

技術者倫理事例へのアクターネットワーク理論の適用－ デンソーにおける環境に配慮したカーエアコンの開発

Application of Actor-Network Theory to the Case in Engineering
Ethics: The Case of Development of the Pro-Environmental Car
Air-Conditioner in Denso Corporation

杉原桂太

南山大学

Keita SUGIHARA

Nanzan University

【Key words】

1. アクターネットワーク理論
(Actor-Network Theory)
2. 技術者兼社会学者 (Engineer-Sociologist)
3. (株) デンソー (Denso Corporation)
4. 環境に配慮したカーエアコン
(Pro-Environmental Car Air-Conditioner)

【概要】

技術者倫理の分野においてアクターネットワーク理論による事例分析が行われている。これは環境に配慮したカーエアコンを開発したデンソーの技術者の事例の分析である。先行研究としてのこの事例分析は、環境に配慮したカーエアコンを開発した技術者について見通しの良い説明を与えてはいるものの、アクターネットワーク理論の強みを全て活かしているとはいえない。その強みとは、社会科学・技術的なプロジェクトについて、人の観点と人でない物の観点の双方から説明を提供するというものである。前述の事例分析では物の観点からの分析が手薄である。そこで本稿では、この事例について人の観点と人でない物の観点の双方から説明を試み、アクターネットワーク理論の強みを活かした事例分析を提示する。

1. はじめに

技術者倫理のテキスト『誇り高い技術者になろう—工学倫理ノススメ[第二版]』において戸田山は、環境に配慮したカーエアコンを開発したデンソールの技術者の事例を紹介し、新しい冷媒技術が安定して存続できるためには何が必要かについて指摘している¹。そのためには、二酸化炭素という物質、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置、さらには業界団体等の社会的セクターといった様々な要素の間に、長期に渡って安定した関係が築かれなくてはならない。こう指摘した上で戸田山は、次のように述べている。「技術者の仕事というものは、物質や装置ばかりに関わっているように見えるかもしれませんが、むしろ、こうした物質的要素から社会的・環境的要素までを含むネットワーク全体をうまくとりもって関係を調整することだと見た方がよさそうです。フランスの社会学者ミシェル・カロンの言葉を借りれば、すぐれた技術者は、物質的・技術的要素だけではなく、消費者・行政などの社会的要素にも十分注意を払うことのできる「技術者兼社会学者 (engineer-sociologist)」でなくてはなりません。」²

カロンは、「技術者兼社会学者」という言葉を「作動中の社会—社会的な分析のツールとしての技術研究」³という論文の中で用いている。この論文でカロンが展開しているのはアクターネットワーク理論 (actor-network theory) である。上記の戸田山による事例分析は、アクターネットワークという用語こそ用いていないものの、アクターネットワーク理論による事例分析として位置づけることができる。

戸田山による事例分析は、環境に配慮したカーエアコンを開発した技術者について見通しの良い説明を与えてはいるものの、アクターネットワーク理論の強みを全て活かしているとはいえない点がある⁴。本稿の目的は、戸田山による事例の分析にアクターネットワーク分析の強みを活かした分析を新

¹ 戸田山 (2012, 18-31).

² 戸田山 (2012, 30-1). 戸田山は「技術者兼社会学者 (engineer-sociologist)」に自分を育て上げていった例として、デンソールの技術者の平田を挙げている。平田については本稿の第3章を参照のこと。

³ Callon (1987).

⁴ この点について、本稿の第2章を参照のこと。

たに加え、「技術者兼社会学者」となるにはどのようにすべきかのより深い示唆を提示することによって技術者倫理研究・教育に資することにある。

本研究の主たる先行研究は戸田山⁵によるものである。さらに、アクターネットワーク理論を用いた事例分析にはカロン⁶に依るもの、大塚⁷に依るもの、丸山⁸に依るものがある。

以下ではまず、問題の所在として、戸田山の実例分析においてアクターネットワーク理論の強みを全て活かしているとはいえないのはどのような点なのかを確認する(第2章)。次に、環境に配慮したカーエアコンを開発したデンソーの技術者の事例をアクターネットワーク理論の強みを全て活かして分析するために、この事例の背景を確かめる(第3章)。さらに、アクターネットワーク理論とはどのようなものかを指摘する(第4章)。その上で、アクターネットワーク理論の強みを全て活かした形でデンソーにおけるカーエアコンの開発事例を分析する(第5章)。続いて、アクターネットワーク理論の強みを活かした事例分析の有用性について考察する(第6章)。最後に全体の考察をまとめる(第7章)。

2. 問題の所在

アクターネットワーク理論には、社会・科学・技術的なプロジェクトを説明する上で、人(human)のアクターと人でない物(non-human)のアクターの両方を公平で同じ方法によって扱おうとする特徴がある⁹。すなわち、人と人でない物の両方の観点からプロジェクトを説明できる点がこの理論の強みなのである。しかし、『誇り高い技術者になろう—工学倫理ノススメ[第二版]』における環境に配慮したカーエアコンを開発したデンソーの技術者の事例分析において戸田山は、人の観点から豊富な説明を提供しているものの、人以外の物の観点は手薄であるように思われる。

⁵ 戸田山(2012, 18-31).

⁶ Callon(1986a)およびCallon(1986b), Callon(1987).

⁷ 大塚(1999).

⁸ 丸山(2005).

⁹ アクターネットワーク理論については、本稿の第4章を参照のこと。

例えば戸田山は、「5 周囲を巻き込み動かすには」という節において、カーエアコンの開発に当たる技術者が新たな冷媒の必要性について十分な理解が社内で得られない中で、ヨーロッパの状況について現地の冷媒メーカーの人物を通して情報提供することを通じて、社内の関係者に大きなインパクトを与えたことを指摘している¹⁰。このように人の観点による説明は戸田山による分析の中に豊富にみられる。しかし、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置について開発においてどのような困難があり、どのように技術者が克服したか、という観点は戸田山の分析には見られない。戸田山は分析において、二酸化炭素および、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった物の存在を適切に捉えてはいるものの、人とそうした物と間の関係、そのような物と物の間の関係については分析が手薄なのである¹¹。

そこで本稿では、人と人でない物の両方の観点からプロジェクトを説明できるというアクターネットワーク理論の強みを活かした分析を提示する。

3. デンソーにおける環境に配慮したカーエアコンの開発

3-1 環境に配慮したカーエアコン

アクターネットワーク理論の強みを活かした事例分析を行うために、デンソーにおける環境に配慮したカーエアコンの開発の背景を確かめておこう。

(株)デンソー(本社、愛知県刈谷市)は、1949年にトヨタ自動車から分離独立して以来、カーエアコン、スターター、メータ類、エアバッグ、ワイパー、各コントロールシステム、カーエレクトロニクスなど、自動車部品の業界をリードし続けてきた企業である¹²。近年では、自動車分野で培ってきた技術を活かし、自動車無線や家庭用浄水器、グラスビジョン(透明なスクリーン

¹⁰ 戸田山(2012, 24-6)。

¹¹ しかし、これは理由のあることである。戸田山は、「技術者の仕事というものは、物質や装置ばかりに関わっているように見えるかもしれませんが、むしろ、こうした物質的要素から社会的・環境的要素までを含むネットワーク全体をうまくとりもって関係を調整することだと見た方がよさそうです。」と指摘しており、社会的・環境的要素を重視しているからである。

¹² この箇所のデンソーについての記述は戸田山(2012, 18-9)に依る。

上に映像が表示できるディスプレイ), ヒートポンプ式給湯器など, 情報関連機器, 環境関連機器の分野にも事業を拡大しつつある。

現在, デンソーは「世界・地球・環境との共生」に力を入れてきており, 以下で取り上げるフロンガスを使わないカーエアコンの開発もその一環として位置づけられる。これまで, カーエアコンの冷媒にはフロン HFC-134a を用いるのが一般的だった。しかし HFC-134a は, 地球温暖化への影響度が, 「温室効果ガス」として悪名高い二酸化炭素の 143 倍も高い。デンソーは, 1995 年からフロンに代わる冷媒の開発を開始し, 2001 年 6 月にトヨタ自動車と共同で, 二酸化炭素を冷媒に利用したカーエアコンを開発した。これは, フロンガスを冷媒として使用しない世界で初めてのカーエアコンである。このエアコンは 2002 年 12 月に発売された燃料電池電気自動車「トヨタ FCHV」に搭載された。フロンフリーエアコンが市販車に搭載されるのももちろん世界初である。

二酸化炭素も温室効果ガスと言われているのは確かだが, それでも比べものにならないほど温暖化影響度の高いフロンガスを使わずにすむということは, 地球環境への影響を考えれば大きな技術革新である。さらに二酸化炭素を冷媒に使用することには次のようなメリットもある。(1) 安全であること。二酸化炭素以外に, プロパンなどの炭化水素も地球温暖化影響度の低い冷媒の候補である。実際, 電気冷蔵庫のように少量の冷媒を密閉されたコンプレッサーで用いる場合には, すでに一部で使われている。しかし, 冷媒量が冷蔵庫の 5~6 倍必要な上に衝突のリスクがあるカーエアコンの冷媒としては, 可燃性で爆発する危険性のある炭化水素は不適切と考えられる。二酸化炭素はもちろん不燃性である。(2) 特別の製造工程を必要としない自然冷媒であること, 二酸化炭素は化学プラントから排出されるガスを精製・蒸留すれば簡単に手に入る。プロパンのように冷媒を作るための新たな製造工程が必要ない。

3-2 背景

フロンガスがエアコンで広く使われるようになったのはなぜだろうか¹³。少しだけ歴史的背景を知る必要がある。そもそも冷媒として広く使われていたのは, 自然冷媒のアンモニアだった。1931 年に, アメリカのジェネラル

¹³ この箇所の背景についての記述は戸田山 (2012, 19-20) に依る。

エレクトリック社とデュポン社が人工冷媒としてフロンを共同開発し、「フレオン 11」「フレオン 12」という商標で発売を開始する。これはアンモニアに比べると扱いやすく安全であり、公害も起こさないと考えられたため、よく普及し、フロン冷媒の全盛期を迎えることとなった。

しかし、1974年にフロンに含まれる塩素とオゾン層破壊との因果関係を指摘する仮説が発表され、1985年にオゾン層保護を目的とするウィーン条約が締結されると、本格的にフロン規制が始まる。ここで注目されたのがフロン HFC-134a である。これは、塩素を含んでいないため、フロンガスの中でもオゾン層を破壊しにくい性質を持っている。日本でも、1988年に「特定物質の規制によるオゾン層の保護に関する法律」、いわゆるフロン規制法が施行されると、HFC-134a は、それまで冷媒として一般的だったフロン CFC-12 に代わる「代替フロン」として冷媒に広く用いられるようになった。

デンソーでも、1988年には社内にフロン規制対応専門委員会を設置して、1995年までに新規に生産するカーエアコンの冷媒をすべての HFC-134a に切り替える方針を決めた。これは大きな方針転換だった。なにせ、30年近く使い続けてきたフロン CFC-12 を別の冷媒に変更するのだから、配管から始まって生産システムのすべてを見直さなくてはならない。この作業は1993年までかかった。ともかく、この冷媒変更によってフロン規制法をクリアできることとなり、デンソー社内には「HFC-134a は恒久対策だ。つまりこれ以上は冷媒の変更を必要とせず、ずっと HFC-134a で行けるだろう」という安堵のムードが満ちていた。

さて、すると不思議なのは次の点である。代替フロンへの変更という大転換が一段落したばかりで、しかも車両メーカーやユーザー、行政、社会からの強い圧力もまだないような状況下で、デンソーはなぜ、「代替フロンから二酸化炭素へ」というさらにやっかいな冷媒システムの再変更にいち早く着手し、開発テーマ化することができたのだろうか。本稿ではこのことについて、アクターネットワーク理論の強みを全て活かした考察を試みる。

アクターネットワーク理論による事例分析のために、デンソーにおける環境に配慮したカーエアコンの開発の背景にもう少し立ち入っておこう。じつは、デンソーで代替フロンへの変更が完了し安堵感がただよっていた1993年前後には、すでに地球環境問題の焦点が、オゾン層破壊から地球温暖化へ

の移りつつあった¹⁴。1992年にブラジルのリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国連会議」(通称リオ地球サミット)では、温暖化への対応が議論された。また、同じ年に開かれたドイツ会議では、すでに代替フロンへの温暖化への影響度が注目され、HFC-134aは恒久的なものではなく、さらにより環境特性を持った冷媒が開発されるまでの暫定的な解決策だとする報告がなされている。また、ヨーロッパではこうしたHFC-134aへの不信感から、すでに冷媒開発の動きがスタートしており、ボッシュ社などは冷媒にプロパンを使った冷蔵庫を開発していた。

こうした状況でデンソーの新冷媒開発を進めたアクターとして、技術者の平田敏夫(現・デンソー熱システム開発部)がいる。平田は岐阜大学の出身で、燃焼関係の機械についての研究で修士号をとっている。1983年にデンソーに入社し、最初はクラッチなどの機械部品の開発にたずさわっていた。

地球環境問題はオゾン層破壊だけではない。温暖化の問題も現れてきている。環境問題の焦点は何かということについての考え方が変化していくとともに、何が最適な冷媒であるかということも変わっていく可能性がある。だから、HFC-134aは最終的な解にはならないかもしれない。そうであれば、自然冷媒を追求すれば、新たな道が開けるかもしれない。代替フロンへの切り替え完了とほとんど同時期にヨーロッパで起こりつつある新しい流れを横目で見ながら、平田はもう一度大きな動きがやってくるに違いないと考えていた。

4. アクターネットワーク理論

アクターネットワーク理論は、社会-科学・技術的な研究に対して、社会にも科学・技術にも特権的な地位を与えない説明を提供する¹⁵。この理論は、主にラトゥール(Bruno Latour)とカロン(Michel Callon)、ロー(John Law)に依る1980年代の科学の社会的研究(social studies of science)分野における研究に起源を持つ。アクターネットワーク理論は、人(human)のアクターと人でない物(non-human)のアクターの両方を公平で同じ方法によって扱

¹⁴ この箇所背景についての記述は、戸田山(2012, 21-2)に依る。

¹⁵ ここでのアクターネットワーク理論の解説について、Tatnall(2013, xiii-xiv)を参照している。

うことを保証するための三つの原理に基づいている。第一に、分析的公平性 (analytical impartiality) である。この原理が人であろうと人でない物であろうと検討の対象となるプロジェクトの全てのアクターについて要請される。第二に、一般化された対称性 (generalised symmetry) である。この原理は、社会的な要素にも科学・技術的な要素にも如何なる特別な説明上の地位を与えられるべきでないとするために、人と人でない物のアクターに対して同様に働く同じ中立的な語彙を用いることによって、異なる諸アクターの対立する視座への説明を提供する。第三に、アクターネットワーク理論は、「人と人以外の物を分離するのが困難で、諸アクターが変化しやすい現れ (forms) と能力 (competencies) を持つ状況を分析するために展開されてきた」¹⁶⁾ゆえに、科学・技術的なもの (the technological) と社会的なもの (the social) との間のアприオリな区別の除外である。

上記の三つの原理に基づくアクターネットワーク理論が社会-科学・技術的なプロジェクトを説明する上で人と人でない物の両方を公平で同じ方法によって扱おうとする点はアクターネットワーク理論の特徴といえる。つまり、人と人でない物の両方の観点からプロジェクトを説明できる点がこの理論の強みといえるのである。

5. 翻訳の四局面

三つの原理に基づくアクターネットワーク理論による分析を可能にするのが、翻訳 (translation) の概念である。翻訳のプロセスは、問題化 (problematization) と利害関心化 (interssement), 登録 (enrolment), 動員 (mobilisation) という四つの局面からなる¹⁷⁾。

¹⁶ Callon (1999, 183).

¹⁷ Callon (1986b, 203-19). この箇所において Callon (1987) よりも Callon (1986b) に注目するのは、後者の方が翻訳のプロセスについて明示的な説明を与えているからである。以下に続く5章の記述は、Callon (1986b) によるアクターネットワーク理論をデンソーにおける環境に配慮したカーエアコンの開発の事例に適用したものである。アクターネットワーク理論についてと訳語にかんして、松本 (2009, 158-164) を参照した。アクターネットワーク理論の事例への適用においては、戸田山 (2012) に依拠する他、2013年11月28日に行った平田へのインタビューの結果を活用している。

5-1 問題化

平田が立てた問いは、二酸化炭素を冷媒として用いるカーエアコンの開発は如何にして可能か、というものだった。さらに平田は、自分が構築する関係のネットワークにおいて自らが必須通過点 (obligatory passage point) となるような仕方によってアクターの集合を決定し、アクターのアイデンティティを定義した。平田をネットワークにおいて必須のものとするこの二つの動きは問題化¹⁸と呼ばれるものである。

5.1.1 相互のアクターの定義

平田の立てた問いは直ちに三つの他のアクターをこの事例にもたらし、これらのアクターとは、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置、および、社内の関係者、ノルウェー工科大学のローレンツェン博士のグループである。

5.1.2 必須通過点

平田は三つのアクターを同定しただけではなかった。彼はまた、これらのアクターの利害 (interest) が彼の提案するリサーチ・プログラムを認めることの中にあることを示した。平田の議論は以下のようなものだ。コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置が役立つ装置であることを望むのなら、社内の関係者が「世界・地球・環境との共生」という社の目標を達成したいのなら、ノルウェー工科大学のローレンツェン博士のグループが冷媒研究についての知識を獲得したいのなら、これらのアクターは以下のことをしなければならない。すなわち、1) 二酸化炭素を冷媒として用いるカーエアコンの開発は如何にして可能か、という問いへの答えを知らなければならない。そして、2) この問い周りに存在する協力者は互いに利益を得ることができることを認識しなければならない。

¹⁸ 松本 (2009, 161-2) に依拠して問題化について確認しておこう。問題化とはアクターに応じて異なる問題の所在を調整し、調整者となるアクターみずからが不可欠の存在となるように問題を定義することをさす。

5-2 利害関心化

利害関心化¹⁹とは、実在する存在（ここでは平田）が問題化を通して定義する他のアクターのアイデンティティを課し安定化させようと試みる行為の集合である。これらの行為を実行するには異なる装置が用いられる。

平田に戻ってみよう。彼は、問題化の間、特定の目的を達成するために、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置、社内の関係者、ノルウェー工科大学と協力する。そのように行動する上で平田は、協力者の目的を注意深く定義する。しかし、これらの協力者は、暫定的に他のアクターによる問題化に関与させられる。その結果、協力者達のアイデンティティは他の競合的な仕方によって定義される。他のアクターに関心を持たせる（interest）とは、他のアクターと他のアクターのアイデンティティを異なる様に定義することを望む他の存在との間に置くことができる装置を作ることである。Aは、Bと自分たち(C, D, E)を結び付けることを望むC, D, Eという他の存在からなる他のグループとBとの間の結び付きを切断するあるいは弱めることによって、Bに関心を持たせる。

利害関心化のプロセスの間、Bの性質とアイデンティティは強固にされ、かつ/あるいは、再定義される。Bは、BをAに結び付ける連関の「結果」である。この結び付きはBを、Bに異なる定義を与えようとするCとD, Eとの結び付きから切断する。これらの切断をもたらすのに用いられる戦略とメカニズムの範囲には制約はない。BとC, Dとの間の結び付きが堅固に確立されていれば、戦略とメカニズムは純粹で単純な力でありうる。BがすでにAの問題化に近ければ、戦略とメカニズムは魅惑あるいは単なる懇願でありうる。

冷媒に二酸化炭素を用いるカーエアコンの開発における利害関心化について見ておこう。平田は、高圧に耐えるコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置を開発した。二酸化炭素を冷媒として使う場合には、フロン系冷媒の7倍から10倍もの圧力をかけなければならない²⁰。

¹⁹ 松本(2009, 162)に依拠して利害関心化について確認しておこう。利害関心化とは、いったん問題化によって定義された問題の内容が他の内容に変化することを防ぎ、問題化によって定義された内容どおりに各アクターがふるまうように安定化をはかることをさす。

²⁰ デンソー『環境社会報告書 2003』(PDF版)「カーエアコンの地球温暖化対応」, p22. <http://www.denso.co.jp/ja/csr/report/2003/pdf/pdf/22.pdf>

社内の関係者についての利害関心化について確認しておこう。平田が社内の関係者の利害関心化のために用いた装置は、ヨーロッパの新しい動きを調査した結果得られたデータである。世界は温暖化対策に動きつつある。しかし、社内では代替フロンの切りかえが終わったばかりで、恒久対策としてのHFC-134aの位置付けに関して安心感が漂い強い外圧もない。こうした状況で危機感を持った平田は、文献調査だけでなく、海外研究者や海外拠点から生の声を吸い上げることに努めた。デンソーの海外拠点に問い合わせを行い、ヨーロッパの顧客の動きを確認すると、イギリスの自動車業界ではすでにプロパン系の冷媒をカーエアコンに用いる研究が始まっていること、ベンツやBMWの研究所から炭化水素系次世代冷媒の共同研究の申し出がすでにあったことなどが分かってきた。つまり、ヨーロッパは代替フロンの代わる冷媒の研究に本気で取り組みつつあった。

ノルウェー工科大学のローレンツェン博士の研究グループについての利害関心化について確かめておこう。平田がこの研究グループの利害関心化のために用いた装置は、技術的知識を通じた交流のためのチャンネルである。平田は、「カーエアコンのための、新しく高効率で環境にやさしいシステム」という論文を書いていたローレンツェン博士に個人的な手紙を書き、疑問点をただすとともに、アドバイスを求めた。するとすぐに返事が来て、そこには二酸化炭素が現在のところ最も有望な選択肢であることが書かれていた。また、博士の研究室の最新論文も同封されていた。

5-3 登録

装置が如何に拘束的であっても、どれだけ議論が説得的であっても、成功は決して保証されない。換言すれば、利害関心化の装置は必ず協力者に、すなわち実際の登録²¹につながるという訳ではない。

登録は、予め決められた役割を含意せず、排除しない。登録とは、それによって相互に関係付けられた役割の集合が定義されその役割を受け入れたアクターに帰属される装置を示す。利害関心化は成功的であれば登録を達成する。したがって、登録を記述することは、利害関心化に付随し利害関心化が

²¹ 松本（2009, 162）に依拠して登録について確認しておこう。登録とは、いまあるとおりの問題の立て方を各アクターが受け入れ、それにしたがって、各アクターの役割が安定化する状態である。

成功することを可能にする多面的な交渉と強みの痕跡、仕掛けの集合を記述することである。

もし、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置が登録されるのであれば、これらの機械的装置はそもそも高圧に耐えなければならない。しかし、機械的装置が高圧に耐えることは簡単には達成されない。実際に、平田は、これらの機械的装置と困難な交渉を行わなければならなかった。

コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置と交渉することは、第一に、高圧と交渉することである。先に出た A と B、C において、対処されるべき C（高圧）は簡単には降伏しない。C（高圧）は、A（平田）と B（コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置）との間の関係を遮断する可能性を持っている。C もまさにこの事を B（コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置）に関心を持たせることによってなすのである。

平田は、機械的装置の緻密な設計によって高圧と交渉を行った。機械的な装置の耐圧設計は対処可能な課題ではあった。しかし、単に耐圧設計を行うだけでは、機械的装置の肉厚が厚くなる。これは、機械的な装置に必要なスペースを増やしてしまい、さらに、機械的装置の重量を重くしてしまう。車に用いる装置として、スペースと重量には限度がある。そこで平田は、機械的な装置の緻密な設計を行うことによって、装置の省スペース化と軽量化を図ったのである。

社内の関係者の登録についてみておこう。社内の関係者と交渉することは、第一に、恒久対策としての HFC-134a の社内での位置付けと交渉することである。なぜなら、社内には HFC-134a への切り替えが恒久対策という位置付けであったし、現実にもこの切り替えで手いっぱいの状態であったからである。また、温暖化対策はむしろ省燃費（ガソリン使用量を抑え、二酸化炭素排出量を減らすこと）の問題だと捉えられていたために、新冷媒の開発よりは機器の開発の方が重要課題と考えられていた。さらには、平田の所属していた部署が組織の改編によって解散され、調査の重要性を理解し応援してくれていた鈴木一義課長、HFC-134a への切り替えの際に実務リーダーを務めた次長、そして平田がそれぞれ別の部署に異動することとなった。

この時期、平田は、これ以上の調査を止めるように命じられたり、別の業務への配置転換を示唆されたりした。そのまま新冷媒開発に取り組めなければ、ヨーロッパ市場でのデンソーの競争力は低下してしまう。しかし、社内では温暖化対策という観点からの新冷媒システムの開発の必要性がまったく理解されない。こうした状況の下で、平田は恒久対策としてのHFC-134aの社内での位置付けとどのように交渉したのだろうか。

平田が試みたのは、利害関心化の装置としてのヨーロッパのデータである。彼は、社内の関係者にヨーロッパの生の声を聞かせ、ヨーロッパでは地球温暖化対策が新冷媒開発の重要なポイントになっており、すでにその開発がかなり進んでいるという危機感を共有してもらおうとした。そこで、平田はいくつかの仕掛けを行った。まず、イギリスの冷媒メーカー、キャラー・ガスからポール・ブラックロックという人物が家電製品への冷媒拡販のために来日することに目をつけた。平田はブラックロックにデンソーに立ち寄ってもらい、「開発部隊」と呼ばれる開発部のグループにヨーロッパの最新事情（冷蔵庫の冷媒はプロパンに置き換わるだろうということ、イギリスの自動車メーカーであるローヴァー社が炭化水素冷媒のモニター試験を開始していること）を話してもらった。また、ノルウェー工科大学からローレンツェン博士の弟子をデンソーに招待し、ヨーロッパ車両メーカーによる二酸化炭素冷媒システムの共同開発の現状、そしてそこには基礎技術開発で日米に圧倒的な差をつけるもくろみがあるのだということを語ってもらった。とくに、ヨーロッパでは自動車メーカーが動き始めているという事実は大きなインパクトをもっていた。こうした「外圧」を上手く使って、平田は「開発部隊」に火をつけることができたのである。

ノルウェー工科大学のローレンツェン博士の研究グループの登録について確認しておこう。この登録は支障なく進んだ。平田は短期開発体制をできるかぎり早く立ち上げるという課題のために、ノルウェー工科大学の協力を得て、プロパンと二酸化炭素とを並行して研究することにした。これが早期の開発体制づくりに大変役立ち、デンソー自身のデータを積み重ね、それを利用できるレベルまでこぎつけている。

5-4 動員

誰が誰の名前において語るのか？誰が誰を代表するのか？平田によって導かれるプロジェクトが成功するためにはこれらの極めて重要な問いが答えられなければならない²²。その理由は、利害関心化と登録の記述においては、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置であろうと、社内の関係者であろうと、ノルウェー工科大学のローレンツェン博士の研究グループであろうと、小数の個体だけが含まれているからである²³。

一般にコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置は高圧に耐えるのか？答えはイエスである。開発に用いられ高圧に耐えた少数のコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置は、全てのコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置が高圧に耐えることを示している²⁴。すなわち、開発に用いられ高圧に耐えた少数のコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置（スポークスマン）は、全てのコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置を代表する（represent）。

問題となるのは、平田が交渉した社内の関係者が社内の関係部署を代表するのかということと、平田が交渉を行ったノルウェー工科大学のローレンツェン博士の研究グループのメンバーがグループを代表するのか、ということである。社内の関係者は社内の関係部署を代表するといえる。というのも、関係者とは冷房暖房部の部長らであるからである。ノルウェー工科大学のローレンツェン博士の研究グループのメンバーはグループを代表することができる。なぜなら、メンバーは公式に研究グループを表して研究に参加しているからである。

平田は、全てのコンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置のスポークスマンと社内の関係部署のスポークスマン、ノルウェー工科

²² 松本（2009, 162）に依拠して動員について確認しておこう。動員とは、特定の存在（この場合、平田）が各アクターの代表としてみなされ、各アクターの代表者として君臨する過程を指す。

²³ ただし、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置については、何台ものカーエアコンの試作が繰り返されている。デンソー『環境社会報告書 2003』（PDF版）「カーエアコンの地球温暖化対応」, p.22. <http://www.denso.co.jp/ja/csr/report/2003/pdf/pdf/22.pdf>

²⁴ そう言えるのは、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった物が機械的装置だからである。

大学のローレンツェン博士の研究グループのスポークスマンの名前においてプロジェクトを語り、影響力を持つようになり、語りが聞かれるようになり、これらのグループの代表となった。こういえるのは、1998年に開かれた第一回の「ダスタフ・ローレンツェン会議」からである。この会議は1997年にこの世を去ったローレンツェン博士の弟子が中心になって企画された会議である。平田は会議に招かれ、デンソーの名において研究発表を行っているのである。

このようにして、デンソーは2001年6月にトヨタ自動車と共同で、二酸化炭素を冷媒に利用したカーエアコンを開発したのである²⁵。

6. アクターネットワーク理論の強みを活かした事例分析の有用性

アクターネットワーク理論には社会・科学・技術的なプロジェクトについて、人と人でない物の双方の観点から説明できるという強みがあった。ここでは、この強みを全て活かそうとした事例分析を行った。このような分析によって、すぐれた技術者についての戸田山の指摘をより深く理解することができる。すなわち戸田山は、カロンに依拠しつつ、すぐれた技術者は、物質的・技術的要素だけでなく、社会的要素にも十分注意を払うことのできる「技術者兼社会学者 (engineer-sociologist)」でなければならない、と述べていた。戸田山による事例分析は、主に人の観点からの分析であった。ここでは、物質的・技術的な観点からも分析を行った。すなわち、コンプレッサーやエヴァポレーター、配管といった機械的装置と技術者の交渉についても分析した。この交渉においては、二酸化炭素を冷媒として用いる場合に生じる高圧へ対処が必要となった。そのために平田は、高圧に耐えるために肉厚となりがちな機械的な装置の省スペース化と軽量化を可能にする綿密な設計を行ったのである。

²⁵ しかし、カーエアコンへの二酸化炭素冷媒の利用は、ドイツにおけるバスを例とする一部を除いて実現していない。その要因の1つは、アメリカの冷媒メーカーによる強力な巻き返しである。2007年にアメリカのデュボン社とハネウェル社が、温暖化係数がHFC-134aの300分の1以下である微燃性のフロンHFO-1234yfを提案し、それがカーエアコンの冷媒としては標準になりつつある。一方で、二酸化炭素冷媒は、給湯器などの密閉性が高く定置式の機器の冷媒としては依然として有望な技術である。戸田山(2012, 29-30)に依る。

こうした事例分析によって、「技術者兼社会学者」であるにはどうすればよいのかについて、人と人でない物の双方の観点からデンソーにおける事例に基づいて説明を行った。このことがアクターネットワーク理論の強みを活かした事例分析の有用性である。

7. まとめ

本稿では、デンソーにおける環境に配慮したカーエアコンの開発事例について、アクターネットワーク理論の強みを全て活かした事例分析を行った。すなわち、人の観点と人以外の物の観点から二酸化炭素を冷媒として用いるカーエアコンの開発プロジェクトを説明した。人以外の物の観点においては、高圧に対処するために肉厚となりがちな機械的装置の省スペース化と軽量化を可能にする綿密な設計が行われたことを明らかにした。このように、アクターネットワーク理論の強みを活かした事例分析を提示した。

[文献]

- ・ Callon, M. 1986a: “2 The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle,” Callon, M., Law, J. and Rip, A. (eds.) *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, The Macmillan Press, 19-34.
- ・ Callon, M. 1986b: “Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishmen of St. Vrieus Bay,” Law, J. (ed) *Power, Action and Belief*, Routledge and Kegan Paul, 180-233.
- ・ Callon, M. 1987: “Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis,” Biler, W. E. and Pinch, T. (eds.) *The Social Construction of Technological Systems New Directions in the Sociology and History Technology*, The MIT Press, 77-97.
- ・ Callon, M. 1999 “Actor-network theory – The Market test,” Law, J. and Hassard, J. (eds.) *Actor Network Theory and after*, Blackwell Publishing, 181-95.
- ・ 丸山康司 2005: 「環境創造における社会のダイナミズム—風力発電事業へのアクターネットワーク理論の適用」『環境社会学研究』11, 131-41.
- ・ 松本三和夫 2009: 『テクノサイエンス・リスクと社会学 科学社会学の新たな展開』東京大学出版会.

- ・大塚善樹 1999: 『なぜ遺伝子組み換え作物は開発されたかーバイオテクノロジーの社会学』明石書店.
- ・Tanall, A. 2013: "Preface," Tanall, A. (ed) *Social and Professional Applications of Actor-Network Theory for Technology Development*, Information Science REFERENCE, xiii-xxvi.
- ・戸田山和久 2012: 「1-2 環境への配慮を開発に活かした技術者ーデンソーの取り組み」『誇り高い技術者になろうー工学倫理ノススメ[第二版]』, 18-31, 名古屋大学出版会.

URL へのアクセスは 2014 年 4 月 18 日

謝辞

本研究を遂行する上で、(株)デンソー・熱システム開発部の平田敏夫氏には執筆者によるインタビューに応じていただき、二酸化炭素を冷媒として用いるカーエアコンの開発について貴重な情報を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表したい。

本研究の成果は、2014 年度南山大学パツへ研究奨励金 I-A-2 による助成を受けた。

