り、これを再び燃料として使うのです。

— 工場などから排出される二酸化炭素を用いて、反応に使う水素と電気はほぼ無限に存在する水と太陽から得る。そして、再びガソリンを作り出せるとすると、環境問題にもエネルギー問題にも貢献をすることが期待できますね。

**相馬** 石油は化学製品を作るためにも大切です。今、原子力発電が使えなくなり、火力発電が増えていますが、石油はできるだけ節約して使いたいわけです。火力発電などで化石燃料を燃やして出た排ガスから再び燃料を作り出せば、炭素資源の有効利用にもなります。

このところ自然エネルギーを見直そうという風潮になっていますが、太陽エネルギーだけでなく、地熱、風力、水力と使えるものは全部使い、再資源化できるものは、できるかぎり再資源化する。そういう努力が必要だと思います。

### 世界化学年女性化学賞を 23名の女性科学者が受賞

— 2011年は世界化学年と定められ、相馬先生は「世界化学年女性化学賞」という賞を受賞されました。この賞はどういうものなのでしょうか。

#### 女性化学賞

2月 募集(12名) 世界化学年委員会 → 日本化学会

資格 1. 研究業績のある人  
学会賞、フェロー  
2. みんなのために働いた人  
男女共同参画、科学の普及

5月 決定 世界で23名

8月 授賞式 43回IUPAC世界化学会議  
(プエルトリコ)



#### 女性化学賞を受賞



一人づつ受賞理由の紹介の後、舞台上に上がり、花束、楯をもらう

**相馬** 2011年はマリー・キュリーがノーベル化学賞を受賞して100年目であり、また、国際組織であるIUPAC（国際純正・応用化学連合）が設立されて100年目に当たります。そうしたことから2011年を世界化学年とすると国連が定め、「女性化学賞」が作られました。マリー・キュリーがノーベル化学賞を受賞して100年が経つものの、女性科学者の活躍の場はそれほど広がっていません。「女性化学賞」はそういう女性たちを励まそうという意味もあるのだと思います。

女性化学賞の募集は2011年の2月にあったのですが、募集要項には、学術的実績がある、リーダーシップがある、などの項目があります。日本では世界化学年日本委員会や日本化学会が推薦をすることになり、いろいろな観点から私が推薦を受けることになりました。

女性化学賞の授賞式は8月にカリブ海にあるプエルトリコで行われ、23名の女性科学者が受賞しま

した。受賞者は、目立つところでは、2009年にノーベル賞を受賞したイスラエルのアダ・ヨナット教授、フランスのIUPAC会長ニコレ・モロー教授、アメリカ化学会会長のナンシー・ジャクソン教授、タイからは化学者のマヒドール王女などがおられます。授賞式は、個人個人を丁寧に扱っており、受賞者一人ひとりの受賞理由が紹介され、壇上で花束と楯を授与するというものでした。



東京科学機器協会会議室での対談風景

次号では 相馬芳枝 先生

— 酸化炭素の分析および触媒の研究と男女共同参画の取り組み (下) において続きをお話いただきます。