

「数学力は、経済問題である。」

Mathematics: the Source Problem in the Developing Economies.

渡辺穰二
日本数学検定協会 GMC 顧問¹

過去十数年、経済・経営の専門家として、私は、政府開発援助² (Official Development Aid : ODA) に従事し、主にアジア・アフリカ諸国で仕事をしてきた。そして、発展途上国の状況について深く理解すればするほど、「人々の低い数学力が、経済問題を再生産している。」ということ強く認識するようになった。過去20年程度で見ても、サハラ砂漠以南のアフリカや中南米の貧しい国々は、さらに貧しく³、また、一時、経済的に成功した、と言われた東南アジア諸国であっても、人々の不十分な数学力は、経済上の大きな障害となっているのである。

日本では、最近、子ども達の理数科離れや大学生の数学力の低下が問題として論じられているが、発展途上国の問題は、その度合いにおいて、日本とは全く比較にならないのである。私が、ここで指す数学力とは、高度先端技術の知識でも金融工学でもない。日本の小学校高学年や中学校レベルの数学的思考、論理力や統計分析に必要な知識・技能のことである。

そして、もう一つ発展途上国に欠けているのは、数学的分析結果に基づき適切な行動を行うに必要な倫理性である。即ち、データ分析の結果を正直に見つめ、対策を実施するという倫理的な態度である。殊に医療分野での薬禍は日本でもあるが、得られたデータに基づき適切な対処をしないのは、論理的課題であると同時に倫理的問題でもある。

発展途上国で、ODA による債務返済のため医療や教育に資金が回らなくなる現状を見る時、ODA の意図がどんなに理想に基づいたものであったとしても、現在の ODA 制度は、私個人の信条と全かけ離れたところまで来てしまっていることを認識せざるを得ないのである。

しかし、私の知る限り「数学力=経済問題」であるという理解に到達している国際援助機関や専門家は、日本はもちろん、世界にも未だにないことをここに指摘し、この拙文が、公的機関や民間の人々による発展途上国への新たな援助の方向付けになることを願うものである。

1. ODA の限界

私は、これまで経済や経営の専門家として、人材育成や高等教育分野で多くのプロジェクトに関わってきたが、経済援助が発展途上国の人々の自立を高めるところか、逆に依存を高めてきている状況を見てきた。ODA への経済的依存の度合いがひどくなるだけでなく、精神面での問題が悪化するのである。

簡単に言えば、それらの問題は、以下の項目にまとめられよう。

¹ GMC (Global Mathematics Certification) は、日本数学検定協会が国際展開するプロジェクト概念である。現在までにインドネシア、韓国では現地語で SUKEN を実施しており、さらに国際展開を進めている。著者は、インドネシアに Suken を紹介し Suken Indonesia 財団理事。

² 日本の ODA は、1954 年にアジア諸国への戦後賠償ということで始まったが、1962 年、円を貸し付ける「円借款」が開始された。1989 年には 1 兆円 (当時の為替レートで 1 兆 4 千億円) を超え、2001 年米国に抜き返されるまで世界最大の援助国である。

³ Can Africa Claim the 21st Century? (the World Bank)

- ODA が政府間の援助であるために、発展途上国の非効率な公共投資額が増加する割りには、民間活力が強化（産業発展）されない。
- 米国の強い影響下にある IMF 等による自由貿易推進政策により、発展途上国の国内市場が、先進国からの輸入物資により国際市場化しつつある。そのため、国民の数理工力や論理的思考力が高い中国、インドなど知的競争力のある例外を除き、発展途上国の産業はますます生き残れない。そのため失業、貿易赤字、財政赤字も改善しない。
- 長期に続く ODA は、病人にとっての麻薬のような効果を持つに到っている。麻薬注入が制度化した発展途上国の政治家や政府職員は、自助努力を忘れている。麻薬をいかに多く獲得するかで、彼らは評価されているのである。
- 発展途上国の政府職員が ODA による計画実施を遅らせれば遅らせるほど、先進国の機材等供給業者がインセンティブとしての賄賂を提供する。サボればサボるほど賄賂が増加するシステムが成立し、政府機関の効率が悪化する。
- NPO 活動等による先進国からの衣類・毛布や食糧配布は、緊急地域から他地域に流される。無料で配布される物資に勝てる産業はなく、発展途上国の地域産業は生き残れず経済が疲弊する。
- その他：ODA による建設物や機材などに接するため、地域社会の価値観・文化、家屋建設などの従来技術やプライドの崩壊なども極めて重大な問題である。

日本のメディアは、外務省による資金の私的流用など様々な問題を指摘してきているが、ODA の根本的なメカニズム上の問題は、何億円という問題でなくその 1 万倍（兆円）の桁であるが故にはるかに重大である。

私は、米系コンサルティング会社での経験も含め、製造業、金融、国際機関などの広範な分野で多くのマネジメントを見てきており、その分野の専門家として ODA がどうあるべきか考えてきた。但し、それらを詳述するのが、本紀要での目的ではないので、ここでは、多くの発展途上国の経済問題が、人々の数理工力、論理力、それらを支える倫理性の欠如により起こっていること。そして、上記の ODA におけるパラドックスが起こされる原因としての人々の数理工力、論理力の状況を記述して、皆様の参考にさせていただければ幸いである。

2. 数理工力の不足で、コミュニケーションできない。

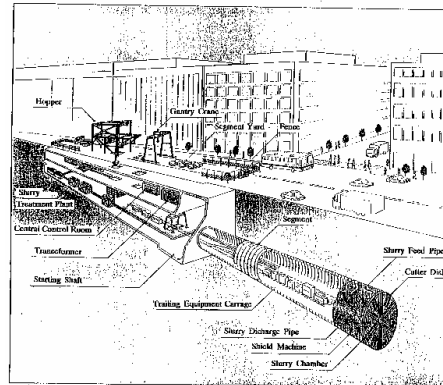
私は、これまでに、先進国を含め数多くのプロジェクトを技術面や財務面から評価してきた。小さなプロジェクトから 1 千億円以上の規模のものもある。規模はどうであれ、プロジェクト評価で重要なことは、評価の結果だけでなく、その評価に用いた手法と検討された項目に含まれるリスクである。

プロジェクトの評価結果が Feasibility (事業実施可能)を示したとしても、プロジェクト実施の各段階でプロジェクトを構成する要素に対する理解が重要である。各要素についてどのようなリスクを包含しているかを関与する人々が十分に理解していることにより、運営時に対策が実施されプロジェクトの成功が担保されるのである。そして、そのような広範にわたるリスクについての理解は、関係者間での議論とさらに外部で間接的に影響を受ける人々への十分なコミュニケーションを通して達成されるのである。

以下の例はいずれも、関係者が数理工的な思考ができないために、コミュニケーションが十分にできなかった発展途上国での例である。

エピソード(1) 「グラフを議論できない。」

ある発展途上国の首都人口は、近郊地域も入れると1千万人近い。都心のオフィスに勤める人々には、バスで、片道2時間もかけて通勤するものも多い。1980年代からの急激な経済発展により、土地価格が高騰、一時は毎年倍になる状況で、現地サラリーマンが便利な都心部の住宅に住むことは、非常に難しくなっていた。



図：地下鉄概念図

英国などの例⁴を参考として、交通手段として、地下鉄が重要と判断されたのであろう。地下鉄建設は、日本では、戦前から開始されていたというが、これは、その後のモータライゼーションを予想できなかったからとも言える。一方、この発展途上国の場合は、自動車通勤による渋滞の激化から地下鉄という選択肢を考え始めた。しかし、首都地域をカバーする地下鉄建設には、数千億円かかるので、いったいどのようにフェージング⁵し、資金手当てを考えるのが重要な課題であった。しかし、同国は、経済成長が年5~10%と高いが一人当たりの国民総生産は、日本の30~40分の1にしか過ぎないのである。

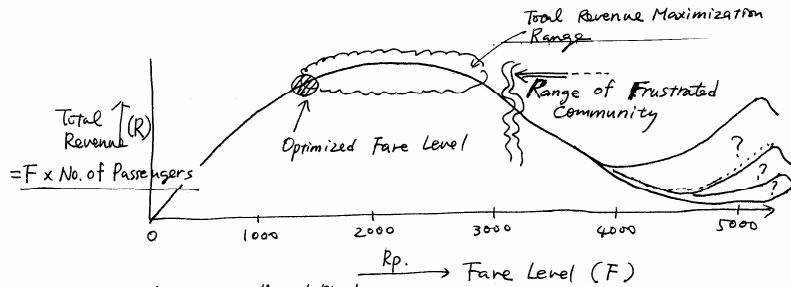
そこで、私がまとめたメモの最も重要なところが、次のグラフである。

この二つのグラフA.B.は、互いに横軸が共通で、切符代金(Fare)を示す。上のグラフA.の縦軸は、全体の収入(Total Revenue)である。下グラフB.の縦軸は、地下鉄に乗車する客数(Number of Passengers)である。切符代を安くすると乗客数は増加するが、通勤人口には上限があり、景気の変動にもUpward Rigidity(上方硬直性)がある。切符代を高くすると客数は減るが、収入が、ゼロ以下になることはなく、下方硬直性(Downward Rigidity)がある。もちろん、切符代が過大では、地下鉄が使えず不満多数のコミュニティ(Frustrated Community)が存在する。

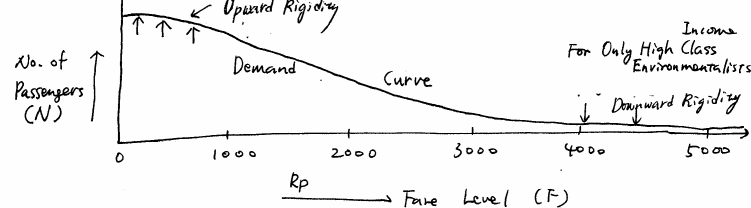
⁴ 1863年にロンドンにて開通。

⁵ 全体を幾つかに分けPhase(段階)毎に路線を建設し、各Phaseで事業の有効性を確認しながら、資金手当てをして事業を延長していくこと。

A.



B.



実施の方法は、いわゆる BOT (Build, Operate & Transfer) で、計画当事者が、建設 (Build) と運営 (Operate) をする。運営収入 (乗車賃や駅ビルのテナント等の合計収入) から、投資 (建設) 額を返済し、30 年間の返済後、政府に所有権を移転 (Transfer) するという方法である。政府など公的機関より効率の良い民間セクターが事業の中心となることと、建設に必要な資金を集めるため公的債務が少なくてすむという期待がある。

このグラフは、切符代のレベルには、公的役割を担う交通手段としての社会的に受け入れられるレンジがあるが、そのレンジの上限は、事業収入を最大化する切符代の範囲と一致できるのでないかということである。つまり、一見、不可能に見える計画ももっと詳細に検討する価値があるのでないかという提言である。

このグラフやこれに付随する財務計算がきっかけとなり、民間企業や州政府がコンソーシアム⁶を構成し、数年をかけたスタディが開始された。しかし、このグラフを含んだ数ページの提案書を見て、数学的にその概念を理解し議論したのは、日本人や欧米人など先進国の人たちだけであり、プロジェクト・オーナーとなる現地の人々が、本当にどこまでこの概念を理解し得たかは、私には、大いに疑問が残るのである。

数学的な力は、概念を積み上げ、理論を戦わせる訓練に役立つと思われる。数学力をつけることで、普段の言語による記述でなく、抽象的な概念での議論を可能とするのではないだろうか。

エピソード (2) 「リスクを検証するのは、外人部隊だけ。」

次も発展途上国の例で、プロジェクト規模は、数百億円。大きな島々を橋梁によって連結しようとする計画の最初のものである。

私は、1990 年代から数年間、現地人専門家に加え英米蘭日という 5 つの多国籍チームの中で、このプロジェクトの環境、地盤調査、設計、財務スタディに関わったが、中でも大きな課題はどのように資金手当てを行うかということであった。現行のフェリーによる海上交通量や料金レベルから考えて、通行料金を徴収しても十分な収益が上がるものではない。財務スタディは中でも難題で資金を外貨のドル、円、現地通貨 3 種類を用いて様々のポートフォリオ⁷を検討するとともに、建設スケジュール、地域開発の影響、事業経営など 1 万に及ぶケースで 30 年間に期間としてシミュレーションを行った。

4 特定の目的のために、複数の企業など組織が集まったグループのこと。

7 3 種類の出資金や通貨建て債権など複数の種類の投資全体のこと。

エピソード(3) 「もっと単純なレベルでつまずく。」

この島を連結するというプロジェクトに関する私のプレゼンテーションは、全体では約2時間であったが、その際に財務的な内容についての質問をした現地の政府職員は、殆どいなかったと言ってよいであろう。私が今思い起こせる質問が、経営学修士号(MBA)を受けた職員からのものであった。その質問は、過去のフェリー乗客数の平均的増加率に基づく建設予定の橋梁での通行量(Passenger Growth)の将来予測に関するものであった。しかし、彼の質問から明らかになったのは、以下のような累乗や累乗根の概念について殆どの政府職員は、意味が理解できないのであった。

Passenger Growth (Number of passengers / day over the existing ferries)

• Average growth of 10 years since 1983 : 7.04% = $\frac{37,267}{20,207}^{(1/9)}$
In '92 In '83

• $37,267 \times (1.0704)^6 = 56,053$ passengers / day in 1998
In '92

しかし、私が愕然とさせられたのは、このレベルで理解できないと建設費、交通量や利率など様々の条件変更によるプロジェクト全体の内部収益率についての変動が、感覚的に分からないことである。それは、20人以上の政府職員が、静粛に私の説明を聞き続けたとは言えるものの、私のプレゼンテーションの内容を全く理解していないということである。

さらに他の場面で、面食らったケースもある。それは、下のような例で増加率の平均を計算する際、理科系で現地で最高の評価の大学を卒業した政府職員らが、過去の毎年の増加%を単純に相加平均していたのである。

	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
統計値	100	110	79	135	170	200
増加率		10.0%	-28.2%	70.9%	25.9%	17.6%

この場合に毎年の増加率を相加平均すると、19.3%である。しかし、相乗平均による増加率は、14.9%である。仮に相加平均増加率をベースにしてみると、Year 5には、242 という値が得られ、実際の 200 という値と大きな違いがある。

計算の間違いをなかなか理解してもらえない彼らに対して、最後に、私は以下の例で説明した。

Year 0	Year 1	Year 2	平均増加率の計算
100	50	100	
変動率	-50%	100%	$(-50+100)/2 = 25\%$

Year 0 から Year 2 に全く増加がないこの例を、彼らの相加平均による計算方法で分析すると、平均的に毎年25%もの増加があったことになる。まして、次の例では、計算が不可能である。

Year 0	Year 1	Year 2
100	0	100
変動率	-100%	+?%

このような経験の後、さらに、他の東南アジア、中央アジア、アフリカなどで様々の開発プロジェクトに携わったが、一般に発展途上国政府が発表する数値には、誤りが異様に多いことが分かった。失業率、物価上昇率、

交通量、経済産業についての様々な統計。すべてにわたり誤りが多く、さらに、世界銀行などへの説明のための歪曲までもある。経済運営の能力があることを見せるために、嘘の数値を並べるのである。

例えば、ある発展途上国の大蔵省職員は、先進国で働く移民からの母国への送金や持ち込みによる外貨は、彼ら政府発表数値の3倍くらいかな。という。その差は、国民総生産の10%以上になるが、政府の数値には、嘘が当然だ、と平然と言う。統計数値を矛盾だらけで分からないようにすると、世界銀行など援助機関が確認のために尋ねてくる。それが、財務省に勤める職員の副収入になるというのである。マネージメントコンサルタントとして、私がいつも気にしている問題：政府内の仕事の能率を落とすことが収入（賄賂の場合もある。）の増加につながるというパラドックスだけでなく、誤った矛盾ある数値を発表することも、同様の効果をもたらすという事実には唖然とさせられるのである。

私は、このような経験を通し、発展途上国の政府発表による統計上の数値は、信用すべきでないと思っている。重要な数値については、そのデータが、どのような経路で作成されたかを十分に確認する作業が最低限必要である。

エピソード（４） 「教えられる人材がいるのか。」

ある発展途上国の高等工業専門学校の教授陣を技術や英語の試験で選抜をした経験がある。日本の専門学校による数週間の技術研修のために人材を選ぶためである。1~3ヶ月であっても、食費や交通費として毎月10~20万円程度の手当てが支給される日本での海外研修は、個々人の研修生にとっては、経済的に大きなメリットがある。食費代など節約できれば、毎月数万円づつ貯めることもでき、現地での彼らの月収1~2万円程度を考慮すると、誰が海外研修に行けるかたいへん興味をもたれて当然である。

現地教育省の選抜手続きがなかなか進行しないのを見て、私は、日本で技術研修するのであるから、選抜試験も日本の標準的な問題で行ってはどうかと提案した。それまでに、現地教育省の前任者グループが供給業者との癒着疑惑で更迭されており、現地としても公正な形を整えたかったこともあると思われる。彼らは、すぐに私の提案を受け入れたのである。

電気工学、電子工学、生産工学など最も数学能力が必要な学科の教授約30人への学科試験は、こうして実施されることとなった。さっそく、日本最大の専門学校：日本電子工学院の講師陣に依頼して、電気、電子、生産工学関係の日本の資格試験にある基本的な問題を集め、何度も校正作業を経て英語の試験問題を作成した。試験中は、彼らの英語力が障害とならないように辞書持込を許し、十分な時間も与えたのである。

その結果は、以下のように私の予想を全く越えたものとなった。問題を出題された日本人の先生方の印象は、

- 「まさか先生達が受験したのでは、ないのでしょうか？」 というのが、最初の言葉であった。
- 上位1割程度の先生の試験結果は、生徒なら有り得るとしても、他は、生徒としても悪すぎる。
- 教科書で理解しておくべき基礎的な理論面が分かっていない。
- 従って、日本での研修の中で実技研修が生きてこない。
- オームの法則で使用される分数計算や2進法計算を間違える先生もあり、基礎的な数学力が不足している。

理論面の座学を日本の研修でするのであれば、教育機材類などの使用方法の研修ができない。しかし、教師とは言え、理論面が十分に理解できていない人材に、いったい高価な教育機材使用の研修を実施する意味があるのかという基本的な問題にぶつかったのである。

上記の結果は、現地に進出し現地人材を採用している日系企業での面談の結果とも一致している。日本をはじめ欧米から電子産業や自動車部品産業など多数の基幹産業の誘致に成功した同国は、1980年代中頃からアジア通貨危機まで、経済成長は順調であり NIES(新興工業化地域)として注目を集めていた。しかし、日系企業との面談は、重要な参考になるのである。以下は、日系企業の人材採用を担当する技術者の言葉である。

- いったいこの国の教育は、どうなっているのか。工業短大卒業生を採用しても、新入社員教育時に中学校の数学・理科を教育しなおす必要がある。私達日本の民間企業が、どんなに我慢強いと言われ、また、別名、トレーニング・スクール¹⁰と言われていても、現地の教育省の誰にこの問題をぶつけたらよいのか。

また、別のアジアの発展途上国の日系企業の採用担当者は、以下のように言う。

- 日本で高等学校卒業生を採用するときは、入社試験に中学校卒業程度の数学問題を出して解かせる。この国では、小学校卒業程度の算数問題でないと、皆できないので、入社試験として適当でない。

同じ国に進出した日系の塾経営者は、現地の子供たちを対象とした教育を実施している。この塾経営者の言葉も興味深い。

- 日本で塾の先生を採用するときは、中学校卒業程度の数学問題を出して、80%以上得点した人材を合格としている。しかし、ここでそのレベルを求めると全員不合格になるので、30%以上を合格にして、ゆっくり時間をかけ再教育し教師に採用している。
- 実際、小学校で算数を教えていたという女性の先生が、算数の文章問題を解けないことには驚く。

3. ODA におけるパラドックス

日本の ODA のある教育案件で、現地の高等教育に携わる教師の学力検査をしようと提案したことがあるが、現地政府のプライドを傷つけるのでやめて欲しいというのが、日本の ODA 関係職員の反応であった。しかし、上記のエピソード(4)は、全て本当に現地人材に学力試験をすることで明らかとなったことである。

私の経験では、現地で検定や学力試験をすることは、多大なメリットをもたらす。真剣にその結果を議論するならば、現地から感謝されるのである。民間セクターなら対費用効果を追及することは、当然のことだが、議論や摩擦が起きることを避けるばかりで本当の効果を出す努力をしないのが、日本の ODA である。教育案件も同様で、相手に関する事実を理解せず実施されているというのは、残念な実態である。

世界銀行は、発展途上国への経済援助の 6 割以上の案件が成功しているという。日本の援助機関は、それよりはるかに高い割合で有効か当初の目的が達せられたとしている。しかし、私のようなマネージメントの専門家の眼で見た時、本当に長期に有効な経済援助プロジェクトは極めて少ない。日本の政府機関職員も莫大な無駄に唾然とすることもあるという。

¹⁰ 日系の製造業などは、現地人材に対し挨拶など躰から技術まで丁寧に研修するのが一般的である。数年で一通り技術を覚えた多くの現地技術者は、もっと給料の多い欧米系の現地企業に転職することが多い。トレーニング

世界銀行等の援助で一年以上前に届いた教育機材の梱包を解いてもいないのに、さらに日本から機材が欲しいと言われたとき、政治的に予算消化が目的化している日本の ODA には、それを停止するシステムがないのである。

日本の ODA の問題は、低い外国語能力¹¹と技術、産業、経済など専門知識に乏しい外務官僚や担当職員。しかし、最も大きな問題は、援助制度の決定的な欠陥による膨大な無駄である。「量」による管理で成功するマネジメントの例は殆どないが、世界の ODA 全体「量」が既にモラル・ハザードを起こすほどに過剰である。早期に「質」で評価するシステムが必要である。

成長過程の子供にも消化可能な知識や食事量があるように、発展途上国経済にも外部からの有効なインプットには上限がある。国連は、ODA 目標金額を OECD 先進諸国 GNP の 0.7%としている。しかし、発展途上国の経済や人的資源にとって、外部からのインプットを有効に生かせる能力限度を配慮していないのである。一人当たり年 GNP で見るとアフリカ平均；\$510、南アジア平均；\$380¹²であり、OECD 先進諸国 GNP 平均；\$22,400¹³の 40～60 分の 1 に過ぎない。先進諸国を 100kg の体重の人間にたとえると発展途上国のそれは、2kg しかない。

現在の ODA は、この小さな赤ん坊にステーキやアルコールまで与えるので、健全な経済成長の障害となることが多い。経済が少し苦しいと言うと、痛みを忘れさせるために現地政府で仕組みが不十分なままに経済援助が供与される。厳密には GNP で表現される経済成長度は、体重ではなく経済活動 (Activity) の総体である。体勢が不十分なまま、ODA という名目で麻薬を与えられた子供は、健全な活動をさらに低下させるのである。即ち、長期的に見ると経済活動：GNP は、経済援助によりさらに下がるのである。ODA は、多くの場合その上限を完全に超えており、発展途上国経済にとり消化不良を起こしているという仮説が、過去の ODA の非効率を最もよく説明する。

私は、技術屋として外資系石油会社に勤務の頃、技術援助契約により欧州から技術者が来るたびに日本の会社への技術移転に関与した。欧州からコンサルタントが来る前に、いつも 200～300 ページの技術経営についての問題分析の英文報告書が社内で特別に用意されており、外人のコンサルタントは寝る間を惜しんで我々日本人の厳しい質問に対応しなければならなかった。そして、日本側が新しく手に入れた技術は、短期間で彼らを驚かせるレベルに到達したことを、頻りに経験した。ODA の世界ではどうか。十年以上の経験でそのようなことは皆無である。発展途上国の官僚や政治家の中で、経済援助をきっかけにして本当に経済発展に結びつけようとするものは極めて少ない。或いは、彼らにその能力がないにも関わらず、先進諸国や国際機関は、経済援助を提供している、と言えよう。

私は、日本の大学の工学部を出たが、社会人になって欧州と米国での職業・教育訓練を受け基本的な思考方法が形成された。議論を始めると日本人として変だ、と笑う友人もいるが、日本の政治や官僚制度は、はるかに数学的である必要がある。私が、関与した日本の ODA 案件は 20 以上あるが、私が学んだ米国の経営大学院での経済、プロジェクト評価、マネジメントについての 2 時間足らずのクラス討論の質に匹敵する議論をできた経験は、一度もない。100 億円近い経済援助プロジェクトを実施するにも、その議論内容は、驚くほど貧しいのであ

スクール(欧米企業に対し)とは、給料の上昇率は少ないが研修を十分する日系企業を皮肉った言い方でもある。

¹¹ 私の認識では、多国籍企業等の日本人幹部社員は、若い頃からのビジネス経験から日本の外務省職員よりはるかに語学力や交渉能力が高い。

¹² 出典：World Bank 1997

¹³ OECD 諸国平均 in 1998 (出典：OECD)

る。

国際収支の傾向、政府の金融政策や財政政策、現地の技術や産業、組織経営の能力、近隣諸国との競争性。与えられた統計数値のどこに矛盾があるのか、現地政府の発表数値の意図的虚偽はどれか。賄賂への対処はどうすべきか。そして、当該国の産業育成戦略は、どうあるべきか。欧米でのプラクティスは、徹底して事実を見つめることから始めるが、日本の ODA では官僚も雇用された専門家も、いかに既存の制度や省庁の枠組から外れないように予算を費消できるかを考えているのである。

失敗したプロジェクトを「経済協力が高かった¹⁴。」と評価する日本の ODA に関わる政府職員は、国民の税金や年金を使っていることを忘れていたかのようである。「敗退」を「進転」と言い換えた日本陸軍も全く非数学的な官僚機構であった。彼らは、事実を見ず虚偽の言葉でかためて、完全な破綻が来るまで「突撃！」を叫び続けたのである。

最近では、以前に比べると情報開示や計画の事後評価がなされるようになった。しかし、評価される計画は、注意深く選ばれており、評価に従事するのは ODA 関係者であり、事実上の内部評価にしか過ぎない。また、一般人をモニターとして海外視察に連れて行く場合もあるが、選ばれた人たちは、殆ど技術、産業、経済等についての素人であり、援助による施設を見て立派だと言って感心したり、現地の人々の笑顔に接すると効果があったと簡単に考えるのである。彼らは、海外からも疑問視され、経済的には便益より負担の方がはるかに大きい本四架橋等の公共投資を立派だと言って感心している人達と同類である。

戦後から 1980 年代にかけての日本の経済的成功に続く財政政策上の問題は、ODA によって多くの発展途上国にも輸出された。日本国内では、強い発言力のある企業群が、選挙・政治資金を求める政治家と組んで、将来に借金をまわすことで、経済効率の悪い公共投資を続けたが、発展途上国でも外国援助による経済発展という美辞麗句の元に、多大な効率の悪い公共投資が続けられている。

私は、ODA が貧困や抑圧的政府の原因だと非難する NPO や学者の意見に賛同しない。貧しい人々も冷酷な政府も ODA の以前から存在していた。日本の非加熱製剤の例で見てもなく先進国でも人々に対して政府は非情なこともある。大衆に冷酷な発展途上国政府は、今後も冷酷であり、貧しい人々は、教育もなく社会的にハンディキャップを負わされており、ODA の資金が一部与えられても日々の生活に費消できるだけである。

しかし、発展途上国の政治家や政府官僚の行動・意思決定における ODA に関わるパラドックス、さらに、ODA によってもたらされるキャッシュ・フロー（賄賂性のあるものを含む）は、明確に把握しその対策をとることが必要である。なぜなら、その資金は、我々日本の納税者から来ており、長期的には、日々のキャッシュ・フローが人々の行動を決め、マネージメントの有効性、即ち、経済援助によるプロジェクトの成否を決めるからである。

5. 経済援助では、数学教育を最大の課題とすべし。

発展途上国への援助で、数学教育を最大の課題とすることのメリットは、以下にまとめられよう。

他の学問分野と比較したとき、数学の一つの美点は、虚偽の入る余地がないことである。仮説という手法上の虚偽でない限り、虚偽があるとすれば、その段階で間違いと断定される。物理では、実験に誤差（虚偽）が入る。しかし、入っても誤差をできるだけ技術的に小さくする方法が有効である。化学は、物理に比べかなり誤差範囲

¹⁴ 財務的に破綻した場合、破綻するような危険な計画を日本の公的援助機関が支援した証拠だとする。それこそ経済協力のためであり、仮に破綻しないような利益性のある計画なら民間でできるという。

が大きくなる傾向がある。グラフ上に点を幾つか並べようにも再現性の問題や少量の不純物の影響が非常に大きいこともある。だから、現在の化学は、電子的な計測機械による物理的手法を活用する。

数学では、明確に問題を定義することから始めなければならない。文章題なら与えられた問題を数式にすることが、定義へのプロセスである。最初の問題の定義には、事実を事実として認識する冷徹さが必要である。

数学力を強化すれば、数学が本質的に持つ倫理性、案件のサステナビリティ¹⁵を確保するキャッシュ・フローへの認識、さらに、先進国事業家をひきつける計数感覚や事業を採算に載せるために必要な論理性において秀でた人材を多くつくることになる。

数学力のある人的資源の育成を ODA が可能とすれば、道路、港湾、灌漑、医療などコストのかかる案件への公的援助は、はるかに小さくできることは言うまでもない。効率の悪い発展途上国政府のコスト項目への ODA は、紛争後などの緊急の場合を除き民間経済を歪め債務を増やす危険がある。援助で十分に注意を払わないと民間経済を歪め現地文化に負の影響を与えるのは、無償案件¹⁶でも同じである。

数学力のある人的資源が先進国から産業をひきつけ発展させ、さらに、雇用を生む。人々と産業からの税金で発展途上国政府が多くのコスト項目をまかなえるようになるのである。日本は、もちろんのこと¹⁷、シンガポール、香港、韓国、台湾、最近では、インドや中国などの数学能力の高い人々が多いと言われる国々の経済発展の例が、この提言の妥当性を示している。

¹⁵ 企画されたプロジェクト案件が、ODA による支援終了後も、永続していくこと。

¹⁶ ODA には、無償（グラント）と有償（ローン）があり、国際協力事業団による技術協力は、無償案件である。

¹⁷ 「江戸時代末期には日本全国に 2 万軒以上の寺小屋が存在していた。…江戸時代における日本の数学のレベルは世界一であったといえよう。」 出典：日本人と数 江戸庶民の数学 佐藤健一著（東洋書店）

(付録) なぜ、借金が多ければ多いほど儲かるのか？

資金には、計画当事者の資金と他機関（債権者となる金融機関）のローンによる資金の 2 種類がある。何らかのプロジェクトに投資する場合、両資金を合わせることが一般的である。即ち、自己資本(Equity)と債務(Debt)の合計が、投資額(Investment)全体を構成する。内部収益率とは、Internal Rate of Return (IRR) の訳語であるが、投資額全体に対する内部収益率は、Return on Investment (ROI)、自己資本に対する内部収益率は、Return on Equity(ROE)と言われる。

「投資額全体をベースとした内部収益率 (ROI) が、借り入れ可能な債務 (ローン) の利子を超えているとき、投資額中に占める借金額が多ければ多いほど、自己資金に対する内部収益率 (ROE) は、高くなる。」ということは、一般に使用されている表計算ソフトを用いると感覚的に確認できる。ここでは、数学的な証明ではなく表計算ソフトを使用することにより、上記を確認する手順を説明したい。

投資額 (Investment) を Year 0 (初年) に投資し、次年度から毎年便益 (Yearly Benefit) が得られ、最後の Year n (n は、自然数で何年目を示す。) に投資額を回収するとした時に、下の式に示したように左右がイコールとなるような r (利率) が、IRR である。n とは、プロジェクト・ライフの最後の年数を指し、この最後の年に投資を回収、例えば、設備や工場であれば、売り払って資金に変換する前提である。但し、いくらで売れるかは定かでないが、簡単のためにここでは、投資した時と同じ価格で売れるとしている。

$$\text{Investment} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\text{YearlyBenefit}_i}{(1+r)^i} + \frac{\text{Investment}}{(1+r)^n}$$

下表は、Year 0 に 100 円を銀行に預ける最も簡単な例で、その預金の利子が、即ち IRR である。(実際の場合には、税金支払いがあるが、ここでは税金を配慮していない。)

	投資	利益	利益	利益	利益と回収
時間	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
プロジェクトCashFlow	-100	20	20	20	120

IRR = 20.0%

上の例では、最初の年に 100 が自分の手から離れる。銀行に預ける (投資) ののである。そして、毎年、同額の利子 20 を得て、最後の 5 年目に元利合計を回収する。

表計算ソフトには、IRR の関数が入っているので、上の例のように数値を入れ、=IRR(B3:F3)と入力すると 20%と計算結果が表示される。B3、F3 とは、数値の並んだ左端のセル (-100) と右端のセル (120) を示している。この例では、1 年目に 100 円を預金後、毎年 20 円の利子を受け取り、最後の 5 年目に元利合計の 120 円を受け取っている。実際のプロジェクトは、毎年一定の利益ではなく変動が有り得る。企業活動では、売上のみならず、人件費、材料費、原価償却、税金などが変動することが一般である。それぞれの数値に物価変動、為替変動、景気変動、営業効率などが影響し、投資期間も何年にもわたる場合もある。

次に、いよいよ「一般に投資額全体をベースとした内部収益率 (ROI) が、借り入れ可能な債務の利子を超えているとき、投資額中に占める借金額が多ければ多いほど、自己資金に対する内部収益率 (ROE) は、高くなる。」

の確認であるが、一例としてローンの利子を7%(20%より小さい)として以下の計算をさせることができる。

	投資	利益	利益	利益	利益と回収
時間	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
プロジェクトCashFlow	-100	20	20	20	120
ローン(Debt)	70.0	-4.9	-4.9	-4.9	-74.9
自己資本(Equity)	30.0				
自己資本CashFlow	-30.0	15.1	15.1	15.1	45.1

ローン利子率

プロジェクト Cash Flow は、前の例と同じであるが、今回は、ローンを全体投資額の70%組んでいるために、最初の投資時点では、30の自己資金の投資である。毎年の利益は、20あるが、ローンの利子支払いがあるので、4.9を支払う必要がある。すると、毎年の自己資金 Cash Flow は、-30, 15.1, 15.1, ... 45.1 となる。結果として、

$$\frac{\text{プロジェクトIRR (ROI)}}{\text{自己資本 IRR (ROE)}} = \frac{20.0\%}{50.3\%}$$

となる。以下の表は、投資額中に占めるローンの割合によつてのIRR(ROE)の変化をあらわしている。ローンの割合が多ければ多いほど、ROEは上昇する。

全投資中の ローン (Debt)割合	30.0%	50.0%	70.0%	80.0%	90.0%	95.0%	99.0%	99.5%
ROE	25.6%	33.0%	50.3%	72.0%	137.0%	267.0%	1307.0%	2607.0%

このような他人の金で大きく儲ける方法を、ギアリング(Gearing)とかレバレッジ(Leverage)という。しかし、毎年の利益が十分に上がらなかった場合、会社なら利子支払い不能になり破産する可能性が高くなる。より大きな債務(ローン)割合は、リスクとの引き換え(トレードオフ)である。つまり、High Risk-High Returnがここでも成立するのである。

キーワード： 数学力、経済問題、ODA、発展途上国、内部収益率

渡辺穰二 紹介

外資系石油会社、通産省傘下シンクタンク、米系調査会社等を経て独立し、途上国の人材育成計画策定等に従事し、アジア、欧米豪諸外国の経済戦略を研究。専門は；教育、マネージメント、経済。現在財団法人日本数学検定協会の囑託。大阪大学工学部卒。バージニア大学ダーデン経営大学院卒。