

コンフリクト解析に基づく地球温暖化防止行動の評価に関する研究

盛岡 通¹・内海秀樹²

¹正会員 工博 大阪大学教授 工学部環境工学科 (〒565 大阪府吹田市山田丘 2-1)

²工修 大阪大学大学院博士後期課程2年 (〒565 大阪府吹田市山田丘 2-1)

本稿では、地球温暖化防止行動を、各々の当事者の利害関係の存在するコンフリクトと見立てその評価を試みる。基本的な枠組みは、コンフリクト解析に準じるが、各当事者の選好情報の設定の仕方に改良を加えた。この改良は、各当事者の単位行動代替案に関する選好情報を与えるというものである。この結果、オプション数が増えても簡便に選好情報を記述することを可能としている。また、当事者のさらに上位の価値指向性として費用配分の基本的倫理を設定することにより、各当事者の性格を反映した分析を可能としている。

Key Words : global warming, conflict analysis, game theory, fundamental principle of cost distribution

1. はじめに

地球温暖化問題は、異なる経済的地位にある様々な当事者が関与する問題である。さらに、地球温暖化問題に対する防止行動が費用をともなう段階にいたると、その負担をめぐって、各当事者間の利害対立関係が生じる。利害対立関係は、次にあげる2つの事項に根差していると考えられる。その利害とは、(1)他の当事者との経済的地位の格差、(2)自らの経済システムへの影響である。言い換えれば、(1)は、他者との関係に根差す利害であり、(2)は、自己への影響に根差す利害であるといえる。

例えば、(1)は、発展途上国が唱える先進国に責任があるという論¹⁾に見られ、(2)は、産油国をはじめとする化石燃料の需要確保、熱帯林所有諸国の木材輸出継続、経済成長優先などの論^{2),3)}に見られる。

本稿は、地球温暖化防止行動は、先見的に地球全体として把握できるのではなく、各国当事者の行動の結果が相互に作用したものとして評価されるという視点に立つ。

このもつで、地球温暖化防止行動を、各々の当事者の利害関係の存在するコンフリクトと見立て、その評価を試みる。

地球温暖化防止行動は、次にあげる3つに集約できる。ひとつめは、省エネルギー政策によりエネ

ギー効率を高め化石燃料の使用量を抑制すること、次は、燃料転換政策によって、より炭素含有量の少ないエネルギー源へ移行すること⁴⁾、最後に、熱帯林での植林による大気中の二酸化炭素の吸収を行うこと⁵⁾、である。また、同じ行動でも、先進地域と発展途上地域での実施コストの違いに着目し、援助によって行うこともある⁶⁾。当事者ごとにとることのできる行動は異なるので、本稿で設定している当事者および当事者のとりうる行動については後述する。

以上のように、本稿は、地球温暖化問題を全体としての効用関数を決定できない問題としてとらえ、行動基準が異なる当事者間の利害対立関係の存在する問題という観点に立つ。その上で、コンフリクト解析を適用し、地球温暖化防止行動の評価を行うことを目的とする。

2. コンフリクト解析⁷⁾

(1) コンフリクト解析の用語

コンフリクト解析は、ゲーム理論の一分野である。まず、コンフリクト解析での用語について述べる。

コンフリクトにおける利害の対立する当事者のことを「プレイヤー」とよぶ。当事者すなわちプレイヤーがとりうる行動を「戦略」という。また、行動はさらに小さな、各種行動代替案に分解することが

表-1 ゲームの表形式

プレイヤー	オプション	発生事象			
		Q ₁	Q ₂	・・・	Q _n
P ₁	O ₁₁	0	1	・・・	1
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	O _{1p}	0	0	・・・	1
P ₂	O ₂₁	0	0	・・・	1
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	O _{2q}	0	0	・・・	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P _n	O _{n1}	0	0	・・・	1
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	O _{nr}	0	0	・・・	1

でき、これを「オプション」という。つまり、「戦略」は「オプション」の選択結果の組み合わせとすることができる。それぞれのプレイヤーがある戦略を取ることによって生じる結果を「発生事象」とよぶ。さらに、プレイヤーがこのような戦略を行使しあうことによって最終的に落ち着く先である発生事象を「均衡解」という。

(2) コンフリクト解析の手順

a) モデル化

まず、対象事例であるコンフリクトの当事者であるプレイヤーと、各々のプレイヤーのとりうるオプションを設定する。コンフリクト解析では、これらプレイヤーおよびプレイヤーのとりうるオプションは、表-1に示すような表形式で表される⁸⁾。

あるプレイヤーが、あるオプションを選択したときは、その行に1を、そうでないときは0を記入する。あるプレイヤーのすべてのオプションに対して1か0かが記入されると、このプレイヤーのひとつの「戦略」が決定される。プレイヤーのすべてが戦略を決定すると「発生事象」が決まる。つまり、表-1の列が、モデルの対象となるコンフリクトの発生事象を表す。

各オプションは、選択されるか、されないかのどちらかしかないので、全部でn個のオプションがあるコンフリクトの問題には、合計2ⁿ個の発生事象があることになる。しかしながら、現実には、すべての発生事象のどれもが実行可能で、現実に取り得ることはまれである。したがって、実行不可能あるいは意味のないと思われる発生事象は除くことが

表-2 安定性分析表の例

	全体的安定性	E	×	×	×
P ₁	安定性	r	r	・・・	r u
	選好ベクトル	Q ₁	Q _j	・・・	Q _k Q _l
	一方的改善				Q _k
P ₂	安定性	r	s	・・・	r u
	選好ベクトル	Q ₁	Q _i	・・・	Q _j Q _k
	一方的改善		Q _l		Q _j
⋮	⋮			⋮	
P _n	安定性	r	r	・・・	r u
	選好ベクトル	Q ₁	Q _k	・・・	Q _l Q _j
	一方的改善				Q _i

でき、実行可能と思われるものについてのみ、モデルでの解析の対象にすることができる。

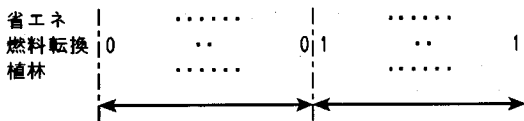
次に、プレイヤーの選好性を表すように、表-1の発生事象の順序付けを各プレイヤーごとに行う。発生事象は、好ましい順に左から右へならべる。各プレイヤーごとに、発生事象の順序付けを行ったものを、めいめいの「選好ベクトル」という。各選好ベクトルは、当該コンフリクトに対して各プレイヤーの持つ見解が示されているといえる。

b) 安定性分析

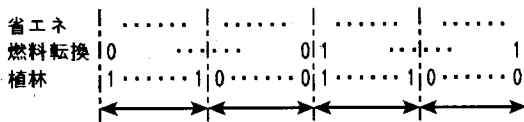
任意の実行可能な発生事象に対し、ある特定のプレイヤーについて4種類の安定性パターンを定めることができる⁹⁾。これらの安定性パターンの詳細は文献にゆずるが、これには①合理的安定、②連続型安定、③不安定、④同時安定がある。概略を述べると、①、②および④の発生事象が安定であるとは、当該プレイヤーが戦略を変える必要を感じない発生事象を表し、③の発生事象が不安定であるとは、当該プレイヤーによってさらに有利な戦略に変更される発生事象を指す。安定性分析は、各プレイヤーにとって、実行可能な発生事象に対する安定性パターンを決定することである。

すべてのプレイヤーにとって安定であるような発生事象を均衡解という。安定性分析表では、一番上のプレイヤーの該当する発生事象の上に'E'を記入して示す。少なくとも1人のプレイヤーについて不安定であるような発生事象は均衡解ではなく'×'で表す。これらの結果を一覧にしたものが表-2である。

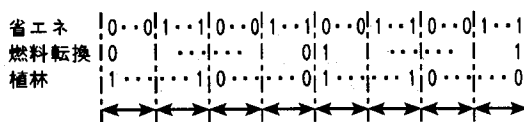
1. まず、燃料転換オプションを選択している発生事象を望ましくない方へ移動する



2. 次に着目する植林オプションを選択している事象を望ましい方へ並べ変える



3. 省エネルギーオプションに着目し選択されていない発生事象を望ましくない方へ並べ変えて完成



注：←→は、等選好区間で左側ほど望ましい発生事象

図-1 プレイヤーの選好ベクトル設定方法

3. コンフリクト解析の改善

コンフリクト解析を適用したモデルを作成する際、留意すべき重要な点の一つに、選好ベクトルの設定がある。だが、この選好ベクトルの設定には、いくつかの問題が見られる。それは、(1) オプションの総数の増加に伴う発生事象の総数の増加、(2) 選好の差が際立って現れない発生事象の順序付け、(3) 選好ベクトル設定の再現性の3つである。次に、それらの問題の改善について述べる。

(1) オプション選好階層性

本稿では、従来のように、発生事象に対する選好性の度合いを直接比較することによって発生事象の並べ替えを行うことはしない。まず、各プレイヤーのオプションに対する選好性の差異に着目しオプションに上位、下位という階層性を与える。そして、次に、上位のオプションから順に、ある基準に従って選択するか否かを設定し、結果的に発生事象を望ましい順に並べ替えた選好ベクトルを得る。

この方法は、先に上げた問題点の(1)および(2)の改善に役立つ。すなわち、発生事象の数が増えても、各プレイヤーごとにオプションについて選好の比較をすればよいので、手間がかからない。また、選好に関係するオプションについてのみ階層化すればよいので、選好に関係のない発生事象群について比較を行う必要がなくなる。

例えば、あるプレイヤーが、省エネ、燃料転換、

植林という3つのオプションを有していると想定する。そして、それぞれのオプションに対してのその該当するプレイヤーの態度は、「燃料転換はエネルギー政策上避け、省エネあるいは植林による排出量削減はどちらでもかまわないが、費用の面から植林を優先し、他のプレイヤーのオプションの選択には関心はない」と仮定する。

このとき、該当プレイヤーの選好ベクトルの設定の手順は図-1に示すプロセスに基づいて行われる。つまり、オプションは、上位から、燃料転換、植林、省エネの順に階層的に把握される。まず、燃料転換オプションを選択していない発生事象を、好ましい側(左側)にならべる。そして、燃料転換オプションに着目して並べ変えた順を崩すことなく、次に着目する植林オプションを選択している発生事象を、好ましい側に並べ変える。同様に、省エネオプションを選択している発生事象を、好ましい側に並べ変える。他のプレイヤーのオプションの選択には関心はないので、これで選好ベクトルが完成する。

このように、オプションの選択に階層性を持たせることにより、選好ベクトルの設定に必要なオプションの選好に関する情報を減らすことができる。また、選好ベクトルの設定のプロセスを明解に示すことができる。したがって、情報の少ない段階で、各プレイヤーの様々な態度に応じて選好ベクトルの変更を容易に行うことが可能になる。

(2) オプション選好を左右する基本倫理

従来のコンフリクト解析では、詳細な文献調査に基づいた選好ベクトルの設定が行われる。したがって、選好ベクトルの設定には、十分な情報を必要とし、情報の少ない段階では、プレイヤーの性格づけが困難になる。このことは、各プレイヤーのそれぞれのオプションに対する選好性の設定が、情報の少ない段階では困難である事を意味する。それ故に、コンフリクトの落ち着き先の予見が難しいといえる。

また、調査に基づいて選好ベクトルの設定が行われるため、分析者が変わると選好ベクトルの設定を再現できない可能性が生じるという問題もある。

そこで、各プレイヤーの性格付けのモデルとして、再現性のあるものが必要とされる。本稿では、地球温暖化防止行動を費用配分問題として捉えており、費用配分の基本倫理を4つのタイプとして以下に述べる。この費用配分の基本倫理は、効用配分の倫理としてすでに提唱されている倫理システム¹⁰⁾を援用し、順に、ベンサム流功利主義システム、ロールズ流全体平等主義システム、ニーチェ流エリート全体主義システム、バレート流自由主義システムに対応

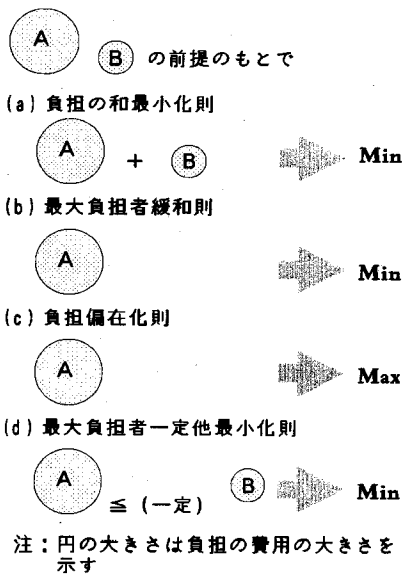


図-2 費用配分の基本倫理のモデル図

している。なお、いずれの場合も限界負担は逡増すると仮定している。図-2に、費用配分の基本倫理のモデルを示す。

a) 負担の和最小化則

Aの負担と、Bの負担の和を最小化するように負担配分を決定するというもの。

b) 最大負担者緩和則

AとBの背負う負担のうち、大きいほうの負担を可能な限り減らすというもの。

c) 負担偏在化則

A、B負担の大きい方をさらに大きくする方向で負担配分を図るというもの。

d) 最大負担者一定他最小化則

いわゆるパレート則である。Aの負担を一定レベル確保しておき、その範囲内でBの負担を自由に最小化するルールを採用するというもの。

これら4つの費用配分の基本倫理のうち、本稿では、負担の大小関係のみが決定すれば各当事者の関係を規定できる最大負担者緩和則および負担偏在化則の2つを取り上げている。

地球温暖化問題に関して、先進国の近未来の負担が大きいことは、過去に化石燃料を使用して成長したことに起因している。したがって、その負担を先進国が甘受すべきであるとの見解がある。本稿では、発展途上国が唱えるこの見解をひとつの倫理的問題として考え、これを負担偏在化則としてとらえている。

この費用配分の基本的倫理は、他のプレイヤーの協力なしに、自らが単独で選択するオプション（以

下、自己オプションとよぶ）と、他のプレイヤーの協力を前提にして選択するオプション（以下、協力オプションとよぶ）の間の好ましきの順を規定するものである。その後は、それぞれのオプションの中で、オプションの選択にかかる負担の大小関係によって、プレイヤーがオプションの選好を定めるとする。

負担偏在化則に従うプレイヤーのオプションの選好階層性について述べる。負担の大きいプレイヤーは、まず、協力オプションではなく自己オプションに着目し、その中で最も負担の小さいオプションから順に選択する。次に、協力オプションに着目し、最も負担の大きいものから順に忌避する。逆に、負担の小さいプレイヤーは、まず、協力オプションではなく自己オプションに着目し、その中では最も負担の大きいオプションから順に忌避する。次に、協力オプションに着目し、負担の最も大きいオプションから順に忌避する。

次に、最大負担者緩和則に従うプレイヤーのオプションの選好階層性について述べる。負担の大きいプレイヤーは、最初に、自己オプションではなく協力オプションに着目し、その中で最も負担の小さいものから順に選択を行う。そして、次に自己オプションに着目し、負担の大きいものから順に忌避する。逆に、負担の小さいプレイヤーは、協力オプションではなく自己オプションに着目し、負担の小さいものから選択し、次に、協力オプションに着目し、負担の大きいものから順に忌避する。

費用配分の基本倫理を導入することによって、オプションの選好基準を明確にすることができる。その結果、情報の少ない段階でも、プレイヤーの態度を想定することが可能になり、プレイヤーの態度に関する情報が蓄積あるいは変更された場合でもプレイヤーの性格づけの変更を行うことが可能になる。

4. モデルの設定と運用

(1) プレイヤー設定

本稿では、温暖化問題に関する政治的な立場を考慮^{21, 31}し、プレイヤーを大きく、先進国、東欧・ロシア圏、途上国の3つに分けている。さらに先進国は、地球温暖化防止行動への対応の違いから、積極推進派と慎重対応派に分けられ、途上国は、エネルギー資源輸出国と非輸出国に分けられている。実際には、モデル上で分けられた同じプレイヤー内でも微妙に立場は異なることもあるが、モデル上では5つのプレイヤーを設定している。それぞれのプレイヤーとして仮想されている国の例は、次の通りである。なお、1人当たりGDP、工業化の段階などを

表-3 各プレイヤーのオプションと費用

	CO ₂ 1トン (炭素換算) 削減のための 費用
先進国 A・B	
自己オプション	
省エネ	9.1
協力オプション	
省エネ援助	3.1 or 2.8
植林援助	0.2
旧共産圏	
自己オプション	
省エネ	2.8
途上国 A・B	
自己オプション	
省エネ	3.1
植林	0.2

単位：万円

注：詳細は後に文章にて説明を行う

出典：参考文献 4)

考慮して中国を途上国に位置付け、東欧・ロシア圏とは区別している。

a) 先進国 A (積極推進派)

北欧諸国 (スウェーデン、ノルウェー、フィンランド)、オランダ、カナダと、積極派への転換派であるドイツ (東西ドイツ) および、フランスが含まれる。

b) 先進国 B (慎重対応派)

対策には消極的な、日本、アメリカ、およびイギリスをはじめ、東欧・ロシア圏を除く、その他のヨーロッパ諸国を含んでいる。

c) 東欧・ロシア圏

旧ソ連をはじめ東ドイツを除く東欧諸国が含まれる。

d) 途上国 A (エネルギー資源非輸出国)

発展途上国のうちエネルギー資源を海外に頼っている諸国であり、商用エネルギー消費量のうちの輸入量の割合ごとには特に区別はしていない。

e) 途上国 B (エネルギー資源輸出国)

発展途上国のうち、エネルギー資源を輸出している国々、産油国および前述のように中国も含まれる。

(2) 実行可能なオプションの設定

各々のプレイヤーについて、モデル上では、次に示すオプションを実行可能なものとして設定する。

a) 先進国 A および B

産業部門における技術的な省エネルギー (以下、

省エネ)、東欧・ロシア圏、および途上国向けの省エネに関する援助 (以下、省エネ援助)、途上国向けの植林を支援するための援助 (以下、植林援助)

b) 東欧・ロシア圏

省エネ

c) 途上国 A および B

省エネ、植林

省エネおよび植林は、自らの判断でできる自己オプションであり、省エネ援助および植林援助は、他者との協力が必要な協力オプションである。燃料転換政策について、ここでは、化石燃料から、原子力、太陽エネルギーなどの自然エネルギーへの転換を意味しているため、当面、行われまいという仮定に基づき設定していない。

また、モデル上で設定されているオプションは、すべて負担を伴うものである。各プレイヤーの有する実行可能なオプションおよび各オプションの負担の程度を表-3に示す。

(3) 意味のない発生事象の除去

モデル上でのすべての発生事象のうち意味を持たないとして取り除くことができるものは、次にあげる6通りのパターンである。以下、文中で用いる当事者および当事者の行動は、それぞれ4。(1)、(2)で設定した、モデル上のプレイヤーおよび実行可能なオプションのことを表す。

a) 先進国 A または B が、省エネ援助を選択しているにもかかわらず、援助先である東欧・ロシア圏、途上国 A および B のすべてが省エネを選択しないような事象

b) 同様に、先進国 A または B が、植林援助を選択しているにもかかわらず、援助先である途上国 A および B のすべてが植林を選択しないような事象

c) 先進国 A は、すでになんらかの行動を起こしているため、先進国 A が、ひとつのオプションも選択していないような事象

d) 先進国 A、B 以外の東欧・ロシア圏、途上国 A および B は、先進国 A または B の行動を前提としているため、先進国 A または B がひとつのオプションも選択していない状態で、東欧・ロシア圏、途上国 A、B が、いずれかのオプションを選択しているという事象

e) 東欧・ロシア圏、途上国 A および B は、先進国 A または B が、省エネ援助を選択しない限り省エネを選択しないことが予想され、先進国 A、B の省エネ援助の選択なしに東欧・ロシア圏、途上国 A または B が省エネのを選択するという事象

f) 同様に、先進国 A または B が、植林援助を選択し

表-4 標準シナリオにおける各プレイヤーのオプション階層性と選択の好ましき

階層順位	プレイヤー				
	先進国A	先進国B	東欧・ロシア圏	途上国A	途上国B
0	省エネ ○	省エネ ○	省エネ ×	省エネ ×	省エネ ×
1	省エネ援助 ×	省エネ援助 ×	/	植林 ×	植林 ×
2	植林援助 ×	植林援助 ×	/	/	/

注：「○」は好ましい、「×」は好ましくない

表-5 標準シナリオにおける各均衡解と各プレイヤーの選好順位

	先進国A	先進国B	東欧・ロシア圏	途上国A	途上国B
a.	0	0	0	0	0
b.	0	2	0	2	0
c.	0	2	1	0	0
d.	0	1	0	1	0
e.	0	3	0	2	1
f.	0	3	0	3	0
g.	0	3	1	2	0

後述する。

a) 標準シナリオ

標準シナリオは、すべてのプレイヤーが、負担偏在化則に基づいて、他のプレイヤーと協力しない方が好ましいと考えていると設定している。

負担の大きいプレイヤーは、自己オプションの選択を優先させ、負担の小さいプレイヤーは、自己オプションの選択をしないことを優先させるという設定を行う。

負担の大きいプレイヤーは、最優先オプションとして、自己オプションに着目し、そのなかで負担の最も小さいものを選択する。以降、自己オプションのなかで負担の小さいものから順に選択を行う。そして、すべての自己オプションの選択を行った後に、協力オプションに着目し、そのなかで負担の大きいものから順に忌避するようなオプションの選好の構造を持っている。

つまり、モデル上では先進国AおよびBは、はじめに、省エネオプションの選択を好み、次に、2つある援助オプションのうち、負担の大きい方から、すなわち、省エネ援助、植林援助の順に忌避するといえる。

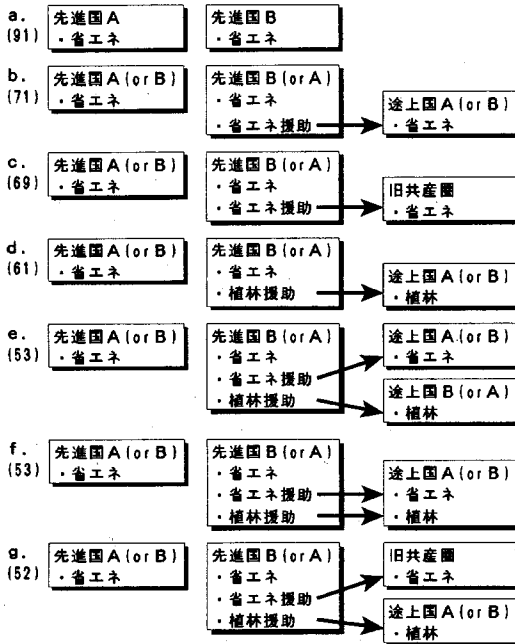
一方、負担の小さいプレイヤーは、はじめに、自己オプションに着目し、そのなかで負担の大きいものから順に忌避する。

つまり、モデル上で、東欧・ロシア圏および途上国A、Bは、自己オプションの中で、負担の大きい方から、すなわち、省エネ、植林援助の順に忌避するといえる。これらを表にまとめたものが、表-4である。

図-3および表-5に、標準シナリオの均衡解および均衡解ごとの選好順位を示す。図-3および表-5については、後述する。

b) 援助シナリオ

標準シナリオに対し、援助シナリオは、ある特定のプレイヤー以外の他のプレイヤーは、標準シナリ



注：() 内は平均費用
単位：万円/CO₂1t削減

図-3 標準シナリオにおける均衡解

ない限り、途上国AまたはBは、植林を選択しないことが予想されるため、先進国A、Bの植林援助の選択なしに、途上国AまたはBが、植林を選択するという事象

(4) シナリオの設定および結果

本研究では、2つのシナリオを想定し、均衡解を求めた結果を示す。以下に、2つのシナリオのそれぞれについて、各プレイヤーのオプションの選好を左右する基本倫理およびそれに基づいたオプション選択の階層性、求められた均衡解および選好順位について述べる。なお、均衡解と選好順位については

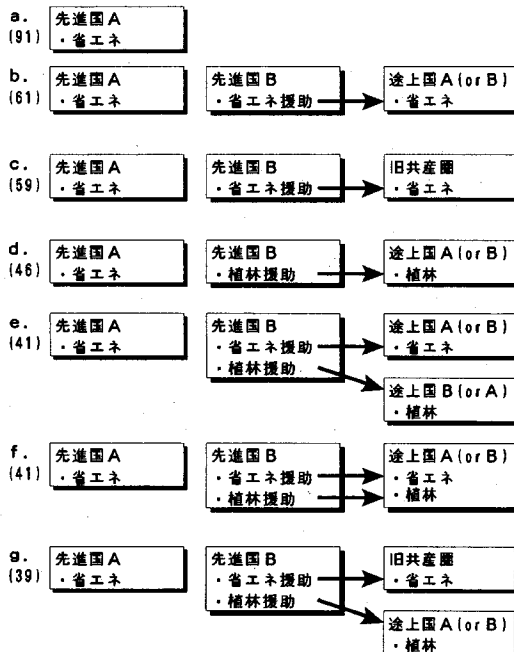
表-6 援助優先シナリオにおける各プレイヤーのオプション階層性と選択の好ましさ

階層順位	プレイヤー				
	先進国A	先進国B	東欧・ロシア圏	途上国A	途上国B
0	省エネ ○	植林援助 ○	省エネ ×	省エネ ×	省エネ ×
1	省エネ援助 ×	省エネ援助 ○		植林 ×	植林 ×
2	植林援助 ×	省エネ ×			

注：「○」は好ましい、「×」は好ましくない

表-7 援助シナリオにおける各均衡解と各プレイヤーの選好順位

	先進国A	先進国B	東欧・ロシア圏	途上国A	途上国B
a.	0	6	0	0	0
b.	0	4	0	2	0
c.	0	4	1	0	0
d.	0	2	0	1	0
e.	0	0	0	2	1
f.	0	0	0	3	0
g.	0	0	1	2	0



注：()内は平均費用
単位：万円/CO₂1t削減

図-4 援助シナリオにおける均衡解

オでの設定と変わらず、当該プレイヤーのみが、最大負担者緩和則に基づき、他のプレイヤーと協力したほうが好ましいと考えるものである。ここでいう、援助は、自らのところでは行わないという狭義の援助を示す。

最大負担者緩和則にもとづく負担の大きいプレイヤーは、協力オプションの選択を、負担の小さいプレイヤーは、自己オプションの選択を優先させる。

このとき、負担の大きいプレイヤーは、まず、協力オプションに着目し、負担の小さいオプションから順に選択する。次に、自己オプションに着目し、最も負担の大きいオプションを忌避する。

モデル上では、先進国Bのみが、このプレイヤーに相当すると設定している。つまり、プレイヤー先進国Bは、負担を緩和するために援助オプションのでも負担の小さい方から、すなわち植林援助、省エネ援助の順に選択することを好み、唯一の自己オプションである省エネを選択しないことを好むと設定している。これらを表にまとめたものが、表-6である。図-4および表-7に、援助シナリオの均衡解および均衡解ごとの選好順位を示す。図-4および表-7については、標準シナリオと同様に後述する。

5. モデル上の均衡解の考察と地球温暖化防止行動

2つのシナリオのそれぞれの均衡解を示す図-3および図-4にみられる()内の数字は、安定性分析の結果得られたそれぞれの均衡解をもとに算出された平均費用を表し、各均衡解は、平均費用の高いものから順に並べられている。各オプションにかかる費用は、表-3ですでに示しているが、この費用は、炭素換算で二酸化炭素排出量1トン削減するのに必要な投資額である。平均費用は、それぞれ選択されたオプションに、各オプションにかかる費用を掛け合わせたものを合計し、その合計から二酸化炭素1トンあたりの削減費用として求められたものである。選好順位は、各プレイヤーのオプション階層性にしたがって発生事象をならべ変え、各プレイヤーにとって好ましいものから順に0からはじまる数字をつけたものである。表-5および表-7の各プレイヤーの右欄の数字は、選好順位を表しており、その欄の左側は、選好順位が最下位のときは、空欄のまま、最上位のときは、すべてが黒く塗り潰されている。つまり、黒い部分が多いほど、当該プレイヤーにとって好ましい均衡解といえる。

標準シナリオは、すべてのプレイヤーが、負担偏

在化則に基づいて、他のプレイヤーと協力しない方が好ましいと考えて戦略を決定する。そのため、表-5からわかるように、各プレイヤーとしては最も望ましいオプションの選択を行うが、すべてのプレイヤーの戦略の行使である結果は、平均費用からみると必ずしも好ましいものではないことが図-3からわかる。

図-3の均衡解の中で、どのプレイヤーにとっても最も好ましいものは、負担の大きいプレイヤーのみが、負担を行うというものである。これには、すべてのプレイヤーが負担偏在化則にもとづき戦略を決定すると設定したことが、反映されている。さらに、このときの平均費用をみると、標準シナリオの均衡解の中で最も高いことが分かり、地球全体としての負担は、最も大きなものになっている。

そして、図-3および表-5からわかるように、援助オプションを選択している均衡解の中では、植林援助オプションの単独選択、省エネ援助オプションの単独選択、両オプションの複合選択の順に、負担の大きいプレイヤーも、負担の小さいプレイヤーも、選好順位が下がる。選好順位が下がるのと同じ順でのオプションの選択の仕方にしたがって、平均費用も低くなり、全体としての負担は小さくなっていく。

この結果より、標準シナリオにおいては、各当事者の好ましさが最も高くなる状態は、先進国のみが負担を負う状態である。裏腹に、削減効率の最も低い状態であるともいえる。負担の大きさが2番目以下の状態は、東欧・ロシア圏および途上国も削減行動を行うというものであるが、これらに要する費用の援助を行う先進国が背負う地球全体としての負担は小さくなる。しかしながら、負担の大きさが2番目以下の状態に対して援助元、援助先ともに、好ましさの度合いが低くなるため、実現性という点で、双方に問題が生じる。

援助シナリオは、ある特定のプレイヤーが、最大負担者緩和則に基づき、他のプレイヤーと協力したほうが好ましいと考え戦略を決定するのに対して、他のプレイヤーは、標準シナリオでの設定と変わらない、つまり負担偏在化則に基づいて戦略を決定するという組み合わせである。このときの均衡解は、表-7から分かるように最大負担者緩和則に基づくプレイヤーには望ましくても、負担偏在化則に基づくプレイヤーには望ましくないものや、その逆が存在する。また、自らは行わないという狭義の援助であるため、全体としての負担が、標準シナリオより小さい均衡解が求められている。

最大負担者緩和則に基づくプレイヤーの好ましさが、最も低い均衡解は、負担の大きいプレイヤーの

である自らが、どのオプションも選択できない状態である。逆に、援助オプションを選択するときは、省エネ援助オプション単独選択、植林援助オプション単独選択、両オプション複合選択の順に好ましくなっていく。他の負担偏在化則に基づくプレイヤーの均衡解に対する好ましさは、標準シナリオのときと全く変わらないことが表-7より分かる。また、平均費用は、最大負担者緩和則に基づくプレイヤーの自己オプション選択分も、協力オプションに振り分けられるため、標準シナリオのときよりも低くなる均衡解が見られる。

二酸化炭素排出の削減量の計算方法として、自国内での削減量に限定する方法と、援助による他国での削減量も自国内での削減量に含める方法の2種類がみられる。前者は、各国の責任に着目したものであり、後者は、先進国と発展途上国での削減のための費用の差を利用した削減効率に着目したものである。本研究では、前者は、標準シナリオに相当し、後者は、援助シナリオに相当する。

前者の計算方法では、発展途上国の見解すなわちモデル上での選好順位から判断して先進国だけが削減行動を行うと予想され、その費用負担は大きなものになる。また、先進国も積極的に、発展途上国に対して援助という形での削減行動は行わないと予想できる。逆に、後者の計算方法では、援助先である発展途上国の見解すなわちモデル上での選好順位は低いままであるが、一部の先進国すなわちモデル上での先進国Bのように、自国の省エネ政策よりも援助による削減を積極的に行う国も現れる。

6. 本稿の結論

まず、本稿でのモデル構築上、得られた結論について述べる。基本的な枠組みは従来のコンフリクト解析の枠組みに従いながら、選好ベクトルの設定について改良を加えている。主な結論を以下に列挙する。

(1) 従来のコンフリクト解析は、起こり得るすべての代替案を各々の当事者の好ましさに照らし合わせて、当事者ごとに序列化を行っている。一方、本研究では、まず、各々の当事者が、自らの利害関係に結びつきの深いオプションから順に、優先的に好ましさに関する評価をおこなう。そして、その結果から、当事者ごとに、すべての当事者による行動の結果である代替案の序列化を行っている。

本研究で事例として扱っている地球温暖化問題は、当事者や各当事者のとりうる行動の種類が多く存在する問題のひとつである。従来のコンフリクト解析

は、すべての当事者の行動の結果を全体としての代替案として着目する。そのため、代替案の数の増加に対して、各当事者の好ましさに照らし合わせた序列化が困難になっている。その点、本研究で行った方法は、当事者にとって利害関係に深く関わるオプションについて、優先的に着目するので、当事者ごとの発生事象の序列化が容易になり実用的であることが明らかになった。

(2) 従来の方法は、各当事者ごとに行う全体としての結果の序列化すなわち選好ベクトルの設定を、文献やヒヤリングによる情報にもとづいて行っている。そのため文献等の情報の蓄積を必要とし、これらの情報のない段階では、序列化を行うことは困難を伴っている。本研究では、費用配分の基本倫理の概念を導入し、着目するオプションおよび選択の基準を明らかにすることによって、各プレイヤーの選択基準の変更に柔軟に対応できるようなモデル化を行った。すなわち、将来、大きくオプションに対する選好が変わることが予想される問題に対しても、有効な道具となっている。

(3) 本稿では、費用配分の基本的倫理のうち当事者間の負担関係を序数として把握することによって各当事者の関係を規定できる最大負担者緩和則および負担偏在化則の2つを扱った。この2つの倫理だけでも各プレイヤーの性格づけを行うことができ、各均衡解に対する好ましさに反映されている点が興味深い。各々の当事者の負担が定量できれば、負担の和最小化則や最大負担者一定他最小化則についての応用も可能であろう。

次に、地球温暖化防止への適用の結果得られた結論について述べる。本稿では、二酸化炭素削減量の計算方法に対する先進国の見解の相違や、発展途上国が唱える一種の先進国責任論などの見解を考慮したうえで、各国のどの行動の評価を行った。分析対象時点は、地球温暖化防止行動の各種行動代替案を実行する段階での合意が得られていないというものである。つまり、各種の代替案を実行するか否かを議論する段階の分析を行っている。したがって、それらを実行することを前提に、その実行の程度や、さらに詳細な部分的合意を議論する段階を扱っているわけではない。この段階において、コンフリクトの原因となっている先進国と途上国の間にある地球温暖化問題に対する認識の差は、詳細なオプションの検討による協力関係の構築によって縮められるのではなく、先進国の責任問題などといった、さらに上位の価値指向性における議論にもとづく協力関係の構築によって縮められると考えられる。故に、まずは上位の価値指向性を扱える程度にオプションを

簡略化し、その費用の大小関係をもとにした費用配分の基本倫理を適用することによって、見通しを得ることが先決である。ここに述べたことを考慮の上、本研究で得られた結果を要約すると次の通りである。

(1) 二酸化炭素排出削減量として、自国での削減量だけを対象にするような状況下では、先進国は、自国内での削減を優先的にやりやすい。その結果、先進国のみが二酸化炭素削減に取り組めば、すべての当事者にとって満足度の高い均衡解は成立するが、対策のための費用は高価になることが確認できた。

(2) 自国での削減量だけでなく、援助による他国での削減量も自国の削減量として認めるとしても、東欧・ロシア圏や発展途上国の援助による削減に対する彼らの見解は変わらない。しかし、一部の先進国は積極的に援助を行い、全体としての負担は小さくなる。

今後、各種の行動代替案を実行することを前提としての合意がなされた段階で、さらにその実行の程度あるいは詳細な部分的合意について議論するための課題として、①実行の程度を含む情報を扱うことのできる方法論をコンフリクト解析に取り入れること、および、②対象地域を限定し、部分的な合意を記述することができる程度の詳細なオプションの設定を行うことの2点をあげることができる。

また、先にも述べたとおり、先進国の近未来の負担が大きいことは、過去に化石燃料を使用して成長をとげたことに起因しているため、その負担を先進国が甘受すべきという見解がある。この発展途上国の主張は、一種の責任論とも言えよう。すなわち、本研究で扱っている段階では、各国既排出量や現状排出量の責任問題と二酸化炭素排出削減に伴う負担問題を同一に扱っても差し支えない。つまり、このことは、負担問題をもとにして責任問題という上位の価値指向性の議論を行うことに妥当性があるということの意味する。しかしながら、途上国を中心として産業の成熟化が進み、二酸化炭素排出削減のための負担の程度が、先進国と同様の水準に近づくにつれ、負担の問題と責任の問題とは乖離する。その際は、過去の既排出量などを上位の価値指向性の議論の中心に据えることがより適切であろう。

参考文献

- 1) 若杉隆平：温暖化対応戦略に関する報告について、省エネルギーセンター、通産省立地公害局監／地球産業文化研究所訳「温暖化への世界戦略」pp. 320-335, 1991.
- 2) 寺西俊一：地球環境問題の政治経済学、東洋経済新報社、pp. 177-203, 1992.
- 3) 浅子和美、堀内行蔵：温暖化対策の政治経済学、東京

- 大学出版会, 宇沢弘文ほか編「地球温暖化の経済分析」
pp. 225-250, 1993.
- 4) 森田康博ほか：地球温暖化問題解決へのシナリオと経済的影響, 季刊環境研究, No. 87, pp. 73-83, 1992. 9.
- 5) 熊崎 実：熱帯における炭素吸収植林の可能性と限界, 季刊環境研究, No. 86, pp. 125-134, 1992. 6.
- 6) 森田康博ほか：前掲 4)
- 7) 岡田憲夫ほか：コンフリクトの数理, 現代数学社, p. 1, 1988.
- 8) Howard, N. ; *Paradoxes of Rationality*, MIT Press, 1971.
- 9) Fraser, N.M., and K.W.Hipel : Solving complex conflicts, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* SMC9(12),805-815,1979.
- 10) 松原 望, 森田恒幸：南北間・世代間の利害調整問題, 中央法規, 大来佐武郎監「講座地球環境3 地球環境と経済」pp. 75-84, 1990.

(1994. 6. 13 受付)

CONFLICT ANALYSIS FOR GLOBAL COOPERATION AGAINST GLOBAL WARMING

Tohru MORIOKA and Hideki UTSUMI

Conflicts of interests in actions of country groups against global warming are evaluated in this paper. The main objective of the study is to improve a design process of players' preference vectors, based on conflict analysis: Traditional preference of outcomes is replaced by that of particular options of players in conflict analysis. The simple criterion to judge preferable order of options for each player is explicitly provided. And, by introducing basic principles of cost distribution as a value judgement system, we are able to analyze the conflicts among players' actions which reflect their different characteristics.