

世界気候の環境に与える影響研究

誌名	農業気象
ISSN	00218588
著者	福島, 要一
巻/号	36巻2号
掲載ページ	p. 123-130
発行年月	1980年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



世界気候の環境に与える影響研究

福島 要一

(SCOPE 日本国内委員会幹事)

World Climate Impact Study Programme

Yoichi FUKUSHIMA

(Secretary of Japanese National Committee for SCOPE)

気候の環境に与える影響(インパクト)のアセスメント、理論、方法論および実験についての、総合レビューを行うためのプロジェクトの提唱。

「摘要」

気候の環境に与える影響というテーマで、従来いろいろな報告が書かれている。これを整理して、新しい研究への手がかりにしようというプロジェクトが、SCOPEの中に生まれ、日本側にも協力を呼びかけて来たので、その内容を紹介し、科学者の協力を要請したい。

はじめに

日本学術会議が、早くから正式に加盟している、国際的な科学組織に International Council of Scientific Unions (ICSU) というものがある。日本訳は、「国際学術連合会議」だが、普通は ICSU とのみ呼んでいる。組織にはいくつかのカテゴリーがあって、国際学術連合、各国アカデミー等から夫々執行部が選ばれて居り、その他に、総会メンバーがある。総会メンバーの方は、加盟学術連合から各 1 名、各国アカデミーの方は、代表として 11 名が選ばれて居り、全体 30 名あまりである。日本はずっとこの総会メンバーの中の、各国アカデミー等の代表というカテゴリーで 1 人の委員が出て居り、従来は伏見康治氏であったが、伏見氏が日本学術会議の会長になったので、現在は、慶応大学の渡辺格氏が委員になっている。

国際学術連合として、ICSU に加盟しているのは 18 あって、例えば、国際生物科学連合 (IUBS) だの、国際栄養科学連合 (IUNS) などである。WMO などは、関係機関という中に入って居り、FAO、WHO などがこのカテゴリーに入る。

ICSU は 20 近い「委員会等」をもっている。例えば海洋調査科学委員会 (SCOR) とか、科学・技術に関するデータ委員会 (CODATA) などがあるが、その一つに Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) がある。日本学術会議は、この委員会の分担金を払っており、そのため、日本の、国内委員会として、日本学術会議の中に Japanese National Committee for SCOPE (JASCOPE) が作られている。

この日本国内委員会宛に、5 月中旬 SCOPE の事務局から、次のような手紙が届いた。

『1979 年 11 月 28 日から 29 日にかけてパリで開かれた SCOPE の第 9 回執行委員会で、その前年の秋ストックホルムで開かれた、SCOPE の決定に伴って、気候変化に影響を受け起るであろうインパクトについてのアセスメントを作るために、理論、方法および実験についてのレビューをしようという、プロジェクトの暫定案が出された。この仕事は、最初、「環境破壊についてのアセスメント」の作業をしている間に提起されたもので、上記の作業は、「SCOPE 第 8 レポート」にまとめられていることは周知の通りである。この作業は、1978 年にトロントで纏められ、世界気候会議にあたってトロント大学のケネス・ヘーレ (Kenneth Hare) 教授によって発表された。

SCOPE 執行委員会はこの提案をとり上げて推進することを決定し、ヘーレ教授をこのテーマについての、科学諮問委員会の委員長に指名した。ところがちょうどその時点でアメリカ合衆国の SCOPE 国内委員会が、このプロジェクトを推進するに際しもう少し詳細な案をもってレビューを行うという報知が SCOPE に届けられたので、前のプロジェクトについて各方面の意見を求めるのを一寸待って、アメリカ国内委員会の詳しい提案を見て

からにしようということになった。それがようやく届いたので、各国の国内委員会、又は参加国際学術連合の意見を伺い度いと考える。提案の要旨をここに添える。

各国内委員は、下記の中答えられるものについて返事をしてほしい：

1. 各国の通信員(コレスポンデント)として協力して貰える科学者を1人、事務局長に指名すること。指名された通信員は、恐らく、科学諮問委員会のメンバーとして、適当な時点で指名される。

2. この仕事に関係のある材料の要約等を送ってほしい。宛先は下記

Professor Robert W. Kates,

Research Professor, Clark University

Worcester, Massachusetts 01610 U. S. A.

3. このプロジェクトに特別関心のある国々では、このプロジェクトに貢献するような、作業班を作って仕事に参加するような意欲を示されたい。

われわれは、第一年度の仕事をするのに十分なだけの予算を得ている。引き続き援助を求めて行く予定である。

この研究は、世界気候研究計画(World Climate Research Program)のためのICSUの臨時科学者会議でも検討され、その方面の仕事について可能な活動の一環としてとり上げられるだろう。』

以上の手紙で大体の方向は纏めたと思うが、私がこの稿を特にここに掲載させていただいたのは、この仕事が単に、日本の国内委員会の仕事というよりは、広い範囲の科学者の協力を求めるべき事業だと考えたからである。今後引きつづいてその伸展の経過について報告して行き度い。

さて、この手紙と一諸に、このプロジェクトについての摘要というものが添えられて来た。これは摘要と言っても、15ページ以上にわたるもので、全訳すると一寸長くなる。又、多少重複しているところもあるので、必要と思われる点を抜粋させて貰おう。

プロジェクトの摘要

この問題提起は、気候インパクト・アセスメントに関する、理論・方法の成果を取りまとめる作業をしようとするものである。われわれの意図するところは、既存の気候インパクトの研究における科学的方法、新しい概念と方法論の発展、そしてこの方面の研究に従事する科学者のプールを拡大しよう、という点にある。

このレビューの考えの基礎には、次の三つの課題がある。(1)気候インパクト関係のモデルについての研究、(2)インパクト研究の要素、(3)分析と技術の方法、こ

の線に沿って、この仕事は27ヶ月の間に、五つの段階を経て進められ、最後には「SCOPE報告」として取りまとめたいと考えている。その段階というのは、(1)レビューに協力する人たちの指名、科学諮問委員会の組織と会合、各国別通信員のネット・ワークづくり、(2)アセスメントの重要な課題の概略について、気候の問題に限って、三つの概論を用意する。そして共通の、専門的レビューにつかえるような文献のアブストラクトを作る。(3)分析方法の批判的なレビューを用意する(影響に感ずる度合、生物学的インパクト、社会的インパクトそして、調節に反応する研究)。更に気候インパクト・アセスメントについて行われている主な努力、(4)このレビューの作業班は1982年5月に行われる、(5)最後のレビュー、編集そして刊行を行う。期限は1982年12月。

このSCOPEの権威あるレビューが刊行されるならば刊行後のその普及については、世界気候計画(World Climate Programme)の気候インパクトの分野に、共通する方法で処置されるように話が進むことが望ましいと考えている。

インパクト研究の科学を改善すること

1970年代は、科学者の間でも一般社会でも、気候問題への関心の高まった時代である。この10年間に異常気候、それらに伴う災害が相次いで起り、科学者の側からは、気候変動が増加するだろう、そして気候の変化が起るだろうという見通しが出された。1980年代には、気候変動の機構について、基礎的な理解を増し、生物生存および社会組織の気候変動におよぼす影響をしらべ、現在までに到達した、又将来獲得されるであろう気候についての知識を応用して、人間の活動をより生産的にし、危害の発生を減少させるための気候のメカニズムについての、基礎的な理解を増すための、広汎な各国それぞれのそして又、全地球的な努力がなされるだろう。

アメリカ合衆国においては、1980年から84年に至る、国家気候計画(National Climate Programme)が次第に完成に近づきつつある。そして世界的に見ると1980年から1983年にかけての世界気候計画(World Climate Programme)4ヶ年計画が先に準備された(WMO, 1980)。

この二つの計画を推進するに当って、気候のインパクトを明らかにする必要性について、慎重に論議が進められた。最近の多くの問題に関するそのような論議結果の成果などを参考にして、“世界気候インパクト計画に対する行動計画”がつくられ、次のようにまとめられた(Proposed Plan of Action for the World Climate Impact Programme)。

資源を、気候に関係する仕事と、社会福祉向上のために用いられるその他の努力との間に、合理的に配分するためには、気候の変動、変化の社会経済的なインパクトの信頼できる評価が存在することが最も重要である。気候インパクトの功罪の、大きさと広がりについて、適当な分析が確立されるべきである。それは容易な仕事ではない。あるインパクトは、直接的で明瞭であるとしても、又あるものは必ずしもそう明ではない。しかしその二次的、間接的なインパクトの方が、時には一次的なものより、却って影響の大きい場合がある。完全な気候インパクトについてのアセスメントは、一般社会の経済的、社会的な組立ての中で追求されなければならない。そして又、生物圏や人間活動に対する気候インパクトの、全体的に複雑なからみ合いフィードバックが検討されなければならない。この点に関連して、気候と社会が相互に関連し合い、反応し合う仕方を分析することが、もっとも重要な課題として検討されなければならない。世界気候計画の中でのインパクト研究計画の最終目的は、今後各国政府によって選択されるべき政策樹立に際し、気候要素を組み入れさせるようにする点にある。世界的に見ると、それぞれの異なった自然環境、社会的、経済的組織の違い、又国々の発展の度合いに応じて、気候変動に対しても、皆違った作用や反応が見られるだろう。基礎的研究は、気候、生態そして社会経済的要素を総合して、社会にとって欠くことの出来ない複雑な重要な問題、例えば、水、食物、或いはエネルギーの利用といったような問題にかかわって行くことを目指さなければならない。個別的に言う、計画は次のような問題と取り組まなければならない。

a) 気候の変動或いは変化のインパクトの中で、自然および人間社会に特に一次的に影響する問題に関する知識をより豊富にすること(例えば、農業、水資源、エネルギー、海洋資源および漁業、輸送、人間の健康、土地利用、生態、環境等)。

b) 気候変動或いは変化と人間の社会的・経済的活動との相互関連についての知識と関心をより発展させる。

c) 研究の方法の改善、これを実現することによって、気候・環境、社会・経済的要素の相互関連のシミュレーションについての理解を深める。

d) それぞれ異なった発展の水準にあり、又異なる自然環境の中での人間社会の性質を明らかにする。夫々の性質は、ある場合には、気候の変動や変化に対し、大変弱かったり、又抵抗性があつたりするという面をもっているからである。場合によってはそうした性質は上手にやればそのような変化をうまく活用させることができる面を持っている。

e) この新しい知識や技術を、発展途上国において関心のある具体的な問題に適用する。又、すべての人間の共通な必要性に関係する問題に適用する(WHO, 1980, pp. 32~34)。

以上の文章には、一応インパクト研究の目的は明らかに述べられているが、どういう方向に研究が進められるべきか、又どのような方法が適用されるべきか明らかでない。

文献: SCOPE W. C. S. I. (1978), World Climate Conference, Geneva (1979), AAAS/DOE, Annapolis (1979), East Anglia, U. K. (1979), NAS-NRS. Programme, Woods Hole (1979), IIASA (1980), UNEP (1980)

社会学者は、気候変動について殆ど関心をもたない。ごく僅かの関心をもつ社会学者たちは、気候インパクト・アセスメントはあまりに複雑だと考えている。自然科学者はこの問題について大いに研究上の興味をもっているが、どうも、時々提起されるアセスメント論議が、“混乱しているか”“とりとめがない”或いは“非科学的だ”とか言われている。これらの考え方には、それぞれそうなる背景があると思われる。

複雑なことは事実である。それは自然環境の複雑性に優るとも劣らない。とりとめがないと言われるのも尤である。複雑であるだけでなく、アセスメントの論理的、方法論的整理における失敗、いろいろの研究の焦点の評価の失敗をおかしているからである。その根底にあるモデルが明らかでない。広く変化に富んだテーマの研究が平凡な題目で片づけられている。技術は方法論的に殆ど発達して居らず、最初にとりかかった分野を離れて総合化の方向に進むという面が弱い。

ここに示す提案は、これら気候インパクトについてのアセスメントに関する、理論と方法についての成果を検討しとりまとめようとするものである。以下の頁において、このレビューの仕事の基本的な考え方を三つに絞って提起した。(1)気候インパクトの各種モデルの相互関係、(2)気候インパクト研究の諸要素の選択、(3)分析と技術。主要な概念と方法論の問題を考慮の基礎としつつ、レビューの組立て方を仕上げへの過程についての特別の計画をここに展開しよう。

概念と方法論の問題

もし科学的なインパクト研究を進めようとする、少なくとも三つの中心的な概念と方法論が問題となる。簡単のためそれを質問形式でのべると次の如くなるであろう。

(1) 気候・生物・人間活動とその社会の三つの関係に

関して何が考えられるか？

(2) インパクト研究を構成する特定の研究の目的と要素は何か？

(3) どのような分析と技術の在り方が、インパクト研究にとって有用か？適切であるか？

1. モデル関連の検討

すべての気候インパクト・アセスメントは、気候現象とそれによって影響される人間、活動、社会、地域の間に関係のあることを予想している。それらの関係を次第に複雑さを増す四つのモデルで示すことができる。それは(1)入出力モデル、(2)相互関連モデル、(3)フィードバックを伴った相互関連モデル、(4)フィードバックとその過程を伴ったモデルである。

(1) 入出力モデル 気候インパクト・アセスメントの一番普通のモデルは、気候現象(入力)が人間、活動、地域に影響してインパクト(出力)を“生ずる”。気候状況に何らかの変化がなかったら、インパクトは起らない(Fig. 1)。



Fig. 1

最近このモデルを使った研究(C. E. A. S., 1979; Frenkiel & Goodall, 1978; Frere & Popov, 1979; Michaels, 1977; N. D. U., 1978)。

(2) 相互関連モデル より実際のモデルはSCOPE報告(1978)のやり方で、気候変動と社会変化を同時関連事象として捉える(Fig. 2)。

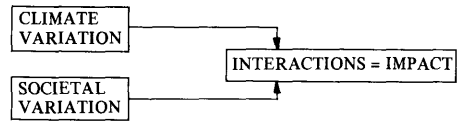


Fig. 2

同作業班は次のように言っている。

……ある社会にある時点で問いかけるべき質問は、“社会の気候変動に対する抵抗が強くなったか、弱くなったか？” 又別の角度から言うと、“何か特定の社会変化又は発展があった時、そうした変化はインパクトに対する抵抗力を強めるか、弱めるか(SCOPE, 1978, p.17)？”

(3) フィードバックを伴う相関モデル これもSCOPE(1978)にのべられていることと関連する。

どんなインパクトであれ、気候インパクトが感じられる時には、人間社会は何らかの対応又は調整の選択を迫られる。対応には短期的なもの(災害を受けた人々に対する救済、緊急援助など)および長期的なもの(人間社会の経済、生活条件の回復)がある。この長短両方の調整の選択は、その後の災害に対する抵抗力の強さを増すか、減するか、という面から検討される必要がある(SCOPE, 1978, pp. 17-18)(Fig. 3)。

調整の選択は大きく分けて二つのカテゴリーに帰する。気候変動による生物物理的インパクトフィードバックと、社会的、物質と抵抗の変化のフィードバックである(もちろん事柄によっては推測でしかないものもある。人間の活動がどう気候変化に影響するか、などということは、そんなに簡単に結論づけられるものではない)。

前者の例としては、防風帯、階段化された傾斜面、霧に対する煙の使用等である。後者は例えば、霜多発地帯

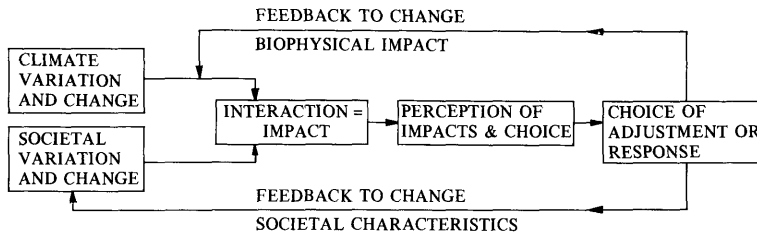


Fig. 3

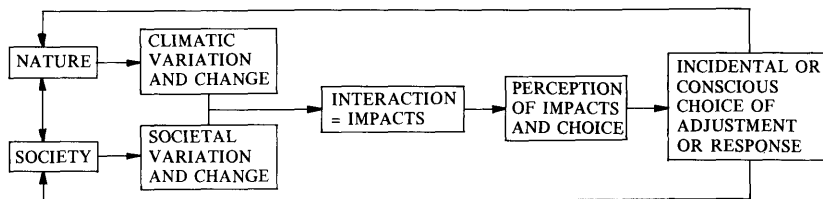


Fig. 4

での霜に強い品種の育成などである(Burton *et al.*, 1978; C. S. R. G., 1979; Enzer *et al.*, 1978; Pichardi, 1974; White & Haas, 1975)。

(4) フィードバックとその過程を伴ったモデル

言葉で説明するより、図で説明する方が易しい。“気候多様化”或いは“社会変化”は、自然・社会の変化の産物である。このような過程には歴史的なものが含まれてくる。

自然の体系の中には、自然そのものの変化が根底にある(太陽の季節変動、軌道の変動)。

又人間の働きに基づく活動(例えば化石燃料をもちと、森林を破壊することなど、これらは大気中のCO₂含量を増加する)(Garcia & Escudero, 近刊)。

これらの過程には、合衆国およびソ連での国内食糧生産政策の大きな変化なども含まれる。又第3世界の人々の外部の力に対する抵抗の弱さの起因となっている、歴史の影響などの例もある。

2. 気候インパクト研究の諸要素

どんな簡単なモデルを考えても、そこにはいろいろの研究の要素がある。「SCOPE 報告8」(Kates 1978)で、ケートは、環境破壊影響(リスク)アセスメントという概念を、リスクとは、ある事象(又はいくつかの事象)が、何らかの脅威をもつ場合、それら事象と関連するインパクト又は事象生起との結合確率であるとしている。フィッ

ショフ等(Fischhoff *et al.*, 1978)は、それを更に発展させている。この連鎖の関係をFig.5に示してある。これだけ単純化しても、その中から研究要素としてどれを選択するかとなると容易ではない。

気象に関するもの この場合三つの異なった観点がある。一年間の気象、何年か継続する気象、10年或いは100年にわたる変動である。いわゆる異常気象、洪水、霜、霧、乾燥、嵐、雪、サイクロンなどなどである。こうした年間の変化が続くと何年か継続するもののように見えることもある。洪水は毎年続かないが、早魃は積年現象となる。Flohn(1979), Kukla *et al.*(1977)は、これらを論じた。近頃の氷期論などがその一つである。Lamb(1978)は、“小さい気候適度期”というのが10世紀から13世紀にあったという。

被害を受けるものの単位 それはある地域をカバーする面積のこともあり、社会の階層のこともあり、ある特定の現象のこともあるが、その中のどれをとるかということを決めるのも大変むずかしいことなのである。何を含むか含まないか、ということも問題になる。

インパクトと結果 もっと難しいのは、インパクトと結果なのである。実際には一つのインパクトが複合して結果になったり、又逆であったりするが、一応第一次、第二次という風にインパクトを考えると便利である。即ち、物理的、生物的なものから社会経済的なもの、とい

CLIMATE IMPACT STUDY

POTENTIAL STUDY ELEMENTS
MODES OF ANALYSIS

(Assumed Relationship: Input-output)

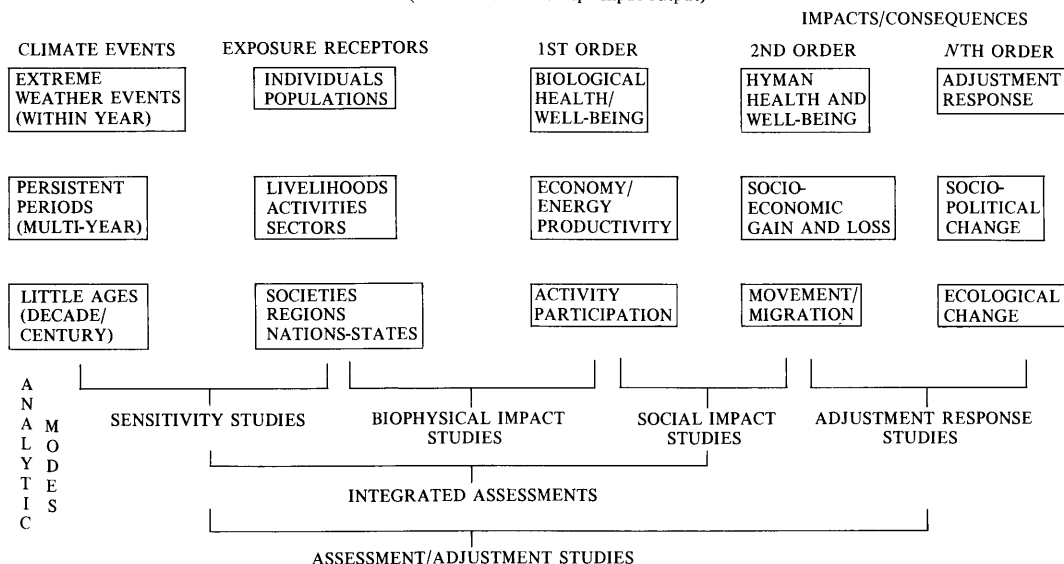


Fig.5

う風に進むのである (Fig. 5)。

分析の方法 これは Fig. 5 の下の方の説明になる。各段階が、研究のタイプ、分析の方法と結びついて表現されている。その中で、敏感度の分析研究、生物物理学的インパクト、社会的インパクト、調整対応研究、アセスメントの複合性、統合性など、それぞれ図によって、どの部分とどの部分が結びつき、それがどう積み重ねられて行くか、という風に考えて見てほしい。

実際の場合には、ここに書かれたように、各関連が順序を追うものではない。時には、ある部分を飛び越して見たり時には、低い次元から高い次元にうつたりする。従来の研究の蓄積の多いところでの研究が、信頼性が高いことは言う迄もない。

3. 分析の技術

分析の方法はこれらの様々な形を含んでいるが、一般的に言うと、各関連分野の人々が一緒になって働くという面では、あまり発達していない、というか、不十分にしか活用されていないというべきであろう。地球物理学的な、大気、海洋、大陸というようなもの研究に、生物学又人間科学などの研究が、そのインパクト・アセスメントをする際には当然加わらなければならない。又例えば人間科学には、人類学者、人口学者、経済学者、地理学者、政治学者、心理学者或いは社会学者等が選択された課題によってそれぞれ関係し、お互いに補い合うべきであるが、実際にはこれらのすべての研究分野が一緒に仕事をするということは仲々むずかしいことである。

もし、過去の事にまで遡るとすると、歴史学者、考古学者の参加が、もっとも重要なこととなるであろう。

各専門研究を相互につなげて行く場合は、他の専門分野の物の考え方の相異に注意しないと混乱したり無駄をしたりする。例えば、“シグニフィカンス”という言葉が、社会科学と物理学との間で意味が違ふと言ったようなことである。要するに、一般的な用語法に用いられているか、統計におけるシグニフィカンスの場合なのか、というような例である。又、数値であることを表現するとき、あまりにある事柄を数量化しようとする、複雑な関係が間違つて伝えられはしないか？ こういうことは学際研究の場ではいつもつきまとう問題だが、気候インパクト研究はそういうものに対し、特別な研究場面を提供する場であると言える。

このような分野別研究の縦糸を横につなげるやり方として、例えば(1) 事例研究をやることによって、歴史的なもの、現在のなもの、将来の予想或いは、類推的な研究などが結びつけられる。(2) モデル又はシミュレーション又は(3) 実験などがそれぞれ、計画的な場合或いは、偶然にそういう要素をもつ(WMO, 1980)。

これらの方法は、強力な面と弱点をもつし又、それに対し付随的な問題も起る。いろいろのモデルが、自然科学関係でも、社会科学関係でも作られているが、まだまだ不十分で、かつ相互関連の面が明らかでないし、インパクト研究の科学を推進する、組織的なつながりがまだまだ十分ではない。

結論 気候インパクト・アセスメントが、“とりとめがない”ことになりがちであるのは、一つにはその主題が複雑だからだが、又一方では、科学の実際研究の基礎となるべき、理論、方法、そして事実についての、相互関連の哲学がないということに原因するというのが大体の結論である。

そのような哲学が無いために、理論および方法上の混乱が一般に起るのである。……ある程度はこれは避けがたいことである。というのも、気候と社会の相互関係についての決定的な理論がないからである。理論が全く無い現在では、十分に注意して選択をすることも、ある程度の意味をもっている。ともかく、この全体的な枠組みを用いて徹底的な方法論的な検討を行うならば、これらのいろいろの研究の中から選んだ研究の、強みと弱点を明らかにすることはできるであろうし、より進んだ研究、受け入れるに足る研究の技術を有し、共通の科学的理解をもたらすことも可能であろう。

むすび

以上が、プロジェクトの要約と言われるものの、約4分の3の訳出である。この後に、SCOPEとしての見直し、レビューの手続き、レビューの組織、概論の作製、研究の方法とその研究者についての各種委員会によるレビュー、分析の方法、技術、実験、そして最後に、レビュー作業班の任務と成果の刊行と言う項目が続く。ここに上げた項目で見られるように、かなりの部分が、上に訳出したものと重複している。要約の編集の仕方が必ずしもきちんとして行われて居ないことを示している。紙数の都合もあり、私は今はそれらを割愛するが、恐らく利用者にとってそれほど、不便ではないと思う。又機会があれば、このプロジェクトの進行について、更に適当な方法で伝達することが可能であろうと考える(1980年7月)。

BIBLIOGRAPHY

- 1) Bolin, B., et al., 1979: *The Global Carbon Cycle* (SCOPE 13). John Wiley & Sons, New York.
- 2) Burton, Ian, Gilbert F. White, and Robert W. Kates, 1978: *The Environment as Hazard*. Oxford University Press, New York.

- 3) Butler, G.C., ed., 1978: *Principles of Ecotoxicology* (SCOPE 12). John Wiley & Sons, New York.
- 4) Center for Environmental Assessment Services, 1979: *Weather-Crop Yield Relationships in Drought-Prone Countries of Sub-Saharan Africa: Final Report and Appendix to the Final Report*. University of Missouri, Columbia, Mo.
- 5) Climate and Society Research Group, 1979: *The Effect of Climate Fluctuations on Human Populations* (Progress Report No. 2). Center for Technology, Environment, and Development, Clark University, Worcester, Mass.
- 6) Enzer, S., R. Drobnick, and S. Alter, 1978: *Neither Feast Nor Famine*. Lexington Books, Lexington, Mass.
- 7) Fischhoff, Baruch, Christoph Hohenemser, Roger E. Kasperson, and Robert W. Kates, 1978: "Handling Hazards," *Environment*, Vol. 20, No. 7 (September).
- 8) Flohn, H., 1979: "Short-Term Climate Fluctuations and Their Impact." (Introduction at International Conference on Climate and History, 8-14 July, 1979, University of East Anglia, Norwich, U.K.)
- 9) Frenkiel, F. N., and D.W. Goodall, eds., 1978: *Simulation Modelling of Environmental Problems* (SCOPE 9). John Wiley & Sons, New York.
- 10) Frere, M., and G. Popov, 1979: *Agrometeorological Crop Monitoring and Forecasting* (FAO Plant Production and Protection Paper 17). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 11) Garcia, R., and J. Escudero, forthcoming: *The Constant Catastrophe*, Vol. II. An IFLAS Report on "Drought and Man: The 1972 Case History." International Federation of Institutes for Advanced Study, Geneva.
- 12) Glantz, Michael H., 1977: "El Niño Forecast Value Study: Background Paper" (mimeographed). Environmental and Societal Impacts Group, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colo.
- 13) Grobecker, A. V., S. C. Coroniti, and R. H. Cannon, Jr., 1974: *The Effects of Stratospheric Pollution by Aircraft* (CIAP Report of Findings, DOT-TST-75-50). Department of Transportation, Washington, D.C.
- 14) Institute of Ecology, 1976: *Impact of Climate Fluctuation on Major North American Food Crops* (Climate/Food Study Panel Report). Butler University, Indianapolis, Ind.
- 15) Journal of Applied Meteorology, 1978: An entire issue of the *Journal of Applied Meteorology* (Vol. 17, No. 5, 565-715) was devoted to the Metropolitan Meteorological Experiment (Metromex).
- 16) Kates, Robert W., 1978: *Risk Assessment of Environmental Hazard* (SCOPE 8). John Wiley & Sons, New York.
- 17) Kellogg, W., 1979: Personal communication.
- 18) Kukla, G. L., et al., 1977: "New Data on Climatic Trends," *Nature*, Vol. 270, 573-580.
- 19) Lamb, H. H., 1978: *Climate: Present, Past, and Future*. Vol. II: *Climatic History and the Future*. Methuen, London.
- 20) Michaels, Patrick J., 1977: *A Predictive Model for Winter Wheat Yield in the United States Great Plains* (IES Report 94). Institute for Environmental Studies, University of Wisconsin, Madison, Wis.
- 21) Munn, R.E., ed., 1975: *Environmental Impact Assessment* (SCOPE 5). John Wiley & Sons, New York.
- 22) National Defense University, 1978: *Crop Yields and Climate Change: The Year 2000*. Fort Lesley J. McNair, Washington, D.C.
- 23) Parry, Martin L., 1978: *Climatic Change, Agriculture and Settlement*. Archon Books, Hamden, Conn.
- 24) Pfister, C., 1979: "The Reconstruction of Past Climate: The Example of the Swiss Historical Weather Documentation Project (16th to Early 19th Century)." *Review Papers*, International Conference on Climate and History, 8-14 July, 1979. Climatic Research Unit, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, U.K.
- 25) Picardi, A. C., 1974: "A System Analysis of Pastoralism in the West African Sahel." Annex 5 to *A Framework for Evaluating Long-Term Strategies for the Development of the Sahel-Sudan Region* (unpublished report). Center for Policy Alternatives, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass.
- 26) Post, John D., 1977: *The Last Great Subsistence Crisis in the Western World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore Md.
- 27) Rosenof, Theodore, 1973: *Cultural Sensitivity to Environmental Change: The Case of Ellis County, Kansas, 1870's-1900*. Institute for Environmental Studies, Institute for Humanities (Report 5), University of Wisconsin, Madison, Wis.
- 28) SCOPE Workshop on Climate/Society Interface, 1978: Report of the Workshop, held December 10-14 in Toronto. SCOPE Secretariat, Paris.
- 29) Van Dyne, G. M., ed., 1969: *The Ecosystem*

- Concept in Natural Resource Management.* Academic Press, New York.
- 30) Williams, J., G. Krömer, and A. Gilchrist, 1977: *Further Studies of the Impact of Waste Heat Release on Simulated Global Climate.* Part I, RM-77-15 and Part II, RM-77-34. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- 31) White, G. F., and J. E. Haas, 1975: *Assessment of Research on Natural Hazards.* M.I.T. Press, Cambridge, Mass.
- 32) World Meteorological Organization, 1980: *Outline Plan and Basis for the World Climate Program, 1980-1983* (WMO No. 540). Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva.