JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	科学研究投資の史的研究とAI 化についての試論
Author(s)	清家, 彰敏; 清家, 大嗣
Citation	年次学術大会講演要旨集, 36: 699-704
Issue Date	2021-10-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17801
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｆ１０

科学研究投資の史的研究と AI 化についての試論

○清家彰敏（富山大学／ハリウッド大学院大学），清家大嗣（東京大学）
seikeakit@aol.com

序章

現在の日本政府の政策は GATT、WTO などの国際ルールに縛られている。ターゲッティングポリシーは国際ルール違反とみなされ産業育成に繋がる投資政策は制約される。科学研究投資は国際ルールに縛られず、政策によっては国家の競争力を高めることが可能となる。科学研究投資は諸機関の機器共有によって削減ができ、財政投融資によって総額を増加させることができる。日本の科学研究投資は米国、中国、欧州に対して、対抗できなくなっている。

本研究は科学研究投資の今後について、大蔵省主計官、通商産業省産業資金課長の史的研究からモデルを提案する。日本においては政府だけではなく民間の研究開発投資が科学研究に投入され、1980 年代は科学研究の 80%が民間とも言われた。政府主導大規模プロジェクトなどの産官学プロジェクトの中には科学研究に属する投資も多く、日本開発銀行の財政投融資は科学研究投資の効果があった。

本研究では量子コンピュータの世界との開発競争において、財政投融資などによる科学研究費の増加と集中について考察し、今後の予算、財政投融資の AI 化の前提として AI の検証方法について提案、今後の研究の方向づけを行う。

2 章　大蔵省（現財務省＋金融庁）と通商産業省（現経済産業省）との連携

元国務大臣・元大蔵事務次官相沢英之氏(1)に対し、2009 年～13 年まで 34 回×2 時間のオーラルを行った（伊藤隆東京大学名誉教授と 2 人で行い、今後国会図書館憲政資料室に永久保存の予定である）。1945 年後～70 年代以降、相沢氏によると主計局が予算、財投、銀行融資を全部掌握していた。

主計官は、戦後から高度成長期、安定成長期にかけて、産業競争力に関わるプロジェクトに、必要資金（原子力発電所なら 1 兆円にものぼる）を予算（金利ゼロ）、財政投融資（低金利）、銀行融資（市中金利）、民間投資から供給すべく査定を行った[1]。この査定によって、プロジェクト、企業の債務などの返済の負担が大きく変わってくる。それは高度成長のエンジンである企業経営者、管理者の挑戦意欲と行動に大きな影響を与えた。

プロジェクトの規模総額を大きくするには、返済義務のある融資・借入の比率を増やせば大きくなる。その査定が戦後の産業競争力形成に繋がった。最先端技術、有望市場を狙ったインフラ、設備投資は、主計官の査定において好印象となる。主計官は、投融資ミックスで、返済義務のない予算、金利の安い政府系銀行の財政投融資の比率を高くし、プロジェクト、企業の返済負担を減らす。これが、主計官が日本の産業競争力を作り上げることに貢献してきた構図であり、主計官の査定は、通商産業省（現経済産業省）など各省庁の原課の要求を通じて産業をドライブし、競争力を形成してきた。このモデルを科学研究投資に応用する。

[1] 清家彰敏（2019）「大蔵省主計官機能の変遷と経済成長についての史的考察」経営史学会全国大会（慶應義塾大学）

各省庁の原課、特に大きかった通商産業省産業資金課長について史的考察を行う。伊藤隆名誉教授と、通商産業省の元事務次官矢野俊比古氏(2)へのオーラル第1回2009年11月12日～42回2012年12月7日まで時間84時間を行った。矢野氏は1969年10月企業局産業資金課長、71年6月企業第一課長から総務課長、審議官、局長、事務次官となった。

矢野氏は詳細に産業資金課長と主計官、政府系銀行、企業との連携について述べている。産業資金課長の時、自動車の資本自由化（外資比率50%まで)、日本初の人工衛星、日本万国博覧会開幕、筑波研究学園都市建設法公布・施行、ソニー米国上場、日本製テレビのダンピング疑い、マスキー法案を可決、公害関連14法案成立、欧州経済・通貨同盟の原則合意、特定電子工業及び特定機械工業振興臨時措置法公布。科学技術会議70年代における総合的科学技術政策の基本、産構審総合部会70年代の通商産業政策の基本方向の中間答申がった。

産業資金課長は主計官と連携し、原課が補助金、出資となると一般会計要求で主計局へ持って行く。金利が付く事業融資は日本開発銀行（現日本政策投資銀行）などから行う。矢野オーラル[4]第26回他によると「借り手」である企業から産業資金課がまとめて大蔵省の理財局資金課に持っていく。銀行は財政投融資がついた段階で融資を行う。

日本開発銀行は「国際競争力の強化と社会開発融資への展開」を方針とした[2]。1966～71年度は融資1兆7,884億円、海運（34.9%)、製造業（27.1%)、電力（同8.9%）などへの融資が多かった。産業開発融資に加え、業種横断的な技術開発関連、国産技術振興と電子計算機、地方開発、都市開発、公害防止などの融資がウエイトを高めたのがこの期の特徴である。自動車の強化で日産自動車、特殊鋼で大同特殊鋼、国産技術振興でソニー、国産旅客機開発導入支援、集積回路工場で九州日本電気、交通ネットワークで近畿日本鉄道、公害対策で住友金属工業などへの融資が行われた。

矢野氏は「開銀がいいのなら、政府がいいと言っていれば俺も安心だとやった。自分たちの銀行審査権を放棄しているということなんです。」「産業資金課は省内（通商産業省）の財投（財政投融資）要求のとりまとめ役で第二会計課と称された部署で、辞令を受けて、何となく将来の通産幹部入りの足掛かりとなったかと感じたことは事実である」と述べている。

矢野氏によると、産業資金課はエリート揃いで、①予算査定の基礎となる政府経済見通しの大項目である民間資本形成、民間投資部門の基礎資料をとりまとめ、②経済企画庁に提出し、③関係省庁との協議を経て、④予算編成前に閣議決定する仕事であり、調査の方法・内容・対象も一定のルールが決められていた。ルールが変動すると、調査の継続性、客観性が失われる。調査の範囲は大企業である。

産業資金課は3月末、9月末に①鉄鋼、電力、石油精製、石油化学、アルミ電線電纜、非鉄金属、電子・電機、紙パルプ、自動車、合成繊維、セメント、化学肥料、卸・小売の主要産業14へ、②原局から業界団体を通じ、③設備投資の現況と将来計画のデータを収集、④原局ヒヤリングを通じて資料収集、⑤コメントを付して産業構造審議会産業資金部会に報告、意見を聞くことが定型となっていた。

政府経済見通しの基礎となる資料は、9月調査による年度当初計画の変更に基づく次年度計画の数値が基礎となった。課員と日本開発銀行、中小企業金融公庫からの出向者が原局ヒヤリングに当たった。

日本の科学研究に財政投融資は貢献した。1972年以降も、無公害製造への転換で東洋曹達、地熱エネルギー開発で東北電力、新交通システムで神戸新交通、低公害型エンジン開発で本田技研工業、光ファイバー技術で住友電気工業、85年から燃料電池で東京瓦斯、代替フロンでダイキン工業、サイエンスパー

---

[2] 日本政策投資銀行(2002)『日本開発銀行史』日本政策投資銀行(非売品) 346頁5行～347頁4行)

ク融資で関西けいはんな、ケイエスピー、筑波新都市開発、96 年以降、風力発電、リニアモーターカー開発で鉄道総合技術研究所／東海旅客鉄道、多機能型電子基板設計などへの投融資が行われた。

その後 99 年 10 月日本開発銀行及び北東公庫が廃止され日本政策投資銀行が設立された。その後、財政投融資は減少し、日本政策投資銀行の投融資は最近また増加してきている。

3 章　科学研究投資のモデル

伊藤大一[3]は大蔵省内という同一組織内に歳出の主計局と歳入の主税局が存在し、情報を独占し、情報の非対称性によって大蔵省が他省庁、政治家に対してアドバンテージを持ったとしている。これは大蔵省主計官の自律性を高め、その結果、上記の投融資ミックスを可能とした。伊藤太一は通商産業省が業界との産業ネットワークからの情報をもち、大蔵省が銀行からの金融ネットワークからの情報を持っていたと指摘し、主計官はその２つのネットワークからの情報の結節点であり、2 つの情報を統合できる存在であったとしている。

通商産業省では産業資金課が産業ネットワークからのハブであり、産業資金課長が理財局資金課を介在して主計官と連携したのである。1980 年代ベンチャー投資ブームが起こり、投融資ミックスにベンチャーキャピタル、ベンチャー企業が加わった。投融資ミックスは予算・低利融資・高利銀行融資・ベンチャー投資になった。現在、大蔵省は財務省、金融庁に分離し予算・財投・銀行融資の分離が起こっているので、主計官の機能は限定的になっているが、主計官と産業資金課長の連携を強化し、科学研究投資を増加させるモデルについて提案する。

財政投融資と通商産業省産業資金課のモデルから学ぶと、主計官は、科学研究に関わるプロジェクトに、必要資金を予算（金利ゼロ）、財政投融資（低金利）、銀行融資（市中金利）、民間投資（大企業とベンチャー企業、外資企業）から供給すべく査定を行う。主計は予算、政策投資銀行の出資、投資額の目標想定、民間投資、融資の予測に基づき科学研究テーマを査定する。

各省庁資金部門にエリートを揃え、①予算査定の基礎となる科学研究の見通しと科学研究資本形成に関わる基礎資料をとりまとめ、②内閣府科学技術大臣に提出し、③関係省庁との協議を経て、④予算編成前に閣議決定する。調査の方法・内容・対象のルールも歴史から学ぶ。調査の範囲は大企業、ベンチャーキャピタル、ベンチャー企業である。

各省庁資金部門は期末に①所管企業、ベンチャーキャピタル、ベンチャーへ、②原局から所管業界団体を通じ、③科学研究に関わる設備投資の現況と将来計画のデータを収集、④原局ヒヤリングを通じて資料収集、⑤コメントを付して内閣府科学技術大臣に報告、意見を聞く。政府科学研究見通しの基礎となる資料は、期末調査による年度当初計画の変更に基づく次年度計画の数値を基礎とする。課員は日本政策投資銀行などからの出向者と原局ヒヤリングに当たる。

4 章　量子コンピュータ科学研究投資について考察

量子コンピュータを事例に科学研究投資と財政投融資について考察してみたい。米国、欧州、中国は巨額を投じて、量子コンピュータを開発、ビジネスを展開しており、日本は量子コンピュータ投資のいて劣勢である。2011 年 D-Wave Systems 社による世界初商用量子アニーリングマシンが登場した。グーグルや IBM の量子コンピュータに採用されて

[3] 伊藤大一(1980)『現在日本官僚制の分析』東京大学出版会

いるゲート方式、D-Wave のアニーリング方式は 1998 年に東京工業大学の西森秀稔教授（当時）が発表した理論的な論文が基礎[4]になっており、基礎研究、量子コンピュータへの科学研究投資の拡大と集中が期待される。

日本政府は 2020 年量子技術イノベーション戦略を策定、産官学で、基礎研究から技術の実証、人材育成まで多角的に取り組み、海外とも共同研究を行う量子技術イノベーション拠点を創設することを決めた。開発拠点は理化学研究所、産業技術総合研究所、東京大学－企業連合、大阪大学、情報通信研究機構、量子科学技術研究開発機構、物質・材料研究機構、東京工業大学の 8 プロジェクトである。

中核は理化学研究所で 2021 年 4 月 1 日量子コンピュータ研究センターを設立した[5]。中村泰信センター長[6]は量子コンピュータの実用化には相当の時間がかかるとしている。中核は理化学研究所であるが、8 プロジェクトとその周辺で多くの研究所、企業、ベンチャーが展開し、また海外で多くのプロジェクト、スタートアップが活動している。

東北大学はデンソー、京セラなど約 12 の企業・大学が参画、早稲田大学は NEC、産総研、豊田通商など約 20 の企業・大学が参画、IBM Q Network Hub @慶應義塾大学は MUFG、みずほ、三菱ケミカルなど参加、大阪大学はアカデミア中心で世界最大級研究拠点である。モバイルコンピューティング推進コンソーシアムは NEC、日立、富士通など約 36 の企業が参画している。

また海外では MIT、ノースロップグラマン、ロッキードマーティン、フォルクスワーゲンに加えスタートアップが研究開発している[7]。スタートアップは各社公開情報等を基に日本総合研究所によると[8]、D-wave Systems カナダ、Rigetti Computing 米国（バークレー）、1Qbit カナダ 、Zapata Computing、Xanadu、Cambridge Quantum Computing、IonQ、Q-CTRL 、QxBranch、QC Ware などが研究開発競争を繰り広げている。

また実用化では、Volkswagen による北京市の交通量最適化は話題になった。2021 年 5 月 Samsung はスイスの ID Quantique 社、SK Telecom 社と世界初の量子乱数生成器対応の 5G スマートフォンを発表した。また IonQ 社とスウェーデンのチャルマース工科大学はデスクトップ型の量子コンピュータを開発中である[9]。デンソーと東北大学は量子アニーリングマシンで無人搬送車の経路選択で稼働率 80％を 95％に向上させた[10]。

応用は金融、運輸、創薬、化学など幅広い分野で期待されている[11]。この状況で、主計官は、量子コンピュータに関わるプロジェクトに予算、財政投融資、銀行融資、民間投資として大企業とベンチャー企業、外資企業から供給すべく査定を行うことが現時点では困難と思われる。主計官に予算、政策投資

---

[4] https://www.sbbit.jp/article/cont1/36552（2021 年 9 月 3 日検索）

[5] https://www.riken.jp/pr/closeup/2021/20210531_1/index.html（2021 年 9 月 3 日検索）

[6] 量子ビットを世界最初に固体素子で実現。東京大学超伝導工学専攻修士、博士（工学）。日本電気入社、2002 年理化学研究所併任、12 年東京大学教授、14 年理研創発物性科学研究センター超伝導量子エレクトロニクス研究チーム長。

[7] 出典：D-Wave ウェブサイト

[8] https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/column/opinion/pdf/11942.pdf（2021 年 9 月 3 日）

[9] https://www.sbbit.jp/article/cont1/62055（2021 年 9 月 3 日検索）

[10] https://www.sbbit.jp/article/cont1/35565（2021 年 9 月 3 日検索）

[11] https://www.riken.jp/pr/closeup/2021/20210531_1/index.html（2021 年 9 月 3 日検索）

銀行の出資、投資額の目標想定、民間投資、融資の予測に基づき量子コンピュータに関する査定を行わせる体制があれば、中核である理化学研究所に大きな科学研究投資を行うことが可能になる。

そのためには文部科学省と各省庁の資金部門は①予算査定の基礎となる量子コンピュータの見通しと研究資本形成に関わる基礎資料をとりまとめ、②内閣府科学技術大臣に提出し、③関係省庁との協議を経て、④予算編成前に閣議決定を行うといった体制を作る。調査ルールを決め、大企業、ベンチャーキャピタル、ベンチャー企業にヒヤリングを行う。

文部科学省と各省庁の資金部門は期末に①所管企業、ベンチャーキャピタル、ベンチャーへ、②原局から所管業界団体を通じ、③量子コンピュータに関わる設備投資の現況と将来計画のデータを収集、④原局ヒヤリングを通じて資料収集、⑤コメントを付して内閣府科学技術大臣に報告、意見を聞く。量子コンピュータ研究と科学研究・産業動向、海外の見通しの基礎となる資料づくりが求められる。

5 章　科学研究投資は組織から個人へと転換

文部科学省理化学研究所のバイオ医薬、総務省 NICT などの AI 情報系においても政産官学連携で投資を集めるについて、提案を行う。

過去は組織を評価して予算、投融資を集中させた。今後は個人を評価して、投融資を集中させる。例えば、年収 10 億円の高級研究公務員を 5 千人かかえると年間 5 兆円になる。この 5 千人は選抜され予算、投融資の評価を受ける。民間はこの 5 千人へ 50 兆円投資する。

この 5 千人に対して予算を呼び水にする投融資、民間資本を予想して、予算の査定を行う。5 千人 50 兆円の投資の成果を持って民間、大学へ彼らは移動していく。この 5 千人へは政府は予算を呼び水にして政投銀などからの投融資を呼び込み、またそれを呼び水にして民間の投融資を呼び込みやすくなると考えられる。。

各省庁の資金部門のハブとなる主計官は変化に対して、柔軟かどうか、について考察してみよう。主計官の職能は、柔軟なだけでなく、相互にオーバーラップするなど職務の境界が曖昧になること、職務において代替性を持っている。名刺にも主計官が何省を持つということは何も書いてない」（「相沢英之オーラル 16 回 p19～大蔵事務次官（５）変革の提案参照）主計局の主計官、主査は、財政民主主義の法律、政令の拘束、制限の中であっても、その投融資ミックスの判断を、極めて柔軟に行いえた（「相沢英之オーラル 16 回同上参照）。「（主計官の）所管は、言うなれば自由自在にできるんです」

現在世界の民間企業などに見られるプロジェクト組織、マトリックス組織、ネットワーク組織にも対応しうる柔軟さで特長づけられる（参照：清家彰敏著『進化型組織』同友館）。また代替性は、「職務の多能化、汎用化は競争をもたらす」につながり、主計官の相互の競争による職務レベルの向上にも繋がった可能性がある。

民間企業などに比較して、憲法、法律、政令の縛りがあるため職務が硬直的になると考えられてきた中央官庁局課の査定において、上記の柔軟な職能を持った主計官制度が果たしてきた役割は再評価されるべきである。硬直的な各省庁を柔軟な主計官が査定する。これは絶妙な補完関係となった。硬直的な各省庁を柔軟な主計官が査定する。主計官の機能は科学研究投資査定において、上記が望ましいと思われる。

6 章　AI 化についての試論

AI が学習に要する計算量は、概ね 3.5 ヵ月ごとに倍増している[12]。主計局と各省資金部門が AI を導入する時代は近い。科学研究投資 AI には、後から公開、検証可能な仕組みを設け、官学の識者間で共有し、不正防止機能を内包させるべきである。ブロックチェーン技術を用いれば、学習アルゴリズムに従って正しく学習モデルが生成されたかどうかを、官学の識者が容易に外部に対して証明可能となる。

AI 予算編成時に特定プロジェクトにどの程度の有効性があるか、プロジェクトの成否、参加企業の利益などがブロックチェーンに時系列データとして記録される。AI　による予算編成時に、そのブロックチェーンの時系列データが、ニューラルネットに反映され、AI　が正しく学習過程をたどったか、を検証する。検証過程をみて、AI　を改善する作業を行うことができる。本研究については清家大嗣が東京大学で研究を行っており、この研究は Society5.0 における AI 化に大きな影響をもたらすものでもある。

結章

日本政府の政策は GATT、WTO などの国際ルールに縛られてきた。科学研究投資は国際ルールに縛られず、政策によっては国家の競争力を高めることが可能となる。ターゲッティングポリシーは国際ルール違反とみなされ産業育成に繋がる投資政策は制約される。科学研究投資は国際ルールに縛られず、政策によっては国家の競争力を高めることが可能となる。

科学研究投資は諸機関の機器共有によって削減ができ、財政投融資によって総額を増加させることができる。日本の科学研究投資は米国、中国、欧州に対して、対抗できなくなっており、本研究は科学研究投資の今後について、大蔵省主計官、通商産業省産業資金課長の史的研究からモデルを提案した。

日本においては政府だけではなく民間の研究開発投資が科学研究に投入され、1980 年代は科学研究の 80%が民間とも言われた。大プロなどの産官学プロジェクトの中には科学研究に属する投資も多く、日本開発銀行の財政投融資は科学研究投資の効果があった。

本研究では量子コンピュータの世界との開発競争において、財政投融資などによる科学研究費の増加と集中について考察した。予算、投融資の査定支援 AI の推論の妥当性の検証方法について考察し、今後の研究指針とした。

(1)相沢英之氏：1954 年主計局主計官、総務課長－近畿財務局長－主計局次長－経済企画庁長官官房長－理財局長－主計局長－1973 年大蔵事務次官－1976 年 12 月衆議院議員－1990 年 2 月国務大臣経済企画庁長官－2000 年国務大臣金融再生委員会委員長。相沢氏は、田中角栄元総理大臣と同年齢でオーラルの近現代史的価値は極めて大きい。

(2)矢野俊比古氏：東京大学法学部政治学科卒。同年商工省に入り、基礎産業局長、産業政策局長を経て、1980 年～1981 年事務次官、1983 年～1989 年参議院議員〈自由民主党〉

参考文献

伊藤隆・清家彰敏監修(2021)『回顧百年』（相沢英之オーラル）かまくら春秋社，2021 年 4 月 26 日
宇沢弘文・武田晴人他編集委員会(2002)『日本開発銀行史』日本政策投資銀行，2002 年 3 月 20 日

[12] https://www.sbbit.jp/article/cont1/36552（2021 年 9 月 3 日検索）