

共生工学の創設

最後に共生工学の話しよう。広大に赴任したとき、大学付近には蓮華畑がまだ残っていた。そこで古くから緑肥として植えられてきたレンゲソウについて調べてみた。僕は、思いついた研究前に他人の研究例をほとんど調べたことはない。結果的に全ての研究だった。しかしレンゲソウは中国や日本で利用されてきたから多くの研究があると思っていた。ところが、

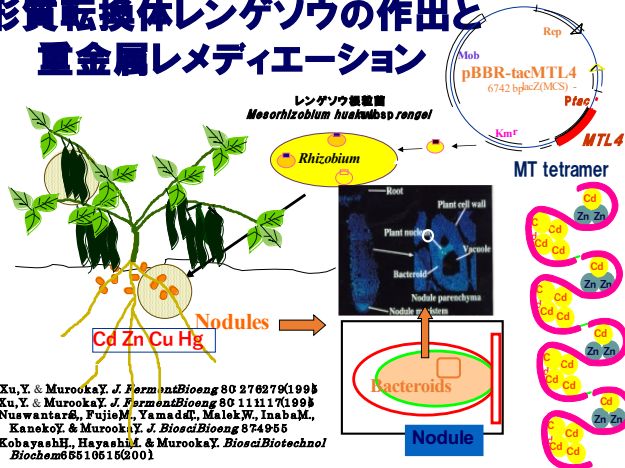
農業試験場の報告の他に論文は見つからず、英文報告はまったくなかった。まず試験管内での根粒形成実験から始まり、許君や真田君が次々と新しい研究成果を出してきた。根粒から分離したレンゲソウ根粒菌は新しい種で有り、*Rhizobium renei* と命名して、発表準備をしていたところ、中国の Chen 博士等が一足先に、新種の *Rhizobium fuakuii* と発表してしまった。しかし、日本のレンゲ根粒菌は中国のそれと少し性質

「共生工学」の創生

- ・根粒菌のゲノム解析
- ・根粒バクテロイド内異種遺伝子発現
- ・ファイトレメディエーション
- ・マメ科植物の代謝工学
- ・共生情報伝達機構
- ・共生を利用したSDGs
- この研究に集中すべき
- ・レンゲソウを科学する
だった



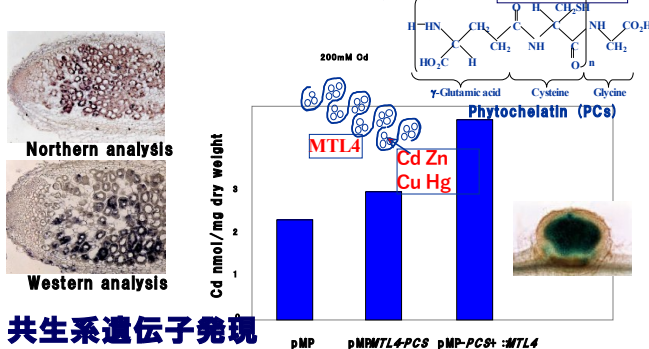
形質転換体レンゲソウの作出と 重金属レメディエーション



が違うので、Nuswantara 君らと *Rhizobium fuakuii* subsp. *renei* と名付けた。

次に、レンゲソウに色々な機能を付加するために、レンゲソウ根粒菌の宿主—ベクター系を開発した。そして、*tac* プロモーターに、Honさんが以前作成した重金属を結合するメタロチオネインの四両体遺伝子を繋ぎ、根粒菌に導入して、根粒内で発現させることを試みた。この遺伝子組換え根粒菌をレンゲソウに感染させ、根粒を形成させれば、重金属汚染された稲田などの土壌の重金属を取り込み、その後引き抜けば土壌が浄化できるという戦略だ。実際、見事根粒内バクテロイドでメタロチオネイン4両体は発現し、4両体1分子で28分子のCdなどの重金属を結合した。さらに Sripang さんや池さん達はファイトケラチンと同時に発現させ

MTL4 およびAtPCS 遺伝子発現による 根粒内への Cd²⁺の取り込み

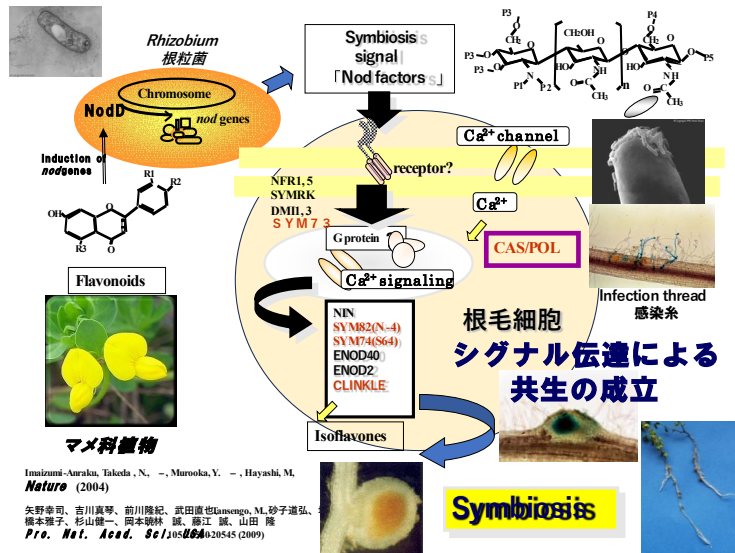


共生系遺伝子発現 「共生工学」

Sripang R et al. *Appl. Environ. Microbiol.* (2003); Ike, A., et al. *J. Biotechnol.*, 99, 279 (2002) 他多数

ることにより、Cd等の重金属を吸着して、重金属汚染された田畑を浄化できることを示した。

この技術は、他の色々な遺伝子の植物-微生物共生系において利用できること、さらにはこの方法は、植物への新しい形質導入技術であることも示している。そこでこの技術を『共生工学』と名付けた。



一方、この植物と根粒菌の共生は、生物の共生モデルとして注目され、阪大の林誠先生らが中心になって、マメ科モデル植物、ミヤコ草の共生分子メカニズムを解明した。簡単に要約すると、マメ科植物が分泌する Flavonoids に反応して、根粒菌によりNod因子が造られ、共生相手を認識して植物根毛の中に入っていく、感染糸を形成しながらシグナル

伝達遺伝子を介して根粒が形成される。こうしたメカニズムの主な部分は、Nature や米国科学アカデミー誌 Pro.Nat.Acad.Sci に掲載された。武田君はこの論文の筆頭著者として、Nature 誌一報で博士号を取得した。この共生研究で6人の博士が誕生した。レンゲソウ研究は、広大の山田隆研究室の藤江先生との共同研究も多くある。

マメ科植物は、根粒内バクテロイドによって、空気中の窒素をアンモニアに変換(窒素固定)するので、化学肥料を出来るだけ使わない、生物肥料としてその研究は持続的食料生産と環境保全に寄与するものとして注目されてきた。

生物肥料による持続的食糧生産と環境保全を目指して

共生系研究 東南アジア ネットワーク



そこで、科学研究費や学術振興会の補助の下、共生系利用のアジアネットワークを結成し、そのコーディネーターとして国際協力事業を行ってきた。毎年、日本、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピン、ベトナムの研究者を招聘して、各国で調査研究とシンポジウムを開催してきた。この国際研究調査では、東南アジアの研究者に農業の現地研究を教えられ

ネパール蓮華プロジェクト



段々畑、ネパール



ネパール国王ご夫妻との謁見

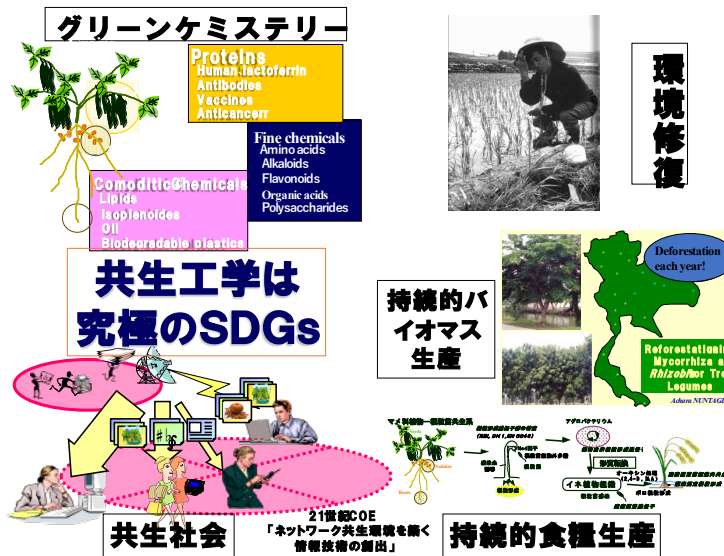
ることの方が多かった。

あるとき、ネパール国王主催のバイオテクノロジー学会に招待された。開会式後に日本代表として各国代表とともにネパール国王に謁見したところ、ネパールのバイオテクノロジーへの研究協力をお願いされた。そこで、ネパールの段々畑の富肥化に緑肥レンゲソウを植える、ネパール「蓮華プロジェクト」を企画し、ネパールの大学教授と

東京のJICA本部に出向きこのプロジェクトの説明をして支援を要請した。お昼はネパール大使公邸でランチに招待された。大阪に帰ったその夜のテレビニュースに驚愕した。あの国王ご夫妻が射殺されたニュースだった。それ以来、アンナプルナ、ランタン、エベレスト・トレッキングを含め5回も訪れたネパールを訪れることなく、僕はやる気を失ってプロジェクトは中止した。このプロジェクト中止は残念だった。今でも、ヒマラヤの白い峰を背景にあの天をつく段々畑にレンゲソウがピンクの花を咲かせる景色を夢に見る。

この共生工学は、究極のSDGsといっても過言ではない。この共生工学の技術と理念は、植物によるワクチン生産や植物タンパク質、アミノ酸やフラボノイド、多糖類生産などのファインケミストリー、リピッド、オイル、バイオプラスチックなどのコモディティケミストリーといった、グリーンケミストリーに、

重金属汚染や環境ホルモン等の除去による環境修復に、持続的バイオマス生産による地球温暖化体対策に、化学肥料を極力使用しない持続的食料生産に、そして人々が助け合う共生社会の構築に役立つに違いない。今頃になって、研究費と学生をこの研究に集中すべきだったと反省している。



北米教育研究拠点の設立

最後に、阪大の定年前後に赴任したサンフランシスコでの貴重な経験について話しておこう。阪大は2004年に国立大学初の海外拠点をサンフランシスコに設立し、僕がその立ち上げに初代所長として赴任した。サンフランシスコ中心部にあるアジア美術館に、米国大学の代表や日米の企業人など200人以上を招いて盛大に開所式を行なった。サクラメントにある米国月桂冠酒造から樽酒を頂いて、鏡割りを行った。この海外拠点では、阪大の著名教授によるセミナー、大学の技術移転や夏期語学研修、サンフランシスコと阪大を結ぶ遠隔授業等多くの仕事を手がけた。そして、

国立大学初の海外 拠点 と JUNBA 設立

アジア美術館での開所式風景



北米拠点：セミナー、遠隔講義、留学研修、大学の技術移転



阪大総長、副学長、SFセンター長、総長補佐、情報研究科長、留学生センター長



JUNBA アカデミアサミットの記者会見。左から藤田がサミット議長、九大総長、その右が客員JUNBA 会長

JUNBAの設立

日本の大学間連携ネットワークJUNBAをJSPS、JETRO、日本総領事館の後援の下、阪大、東大、東北大、九大、鹿児島大、横浜市立大、法政大、早稲田大、慶応大などと設立し、JUNBAの初代会長も務めた。九大総長や各大学の学長、副学長、JSPS部長、領事などを招き、アカデミアサミットも開催した。海外拠点とJUNBAも現在も続いている。

大学同窓会の役割

北米拠点所長の時、UCバークレーの学長就任式への招致状が大学に届いた。そこで、鈴木

学長就任式には、ブラックタイで



UCBerk 学長就任式に出席のブラックタイで



学長就任式後晩餐会大ホールで

副学長と私が代表で出席することになった。招待状に、式典には貴大学のガウンで、夜の祝賀会にはブラックタイでとあった。「ブラックタイで何?」と、バーモント出身の秘書に聞くと、「タキシードのこと。僕たちはダンスパーティの度に貸衣装で間に合わせてました」と。そこでタキシードを借りて阪大代表として出席した。昼は

千席を越えるテーブルで、パークレー卒業生達と昼食をとった。大勢の同窓生達と話しながら、米国の大学同窓会の重要さを知った。

同窓会の役割は、大学と卒業生との絆。まず同窓会員へのサービス。大学同窓会員であることは紳士淑女のステータスということを知る。欧米では著名なクラブ会員であることがステータスと見なされる。同窓会はビジネスチャンスであり、事業を発展させるに当たって、一番信頼できるのは同窓生だと言う。大学や同窓会から同窓生へのきめ細かいサポートがある。例えば、同窓会誌で大学や同窓生の現況報告や同窓生の転職の斡旋など。親兄弟も Cal family の仲間として扱われる。後日、UC・Berkley 学長に阪大総長等と学長室にお邪魔したとき、「ところで何のご相談ですか？」と聞かれ、戸惑った。恭敬訪問で忙しい学長の時間を取るものでないことを知った。そして帰り際に言われた言葉は「今から同窓生との会食に出かけるのだが、私の学長としての70%の時間は、同窓生との付き合いです」と。

そこで、北米拠点の役割の一つとして、阪大北米同窓会を設立することにした。さて、北米に一体何人阪大同窓生がいるのか。早速、阪大副学長にメールして、全ての阪大教授に研究室出身者で現在北米に在籍しているリストを送って欲しいと要請した。すると、一ヶ月足らずで600人以上のメーリングリストが届けられた。阪大北米拠点を事務局とし、シリコンバレーで企業を興している知人を説得して、会長になって頂き、第一回阪大北米同窓会をサンフランシスコのホテルで開催した。遠く、シカゴ、ニューヨーク、シアトル、ロスアンジェルスからも同窓生が集まった。日本から、

阪大の宮原総長にも出席してもらった。80歳を超える同窓生の一人は、僕の手を握って「こんな日が来るとは思わなかった」と泣かれたのには感動した。戦後米国に渡り、苦勞して成功された方だった。僕は、同窓会を設立して良かったなと思った。北米は余りにも広いので、その後ニューヨークやワシントンDCなど持ち回りで毎年同窓会を開催している。

同窓会の役割

- 同窓会員は紳士淑女のステータス
- 同窓会はビジネスチャンス
- 一番信頼できるのは同窓生
- 大学の同窓生へのきめ細かいサポート
- 親兄弟もCal familyの仲間
- UC・Berkley学長の仕事

• 阪大北米同窓会の設立

終わりに

振り返れば、国際学会発表や国際共同研究、研究協力、講演・講義などで、世界 60 箇所以上を訪ねた。その中には、ネパールでの学会とヒマラヤトレッキング、広大生物生産の緒方先生とJICA支援によるカイロ大学の遺伝子実験施設の立ち上げとナイル遺跡巡り、インド環境植物学会で訪れたタージマハール、ブラジルイグアスでの植物-微生物共生学会とサンパウロ、リオデジャネイロ訪問、フィンランド-日本の二国間セミナーで数回訪れたフィンランド各地、北米拠点所長の時

のクリスマス休暇で訪れたクスコとマチュピチュ、インドネシアとの研究指導でマラッカ海峡を縦断してのプランテーションの視察、12日間もテント生活しながら歩いた5千メートルのパミール高原など多くの思い出とエピソードがある。今人生の晩年にさしかかり夢は世界をかけ巡る。



広大や阪大で出会った留学生を含む多くの優秀な学生達はいまでも僕の誇りです。僕が全て自分で研究したように紹介したけど、これらの研究はこうした学生やさらに多くの同僚や共同研究者が行ったものである。とりわけ、学生への細かい指導を終始行ってくれた、山下光雄先生なくしては、これらの研究成果は望めなかったでしょう。

2023 年盛夏