

原著論文

福島イノベーション・コースト構想最大の困難と 可能性について

土谷 幸久*

*いわき明星大学

論文要旨 廃炉にはビジネスチャンスがある。世界初の廃炉技術が確立できれば、世界中で行うことができるからだ。しかし、その技術は未だ確立してはいない。しかも福島第一原子力発電所がある限り風評は絶えず、その意味でその確立こそが一番の問題点になっている。しかし、本稿で指摘したいことは、イノベーション・コースト構想のプロジェクトがシステム的に運営されていない点である。具体的には、国は補助金を出してはいるがそれが適切に活用されているか否かは、報告書でしか判断仕様がないう状況になってしまっていることである。システム的に連動していれば、多くの企業の取組みが生きてくるはずである。図2に、システム的に連動した理想形を提示した。また、希望は、世界初の廃炉技術が着実に蓄積されつつあることである。

キーワード システム、廃炉、生存可能性

はじめに

福島イノベーション・コースト構想は、復興構想会議や福島県での議論を受けて、政府により福島の復興・発展の青写真として策定された。

イノベーション・コースト構想推進会議による「イノベーション・コースト構想推進会議におけるこれまでの議論の整理(案)」では、その経緯について次のようにまとめられている。「福島浜通り地域の多くの自治体における地域経済は、原子力関連企業の事業活動に依存することが大きかったが、震災と原子力発電災害により産業基盤が失われ、雇用面では特に双葉郡の従業者数の約3割が働く場を失った。また、農畜産物の出荷制限、沿岸漁業の操業自粛などにより地域の農林水産業も停滞している。こうした中、今もなお約11万人を超える住民が避難を余儀なくしているがその住民の意向調査によれば、帰還する意志がある人もいれば、帰還意志のない人、判断がつかない人もいる。このため、住民の経済的自立と地域経済の復興を実現するためには、福島第一原子力発電所の廃炉を着実に進めながら、新技術や新産業を創出するとともに、関連サービスや地域で輝く中小企業など裾野産業も育成することにより、働く場を創出することが求められているのである」。

オリンピック・パラリンピックが開催され、世界が東北就中福島の再生に注目する機会と

なる2020年を当面の目標に、廃炉の研究拠点、エネルギー、医療機器、ロボットの研究・実証拠点などの新たな研究・産業拠点を整備することで、世界に誇れる新技術や新産業を創出し、イノベーションによる産業基盤の再構築を目指すとともに、これ等を通じて、帰還する住民に加え新たな住民のコミュニティへの参画も進めることにより、地域の歴史や文化も継承しながら、魅力あふれる地域再生を大胆に実現していくことを目指す国家規模のプロジェクトとしてスタートした。

しかし、汚染水の問題など見通しが立たない問題が山積している。風評もいまだに続いている。帰還住民も少なく、自治体の存亡が危ぶまれる地域もある。

最大の問題は、最大の眼目である廃炉である。様々なプロジェクトはそれに付随して起案されたものともいえる。しかし、裏側にもう1つの問題がある。それは、プロジェクト自体がシステム的に運営されていないことである。

そこで、本稿では、表の廃炉についてと、裏の問題であるシステム化されていない運営に関して考察する。

1 福島イノベーション・コースト構想

2017(平成29)年5月12日、福島復興再生特別措置法の改正法が国会で成立し、福島イノベ



ション・コースト構想の推進が法定化された。主要プロジェクトは、①廃炉研究、その系としてのロボット研究とドローン研究、②新しい産業基盤の創出、具体的には系1国際産学連携

拠点の整備、系2スマート・エコパークの整備とエネルギー産業の集積、系3農林水産業における新産業の創出である。このプロジェクトは、2014(平成26)年の福島・国際研究産業都市(イノベーション・コースト)構想研究会にて提案されたものを、その2年前に成立した福島復興再生特別措置法を改正する際、盛り込んだのである。

プロジェクトの全体図は以下のようになっている。

福島イノベーション・コースト構想は浜通りの復興再生を主眼としているが、バックアップ地域との連動がなければ実現しない。また、上記構想の裾野を広く形成するものは、構想関連計画と捉えるべきであろう。例えば相馬港の商談会が、本年米沢で行われたが、それは相馬 - 福島道路が開通し、米沢と相馬港が繋がったからである。相馬市周辺の工業集積は薄く港湾への依存も大きくはないが、米沢市や福島市の企業群が利用すれば、港湾計画が活きてくる。同様に、自動車産業のバリューチェーンの県外への撤退を受け、その間隙を埋めるべく震災前から県として医療機器開発企業の集積形成に取り組んできたことなども、県としてはプロジェクトとして認定されるべき項目である。

(1) 廃炉研究

廃炉研究は、日本原子力研究開発機構(JAEA)と2013(平成25)年に作られた技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)によって進められている。

現在の問題は、①汚染水が増え続けていること、②使用済み燃料の取り出し、③デブリの回収法の研究である。①②の実働は、東電が行なうことになっている。使用済み燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価や損傷燃料等の処理方法の検討と③の研究は、JAEAとIRIDで行う。その他の問題としては、④費用面の問題は21.5兆円掛かると見積もられている。内廃炉は8兆円である²⁾。⑤期間は、早くて30~40年掛かると考えられている。⑥汚染水は、現在1,000tタンクが800基あるが、2~3年で満杯になる。理解が得られれば、希釈して海に投棄することになるが、現状ではトリチウムだけは除去できない状況である。水分を蒸発させて濃縮させているが、追付かない状況である。

JAEA・IRIDの位置付け、役割イメージ図は図3に後述することだが、国との間に業務管理としてNDFがワンクッション入る形になっている。

⑦廃炉技術は、日本原子力研究所が1963(昭和38)年に東海村に造った沸騰水型実験炉の廃炉を1986年~1996年に掛けて行ったことやスリーマイル島事故の処理から得ることができた。さらに東海発電所に造った原子炉で1965年に初臨界した日本初の商業用原子炉1号基の廃炉作業が2001年から進められている。また周辺工事関連ではロシア極東における退役原潜の解体事業「希望の星」でも経験している。

1979年のスリーマイル島の事故は冷却水喪失事故であり、下図の内側の縦長の圧力容器の底に燃料が溶け落ちるといった事故であった。1986年のチェルノブイリ事故は、核分裂を制御できなくなるという最悪の事故であり、燃料が圧力容器の底を破り格納容器底に落ち、それをも溶かしてコンクリートと混ざりデブリを形成するという事故であった。福島の場合は、冷却水喪失事故であり、格納容器底にまで燃料が達してデブリができる

事故、つまり中間的事故である。

しかし圧力容器を収める格納容器は約 40m の高さがある。燃料の取り出し方法の詳細は決まっていない。現段階では、圧力容器に対しては上から、格納容器の場合は横の進入路から行うことが計画されているに過ぎない。

デブリの除去は最終段階と計画されている。将来、取り出した後のデブリに関しては、再臨界にならないように管理すること、また水と接して水素爆発を起こさないようにすることが肝要である。そのため、最終処分場が選定されるまでは、キャニスターとキャスクに入れて敷地内にて管理するとされている。困難な作業であるが、困難の根幹は時間が掛る点が一番大きい。技術的困難は時間的に解消されるものと思われる。逆に、廃炉はビジネス的にはチャンスである。

チェルノブイリは石棺で覆い手を付けずにいる。諸外国でも小さな原発事故は幾つも発生しているが、レベル7に認定され、しかも廃炉作業を行っているのは福島第一原発しかない。長い期間が掛っても、(i)原子炉建屋内の遠隔除染技術、(ii)総合的線量低減計画の策定に関する研究開発、(iii)原子炉格納容器の水張りに向けた調査・補修(止水)技術や原子炉格納容器及び原子炉圧力容器の内部調査技術の研究開発、(iv)炉内燃料デブリの取出し・収納・移送・保管技術開発並びに燃料デブリの臨界管理技術、計量管理方策の研究開発、(v)実デブリの性状分析、燃料デブリ処置技術の確立、(vi)原子炉圧力容器・原子炉格納容器の健全性評価技術の開発、事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握に関する研究開発など、その間知見を高め廃炉技術を確立できれば、世界の原発の廃炉作業をビジネスとして我が国で行うことも可能となる。

福島県では風評被害が後を絶たない。廃炉作業が軌道に乗るまでは続くものと思われる。一刻も早く作業を始めて欲しいと思う。

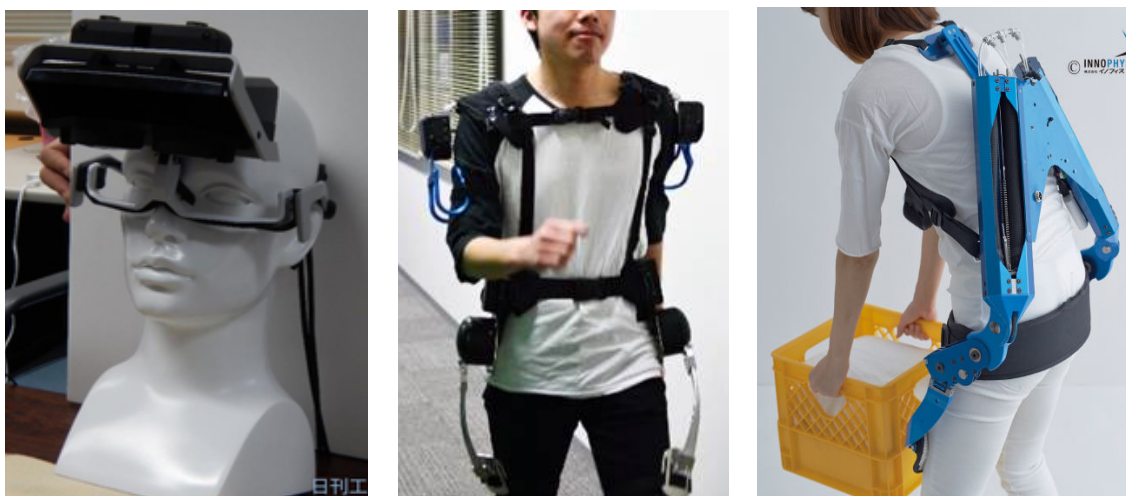
(2) ロボット、ドローン

ロボット研究は、廃炉作業に係る技術であるが、原子炉建屋内の様子を探る段階で、生還率は極めて低かった。それは高放射線の影響で電子機器が故障するからである。廃炉関連のロボットは、カメラ部分を除き、制御系の機器類は後方に有線で隔離するなど工夫と一層の耐久性が求められている。

また、純民生用ロボットについては、人間が関わらない分野における開発は、実用化補助金等を用いて各社順調に開発が進んでいる。特に菊池製作所と TCC による AR-3D ヘッドマウントディスプレイは期待が持てると思われる。

ドローンは、600cc エンジン積んだ IHI の災害救援物資輸送用ドローンや鳥獣駆除用ドローンの実用化において数社が抜きん出ているが、他の多くは飛ばせるか、バッテリーの自動交換の研究段階である。

ドローンにおいては航空管制の法整備が一番求められることであるが、後手に回っている。



(3)新産業基盤の創出

自動車関連産業の縮小・撤退を受けて、ふくしま医療機器開発センターは14年前に開設された。イノベーション・コースト構想とは無関係であるが、これは功を奏し、福島県は医療機器開発産業の集積地になりつつある。

しかし文部科学省は産学連携の課題に関して次のように述べている。独創的な技術シーズが次々と生まれる状況であるとはいえない、大学における教育機能が十分ではないなどの反省に立って、我が国の大学システムにおいて優れた教育・研究水準を保つために、評価に基づく透明な競争的環境の整備や大学の自主・自律性の強化など抜本的な改革を早急に進める必要があるとしている³⁾。その上で、大学と企業間のパートナーシッ

ブ協定とベンチャー企業と大企業との提携戦略が定着しない限り、発展はないと結論付けている。

また、浜通りは元より福島県は工学部を有する大学が少ない。特に原子力工学や廃炉関連の学部学科が不足している。先に廃炉技術が完成すればビジネスになると述べたが、そのために浜通りと仙台、東京とのマイグレーションを定着させることが必要になると思われる。すなわち、次の2点を提案したい。第1に、原子力工学を専攻する学生には大胆に奨学金を給付し、楡葉の模型炉や第一原発での実習を数カ月間シラバスに入れ、その間浜通りに居住することとする。第2に、卒業後は原子力関連の企業への門戸を優先し奨学金返済免除とすることである。

(4)スマート農業、エネルギー・循環産業関連分野

スマート農業分野は、植物工場や花卉栽培など幾つかの成果も見られる。成果のせている企業には同じ特徴がある。それは、農業ではなく製造業として、1個1個、1枚1枚の売り先、売上を考えていることである。沢山作って安く売るという従来型農業モデルは通用しない。

エネルギーは浪江と相馬港を中心に大きく変わりつつある。しかし再生可能エネルギーの中で風力発電は、電力安定のためには火力発電所を設ける必要がある。そのため、阿武隈山の近傍に同発電所を造る必要がでてくる。

石炭灰の再利用に関しては、小高の福島エコクリートが本年から稼働を始め、順調に推移している。搬送距離30km以下でないと利益を確保できないため、原町の火力発電所の灰を使っている。阿武隈に火力発電所を新設するならば、別の処理施設を造る必要がでてくるであろう。

また、ブレードを創るとして県の補助金を受給していた企業が、技術的に困難として開発を諦めた。故に、何処からか購入して施設建設に臨むと思われるが、強度的な不安を禁じ得ない。

一般焼却灰の再利用は、従来方法とは違い、メルテックいわきなどでは金属類と完全な石への分離再生ができていたため問題はない。

2 問題点

(1)現在のプロジェクトの枠組み

1の議論では、進捗に差があっても概ね問題はないように見える。問題は政策がシステム化しておらず、プレーヤー達が織り成す動きがシステム的な連動体になっていない点である。

図1は、イノベーション・コースト構想における、現在の国と福島県そして浜通り各自治体の関係性を表している。中央の分科会は意思疎通のための機関であり、方針は2015年の福島イノベーション・コースト構想研究会で出された結論に沿って進んでい

る。

M は資金供給、 I は情報流である。資金は国・県から流れ、情報は双方向である。但し予算執行状況・進捗を年に1、2度聴くのみで、管理・指導関係にはない。さらに、水平線の下、つまり下部の企業群と自治体に対しても、上下・指導関係という訳ではない。

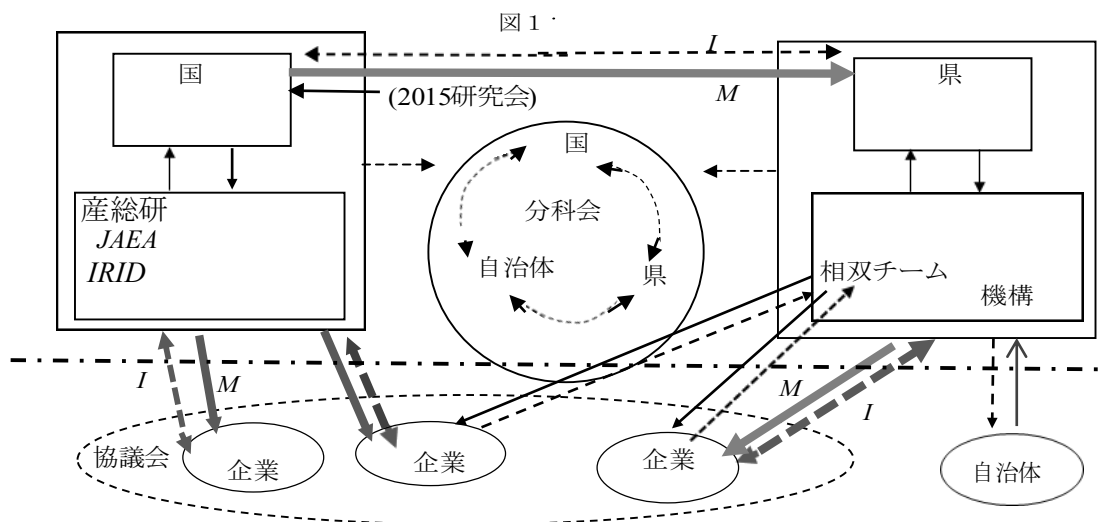


図1で水平の境界で区分した理由は、上部の国が実施方針を決め、県はそれを解釈し県の方針を反映させ下部の企業群に伝え、企業は国・県の方針の範囲に収まるような目的と形式でプロジェクトを立て、遂行するというのが実際であること、すなわち企業・自治体等が実行の主体であり、行政は従来通り、その補助機関であるという現実を表すためである。このことは、国・県の有する研究機関の役割においても同様である。各種研究機関は、イノベーション・コースト構想の実行にとって不可欠であるが、その役割は、企業の開発などの支援をすることだからである。

この関係は従前からの行政の存在意義・民間に対する役割関係と変わらないのだが、図1全体の関係はシステムティックであったとしても、システム的なシステムとはなっていないのが現状である。システムティックではないというのは、性善説に立って年に1~2度の報告でよしとするならば、進捗が不確な場合や、予算執行に透明性を欠く危険性もあるからである。事実、このような達成度と寄与度の乖離についての不安は、企業側からも聞かれることである。

では、どうすればよいのだろうか。国も県も実行部隊を統率する実働部門を持つ必要があることは確かである。

3 システムティックプロジェクト

(1)VSM

Beer(1979)(1982)で、生存可能システムモデル(Viable system model)が提案された。組織

的な改善に関しては、Espejo, Schuhmann, Shwaninger and Bilelle(1996)など様々な検証が行われた。ここで、イノベーション・コースト構想をVSM上で提示し改善策を考察する。

図1にイノベーション・コースト構想に所与の条件を加え、機能別に配すると下図2となる。VSMは、大別するとIからVの5つの機能からなっている。5つの機能とは、Beerがサブシステムと呼ぶところの機能である。すなわち、システムIはシステムの本業を遂行する中でシステム自体を創出する機能である。システムIIは業務諸活動間の調整機能である。システムIIIは、I、IIを監査・統括し調整する機能であり、システムIVは研究開発など将来計画に関する機能である。システムVは現在の活動と将来計画を調整し閉方を完成させる機能である。これ等は神経系の大局的機能と同等の生存可能性のための機能の集合である。図2では管理単位(M)と業務単位(O)に分けて描かれているが、システムIにおいては、本来、業務単位が管理単位を包摂する全体である。

(2) システマティックからシステミックへ

図2において、システムVは国側の責任者となる。それは現行では経産省副大臣であり、厚生・復興・経産3省からなるチームが運営するのだが、実質的ハンドリングは福島新産業・雇用創出推進室が行っている。よってシステムVは、副大臣を戴きながら、実質的に同推進室となる。図において、包摂関係で描いているのは資金面の関係を表している。福島県が一部はみ出しているのは、イノベーション・コースト構想に依らず、医療機器開発支援など独自に研究開発をしている部分と港湾等のインフラ整備、さらには通常の自治体業務があることを意味している。

分科会を中心に置くなど、現行のプロジェクトにおいても管理ではなく、同意・納得が進められていることをVは意味している。

イノベーション・コースト構想がその他のプロジェクトと異なる点はシステムIVすなわち研究開発が位置付けられている点である。それは、イノベーション・コースト構想の眼目が廃炉という未経験の技術を蓄積するプロジェクトであるからである。また、企業も自治体も単なる復旧ではなく、政府・県が目指す復興とは新たな次元の調和社会の創出を目指しているからである。図1で現行においても主体は企業・自治体としており、調和社会とは、伝統・風土を受け継ぎながら、新たな技術を核に未来社会を提示する先駆けの地域となることを目指しているからである。

そのため、研究開発等次代の成長分野の開拓機能を指すシステムIVの機能が重要なのである。そして、それは様々な研究機関で分担される。特に県側では、イノベーション・コースト構想以前からの県としての独自のプロジェクトを行ってきた。例えば自動車産業が海外にシフトすると、東北のサプライヤーには空白が生じる。そこで福島県では、ふくしま医療機器開発支援センターを中心に医療機器開発支援を行ってきた。東北コリドーなどと呼ばれた時代からである。今、漸く中小企業の集積ができつつある。その意味で、イノベーション・コースト構想実用化補助金であろうかなかろうと将来的に新産

業・雇用促進に効果を持つものもⅣに加えることとした。逆に、同じ理由で、実用化補助金を申請していない企業、また立地補助金を受けて浜通りに進出した企業、会津や中通りの企業・自治体も、このプロジェクトに乗じて業容拡大を図るべき機会なのである。その結果、人口拡大に繋がれば、プロジェクトは成功といえる。

システムⅢという機能は現行のプロジェクトの推進力ではあるが、国としての最大眼目は廃炉である。このプロジェクトは東電によって、長期間運営される。一方県側の実働組織は一般イノベーション・コースト構想機構(以下機構)に集約されて行かなければならない。現在、県が把握しなければならないことは、実用化補助金を受けている企業や各自治体の状況が成果に結実するか否かであるが、機構の定款に「浜通り地域等に進出した企業等と地域との連携の促進」「産業集積に関する情報の収集、整理及び提供」とあるように、プロジェクトの成果、就中機構関係においては、イノベーション・コースト構想以外も含めた面的拡大と集積に結び付かなければならないのである⁴⁾。

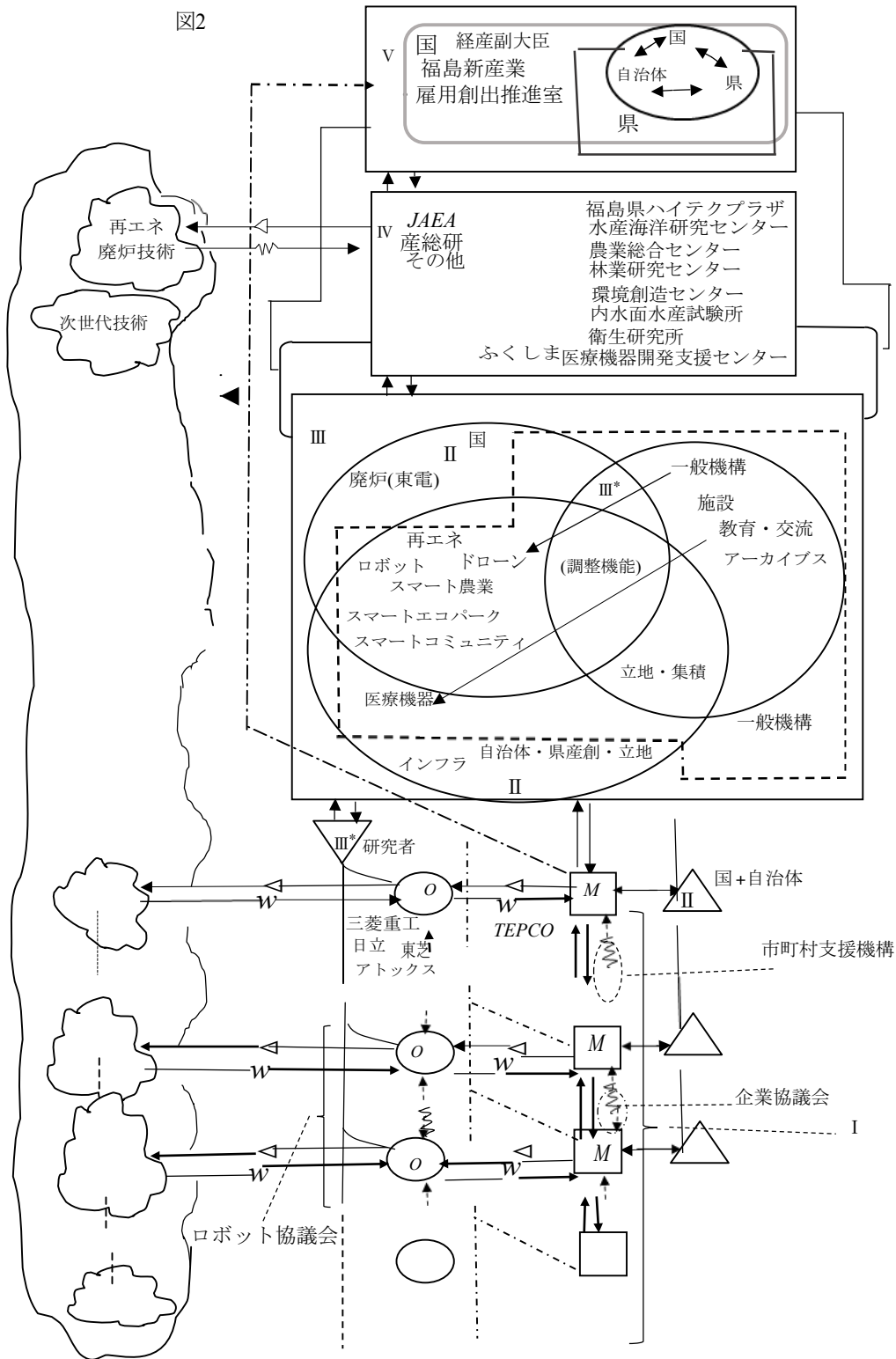
本稿で機構を中心とすべしとする理由は、「公の施設の管理運営」「構想の重点分野におけるプロジェクトの創出促進」と規定されているからである。その意味で、図2的な機能構造を以て機構が働くことができる状況を確保することが必要である。Ⅲで機構の範囲の集積、アーカイブス等は現在の規定であるが、矢印が国と自治体の範囲に及び、点線の枠が大半をカバーしているのは、廃炉とインフラ整備以外は上記の通り、機構が統括すべきであるとする理由からである。但し、その機能を活かすためには、現在の産業創出課と企業立地課と上手く融合化させる必要がある。その意味で図2は過渡的な図に過ぎない。

その上で、メタシステムであるⅢやⅡ、さらにⅢ*にいる機構・自治体等の構成員と企業の関係について付言しておきたい。ⅢのシステムⅠ担当者とⅠの管理単位Mとの関係は、小売業のPB商品の開発・生産に近いものとなる。つまり、実用化補助金等の計画が承認された場合、機構担当者は頻繁に担当企業を訪ね、経営者と一体になってその企業の経営状況を聴き、また直接現場で指導するのである。各人が数社から十数社を担当すれば、機構全体で数百社以上の企業経営の現場を見ることになる。但し、公務員に民間からの報酬はなく経営責任もない。計画が着実に遂行されることを絶えず確認し嚮導することが肝要である。

また図にⅢ*という機能があるが、これは製造や販売などの各企業の現場で改善やイノベーションを促進するという機能である。具体的には研究・教育機関や研究者が、直接個別具体的指示を行うことで、現場を促進する方向で刺激するという機能である。図では研究者が行うべきと記したが、Ⅳの機関の他、大学等がその任に当たりシステムⅠの基本単位ごとに、特定の業務のみにレバレッジを働かせる機能を果たすことである。

個別のプロジェクトの実行段階において進捗を管理し、極力横並びにマルチプルを効かせ成長・運営させる必要もある。すなわち、成長を管理することである、Ⅲ*が、特定の企業にレバレッジが働くなら、なおさら必要となるであろう。そのための機能は

図2



システム II と呼ばれる。各企業に対する聞き取り・抑制機能は自治体等が行うことが必要となる。彼等は、業界・地域の企業の均衡ある成長を中心に助言することが求められる。

III* と II の担当になる研究者や自治体職員は、III の機構職員のように常勤に近い訪問は不要だが、週一等で訪問する必要がある。

システムⅠは生存可能システム自体を創出する機能であり、各企業・自治体こそが実行主体であると前述した。そのシステムⅠつまり企業群や自治体は、個々□+○の系列で表される。□が基本単位の中心つまり管理者の立場でその基本単位を代表し、○はその実働組織つまり業務を行う組織である。従って、□ \subset ○なる包摂関係にある。その左のアメーバ状のものは企業にとっては第一に顧客であり、総じては利害関係者である。自治体であれば第一に個々の住民票を置く住民である。

□ \subset ○なる包摂関係は、図2のⅠからⅤの機能を担当する者にも当てはまる。再帰水準を1つ上位に取れば、メタシステムⅡ～Ⅴは□つまりMになる。システムⅠは全体で1つの○つまりOを構成する。このとき、□ \subset ○なる包摂関係にあるとは、経済産業省の福島担当も機構職員も、○である企業群または担当の企業を通してしか外部に接触することができないということになり、これが現実である。すなわち、Ⅲの箇所の説明したように、イノベーション・コースト構想というプロジェクトを成功させるためには、各企業・現場に密着して何が現場に必要なのかを模索しなければならないのである。

図の左側にシステムⅤと各企業の業務単位Oつまりは○を結ぶ破線が描いてあるが、この経路を使い経済産業省福島担当は、自治体経由の加工された成果だけでなく、直接現場の声を収集しなければならないのである。

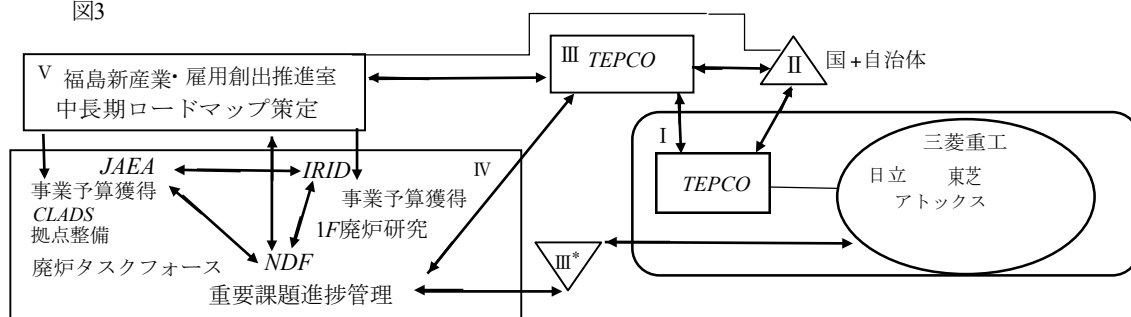
システムⅠにおいて、各基本単位間のM・M間、O・Oの間の波線は自律的な多様性吸収を意味している。異なる企業間で技術協力をする場合もあるだろうが、技術・生産等を除いて、共通する問題についての意見交換が行われるに越したことはない。縦の公式のラインとは異なった機能を、市町村支援機構と福島イノベーション・コースト企業協議会が果たすことが望まれる。

(3)VSMの具体例

VSMの具体例として、最大の眼目である廃炉の場面を考えてみたい。本稿の問題意識はプロジェクト全体がシステミックに連動していないことが最大の弱点であるということ指摘することであるが、唯一例外的に廃炉関連の各組織の連携はシステミックに行われている。

図3は図2の部分の詳細化であり、§1(1)役割イメージ図の再述である。廃炉研究の中核はJAEAである。CLADSとは廃炉国際共同研究センターで、燃料デブリの取出し方法の研究や放射性廃棄物の処理の研究を担当する。タスクフォースは、喫緊の事態について国や東電からの要請に対応するために組織される部隊である。IRIDは、JAEAよりも実務的な研究を行う技術研究組合である。18の法人から組織されている。具体的には、国立研究開発法人の日本原子力研究開発機構(JAEA)、産業技術総合研究所、プラントメーカーの東芝エネルギーシステムズ、日立GEニュークリア・エナジー、三菱重工業、アトックス、電力系では、北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電、電源開発、日本原燃である。

図3



原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)は、§1(1)に前述したように、巨大なシステムIVの円滑化のための事務部門として機能している。

システムI、つまり廃炉作業の前面に位置するのは管理単位たる東電である。IIに位置する国や自治体は東電から発表に基づき判断をする。システムIの実際の作業部隊は、管理単位Mの東電と業務単位Oに位置するプラントメーカー各社である。しかし、各社の研究部門もシステムIVたるIRIDを構成しており、世界初の廃炉技術獲得は実際の作業と研究の総合力で蓄積されることになる。III*もIRIDやJAEAの技術者が現場に助言するという形式になっている。

終わりに

以上より、福島イノベーション・コースト構想のプロジェクトはシステミックな連動性に欠けている点が最大の問題であり、また図2の如く連動して廃炉技術を確立することができれば、最大の次世代の技術を獲得することにもなるということがいえた。

蛇足ながらTsuchiya(2007)において、オートポイエーシスの生存可能システムモデルを定義した。単純化すると、目の前の課題を克服する中で、各自が人材として成長するというモデルを入れたものである。同時にシステム全体にとっても課題が克服されることで、新たな地平が拓かれて行くものでなければならない。上記の廃炉という課題でいえば、廃炉技術を蓄積し、我国発の廃炉ビジネスを世界展開して行くことである。

図2のより下位の水準の各企業の中で、VSMと同型の関係の個人次元の単位において、それを見ることのできるはずだ。しかし、それは本稿の範囲ではなく、別に論じる。

注

- 1)イノベーション・コースト構想推進会議(2015), p.1.
- 2)廃炉費用8兆円は東京電力負担。但しIRIDなどによる研究開発支援は国も負担する。各種補償費用7.9兆円は東京電力(3.9兆)はじめ大手電力会社(3.7兆), 新電力(0.24兆), 除染費用4兆円は環境省と東京電力負担。特に東京電力は株式売却益を充てる。中間貯蔵施設建設費は国負担で1兆6千億円である。以上合計21.44兆円≒21.5兆円である(日本経済新聞(2016))。
- 3)文部科学省(2001)。
- 4)機構(2018)。

参考文献

- [1]Beer, S., *The Heart of Enterprise*, Wiley, 1979.
- [2]Beer, S., *Brain of the Firm*, 2nd edn., Wiley, 1981.
- [3]Espejo, R., Schuhmann, W., Shwaninger, M. and U., Billel, *Organizational transformation and learning : A Cybernetic approach to management*, Willey, 1996.
- [4]イノベーション・コスト構想推進会議「イノベーション・コスト構想推進会議におけるこれまでの議論の整理(案)」2015.
- [5]一般財団法人福島イノベーション・コスト構想推進機構「定款」,
(<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/227356.pdf>), 2018.
- [6]文部科学省「新時代の産学官連携の構築に向けて～大学発の連鎖的な新産業の創出を加速するために～」(科学技術・学術審議会技術・研究基盤部会産学官連携推進委員会中間取りまとめ),
(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu8/toushin/010701.htm), 2001.
- [7]日本経済新聞「福島廃炉・賠償費 21.5兆円に倍増 経産省が公表」2016.12月9日.
- [8]Tsuchiya, Y., "Autopoietic Viable System Model", *System Research and Behavioral Science*, 24, pp.333-346, 2007.

(つちや ゆきひさ； 経営学 組織論)