

本田財団レポート No. 94

持続可能な発展において応用するための 知識の学際的な統合

スロヴェニア共和国 リュブリヤナ大学
国際化学研究センター 理事長
アレクサン德拉・コルンハウザー教授

Multidisciplinary Synthesis of Knowledge for applications in sustainable development

Professor Aleksandra Kornhauser
Professor of University of Ljubljana, Slovenia
Director of International Center for Chemical Studies-ICCS

財団法人 本田財団

アレクサンドラ・コルンハウゼー

リュブリヤナ大学教授
国際化学研究センター理事長

Aleksandra Kornhauser

Professor, University of Ljubljana and Director, International Center for Chemical Studies-ICCS



■略歴

1926年	スロヴェニア、スコフィア・ロカで生まれる
1945~54年	学校教師、産業界での勤労
1955~65年	働きながらリュブリヤナ大学 定時制学生として 化学を専攻、65年化学博士号取得
1965~69年	リュブリヤナの教育アカデミーの化学教授、アカ デミー学部長
1969年~	リュブリヤナ大学 化学教授
1974~78年	スロヴェニア研究コミュニティ会長
1978~84年	国際科学組織評議会 科学教育委員会 副会長
1980~82年	欧州化学学会連盟 化学教育委員会 委員長
1980年~	リュブリヤナ大学 国際化学研究センターの 理事長
1988~90年	ユーゴスラビア科学促進協会 会長
1993~96年	国連開発計画(UNDP)による環境と持続可能 な開発に関する指導トレーナー
1998年~	国連大学 評議会メンバー

■受賞歴

スロヴェニア共和国・国家科学賞（最高の国民栄誉賞）
米国化学学会（ワシントン）ロバート・ブラステッド記念賞
薬学アカデミー（パリ）ローラン・ラボワジエ賞
オーストラリア化学学会・デービット・メロール・メダル

■会員資格

アカデミア・ユーロペア創設会員
世界芸術科学アカデミー会員
第三世界科学アカデミー会員

●主な著書：

研究、教育の分野、および知識の製造工程や製品の清浄化
技術開発への応用などの分野で、200以上の中編著者

■Personal History

1926	Born in Skofja Loka, Slovenia
1945~54	Working in school and industry
1955~65	Employed and part-time student, University of Ljubljana, Doctorate in Chemistry, University of Ljubljana (1965)
1965~69	Professor of Chemistry and Dean, Academy of Education, Ljubljana
1969~	Professor of Chemistry, University of Ljubljana
1974~78	President, Research Community of Slovenia
1978~84	Vice-President, Science Education Committee, International Council of Scientific Unions
1980~82	Chairperson, Chemistry Education Committee, Federation of European Chemical Societies(Frankfurt)
1980~	Director, International Center for Chemical Studies University of Ljubljana
1988~90	President, Yugoslav Association for the Advancement of Science
1993~96	UNDP Lead-Trainer for Environment and Sustainable Development
1998~	Member, United Nations University Council

■Awards

State Award for Science, Republic of Slovenia (highest national award)
Robert Brasted Memorial Award, American Chemical Society, Washington
Laurent Laboisier Awards, Academie de Pharmacie, Paris David Mellor Medal, Australian Chemical Society

■Memberships

Academia Europaea (Founding member)
World Academy of Art and Science
Third World Academy of Science

●Major Publications

Over two hundred publications on research, education and transfer
of knowledge for development of cleaner processes and products

持続可能な発展において応用するための 知識の学際的な統合

1999年11月17日
第20回本田賞授賞式記念講演

1999年本田賞受賞者
スロヴェニア共和国 リュブリヤナ大学
国際化学研究センター 理事長
アレクサン德拉・コルンハウザー教授

持続可能な発展において応用するための 知識の学際的な統合

1999年11月17日 第20回本田賞授与式記念講演

スロヴェニア共和国 リュブリヤナ大学
アレクサン德拉・コルンハウザー教授

人の一生の中で記憶がことのほか鮮明で、やり遂げた仕事について楽しみと疑いを持ち、また将来に対する野心 — 強い責任感と結び付いた創造する強い衝動 — を引き起こすまれな時期があります。

本田賞を受賞することは、このような時であります。この名声があり、世界的に高く評価されている賞を受けることは非常に大きな喜びであります。同時に、輝かしい本田賞受賞者の中に加えてもらうことで、私は深い謙虚な気持ちでいっぱいとなります。

本田財団、その理事長 川島廣守様、ならびに審査委員の皆様に対して心からお礼を申し上げたいと思います。また、高いレベルの専門家の意識でもって、この授賞式の一切の手配を整えて下さいました本田財団の職員の皆様に対しましては、感謝いたしたいと思います。

「品質には限界がない」は、本田財団の創設者 本田宗一郎氏の 信条 でありました。この品質の原則は、本田財団が 22 年前に設立された際の活動の原則であります。今日、持続可能な発展を達成するための最大の希望として広く認められており、そのために、環境の保護と改善は前提条件となっております。この品質原則を世界的な規模で応用するときがまいりました。本田賞を受賞することで、私の責任がますます増大すると、気持ちを引き締めています。

持続可能な発展を達成するために、女性科学者は、「世界的に許容できないもの」を「発展の機会」へと変えていくための努力に強い指導力を發揮する必要があります。人口爆発を再生産的な健康状態に、貧困と環境の悪化を持続的な発展へ、また暴力を平和と協力へと変えるためのものであります。最初の女性本田賞受賞者として、私は本田夫人が表象されるすべてのものに対して本田夫人に私の心からの尊敬を述べる必要を感じております。私は科学とエコテクノロジーの発展に寄与することや、また女性の役割である人間的な理解のために全世界の女性の能力を振り向けることに協力する強い義務感を感じております。これは本田宗一郎様とご夫人の信念であり、我々はこれにより恩恵を受けているのであります。

全世界は、発展のために科学をどのようにして最も強力な駆動力にするかについて、また経験をどのようにして国際的に分かち合うかについて、日本政府のリーダーシップから学び取りました。したがいまして、私は日本政府の科学技術会議を代表される井村裕夫様からの祝辞を非常に光栄に感じております。さらに、全人類の利益のための開発と基礎及び応用研究を結び付ける概念を推進されている国連大学が東京にそのセンターを置いており、日本の知的、また物質的サポートを得ておられることは偶然ではありません。

本日、国連大学の学長、ハンス・ファン・ヒンケル教授が出席されていることは私の大きな喜びであることを述べたいと思います。

最後に、木は深く根付いている場合にのみ、青々とした頂上部分を形成することができる�니다。したがって、私の美しい母国について一言述べさせていただきます。

母国スロヴェニアは日本には、駐日スロヴェニア大使のヤネス・プレモジエ閣下が代表しておられます。スロヴェニアはアルプスの日当たりのいい側に位置していますが、地理的にはあまりにも小さいので世界地図では簡単に見つけることはできません。自らの力では大国となるにはあまりにも小さ過ぎますが、その開放的な方針と発展に対する配慮によって、スロヴェニアは東西間の橋渡しを効率よく行うのに非常に適しております。我が国の国民は日本の高度技術とエコテクノロジーのコンセプトに至った偉大な環境的文化の組み合わせを高く評価しており、我々は一層緊密な関係へと発展させることを望んでおります。スロヴェニアの大学と研究機関、特に、私の研究の大部分を同僚と協力して実施しました国際化学研究センター（ICCS）は、新しい扉を開くためのあらゆる可能な努力を行います。

持続可能な発展の概念

持続可能な発展の概念は、漠然としている場合がしばしばあります。これは世界の消費、特に再生できない資源の消費を制限することにより、緊急に環境を保護する必要性があると理解されている場合がほとんどであります。 実際、先進国はこの要件についてあまり熱意を持っておりませんし、一方、発展途上国はあまりにも長い間、最低限の消費で生活しており、将来はより大きな分け前を受け取る権利がある、という根拠ある発言で、制限に反対しております。経済崩壊による厳しい社会的な危機を引き起こし、毎日の生存のために苦闘している国々においては、将来発展の問題は影が薄くなっています。途上国は状況と同様であります。制限のモデルは熱意を引き起こしません。持続的な発展の原則を受け入れることが困難であるということは「4つの世界的に許容し得ない事項」に鑑みると、よりよく理解することができます。

● **人口増加** は、今でも指数関数的に増大しております。10月11日現在で、世界人口は60億に達したと報じられております。これは富に対する需要の増大を引き起します。

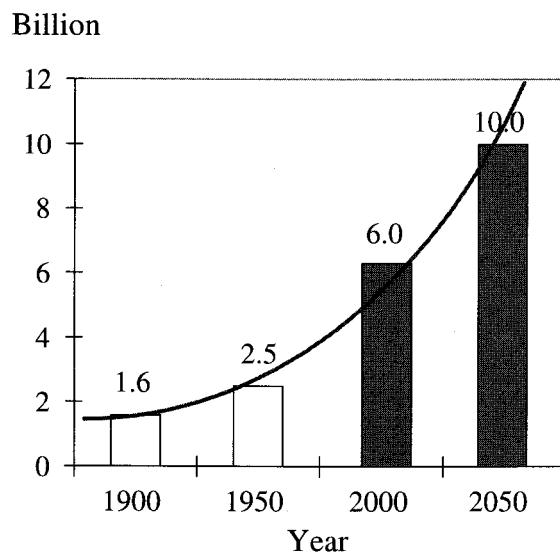


図 1. 世界の人口増加

● **貧困**、これは大部分である三番目の許容できない事項の源泉であります。そして**暴力**、と続きます。世界人口の 20%足らずが、一人当たり 30,000 米ドルを上回る GDP 国内総生産を持った先進国に属しています。世界人口のあと 20%が、一人当たり 1,000 米ドルを下回る GDP の最貧困グループに属しています。したがって、世界の（国際的）援助が、世界の軍備支出の 2%を下回っていることを考慮すれば、貧しい国への援助を増大しようとする呼びかけは、正に根拠のあるものであります。世界的 GDP の人類平等主義的な再分配に対する時折の極端な呼びかけは、非現実的であり、これは実行するのが容易でないのみならず、結果は失望するものであります。

皆が貧乏になるからであります。

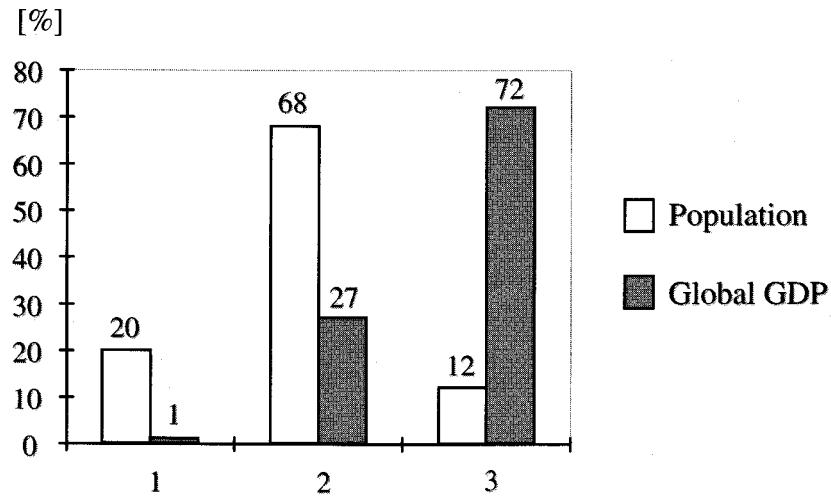


図 2. 世界的 GDP の配分

- 汚染と天然資源の過度の使用により引き起こされる **環境の悪化** は、事実、前に述べた3つの「許容できない事柄」の結果であり、人間の欲望によって悪化しております。

持続可能な人類の発展への異なったアプローチが必要であります。**発展** はすべての人々に、より良い生活を楽観的に約束するものでなければなりません。**人類** は非物質的な豊かさによりウエイトを置き、環境に対する尊重を深め、また人々の間での責任と連帯を強めるもう一つの価値制度を意味すべきであります。**持続可能** は、主として **より良い** 即ち、工程、製品と人間との関係の質を意味すべきであります。この品質は、再生できない資源をより少なく消費することで、だれでもが到達できる生活水準の向上が可能となります。従って、持続可能な人類の発展とは、あらゆる人間活動における質を通じての進歩であると解釈すべきであります。

品質の向上を達成するためには、我々は知識を向上させる必要があります。科学と技術、社会科学、ならびに人文科学の達成を必要としております。人間味ある言葉で品質を認識するために、最善の地域的、国家的、また地球的、文化的な成果に基づいて価値システムを改良する必要があります。価値を織り込んだ知識のみが知恵を作り出します。エコテクノロジー、すなわち持続可能な発展のための基本的条件は、その科学的、技術的、経済的、ならびに人間的な次元で広く理解する必要があります。

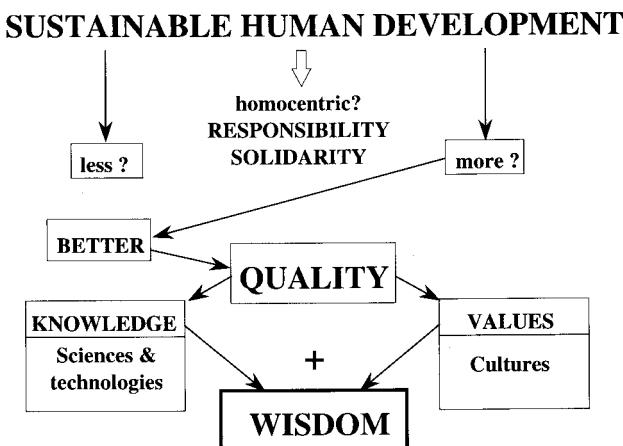


図3. 持続可能な人間的発展のコンセプト

研究・教育を改革し統合するのは今

発展を持続させる可能性は、われわれの将来の物質的、社会的生活水準を確実なものにするものであります。この社会の主な特徴は、恒久的な改革、すなわち我々の生活のあらゆる面に影響を及ぼす継続的な変化のプロセスであります。改革は普通新しい方法で、または新しい目的のために知識または技術をうまく応用することと定義されておりますが、これは新しい富を創造するのに中心的な役割をもっております。

改革はしばしば大きな熱意をもって宣言されますが、いざ実行の段階になると、特に低開発環境においては抵抗にあうことが、その反対の場合より多いのであります。普通、主に障壁となるのは、新しく発展しようとする戦略よりも、現在あるものの方が良いという人々の考えの中にはあります。したがって、持続可能な発展のために主にやるべき事は、変化と改善のための永続的な努力に向けて人々の考え方を準備することです。これは各個人の知識と技能を継続的に向上させることと、新しい知識を工程、製品とサービスに応用することを含みます。

大学は、昔から学者の集まるところでしたが、先頭を切らなければなりません。今日、学者は、研究、教育と革新を統合し、他の知識センターの協力が得られる様に、その機能を充分に広げなければなりません。産・学の協力は特に重要であり、これは新しい科学的知識が技術革新の駆動力となるからであります。結果として生ずる新しい技術は、新しい工程、製品とサービスを発展へと駆り立てます。これらが市場で成功し、研究と発展への投資の引き金となるということを、人々により認識させる必要があります。産業投資は、商業活動の成功と比例しております。

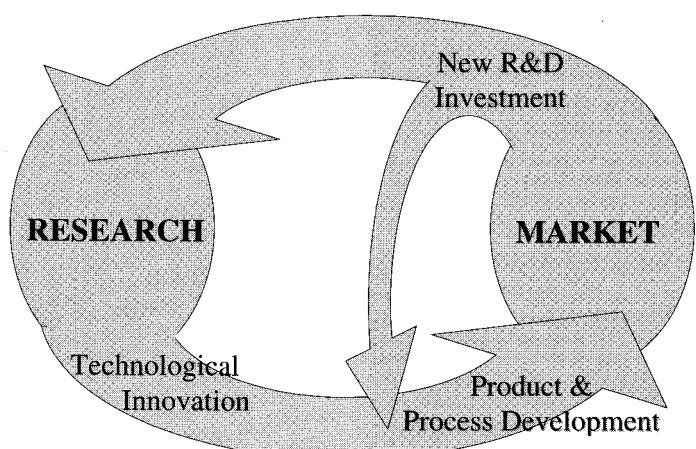


図4.革新のサイクル

現代の大学は卒業生と大学院学生の能力にますます大きな期待がかけられております。

- すべての大学の教育課程の最も特徴的なゴールである批判する思考の発展は、実際の問題を解決することに結びつかなければなりません。
- 研究というものが国家的な富と社会的な調和を達成するために利用されるものならば、企業化に向けた能力と共に革新的な技術へと発展させなければなりません。
- コミュニケーションする技術は、無視されることがあまりにも多いが、より広範な理解を促し、グループによる知能の開発やリーダーシップなどを可能とし、チームワークを促進するということで、文書、口頭、視覚的、電子的などのあらゆる分野で注意深く育成しなければなりません。
- 重要なことを1つ言い残しましたが、知識は、地域的、国家的、また世界的な文化的価値と調和させなければなりません。これによって、科学的な成果を生活の質を向上させるためのプロセスにより広く移転させるために必要な知恵が生まれます。

持続可能な発展の必要性は、大学が持っている革新的な潜在能力を発展させるのに大きな機会を提供し、科学的創造性、経済的な企業家精神、ならびに倫理的基準の実現に挑ませてくれます。しかし、重要な変更すべき点があります。それは、特殊な学問分野における深い知識は、真の問題の部分的な一面であるとのみ見なさなければなりません。これは、他の部門での成果を理解することと、それを取り込んで組み合わせ、共同の成果に導く学際的な統合のレベルに達しなければなりません。

「偉大な解決策」はありません。持続可能な発展を実現することは、非常に小さな石で巨大なモザイクを作るようなものであります。大変大きな努力が必要で、そのおのおのは将来を危険に陥れることなく、人類の必要性に合致する基本的な判断基準を満たさなければなりません。

このような「小さな石」の例で、スロヴェニアのリュブリヤナ国際化学研究センターのチームが作り上げた例を以下に簡単に説明いたします。そのいずれも、今までの伝統的な単一部門のアプローチでは達成することはできません。知識の学際的統合を支えている情報に基づく方法は、清浄化プロセスと製品、ならびに毒性廃棄物の管理、処理と防止の設計で開発され、応用されました。

有毒廃棄物管理の導入と促進

世界的な毒性廃棄物の問題は、しばしば過小評価されております。我々は、有毒廃棄物の蓄積とその拡散が危険な汚染を引き起こすことよりも、一次的天然資源の消費の面（その多くが新しい材料で取り換えることができ、その幾つかはすでに取り換えられている場合でも）により関心を持っております。

ZERI、すなわち、ゼロエミッション研究計画は、国連大学で強く支持されている計画ですが、日本の研究者と産業界からの多大な貢献を受けている有望なエコテクノロジー活動であります。しかし、毒性廃棄物が問題でなくなるレベルにまで、世界的に発展させるには、多大の努力と多くの年月が必要であります。その時まで、有毒廃棄物が、特に、その発生と処理に対する管理がゆるい国では、大きな危険となっており、最も深刻な水の汚染を引き起こしているということを記憶する必要があります。

全世界では、概算で毎日 100 万トン以上の危険な（大部分有毒な）廃棄物が（核廃棄物を含まないで）発生していると推定されております。この数量は、普通、エネルギーの発生、鉱物採取、鋳物類の製造、金属加工と仕上げ、エレクトロニック産業、化学薬学業界、塗料の製造と利用、石鹼と洗剤の生産、瀬戸物の製造、パルプと紙の製造、織物工場、ゴムの加工、などの成長と共に増加します。



図 5. 有毒廃棄物の管理計画がない多くの業界では、廃棄物は中庭にドラムに詰めて置かれており、このドラムが時間が経過するにつれて腐食し、漏れ始めます。

しかし、大産業のみが有毒廃棄物の発生源ではありません。農業の農薬は最も有毒な物質グループに属しており、その多くは、化学的薬剤の毒性にまで達しております。皮革のなめしと仕上げは、危険な水の汚染を引き起こします。小規模な電気メッキ会社は、その極めて有毒な廃棄物を適正に処分していない場合がしばしばあります。木材加工は、有害な有機化合物で汚染を助長しております。使用済みの電池は、深刻な環境問題を引き起こすことがあります。病院の医療廃棄物は適正に処理、処分されない場合、一般住民、特にしばしば廃棄物の処理場で遊ぶ子供に危険を及ぼすことがあります。

全世界で、毎日発生している危険な廃棄物（政治的な問題を避けるために特別廃棄物と呼ばれている場合がしばしばあります）が、正確にどれほどあるか、あるいはすでに存在している有毒廃棄物の推積量がどれほどあるかは誰も知りません。廃棄物を発生する者は、普通、世間の反対や法的な帰結を避けるために、この情報を開示することを好みません。彼らは、また清掃作業が製品のコストを上昇させ、その製品の価格を引き上げ、市場での競争力を弱めることを恐れています。一部の政府もまた経済的問題の圧迫を受けて、蓄積された毒性廃棄物を最小限化し、適切に処理する自発的な行動を取るのをいやがる場合がしばしばあります。

毒性廃棄物を最低限に押さえ、管理するための最初のステップとして、政府と業界を毒性廃棄物の管理のために動員する目的で、**特別廃棄物登録簿** が考案され、試験され、実施されました。これは、特別廃棄物を発生させている会社とその生産能力に関するデータベースと、これを支援する毒性物質、規則、水の汚染管理と廃棄物加工技術に関するデータベースよりなっている統合情報システムです。この統合システムの設計は、学際的な事業で、化学者（技術、分析、光分解）、生物学者（毒性、生物分解）、産業界の専門家（産業に関するデータ）、統計学者（国内統計と国際統計の比較）、法律顧問（規則）、公務員（規則の実施）、経済学者（経済的結果）と政治家（「可能性の技法」）などの協力を必要としました。

廃棄物の発生主は、有毒廃棄物を「搖りかごから墓場まで」追跡することにより、有毒廃棄物の発生、処理と処分の管理のための「出生証明書」として作られているアンケートに答えることによって、毎年報告しなければなりません。

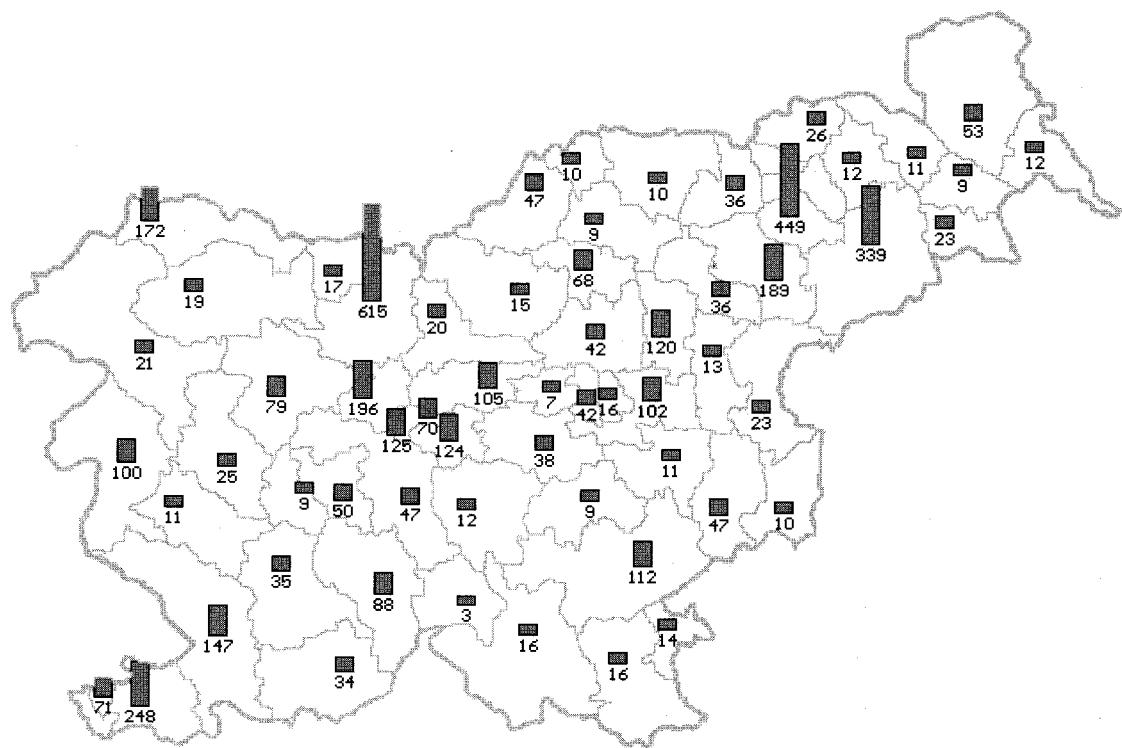


図 6.特別廃棄物管理結果は数値とグラフィック表示で、
登録簿のデータベースから入手することができます。
スロヴェニアの一例を示します。

アンケート回答は、生産量（技術のタイプ、年間の生産量）と比較して分析され、確認されたデータは、地域の自治体と中央政府、ならびに廃棄物の発生主に利用されるデータベースに以下の目的で入力されます。

- 特別（有毒）廃棄物の管理、その発生と処分、
- 立法立案と規則の適用のための方向付け、
- 廃棄物の最小限化と処理の計画立案、
- 清浄化技術の導入、あるいは非常に汚染物質を排出する工程の排気に関する意志決定。

期待に合致しないデータ、ならびに欠けているデータは、特別な注意を引きます。これらは確認されるか、あるいは効率のよい有毒廃棄物管理を行っている国における、類似した生産量と比較して補われます。

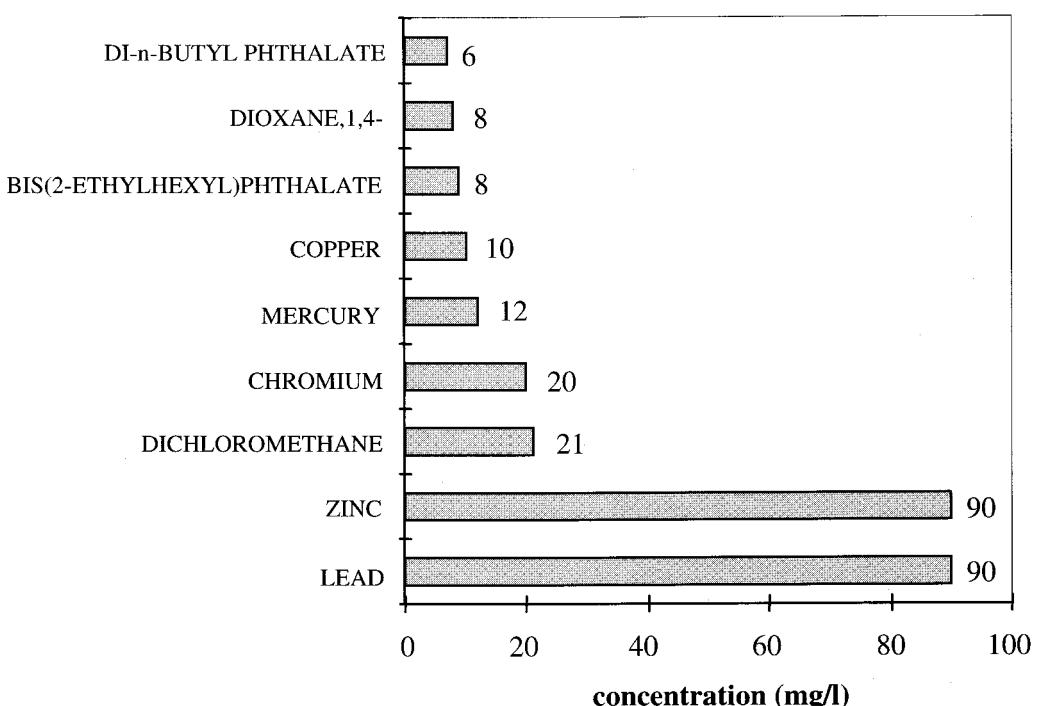


図 7.処理前の排水における工業工程（塗料業界）からの見込まれる汚染物質

水の汚染の管理と防止のために、川の水の汚染に関するリレーショナル・データベースが開発されました。具体的な目標は、有毒な汚染物質とその河川での害を及ぼす効果を手早く確認し、さらにより広く、水の品質の自動的な分類を提供することでありました。このデータベースの構築の手順は、(1) どのようにして問題を明確にできるか、(2) どのようにしてデータに対する目標を定めた検索ができるか、(3) どのように情報の組織化のための概念的構造を因果関係の認識ができるように設計できるか、(4) どのようにして情報システムを構築し、テストし、最適化し、定期的に更新し、応用することができるかの方法論を含んでおります。これらは化学者、生物学者、コンピュータ学者と最後に、忘れてならないのは、業界からの専門家の国際的な協力によってのみ達成することができます。

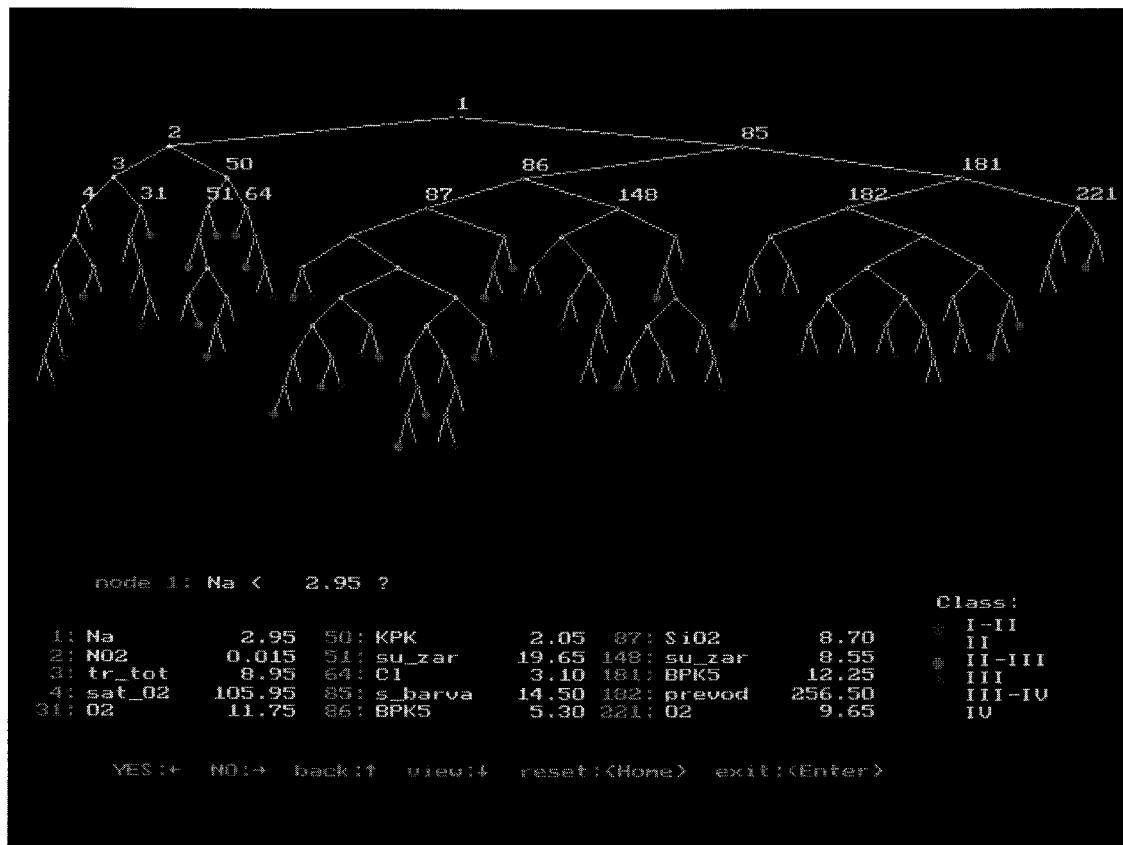


図8.水の汚染管理のための分類ツリー

エコテクノロジーが現在、広まっていない限り、我々が有毒廃棄物を無視するから規制すると清掃するを通じて予防しさらに排除するまで推し進めなければなりません。

特別廃棄物登録簿は、UNDP、ユネスコならびに世界銀行と協力して、ワークショップと大学院学生の訓練計画を通じて - 42 カ国（17 のヨーロッパ途上国、11 のアジアならびに 14 のアフリカ諸国）で有毒廃棄物の登録の手ほどきのために導入されました。

有毒廃棄物の焼却の支援

有毒廃棄物の危険が認められ、廃棄物の登録と定期的な管理によって問題が明確化されれば、実際の解決策は異なったそれぞれの国における特殊な社会経済的状態に適合するよう探し出さなければなりません。経済状態が非常に厳しい発展途上国と過渡期にある国にとって、資本集約的な有毒廃棄物処理技術を導入しようとする野望は、現実的な手段ではありません。（専門の焼却炉は 5,000 万米ドルから 1 億米ドルもかかります）。主な努力は有毒廃棄物の発生を防止するため、少なくともそれを最小限化するために人々、生産者ならびに消費者を動員することでなければなりません。しかし最も有利な状況でも、処理すべき残余の有毒廃棄物がいくらかあります。さらに多くの国には数十年間蓄積されている大量の有毒廃棄物があります。

比較的新しく効率的な技術は、有毒廃棄物をセメントのキルンで焼却することです。これは多くの先進工業国で開発され応用されており、回転キルンの応用には比較的小額の 150 万米ドルから 200 万米ドルの投資で済みます。この技術を用いるのに多くの利点があります。たとえばセメント工業は多くの国で利用可能であり、キルンは 1,500°C の高い温度で運転されており、有毒廃棄物の効率的な廃棄を可能とし、ガスの停留時間は商業用キルンよりも 4~5 倍長くなっています。酸性の構成物はアルカリ性のクリンカーで中和され、非有機化合物は、セメントに縛り付けられ、焼却された有機廃棄物は、セメントの生産に必要な化石燃料を相当節約することができます。比較的小さな制約としては、機械類に害を及ぼすことがある廃棄物から出る物質（たとえば高い塩素含有量を有しているもの）、あるいは最終製品を乱すことがある廃棄物からの物質（一部の金属はセメントの構造を乱します）があります。しかし主な制約は、有毒排気ガスが健康に危害を及ぼすことを恐れる地域住民の不信です。

セメントキルンでの有毒廃棄物焼却の管理のための健全な分析システムを応用する必要があります。しかしながら複雑な分析は、通常高価なものであり（経営者が「これらの分析を用いれば破産する」と言っていることがあります）、しばしば監督機関の一部にすべきであるという要求をしている専門知識を有しない地域の住民代表にとっては容易に理解できるものではありません。

分析の信頼性を上げ、経費を引き下げるために、ICCS は図 9 に示されているセグメントを用いて、セメントキルン内の有毒廃棄物焼却のコンピューター化された分析支援方式を開発しました。

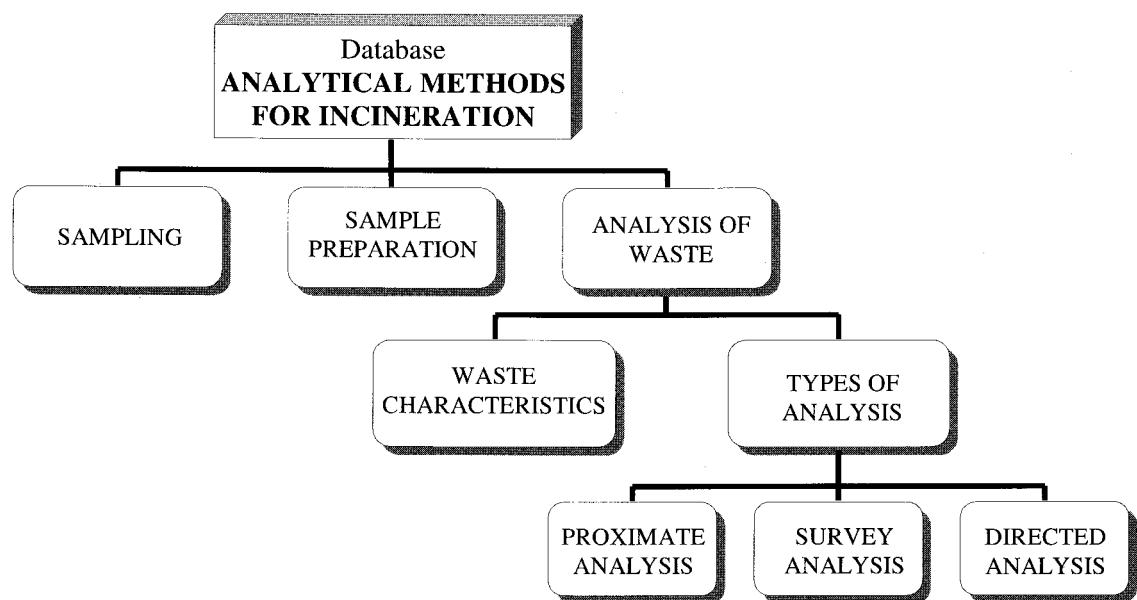


図9.セメントキルン内の有毒廃棄物を焼却するための分析方法に関するデータベースの構造

分析方法は、廃棄物とスタックガス内の危険な化合物を判定するのみならず、環境や製品の品質に影響を与えるパラメーターを管理するためにも活用できます。

生産工程の各段階ごとの必要な分析とその階層分析的な順序を明確にすることは最も要求の厳しい仕事であります。その結果は、サンプリングとサンプルの準備を含むコンピュータ化された分析サポートシステムで、主な部分は、原料、燃料（廃棄物）、焼却の産物と最終産物 - セメントの分析を含んでおります。化学的、生物的、技術的、環境面、法律面ならびに経済面からの合同による検討の結果、その順序、適切さと正確性に従い、三つのレベルを有する最適化されたシステムであります。

- 廃棄物を焼却することにより起こる責任の順守すべき手順（パターン分析）、
- 順守すべき手順に追加の管理を必要とする場合に実施すべき他の手順、
- 特定のパラメーターに伴う追加手順

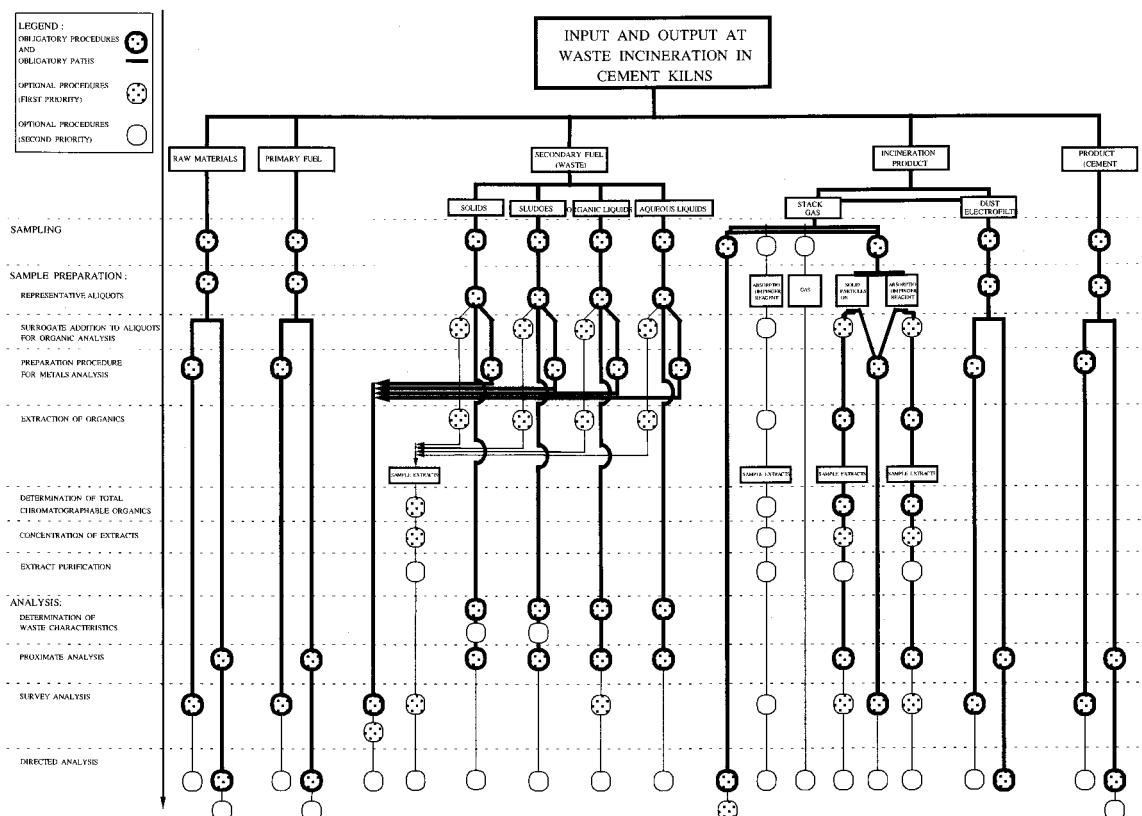


図 10.セメントキルン内の廃棄物焼却用の分析システムの概略図

農薬の毒性の低減

農薬、特に水、土壤、空気と農産物そのものを汚染している極めて毒性の高い農薬は大きな環境問題であります。用いられた数量の半分以下が目標とする作物に到達し、目標の有害生物に的中するのは1%以下と言われております。残りの農薬は風、蒸発、浸出、雨食により消えてなくなり、あるいは目的外の領域に消失します。危険な結果として、地下水の汚染であり、飲み水の供給を危険にさらします。人間の健康と多様な生物は危機にさらされております。

エコテクノロジーのアプローチが本当に必要であります。

研究者の努力は特に、有害生物に対する効果を高め、目標とする有害生物に対する選別性を改善し、目標外の生物に対する毒性を低め、さらに生物分解性を改善することに向けられております。

ICCSの研究チームの重要なプロジェクトは、コントロールされた散布薬物を作るために、農薬、その他の農業用薬品をマイクロカプセル化し、これを用いれば、有毒物質の投与量が大幅に少なくなり、有害生物に対して同じ効果を発揮できるようになります。

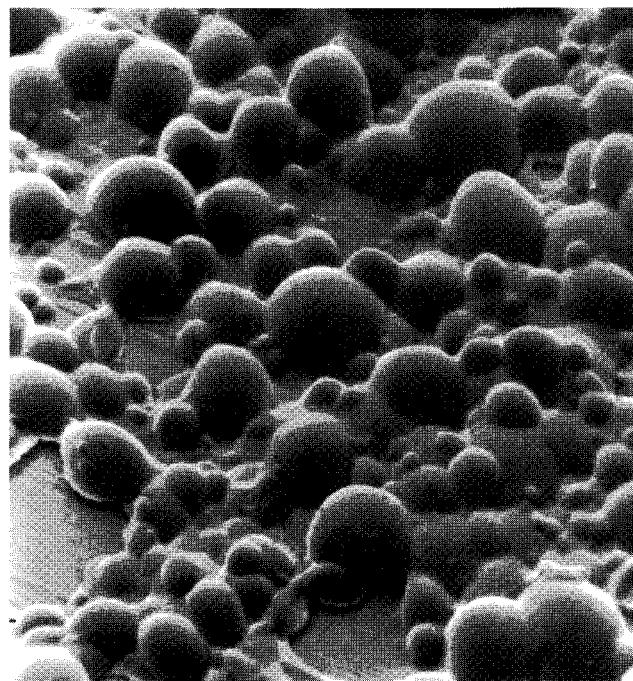


図 11.マイクロカプセル (ICCS、走査電子顕微鏡写真、630x)

活性物質 - 農薬、その他の農業用薬品 - は小さな核のなかに拡散され、この核が重合あるいはコアセルベーション方法で半円形の保護膜で覆われます。透過性があり、活性物質を長期間に渡って制御しながら環境に放出できるようにし、毒性化合物の数量が相当少なくとも同じような永続的な効果を発揮します。これらはマイクロカプセルから蒸発あるいは溶解によって植物に放出されます。マイクロカプセルはまず最初植物にくつつき、有毒生物に狙いを定めることを可能にし、雨の侵食による效能の低下と早すぎる光分解を防止することを可能とします。定められた期間の後、活性物質は使い果されねばならず、残りのマイクロカプセルの壁の材質を植物から洗い流す必要があります。

マイクロカプセル技術は資本集約的ではありませんし、これを開発し応用することは産 - 学 - 農業 協力による革新的な取り組み方法で、極めて有望な分野であります。これは農業、食品業界、化学薬学業界、化粧品、グラフィックスと印刷、繊維業界、さらにバイオテクノロジー業界でもますます非常に広い範囲での協力の機会を提供しております。マイクロカプセルの壁の材質の透過性、中心となる素材の組成と分解、マイクロカプセル化工程の設計と効率、そして対象外の生物の保護に特別の注意を払って、狙いを定めた応用問題を

解くことは、学際的な統合が必須条件である研究開発にとって、大学の学生と教師に多くの挑戦の機会を提供するものであります。このような取組に対して強力な情報のサポートが必要であります。したがって、ICCSは産業界と協力してマイクロカプセル化に関する統合情報システムを開発しました。

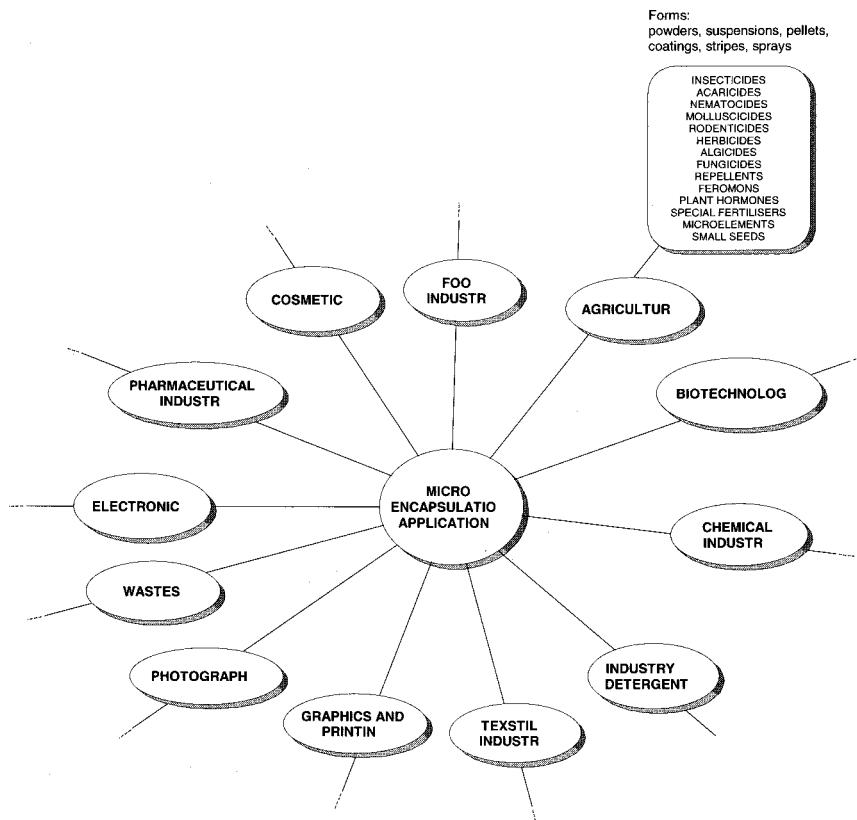


図 12.マイクロカプセル化に関する ICCS の情報システム：農業での応用の一例

独自の生産工程開発を助けるために、ICCSにおいて現存する手順を比較分析するための情報サポート・システムが開発されました。これは、すでに特許を取っている製造工程の共通の重用要素を探し出して、その特許構造を比較することにより、単一特許の情報の構築と、新しく開発するための仮定的ニッチの特定することに基づいています。これは大学、特に発展途上国において、研究と教育を改革し、統合しようと努力しているのを助けることを目的としております。

毒性の無い農薬の開発

農薬、特に殺虫剤、ダニ駆除剤と殺菌剤は、有害生物に対し強い効果を持っていること、またその価格が安いために広く用いられております。しかし危険な環境汚染に加えて、有害生物に抵抗力を引き起こし、その結果、同じ有毒農薬の使用量がますます増加するか、あるいは新しくより有毒な農薬の開発することを誘因します。

生物学的（細菌的）農薬は、ほとんどが有害生物の選ばれた天然の寄生体、即ち、かび、細菌、ビールスであり、より環境に優しく、目的とする有害生物に対し選択的であります。しかしその作用は普通遅く、気候の変化に敏感であり、よく教育されたユーザーを必要としております。

最も知られていないグループは、物理的な作用を持った農薬であります。過去において鉱物油と選ばれた植物性油が用いられてきました。これらは有害生物を物理的に窒息させることに作用し、抵抗力ができるのを許しません。しかしこれは植物の表面にくっつくしつこい油の膜を残し、蒸発と発汗を抑制します。

毒性の無い農薬が ICCS チームによって開発されました。これは正確に制御された澱粉の酸性加水分解によって作り出されるジャガイモ澱粉のデキストリン（糊精）をベースとしたものです。工程のこの部分は化学者が開発し、低い粘性、高い水溶性（97%以上）、さらに最終製品の強い膜形成力が得られました。水性デキストリン製剤の農薬としての効果は、研究室内で多くの植物に生体内で試験し、また現地で農業の専門家がテストを行ないました。

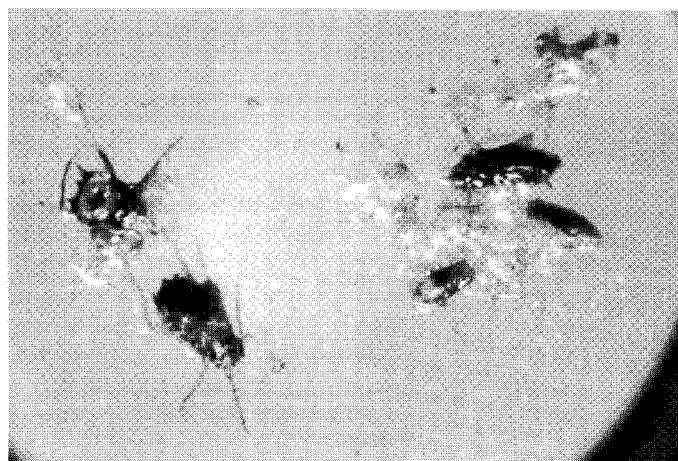


図 13.研究所の条件で農薬効果の試験

すべてのグループは開発期間中に相互に連絡をとり、継続して応用研究とまた基礎研究を必要とする問題について報告しております。実験例は干からびて、デキストリンの膜を破っており、これは死んだ有害生物と共に植物から剥がし落とされており、これは植物の生理機能にデキストリン膜の潜在的な効果を示しており、特にこのプロセスをパイロットプラントの生産レベルへと規模拡大できる潜在的な効果を示しております。

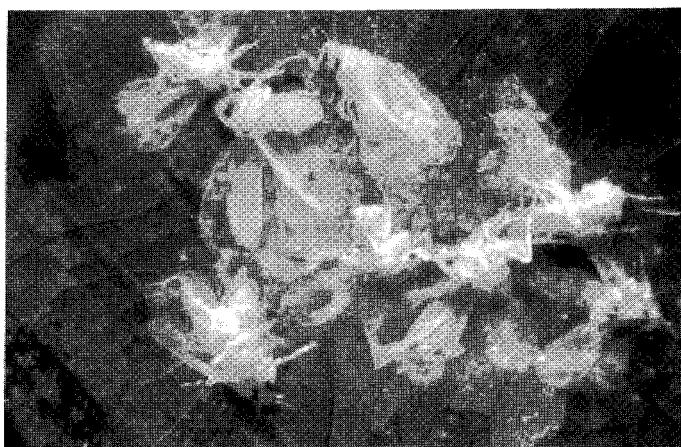


図 14. 干からびて割れ目の入った農薬フィルムに死んだ害虫が絡まっている

生産工程が最適化された後に利用方法が開発されました。例えば野菜、装飾用植物、果実樹、葡萄の木、さらにマッシュルームの生産にまで広められました。

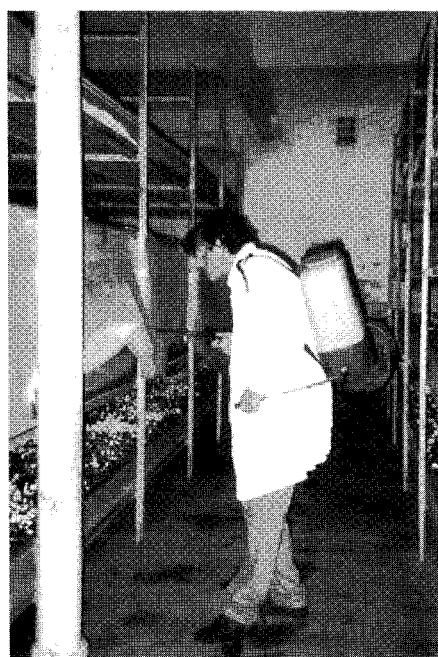


図 15. マッシュルームの栽培における毒性の無い農薬

成果は発表されたのみならず多くの大学、特にアフリカ諸国の大学の同僚にたいしてアドバイスと訓練が行なわれ、さらに物理的作用による毒性の無い農薬の試験に関する合同計画案が合意されました。

控えめな条件で実施することができる毒性の無い農薬を製造する問題は、業界の技術者の協力を得て解決されました。しかし使用する上で問題は残っております。これは化学農薬を、環境面では健全である毒性の無い農薬に変えることにより、日常作業をより労働集約的なものに切り替える必要がでてきます。このケースでの大学の貢献は、研究と改革で成功を納めております。しかしエンドユーザーの教育はこれから行なわなければなりません。

結論

環境の保護とエコテクノロジーの開発は、常にいくつかの科学分野の深い知識の統合を必要としております。したがって、学際性は異なった分野からの専門家の効率的な協力と理解しなければなりません。これに対する第一の条件は、我々が科学において自然の言語に戻ることであります。これはそれ自体科学的な努力である特定の部門の科学的術語が危険な状態にあることを意味しません。しかし科学を門外漢のみならず、他の科学者にも理解しがたいものとしているジャーゴン（同一部門の者だけに通じる専門用語）は科学の汚染であるとみなすべきであります。知識に発展力の特質を与るために、言語学者は自然学者、技術者ならびに社会科学者がお互いに話し合うことを助けなければなりません。

コンピューターに支援されている学際的情報支援システムと近代的な情報処理方法の応用は、基本的研究と応用研究の効率改善に大きく貢献し、知識が生産や環境保護に転用されるさいに避けることができなくなります。これらは研究と開発の仮定を設定し、その確立を評価し、産業での応用を約束する研究結果を確認し、潜在的なパートナーを識別し、市場の役割を理解し、世界的な知識の宝庫への貢献として、あるいは産業的な知的所有権の一部として成果を公表することに役立つものであります。

エコテクノロジーの発達と応用に向けられた研究と教育における学際的知識の統合は、倫理と社会的責任の実施のための大きな機会を提供します。関連している科学的、技術的、経済的、社会的パラメーターを同時に検討すれば、知恵を生み出す価値のある知識を豊かにする共同作用的効果が生じてきます。世界が現在かってないほど必要としているのは知恵であります。

本田財団が創設者本田宗一郎氏のビジョンに従って払われている努力は、我々皆のものを鼓舞激励するものであります。