

2030年展望と改革タスクフォース（第4回）

（開催要領）

1. 日時：平成28年11月14日（月） 16:00～18:00
 2. 場所：合同庁舎4号館4階共用第2会議室
 3. 出席委員等
- | | | |
|------|--------|----------------------|
| 共同座長 | 伊藤 元重 | 学習院大学国際社会科学部教授 |
| 共同座長 | 高橋 進 | 日本総合研究所理事長 |
| | 河合 江理子 | 京都大学大学院総合生存学館（思修館）教授 |
| | 駒村 康平 | 慶應義塾大学経済学部教授 |
| | 柴田 明夫 | 株式会社資源・食糧問題研究所代表 |
| | 柳川 範之 | 東京大学大学院経済学研究科・経済学部教授 |
| | 柴崎 亮介 | 東京大学空間情報科学研究センター教授 |
| | 戸堂 康之 | 早稲田大学政治経済学術院経済学研究科教授 |
| | 越智 隆雄 | 内閣府副大臣（経済財政政策） |

（議事次第）

- （1）開会
- （2）社会資本について
- （3）対外経済関係、資源・エネルギーについて

【配付資料】

- 資料1 事務局資料
 - 資料2 柴崎東京大学空間情報科学研究センター教授提出資料
 - 資料3 事務局資料
 - 資料4 柴田委員提出資料
 - 資料5 事務局資料
 - 資料6 戸堂早稲田大学政治経済学術院経済学研究科教授提出資料
-

○事務局 第4回目の「2030年展望と改革タスクフォース」を開催させていただく。本日は新井委員、齊藤委員、牧野委員が御欠席である。議題1について、柴崎亮介東京大学空間情報科学研究センター教授にゲストスピーカーとして御参加いただく。議題2についても、戸堂康之早稲田大学政治経済学術院経済学研究科教授にゲストスピーカーとして御参加いただく。

最初の議題は「社会資本について」である。事務局より基礎的な資料を説明し、リードスピーチとして、柴崎教授から御説明いただき、自由討議に入りたいと考えている。

○事務局 1ページ、2030年を展望した社会資本整備等の方向性として、他の分野と同様に整理している。

2030年に予測されることとして、脆弱な国土ということで、巨大地震の切迫や気象災害の激甚化、激化する国際競争、IoT、ICT等の劇的な進歩、インフラ老朽化の加速、人口減少や少子高齢化などがある。

社会資本の役割の発揮について。これはストック効果と言われるもの。安全・安心の確保、QOLの向上、生産性の向上は依然として発揮してもらわなければ困る。第4次産業革命、ICT、IoTの社会資本分野における推進ということが必要になる。メンテナンスコストについて、インフラは老朽化するが、同時に縮減していかなければならない。地域、まちの活性化、稼げる地域を形成していくこと、地域を支える人材、担い手の育成。空き家、耕作放棄地等の既存ストックの活用。これらが課題としてある。対策として、成長インフラ。自動運転、大都市の競争力、ミッシングリンク、リニア中央新幹線、インバウンド、スーパーメガリージョン等キーワードを頭出している。

ICT、IoT、第4次産業革命の社会資本分野における推進について、2つ目がインフラマネジメントへの活用、3つ目が戦略的メンテナンスへの活用である。2つ目のインフラマネジメントへの活用について。これによりインフラの機能の活用を最大化していくことが大事である。次世代交通システム、高度な自動運転、小型無人機いわゆるドローンの産業利用、防災・災害等への活用、遠隔地勤務、交流の拡大などの人の暮らしの変化の環境づくりなどに使われる。

3つ目、インフラのメンテナンスについて。i-Constructionと表現している。そういったものが普及すると、担い手のための教育が必要であろう。管理データの蓄積とメンテナンスが産業化していくのではないかということ。

4つ目、5つ目は、コンパクト・プラス・ネットワークの形成、公的ストック適正化、PPP/PFIということ。6つ目、既存ストックの活用推進、シェアリング・エコノミーの活用。空き家の活用で、地方移住と二地域居住につながっていかないか。中古住宅も循環システム。家だけではなく、農地などについても既存ストックとしてうまく使っていきようなことができないかということ。

2 ページ、人口減少、少子高齢化に地域的なメリハリがある。人口が増加する地点の割合は1キロメッシュで見ると、2%ぐらいしかない。主に大都市圏に分布している。

6 ページ、AIが進展するとどうなるのかということ。下のグラフの職業別従業員の変化の「その他（建設作業員等）」というところ。これはかなり影響を受けて、AIに置きかえられていってしまうかもしれない。

21ページ、22ページにICTやi-Constructionを記載している。

27ページ、地方への移住のアンケートについて、地方へ移住する条件として「教育、医療・福祉などの利便性が高いこと」これは自動運転などで解消できる部分も多い。「居住に必要な家屋や土地が安く得られる」これは中古住宅などの流通が変わっていくことで、ライフスタイル自体が変わるということも考えられる。

○事務局 柴崎教授からのプレゼンをお願いします。

○柴崎教授 社会資本やインフラの話、広い分野の話題のなか、2030年を展望した場合、私のもともとの専門は土木であるが、いろいろやってきた話の中で、ある種のデータが政策として重要なのではないか。

インターネット系のビジネスで、小さくビジネスを始めても、ユーザーのログがたまり、それを解析して新しいサービスを繰り出して大きくしていくということが、一般的なやり方になって、世界を席卷していることは御存じと思う。AIの話に代表されるように、データは非常に重要であり、いいデータがなければ、どんなにいいAIの解析手法があっても、まともな学習、エンジンはできない。普通データは、ビジネスとしてのトランザクションがあると、結果的にいろいろなデータが残る。社会インフラや都市の世界は、データは公共が出して、無料でみんなが使う。しかし、どう使われて、どのようなニーズがあるのか、たまに統計調査をしているが、ほとんどデータが流れてくる状態ではない。これはAIや最新のデータの様々な解析の方法、意思決定支援の方法について、非常に不利である。

何故このプレゼンテーションのタイトルの「エコノミー」に括弧がついているのかを説明する。位置情報やモバイルペイメント、認証などが進歩したおかげで、ゲートを通るとお金を取られる。ロードプライシングなど、その部分で可能になる。最近はやろうと思えば道路に出た瞬間にプライシングが始まることが可能になる。そこでデータも取れるし、利用者のニーズも分かるし、プライスを変更することによってリソースの最適利用に近づけていくことも可能になる。コントロールの方法をうまく使うことが大切であるし、それを実行することによって、データもたまるので、技術開発やサイエンスも進むのではないか。そういうものが今回のポイントである。

土木専門の人間が何故そのようなことを考え始めたのかと言うと、私たちは、国土情報や都市の情報を研究している。その分野でも、昔は国が集めた国土情報を使って解析という流れが普通であった。これはシエラレオネのエボラの伝搬解析を我々が支援したときのデータである。左側が電話の請求書であり、電話の請求書を全員分集めると、どこの基地局の下で電話をかけたのかという情報が分かる。それを分析すると、「kenema」から、人が大勢出ている。実はそこにエボラの患者が最初に収容された病院があった。そこで医療関係者に感染して、彼らがいろいろなところに移動することによって一気にスプレッドした。NHKなどが行ったデータの情報収集の結果である。どのように広がったのかと見ようとすると、携帯の請求書を民間事業者の協力を得てかき集めて、どこの基地局で誰がどのように話をしたのかということのマッピングをしていくと、こういうものができる。日時のデータがあり、このデータを、毎日毎日ずっと更新し続けることができる。ここにはシエラレオネしかないが、3カ国分全部あり、携帯のIDを追うことで、越境の移動もこれで把握することができている。国連にレポートを書いている最中であるが、こういった手法で、3カ国以外のアフリカの国、インドやバングラデシュなどで同様のプロジェクトが始まりつつある。必ずしも伝染病ではなくて、交通や環境などである。

今、衛星は何個上がったというレベルではなく、何百個上がって、上から絶えず画像を撮り、絶えず位置を計測している。地上には大人のほぼ全員、70億台の携帯電話がある。データを持っている。それをどう使うのか。何かが起こったときに、みんながそれでどういうアクションをとり、その結果何が起きたのか。そこからどう学んで意思決定の支援、あるいはある種の最適化に持っていくのが非常に重要なポイントであると思っている。

データがいかに重要かについて。碁の世界でアルファ碁が人間に勝ったことの最大の理由は、たしかに技術の進歩である。ただ、碁には棋譜があり、この棋譜はトップレベルの棋士がどのような環境でどのように動き、最後は勝ったか負けたかわかるわけである。まさに学習用のデータとしては最適で、こういったデータがあればすごく進歩するし、なければ進歩しない。こういったデータを持っているところが競争に勝つし、そうでないところは勝たないという関係が、技術の進歩の結果、よく見えてきている。こういったデータをどのようにして、国土管理や都市、社会インフラの分野で集めていくのか。その工夫をどうやっていくのか、うまくメカニズムデザインをしていく必要があるのではないかな。

建設作業のIoTやロボットも様々な場面でデータを集めている。個別の技術は個別の企業である程度カバーできるが、最終的には全体としての工程をどう最適化し、どうコストを下げていくのかが重要になってくる。そのデータ全体は、どこも全部は持っていない。しかも、工事の条件は土質などいろいろ違う。その

違う環境の中で、いわば一品生産をしているわけで、そのデータをきちんと残していくことができるのかどうかが大変なことである。

災害対応でも同様である。いろいろな災害が起きて、同じ災害は二度と起きないし、場所も全然違う。その中で、誰がどういう状況で、どのような判断をして、何をして、結局どうだったのかというデータをいかに残していくか。そこがないと前進しない。その前進をいかにデザインしていくのが重要ではないか。

残念ながら、公共が関与していて、無料でデータがあることが普通の場合においては、普通の意味でのトランザクションでデータが残ることがなかなかない。それを何とかして残す方向を考える必要があるのではないか。災害リスクへの対応等も含めて、今あるインフラもうまく使っていかなくてはいけない。最適利用という、それなりのプライシングが要るし、プライシングをするということは、そこにデータが残るということ。一品生産に関しても、自動化は難しいのだが、データをしっかり残していけば必ず進歩する。むしろそこをやるのかやらないのかが競争力の根源になるのではないだろうか。

「エコノミー」と記載したのは、「ただでどうぞお使いください、そのかわり、誰が使っているのかよくわかりません、記録もないです」というようなものではなく、位置の認証などを入れることによって、皆さんがどうお使いなのかを把握し、それに応じてプライシングもかけ、その過程で集まったデータを次のサービス、次のインフラの改善あるいはインフラの最適利用にうつなげいく。そういう意味で、「エコノミー」的なシステムをうまく導入していくことができると、インフラのキャパシティー、あるいは建設そのもの、あるいは補修をする方のリソースの最適配分もできる可能性が広がるし、データが残ればサイエンスや技術開発に関しての進歩も物すごく促進することができる。大学の先生などが災害の後、ヒアリングで集めたデータには限界がある。エピソードをベースにやったほうがいいという意見もあるが、全体としてどうだったのかがないことが、大きな問題ではないかと思う。

「社会インフラの最適利用：道路を例に」と記載しているが、有料道路ではないのに課金するというような、ある種荒唐無稽な話であるが、これは実はシンガポールでもう始まっている。萌芽的には世界で例が出始めている。シンガポールはもともとゲートがあったのだが、朝、混んでいるときに車両で町の中に入るとお金を取られる。今年の3月に三菱重工が受注したものだが、位置情報を利用してやろうとしている。5分おきに課金の価格が変わる。それぐらい細かい制御をする。それにより渋滞を何とか抑えて、道路インフラを最適利用しましょうということ。それと同時に、どこで入った人がどこで出て、どのように動いたか。全部データが残るので、まさにどう使われているから、こう改善したほうがいいというようなことができることになる。

この場合は、限られた道路インフラをどのようにうまく使うのかという観点になる。これは広げて物を考えると、これからのメンテナンス、日常的に、道路に穴が開いていたり、それを塞いだり、細々した話も沢山ある。それをタイムリーにやっ払いこうとすると、点検のリソースは限られてくる。道路の穴などの情報を欲しいので、場所と時間を指定して、このぐらいお金を払うからデータを取ってくれないかという点検リソースの最適配分もあり得る。「ちばレポ」について、これはお金を払っていないが、ボランティアにアプリケーションを配って、どんどんデータを上げてもらうという実験的な試みを千葉市が始めている。これは結構いろいろな市に広まりつつある。まだ写真を撮って送るぐらいのレベルであるが、ウーバーや、エアビーアンドビーなどが爆発的に広がっていることを考えると、この可能性を考えておくこと。これもデータがしっかり残るので、重要ではないか。これはメンテナンスで道路の話であったが、理屈上はもっと広く国土管理全般に関して、どこでどういったトラブルが起きているのか、鳥獣被害が起きているかなど、そういった類いの情報を集めるときの工夫にも使える可能性がある。

もう一つ重要なことは、人がいなくなった国土は、放棄されて、まるで失われてしまったかのように見えるが、実際にはそこには豊かな自然がだんだん復活していく。そういった自然のデータを取ることによって、都市にいる人にとっても、生態系サービスを楽しんでもらうことも重要なのではないか。サイバーフォレストという試みがあり、森の中に設置した様々なセンサーから取られたデータを、森林の炭素吸収量を測りましょうというような堅いテーマではなく、鳥のさえずりであったり、風の音であったり、そういったものを絶えず流す。これも一部民間のサービスになりつつあるが、そういう側面も重要なのではないか。

「エコノミー」化することによって、社会インフラの管理者にデータが集まってくる。つまり、利用を有償化するということをしてデータを集めていくと、インフラの方の意思決定の能力や、情報のパワーなどが非常に上がって、投資の最適配分や、インフラに関する技術開発なども促進できる。同時に、データを非常に持っている。都市や国土は民間も沢山データを取っている。ドコモは基地局にセンサーをつけて、気象情報を集めたりしている。そういったデータを一緒に使うことができる。それはなぜかということ、データは基本的にはお金のやりとりというよりは、現時点ではバーターなのである。つまり、我々はこんなによく知っている、あなたの情報を教えてくれたら、これも教えるというようなやり方は強力で動きやすいのと同時に、ただそれだけのネゴシエーションの力に頼るだけではなくて、もうちょっと違うアプローチもあり得るかと思う。それはデータのポータビリティという。個人情報で、EUで議論になっているもの

である。今年の4月に基本的にはデータの保護規則として、2年後には各国の法律にしなければいけないというものが通過した。ある個人にとって取られたデータというのは、センサーを使って取ったら会社のもののようにも思えるが、その個人がそのデータを自分のために使いたい、あるいはこういうことのために使いたいと言ったら、それはその人のコピーを相手に渡して使えるようにするのが当然であるという考え方。これは単に個人情報の公開請求ではなくて、そういう新しい情報を統合するパスを作ることで、新しい産業を育てようというものである。欧州議会の議長はそういった演説をしてこれを通してしている。都市をよくしようというときに、その都市で取られた民間の情報は、都市のマネジメントをよくするために還元されるべきではないかという議論が可能ではないだろうか。データをインフラ、都市管理者側もしっかり持つておくという話とあわせて、都市の改善のためにデータを共有しましょう。この町がよくなれば、あなたの会社にとっても、必ず裨益がありますという議論をやっていかないと、これからの重要な情報は先ほどの携帯のようにほぼ民間事業者が持っている。彼らにとっても、それをどう有効活用するのかは、いろいろな制約がかかっているので、むしろ、先ほどの統合のパスをつくることで、おもしろい利用の仕方が展開するのではないだろうかということ。

今のようにいろいろな過程に関するデータを残していくことで、データがあってこれはよかったというものがたまり、それが沢山あれば、いろいろな学習の仕方があります。ロボットも全く一緒に、いろいろなところで、ある土質のところである作業をしたらどの程度作業が大変で、大量のエネルギーを消費したデータが残れば、その後の最適化に関しては道筋ができるということ。データがしっかりあるとサイエンスや技術開発も大変に加速しやすいということ。

まとめになるが、データがすごく重要で、いわゆる納品してくださいとか、そういう形のデータ集めはこれまで随分努力したが、進まないし、特に利用者のデータは取れない。位置認証などを使った、有料化というような手法導入を使って、情報を集めるのと同時にデータを都市や国土のためにいかにうまく使うのかという社会的な合意をつくっていくということ。こういったことは個別の企業では全くできない大きなフレームなので、政府の中で、問題意識として持っていていただくのは重要なことと考えている。

○事務局 データの利活用などについて、そのインフラとのつながりなどについて、非常に示唆に富む御発表をしていただいた。

今の説明やプレゼン等について、御発言、御意見等願います。

○柳川委員 こういったデータを活用してインフラをうまくやっていくのはとても大事なことだと思う。本当に御指摘のとおりだと思う。1点、御質問と感想めいた意見を申し上げます。

民間の有料な活動がデータを集める源泉というお話について、半分は同意する反面、森の話があったように、IoTのようなことが活発になってくると、民間を通さなくとも直接センサーでもっていろいろなデータが集まってくるのではないかという面がある。道路の状況なども、民間がそこで有料化して集める方法もあると思うが、あちらこちらにセンサーがつけば、直接そこからデータが取れる気もする。そういった可能性をどうお考えか。

民間も無料でビジネスをやることが増えてきていて、グーグルなどで言うと、どこかでお金を取るのだが、有料取引でデータを集めているというよりは、検索などで言うと、無料で民間がデータを集めるということも結構あるだろうと思う。そう考えると、有料というところがどこまで必要不可欠なのかということに疑問があったので、その辺をお伺いしたい。

意見と感想としては、社会インフラの定義を広めたほうがいいのではないか。橋など物理的なものも大事なのだが、本質はデータの方にあるとすると、こちらも社会インフラと考える。むしろこちらが社会インフラだと考えたほうがいい時代が来るのではないか。

○柴崎教授 センサーをつければデータが取れる。おっしゃるとおりだが、そのセンサーをつけて維持するコストは誰が負担するのか。道路にセンサーをつければ全部データが取れるが、それを誰が維持するのか。技術では可能でも、公共がやるかということ、国によっても違いがあると思うが、非常に難しい。センサーをつける目的は何かと当然聞かれる。例えば道路中にカメラがついていて、みんなナンバープレートを読み取っている、なぜ読むのか。それは道路空間をいかに最適に使うのかということである。ある場合には課金するというシステムについて、社会的な合意を得るようなストーリーをつくらないといけない。センサーを置くコストを、少しでもファイナンスするということ。

森林に関して、森林で鳥の声を聞くということで、どれだけお金が取れるのかという話は抜きにしても、もし国土の保全にある程度データが要となった場合、出だしは少なくともある程度公共がやらざるを得ない。今はほとんどやっていない状態である。もし民間で住み込んでそういった経済的な活動をしようという人が現れたら、今でも固定資産税などの課金があり得て、その利用状況を取ることに、その人からデータを取る仕組みがあるかと思う。

現在実現しているのはロードプライシングだけで、国土プライシングなどはないし、まだ遠い感じはするが、イメージとしてはそうなのである。これまでも、センサーをつければデータは取れるが、誰が負担するのかというところで全て頓挫している。そこどう解決するのか。

無料のサービスは民間がやっているように見えるが、あれはお金を取られている。なぜかということ、データがお金なのである。例えば、クレジットカードで

も、取られたデータはいろいろなところに流通している。それはブラックマーケットに流れるという意味では全くない。サービスでただはしないのである。むしろデータが今は価値を持ち、それが貨幣のかわりであると考えて、データ駆動の「エコノミー」が実は回っていて、そこにインフラや、都市の管理をどう乗せていくのかが、これから考えていかないと回らないのではないだろうか。

○柳川委員 今の話でいうと、狭い意味での課金ということではなく、有償という意味でよろしいか。

○柴崎教授 そうである。

○柴田委員 柴崎先生の説明について。データの重要性はよく分かって、納得した。冒頭のエボラ伝搬解析の携帯電話のデータの流れには驚いた。まさにビッグデータである。これらのデータから伺いたいのは、どういう知見が得られて、得られた知見はどのような利用のされ方をしているのか。エボラの原因は、病院が不足しているのか、医者が足りないのか、安全な水へのアクセスが足りないのかという点。あるいは、この地域は石油や鉱物資源の生産も活発かと思うが、それに伴う格差の問題などが原因になっているのか。その辺のデータの利用の仕方を教えていただきたい。

事務局の資料、16ページ、農地面積の減少について。放置すると、農地面積が減少していく。荒廃農地の再生などによって、440万ヘクタールに留めているという資料である。水田と畑と分けてみると、利益の出ない水田の減少が止まらないのかと思う。毎年8万トンの米の消費量が減ってきているところ、これは1ヘクタール5トンの生産とすると、1.3万ヘクタールの水田が、年々減少していくということ。私は、水田は国力であると考え。土地の生産力を根本的に高めるもので、しかも、生産性を維持していく面で非常に重要である。国として、日本の農地はどの程度最低限必要なのかを考え、国土保全のためにも最低の農地を確保する決め方が必要なのではないか。

○柴崎教授 エボラの話について、エボラは様々な要因があるはずである。その中でもキャリアとしての人の移動、どこでどのぐらい固まるか。国全体の地図であったが、実際には町の真ん中に、100メートル、200メートル単位でどこにどのぐらい固まっているのか、マーケットのあるところは人が集中していることが分かる。そういった基礎データを出すことで、今後同様のことが起きたときに、どこで通報があったら、どのタイミングで、どこをシャットアウトしなければいけないか、どこに検問をかけなければいけないのかというタイミングを計るのに使えるだろう。こういったデータは、請求書情報なので、こういった国の会社は半年くらいで破棄してしまう。破棄される前に集めて、リアルタイムに近い格好で処理をして、絶えずビジュアライズする。そのためのシステムを国連と一緒にどうやって作るのか、システム開発している段階である。よく

なかったという原因が分かったのかと問われると、あの病院からあれほど早くシエラレオネ中に人が動いてしまっていることは知らなかったというのが、今のところのファインディングスである。

○事務局 事務局資料について、14ページに畑と田んぼがどの程度減少したのかが記載してあり、グラフを見ると、同じような感じで降りている。委員のご指摘のような国内農業生産に必要な農地の確保の水準をどの程度にするのかというのは、水準が定まっているわけではないようである。課題であるという認識をしているところに留まっている。

○高橋座長 データについて、芝崎先生の資料12ページ、13ページでは、民間事業者との情報のバーターや、民間事業者がデータを提供することの意義について記されているが、個別の企業にしてみると、自分でデータを囲い込んでおくこと、有料だろうが無料だろうが、集めたデータを自分で囲い込むことがビジネスの種になると考えると、公共にデータを提供することについては抵抗があるのではないか。

例えば、東京などでも鉄道のデータについて、JRや民鉄がそれぞれみんな持っていて、みんなJRのデータを欲しがっている。しかし、自分のデータを出すのが嫌なため、統合できない。統合できれば東京全体の人々の移動について、もっとうまく公共インフラの配置なども含めてできると思う。似たようなことは、医療などでも多分起きる。これから医療なども全部インフラになっていくと考えると、医療絡みのデータをどこまで個別の病院が出すのかどうか。患者を囲い込みたいと思ったときにはデータを出さないのではないか。本当につなげられるのかどうか。つなげることで民間事業者がビジネスチャンスを逸すると考えることはないのだろうか、その辺のところをお聞かせいただきたい。

○柴崎教授 一般論として民間がとにかくどのようなときでもデータを出してくれるかという点、全くそういうことはない。鉄道会社、民間事業者は自分のビジネスの範囲ではデータを持っている。つまり、JRで言えば、自分のところの鉄道に乗っている限り、どこで乗って、どこで降りたのかは知っている。ただ、乗りかえてほかに行った瞬間にどこに行ったのかわからない。

あるいは運行状況に障害が起きたときに振替輸送をする。振替輸送した人がどこへ移動したのかは、ほとんど把握していない。本当は良くないが、とりあえずこれで何とか回っている。全体が知りたいとなった瞬間に、生のデータを全部出すと営業秘密も何も無い。それぞれの会社がデータをお互い提供し、解析することにより、全体像が見えてくることを検討することができれば、可能性がある。

携帯のログからも全体の流れが見える。ただ、携帯のログは端末の数だけであり、人の数ではない。自動改札で人の数を数えているため、携帯端末で数えた

数と改札の数を比べてみる。山手線は車両の重さを全部測っている。重さを測れば人数が分かる。そこでまた、スケールするファクターが決まる。みんながデータを持ってきて投資すると、そういうリターンがある。

データの値段設定の段階になると、自分のデータにすごく高い値段設定をするので、合理的なマーケットにならないのである。ところが、先ほどのようなものだとして、データを出してメリットがあるなら乗るといって、オリンピックを目指して現実の話が進みつつある。個別にデザインすれば実現できる。ただし、それに加えて、オリンピックのためにデータを出すのは有意義であるといった、機運もつくっていく必要がある。そういった意味で、両側から攻めていくのが、現実的な突破口を得る手段かと思う。

○河合委員 セーフキャストというCitizen Scientistsの集まりというか、NPOがある。福島事故の後、リアルタイムの放射能のレベルを観測する必要から、ガイガーカウンターを車につけて、放射能のレベルを測定し、データをGPS機能を使い、地図の上で公開している。本当に数人で始まったと思うがそれが世界中に広まっていて、世界中の放射能のレベルが地図の上に示されて人目にわかるようになってきている。市民レベルでの活動は今日のお話では余り触れられていなかったが、ポテンシャルとしては非常に高いと思う。これについて何かコメントがあれば、お願いします。

○柴崎教授 資料8枚目、9枚目で、ご指摘の部分を非常に意識している。車の自動走行に向けてセンサーがいっぱいいつているが、あのセンサーのデータは道路の状況も非常に細かく拾う。それを一体どのようにしてモビライズするか。ボランティアだから貢献するというのもあるし、それをシステムチックに取り入れることで、車ユーザー、車産業そのものにも裨益する。特に、今後自動走行という、道路の路面などの状況をリアルタイムに取得しないと、センサーで見えている範囲だけで走るのは危険なので、あらかじめ工事が始まっているなどのデータがあると非常に有効である。そこをどううまく取り持てるようなものをつくっていくのか。2030年程度の先であると考えて始めておいたほうがいい。

○伊藤座長 情報には外部性があるって、それをどう使うと成功するのかということ。今日の議題のインフラというと、圧倒的に公的な分野ではないかと思う。例えばドコモの携帯電話の情報を使って、地震に対する対応を考えるなど。先ほどの医療も同様である。そうすると、やはり何か公的セクターの関与は非常に重要かと思う。

民間のところに情報があるものは、社会的な目的に対して何らか吸い上げる仕組みが必要だろうが、まだ情報がないところがいっぱいある。例えば橋梁の状態とか、あるいは先ほどのシンガポールの場合だと道路は公的な場所なので

政策的に措置したのだらうと思うが、色々なセンサーをつけていく。民間のインセンティブを使えばよいがそれだけだと十分なセンサーがつかないのだらう。そこも公的な仕掛けが必要ではないかと思うが、そのあたりはどう考えたらよいと思うか。

○柴崎教授 東京オリンピックのときには、明確なターゲットで、人が沢山来ることも分かるし、トラブルが起きたら非難されるのは交通事業者なので、事業者だけでも話が進められる。そのときに、公的セクターが入ってうまくいっていることは、やったらい。オリンピック以降も、例えばレガシーとして使える。そういうアレンジをいかにうまくやるか。民間同士の話はなかなか時間がかかってうまくいかないのと同時に、胴元になる公共側がかなりのデータを持っていて、彼らと一緒に組むとリターンがちゃんと見えるという状態になっておくことが大変重要と思う。

道路にセンサーをつけるのも、最初から民間が入ってくることは恐らくないが、公共側が先行投資をして、データを持って、ある程度全体が見えるようになってきた瞬間に、ここに置いたら、もっと貴重なデータが取れるとか、そういうことも見えてくる。そこから先は、民間が入れる部分が見えてきて、両側が入ってくる。最後のデータのマネジメントは、結局データは誰が何の権限でどう解析して、何のために出すのか、そのアクセスコントロールはどうするのかというところが非常に重要。そこで公共側がどの程度リーダーシップを発揮できるのかが鍵。そこに期待したい。それがうまくいけば、日本全体をいきなりカバーはできないが、かなり広がる可能性はあるのではないかと思うので、ぜひ御検討いただきたい。

○高橋座長 今の点について、諮問会議の下の社会資本整備等ワーキング・グループにおいて国土交通省といろいろ議論していると、先ほど工事現場でIoTを使うという話と、メンテナンスに関しては、例えば将来にわたるメンテナンスのコストを安くするためにセンサーをつけたほうが良いということになってきたので、センサーをつけるという話にはなっている。

私はその先、国土交通省に言っているのは、マネジメント全体を把握するためにセンサーなりいろいろなデータを集めれば、結果としてマネジメントコスト全体が安くなり、新たな有料化もできる。そこから財源がつかれるではないかということを目指している。ただ、政府としては、そこまでの思考にはまだなっていないように思う。政府全体として大きな絵が描けていないと、どこにセンサーをつけていくとか、将来的にどこまでデータを集めるのかというところが、試行錯誤で進んでしまう。全体像を先に描いておかないといけませんが、その辺の話をしていても、全体像を描くところまではいっていないというのが正直なところ。

○柴崎教授 おっしゃるとおりだと思います。全体像が描きにくいもう一つの理由は、インフラは全部公共側がお金を出してセンサーもつけ、データも解析するという絵を描こうとすると、今後の財源も考えた場合に、どこまでやれるのかというのは、大変怪しくなってくる。特に、データの解析など、知恵がある人たちをいかにうまく巻き込んで、1のデータから10の価値を生ませるかという仕組みのつくり方に関しては、役所側の施設管理、建設の部署では、とても難しい。

これまでも電子納品など、沢山データが集まっていることになっているが、結局ハードディスクに入れられたものがロッカーに保管されていることが多い。そこをモバイルにするには、このデータから何ができて、どういうサービスが起り得るのか。出だしはハッカソンでという類いの話かもしれない。そこに民間を入れて、つまり、PPP的に動かしていくのかというのが、鍵ではないか。公共任せだけでいくのは厳しいのではないかと思う。私も昔、旧建設省にいたことがあって、そういう類いの技術開発は、中で一生懸命動かそうとしてきたが、実証実験工事プロジェクトが終わった後、どれだけそれが発展するかというと、なかなか厳しいところがあるのかなと思う。

○柳川委員 この話は広い意味ではPPPの話だと思う。現状のPPP/PFIは、公共資産の民間活用という話で、今の話はデータという意味での民間資産の公共活用の話なので、両方大事だと思うのである。それで、先ほど高橋座長がおっしゃったように、民間の資産を公共活用するときのルールとか契約の仕方に関しては、まだ明確なルールがないので、ここの部分を含めて、本当は広い意味での、PPPであるから、両サイドが本当はあるはずなので、そこは考えるべきポイントと思う。

○事務局 本件に関する議論はこれまでとする。次の議題、「対外経済関係、資源・エネルギーについて」、御議論いただく。事務局より基礎的な資料を御説明して、リードスピーチとして柴田委員と戸堂早稲田大学教授に御説明いただいた後、自由討議に入りたい。よろしく願います。

○事務局 資料3事務局資料の1枚目。2030年までに予測されることとして、世界経済のバランスシフト、中国がGDP規模で米国に近づいていくという話、アジア、アフリカの成長、都市人口、中間層の拡大、または、「中所得国の罅」のリスクといったことを記載している。

世界的競争の激化、資源・エネルギー需要の高まり、その中で、オイルマネーのプレゼンスが高まるという可能性や、温室効果ガス排出量大幅削減下では、化石燃料投資の価値が落ちるといった指摘が記載されている。パリ協定、低炭素社会に向けた取り組みの進展といったものを記載している。

それに対して、それぞれの課題は、国外需要の取り込み、中間層、都市インフ

ラ、高齢化需要、ルール設定の主導権確保、資源・エネルギー安定供給の確保、エネルギー・環境制約の克服、新興国が抱える課題解決への貢献などを記載している。

また、課題に対して、対応施策例ということで、経済連携の推進、TPP、EPA、投資協定等、または対外需要への確保の推進ということで、観光立国、インフラシステム、コンテンツ等々、資源・エネルギーの安定供給確保、省エネ、低炭素システムの構築、最後にSociety5.0ということで、例えば水素であるとか、次世代自動車など、そういったものへの対応といったことを記載している。

3 ページ目、4 ページ目で、超大国と言われるアメリカ、中国での同様の経済社会シナリオを記載している。3 ページ目はアメリカであるが、2012年に公表しており、アメリカの国家情報会議が、大統領が代わるたびにこういうものを出しているの、すぐにアップデート予定であるが、2030年までのトレンドや、楽観シナリオ、悲観シナリオ、それぞれを記載しているということ。

4 ページ目、中国について。中国の経済成長の成長会計で、特に注目する点としては、TFPが比較的小さくて、資本投入が大きいということであるが、そういったことも踏まえて、5カ年計画においては、5つの発展理念のところ、イノベーションを一番上に持ってきているということ。「中国製造2025」ということで、やや長期のプランが記載しているが、その中でもイノベーションであるとか、グリーン発展といったところに重点が置かれているということ。

6 ページ目、アジア諸国の出生率のところ、水面下の灰色になっているのが出生率2を下回るところ。中国、シンガポールに加えて、マレーシアやタイが2を下回っており、新興国の中でも、出生率に関してはいろいろあるということ。

8 ページ目に「中所得国の罟」という図を掲載している。横軸が1人当たりGDP、縦軸が成長率。10年ごとの成長率の平均を点で結んでいるが、上の大きな矢印に乗っている韓国、台湾、シンガポール、香港等のラインの高い成長率を中程度の所得でも維持しているといったラインに中国は乗っているわけであるが、下の矢印を見ると、タイ、フィリピン、インドネシア、インドは、下のほうの中所得の段階で成長率が若干低いという、いわゆる「中所得国の罟」に陥っている可能性があるといった図である。

11ページ目、経済格差について。最近、象の鼻と言われている図表。世界の所得階級別に見た所得を左から並べている図であるが、過去20年間、1988年から2008年までの実質所得の成長率を見たもの。真ん中の50%とか60%の人たち、つまり、新興国の所得は、過去20年間相当上がっている。加えて、右側に先進国、富裕層とあるが、トップ1%の所得も同様に上がっているが、その間である80%、90%のいわゆる先進国の中所得者、低所得者あたりの層の所得が上がっていな

いという状況がある。

アメリカの学歴別の実質賃金の推移について、1964年をスタートに見てみると、学歴が高い層の賃金が高まっているということ。

アメリカの技能レベルごとの雇用シェアの変動を見ていただくと、薄い線の80年代には、技能層が高いレベルの雇用が増えており、90年代には、高い層が増えながら、中位層が下がっている。2007年まで、技能が低いところの雇用が増え、真ん中も少し減っていて、高いところが余り変わっていない。時代ごとにその構造が変化をしてきているということ。

12ページ、対内直投が諸外国と比較して日本は低いといったような図である。

13ページ、日本の経常収支の動きを確認的に見ている。経常収支赤字になるのではないかとといった懸念があったが、2015年は黒字幅が拡大している。灰色の所得収支が顕著に増えていて、対外純資産が時代を追うごとに増えていることを背景にしている。

経常収支の中のサービス収支を見ると、赤字幅がどんどん縮小してきている。その背景には、旅行収支で見ると、2015年には受け取りが支払いを上回っているが、背景にはインバウンド需要があり、サービス収支の赤字がどんどん縮まっている状況である。

14ページ、日本の交易条件が長いスパンで見ると悪化してきていることを示している。

16ページ、世界のソブリン・ウエルス・ファンドの資産がこの5年ぐらいで大分増えてきており、そういった市場でのエネルギー関係企業のプレゼンスが高まっているということ。

19ページ、パリ協定について、2030年度の温室効果ガスの削減目標26%削減、2050年までに80%減がある。

20ページ、各国の2050年の温室効果ガス削減目標を見ると、大体8割減というものがそろっているということ。

21ページ、環境省の気候変動長期戦略懇談会が提言を出している。80%減はなかなか既存の技術では大変なものがあり、技術に加えて、社会システム、ライフスタイルを含めた社会構造のイノベーションが必要だといった提言になっている。

23ページ、2030年ぐらいまでの青の点線でくくられている領域が、既存で見えるような削減の技術であり、右上に「エネルギー・環境イノベーション戦略」と記載しているが、それだけでは今はまだ見通せていないが、そういったものも視野に入れていかないと、2050年までの温室効果ガス削減はなかなかできないということ。

24ページ、25ページは地域のエネルギーについて。24ページが現状の地域の

エネルギー収支である。赤がエネルギー収支マイナスであり、水力、発電所があるようなところが一部だけ青になって収支がプラスとなっている。

25ページ、水力や風力など再生可能エネルギーのポテンシャルを考えると、地方でエネルギー収支が黒字になるような可能性がある。それにより、地方とのエネルギー消費地とのバランスが改善されるといったことを記載している。

○柴田委員 30年ほど資源マーケットを分析してきて、2008年に原油価格が150ドルに迫り、ほかの資源も高騰したわけであるが、あのあたりから経済や、成長理論と資源との関係というものを改めて振り返るようになった。リカードの『経済学および課税の原理』を見ると、冒頭の部分で、商品についてはほとんど無制限に増加することができるだろうという言葉があって、基本的に成長については地球規模の自然をどんどん利用できるとの前提だ。土地については、一国で限界があるわけだが、多くの国に広げることによって、無限に増加させられるという考えである。言いかえれば、地球規模の自然の限界に達するまでの成長の理論と言えるのではないかということで、地球の限界に達した場合に、逆に停滞する停滞の理論とも捉えられるのかなということである。

改めて、国にとっての資源・エネルギー・食料の安全保障とは何なのかを考えてみると、国民の生活、経済・社会活動、国防等に必要な量の資源・エネルギー・食料が、受容可能な価格で確保できるということだろうと思う。この間、マーケットの動きを見ると、90年代ぐらいまでは、市場メカニズムの中でコモデティーとしての商品が続いた時代であって、商品のコモデティーの値段にあらゆる情報が凝縮される、そういう時代であった。経営者の方は、資源の生産とか投資に当たって、余り詳しいことまで知る必要はなくて、ある程度価格の動きを見て判断できたわけである。

2000年以降になると、価格が高騰する中で、戦略物資としての性格を強めていき、資源国による資源ナショナリズムの動きも高揚してきた。2008年のリーマンショックを契機に、資源が暴落するようになったが、今後需要が引き続き拡大はしていく流れの中で、現在、何が起きているのかということ、資源の開発への投資が控えられてくるということ。逆に言うと、2020年あたりから新たな需給逼迫に陥る可能性があるということで、実際、水面下では中国などがしっかりと資源権益の獲得競争を進めているということである。

一方で、資源は無限にあるわけではなくて、有限な資源を前提とした対策の必要性、安価な資源時代は終焉したという認識で、資源への取り組みが必要と見ている。具体的に、国際経済やエネルギー・環境という順番で簡単に申し上げていく。日本の経済と資源・エネルギーということで、左の棒グラフは輸出、輸入と貿易収支。2011年から5年連続で貿易収支が赤字になっている。背景には、特に鉱物性燃料の輸入の増加ということがあつたわけだが、震災前に18兆円であ

った輸入は、13年には28兆円に膨れて、足元は原油が下がったことによって17兆円ぐらいまで下がっている。資源とエネルギーについては、日本は基本的に長期的な供給制約問題に直面している。エネルギーは、財政の赤字、成長戦略両面からの解決のキーになると見ている。

結論としては、資源・エネルギー戦略ということで、長期的には、脱石油戦略。企業としては、省エネ・省資源・CO2削減戦略。国家としては、こういったエネルギー、原油、鉱物資源は依然として重要であるから、資源の権益の確保、安定調達戦略。そして、官民学では、この資源に関する情報分析能力を高めていくということが必要。長期エネルギー需給見通しにおいては、2030年度に自給率を6%から25%に高めるといような目標に掲げているわけだが、なかなか容易ではないということである。

この資源価格の動きで見ると、60年代の低位安定、70年代の2度のオイルショックを経て、資源価格が高騰する。80年代に入ると、資源が高騰した結果、需要サイドでは、省エネ・省資源の動きが進み、一方で、供給サイドでは資源の開発が進むということで、資源の供給の天井が異常に高くなる一方で、景気の停滞という形で資源の需給が緩むということであったが、2000年代に入ると、④のように非常に資源の高騰を見るということになる。この背景には、中国、BRICsの成長、重化学工業化が背景にあるわけだが、リーマンショックを挟んで、一旦資源の価格は上昇に転じるが、足元は大きく価格は低迷している状況である。

こういう状況が続くと、資源の開発投資が控えられてしまって、一方で、需要の伸びは鈍化しても、着実に需要が拡大する傾向であるから、2030年を考えると、再び資源の高騰を見るのではないかということである。

CRB指数といって資源のコモデティーの価格指数全般を見たわけだが、個別の資源の動きを見ても、鉄鉱石、一般炭、原油、銅地金と同じような動きで足元は下がっているが、90年代のレベルからは高いところで留まっている。

この背景には、BRICsの中でも中国の経済発展ということで、特に2000年以降、2桁成長に転じる中で、中国の経済成長は、資源の大量の開発投資投入、大量生産、消費、廃棄という、粗放型の経済成長に乗っかっていただけであるから、一気に資源の需要が拡大し、価格の水準が切り上げられるという現象が起こった。ただ、足元は2桁成長から6%台の成長へということで、新常态に移っていて、これに伴って資源価格もマーケットも落ちついているということである。

長期的にこの世界経済を眺めてみると、10年ごとの平均成長と黒い折れ線の毎年の成長が、5%前後の高成長時代と、3%の低成長時代と分けられるのではないかということで、日本の高度経済成長があった60年代というのは、まさに世界経済は5%前後で成長する。この資源価格が高騰した2004年から2007年は、実は、世界経済は5%の成長をし、このまま中国、BRICsなどの成長が続く

と、資源価格がさらに高騰するという見方になったわけだが、資源の価格が高騰した結果、世界経済というのは、長期停滞というような低迷局面に入っているということである。足元は長期停滞、ローレンス・サマーズ教授が2013年ごろ言われたが、なかなか成長ができない。この低成長の背景には、資源の有限性、価格の高騰、それに伴う企業にとってのコストアップが背景にあるのかと思う。

経済の低成長のみならず、世界の貿易を見ても、2011年から2014年は、貿易自体の伸びも低迷している状況である。世界経済全体を鳥瞰すると、アメリカに牽引されるような形であるが、全般に減速傾向が目立っているということ。

10大リスクということで、それぞれのリスク要因があるわけだが、特に原油安というものがこれに加わってくると、それぞれリスクがさらに増幅されるおそれもあると見ている。エネルギー分野であるが、原油価格が、2011年から2014年にかけて高止まりしていたのが、足元は40ドル台のところまで低迷している。今後を見た場合に、何が起こるのだろうかということ、世界の石油需要はずっと基本的には右肩上がりで上がっていて、輸送用の燃料需要はガソリン、軽油、ジェット燃料など石油がメインであって、これは伸びていくということである。世界経済は低迷によって、需要は減少するが、伸びが減少するだけであって、右肩上がりで伸びている。この間、生産も増えたのだが、増えたところは、実はアメリカとカナダ、北米での生産が増えたことである。在来型の原油と非在来型原油というところで見ると、生産が増えたのは、北米の非在来型原油の生産が増えたという形になっている。将来を見た場合に、IEAの見通しであるが、2035年には需要の拡大に伴って、供給は増えるのだが、増える中身は、主に非在来型の生産が増える。在来型の石油は徐々に減退して行って、2030年代には生産量が現状から半減する形になっている。

かつてのオイルピーク論はどうなったのかということ、左側の3つが、オイルピークで危機感がおおられたわけだが、一方で、エクソン、BP等は、石油の供給拡大を見ている。真ん中が中立的な予測ということで、IEAの見通しも、かなり楽観的な期待を込めた生産見通しになっているということである。未開発、未発見の部分が見つかるだろうという前提と、非在来型の石油の拡大ということなのだが、実はこの非在来型の石油というのは、エネルギー密度が低く、ここを3割から4割修正すると若干緩やかな伸びになってしまう。エネルギーを生産するためにも、エネルギーが必要で、EROI (Energy Return on Investment) で見ると、これも伸びはかなり低くなってしまふ。しかも、未発見油田、未開発油田は過剰に見積もられている部分もあり、これを修正すると、生産量はかなり減ってくる可能性がある。既に、例えばアメリカのナンバー31という標準的な原油のエネルギーについて見ても、ガロン当たり14万Btuの熱量であるが、実際に使えるのは99万であり、しかも、これまではほとんど経済活動に利用できた

わけだが、エネルギーを生産するためには、エネルギーがまた必要である。右肩上がりの曲線が上がってきて、2030年ごろには1になってしまうということで、かなり効率が悪化するということである。

原油価格は、恐らく2018年あたりまでは低迷するだろうが、開発投資が抑えられる一方で、埋蔵量が減ってくるため、これが2020年以降、再び需給の逼迫という事態になるのではないかということ。

先進国の場合には、脱石油戦略ということで、再エネやビッグデータ、IoTなどの情報化を進めていく必要がある。あるいは進むと思うのだが、一方で、資源の有限性は引き続き高まるのではないかということ。

銅の場合には、トン当たりの品位が低下していて、足元は1トン生産しても、0.5程度の品位になっている。生産コストが上がるし、問題は、生産すればするほど銅の鉱石の「廃石・ズリ」、廃棄する部分が大きくなっていくということである。

レアメタルは、背景には依然として中国の高速鉄道のネットワーク建設や、特別高圧送電線のネットワークを広げるといった事業があるのだが、中国は資源について、国家資源戦略を打ち出してきている。供給量の確保、埋蔵量の獲得、権益の獲得である。さらに戦略備蓄の拡充や、需要サイドで見ると、資源の高度利用ということで、二高一資産業の高度化、環境への負荷の高い産業、エネルギー効率の低い産業の高度化、資源消費量の高い産業の高度化、需要サイドで見れば、COP21のパリ協定で、2005年比で2030年には60%から65%削減するということをうたっている。

食糧について。これは食糧の特徴であるが、食糧の供給が増えた結果、足元の価格は大きく下がっているものの、むしろマーケットが非常に不安定化していると捉えている。価格の変動リスクが高まっている。一方で、世界的な農業開発ブームが起こって、農業の工業化、脱自然化、普遍化という形で生産が飛躍的に伸びているが、自然の影響もあらわれてきている。温暖化や水の制約、植物の多様性の喪失、土壌の劣化というリスクが高まって、それが生産を不安定にし、その投機マネーが入りマーケットを不安定にしている。こういった傾向の中で、中国はしっかりと食糧の確保戦略を進めているということである。

穀物の生産量は、この4年間、過去最高の生産量になっているわけだが、25億トンぐらいで頭打ち傾向とも見られる。一方で、消費量は2000年以降、前年比を下回ることなく伸びてきている。この消費の約半分は家畜の餌の消費なのである。こういった状況で、例えばアメリカは、毎年毎年単収を過去最高に持っていくというような形で生産をふやしてきている。日本の農業の場合、自然の力を最大限発揮させて持続させるというのが、水田農業の特徴であるが、これと全体的に対照的な動きをしている。長期的に見た場合には、需要が拡大するとい

うことだが、専ら食糧の生産というのは、面積を広げるのではなく、単収を上げる形でこれまで生産が増産されてきたが、2030年を展望した場合、需要は伸び、供給は制約になるということで、需給は逼迫傾向が強まってくると見ている。

中国などは、必死で増産しているわけだが、特に中国においては、国内生産を急ぐ一方で大豆は世界の貿易の65%ぐらいを輸入している。穀物についても、世界の基本的に半分ぐらいは中国で在庫されている状況である。食糧については、中国は毎年年初に1号文書というものが出されるわけだが、13年連続で農業の近代化、農業、食糧問題について掲げている。

環境・水というところでは、いろいろな自然界における気になる兆候があらわれてきている。それぞれ別個の動きではあるが、根っこのところはつながっているのではないか。すなわち、人類の活動が地球の限界以上に高まった結果、様々な現象が現れ始めた。エルニーニョ現象、温暖化傾向が進んできている。

遺伝子組み換えというものも普及しているが、気になるのは、2014年をピークにして、世界の中で、遺伝子の組み換え作物の面積が減少し、個別の国でも減少しているということである。価格が下がったことによって、遺伝子組み換え種子というものは、結構コストが高いということで、控えている部分もあるのかということである。

水の制約も大変だが、単に水の問題というのは、限られた水資源をめぐる争奪戦ということに加えて、水資源の開発、上下水道の整備という流れの中で、コモنزすなわち地元共有資源なのか、商品なのかという流れ。それから、食糧生産の大半は地下水を利用しているということで枯渇の問題や、シェールガスと水汚染、日本においては水源が奪われるという懸念もなされており、複雑化している。

低炭素社会に向けた取り組みということで、1人当たりの活動を抑えるのか、産業構造においてエネルギーの効率を高めるのか、CO2を出さない供給システムを進めるのか、こういうことにまとめられるわけである。

価格が高騰したというのは、背景には安い資源の枯渇の問題、地球の温暖化、こういう不可逆的な流れがあって、それがマーケットの価格高騰という警告から、早く省エネ・省資源を進めなさいであるとか、太陽光、再生エネルギーへの取り組みを進めなさいというシグナルが発生されていたと思う。これもそういう意味では、資源の省エネ・省資源化、再生可能エネルギーへの取り組みということで、成長を考えていくことが必要かと見ている。

○戸堂教授 世界の企業のネットワークの分析からということで、最近の研究の結果を御紹介させていただく。

どうしてネットワークが重要かということなのだが、これは人材が交流することによってイノベーションが起き、さらに創意工夫が出てくるということに

尽きると思う。こういうものが経済発展の礎、源泉となるわけで、そういう意味で、ネットワークを築くということは経済発展にとって重要になってくる。

特に多様なネットワークを築くことが大事であり、地域や組織、共同体の強いきずなも大事で、これによって、同じ組織に所属している方々が情報を共有して、それによってイノベーションを起こしていくことが可能になるのだが、それだけでは煮詰まるわけであり、よそ者とのつながりをつくることで、新しい知恵を取り込んでいくことが必要になっていく。強いきずなというのは、例えば日本においては系列のような関係だとも考えられる。はたまた、よそ者とのつながりというのは、一つには海外企業とのつながりということがあり、海外とつながる。例えば輸出をするとか、直接投資をするとか、そういうことによって、企業の生産性が非常にアップしていくということは、実証的にかなり示されている。

対日直接投資についても同様で、外資が入ってくることで、これが増えるだけではなく、外資の新しい知恵も入ってくるので、日本企業の生産性も伸びるということが見出されている。

世界のデータを使って、サプライチェーンを可視化した。これはいわゆるネットワーク分析の指標を利用して、5万7,000社の世界の企業をつながりを可視化したものである。サプライチェーンの関係になっているものがリンクされており、そういう企業と企業の間に関係が働くような過程を置いて図を描いている。そういうサプライチェーンの中心にいる企業が真ん中に来る。サプライチェーンでつながっている企業同士が固まりをなすという構造になっている。これを見ると、残念ながら日本は世界のサプライチェーンの中心にはおらず、周辺にいることが見えており、かつ、中心にはアメリカの企業が多いのだが、イギリスの企業やドイツの企業がまじって、欧米の企業は非常に密接なつながりを持ちながら、中心的なサプライチェーンを構成していることが分かる。中国はまだまだサプライチェーンの中心にはいないということが見える。

次に、日本企業とその取引先の外国企業だけを抽出してネットワークを描いたものを見ると、黄色が日本企業、緑が外国企業ということになる。そうすると、黄色と緑がまじっているということは、日本企業は海外の企業と取引をしているということなのだが、この一角にほぼ黄色ばかりの企業群がある。つまり、余り海外の企業と取引をしていない企業群が日本にはかなり存在し、その一角に政府がいるというような構図が見える。これは、例えばアメリカなどを見てみるとそうではなく、全体的に企業が国際化し、海外と取引を持っている。政府についてもそうであることが見える。

さらに、ネットワークの指標が幾つかあるのだが、強いきずなの指標であるトランスティビティであるとか、コンストライントという多様性の指標、こ

れは低いほうが多様性は低いのだが、こういうものを見てみると、日本は残念ながら余り多様な取引先を持つ企業が少ない。アメリカなどだと、多様性と密な関係をあわせ持つような企業がかなり存在していて、それが実はアメリカの強さなのではないかということが見出されるわけである。

サプライチェーンの国際化に関しては、一見、日本もそれなりに国際化しているように見える。さらに、東日本大震災の後、サプライチェーンの多様化が進んで、強靱性を増しているように見えるのである。これは日、米、欧のトップ3の1次サプライヤーの販売先のうちの外国企業の割合ということで、日本は非常に低い。つまり、日本の自動車企業のサプライヤーは、余り外国に物を売っていないということになる。自動車メーカーそのものは国際化が進んでいるのだが、サプライヤーの国際化が進んでいないという弱点が見えてくる。

さらに、ちょっと話は違うのだが、ネットワークというものは、いい面もあるのだが、悪い面としては、ネットワークの閉鎖性と経済停滞が悪循環するという面がある。つまり、閉鎖的なネットワークが構成されてしまうと、経済が停滞するのだが、では、よそ者とのつながりをつくればいいのだが、なかなかそうはいかずに、逆によそ者が悪い、外国が悪いという感じになって、ますますネットワークが閉鎖的になっていく。それを支持するような政策がなされるというようなことがある。これはまさに、最近よく世界で見られることであり、新興国を見ても、インドネシアやマレーシアなど、そういう国が閉鎖的な貿易政策、投資政策を進めているとか、さらに象徴的なのは、ブレグジットであるとか、最近のアメリカの大統領選の結果を見ても、こういうことが非常に世界的に見られるようになってくる。こういうことが問題だと思うのである。

そういう視点で、サプライチェーンにおける政府の役割を見てみると、新興国の方が政府の役割は大きいというようなことが見てとれる。アメリカの政府とつながっている企業だけを取り出して可視化すると、赤いものが政府なのだが、色がついているのは、先ほどの国別の色とは違って、いわゆるネットワーク分析を使って企業をグループ化している。つながりを持った企業をグループ化する作業をしているのだが、これを見ると、アメリカの政府は、いろいろなグループとつながっているのが分かる。これは、中国についてもしかりなのである。日本の場合は、必ずしもそうではなく、ピンクのついた企業とかなり中心につながっていて、多様性がないということが分かる。日本の場合、多様性に欠けるようなサプライチェーンのあり方がある。

資本所有のネットワーク、つまり、株式所有のネットワークを見ても、この中心にアメリカ、ドイツ、イギリス、その他ヨーロッパなどがまざり合って位置しているのが分かり、日本は残念ながらこの端に来ている。これは2014年なのだが、2011年を見ると、多少様相が違って、日本は一つの固まりでは結構アメリカ

に食い込んでいる。残念ながら、その固まりが2014年、3年後にはなくなってしまっているということが見えて、むしろ国際化という意味で、日本は後退している。

中国などを見ると、中国は日本の端っこにあって、2011年時点では日本を通して世界企業とつながっているという状態だったのだが、2014年にはそうではなく、中国が独自にイギリス、アメリカなどとかなりつながっているということが見える。中心性を見ても、実は中国は結構中心的な企業とつながっていることが見えたりする。

特許の共同所有ネットワークは非常に特徴的であって、日本は海外との特許の共同所有、つまり共同研究とある程度解釈して構わないと思うのだが、そういうことをやっていない。そう言っているうちに、中国などが結構アメリカとつながり始めている。2005年から2007年の状態を見ると、中国はほとんど共同研究の世界には存在していないのが、6年ぐらいたつと一気にアメリカの企業とつながり始めているわけである。日本はいつまでたっても独自のグループを構成していて、世界の企業とつながっていない、むしろ、離れかけているようにも見える。こういうことが、ネットワークの分析からわかることであり、多様なつながりを構築することが大事である。そういう意味で、例えば一つにはサプライチェーンの国際化というものが必要なのだが、逆に政策的にルネサスエレクトロニクスを実質的に国有化するということで、日本的にはサプライチェーンを守ろうとしている。これはその逆なのではないかとも思う。研究開発におけるつながりをふやしていくことも非常に重要で、それは中国との共同研究も当然含まれるわけである。

つながりの構築は大事なのだが、つながりの構築には外部性がある。つまり、つながりの構築を自分でするよりも、人がつながるのを待っていて、それにフリーライドすれば楽だという面があるから、政府はつながりを補助していく、支援していくことが非常に重要だということがある。

先ほどの事務局の資料にもアジア・アフリカの新興国が台頭するというお話があったが、現在はこういう企業のネットワークを可視化しても、余り新興国は大きな地位は見えないわけであるが、当然2030年ぐらいになると、インドネシアの企業、タイの企業、アフリカの企業が、かなりの大きさにこの図にあらわれてくるはずなのである。そういう企業ともきちんとながりをもっていくことが、今後重要である。そのためには、日本はそういう国に対して上から目線的なことがあるが、そういうものを除いて対等な関係を構築していくのが大事なのではないか。

例えば、インドネシア人は、日本人に対して好感があるのと、中国人に対して好感がある人というのは、そんなに変わらない。日本で思っていることとかな

り違うと思う。さらには、同じピューリサーチセンターのサーベイでも、将来的に中国は現在の米国に取ってかわるというアンケートに対して、イエスと答えている人は、アメリカでも半分ぐらいいるし、全世界でも大体半分ぐらいいるわけである。ところが、日本では数%、1桁のパーセントしかない。日本人の中国人に対する見方というのは、世界的におかしいところがある。そういうことを、ちゃんと政府は旗を振っていただいて、きちんと戻していくということが必要なのではないか。

経済停滞と閉鎖的なネットワークの悪循環ということであるが、それを阻止することに今後の日本の重要な世界経済における地位、意味があるのではないかと強く思っている。それは、例えばTPPなどのFTAを進めていく。TPPは今やかなり難しくなっているわけだが、それでも、国会を通すことに対しては、メッセージ的には大きな意義があると思うし、そういうものも含めてやっていく。そのためには、自分自身をもっとオープンになっていくことが必要かと思う。

○事務局 世界をめぐる環境やネットワークなどについて、示唆に富む御説明をいただき、感謝申し上げます。これまでの御説明のところについて、御質問や御意見などをお願いします。

○駒村委員 2つほど教えていただきたい。このネットワークの話というのは、個人の問題でも言えるのかどうなのかということが1つ目。

2つ目は、27ページに政府の話があり、日本の政府のつながりは多様性に欠けているという問題は、政府と企業、大学の間の人材の流動性の問題などに原因があるのか、それとも、先ほどあったように、政策が決定的に大きいのか、この辺を教えていただきたい。

○戸堂教授 個人について適用できるのかという問題は、実は、社会ネットワークの研究は、むしろ個人レベルのネットワークについてより研究が進んでおり、その研究成果を見ても、多様なネットワークを持っている人は、企業内でもパフォーマンスが高いといったことが実証的にあらわれている。

政府に関しては、27ページ、28ページについては、これは調達のネットワークについて見ているので、ここからわかることは、流動性というよりも、日本政府は同じような企業としか取引をしていなくて、多様な企業とは取引をしていないということ。一部の企業としか取引をしていなくて、さらには、15ページを見ていただくと、政府が取引をしている企業は黄色の固まりが中心であって、つまり、国際化しておらず、海外の企業との取引がほとんどない企業群と中心的に取引をしているということがわかる。よって、閉鎖的な日本経済の一部分の一翼を日本政府は担っているということを示しているわけである。

○伊藤座長 戸堂先生に質問する。ネットワークというものは様々で物の取引もあるであろうし、資本関係もあるであろうし、場合によっては人の移動もあ

るかもしれないが、どういうネットワークを想定しているか。グラビティーモデルでは、お互いに大きいほど引っ張り合う力は強いし、距離が近いほど引っ張り合う力が強い。アジア、要するに日本に近い距離にあるところはずっと規模が小さかったので、例えばドイツのようなところに比べて、どちらかという弱かったと思う。非常に楽観論で言えば、これからアジアの国が大きくなってくると、あるところまでいくという議論もあり得ると思う。昔からよく貿易でグラビティーモデルでやってみると、日本はアウトライアーかどうかということが、貿易摩擦の議論でよく議論になったのだが、大ざっぱに見ると、そんなにアウトライアーではなくて、グラビティーの上に乗っかるのではないかと思われる。そのあたり、今は状況は厳しいが、ある程度は楽観論でいけるのかどうか。

柴田委員にぜひ聞きたいのは、エネルギーの需給、中長期的に厳しいだろうとおっしゃったが、一方でCOP21で例えば2050年に80%主要国で削減ということが仮に実現できたとして、もちろん途中の2030年はどうかということもあるが、その排出量を80%削減する世界と、今日お話のあった石油などの世界は一致するのかどうか。

○戸堂教授 確かに、この図を見ると、サプライチェーン的には中国、韓国、日本は濃くついていて、距離が大事だということはあると思う。ところが、最後にお見せしたような資本のネットワークについても、必ずしも日本と中国がくっついていて、つまり、イギリスとドイツが絡み合っているような感じではないし、この特許所有のネットワークを見ても、むしろ中国とアメリカの方が強いつながりを持っていて、日本と中国はほとんどつながっていない。そういうところがやはり問題なのではないかと思う。よって、アジア経済が台頭していったときに、日本がもっと中心に来られるのかということ、そこは楽観的過ぎるのではないかという感じを持っている。

○柴田委員 COP21をクリアするのと、エネルギーというか、なかなか両立が難しいという気もする。それだけ石油の熱効率が非常にいいものであるから、石油にかわるものがなかなかない。特に輸送用の燃料需要をどうするのが非常に大きいと思う。確かに燃費の効率はどんどん進んできて減っているのだが、世界の自動車保有台数は10億台などと考えてみると、耐用年数は20年ぐらいもつわけであるから、なかなかガソリン車が切りかわっていくという局面が見込めないという気がする。

○伊藤座長 可能性というよりも、仮に80%削減するということをやったときに、そのときに石油の需要がどうなるとお考えだろうか。

○柴田委員 それは減るだろう。

○伊藤座長 その場合は、我々は、もちろん実現するのは難しい問題だと思

うのだが、それができたとすれば、余り先のことを考えなくてもいいということだろうか。

○柴田委員 そうである。怒られてしまうが、特に、内燃機関はもうやめるべきとの議論があっても良いと思う。

○河合委員 今、お話になった低炭素社会の取り組みということで、イノベーションで世界をリードして、気候変動対策と経済成長を両立する政策とすることは困難だが、本当に大切なことだと思う。事務局の資料にもあるが、COP21の枠組みの中で、排出量の大幅な削減のため、化石燃料投資の価格が落ちるリスクは、現実には金融安定理事会（FSB）などで座礁資産、ストランデッド・アセットということで取り上げられているのだが、そのリスクを考えて、海外の年金基金、ノルウェーのソブリンファンドなどはアセットアロケーションを変えている。日本の年金基金などは、座礁資産への投資リスクについて、よく理解されておらず、これからの環境問題の引き起こすリスクに対する啓蒙活動も必要なのではないかと思う。

同じように、企業でレベルでも環境問題に積極的に取り組む必要がある。例えばユニリーバなどがゼロエミッションなどに非常に積極的に取り組んでいる。このような世界的な潮流を見逃しては、日本の企業は戦略的に優位にはたてない。出おくれ感があるような感じがしている。

もう一つ、観光産業について簡単に資料があったのだが、政府は訪日観光客、2,000万人など数量の目標を設定しているが、数字だけではなく高付加価値の観光産業を目指すべきではないかと思っている。薄利多売の観光では疲弊してしまう。京都を見ていて、観光客が増加することは非常にいいのだが、それによって京都らしさが年々失われてきて、京都のイメージを将来的に保てないのではないかと心配している。モデルとするのは、スイスにあるような観光産業、高付加価値の観光産業ではないか？そういうモデルを目指して、リピーターに来ていただき、観光資源の持続性という価値を考えた観光産業を目指すべきではないかと考えている。

○柳川委員 戸堂先生の御意見について、つながり方ということに広い意味ではなと思う。ダイナミックに動いていく中では、排出権の話でもそうであるし、事務局の資料でいくと、ルール設定の主導権確保や、新興国の課題解決の貢献、こういうことに関係するのだと思う。要するに、政府が単に調達というところではなく、もう少し積極的な意味でのルールを作ることや、課題解決のほうでつながっていくということは、もう少し違う次元の意味でつながりの重要性があるのだと思うのだが、そのあたりについて、御研究から少し離れてもいいのだが、御意見を願います。

○戸堂教授 政府同士のつながりということか。

○柳川委員 そのあたりも含めて、重要なつながりと思われているところでお話が伺えれば。政府が重要なのか、あるいは政府と民間がつながっていくことが将来的に重要なのかということは、どのようにお考えなのか。

○戸堂教授 率直に申し上げますと、どのようなつながりも大事だと思う。政府と企業をつながりという面では、政府の中心性が大きいということが必ずしもためかという、実はそうではないと思う。例えば23ページと24ページにあるような、アメリカの政府の中心性、どれだけ取引関係を持っているのかを見た場合に意外に高いということがある。ただ、政府は25ページにあるように、多様な企業とつながっているという意味で、恐らく政府の中心性が強いという弊害を除いていると思うのである。企業と政府がつながらないほうがいいと言っているわけではなくて、当然、政府にも一定の役割がありつつ、ただ、つながり方を多様にしていくことが日本の場合は特に必要なのではないかと考えている次第である。

○高橋座長 日本政府として、これから日本企業が国際的につながりを強化していくために何かできるのかということでは、日本企業の閉鎖性あるいは日本市場の閉鎖性を打破していく。例えば資本のやりとりが相互に活発化するとか、あるいは人の交流だとか、政府で言えば、調達をもっと国際化するとかいろいろあると思うが、特にどういう政策が重要なのか。

今のやりとりの中で、アメリカなどは、防衛や宇宙で、相当政府調達でベースロードをつくっている部分があるので、確かにアメリカは強いと思う。これから日本政府が特にやらなくてはいけないことという意味では、どのようなことがあるのかということをお聞かせいただきたい。

○戸堂教授 アメリカの政府の中心性が高いということは、ご指摘のとおり。軍事的なものがかかり入っているということは、企業名を見てもわかる。どういふ政策が大事かということについては、こういう閉鎖性と経済停滞の悪循環があるにもかかわらず、それが政治的に支持されるというのは、先進国において中所得、低所得の方の所得が全然伸びていない。当然、そういう閉鎖的な政策が支持されていくということがあると思うのである。

こういう政策をやるには、そういう方も納得できるような制度をつくっていくことが非常に重要で、中所得の方々もグローバル化の恩恵を十分に享受できるような経済システムにしていく必要がある。その一つの方策は、恐らく中小企業の国際化支援ではないかと思う。特に、地方において潜在的に十分生産性が高いにもかかわらず、世界の市場に打って出していない企業が沢山あることは、私自身の研究からも見えているのだが、そういう企業が世界に出ていく、国際化していくための支援、例えば情報支援など、そういうものを政府として積極的に与えていくことは非常に重要な政策ではないかと思う。

○高橋座長 日本がこれから、特に東南アジアやインド、アフリカとのつながりを深化させるときに、上から目線ではいけないということがあったが、具体的にどういう関係か。例えば、日本が特に彼らに対して貢献できるとすれば、人材育成などで協力するとか、あるいは共同開発を何かするなどということはあるのかなと思うのだが、いかがか。

○戸堂教授 まさにおっしゃるとおりである。念頭に置いているのは、例えばODAの枠組みを利用しながら、共同開発や日本の企業と向こうの大学との共同研究を進めることや、もしくは向こうの企業と日本の企業とでも構わないと思うのだが、そういうものを進める。今まで技術支援というと、日本が一方向的に教えるという形だったわけだが、そういう時代は終わっていて、新興国に対しては、むしろ向こうの企業と一緒に共同研究したほうが日本の企業としても向こうの思考とか需要とかが分かって、もしくは制度も分かって、より適切なものが開発できる可能性があって、そういうものをうまく利用して進めていくべきだと思う。

これはインフラ整備についても同じようなことで、インフラ輸出という質の高いインフラを輸出するだけではなくて、共同開発、共同研究とセットで技術支援も含めて進めていく。そういうことが必要なのではないかと思っている。

○事務局 時間となったので、最後に越智副大臣からお願いします。

○越智副大臣 本日は3種類のプレゼンをお伺いしたが、いずれもまた問題意識を深めさせていただいた。

最初の社会資本に関する柴崎先生のプレゼンでは、顧客囲い込みによる情報独占がある民間企業の情報を共有する場合どうすべきかという議論があったが、これはインフラのみならず他の分野にも関係する議論だと考える。この論点をもっと深掘りすることによって、どうすれば情報を共有できる社会をつくれるのかという議論をやっていかなければいけないと改めて感じた。

柴田委員は、いつも議論に参加していただき、且つ本日はプレゼンしていただき感謝する。資源有限の時代は1970年代ぐらいからずっと語られてきたことでもあり、本日のプレゼンを聞いて改めてこの問題を考えさせてもらった。伊藤座長からは80%削減できたら逼迫しないのでしょうかというお話があったが、エネルギー需給がひっ迫しないシナリオもしっかり考えていかないといけないということを、議論をお聞きして改めて意識した。

戸堂先生のお話は初めて聞いたが、ネットワークの可能性およびそれが持つ力を認識することが大切だということはそのとおりでと思う。ただ、一方で、ネットワークを構築していくには、民間レベルでも政府レベルでも超えていかなければならないハードルがいろいろあるということなので、この解決に向けてどうすればいいのかを考えなければいけないと感じた。

大変貴重なプレゼンと御議論をいただいたことに心から感謝して、御挨拶とさせていただきます。