



## 記念講演



### 「人類の進歩に役立つ科学の例～ 有機ホウ素化合物を利用する有機合成」

“An Example of Useful Science : Organic Synthesis by Organoboron Coupling Reaction”

ノーベル化学賞受賞  
北海道大学名誉教授  
倉敷芸術科学大学特別栄誉教授

## 鈴木 章

只今、ご紹介いただきました鈴木でございます。  
本日は皆さんの集まりにご招待いただきまして、非常に光栄に、嬉しく思っております。先程司会の方からお話していただいたように、私は8年間岡山におりまして、1年間は岡山理科大学の教授として、そして翌年から7年間、その当時倉敷にできました倉敷芸術科学大学の教授として、岡山でお世話になっております。岡山県及び岡山市・倉敷市は誠に懐かしい土地で、第二の故郷と考えております。  
私にとりまして、今回のお招きは大変嬉しい事でございます。

今日はタイトルにありますように、英語で書いて申し訳ないのですが、私のchemistryは難しくありませんので、皆さんも十分ご理解いただける内容ですのでお話させていただきます。私は、化学の中でも“有機化学”領域を研究してまいりましたが、その中でも有機物を作る事を“有機合成化学”と言いますが、そういう仕事をしてまいりました。

私は旧制度の教育を受けました。私が小学校に入りましたのが昭和12年。この年は、日本が中国と戦争を始めた『支那事変』が始まった年です。その間に昭和16年12月8日、アメリカと戦争を始めて、私が(旧制)中学3年生になった昭和20年8月15日、日本がアメリカとの戦争に負けて終戦になったという時代です。

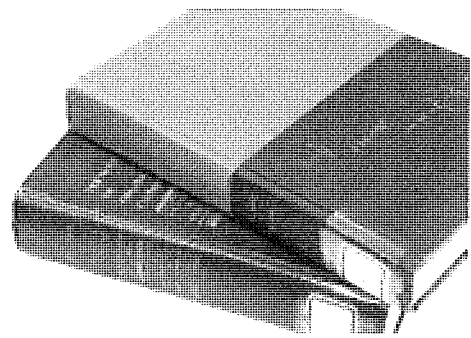
そのような事で、今とは色々違うわけでございます。私は化学の勉強をする事になったのですが、初め中学に入った時は数学が好きで、将来数学を勉強したいと考えていたわけですが、昭和23年か24年頃の高等学校の頃に、教育制度が旧制度から新制度に変わりまして、私は北海道大学に入りました。その当時、北海道大学の場合には、理類と文類の2つに分かれておりまして、私は理類に入りました。その頃には、数学、物理、化学、生物学、地学、そういう基礎の理科の勉強をいたし

ました。化学の教科書は、その当時アメリカのハーバード大学の教授をされていたFieser先生とM.Fieserさん(奥様)が書かれた「Textbook of Organic Chemistry」という本が使われました。この本はもちろん英語で書かれていますが、読みますと非常に面白い。その頃日本の先生が書かれた有機化学の本もたくさん出ていましたが、言葉をただ羅列するというような書き方なんですね。あまり面白くないんです。ところが、この本は内容も立派なんですけど、色々面白い事が書いていて、日本の教科書にないような色んな事が書いていて、非常に面白い内容になっているんです。そういうところも理由の一つだったんです。

とにかく、私は有機化学というのが面白いということで、初め考えていた数学でなくて化学、しかも化学の中で数学から遠い領域であります有機化学の領域に興味を持つようになりました。もしこの本を見る機会がなかったら、おそらく化学・有機化学の領域に進まないで、数学の道に進んだと思うんですが、そういう意味でこの本は私の人生にとって非常に重要な本でございます。

もう一つの本は赤色と黒色の本ですが、普通、理科の本というのは非常に地味なんです。その当時、丸善札幌支店に行きましたところ、洋書の化学の本の棚にちょっと変わった本がありました。それがこの本です。赤色と黒色の変な本です。ここに書いてありますように「Hydroboration」という本で、パデュー大学の教授をされていたハーバート・C.ブラウン先生が書かれたものです。詳しい事は省略いたしますが、有機のホウ素化合物に関する本です。有機物というのは炭素と炭素が結合してできる化合物なんですけど、有機のホウ素化合物というのは炭素とホウ素<元素記号B>からできている化合物です。皆さんにとってはあまり馴染みのない元素で、我々の生活にあまり関係のない化合物です。

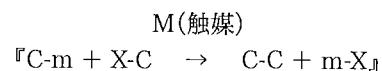
地区指導者育成セミナー



Textbook of Organic Chemistry by L.F.Fieser and M.Fieser(below)  
Hydroboration by H.C.Brown(above)

これを丸善の本屋で見て面白い。この本を初めて見た時は、私は助手か助教授の初めであったと思いますが、買って家に帰りました。その晩、読み始めたら非常に面白い。理科系の人でも自分の専門分野の本を徹夜して読むという事はほとんどないんですけども、これは私の人生の中で非常に数少ない徹夜して読んだ本の一つなんです。この2つの本を見る事によって、私は有機ホウ素化合物を一生やろうと興味を持つようになりました。

なぜ有機ホウ素化合物に興味を持ったかという事を説明したいと思っていますが、実は有機物を作る合成法に興味を持っていたわけです。その当時、方法は色々あるんですけど、最も一般的によく知られている方法は(P3スライドを見ながら)ここに書いてありますように、有機の金属化合物とハロゲン化合物を結合させる反応です。これが一般的な合成法です。それは図式で書きますと、



ところがここで使う有機金属化合物というのは非常に活性が強い。例えば“m”というのは、リチウムとかマグネシウム、亜鉛などですが、この中でマグネシウムは、これはグリニア試薬と言いますが、フランスの科学者(グリニア先生:ノーベル賞受賞)が1910年ぐらいに見つけられた物で、こういう反応によく使われます。この“m”という金属化合物ですが、非常に活性、反応性が強い。普通の反応は溶媒に溶かして反応させるといいますが、溶媒の中に少量の水があると、このグリニア化合物が水とすぐ反応してしまふ。壊れてしまふ。ですから、この反応は起こりません。この反応の場合、水を完全に除去するという事が必要です。これはなかなか面倒なことなんです。そういう事で、もしも有機金属化合物がもっと安定で水と反応しない物があったらすごいというわけです。そういうような化合物として考えられるのは、有機のホウ素化合物です。なぜかという、有機のホウ素化合物は非常に安定していて、水とは全く反応しない。ですからもしこの反応で有機のホウ素化合物を使う事ができれば、水があっても問題なくできるはずなんです。

ところが残念ながら、有機のホウ素化合物は反応性が非常に弱いものですから、それで水とも反応しないんですが、それだけでなく、この反応も全く起こらないわけです。こういう事は、当時でも既に分かっていた世界中の人ができないと、みんな考えていたわけです。ブラウン先生のところに留学した時も、みんな「この反応はダメだ。こういう反応は絶対起こらない」と言っていたわけです。ところが、私たちはこの反応を起こすために色々工夫しました。工夫した結果、その反応に塩基が介入すると、反応は非常に素早く起こって、この化合物『C-C結合』ができるという事を見つけたわけです。

この反応の質が非常に良いという例がここに書いています。アメリカの化学者が文献を調べて報告したんですが、2001~2010年までに報告された有機金属化合物を使った反応の多い順から書いています。10年間で多いのはこの一番左側、「Suzuki」と書いていますが、ホウ素化合物を反応させる例が圧倒的に多い。8,000件ぐらい報告されています。この10年で世界トップです。二番目はHeck反応、その次は菌頭教授(大阪市立大学名誉教授)の菌頭反応。Stille反応はスズ化合物を使っています。京都大学の松山先生達のケイ素化合物を使ったものもあるんですが、圧倒的に鈴木反応が多いと。非常に多くの皆さんがこの有機のホウ素化合物を使った反応を研究されているわけです。

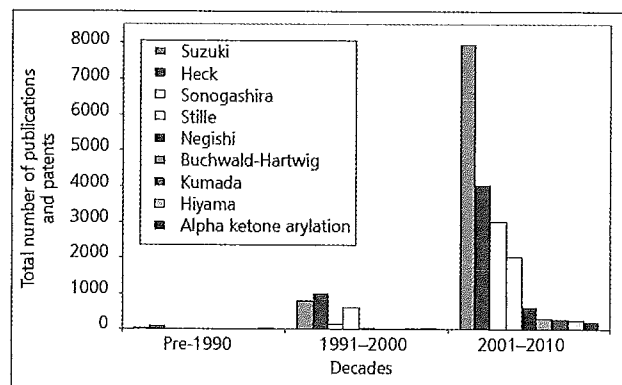


Fig. 2. Growth in the number of scientific publications and patents on platinum group metal-catalysed coupling reactions

T. J. Colacot, *Platinum Metals Rev.*, 2011, 55, 84-90.

鈴木カップリングを使う事で、たくさんの種類の医薬、農業を取率よく純度を高く作る事ができるようになりました。非常に有効な反応だということが確認されました。

その例というのは非常にたくさんあるのですが、これは化学者の間で有名な応用例で、パリトキシンという天然有機化合物です。分子量は非常に大きく、しかも置換基が非常にたくさんあるので、本当に難しいんですが、この化合物をその当時(1989年)、アメリカのハーバード大学で教授をされていた日本人の岸教授(名古屋大学を卒業後、ハーバード大学で長年研究)が、合成に成功しました。彼は「鈴木カップリング」を使って、収率良く、しかも順序良く合成することを1989年に報告しました。

この少し前に、私は岸教授に招待されてハーバード大学で

講演した事がございます。その講演後、彼のオフィスでコーヒーを飲みながら話していた時に「実は、パリトキシンを鈴木クロスカップリングで合成しようと予定しているんだ」とお話をされました。それから数年経って、これ(パリトキシン)が合成されたというのを、アメリカの化学誌に報告されました。これは有機化学者の間で非常に有名な反応でございまして、この岸さん達の仕事によって私たちの鈴木カップリングが非常に有用だということの宣伝になって、私達にも恩恵を受けた重要な反応の例でございます。

これについては、我々の生活に影響のある非常に重要な反応です。これはベンゼン同士をくっつけるという反応です。今から120~130年前に発表されたとても有名な化学者のドイツのウルマン先生が見つけられたウルマン反応といわれるものです。

これは医薬の例ですが、ロサルタンです。アメリカのメルクという大きな製薬会社を作っています。これは血圧を下げる薬です。

私は健康で実は知らなかったのですが、その当時血圧を測ったら少し高いからと、血圧を下げる薬を飲むように言われて、処方箋をもらいに薬局へ行きました。その薬局の人が知り合いでして、その彼に「鈴木先生、このお薬は鈴木カップリングで合成されているんです」と言われて、我々がした研究が大きな製薬会社で使われているんだと、私は初めて知ってびっくりし、喜んだ記憶がございまして。

これも高血圧の薬です。これはスイスのノバルティスという会社です。ノバルティスは「鈴木ルート」を使って、バルサルタンを大量に作っています。

彼らの話ではバルサルタンを日本ではだいたい350万人の患者さんが、世界では2,200万人が健康の為に使っているという事でした。

次は抗がん剤を作る方法です。ノバルティス以外、アメリカやヨーロッパの多くの製薬会社でも、武田製薬とか第一三共製薬とか、そういった非常にたくさんの会社が鈴木カップリングを使っています。

エイズの薬や抗生物質(バンコマイシン)などが鈴木カップリングで作られているわけです。非常にたくさんの有用な医薬が合成されているんです。

次は農業の例ですが、ドイツのBASFという会社です。

医薬と農業とで考えてみますと、医薬というのは本当に難しいんです。農業はそれに対して比較的簡単です。しかし一方で、農業は医薬に比べて量が多い。農業の場合、(スライドの写真を指して)これはBASFの工場ですけど、こんなに大きな工場が大量生産をしています。

次は、これも有名な製薬会社バイエルの薬です。

次は液晶の例ですが、皆さんご存知の通り、液晶というのは色々な領域で使われています。世界中の化学会社が色々な液晶を作っています。ここにありますのは日本のチソ(株)、ドイツのメルク社などです。

次はOLED(有機発光ダイオード)です。これは最近非常に有用な有機化合物として世界中の会社で作られています。

このように、私たちの反応は色々な国の研究施設によって合成法に使われています。それが元で2010年にノーベル化学賞を受賞することになりました。

私のアメリカの恩師:ハーバート・C.ブラウン先生は1979年にノーベル化学賞を受賞された世界的有名な化学者でしたが、パデュー大学ではノーベル賞受賞者があまりなくて、このブラウン先生が2002年に90歳になられて、そのお祝いとしてパデュー大学が記念講演会と夕食会を計画しました。私もパデュー大学の出身者として招待がありました。その時、ブラウン先生から「これは今まで言った事ないんだけど、君(鈴木先生)をノーベル賞に推薦しようと思っているんだ」というお話を聞いて、すごくびっくりいたしました。その時、家内もいたのですが、食事が終わりホテルに帰って、(家内に)「さっきブラウン先生が言った事分かってるか?」と聞きましたら、「ノーベル賞の事でしょ」と言うので、家内に「こんな事、恥ずかしいから日本に帰ったら言うな」と言いました。その後、ブラウン先生が記念講演の時にこの事をみんなの前で言ってしまったんです。私は家内に「絶対日本に帰って言うな。ノーベル賞をもらうなんて不可能だから絶対言ったらいかんぞ」と念を押したんです。

そんな事で、私がノーベル賞をもらうなんて事は思っていなかったんですが、2002年12月にブラウン先生から手紙と書類が送られてきました。私をノーベル賞に推薦するという推薦状(コピー)だったんです。ノーベル賞は、自分がノーベル委員会に「私はノーベル賞に値する人間だから、ノーベル賞の対象として審査してほしい」と言ってもダメで、どうやって受賞者を決めるかというのは、本人以外の推薦を受けてその推薦の中からノーベル委員会が選考してノーベル賞を決定するわけです。ブラウン先生から手紙をいただいてからノーベル委員会から何も連絡がなかったんですが、翌年2003年12月にまたブラウン先生からノーベル賞への推薦のお手紙をいただきましたが、その時もノーベル委員会からは何の連絡もありませんでした。こうして2002年、2003年に推薦されている事が分かったんですが、しかし残念ながら2004年にブラウン先生がお亡くなりになりました。従いまして、ノーベル賞をいただくという事を全く夢にも思っておりませんでした。

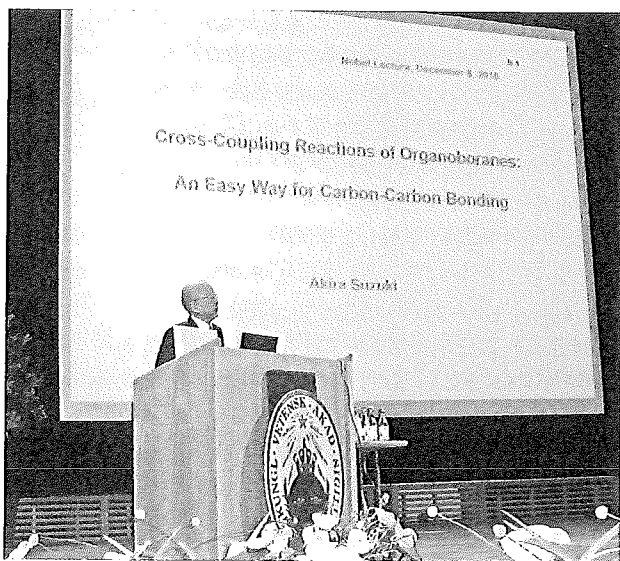
そして2010年の10月に自宅の書斎で仕事をしていた時に、お茶でも飲もうと居間に行きましたら、家内が「外国人の女性からおかしな電話があった」と言うんです。その時は間違いか何かだろうと言って気にも留めていなかったんです。それから少ししてまた電話があり、その時は私が電話を取りまして、今度は男



の人から英語で「鈴木先生ですか?」と聞かれたので「はい」と答えましたら、その人がノーベル委員会の委員長か事務局長で、受賞の連絡だったんです。

そして発表するにあと15分ほどしかないのですが、「絶対他言したらダメだ、奥さんに言うのは構わないけど、奥さん以外には言っちゃいけない。分かりましたか?」と言われました。ということで、2010年の10月に連絡がありまして、その年の12月にノーベル賞授賞式に出席しました。

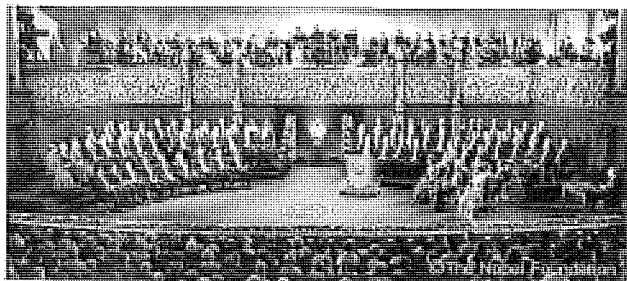
この写真は、ノーベル賞受賞者は“ノーベル・レクチャー”と呼ばれる記念講演を行うんですが、その時の写真です。



これは、ノーベル賞の授賞式で12月10日、毎年同じで、この日(12/10)はノーベルさんの命日です。これはストックホルムの非常に大きなコンサートホールです。

真ん中に座られているのがスウェーデン国王で、こちらが皇后さま、こちらが第一王女様、こちらにその他の王族とかあるいはスウェーデンの政府・財界の代表の方がおられます。こちらはスウェーデンだけじゃなくてヨーロッパの色々な国の代表の方たち首相とか文部大臣とかが座られています。

そして(受賞者は)名前を呼ばれて、舞台中央にありますNのマークのところまでノーベルメダルと賞状をいただくわけです。



この渡されている赤い箱にメダルが入っています。ここで握手してメダルと賞状を受け取ります。

これはノーベル賞のメダルです。右側書いてあるのはノーベルさんの生まれた年1833年、亡くなった年1896年と書いてあります。

裏は二人の女神像がありまして、スウェーデンで聞いた話では、自然の女神とサイエンスの女神です。サイエンスの女神が自然の女神の被っているペールを上げて外を見やすくしているという図だそうです。その下には受賞者の名前と受賞年月日が書かれています。



私の場合は「A.SUZUKI」と書いてありまして、「MMX」とはローマ数字で「X」が千ですから、2010年受賞となっております。

このメダルは昔は26金だったようで、スウェーデンで聞いた話だと純金だったそうですが、落とすと曲がってしまうので、今は18金で落としても曲がることはないようです。このメダル(純金製)は1個で、この他に3個のブロンズのメダルをいただく事ができるわけです。私は1個で良くて、3個もいらないうちでいいんですが、北海道大学の事務局から「先生、そんな事言わないで3個もらって1個を先生がお持ちになって2個を大学へ寄付してください」と言われまして、2個北海道大学へ寄付しております。そして1個は北海道大学の総長の部屋へ、もう1つは北海道大学の博物館にあつて常時陳列されているので、いつでも見学できます。

これがメダルを入れる箱です。

これは賞状です。右側には名前とノーベル賞を受賞した理由が簡単に書いています。

左側には絵が描かれているんですが、この年の受賞者が9人で実際は見ておりませんが、この絵は受賞者全員違う絵だそうです。

この写真のこの受賞式の晩(12月10日夜)に開かれた晩餐会で、スウェーデンのストックホルム市庁舎の一番大きな部屋で行われます。真ん中の長いテーブルがメインテーブルで私もこのテーブルのどこかに座りました。周りにもたくさんのテーブルがございまして、この時は1,370人が出席して、フランス料理が振舞われ、ワインも色々な種類が用意されていました。非常に私にとって思い出深い晩餐会でした。

そういう事で、2010年には思わぬ事が起こりましたが、これはひとえに私だけの事でなくて、私と一緒に研究をしてくれた人たち、学生も含めて多くの研究者の努力の賜物であるという事で、今でも深く感謝しております。ご清聴ありがとうございました。

#### 【質疑応答】

(質問者):

ロータリークラブは青少年育成もしております、今の若者に対して何かメッセージをいただけますか?

(鈴木先生):

私はもう年ですから、あまりお役に立てることができないのですが、若い人達(中学生・高校生・大学生)の前でお話する機会を持ちたいと思っております。いつも若い人たちに言う事は「独創的な発想力を持って、それだけでなく、小さな事を見逃さない大切な注意力を持って、しかも旺盛な研究力を持って、新しい事を見つけて日本の発展のために頑張ってください」ということです。日本は資源に乏しい国です。そういう資源の乏しい国が世界の国と太刀打ちしていくためには、我々ももつと頭を使って新しい知恵を使って他の国にできないような非常に難しいものを、こういうものを知恵の力で作って世界中に近づいていく、それしか日本の進む道はないんだと、そういう事で若い人たちの将来を、何も理科でできるという訳ではないんですが、理科を大事に考えて将来日本の発展のために理科を好きになって頑張ってくださいと思っています。