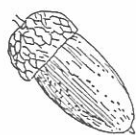


半世紀に及ぶ有機ホウ素 化合物化学の研究から 学んだこと



カット：：“Tall oaks from little acorns grow”.

Herbert C. BROWN
訳 鈴木 章

約 50 年にも及ぶ有機ホウ素化合物の化学に関する研究を通じて得られた教訓を披瀝し、本会会員に激励の言葉を送る。

はじめに

筆者は 1936 年にシカゴ大学を卒業した。そして卒業と同時に、博士号取得のために水素化ホウ素化合物の研究を行なうことを決めた。それは当時としては新規な領域であった。

炭素や窒素の最も簡単な水素化合物、つまりメタンやアンモニアは単に知られていただけでなく、当時、年に数十億ポンドの量で燃料や肥料として生産利用されていた。一方、ホウ素の最も簡単な水素化合物であるボラン (BH_3) は、まだ自然界でみつかっていなかった。当時、ボランは全世界でたった 2 箇所、しかも極めて難しい方法で

ごく少量作られていたにすぎなかった。その研究室というのは、ドイツのカールスルーエの Alfred Stock 教授の研究室とシカゴ大学の H. I. Schlesinger 教授の研究室であった。この珍しい物質の研究に携わっていた化学者は、世界中で 12 人もいなかったであろう。

有望な研究領域を注意深く選ばなければならないということは、よくいわれることである。なぜ筆者が上記の研究テーマを選んだのであろうか？これにはクラスメートだった Sarah Baylen (訳者注、現 Brown 夫人) が関係している。筆者が 1936 年に学士の学位を取得したとき、彼女はお祝いに、A. Stock の著書 “Hydrides of Boron and Silicon” をプレゼントしてくれた。筆者はこの本を読んで、ホウ素化学に興味を持つようになり、博士号取得のための研究をこの領域で行なうことを決めたのである。ではなぜ Sarah がシカゴ大学の書店にある何百もの化学書の中からこの本を

〔英文標題〕 Lessons from a Half-Century of Borane Research

選んだのだろうか。この当時はちょうど大恐慌の時代であった。彼女はわずかな小遣いの中から、書店で最も安い化学書（2ドル）をプレゼントとして選んだのである。

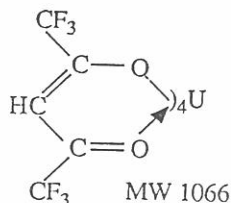
筆者は、Schlesinger 教授と彼の研究助手であった Anton B. Burg の勧めでジボラン（訳者注、ボランは一般に二量体として存在している）とアルデヒド、ケトン、エステルなどの反応を研究することになった。やがて、この反応がそれらの化合物を還元する便利な方法であることを明らかにし、その成果は 1939 年に発表された。

この研究成果に対して、当時の化学界はなんの興味も示さなかった。というのは、前にも記したようにジボランが入手困難な物質であったからである。筆者らはジボランを容易に合成する手法を見つけ、有機化学者のために便利な還元法を提供すべきだったのだが、そうしなかった。後に戦時研究の必要からその手法を開発する研究に従事することになったのである。

揮発性のウラニウム化合物

筆者は企業に就職することを希望していたが、就職難の時代で職を見つけることができなかった。1939 年に、Anton B. Burg が南カリフォルニア大学に移ることになったので、Schlesinger 教授は筆者に講師の身分で彼の研究助手になることを勧めてくれた。筆者はそれに同意した。多くの人が大学に就職できないため、企業で働く昨今であるが、筆者の場合は逆で、企業に職を見つけれなかったために大学で仕事を続けた珍しい例である。

1940 年代後半に、Schlesinger 教授は国家防衛



筆者紹介：Herbert C. Brown

H. C. Brown and R. B. Wetherill Laboratories of Chemistry, Purdue University, Professor Emeritus, Ph. D. [経歴] 1912年ロンドン生まれ。14年アメリカへ移住。36年シカゴ大学卒、38年学位取得、39年助手、43年 Wayne 州立大学助教授、46年準教授、47年 Purdue 大学教授、59年同 R. B. Wetherill 研究教授、68年シカゴ大学より名誉学位授与、77年 Purdue 大学を定年退職し、R. B. Wetherill 研究名誉教授。60年 ACS Award for Creative Research in Synthetic Organic Chemistry, 79年「新しい有機合成法の開発」でノーベル化学賞、81年 Priestley Medal, 82年 Perkin Medal, 85年 A. I. C. Gold Medal, 87年 The National Academy of Sciences Award in Chemical Sciences など多数を受賞。現在 National Academy of Sciences および American Academy of Arts and Sciences 会員, The Chemical Society および本会外国人名誉会員。[専門] 有機化学反応（フリーラジカル反応、有機化学反応における立体効果。芳香族置換反応、ハイドロボレーション反応など）。[主な著書] Hydroboration (W. A. Benjamin), Boranes in Organic Synthesis (Wiley-Intersciences), Boranes in Organic Chemistry (Cornell Univ. Press), Borane Reagents (Academic Press) など多数。[連絡先] Richard B. Wetherill Laboratory Purdue University West Lafayette, Indiana 47907, U. S. A.

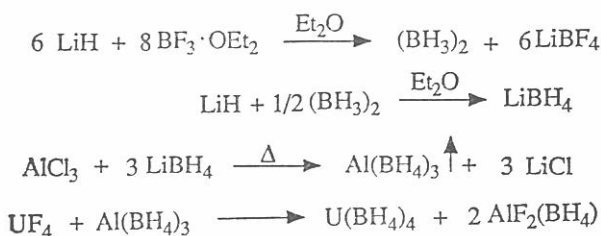
研究委員会 (NRDC) から新しい揮発性のウラニウム化合物の研究を行なうよう協力を求められ、筆者らは今までの研究を中止して、強力なグループを結成した。その化合物の条件として UF_6 のように腐食性でなく、安定に存在できる温度で少なくとも 0.1 mmHg の蒸気圧を持つことが求められていた。

筆者らは初めウラニウムのキレート錯体を作ろうとした。結局、有望な性質を持った物質としてウラニウム (IV) ヘキサフルオロアセチルアセトン合成した。しかしながら筆者らがこの成果を自信たっぷりに NRDC に報告すると、その場で以前知らされていなかったさらに重要な条件があることを初めて知らされた。それは、低分子量でなければならず、分子量が 238 以下でなければ話にならぬというのだ!

1938 年に、R. T. Sanderson はトリメチルアルミニウムとジボランから沸点 45°C の水素化ホウ素アルミニウムを合成した。すぐその後、A. Burg はジメチルベリリウムとジボランから昇華温度 91°C の水素化ホウ素ベリリウムを合成した。筆者は彼らのやり方に従い、エチルリチウムとジボランから水素化ホウ素リチウムを合成した。水素化ホウ素アルミニウムとベリリウムが、ともに揮発性であるのに対して、水素化ホウ素リチウムは典型的なイオン塩であった。筆者らはベリリウムとアルミニウムの類推から水素化ホウ素ウラニウムが揮発性化合物ではなかるかという希望のもとに合成を行ない、実際に揮発性の水素化ホウ素ウラニウム (IV), $U(BH_4)_4$ を合成することに成功した。この物質は分子量 298 で、 UF_6 より小さかったので、さらに研究を進めるために大量に作ることを計画した。

水素化アルカリ金属を経るジボラン合成¹⁾

この場合、ジボランの合成が非常なネックとなることがすぐ明らかになった。6 人の研究者が 6 台のジボラン発生装置を操作していたが、これがすべてうまくいくと、一つの発生装置から 0.5



g、全部で 1 日に 3 g のジボランが作られる。つまり一年間で約 1 kg 作れることになるわけであるが、これでは、筆者らが必要な量だけ $U(BH_4)_4$ を作る前に戦争は終わってしまう。そこで筆者らはジボランの新しい合成法を探さなければならないことになった。

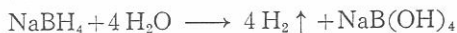
筆者らはすぐに水素化リチウムが三フッ化ホウ素と反応してジボランを生成することを見つけた。ジボランは水素化リチウムを水素化ホウ素リチウムに変える。水素化ホウ素リチウムは水素化ホウ素アルミニウムに変えることができる。最後に $U(BH_4)_4$ が生成するわけである。

筆者らはこのようにして問題を解決した。しかしながら、今度は水素化リチウムが不足しているから大規模に合成を行なえないということを知られた。それで水素化ナトリウムを使うことを勧められたが、水素化ナトリウムは反応しないことが明らかとなった。しかし幸運にも、水素化ナトリウムがホウ酸メチルと反応することを見つけた。その生成物であるトリメトキシヒドロホウ酸ナトリウムはハイドライドの活性な発生源となり、水素化ホウ素リチウムの行なえるすべての反応に利用できることがわかった。これで $U(BH_4)_4$ を大量に合成できるようになったのである。しかしその時なんと、 UF_6 の取り扱いの問題が解決し、もはや他の揮発性のウラニウム化合物を作る必要がなくなったことを知らされたのである。

水素化ホウ素アルカリ金属¹⁾

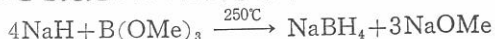
この時 (1943 年)、軍関係者が筆者らを訪ねてきた。彼らは水素の発生源についての問題を抱えていることを話し、筆者らが先に作った水素化ホウ素ナトリウムが、その問題解決に役立たないかとの質問があった。筆者らは重量規準でみて、水素化ホウ素ナトリウムが彼らが現在使っている水酸化ナトリウム-フェロシリコン系よりずっと優れていると指摘した。さらに、水素化ホウ素ナトリウムはフェロシリコンのように重い鋼鉄製のボン

べを必要としないこと、さらに筆者らは、それを水素発生のために使用したことはないが、ジボランと同様に水と容易に反応して水素を発生するだろうと述べた。

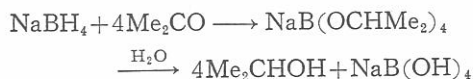


実際に実験をしてほしいとのことであったので、筆者は水素化ホウ素ナトリウムをフラスコに量り取り、それをガスメーターにつなぎ、装置はすべて防爆スクリーンの後ろに組み立てた。なぜなら筆者はその反応が激しく起こるであろうと考えたからである。Schlesinger 教授や軍関係の人たちが遠くから見つめるなかで、筆者はスクリーンの後ろから注意深く手を伸ばし、コックをひねって水を水素化ホウ素ナトリウムの上に注いだ！水素化ホウ素ナトリウムは溶けたが何の変化も起こらず、水素は全く発生しなかったのである。この実験は筆者の人生で最も大きなショックを与えた実験の一つであった。しかし、これが水素化ホウ素ナトリウムが簡単なホウ素-水素化合物として水に対して異常に安定であることを見つけたいきさつなのである。

幸運にも軍の研究機関は、水素化ホウ素ナトリウム合成の改良法を見つける研究とその加水分解を容易にする触媒の発見のための研究を支援したいと申し出てくれた。ホウ酸メチルを 250°C で水素化ナトリウムに加えると、水素化ホウ素ナトリウムとナトリウムメトキッドを定量的に与えることを発見したのは間もなくのことであった。



筆者らは、これら二つの生成物を分けるためのよい溶媒を探さなければならなかった。まずアセトンを試してみた。水素化ホウ素ナトリウムは溶け、メトキッドは溶けなかったが、したがって、これは都合良さそうにみえたが、溶液から水素化ホウ素ナトリウムを回収することはできなかった。加水分解すると 1 mol の水素化ホウ素ナトリウムに対し、4 mol のイソプロパノールが得られることを知った。

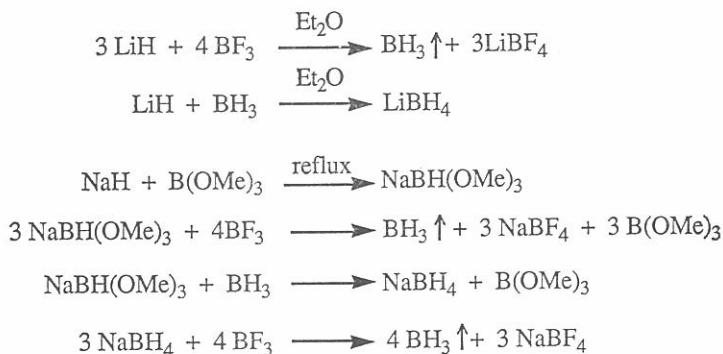


このようにして筆者らは水素化ホウ素ナトリウムが有機分子の水素化に有効な試薬であることを見つけたわけである。

筆者らはまた、3% の CoCl_2 を水素化ホウ素ナトリウムの錠剤に加えると素早く分解を引き起こすことを見つけた。軍の研究機関はこの結果に喜び、エチルコーポレーション社に大量に作らせることを提案してきた。しかしこの時点でワシントンから戦争の終結が見えてきたので、軍事研究の新しいプラントは作らないようにとの指令が発せられたのである (図 1)。

選択的な還元反応

1947 年に筆者はパーデュー大学に招かれてから、水素化ホウ素化合物の研究に戻った。そして筆者はハイドライド還元剤を系統的に研究することに決めた。当時二つの該当する試薬、水素化ホウ素ナトリウムと水素化アルミニウムリチウムが知られていた。これらは二つの究極を代表しており、水素化ホウ素ナトリウムは非常に温和な還元剤であり、水素化アルミニウムリチウムは強力な還元剤である。筆者は水素化ホウ素ナトリウムの還元力を増してゆき、水素化アルミニウムリチウ



Provided the first simple routes to diborane and alkali borohydrides

図 1 研究第一期 (1936~1946)。

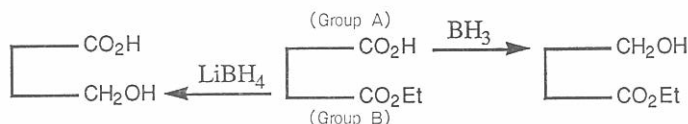
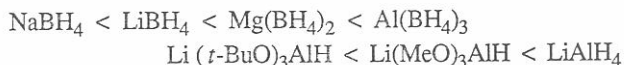


図 2 研究第二期 (1946~1956)。

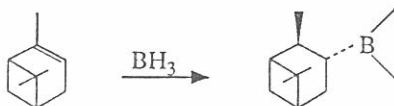
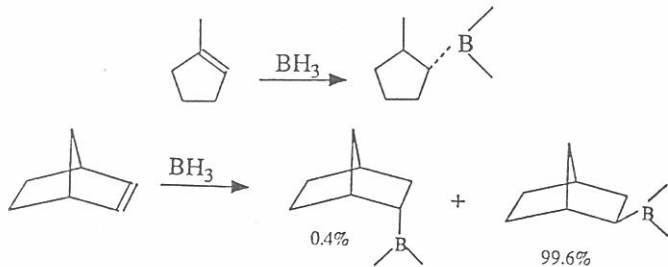
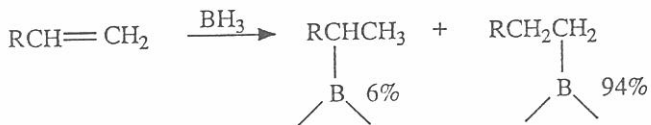
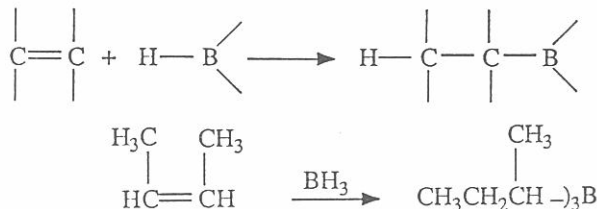
ムに近づける方法、また逆に水素化アルミニウムリチウムの還元力を落としてゆき、水素化ホウ素ナトリウムに近づける方法で系統的に研究を行なうことにした。どちらの努力も実を結び、さらに、筆者らは塩基性還元剤である水素化ホウ素ナトリウムや水素化アルミニウムリチウムと酸性還元剤である BH₃ や AlH₃ の特性に大きな相違のあることを発見した。その結果、多くの場合でグループ B が存在してもグループ A を還元したり、グループ A が存在してもグループ B を還元することが可能となったのである (図 2)。

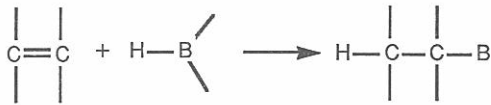
ハイドロボレーション反応^{1,3,4)}

この種の還元剤の系統的研究での最も価値ある成果は、ハイドロボレーション反応の発見であろう。筆者らは、塩化アルミニウムで活性化された水素化ホウ素ナトリウムの還元特性を調べていた。酢酸エチルやステアリン酸エチルのようなエステル類では標準条件 (1 時間, 25 °C) で、エステル 1 mol に対して 2.0 mol のハイドライドが消費される。ところがオレイン酸エチルを用いた場合には、2.37 mol のハイドライドが消費


されることを知った。われわれは、この小さな発見を見逃さなかった。さらに研究を続けた結果、反応時間を長くすると消費されるハイドライドの量は 3.0 mol にまで達し、その値で止まることを見つけた。そして最終的にオレイン酸エチルの炭素-炭素二重結合に、1 mol 当量の水素-ホウ素結合が付加することを発見したのである。

すなわちジボランは、エーテル溶媒中でアルケンやアルキンに容易に付加することが明らかになった。この反応は定量的であり、瞬間的に完了してトリオルガノボラン、R₃B を作る。付加は、ほとんど完全に anti-Markovnikov 則に従い、シス付加で進行し、二重結合の立体障害の少ない方から起こることが判明した。





ヒドロホウ素化試薬：NaBH₄ + BF₃, H₃B.THF, H₃B.SMe₂

Sia₂BH, Ipc₂BH, BH, Br₂BH.SMe₂
ThxBH₂, ClBH₂, IpcBH₂

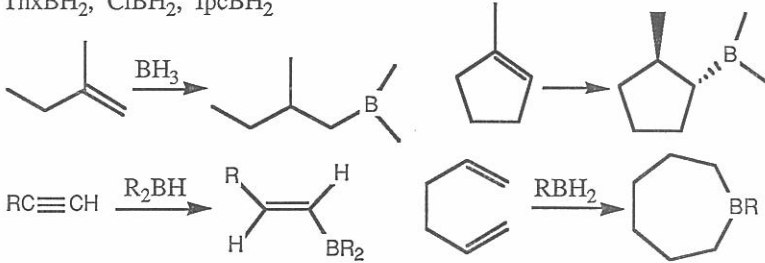


図 3 研究第三期 (1956~1966)。

オルガノボラン(有機ホウ素化合物)^{1,4,5)}

ヒドロボレーション反応は 1956 年に発見された。それから 10 年間、筆者らはその反応を系統的に研究した。しかし多くの人たちはヒドロボレーションは確かにきれいな反応ではあるが、単にオルガノボランを作るだけで、この種の化合物は 1862 年 E. C. Frankland が発見して以来、あまり興味ある合成中間体とは考えられていなかったのである。

筆者らは、その後いくつかの反応がフリーラジカル機構で進むことを見つけた。そして興味あることに大部分のものは立体配置保持で反応が進行する。明らかに反応試剤は初めにホウ素と配位し、次にアルキル基がホウ素から酸素、窒素あるいは炭素上に転移し、元のアルキル基の立体配置は正確に保たれている(図 4)。

オルガノボランの反応を詳しく研究した結果、合成化学者が興味を持つ多くの化合物へ R₃B を変換するルートを開発するこ

とができた(図 5)。

不斉ヒドロボレーション⁶⁾

以上の結果をもとに、もし光学活性な基をホウ素につけることができるならば、その基をホウ素から他の炭素のような元素へ立体保持で移すことができるだろうと考えた。実際、シス-アルケンをジイソピノカンフェイルボラン(α-ピネン

とBH₃でつくる)を用いてヒドロボレーションすると、目的の物質が高い光学収率で得られることを見つけた(図 6)。

トランス-アルケンや三置換アルケンにはモノイソピノカンフェイルボランがもっと効果的である。最初の反応生成物を、単に迂過するだけで 100% ee の生成物が得られる(図 7)。

簡便不斉合成

次に筆者らは既知のオルガノボランの反応を不斉合成に使えるかどうかの検討を試みた(図 8)。

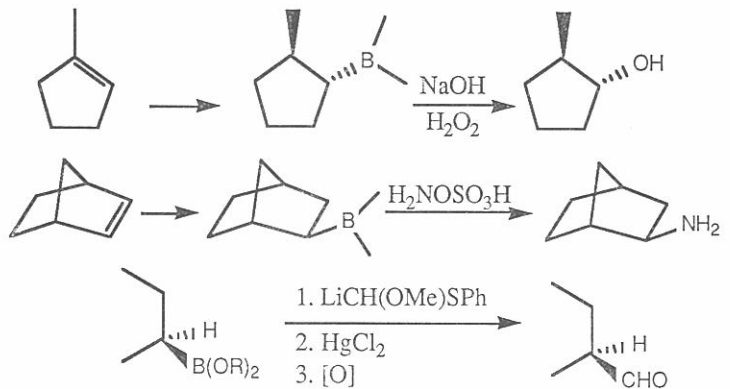


図 4 研究第四期 (1966~1976)。

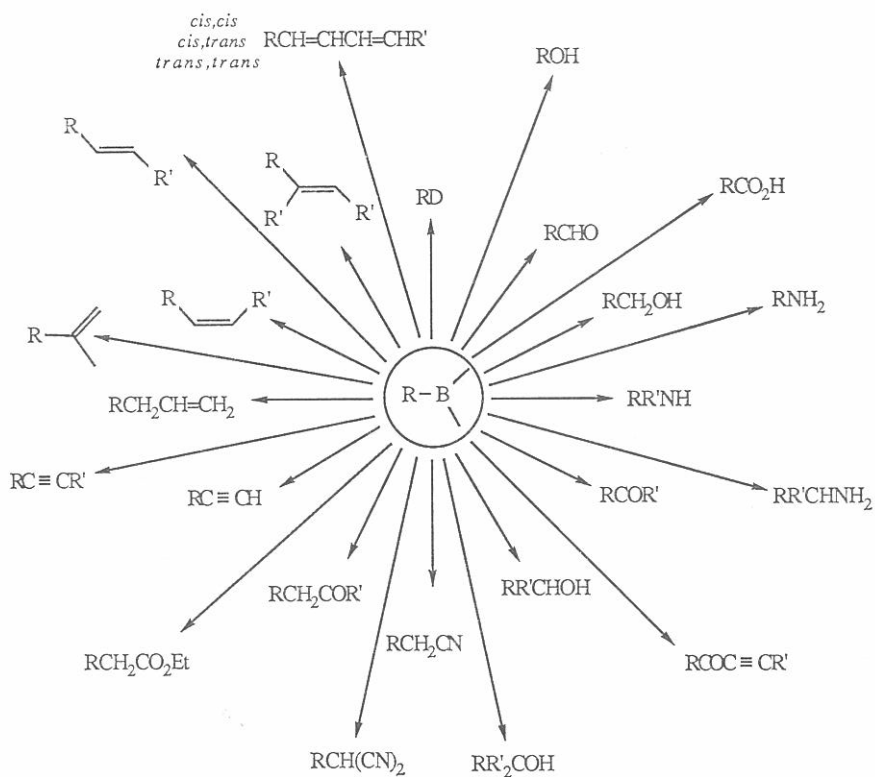


図 5 研究第四期 (1966~1976)。

α -ピネン, 優れた不斉修飾剤

テルペン精油の主成分である α -ピネンは

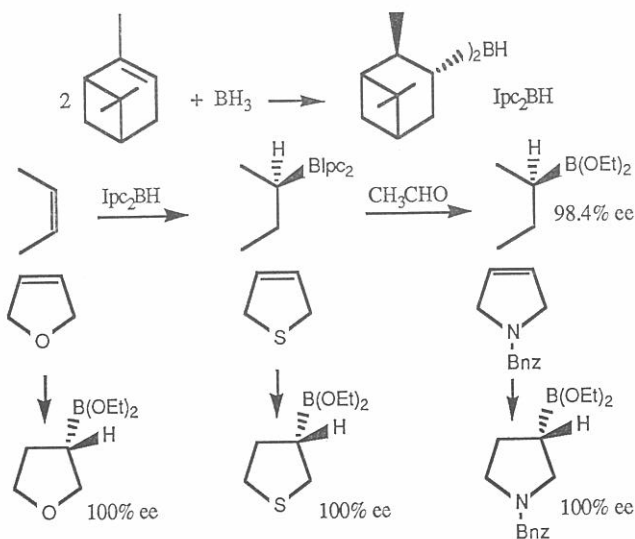


図 7 研究第五期 (1976~1986)。

(+) - 体, (-) - 体ともに入手可能である。ハイドロボレーション反応により Ipc_2BH も IpcBH_2 も合成できる。これらはどちらも優れたハイドロボレーション試薬である。研究により、さらにイソピノカンフェイル基が不斉還元, 不斉アリル-, あるいは不斉クロチルボレーション反応やメソ-エポキシドの不斉開環にも有効であることが明らかになった (図 9, 10)。

不 斉 還 元^{8,9)}

新しい不斉還元剤である Ipc_2BCl を使った代表的な仕事として、光学的に純粋な $R(-)$ -または $S(+)$ -フルオキセチン塩酸塩 (抗うつ病薬) の簡便合成法を挙げる (図 11)。

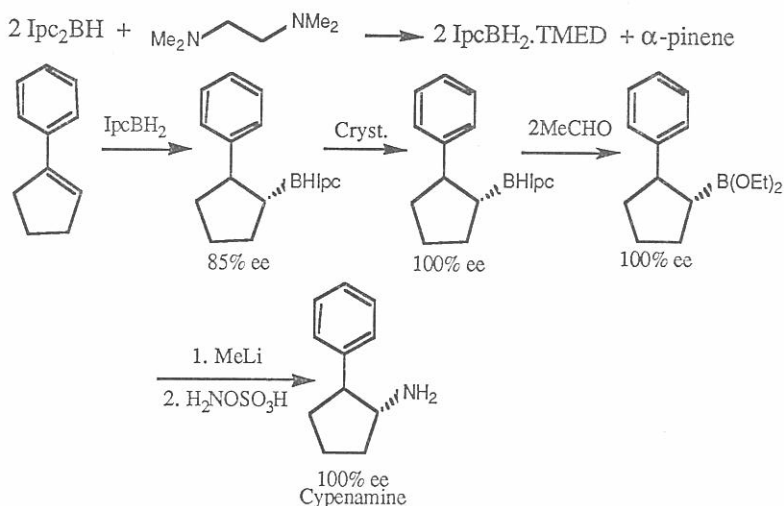


図 7 研究第五期 (1976~1986)。

アリル-, およびクロチル
ポレーション^{8,10)}

クロチルポレーション反応において最も良い結果を与えた。四つの可能な異性体はすべて 95% 以上の光学純度で、単に (+)-または (-)- α -ピネンと (Z)-または (E)-クロチルカリウムを使い分けるだけで合成できる。その結果、現在では純

Ipc₂B 基はアルデヒドの不斉アリル, あるいは

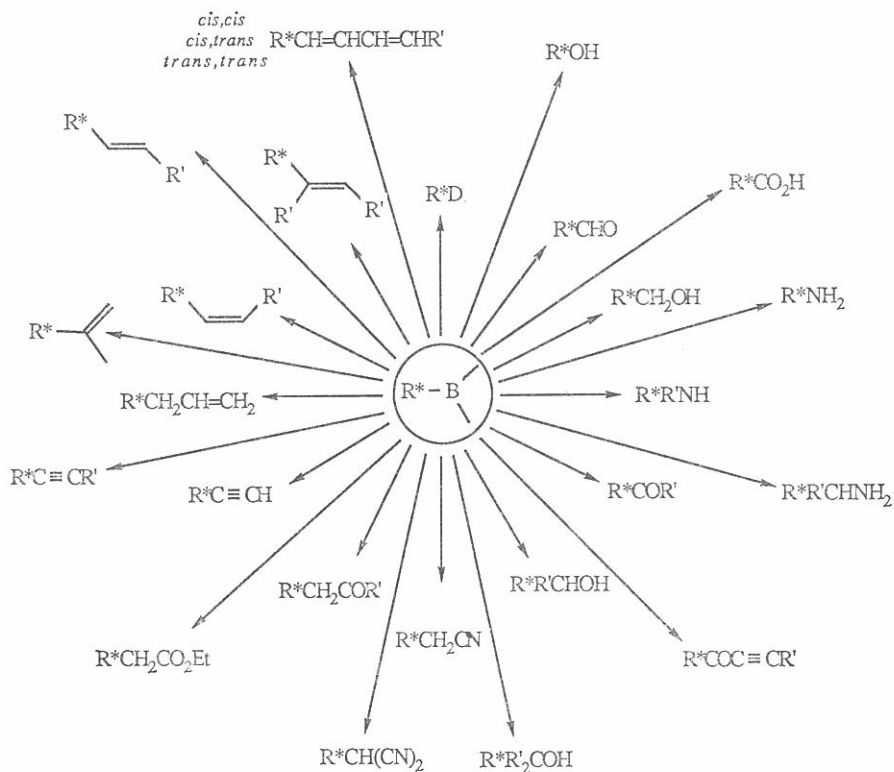


図 8 研究第五期 (1976~1986)。

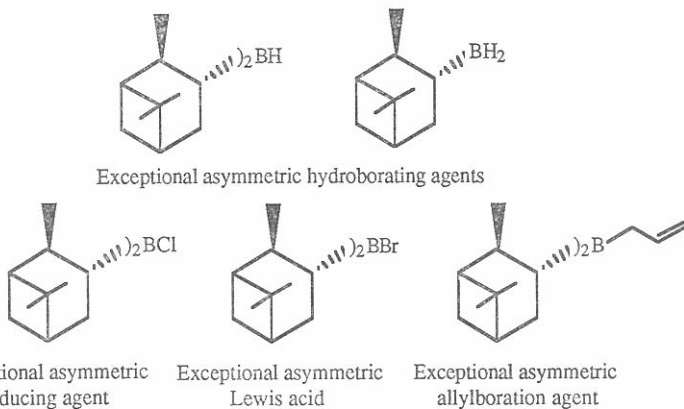


図 9 研究第五期 (1976~1986)。

粋な光学活性体を合成できるというだけではなく、さらに多くの不斉中心のある分子の合成までも可能になったのである (図 12)。

今までの研究から学んだこと

以上で述べた、筆者の長い研究経験から得られたいくつかの教訓を以下に指摘したい。

1) 研究というものは累積された活動である。研究は、ある短い期間めざましい進歩を示すこともあるが、その時期を過ぎると毎日の研究成果が認

められない苦悶の時がやってくるものである。しかし、筆者の半世紀にわたるホウ素化学の研究を通じて感ずることは、長い研究の蓄積がやがてすばらしい成果を作り出すことを示しているように考えられる。

2) 研究の戦略

建設的な研究を行なう場合、多くの違ったやり方がある。例えば、重要な、しかも非常に困難な問題に積

極的にチャレンジする人もあるであろう。しかし筆者はそのような最高峰エベレスト登頂型研究に、初めからチャレンジするような方法をとったことはない。その代わり、いつもそれほど困難な山ではないが未開の山を徹底的に克服する方法を選んだ。そして些細なことであっても異常な結果を見逃すことなく探究することにより、思わぬ大発見をすることを経験した。その一例を本稿で述べたヒドロボレーションの発見にみることができるであろう。

3) 若い人たちへ

筆者のノーベル賞受賞講演を引用させていただくことにする。1936年、筆者が大学を卒業したと

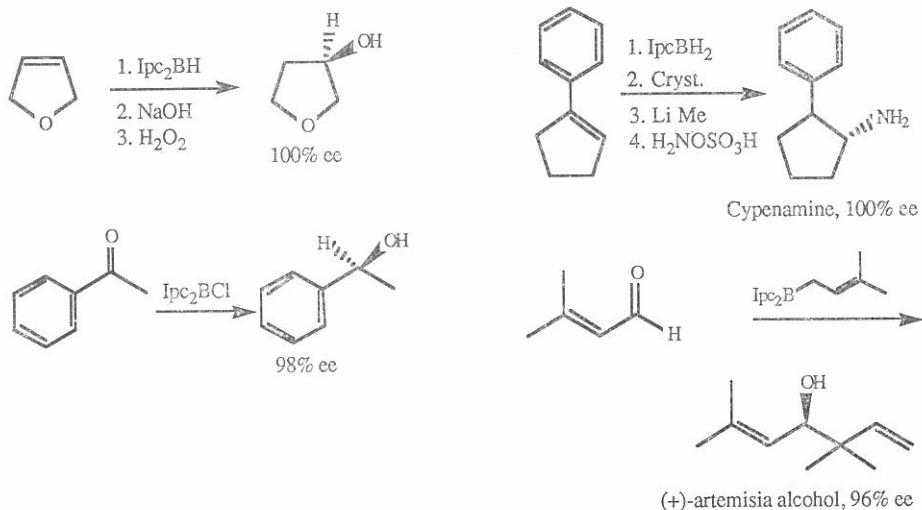


図 10 研究第五期 (1976~1986)。

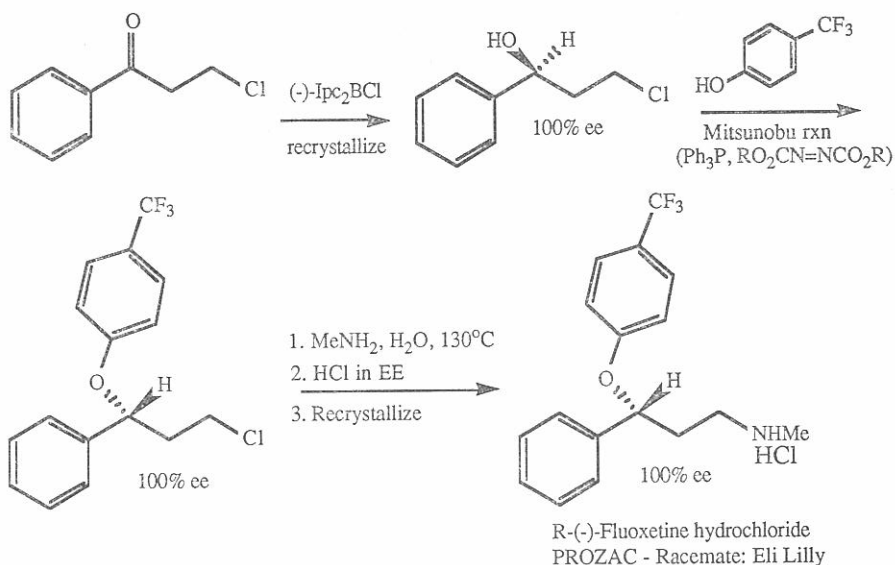
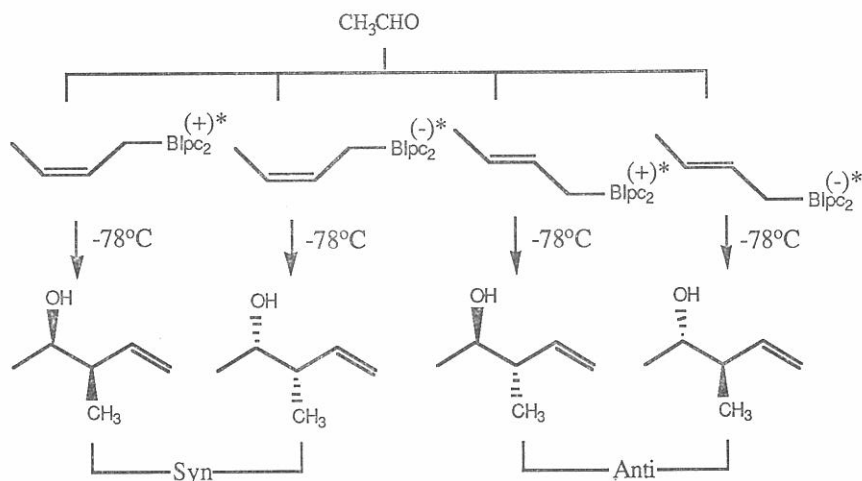


図 11 研究第六期 (1986~)。

き、有機化学の領域では重要な化学反応や化合物の構造に関する研究はほとんど完了してしまい、残っているのは反応の機構に関する研究や、反応の改良法について調べることにすぎないようにならざるを得ないものである。しかし、筆者は今この考え方が間違っていたことをつくづく感じるのである。すなわち、その後多くの興味ある新反応が発見され、実際に利用されたし、また過去の知識

では理解できない新しい化学構造がわかってきた。筆者は今日の多くの学生諸君が、1936年に筆者が感じたと同じことを感じていることを知っている。しかしこれから先の40年あるいは50年が過去とは違い、実り豊かでない時代であるとはいえないのである。

筆者の著書“ハイドロボレーション”の中に次のような詩を引用した。“Tall oaks from little



* 使用した α -ピネンの旋光度のもの。

図 12 研究第六期 (1986~)。

acorns grow” と。しかしこの稿ではドングリがただの花粉だった頃まで話をさか上り、花粉がどのようにドングリに育ったかを示した。さらにドングリは樞の木になり、樞の木は森になり、さらに、われわれはその森のある新しい大陸を少しずつ発見しつつあるわけである。しかしながらわれわれは、まだその大陸の一部をかい間見たにすぎないのである。その大陸に住みつき、それを人類のために役立てるためには、新しい世代の多くの化学者が必要となるのである。しかしこの大陸が、われわれに残された最後の大陸であろうはずはなく、まだまだ興味ある未開の大陸が知られずに、ひっそりとたたずんでいることは疑うべくもない。筆者はこの機会に、若い化学者たちが奮起して、この新大陸発見の大偉業に参加することを強く希望する。

4) それほど若くない人たちへ

科学者の活動ははたして俗にいわれているように、35歳で頂点に達するのであろうか。筆者の経験からいうと、それは化学者には当てはまらないし、たぶん他の科学者の場合にも同様であろう。筆者はいま76歳である。1978年に66歳でパーデュー大学を公式に引退したとき、大学は盛大な引退パーティーを開いてくれた。その時まで筆者の共同研究者はおよそ300人になっていたが、その人たちの多くが祝賀パーティーに出席してくれた。筆者はその時から心地良いが無為な老後生活を続けることができたかもしれない。しかし妻はそれに反対し、研究生生活を続けることを促した。彼女は、人間は活動的な生活を続けることが、健康で実り多い長生きの秘訣だと言うのである。

幸いにも筆者の大学は、筆者に例外的に実験室を提供してくれ研究を続けることを申し出てくれた。ただし二つのことを除いて。一つは、もう大学院学生の教育に携わることができぬこと、もう一つは給料をもらえないこと。しかしポスドクの人たちの協力を得て、まだ終わることのない一連の発見を求めて研究を続けることができ、これが筆者にとっては大きな喜びなのである。

それから10年たった。研究費を提供してくれる多くの機関は今までどおり筆者の研究を援助してくれた。筆者は世界中から、日本、韓国、台

湾、インド、イスラエル、イタリア、ドイツ、フランス、イギリス、オーストラリア、ポーランドそしてアメリカからの16名のポスドクの共同研究者と一緒に仕事を続けている。

現在筆者はパーデュー大学で Wetherill Research 名誉教授としての地位をいただき、1979年のノーベル化学賞をはじめ、アメリカ化学会の Priestley 賞 (1980)、Perkin 賞 (1982)、Gold 賞 (1985) 等の諸賞を受賞する栄に浴したが、1987年には、また米国自然科学アカデミー化学部門賞をいただくことができた。大学はまた最近、化学科の新しい建物を H. C. Brown 化学研究室と命名することを決定してくれた。

筆者の論文発表は引退後も着実に増加している。事実その数は引退前の年30報のペースから40報へと増えている。筆者の1,000報目の報文は最近発表された。定年引退後250報発表したことになる。

“引退”前、筆者は平均して年に25回の招待講演を依頼されていたが、ノーベル賞受賞後は年間約50回にもなっている。そして年に6回程度もの外国講演旅行を妻とともに続けている(閑話休題。これが筆者たちが幸福な結婚生活を50年もの間続けることができた秘訣の一つなのである!)

筆者は自分自身が例外的な人間だとは考えていない。通常の引退の年をすぎても、なお活発な研究活動を続けている化学者を多く知っている。確かに年とともに人のエネルギーは減少するであろうが、同時に知識は年齢とともに増加していくということも確かである。ある大学で高齢の科学者が、エネルギーはあるが経験の乏しい若い研究者と協力し、大きな成果を挙げている例を知っている。

ではいったい独創性とはどのようなものであろうか。報文数や講演数を数えあげるのは簡単である。しかし、その人自身の独創性をどのようにして判断したらいいのであろうか。前述したように筆者は4年前に筆者の研究生生活で最も重要な発見と考えられる新事実を発表している。

筆者が1930年代に研究者としての生活を始めたとき、科学者の独創的な仕事は35歳くらいま

での間になされるものだといわれていた。筆者は1937年に24歳で同級生の Sarah Baylen と結婚した。当時はまだウーマンリブの時代ではなく、夫妻は一心同体で同じゴールをめざすものと考えられていた。筆者は結婚して間もなく Sarah と今後の生活について話し合ったことがある。彼女は心やさしくも日常の雑用に惑わされることなく、研究生活に専念してほしいと申し出てくれた。

さきに述べたような化学者 35 歳説に対して、これは全くのナンセンスであると結論したい。例えば、筆者の場合 44 歳でヒドロボレーション反応を発見したし、55 歳のときオルガノボランに関する系統的な仕事を開始し、その有用な潜在力を発見して、後にノーベル賞を受けることになった。さらに 64 歳のとき、ヒドロボレーション反応により 100% 光学活性体を得ることができるとを見だし、さらに 72 歳でその一般的な合成法を開発した。

筆者はその後、Sarah に定年後も以前と同じように家庭を顧みない研究生活を続けたことを詫びたことがある。それに対し彼女は、彼女自身もそれを共同の仕事としてエンジョイしたのであり、なんの後悔もしていないとってくれた。確かに彼女はその責任分担の代償を得ていたのである。というのは、筆者がノーベル賞を受けるためにストックホルムへ行ったとき、彼女は筆者にメダル

を運ばせ、自分は \$100,000 の賞金を持ち帰ったのだから…。

参 考 文 献

- 1) Nobel Lecture. H. C. Brown, *Science*, 210, 485 (1980).
- 2) H. C. Brown and S. Krishnamurthy, *Tetrahedron*, 35, 567 (1979).
- 3) H. C. Brown, "Hydroboration", W. A. Benjamin, Inc., New York, N. Y. (1962).
- 4) A. Pelter, K. Smith, and H. C. Brown, "Borane Reagents," Academic Press, Inc., London (1988).
- 5) H. C. Brown, "Boranes in Organic Synthesis," Wiley-Interscience, New York, N. Y. (1975).
- 6) H. C. Brown, P. K. Jadhav, and A. K. Mandal, *Tetrahedron*, 37, 3547 (1981).
- 7) H. C. Brown and B. Singaram, *Acc. Chem. Res.*, 21, (1988).
- 8) H. C. Brown, P. K. Jadhav, and B. Singaram, "Enantiomerically Pure Compounds via Chiral Organoboranes" in *Modern Synthetic Methods*, 4, 307 (1986).
- 9) H. C. Brown, J. Chandrasekharan, and P. V. Ramachandran, *J. Am. Chem. Soc.*, 110, 1539 (1988).
- 10) H. C. Brown and K. S. Bhat, *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 5919 (1986).

訳者紹介:

Akira SUZUKI 北海道大学教授(工学部 応用化学科)理学博士

経歴: 昭和34年北海道大学大学院博士課程修了, 助手, 助教授を経て48年から現職. 専門: 有機合成化学. 連絡先: 060 札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学工学部応用化学科 (電話 (011) 716-2111, 内線 6560).

(© 1989 The Chemical Society of Japan)