

京都大学大学院 学生員 ○五十部 渉
京都大学防災研究所 正員 多々納 裕一

京都大学大学院 学生員 榊原 弘之
京都大学防災研究所 正員 岡田 憲夫

1. はじめに 今後、既存の社会基盤のより有効な利用の方式として更新整備が重要になると考えられる。利害の異なる複数の事業者(プレイヤー)に共同で更新整備事業を行うインセンティブを保証するためには、各プレイヤーに帰着する便益を考慮した費用配分が必要である。しかし、便益に関する情報が不完備¹⁾である場合、各プレイヤーが自らの便益に関する情報を操作することにより、社会的に好ましい事業が実行不可能となる恐れがある。本論文では発電ダム再開発を例として、好ましい事業が実際に実施され得る計画調整方式について検討する。

2. 分析の枠組み 発電ダム直下の河道に減水区間が生じており、自治体(プレイヤー1)が電力事業者(プレイヤー2)に環境用水の放流を要求している状況を想定する。このような状況の改善のために、既存ダムの再開発が考えられる。具体的な施設に関する代替案として、当該ダムの嵩上げ(A_1)、代替発電施設の建設(A_2)があるとする。各々、既存発電ダムを有効利用して、発電規模の拡大と環境用水の放流による流域環境改善を図るものである。

プレイヤー i が施設代替案 A_j から得られる便益を b_j^i で表す。また、2つの施設代替案の費用はいずれも等しいとして、これを C で表す。

このような状況下で、どの施設代替案をどのような費用配分の下で実施すべきかが主要な計画調整課題とする。本研究では、施設代替案及び、費用配分のスキームの両面からなる総合的な計画調整案を「プロジェクト」と呼び、計画調整を「プロジェクトの決定」と見なす。プロジェクトの決定によって帰着純便益が確定する。

一般に、プレイヤーが各施設代替案から得られる便益の大きさは、他のプレイヤーにとって知ることができず不完備情報と考えられる。従って、実施するプロジェクトを決定する第3の主体として計画調整主体を想定する。また、プレイヤー i が施設代替案 A_j から得られる便益は、 $L_{\min_j}^i$ を下限、 $L_{\max_j}^i$ を

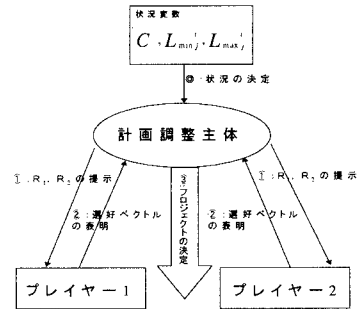


図1 プロジェクト決定の流れ

上限に持つ一様分布に基づいて生起すると仮定する。

以上、各プレイヤー及び、計画調整主体の情報構造をまとめると次のようになる。

共有情報： $C, L_{\min_j}^i, L_{\max_j}^i$ ($i=1,2, j=1,2$)

プレイヤー1の個人情報： b_1^1, b_2^1

プレイヤー2の個人情報： b_1^2, b_2^2

3. プロジェクト決定のスキーム 計画調整主体は2種類の費用配分案 R_1, R_2 を設定し、両プレイヤーにそれを提示する。 R_k ($k=1,2$)は、プレイヤー1が R_k 、プレイヤー2が $C-R_k$ の負担をすることを表している。プロジェクトは施設代替案と費用配分案の組み合わせにより決まり、 $R_k A_j$ ($k, j=1,2$)の4種類が存在する。また、プロジェクトを実施しない状況を SQ (Status Quo)で表す。計画調整主体は、プレイヤーに4種類のプロジェクトと、現状(SQ)の5つの間の選好順位を表明させる。

決定されるプロジェクトは、個人合理性、パレート効率性を満たすべきと考えられ、計画調整主体はこの2つの条件を満たすプロジェクト(「パレート効率プロジェクト」と呼ぶ)を等確率で決定するものとする。

例えば、プレイヤー1が $R_1 A_2 \succ R_2 A_2 \succ R_1 A_1 \succ R_2 A_1 \succ SQ$ 、プレイヤー2が $R_2 A_1 \succ R_2 A_2 \succ R_1 A_1 \succ SQ \succ R_1 A_2$ と計画調整主

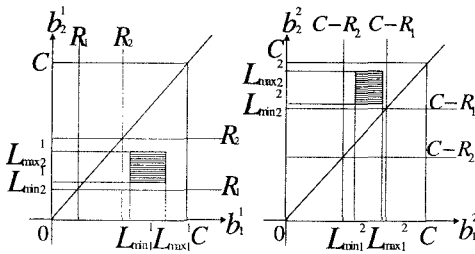


図2 プレイヤー間で選好する代替案が異なる場合

体に対して表明した場合、個人合理性を満たすプロジェクトは R_2A_1, R_2A_2, R_1A_1 となる。このとき、 R_1A_1 はパレート効率性を満たさないことから、 R_2A_1, R_2A_2 の2つがパレート効率プロジェクトとなり、この2つが等確率 (0.5, 0.5) で決定される。

プレイヤーは、以上の決定スキームの下で、帰着純便益の期待値が最大となる表明をすると仮定する。従って、プレイヤーは必ずしも真の選好ベクトルを表明するとは限らない。なお、任意の便益の分布、費用配分案の設定に対し、プレイヤーの表明に関して以下の定理が成り立つことが証明できる²⁾。

定理1：プレイヤーは、自らの個人合理性を満たさないプロジェクトを、「個人合理性を満たす」と表明する動機は存在しない。

定理2：個人合理性を満たすプロジェクトが少なくとも1つ存在する場合、個人合理性を満たすプロジェクトが1つもないと表明する動機は存在しない。

4. 費用配分案の決定に関する考察

3. のスキームによりプロジェクトを決定する場合、計画調整主体は、想定される様々な状況に対し、適切に費用配分案 R_1, R_2 を決定しなければならない。その決定の際には、全体にとって好ましい再開発の実現性、純便益配分の公平性、偽の選好ベクトルを表明するインセンティブが小さいこと等を考慮する必要がある。

今、プレイヤー1は、図2のように A_1 、プレイヤー2は A_2 をより選好している ($b_1^1 > b_2^1, b_1^2 < b_2^2$) とする。また、便益の値は比較的大きいと予想され、各施設代替案について次式が成立するものとする。

$$L_{\min_j}^1 + L_{\min_j}^2 \geq C \quad (1)$$

2つの施設代替案がともに式(1)を満たす場合、常に両方の代替案が実施可能となるように R_1, R_2 を決

定できる。2つの施設代替案に関する選好が図2のように、プレイヤー間で異なる場合、自身がより選好する施設代替案が実施された方のプレイヤーに、それに応じたより大きな負担をさせるべきであると考えられる。すなわち、プレイヤー1は A_1 、プレイヤー2は A_2 において相対的に大きな負担をすべきである。従って、生起する便益の値に関わらず、常に R_1A_2, R_2A_1 の2つのプロジェクトのみがパレート効率プロジェクトとなるような範囲に R_1, R_2 を限定して考える。この条件は次式のようにになる。(図2ではこれを満たすように R_1, R_2 の設定を示している。)

$$\begin{cases} R_1 \leq L_{\min_2}^1 \\ L_{\max_2}^1 \leq R_2 \leq L_{\min_1}^1 \\ R_2 \geq C - L_{\min_1}^2 \\ C - L_{\min_2}^2 \leq R_1 \leq C - L_{\max_1}^2 \end{cases} \quad (2)$$

このとき、両プレイヤーは常に真の選好ベクトルを表明する。具体的な R_1, R_2 の決定法として、帰着純便益の期待値の差を最小化することを考える。このように決定した場合、便益に関する情報が曖昧な(分布の幅が広い)プレイヤーが相対的に大きな負担をすることになることが示される²⁾。

以上、2つの施設代替案の選好がプレイヤー間で異なり、かつ両施設代替案が式(1)を満たす場合における R_1, R_2 の決定について説明した。他のケースの場合は、紙面の都合上、講演時に譲る。

5. 結論 本研究では、便益に関する情報が不完備な状況下で、第3の主体として計画調整主体を想定し、プレイヤーの自己表明に基づく配分決定法を提案した。さらに、2つの施設代替案がともに式(1)を満たす場合、常に施設代替案の成立を保証する配分案が設定可能であり、さらには、便益に応じた負担をさせることにより公平性にも配慮したプロジェクト決定が可能であることを説明した。

今後の課題として、プレイヤーの便益に関する分布(本論文の $L_{\min_j}^i$ 等)をどのように与えるか、また分布が変化した場合の費用配分案 R_1, R_2 の設定の仕方や、プレイヤーの表明の仕方への影響等について検討する必要がある。

[参考文献] 1) 岡田章：ゲーム理論、有斐閣、1996. 2) 五十部渉：不完備情報下におけるガムの更新整備のための計画調整方式に関する研究、京都大学工学部卒業論文、1998.