

# 日本技術士会 中部本部 岐阜県支部

## 平成30年11月講演会メモ

日時：平成30年11月10日（土） 13:00～17:00

場所：ワークプラザ岐阜（岐阜県勤労福祉センター）（岐阜市鶴舞町2-6-7）

後援：岐阜大学工学部、岐阜工業高等専門学校

出席者：支部員22名、他支部員1名、一般3名、講演講師1名 計27名

司会：小川 茂直

メモ作成：田島 暎久

### 安田支部長 挨拶と諸連絡

- ・ 来年11月に高山市で開催する講演会の日程が11月9日（土）～10日（日）に決定。詳細は今後詰める。
- ・ 10月27日（土）に岐阜大学インフラミュージアム見学会を開催した。参加者13名。高木幹事が詳細報告。
- ・ 中部本部・広報誌第2号が完成、配布。この広報誌を発刊している中部本部・広報委員会から編集作業量が過多のため各県支部に広報委員増員の依頼あり。増員が叶わない場合は発刊頻度が減るもよう。（高木）
- ・ 中部本部・理科支援小委員会から岐阜県内の支援事業が増えたため岐阜県支部員の増員要請あり。今後は特に情報関係授業が増えるもよう。（高木）
- ・ 支部会報・第4ステージの投稿者募集で24名が登録され、来年1月からの投稿日程案が示された。（高木）
- ・ 中部本部、統括本部の行事。11月11日～14日、第45回技術士全国大会@福島県郡山市。12月1日、中部本部冬季例会「倫理シンポジウム」@名古屋都市センター（金山）。3月9日、中部本部春季例会

### 会員講演

演題：「橋梁保全の現場における課題について」

講師：一般社団法人 橋梁調査会 岡本 利朗 氏（総合技術監理、建設部門 愛知県支部所属）

講師紹介：昭和59年に大学の土木工学科を卒業後、建設コンサルタントに勤務。平成28年から現職。

保有資格：技術士、APEC エンジニア、コンクリート診断士、土木鋼構造診断士、土木学会特別上級技術者、一級土木施工管理技士、二級ビオトープ計画管理士、VEリーダー、道路橋点検士、SAJ2級

主要な業務：

平成23年 3月 第一第二第四豊田出張所管内橋梁点検業務（国交省）【業務表彰】

平成24年 3月 郡山地区橋梁点検業務（国交省）【業務表彰】

平成25年 3月 多治見橋梁点検業務（国交省）【業務表彰】

平成26年 3月 東北南部地区橋梁診断業務（国交省）（北部地区が橋梁調査会）

平成27年 3月 紀勢国道管内橋梁補強補修設計業務（国交省）

平成28年 3月 直近転職～現在 国交省中部地方整備局管内橋梁検査業務 3カ年

講演概要：建設コンサルタントとして橋梁の維持管理の現場（点検・診断・補修・補強設計等）に10年以上かかわってきた経験に基づいて、現場からの視点で維持管理の現状と今後の課題について、話題提供する。また、これからのインフラの整備の在り方（どのようにIoT（Internet of Things）等が利用できる可能性があるのか？）等についても、私見を交えて議論の種を提供。



### 講演内容

橋梁とは？：

- 橋は川などを跨いで平滑な路面を形成することで交通網の一部として道路交通を担っている。使用材料によって鋼橋、コンクリート橋、複合橋、木橋、石橋に分類されるが、現在は鋼橋かコンクリート橋が主流。橋は、主桁と横桁の組立構造とその上に載る床版で構成される上部構造、その上部構造を両端で

支える橋台と中間で支える橋脚で構成される下部構造から成る。

- 鋼橋の主桁は I 型と箱桁（名古屋高速の高架橋に多い）があり、いずれも厚み 1 cm～5cm 程度の鉄板を組み立てた薄板構造が特徴。コンクリート橋のほとんどは、引っ張り荷重に弱いコンクリートを鉄筋で補強した鉄筋コンクリート橋（RC 橋）。更にコンクリート内に埋め込んだ鋼線に引っ張り力を与えることによってコンクリートに圧縮力を生じさせ、負荷による引っ張り力を減少させるプレストレスト・コンクリート橋（PC 橋）が主流になっている。短い主桁は工場でコンクリート硬化とともにプレストレスを与える「プレテンション方式」を、運搬上の制約から 20m 超の長尺桁は現場でコンクリート硬化時にプレストレスを与える「ポストテンション方式」を各々適用している。

筆者ノート：橋梁の箱桁は航空機主翼の箱梁（Box Beam）と全く同じ機能と構造。

- 上部構造は鉄製やゴム製の支承を介して下部構造に支えられる。阪神淡路大震災の教訓から最近ではゴム支承が多い。また地震時の落橋防止装置も取り付けられている。上部構造の端部には温度膨張・収縮対策の伸縮装置（鋼構造やゴム構造等）が取り付けられているが、劣化すると水漏れで主桁などの腐食の原因になる。
- 橋梁の保全事業はその管理者である国交省と地方自治体によって発注され、厳しい競争入札を経て業者が決まる。業者選定では過去に応札した際の評価点数や管理技術者の表彰受賞歴も評価点数として加味される。従って、良い評価点を取れば次回の入札で有利になる。応札業者の評価結果は評価項目毎の評価点とともに公開されるため、業者は次回の入札に備えて努力する。

#### 建設コンサルタントの仕事：

- 橋梁の保全事業は、点検・調査（Plan）、診断・対策検討・施工（Do）、工事後の追跡点検調査・評価（Check）、維持管理水準決定（Action）から構成される PDCA サイクル。この中で建設コンサルタントは点検、調査、診断、補修設計を担当し、補修工事は建設会社が行う。車の接触事故など日々の損傷は国交省や地方自治体など道路管理者自身や地元の建設業者が補修工事する。私自身、「現場のオッチャン」として点検、調査、診断を担当。
- 橋梁の点検・診断では、近接目視、ハンドタッチ、打音検査などで点検して危険と思われる損傷はその時に除去する。また、損傷の発生原因を把握するために載荷試験、X 線写真、ケーブル張力、衝撃弾性波試験、ボアホールカメラ写真などの詳細調査を必要に応じて実施。更に各損傷に対して対策必要性の有無・対策イメージを策定する。

#### 社会資本（橋梁）の現状と課題：

- 熊本地震など最近の震災で橋梁の落下や通行止めが多発して社会資本の脆弱性が再認識された。日本全国には現在、約 73 万の道路橋梁があり、その路面面積は約 160 百万㎡に達する。その中で建設後 50 年以上経過する橋梁は、2018 年に約 25%、2023 年に約 39%、2033 年には約 63%と増加していく。
- 平成 24 年の「笹子トンネル天井版落下事故」を契機に道路の老朽化対策への取り組みが本格化され、平成 26 年に施行された道路の定期点検に関する省令・告示によって、5 年毎の近接目視点検と全国一律の評価基準が法制化された。その結果、今年度までに全国の約 80%の橋梁が点検を完了予定。
- 現在までに点検済みの橋梁の 0.1%に相当する約 590 の橋が「評価基準 IV：緊急措置段階」（構造物の機能に支障）と判定された。それより軽い「評価基準 III：早期措置段階」（構造物の機能に支障の可能性）は 10%に相当する約 59,000 に達した。
- 国交省が管理する橋梁は評価基準 IV と判定された時点で迅速に補修されるが、市町村が管理の橋梁では「通行止め」のまま財源不足で補修が遅れている橋が全国で 141 ある。判定基準 III と IV に対する過去 3 年間の補修着手率は、国交省（62%）、高速道路会社（36%）、都道府県（9%）、市町村（13%）と道路管理者によって大きな差がある。岐阜県で判定基準 IV の橋梁は 10 カ所あり、その中の 3 カ所は撤去済み、1 カ所が撤去予定、残りの 6 カ所は措置未定。
- 人口減少、財政縮小、公共事業費縮小によって現在の予算形態では 2035 年から社会資本維持の予算が不足すると言われており、その対策の一環として国は「コンパクトシティ」化を推進している。日経 BP によれば、一つの橋梁維持費用を支える労働者人口は、2000 年の 915 人に対して 2065 年には 502 人に減少。社会資本は負担が受益より高くなると成立しない。
- まとめ：①我が国の社会資本は高齢化している ②高齢化に伴い、損傷も増加しており、将来の維持管理費の増加に、国力がついていかない可能性がある ③点検自体は全ての道路管理者が順調に実施し

ているが、対策の実施は市町村において顕著な遅れが見られる ④市町村では、通行止めの橋梁が増加している ⑤国家の方針として、コンパクトシティ化がある。

#### 橋梁の主要な損傷：

- 橋梁に発生する変状として、施工に起因する「初期欠陥」と交通荷重・日射・降雨・飛来塩分などによる「経年劣化」に区分される。人間の生涯にたとえられて、生まれも育ちも大きく影響する。初期欠陥があっても大切にされれば長寿命。施工が良くても大切にされなければ短寿命。人の健康管理とも相似して、人の定期健康診断・精密検査・治療は、橋梁の定期点検・詳細調査・補修に相当する。
- 鋼橋の損傷には、腐食、薄板構造の亀裂、床版の疲労損傷などがある。コンクリート橋の損傷には、施工の難しさに起因した初期欠陥、塩害・中性化・アルカリ骨材反応によるコンクリート材質劣化などがあり、コンクリートにひび割れを生じる。両者に共通する劣化要因は漏水で、これに凍結防止剤（塩分）が混ざると劣化を促進。床版端部の伸縮装置は車両通過や温度変化の過酷な環境下で劣化が進み、破損してそこから漏水が起こる。

#### 事故からわかる現状と課題：

- 2016年3月14日、岩手県道16号の岩姫橋で直径50cmの貫通穴が見つかり全面通行止めに。原因は舗装表面のひび割れ部に降雨とともに侵入した凍結防止剤による床版コンクリートの劣化促進。課題は「損傷形態の変化と凍結防止剤の影響」。
- 2013年2月10日、浜松市の国道152号に架かる歩行者専用つり橋「第一弁天橋」のケーブルが破断して高校生が転落しそうになった。課題は「橋梁の重要部位の保守点検」。
- 2007年6月、三重県の国道23号の木曾川大橋でトラス斜め鋼材の破断が見つかり、全国のトラス、アーチ橋を緊急点検した結果、腐食や疲労損傷が相次いで発見された。鋼材とコンクリートの結合部の隙間から水が浸入して鋼材を腐食。課題は「見えない重要部位が守られていない」。
- 2009年、新潟県の国道18号の妙高大橋でPC箱桁内のPC鋼線の腐食・破断が見つかった。原因は箱桁端部の開口部から凍結防止剤を含む路面排水が入って長期間桁内に滞水し、この滞水が未充填のシース（sheath, PC鋼材を通すための円筒断面形のさや）内に侵入して内部の鋼線を腐食。課題は、「劣化因子を橋体内に入れていた」。
- 2009年9月30日、カナダのケベック州モンリオール市郊外のデラコンコルド跨道橋が崩落。PCラーメン橋（ゲルバー構造（橋桁の中間にヒンジを設けた片持ち構造）を有する）で建設後35年経過。ゲルバー部（ヒンジ部）が落橋。崩落直前に点検した係員は重要部の損傷を見つけたにもかかわらず大事に至らないと判断して通行止めにしなかった。課題は「構造上の問題、漏水による劣化、通行止めの判断（技術者の能力）」
- 2018年8月14日、イタリア、ジェノバのモランディ高架橋が崩落。建設後51年経過のPC斜張橋。現在、崩落原因は調査中だが、事故の背景として維持管理予算の低下とコンクリート被覆構造への過大な信頼などがある。課題は、「橋梁はメンテナンスフリーではない」。また、桁をつるケーブル本数に冗長性がなく単純過ぎて余裕のない構造も一因で、課題は「余裕のない構造は1箇所の損傷が落橋に繋がる」更に、この橋の維持管理を民間企業に委託していたことに関して、事故後に管理を国に取り戻す議論が起こって経済合理性の優先が疑問視された。課題は「経済合理性と安全の保障は全く別」
- 2015年2月15日、札幌市でビルの看板が落下して歩行者が重症。課題は「頭上にあるものは必ず落ちると考えるべき」。

#### その他の主要な課題：

- 維持管理のPDCAができていない。その理由として①管理資産の量と質の把握が不十分 ②補修実施有無の判断方針や対策方針など保全のシナリオ策定が不十分。保全のシナリオは管理者が橋ごとに優先順位を決めて取舍選択する必要がある。青森県の例では、対策工法、対策履歴システムのデータなどマネジメント以前の段階で苦闘。
- 補修で様々なトラブル発生。点検ミス、設計ミス、施工ミスが繰り返している。
- 補修後の再劣化が頻発。事例として、補強で施工した橋脚の鉄筋コンクリート巻き立てに、既設橋脚内部の膨張によりひび割れが発生。
- 戦略的な維持管理の視点。①敵ヲ知る。即ち、施設の性質・性格を知り、損傷劣化要因とメカニズムを知り、何処にどんな状況で使われているかを把握し、点検方法・補修方法・予防方法の開発すること。

②己ヲ知る。即ち、自らの戦力を知り、維持管理に必要な“脳”力を知り、自らの弱点を知ること。

- 設計と維持管理の根本的な違い。設計ができて維持管理はできない。設計 (Fiction) と維持管理 (Realism) で必要とされる“脳”力が異なる。設計が予定ならば維持管理は結果。設計に想像力が必要なら維持管理には推理力が必要。このような設計と維持管理の間の壁は、豊かな実体験とそれによって育まれた想像力によって超えることができる。

### 取り組み事例から考える

- 島根県は、短い橋が多いという地域事情に合わせて国の点検要領を簡易化・効率化して点検費用の軽減を実現。点検方法や点検調書を管理者の判断で変更。また、補修方法も専門家の助言を効果的に利用して自分で計画し、補修工事費の軽減も実現。
  - ロボット技術の導入。国交省と経産省が共同策定した「5つの重点分野」の1つ。岐阜大学は各務原大橋で検証中。95%はロボットで可能だが残り5%の狭い箇所は人でしかできないので、ロボットと人の棲み分けが必要。
  - 簡易な橋梁の安全確保。たわみ値の変化を維持管理に活用するために検証中。
  - 賢い残し方の工夫。塩害で補修困難となった橋をボックス化し、形を変えて残した。
  - 3次元データの利用。3Dレーザースキャナーによる点群データによる点検を試行中。
  - アメリカの橋梁点検制度。定期点検では、2年毎に目視点検(Routine Inspection)、5~7年毎に橋脚水中部の検査(Underwater Inspection)、損傷すると崩壊の可能性のある重要部位は2年毎にハンドタッチ検査し必要なら詳細調査(Fracture Critical Inspection)を行う。更に、状況に応じて随時点検も実施。様々な点検を組み合わせる総合的に安全をシステムとして確保。このように細分化したシステムは見習うべき。目視検査ではドローンの導入が進んでいる。
  - 山口県周南市の「しゅうニャン橋隊」。地域で橋の掃除することにより橋を守る意識を醸成し、老朽化した橋の点検や補修活動へつなげる試みを行っている市民ボランティア・グループ。国交省と総務省が主催する「第1回インフラメンテナンス大賞」を受賞。
  - 日本大学土木工学科の「みんなで守る橋のメンテナンスネット」。地域住民と学生が共同して道路舗装工事から橋梁簡易点検などを実施。「第2回インフラメンテナンス大賞」を受賞。
- 以上の2例から、自分で使う橋は自分で守る時代になるかも知れない。

### 提案：技術交流のお勧め

- 東海構造研究グループ (SGST)。土木構造に関係する産学官の法人と個人で構成。どなたでも参加できる。
- 構造物研究会。インフラの老朽化と保全技術に興味を持つ者が集まって資質向上を図る。会の始まりは、建設コンサルタントのライバル企業3社が集まって議論したことがなりそめである。どなたでも参加できる。

その他、課題等に関する議論例が参考資料として配布された。

### Q&A

Q：インフラ点検結果の状況で、トンネルの判定区分 III (早期措置段階) が突出して多い理由は？

A：トンネルは検査が難しいからかも知れない。トンネルの専門家ではないので詳しいことは分からないが、判定区分 III は5年以内の補修措置を意味しており、今すぐに危険ということではない。

コメント：(藤橋氏)トンネルの専門家として一言。トンネルの工法は80年代から大きく改良されたが、それ以前は木製の矢板でアーチ形状を保って内張コンクリートを打ったため経年劣化でコンクリートの裏側が空洞化してしまう。コンクリートの裏側を検査する非破壊検査技術の開発が課題になっている。笹子トンネル事故のように付帯設備が落下することはあっても、橋梁のようにトンネル自体が崩壊することはまずない。

参考：2018年11月25日付の日本経済新聞

# 老朽で「廃橋」全国137カ所

17-25-2018 日経

自治体が改修を断念して撤去・廃止を決めた道路橋が全国で137橋に上ることが、国土交通省の集計で分かった。都道府県で最も多いのは北海道で、岐阜、高知が続いた。地方部で多く、改修しても人口減で利用が見込めないことがある。老朽橋は自治体の大きな問題となっているが、改修に多額の費用がかかることもあり「廃橋」がさらに増える可能性がある。

## 道路橋の撤去・廃止は地方部が多い



国土交通省が過去4年間の点検で老朽化が激しいことが分かった539橋について、2018年3月

## 改修断念、地方多く

末時点での措置状況・方針を管理自治体に聞いた。「修繕」が回答の30%で最も多かったが、2番目が「撤去・廃止」で25%となった。「架替・更新」が24%、「未定」も20%あった。一方、国管理でも老朽橋はあったが、いずれも修繕・架替で対応して撤去や廃止はなかった。

## 人口減、利用頻度見極め

撤去・廃止とされた1937橋を都道府県別にみると、北海道が最多で19

### 撤去・廃止が決まった主な道路橋

管理者	施設名	建設年度
北海道三笠市	旧桂橋	1952
秋田県湯沢市	小安橋	1962
埼玉県皆野町	132-1号橋	不明
浜松市	下道橋	1974
岐阜県川辺町	別所橋	不明
愛知県弥富市	末広橋	1973
奈良県十津川村	旧川津大橋	1960
和歌山県	(旧)日置川大橋	不明
徳島県三好市	白川橋	1933
高知県須崎市	大谷6号線2号橋	不明
大分県由布市	堺橋	不明

(出所)国土交通省

### 来賓講演

演題：「経済学を使って考える日本と地域のこれから」

講師：岐阜大学 教育学部 助教 原田 峻平 氏 (商学博士)

講師紹介：1985年、愛知県生まれ。大学卒業後、4年間の民間企業勤務を経て、2014年3月、一橋大学大学院商学研究科博士後期課程修了、博士(商学)。2014年4月より九州産業大学商学部講師。2016年4月より現職。専門は、産業組織論、交通経済学、公益事業論。現在の主な研究テーマは、「地方でのPFI活用促進に向けた制度設計に関する研究」、「事業者の意思決定を考慮に入れたPFIの入札の競争性に関する研究」、「水道事業の民力活用と効率性向上の関係に関する研究」、「地域公共交通の効率化のためのインセンティブ設計に関する研究」など。主な著書に「競争促進のためのインセンティブ設計 ヤードスティック規制と入札制度の理論と実証」勁草書房(単著)。上記著書にて、2017年度日本交通学会賞(著書の部)受賞。





**講演概要：**人口減少や少子高齢化が進む日本では、今後経済成長は望めない？ 地域経済の担い手もいなくなり地域は衰退していく？ こうした日本と地域の将来に関する悲観的な見方について、経済学を用いた考え方を紹介。経済学は、お金儲けのための学問ではなく、社会をより良くしていくための考え方を提示してくれるものであり、そんな経済学的思考を少しでも身につけていただくことを期待。

## 講演内容：

### 経済学とはどのような学問か？

- 経済学は、「数が足りない資源を誰がどのように使えば無駄なく世の中の幸福度を最大にできるか？」を考える学問であり、分析対象は必ずしも経済だけでない。例えば、入学試験は大学における限られた施設(資源)を使う(配分される)学生を成績によって選抜するものだが、世の中の幸福度を最大にするための制度として捉えることもできる。また、人生の限られた時間(資源)をどのように配分して使えば幸せになれるか、という人の行動にも当てはまる。アメリカの経済学者、ゲーリー・ベッカーは恋愛や結婚など多様な人間行動、社会問題にまで対象を拡大したことによりノーベル経済学賞を受賞。
- 経済学は、「人間は幸福を最大にしようとして行動する」を原則にする。この原則で説明できる行動を「合理的」とする。現実にかかる人間の行動が全て合理的だとは限らないが、「行動主義」による「顕示選好」の考え方に基づいて、全ての行動が合理的であると仮定してモデル化された社会を前提に現実の社会について分析する学問。
- 経済学と他の社会科学との違い(伊藤秀史(2009)「商学部生への経済学のススメ(改訂版)」より)。社会学や心理学では人間行動の捉え方が経済学と異なる。例えば「密室殺人を目撃した探偵の反応」を考えると、経済学は殺人によって幸福度を得た犯人の意図、つまり得をしたのは誰か、という考え方で犯人を推理し、社会学は犯行に至った社会的背景から犯人を推理し、心理学は内面の異常性から犯人を推理する。どの方法によって犯人にたどり着けるかは状況によって異なり、どの学問が優れているとは言えない。
- 経済学とお金儲け。経済学の授業でお金儲けを教えることはない。経済学の原則に従って「人間は幸福を最大にするように行動する」ため、たとえお金儲けの方法を知っていても他人に教える理由はない。単純に経済学を勉強しただけでは「株」で儲けることはできない。経済学の原則に合致する合理的な個人が無数に存在し、どこかの株が値上がりする情報で一斉に買われて株価が急騰しリターンが得られることはない。つまり企業の実態以上の超過リターンは得られない。これを経済学では効率的市場仮説と言う。株による儲けは経済学では儲けとは言わない。それは株価変動リスクに対するリターン、つまりリスク・プレミアムになる。逆に情報が瞬時に株価に反映されないような合理的でない市場を見つければ超過リターンで儲けることができる。行動経済学という分野では超過リターンが得られる株や投資行動に関する分析も存在。
- 経済学の考え方。幸福度が最大になるように資源の使い方がされている「効率的な世の中」は、常に望ましいとは限らないが、一つのベンチマークとして、どうすれば実現できるのか、を考える。その出発は、アダム・スミスが1776年に著した「国富論」で、世の中の皆が自分の満足度を高めるためだけに行動した結果、市場競争を通じて価格メカニズムが働くと、資源配分が効率的になって世の中の満足度が最大になる。有名な「見えざる手」に導かれた行動で価格が調整されるとした。しかし、効率的に資源配分が達成されない現実、格差、景気の波など個別の分野で学問として発展してきた。
- 身近な問題への応用。他人に業務を依頼する場合に直面する困難さは、依頼された人の行動を常に監視できないこと。これを「隠された行動」と呼び、モラルハザード(依頼者が望むように行動しない)の懸念を起す。能力や考え方が不明に関しては「隠された情報」という概念になり、「隠された行動」とは少し異なる。経済学では、依頼された側が自発的に望ましい行動をとるように制度設計が必要と考え、このような制度設計を「インセンティブ設計」と呼ぶ。例えば外回りの営業担当の行動は監視できないが、契約件数によってボーナスが出るインセンティブ(誘因)な制度なら自発的に成果を求める。プロ野球選手の契約で基本年俸に成績報酬を加えるのもインセンティブな制度。
- インセンティブ設計では、個人が満足度を最大にするための行動が社会全体の利益などある目的と一致することが重要で、これを「誘因両立的(Incentive-compatible)」と呼ぶ。外回り営業担当の例では営業担当と上司・会社にとって、プロ野球選手の例では選手と球団にとって、各々、誘因両立的である。

- モラルハザードによる望ましくない行動は、「隠された行動」という状況下では合理的な選択であり、そのような行動を導く制度が悪い、と考えられる。つまり「制度を憎んで人を憎まず」と考えて、良い制度設計が求められる。
- 最近の経済学は制度設計に関するものが多い。環境経済学では排出権取引を扱う。経済学的に考えると汚染物質を垂れ流す企業が悪いわけではない。環境の所有権が明確ではなく、また企業を罰する国際的な仕組みがない状態で、企業は利益の最大化を目指している。この状態を脱するには適切な制度が必要。国際的な枠組みの中で排出権を設定して取引する市場を新たに設ける。こうすると一定程度の環境汚染は認めてしまうことになってゼロにはならないが、現状よりは良くなる。排出量によりコストが発生する仕組みとそれを市場で売買できる制度を導入する。臓器移植ペアのマッチングでも経済学者が分析して取り組んでいる。相互にインセンティブをつければ臓器売買ではなく、円滑な臓器交換になる。闇の臓器売買が悪いのではなく制度がないのが問題と見る。
- 「隠された行動」が問題で、行動の監視にもコストが掛かる場合、成果を基準に評価したり報酬を与える方法が提案される。見えないインプットである「行動」と、見えるアウトプットである「成果」との関係性を想定して制度を作る。これは教育の分野では難しい。勉強量と成果（テスト結果）の関係が安定していないと成果に対する報酬が決められない。また、報酬には、一回限りではなく長期的な関係を前提として導かれる報酬もある。交通経済学では、鉄道会社やバス会社が市場競争のない1社のみの場合、財務諸表を見てもそれが頑張った結果なのか判断できないためインセンティブ型の規制方式がある。例えば、競争のない鉄道会社を評価する場合、他地域の鉄道会社と費用情報を比較して、平均値を運賃として認める。

#### 人口減少が経済にどのような影響を及ぼすか？

- 人口減少の現状。日本の人口は2010年の1億2805万人から2015年には100万人近く減少し、今後も減少するとの予想。
- 人口減少が経済成長に与える影響。悲観論では、人口減少による消費減退 → 生産者による供給減少 → 将来の生産に必要な投資減少 → 経済全体の縮小 という構図になる。これは正しいのか？
- 日本経済の実績から人口と経済成長(実質GDP)と相関関係はほとんどない。戦後の日本は人口増加率以上の経済成長を実現したが、それを可能にしたのは「三種の神器」に代表される新たな製品(プロダクト・イノベーション)による需要増加で、新製品とともに製品機能が増えていった。「手洗い」から洗濯機になり更に自動洗濯機へと機能が拡充。通常は耐用年数を過ぎないと買い替え需要が起これないが、新しい機能追加が買い替え需要を喚起。携帯電話の場合、高額になってもガラ携がスマホに買い替えられた。他方、付加価値を生み出す生産者側は機械化によって労働生産性が飛躍的に上昇して総供給も増加した。更に大家族から核家族化による世帯数の増加も需要増加の要因となった。各世帯に必要な家電など家庭用品が世帯数の増加に応じて増えた。
- このように経済成長にはイノベーションが鍵となる。イノベーションの重要性はチェコの経済学者ヨーゼフ・シュンペーターによって唱えられた。それまでの概念を打ち破るようなベーションが起きてくると、それまでの直線的な動向では描き切れない状態へ跳んでいく。それがイノベーションで、従来の概念を創造的に破壊する。
- 今後、人口減少が進行する日本経済も、ロボット技術、AI、自動運転など新製品の登場や生産技術の革新といった需要・供給両面のイノベーションによって成長する可能性がある。例えば、従来の機械がロボットに置き換えられて新しい投資需要が生まれる。イノベーションが起こると、それに対応できる人材が生き残れる。
- 人口減少が地域経済に与える影響。日本の多くの地域社会は、人口が自然増減(出生数－死亡数)も社会増減(転入－転出)もマイナスになって加速度的な人口減少に直面。岐阜県の場合、2015年に6千人の自然減と5千人の社会減で総計11千人の減少。岐阜大学の教育学部は愛知県出身の学生が増えていて彼等は卒業して愛知県に戻ることが多い。さらに、岐阜県出身の学生が就職して愛知県に行ってしまうこともある。給料などの待遇面が良いことが理由の一つ。
- 地方創生では、地域間で激しく競争しながら人口維持の対策を推し進めている自治体が多い。地域の人口減少対策には2つの視点が必要。一つは人口減少を防ぐ方法を考えること。もう一つは人口減少を前提にして社会の仕組みを作り変えること。これまでは前者が中心だったが、これからは後者の視点が重

要で、これはまさに経済学の目指す効率的な社会。将来生まれてくるかわからない子のためよりも、既に住んでいて更に今後も何 10 年と住む人のために、財政難で逼迫する予算という限られた資源を有効に使って社会の満足度を最大にする。人口減少を受け入れて社会の仕組みをそれに合わせていく方が、限られた予算の使い方として無駄がなく効率的ではないか。

- 岐阜市の総合交通戦略は日本交通学会で地域交通の話があると必ず事例として紹介されるほど全国的に優れている。「公共交通を軸に都市機能が集積した歩いて出かけられるまち」として、中心市街地と複数の生活拠点をバス交通網で結びつけた「コンパクトシティ」を目指している。2 両編成バスの導入など先進的な取り組みで、バス中心の社会では最高レベルに到達。これもまさに限られた予算の中で地域全体の幸福度をどうやって最大にするのかという効率化に基づいた考え方。
- 架空の事例。私は山間部の限界集落に一人で住んでいる。生活道路として使っている橋が劣化して通行禁止になって、橋の補修には 1 億円が必要と見積もられた。この橋に 1 億円も使うのなら、私が 8000 万円で家売って移住してもよい、と言った場合、「ふざけんな！なぜ、おまえだけが 8000 万円ももらうのか！」と周囲の皆から罵声をあびることになるだろう。しかし、私が 8000 万円もらって、残り 2000 万円を皆で山分けすれば、一人当たり 66 万円が手に入る。私にとっては、「今のまま住むこと」と「8000 万円もらって移住すること」は満足度が等しいので、世の中の満足度は高まる。66 万円もらった人は「不公平だ」と言って納得しないが、公平性という切り口を考慮せずに経済学の効率性に則れば、この話は成立する。実際には法律学や政治学など様々な視点から総合的に考えなければならない。
- これまでは、あまり人が住んでいない所に道路とか水道とかを整備してきたが、今後はどうしていくのか。「そこに住んでいる人は見捨てない」という地方自治体にとって最低限の制約の下で満足度が最大になるお金の使い方を考えることこそが経済学的な発想を有効にする手段。ただし、先ほどの例で私が 8000 万円もらうことによって皆が持った不公平感をなくすためには、経済学だけでなく法律学や政治学など多様な分野の発想が融合して地域を作り直していく必要がある。
- まとめ：経済学の「効率性」の考え方を応用すると、地方自治体は限られた資源としての予算や土地をどのように使えば地域全体の幸福度を最大にできるか、という視点になる。

限られた資源を用いて地域社会を維持していくことを考えるためには、予算や土地の使い方が無駄なく効率的かどうかを判断基準のひとつとする必要がある。

将来の人口減少を見据え、地域社会の機能を集約（コンパクト化）し、維持管理や更新のコストを削減していきながらそこに住む人々の生活を支えていくことが必要で、このような集約化された都市を「コンパクトシティ」と呼ぶ。

更に重要なのは、単に集約化して都市を縮小させていくのではなく、新たに集約して形成された地域社会がコミュニティとして機能を果たせるような水準を維持していくことであり、こうした取り組みは、「スマートシュリンク」と呼ばれる。地域の満足度が高くなるがあっても減らないように、今ある予算の中で賢く縮小していく道を探ることが望まれる。

## Q&A

Q：コンパクトシティは辺りな山間部の集落を再編成していくことに直結しているか？

A：公共交通を使って移動できる範囲に都市を集約し、そこに移ってきてもらうという交通インフラの視点からは、その通りである。例えば航空網のハブ・アンド・スポークのように、いくつかの拠点を公共交通で効率的に結んで、その拠点の中の移動は自分達か相互の助け合いでまかない、ハブ間の輸送に特化したネットワークを構築する形もある。

Q：人口が半減したら経済成長維持に 2 倍のイノベーションが必要では？

A：現在の 500 兆円という規模の GDP が維持されたまま人口が半分の 6000 万人になると一人当たり GDP が 800 万円に達するが、そうなることはなさそう。500 兆円を維持することが妥当かどうかも議論の余地がある。経済学者の意見には、一人当たり GDP を数パーセントの適切な成長で維持していくこと、つまり人口減少と完全にトレンドを合わせて GDP が下がっていくのではなく、ゆるやかに下がっていくというシナリオがある。経済学的に、イノベーションが絶対に必要ということではなく、悲観論に対して、そうではない可能性として過去の経緯を説明した。そもそも、イノベーションは起こそうとして起こすものではなく、起業家のアニマルスピリットによって起きてくるもの。



余談だが、人口が減少していく日本において、日本語しか話せないということはリスクである。これを経済学では「関係特殊的」と言うが、特殊性の高い能力（日本語）しか持たないことは今後のリスクになる。

**懇親会** 17:20～19:20

於 「HANAZAWA 酒店」 岐阜市住田町1丁目31 電話：058-264-5885

参加者：来賓講師、一般参加者を含めて計18名。

**次回の講演会**（午前は同場所で中部本部役員会）

1月12日（土）13:30 於 岐阜大学サテライト・キャンパス

会員講演：米沢 雅之 氏（技術士 建設部門）（株）IHI JMU津事務所長

演題「超大型浮体（メガフロート）について」

来賓講演：石田 浩司 氏 名古屋大学 総合保健体育科学センター 教授

演題「運動と呼吸および認知機能 - メカニズムと健康への応用 - 」

以上