

大阪大学 国際共創大学院学位プログラム推進機構・
大学院工学研究科 共同主催シンポジウム

社会と知のエコシステム

～ 生体 × 歴史 × 人工物 ～

開催日時：2020 年 12 月 3 日 (木)

開催方法：ウェビナーによるリモート開催

記録集

開催関係組織：

共同主催： 大阪大学 国際共創大学院学位プログラム推進機構
大阪大学 大学院工学研究科

協賛： 大阪大学 先導的学際研究機構
大阪大学 社会技術共創研究センター (ELSI センター)
大阪大学 社会ソリューションイニシアティブ (SSI)
大阪大学 CO デザインセンター
大阪大学 グローバルイニシアティブ・センター
大阪大学 共創機構
大阪大学 国際医工情報センター

企画・運営・記録集編集：

大阪大学 大学院工学研究科 テクノアリーナ インキュベーション部門
統合学術基礎論イニシアティブ

本記録集は、基本的にはシンポジウムの際の話題提供とディスカッションの内容を録音し文字に起した上で、各登壇者が内容についての確認と微調整を行ったものである。ただし、各登壇者がプレゼンテーションで用いたスライド等については、紙面の関係で重要なもののみを掲載している。

目次

広報用チラシ	.....	p. 2
趣旨説明	藤田 喜久雄 （工学研究科 教授）	 p. 4
開会の辞	田中 敏宏 （統括理事・副学長）	 p. 5
第1部：話題提供		
「生体の多様性とその変動から伺う社会」	.....	p. 7
	森井 英一 （医学系研究科 研究科長）	
「歴史における関係性と世界システム論の変容」	.....	p. 16
	秋田 茂 （文学研究科 教授）	
「人工物の複雑化からみるイノベーションの深層」	.....	p. 23
	藤田 喜久雄 （工学研究科 教授）	
第2部：パネルディスカッション	.....	p. 33
	パネリスト： 森井 英一 （医学系研究科 研究科長）	
	秋田 茂 （文学研究科 教授）	
	藤田 喜久雄 （工学研究科 教授）	
	司会： 山崎 吾郎 （CO デザインセンター 准教授）	
話題提供への質疑	.....	p. 33
そもそも“エコシステム”とは何か？	.....	p. 36
教育システムにおける COVID-19 に起因する事態	.....	p. 40
“社会と知のエコシステム”とは？	.....	p. 48
閉会の辞	馬場口 登 （工学研究科 研究科長）	 p. 57
参加者数および参加者アンケートの集計結果	.....	p. 59

〈 上記での登壇者等の所属はいずれも大阪大学 ／ 敬称略 〉

社会と知のエコシステム ～ 生体 × 歴史 × 人工物 ～

高度化した科学技術や成熟した社会や生活、グローバリゼーションの進展による世界市場の誕生や様々な格差の顕在化などのもと、解決すべき課題は従来にも増して大規模で複雑なものになってきています。それらの克服に向けては様々なステークホルダーが共創するエコシステムが重要であるとされています。とは言え、エコシステムのあり様は理解しがたく、その描き方も混んとしたままです。エコシステムとは、端的には生態系であり、ある意味で様々なシステムが大規模かつ複雑に連鎖している全貌であると言えます。

本シンポジウムでは、生体・歴史・人工物のそれぞれの方面で進められている当該の対象内での複雑な事象を包括的にとらえようとする学術の視点や論点を共有し、それらを糸口として実践におけるエコシステムのあるべきすがたを論じてみたいと思います。各種の取り組みの統合に向けて、本シンポジウムでの知の交叉とその実践への投影が何がしかの足掛かりになれば、と考えています。

ご関心の方々におかれましては、是非、ご参加をいただきたく、案内申し上げます。

2020年12月3日(木)
14:00～17:00 オンライン開催

定員：450名 ◆ 参加無料

共同主催：

大阪大学 国際共創大学院学位プログラム推進機構
大阪大学 大学院工学研究科

協賛：

大阪大学 先導的学際研究機構
大阪大学 社会技術共創研究センター (ELSI センター)
大阪大学 社会ソリューションイニシアティブ (SSI)
大阪大学 CO デザインセンター
大阪大学 グローバルイニシアティブ・センター
大阪大学 共創機構
大阪大学 国際医工情報センター

企画：

大阪大学 大学院工学研究科
テクノアリーナ インキュベーション部門
統合学術基礎論イニシアティブ

参加申込み：

11月27日(金)までに、下記ホームページからリンクのある Google フォーム にてお申し込みください。

開催方法：

Zoom ウェビナーを使用します。具体的方法は11月30日(月)以降に参加者にメールにて通知します。



ホームページ：

本シンポジウムの追加情報等については下記の URL を参照ください。

<http://syd.mech.eng.osaka-u.ac.jp/symp1203>

問合せ先：

企画担当 統合学術基礎論イニシアティブ 事務局
[大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 藤田研究室]
Mail: symp1203@syd.mech.eng.osaka-u.ac.jp
Tel: 06-6879-7324 (野間口・岩永)

第一部：話題提供

**生体の多様性とその変動から伺う社会
歴史における関係性と世界システム論の変容
人工物の複雑化からみるイノベーションの深層**

第二部：パネルディスカッション

プログラム詳細 (登壇者等の所属はいずれも大阪大学 / 敬称略 / 登壇者は都合により変更となる場合があります)

14 : 00 ~ 14 : 05 開会の辞 田中 敏宏 (統括理事・副学長)

14 : 10 ~ 15 : 10 第一部：話題提供

生体の多様性とその変動から伺う社会 森井 英一 (医学系研究科 研究科長)

生体を構成する多彩な細胞も元は1個の未熟な細胞である。この未熟な細胞は徐々にその細胞に特徴的な遺伝子群を発現し、成熟した状態に至る。これらの遺伝子群の発現には細胞周囲の環境が影響し、場に相応しい遺伝子群を発現することで多彩に成熟した細胞が生じ、その結果、多様性をもった組織が作られる。しかし、一見完成されたように見える組織も、その構成状況は時々刻々変化している。安定化したように見えていても、1個の細胞レベルではその周囲の環境は次々と変化しており、それに伴い細胞で発現する遺伝子群の組み合わせ、ひいては組織全体の構成要素に変化が生じる。社会も刻々と動くものであるという意味で、生体における現象とその裏に潜む機構の解明は、社会における諸事情の捉え方の機軸となる可能性を秘めている。

歴史における関係性と世界システム論の変容 秋田 茂 (文学研究科 教授)

歴史学において、地球的規模での諸地域やそれぞれでの人々の営みの相互連関を通じて新たな世界史を構築しようとするグローバルヒストリーの試みが注目を集めている。考察の対象を広域の地域に広げ、そこに関わる地域や人々、産業や通商などの経済活動のみならず、自然環境などとの関係を取り上げ、歴史に潜む大きな変化のパターンや関係性を見いだそうとする世界システム論はその典型である。しかし、世界システム論自体も、20世紀末から展開する「東アジアの奇跡」(世界銀行)を前にして、従来の西洋(欧米)中心的な解釈の見直しを迫られている。アジア太平洋圏に世界システムの重心が移るなかで、今後の時代を展望していく長期の歴史的な展望が求められている。

人工物の複雑化からみるイノベーションの深層 藤田 喜久雄 (工学研究科 教授)

製品やサービスなどの人工物は、構成要素の増加に呼応して、より高度な機能を発現するようになってきた。その範囲は、機械部品から電子部品へ、さらにはサイバー空間にまで広がっていて、全体を貫くしくみも重要になってきている。かつては、発明や発見そのものが新たな人工物をもたらし、技術のつくり込みは漸進型イノベーションを通じて品質の向上や広範な普及を促したが、昨今は、不連続型イノベーションに向けて各種の技術を組み合わせる目的の設定や様式の刷新が求められるようになってきている。それに際しては、様々な人工物を創り出すための組み合わせ方の標準形としてのアーキテクチャが一つの鍵となっていて、俯瞰的な展望とそのもとの戦略性が必須となり、従来からの論理を超えた判断も求められるようになってきている。

15 : 30 ~ 16 : 55 第二部：パネルディスカッション

社会課題の解決を導くイノベーションの実現に向けてエコシステムが重要とされ、様々な見地からの取り組みが進められつつある。かたや、例えば、目下のCOVID-19に起因する事態では、様々な事象が錯綜していて、その広がりや行く末を見通すことができていないなど、課題の全貌を俯瞰することは容易ではない。生体・歴史・人工物についてのシステム論を足掛かりに、我々は何を読み解くことができるのか？

パネリスト： 話題提供の3名 司会：山崎 吾郎 (COデザインセンター 准教授)

16 : 55 ~ 17 : 00 閉会の辞 馬場口 登 (工学研究科 研究科長)

※ 本シンポジウムは統合学術基礎論イニシアティブが企画を担当し2020年1月22日に開催されましたシンポジウム「社会課題とは、統合とは」の続編に位置付けて開催するものです。前回シンポジウムの記録集はホームページ <http://syd.mech.eng.osaka-u.ac.jp/symp0122> から参照いただけます。

趣旨説明

工学研究科 教授 藤田喜久雄

それでは、時間になりましたので、シンポジウム「社会と知のエコシステム ～ 生体×歴史×人工物～」を開始させていただきます。今回のシンポジウムは、大阪大学の国際共創大学院学位プログラム推進機構と大学院工学研究科の共同主催によるシンポジウムです。企画と運営は工学研究科の統合学術基礎論イニシアティブが担当しています。開催にあたりまして、まず、イニシアティブの代表を務めております藤田から若干の経緯を説明させていただきます。

大阪大学では **OU Vision 2021** というビジョンが掲げてありまして、その広報用冊子の表紙には「社会変革に貢献する世界屈指のイノベータティブな大学へ」とあります。大阪大学に限らず社会課題とどう向き合うかっていくかは大学の大きな課題になりつつあります。大阪大学では、そのような流れも踏まえ、**OU Vision 2021** のもとでの教育の柱として **Double-Wing Academic Architecture** なるものが構想されていて、知の探究、知と知の融合、社会と知の統合という3つの軸が立っています。今回のシンポジウムは、それらのうち、最後の社会と知の統合についての議論を行うという場になります。それから、工学研究科では、テクノアリーナという構想が進んでいて、いろいろな社会課題を足がかりにして、新しい研究を切り開いていこうという取り組みが進んでいます。それらの中のインキュベーション部門の大型プロジェクト準備型というところに統合学術基礎論イニシアティブも位置づけられていて、いろいろな活動を進めています。そのイニシアティブの企画で、今年の1月22日ですから、ほぼ10カ月、11カ月前に「社会課題とは、統合とは」というシンポジウムを開催させていただき、社会課題とは何か、そのための取り組みがどういふふうになっていて、それらの推進における課題は何か、というような議論をさせていただきました。今回のシンポジウムは、その「社会課題とは、統合とは」というシンポジウムの、ある意味、続編、発展型というような位置づけのものでもあり、その際の議論をさらに深めることができれば、と考えています。

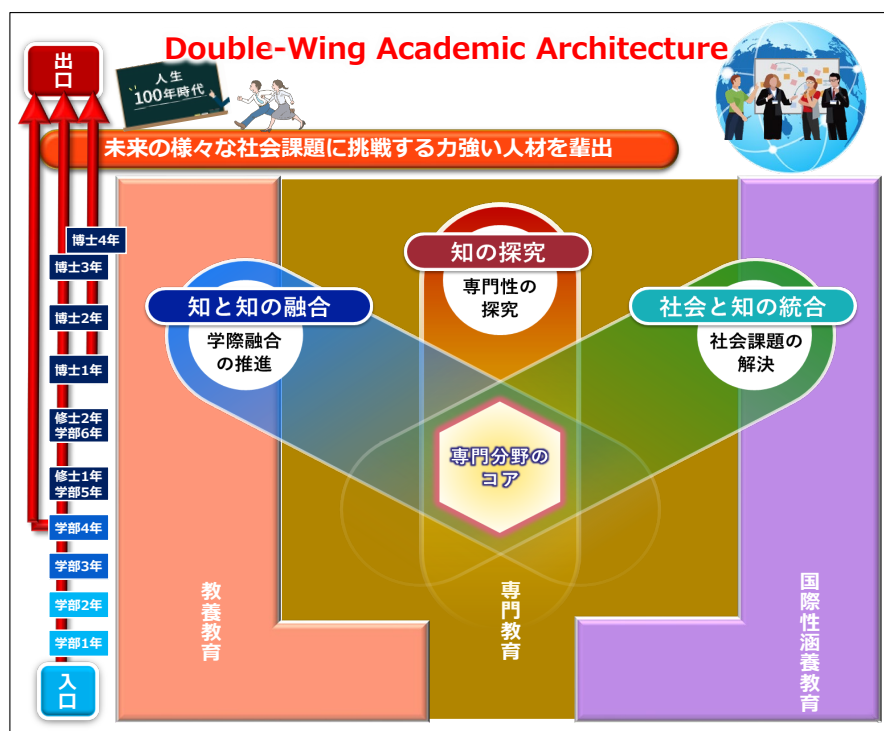
今日のシンポジウムですが、前半の第1部は3件の話題提供、後半の第2部はパネルディスカッションというかたちで進めさせていただきます。話題提供、パネルディスカッションの際に、質問等があるかと思いますが、随時、Zoom ウェビナーのチャットのところにすべてのパネリストを送付先にして書き込んでいただければと思います。司会進行側で適宜判断の上、対応させていただきます。ただし、時間の都合上、すべてのご意見に対応できるわけではありませんので、あらかじめご了解いただければと思います。本日は3時間の長時間になりますが、よろしくお願いいたします。

開会の辞

○司会　　まず、開催にあたりまして、国際共創大学院学位プログラム推進機構の副機構長であり、大阪大学の統括理事・副学長の田中先生より、開会のご挨拶をお願いしたいと思います。よろしく願いいたします。

統括理事・副学長　田中敏宏

ただいまご紹介いただきました、大阪大学の理事、副学長をしております田中と申します。どうぞよろしくお願いいたします。本日は「社会と知のエコシステム」と題するシンポジウムに学内外から多数の皆様方にご参加いただきまして、厚く御礼申し上げます。ご紹介いただきましたように、このシンポジウムは大阪大学の国際共創大学院学位プログラム推進機構という、大学院の共通教育を担う機構と大阪大学工学研究科の共同主催としています。また、本日のシンポジウムにて講演いただきます、医学系研究科長の森井英一先生、文学研究科教授の秋田茂先生、さらに本日のシンポジウムの提案者であり、シンポジウムの企画・運営を統括されている工学研究科教授の藤田喜久雄先生には心から感謝申し上げます。



さて、本日のシンポジウムですが、先ほど紹介がありましたように、まだコロナがあまり広まっていなかった1月22日に「社会課題とは、統合とは」というシンポジウムを開催していきまして、今回はその続編という位置づけです。現在、大阪大学では、特に大学院教育においては、「知の探求」と呼んでいる、従来型の専門性を深めることに重きを置く教育体制だけでは、世の中を取

り巻いている様々な複雑化した課題への対応が難しいことを重視して、複雑化した課題への対応として、学際融合に相当する左側の「知と知の融合」に加えて、右側の「社会と知の統合」という取り組みが重要かつ不可欠であると考えており、教育の大きな方針の一つとしています。今回のシンポジウムは、その社会と知の統合の発展型として、社会と知のエコシステムという新たな視点から、様々な複雑課題への対応のヒントを見いだそうという試みです。



そのエコシステムという言葉も昨今、様々な分野で聞くことが多くなっています。大阪大学においても基礎研究の成果を社会実装し、さらにはそこからさらに基礎研究の課題を抽出して、再び新たな基礎研究を展開するというサイクルを大阪大学エコシステム、OUエコシステムと定義し、大学の活動の大きな基本指針の一つとしています。エコシステムは、皆様ご存じのように、もともと生態系を意味して、さまざまな生物が、それを取り巻くさまざまな複雑な環境の中でともに生きる、共創、共生して生きるという状況を意味しています。加えて、そのような状況における一部のバランスが崩れると全体が大きな影響を受けて時には生態系が崩れるという状態を表す意味をも意識しながら、生態系という言葉が使われていると思います。それらのもと、複雑化した問題の解決の糸口を見いだすアプローチとしても、ビジネスとか、いろいろなところで最近取り上げられています。とは言いましても、一口にエコシステムといっても、なかなか捉えがたい面があります。本日のシンポジウムでは生体というキーワード、歴史というキーワード、それから、人工物というキーワードの三つの話題を取り上げて、それらの各分野で活躍、また、その分野を得意とされている先生方から、それぞれにかかわる複雑事象を包括的に捉えようとしている学術的な視点からの取り組みを紹介いただき、複雑な課題の解決の糸口を見いだすためのエコシステムのあるべき姿を考えてみたいと思います。このような観点でのシンポジウムは初めての試みであり、是非ともお楽しみいただければと思っています。限られた時間ですが、有意義なひとときを過ごしていただければ幸いです。と、申し上げまして、冒頭のご挨拶とさせていただきます。

○司会 田中先生、どうもありがとうございました。

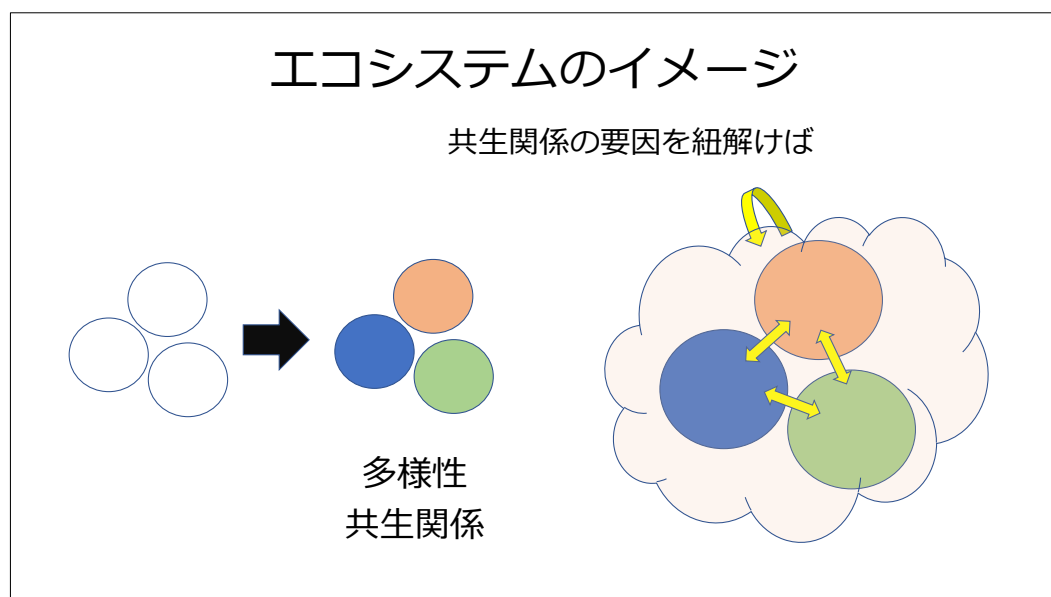
話題提供「生体の多様性とその変動から伺う社会」

○司会 それでは、第一部、話題提供ということで、医学系研究科の研究科長の森井先生から、「生体の多様性とその変動から伺う社会」ということで話題提供をお願いします。森井先生、よろしくお願いします。

医学系研究科 研究科長 森井英一

ありがとうございます。医学系研究科の森井です。私の専門は病態病理学ですが、これは、人はなぜ病気になるのかということを解析して調べる部門です。また、附属病院の病理診断科も担当しており、そこでは、病変が炎症かがんか、もしがんであれば、採取された組織のどこががんか、どこががんでないかの診断をしています。それを通して、どのように治療すれば良いかという、臨床側からの問いかけに答えています。

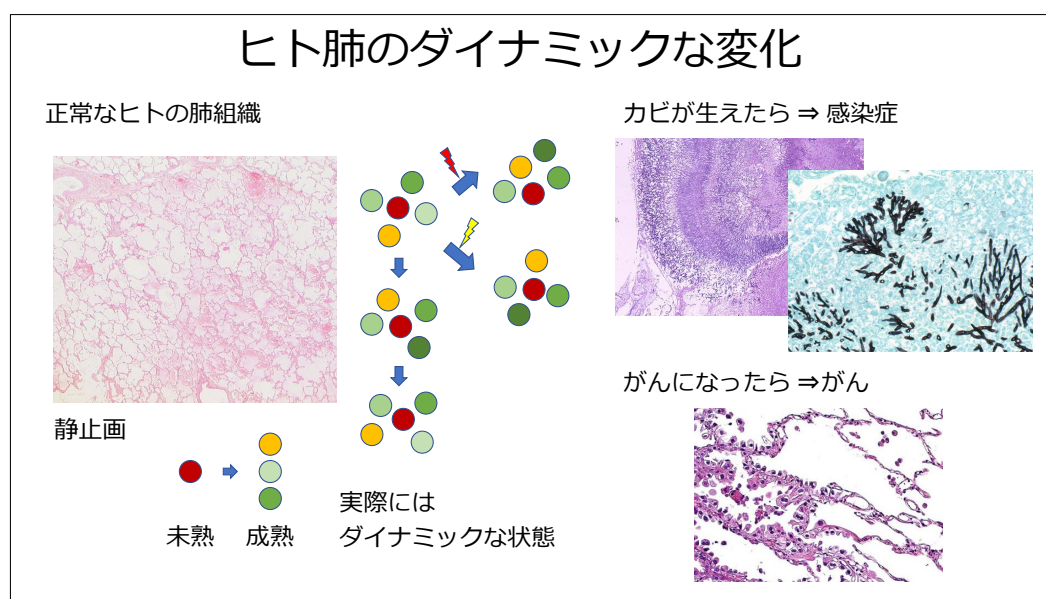
本日のテーマのエコシステムということですが、先ほど田中理事からのご紹介にもありましたように、そもそも、いろいろな多様な集団がないと、このエコシステムというのはいないということです。やはり多様性があるって、そして、お互いに共生しているという状況があるからこそ、このエコシステムは存在しているわけです。当然、共生しているわけですから、共生関係の要因、つまりお互いにお互いがちゃんと成り立っている、そのファクター、要因をひもとけば、いったいどういうことになっているのかが見えてくるはずなんです。



エコシステムは、イメージとして示すと、このようなものです。おのおのは、一様ではなく、

オレンジとか、青とか、あるいは緑として、多様です。それらの間のお互いの関係及び、もう一つ大切なのは、その周囲の環境が大切です。今、ボールは三つしかありませんが、これらのボールの裏側には環境要因というものもあります。そのもと、黄色で示したようなさまざまな要因が組み合わさって、一つの共生関係というものができあがっているということです。

私の専門は病理なので、ヒトの肺の組織で考えてみたいと思います。



左側は顕微鏡で見たときの肺の組織です。このような写真はいろいろなアトラスにもよく出ていますが、あくまでもこれは平面のもので、しかも、静止画です。実際にはヒトの体ではすごくダイナミックな状態になっています。スクリーンショットを撮ったと思っていただければ結構で、実際にはぐちゃぐちゃと動き回っているもののある一瞬を捉えた静止画です。左側は、ヒトの肺の組織としては、それほど問題がない組織ですが、ここでいろいろなことが起こります。例えば、カビが生えることも当然あり得ます。カビが生えれば、この右上の左側のようにいろいろな炎症が起きます。そこの右上の右側のところに何かほうきのようなものがありますが、これが実はカビの胞子です。こういうカビの胞子が入ることによって、左側の空気がいっぱい入っているきれいな肺が炎症の塊になってしまいます。あるいは、当然ヒトは生きている間にがんになることもあり得ます。がんになったらどうなるのかと言えば、右下ようになります。画像中のやや左下のところ、ちょっとピンク色が濃くなっているところがあります。このピンク色が濃くなっているところの周りに黒い粒々がついているのががん細胞です。こういうふうながん細胞があることによってピンクが増える。ピンクが増えるというのはどういうことかと言えば、線維が増えるということです。線維が増えるからがんは硬いのです。普通の組織は柔らかいのだけれども、がんになったらどうしても硬くなる。だから、しこりになるわけです。いずれにしても、先ほど見た正常な肺に対して、いろいろなストレス、例えばカビが生えとか、がんになるとか、そういうストレスが加われば、生体はきちんと反応します。カビを退治するためには炎症が起こっ

て、そしてカビを退治しようとしします。がんになった場合には、そこの線維が増えることによって、線維からがんを駆除するような、そういうファクターが出てくる。これが面白いのは、がんがもうちょっと進んでいったら、今度はその線維からがんを助けるファクターが出てくるということがわかっています。このように、環境の変化によって次々と状況が変わっている。ある意味、がんはヒトのエコシステムということになるのかもしれませんが。これがヒトの肺の病的状態です。

次に、以上のようなエコシステムのダイナミクスについて考えてみたいと思います。先ほど、図の左側上は正常な肺のスクリーンショットであると言いましたが、通常は非常にダイナミックに動いていて、未熟な状態から成熟した状態ものが、次から、次から、次から次へとできあがっている。それが正常な肺です。図の左側下では、未熟な状態を赤で示していますが、赤いものから黄色とか、薄いグリーンとか、濃いグリーンとか、こういう成熟した細胞ができていきます。こういう連鎖でできあがっているのが正常の肺です。図中央部の左上のように、ある瞬間は、正常な肺は赤を中心にしていますし、あるいは、次の瞬間には左中ようにオレンジの部分が動いていく、左下のように緑が逆に増えていく、そういうこともあり得ます。あるいは、その次の瞬間には、またグリーン数がちょっと減っていく。そういう変化が、常々、毎秒毎秒繰り返されているというのがヒトの肺のダイナミックな状態です。先ほどの繰り返しになりますが、例えば、カビのような感染症が起こったときには、右上のような赤のストレス、雷みたいなストレスが入ることによって、その肺の組み合わせが変わる。そこに炎症細胞が加わってくる。炎症が加わることによって、これまで見られていたのとは違うような肺の細胞の組み合わせが起こってくる。そして、がんになったときも同じことです。がんになったら、今度は右中のような黄色のこの雷が入ることにより、また全然違う組み合わせになってくる。このようにヒトの生体組織というのは、常に環境によってダイナミックな変化をしているわけです。

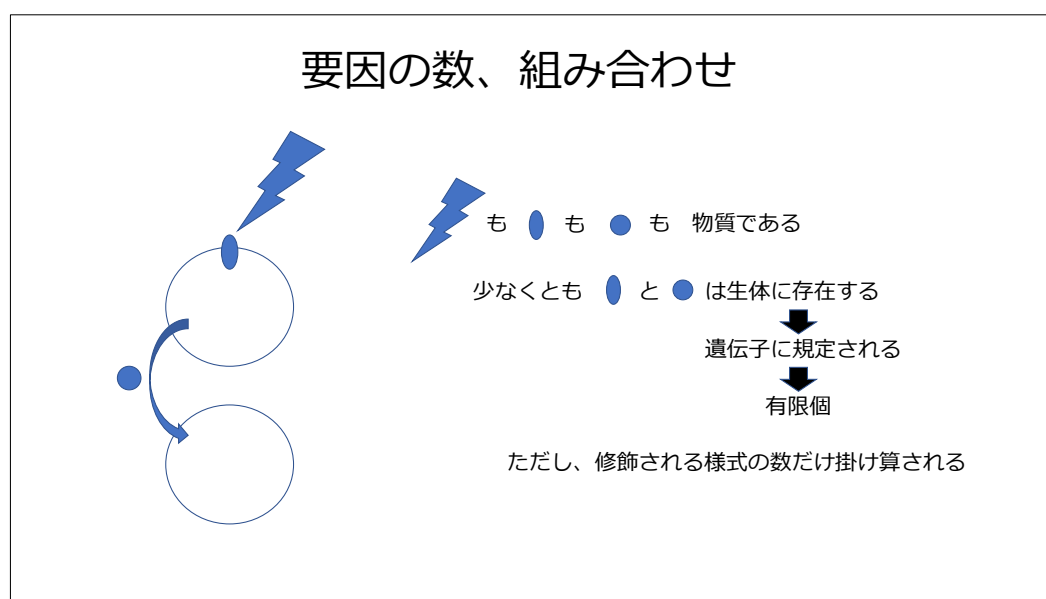
一連の変化は、結局のところ、細胞自身の内的要因と外から加わる外的要因の総和で決まります。細胞というのは内的あるいは外的のストレスの総和が最小な状態にどんどん動いていこうとします。例えば、カビがきたことによって、これは困ったということで、その肺の細胞そのものが非常に強い状態になります。いわゆる内的要因がそこに加わって、この緑という状態になっているということです。あるいは、そこにまた別の要因が加わってくれば、例えば、感染が起こって、その感染の元になっているものが今度はなくなっていく、要するに治癒していく、すると、またこれが別の状態になって、全然違うかたちになってくるということです。そういうことが生体の細胞では常々起こっています。そのような変化の連鎖のもとでの動的な平衡状態というのが生体です。このエコシステムのイメージというのは、結局のところ、内的要因、外的要因にかかわらず、いろいろなストレスが加わることを受けて、それらが総和として最適解へ向かっていく。これがエコシステムのイメージであろうと思います。

では、白いものは、なぜ、緑色になるのかということですが、白が持つ“変わろうとする力”です。例えば、感染が起こりました。このままではいけないというので、感染した細胞は、もう自分は死のうと思うかもしれません。あるいは感染を寄せつけないように変わろうとするかもし

れません。このように、白の持つ“変わろうとする力”、あるいは、緑であることの居心地の良さこそが鍵です。例えば、もう死んだ方が良くと思った細胞は、それは死ぬわけですし、あるいは、この感染に対して強い細胞になろうとしたら、それに変わるということです。つまり、内的、外的ストレスの総和が最小な状態になるように進むというのがエコシステムである。そして、それが動的平衡状態をもたらしています。

まとめれば、生体内の細胞の変化というのは、内的ストレスの総和が最小な状態になっている動的平衡状態であるということになります。

次は、では、なぜ、それについてのいろいろな要因をひもとくのかということになってきます。どれだけの要因がどのように組み合わさって、この平衡状態をつくっているのかということを細かく細かく調べていって、そして、その要因がわかったら、今度はそれを理解して、その病的状態の解決につなげることができます。つまり、あるものが起こるからこういう状態になるのだという要因がわかる。そのことを足掛かりとして、今度は、その要因を取り除く、その要因が持つ力を阻害する物質を見つける。そのようなことができれば、それが医薬品の開発へつながります。つまり、エコシステムを理解する、そしてエコシステムをつくり上げている要因をひもといていくということが、我々の医療の世界では医薬品の開発へつながるということです。ですから、なぜ、病気が起こるのかということ調べる私が取り組んでいる病態病理学の研究というものは、究極的には医薬品の開発へつながるということを進められているわけです。



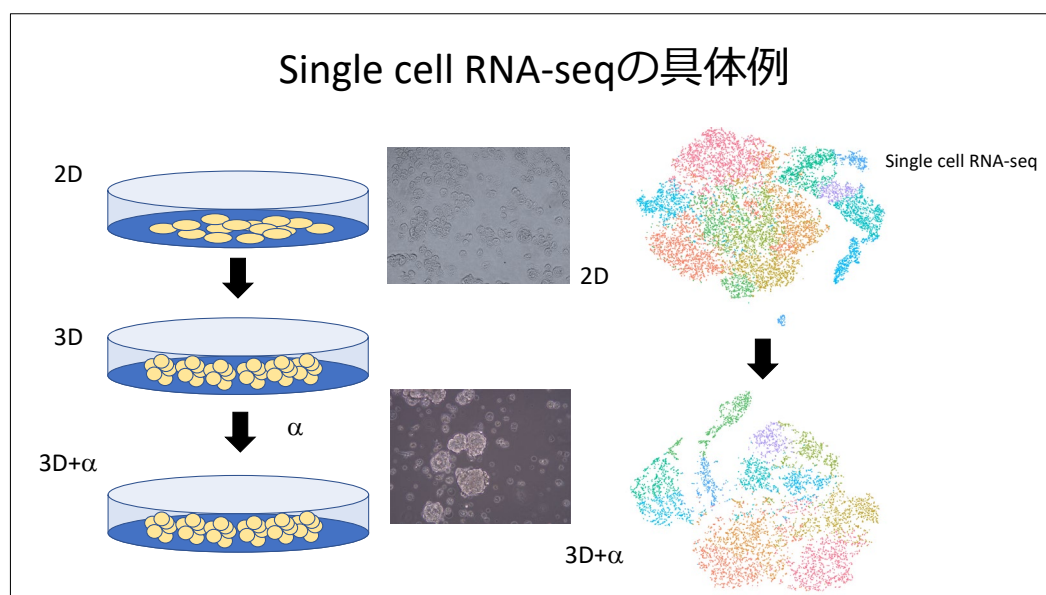
では、病態病理学の研究において、要因の数とか、組み合わせとかは、いったいどれだけあるのだろうかということになります。今、図のように、雷みたいに見えているものが白抜きの方の細胞に作用するとします。当然、細胞に作用する作用点というものがあります。図中にちょっと小さな縦に長い青い楕円がありますが、今、それを作用点とします。その作用点で作用したものによって、この上の方の白い細胞が、また何らかのファクターを出します。これを左側の小さな

青い円とします。それがまた今度、別のものにどんどんと移っていく。そういうふうなことを考えるだけでも、三つの要因があることになります。少なくとも、この雷というのは、カビのように外からきたものかもしれませんが、小さな楕円とか小さな円っていうのは細胞の方に存在する、もともと生体に存在するわけです。生体に存在するということは、当然ヒトの遺伝子で規定されているということになります。これは有限個のはずです。ただし、そこで出てきたものは何らかのしくみにより修飾されます。例えば、リン酸化されたり、そこに糖がついたり、いろいろなことがあって修飾されるので、その修飾される様式の数だけ、かけ算される。となれば、実は要因の数というのは実質的には無限個あるということにもなります。ただ、無限だから、どうしようもないというふうに言うのではなくて、やっぱり一つ一つ解析をしていくことにより、わかっているものの個数を少しずつ増やしていくことができます。やはり要因を解析していくということは大切であると考えています。

解析が大切であるとして、解析をしていく上でやはり重要なのは、センサー、評価系です。このセンサーというのは、実は、どんどんよくなってきています。例えば、白い細胞があつて、ある要因 A が加わったらオレンジの細胞になる、あるいは、別の要因 B が加わったら緑の細胞になるという状態があるとします。そこで、この白い細胞が白いままであるということは、実は二つの可能性があります。一つは、要因 A も要因 B も、いずれも働かなかったという可能性。あるいは、要因 A と要因 B が同時に働いた。同時に働いたから、その結果、どちらにも行けずに真ん中に留まった。この二つの可能性があるわけです。ところが、この本当に同時に働くということは、なかなか自然界はあり得ません。なので、この両者を見分けるためには、時間経過とともに状態をセンシングできる非常に感度のいいセンサー、つまり、コマ送りのように、一つ一つ 0.00001 秒ごとに撮影するような、そういう撮影装置があれば、ある瞬間に、この白いものはオレンジになって、ある瞬間に緑になって、というようなことがわかるのかもしれませんが。ですので、要因というものを解析するためには、非常に感度の良いセンサーを見つけることが非常に必須のことであると考えerわけです。そこでは“揺らぎ”が本質です。ライブイメージングという技術があり、生体のイメージングをする技術が最近非常に進んでいます。最初のところで、肺の静止画、静止の写真を示しましたが、あれはあくまでもスクリーンショットです。ところがライブイメージングを行えば、非常に揺らいでいることがよく見えます。ですから、実は揺らぎが本質であつて、いろいろな方向からの力が働いているということになります。だから、上に行こうが、下に行こうが、いろいろな力が働いていて、実は、瞬間、瞬間、白いものはオレンジになったり、緑になったり、そして揺らいでいて、ところが、普段、我々の目で見れば、白いままであるのかもしれないというふうに考えます。これがそのセンシング技術、センサーの一つのイノベーションです。

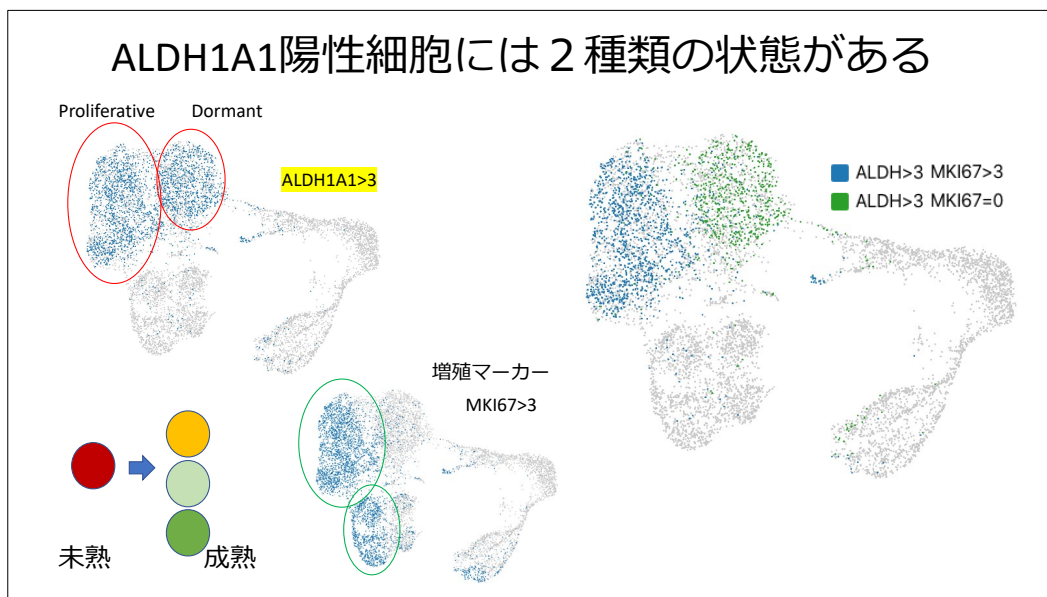
最近、RNA-sequence という技術があり、一つ一つの細胞の遺伝子の発現状態、どういう RNA が発現しているかを一つ一つ詳細に網羅的に調べることができるようになっています。RNA ということは遺伝子が活性化した状態になっているということです。ですから、細胞 A の発現する遺伝子群を網羅的に解析する、あるいは細胞 B の発現する遺伝子群を網羅的に解析することが

できます。つまり、ある状態における、言ってみれば、そのタンパク、そこで発現している遺伝子群のすべてを調べ尽くす。また、あるストレスがかかったときには別の状態の動的平衡になるわけですが、そこにおけるファクターはいったいどうなっているのかを探して、そして、おのこの状態をつくり出した原因の候補を見つける。つまり、ある状態においては、あるものが非常によく発現しているのかもしれないし、別の状態においては、そのものはなくなっているのかもしれない。そうすると、そのものというのがその状態をつくり出している原因の可能性があるということになります。だから、その原因の候補が見つかるわけですから、今度はその候補を取り除いたらいったいどうなるのか、逆に、その候補を今度は復活させたら元へ戻るのかという、そういうロジックを使っていけば、どういう要因がその状況をつくり出したのかがわかることになります。

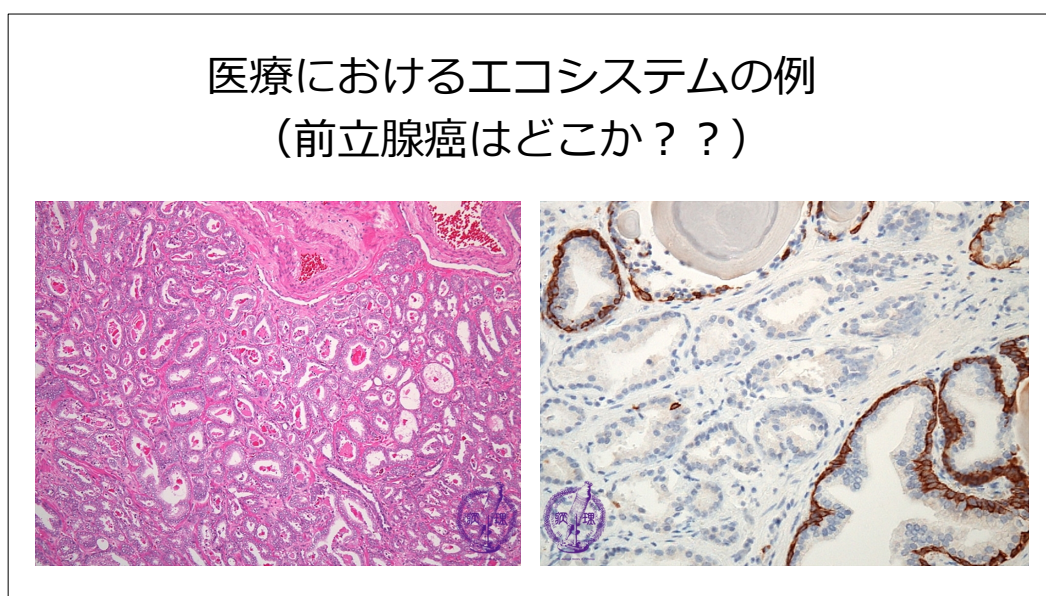


これは一つの例ですが、細胞を2次元培養する状態 (2D) がある。そして、3次元培養をした状態 (3D) がある。さらに、+ α として、そこに何か、ポトンと鼻の油みたいなものを入れると、また別の状態になるということがわかっています。図の右側のほうには、何かいろいろなカラフルなものがありますが、その点々が一個一個の細胞です。一個一個の細胞が発現している遺伝子のクラスターというか、その類似性で色分けしたものです。2Dの状態と3D+ α の状態でがらりと様相が変わるということがわかると思います。つまり、状態が変わることによって発現している遺伝子の状態も違っているということです。

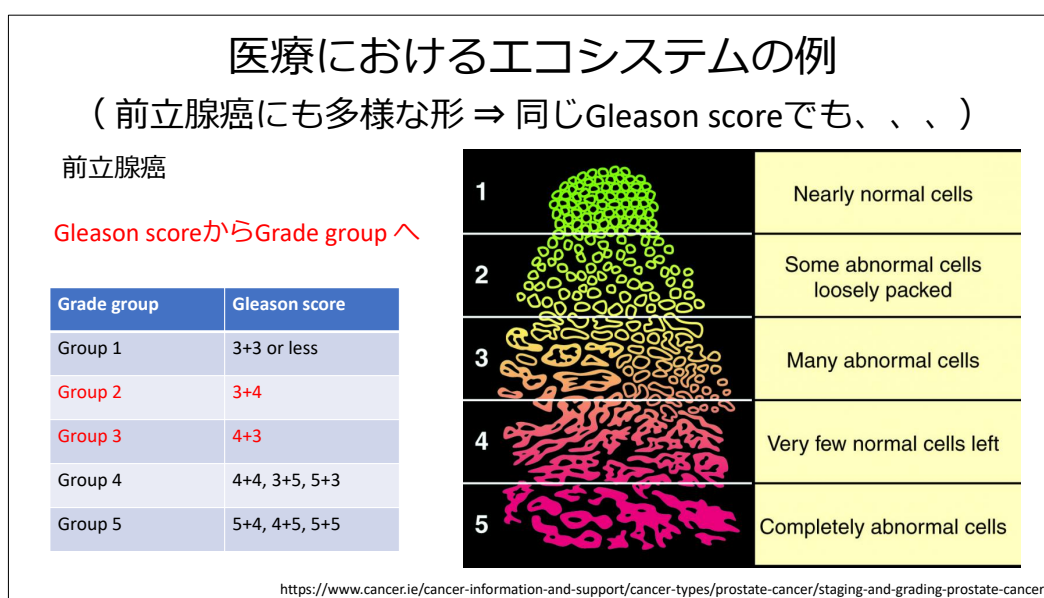
ここに ALDH1A1 と書いていますが、これ、実は未熟な細胞、つまり、この赤い細胞のマーカーです。我々はずっと赤い細胞だと思っていたのですが、一つ一つ、こうやって調べていったところ、増殖状態にある赤い細胞と Dormant という休止期にある赤い細胞という二つがあるということがわかりました。つまり、赤は未熟だと今までは思っていたのですが、よくよく見たら、本当に眠った状態のものと、もう今にも動きだそうという、いわゆるアイドリングの状態の二つがあ



ということが、この技術でわかるようになりました。ということになれば、例えば、がん細胞というのは非常によく増殖するわけですから、眠ってもらえれば良いわけです。ですので、これはすぐには難しいとは思いますが、がん細胞を眠らせる薬があればいいです。例えば、眠った状態を特徴づける遺伝子というのは、今のところ、38個あります。逆に、増殖した状態の未熟な細胞を規定する遺伝子は279個もある。こういうものを一つ一つ丹念に調べることによって、がん細胞を眠らせることができるファクターが見つければ、良い薬につながるのではないかと。これは理想ですが、少なくとも、その端緒は、センサーの発展、イノベーティブな技術によって、わかるということになります。繰り返しになりますが、要因の数や組み合わせにはこのようにいろいろなファクターがあります。



エコシステムのイメージというのは、困ったことがあるから最適解へ動いていく。要素を読み解けば困ったことの解決につながるかもしれない、ということです。ここまでの話は生体におけるエコシステムについてでしたが、実際には医療におけるエコシステムというのもあります。例えば、私は病院で診断をしています。この左側の写真にはいろいろな輪っかがたくさんあります。これは前立腺の写真ですが、どこかに前立腺がんはあるのだけれども、いったい、どこにあるのかがさっぱりわかりません。一個一個丹念に見ていって、どうだ、こうだ、と言ってみるのですが、実際にはなかなか難しい。そこで、そこに一つのイノベーションをかませば、右側の写真のように、茶色で囲まれた輪っかが見えてきます。茶色で囲まれた輪っかは、実は正常の前立腺組織です。それに対して、茶色の輪っかで囲まれていない細胞群がありますが、そういうのが前立腺がんです。ですので、単に左側の写真を見てもよくわからないのですが、一つ別の要因をかませることにより、右側のようにがん細胞がよく目立つようになります。



さらに、このがん細胞にもいろいろな形があります。右側に、1、2、3、4、5 って書いてあるのが **Gleason score** というものです。5 とかになったら、もう形がぐちゃぐちゃになって非常に予後が悪い状態になります。ですので、きちんと **Gleason score** を見ることにより、その患者さんの予後がわかるということになります。ところが、**Gleason score** というのは主だったところを2カ所たし算しています。「3+4」と「4+3」というのは、実のところ、同じ7になります。けれども、「3+4」の方が予後が良い、「4+3」よりも予後が良いということがわかっています。単なる **Gleason score** だけではなかなかうまくいかないというので、ここにあります **Grade group** というものを使います。**Group 3** というのが「4+3」、**Group 2** は「3+4」です。同じ **Gleason score** でも **Grade group** を使うことによって、予後とリンクすることができるということになります。

一連のことをまとめてみると、医療におけるエコシステムの例としては、前立腺がんの組織と正常な組織を見分けるには、茶色い輪っかがあるかどうかを見れば良い。さらに、形によって性

質の悪いものがあるということになれば、**Gleason score**を導入して性質の評価を行えば良い。同じスコアのものがあっても違った性質のものがあれば、今度は **Grade group** を使おうということ、少しずつこうやって進化していくわけです。これが、ある意味、医療におけるエコシステムです。まだまだ取り組んでいかないといけないいろいろなファクターもあります。例えば、AI を繰り入れて **Gleason score** に **Dense stromal components** というものを組み合わせれば、より悪いものがわかるということが、論文レベルですが、わかってきていて、今後の課題になってきています。

最後になりますが、1月のシンポジウムの際にも話しましたように、社会での実践である医療では、基礎的な研究との間にエコシステムというしくみを入れることによって、どんどんと、いろいろな良い状況をつくっていけるということです。

以上です。ありがとうございました。

○司会 どうもありがとうございました。いろいろとご質問はあるかと思いますが、進行の都合もありますので、申し訳ありませんが、チャットのところに書き込んでおいていただければと思います。第2部との間に休憩時間を設けておりますので、我々の側で少し整理をした上で、第2部の冒頭に答えさしていただきたいと思います。

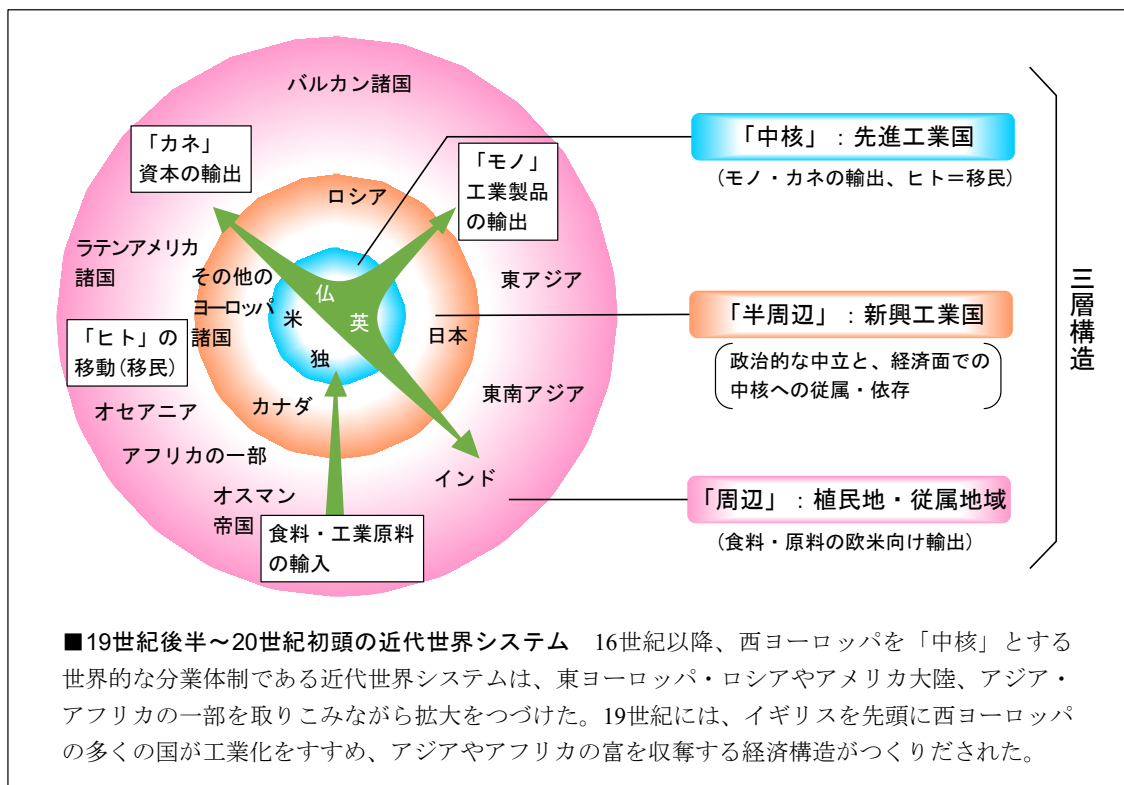
話題提供「歴史における関係性と世界システムの変容」

○司会 二つ目の話題提供は、文学研究科の秋田先生から「歴史における関係性と世界システムの変容」ということでお願いしたいと思います。秋田先生、よろしくお願いいたします。

文学研究科 教授 秋田茂

文学研究科の秋田と申します。今日はよろしくお願いします。今、森井先生から最先端の医学について話がありましたが、私は歴史学、とりわけ、最近世界中で話題になっています新しい世界史、グローバルヒストリーというテーマを研究しています。もともとはイギリス帝国の歴史を世界大で考えるというかたちで取り組んでいましたが、今日はそうした、我々が、今、考えている、あるいは世界の歴史家が話題にしている新しい歴史解釈を少し話した上で、全体のテーマであるエコシステムに結びつくかどうかはわかりませんが、いかに既存の枠組みを変えていくのかということ、新たなものをつくり出すのかということに関して、歴史の視点から三つの話をしたいと思います。そういう話はイノベーションにも若干つながるのではないかと思います。最初は、現在における歴史教育の変容ということを少し話したいと思います。それで2番目に、18世紀、とりわけ近世における大きな歴史像の転換が、今、起こっているということを話し、最後に、では、現代、我々が生きている、この東アジアを含めた現代世界をどのように考えたら良いのかということをお話したいと思います。

まず、最初ですが、おそらく、皆さんは大学に入られる前の高校段階で世界史と日本史という歴史学の二つの科目を学ばれたと思いますが、文科省は今から2年後の2022年に、日本史と世界史を統合して、新しい教科科目として「歴史総合」という新科目をつくるという方針を決めています。戦後70年、日本なりのいわゆる中等教育が展開してきていて、そこでは一貫して日本史と世界史がばらばらに教えられてきましたが、初めて日本史を組み込んだ世界史と、そう言う日本史の先生に叱られますが、その両方の科目を統合して現代世界を総合的に見るような、そうした教育をこれからの若い人たちにしていくための新しい科目をつくらうということになっています。つまり、歴史教育は2年後から大きく変わろうとしています。私は、その学習指導要領をつくるときに2年間にわたり随分と協力しました。そのエッセンスがどこにあるかということも含めて、少し話をしたいと思います。



現在の皆さんのというか、高校生の、あるいは若い人が学んでくる世界史というのはどういう枠組みになっているのかというと、近代世界システム論という考えがベースになっています。この考え自体は、昨年亡くなりました、アメリカのイマニュエル・ウォーラーステインが提唱した考え方です。ちなみに、ウォーラーステインの主要著作¹は、全部、私の前任の川北稔教授が日

¹ 例えば、

Immanuel Maurice Wallerstein, *The Modern World-System I: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century*, (1974), Academic Press. [邦訳：川北 稔 (訳), 『近代世界システム I — 農業資本主義と「ヨーロッパ世界経済」の成立 —』 (2013), 名古屋大学出版会.]

Immanuel Maurice Wallerstein, *The Modern World System II: Mercantilism and the Consolidation of the European World-Economy, 1600-1750*, (1980), Academic Press. [邦訳：川北 稔 (訳), 『近代世界システム II — 重商主義と「ヨーロッパ世界経済」の凝集 —』 (2013), 名古屋大学出版会.]

Immanuel Maurice Wallerstein, *The Modern World System III: The Second Era of Great Expansion of the Capitalist World-Economy, 1730s-1840s*, (1989), Academic Press. [邦訳：川北 稔 (訳), 『近代世界システム III — 「資本主義的世界経済」の再拡大 1730s～1840s —』 (2013), 名古屋大学出版会.]

Immanuel Maurice Wallerstein, *The Modern World System IV: Centrist Liberalism Triumphant, 1789-1914*, (2011), Academic Press. [邦訳：川北 稔 (訳), 『近代世界システム IV — 中道自由主義の勝利 1789-1914 —』 (2013), 名古屋大学出版会.]

本語に翻訳されています。近代世界システム論の骨子についてのモデル図²がこれです。世界を三層構造、中核、周辺、その中間の半周辺と三つに分けて、この三つの地域の相互のインタラクションで、世界の一体化、あるいはグローバル化が進んできたというかたちになっています。概略としては、16世紀の大航海時代から始まり、19世紀に世界が一体化し、それが20世紀にさらにアメリカを中心として展開して現在に至っているという考え方です。ですから、基本的には、近世以降、あるいは近代西洋が世界に影響力を拡張し基盤をつくった、それをアメリカが引き継いだ、という見方になっています。

しかし、この考え方自体は、2000年に、同じくアメリカの研究者のケネス・ポメランツが出した *Great Divergence* という本³が出て以来、大きく書き換えが進んでいます。ポメランツ自身はもともと中国経済史の専門家です。ポメランツは何を考え提唱したのかというと、私は二つあると思います。彼が主として考えるのは、いずれも18世紀の時代、いわゆる歴史学では近世と言われていますが、その時期を新たに見直すために、二つの大きな問題提起をしています。

一つは、従来、近世は、西洋世界が世界にどんどんと影響力を拡張していく海外膨張の時代であるという、西洋の優越ということで考えられてきましたが、ポメランツは、18世紀の半ばまではそうではなくて、世界の四つの地域、その中に、畿内と関東からなる江戸時代の日本も入っていますが、西ヨーロッパ、それから中国の長江下流域、現在の上海地域です、さらに北インド、ムガル帝国下のベンガル地域、この四つの地域は、経済発展のレベルにおいてはほとんど同じであったということを提示しています。生活水準、消費、あるいは識字率、平均寿命というものも含めてほとんど変わらない。世界の四つの地域でそういう同時並行的な経済発展がみられたことを実証的に提示しています。それは何を意味したのかと言えば、最初に示した、ウォーラーステイン的な西洋の拡張が世界を飲み込んでいったという一面的な見方を根本的に否定するという問題提起です。その中で、とりわけ、アジア地域の経済発展の独自性とアジアの豊かさというものから世界の歴史をもう一度見直すべきであるという問題提起です。

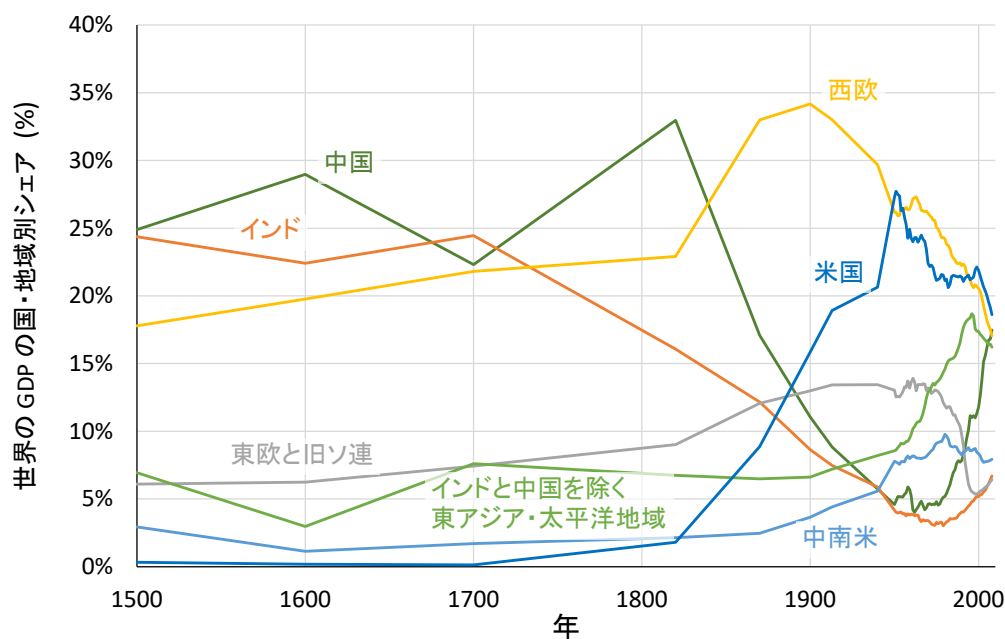
二番目は、しかし、そうであっても、我々が知っているように、19世紀がヨーロッパ中心の世界であったということは否定できないわけで、その原因についての問題提起です。では、なぜヨーロッパが、あるいはもっと別の言葉で言えば、なぜ、イギリスが世界を席卷した圧倒的な影響力を行使した「パクス・ブリタニカ」の時代が成立したのか、ということです。それが19世紀で

² 第一学習社・高等学校教科書『改訂版 世界史A』(2017年2月発行), 141頁 図版4「19世紀後半～20世紀初頭の近代世界システム」(秋田による)

³ Kenneth Pomeranz, *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*, (2000), Princeton Univ Press. [邦訳: 川北 稔 (訳), 『大分岐 ― 中国、ヨーロッパ、そして近代世界経済の形成―』 (2015), 名古屋大学出版会.]

あるということを我々は知っています。それをアジアでは「ウェスタン・インパクト」というように言いますが、では、なぜ、そうした近代の 19 世紀の西洋で、あるいはイギリスでそうした劇的な経済発展が可能になったのかという問いに至ります。それについて、ポメランツは、そこだけが突出した「大いなる分岐」という意味で、**Great Divergence** という言葉で表現し、二つの偶然の要因によるものであるとしています。一つは、大西洋を挟んだ向こう側の新大陸、南北アメリカ大陸があって、植民地として確保したこと。もう一つの偶然として、たまたま石炭、エネルギー源として使える良質の石炭がロンドン近郊にあったということ。これらの二つ、新大陸と石炭がたまたまあったからこそ、近代のイギリスというのは産業革命を成し遂げて、19 世紀に世界を支配するというポジションになったのだ、と彼は主張しています。

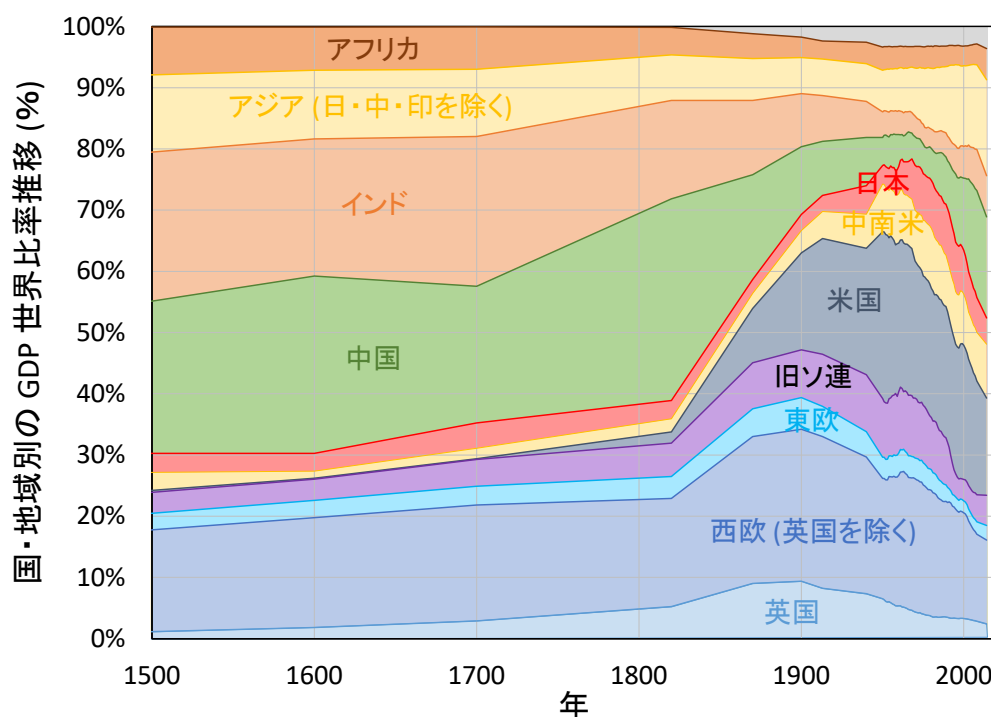
それらの解釈を巡ってさまざまな議論がなされていて、まだ論争は続いています。最初の方の、世界のとりわけアジアの豊かさという点については、かなり認められてきているのではないかと思います。それは 18 世紀の解釈の部分であり、しかし最初に申し上げたように、19 世紀は、ヨーロッパ、具体的に言うとイギリスが圧倒的な力を持った、そういう我々が普通に知っている西洋優位の時代であり、そこでグローバル・スタンダードが形成されたというように通常は考えられます。では、それを受けて、20 世紀あるいは 21 世紀、我々は、現代をどのように考え、どういう世界に生きているのだろうかということを考えたときに、これはもう一つのテーマとして、「東アジアの奇跡」という概念で考えた方が良くはないかという問題提起があります。



Source: Maddison Database 2010, Historical Statistics of the World Economy: 1-2008 AD
<https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-database-2010>

Note: The GDP figures are expressed in 1990 International Geary-Khamis dollars.

これは 1500 年以降 2008 年までの長期の 500 年間の世界の GDP の変化です。これを経済的富
 と言い換えても良いと思いますが、どの地域がどれぐらいの富を生み出してきたのかという比率
 を大まかに表したものです。20 世紀半ばよりも以前のところは、ところどころで大きく折れ曲
 がっていますが、さすがに、昔のことについては 100 年毎とかでないとは推定値がありません。と
 は言え、これを見れば、いろいろなことがわかります。



Source: Maddison Database 2010, Historical Statistics of the World Economy: 1-2008 AD
<https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-database-2010>
 ただし、2014年についてはIMFのデータを用いている。

先ほどのものはそれぞれのシェアの折れ線グラフでしたが、これは同じものを世界比率で表し
 たものです。これを見れば明らかですが、具体的な推定値がある 1820 年というのはイギリスで
 産業革命が起こってから 40 年ぐらい経った時ですが、19 世紀の初頭までは、アジアのとりわけ
 中国、インド、あるいは日本を含めたアジア諸地域の GDP が世界の半分以上を占めていたわけ
 です。そうした中で、いわゆる産業革命を経たイギリス、それから近代西洋の比重が急激に増え
 ていった様子が下の方に出ていますし、20 世紀はアメリカ合衆国の比重が高まったという様子
 も明らかに見て取れます。先ほどの折れ線グラフで、少なくとも 1820 年までは、中国をはじめ
 とする東アジアから太平洋の地域、それからインドの比重が世界の GDP に占める割合としては
 圧倒的に多い。それらを足し合わせると 6 割近くを占める時もあったということに対して、19 世
 紀になると、これは当然ヨーロッパの台頭とともにその比重は急激に低下してっているというこ

とが見て取れます。しかしながら、ポイントは、では、現代はどうかということです。特に、第一次石油危機が起こった 1973 年以降を見ますと、我々も、現在、目にしているように、東アジアの工業化が急速に進んで、東アジアの GDP の比重が急激に増えてきていることが見て取れます。加えて、直近の 2014 年の段階では、東アジアを中心としたアジア太平洋地域、EU のヨーロッパ、それから北米という三つの世界の主要地域が生み出す GDP の比重とは、ほぼ大体拮抗している。しかし、アジア開発銀行は、2030 年にはアジア太平洋地域の GDP が 50%を超えるまでに復活するという予想をしています。

上記については、経済誌『エコノミスト』もそのように言っていますが、その復活のベースはシンガポールとか香港に代表されるようなアジアの沿海地域、こういう地域を中心としたダイナミックな自由貿易体制の形成と発展、それが世界経済にリンクしていくということが背景にあると思います。そのことは 1993 年に世界銀行が *East Asian Miracle* というレポート⁴を出して、それ以来改めてはっきり認識されるようになったわけです。そもそものタイトル自体は欧米から見ればミラクルのように見えるということですが、もともと 18 世紀まではアジアが世界の富の半分以上を生み出していたということを考えれば、そこに回帰しているというようにも考えられるわけです。ですから *East Asian Miracle* という発想自身が非常に西洋中心的な、あるいは一方的な見方なのではないか、ということになります。それを、むしろ、現在の我々が直面しているグローバル化の中で改めて見直すとどういうことなのかということ、歴史家も考えるし、エコノミスト、あるいは国際政治学、あるいは国際関係論の専門家も考えているという状況にあるのではないかと思います。したがって、そうした中で先月、日本も RCEP (Regional Comprehensive Economic Partnership) という新しい自由貿易圏をつくるというように決めましたし、そうした発想が出てくるわけですが、しかし、今やこのアジア太平洋地域というのは世界経済の中核、ダイナミックな中心になっているのではないかというように思えます。

⁴ World Bank, *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy*, (1993), Oxford University Press.
〔邦訳：白鳥 正喜 監訳，海外経済協力基金開発問題研究会 訳，『東アジアの奇跡：経済成長と政府の役割』（1994），東洋経済新報社。〕

グローバル化の世界史《見取り図：仮説》

(1) 13-14世紀の世界

- ・モンゴル世界帝国（ユーラシア大陸規模）の構築と崩壊
- ・モンゴル後継帝国の形成 — チームール、ムガル、オスマン、明・清、ロシア
- ・内陸（中央ユーラシア）と沿岸交易路（海の道）の結合
→ 14世紀の危機（気候変動、黒死病）

(2) 長期の16世紀・「アジアの大交易時代」の世界

- ・アジアの大航海時代 — 日本の役割（石見銀山、倭寇、朱印船）
- ・スペイン・ポルトガルの海外進出
- ・「コロンブスの交換」 — 植物・疾病・生態系の変容
→ 「17世紀の全般的危機」（気候変動）

(3) 「長期の18世紀」の世界

- ・環大西洋経済圏の勃興 — 商業革命（モノ）、奴隷貿易（ヒト）
産業革命、資源集約型経済発展
- ・アジアの帝国の繁栄：中華帝国、ムガル、オスマン、江戸幕府
勤勉革命、労働集約的経済発展
- ・商人のネットワーク — ヨーロッパ、インド洋、東南・東アジア

(4) 19世紀・「バクス・ブリタニカ」の世界 （短い19世紀）

- ・工業化（モノ）と資本輸出（カネ）
- ・帝国主義的な領土拡張 — 公式帝国と非公式帝国
- ・労働力移動 — 契約移民

(5) 20世紀・「バクス・アメリカーナ」の世界

- ・軍事力と経済力（カネ）
- ・情報（インターネット、衛星通信）
- ・文化的影響力（ソフト・パワー）

(6) アジア太平洋の世紀 — 21世紀

- ・アジア（インド）太平洋経済圏の勃興 — 東アジアの奇跡
- ・「持続的成長」と開発、環境 — G8からG20へ、アフリカ問題と開発援助
- ・NGO、NPOの活躍、国際機構の役割

以上のようにして考えると、ここ⁵に少し書きましたが、従来のグローバル化がいったいどこから始まって現在に至ったのかという、そういう見取り図も大きく変わってくるのではないかと思います。我々は、大航海時代ではなくて、もっと遡って13、14世紀のモンゴル帝国、モンゴル世界帝国の時代から考えるべきではないかという、そういう大胆な発想で考えています。ですから、従来の常識を疑い、新たな発想で考え直すと何が見えてくるのかということを、歴史的に考えたいというように思います。

最後に、我々、大阪大学で歴史を研究している者は同僚と一緒に新しい世界史の考え方を1冊の本にまとめて、『市民のための世界史』という本⁶を大阪大学出版会から出しています。幸いこれは非常に好評で、学生さんにも受けが良く、よく読まれています。皆さんも、もし興味をお持ちいただけましたらご覧いただければ幸いです。以上です。どうもありがとうございました。

○司会 秋田先生、どうもありがとうございました。

⁵ 秋田 茂（編）、『グローバル化の世界史』（2019）、ミネルヴァ書房。

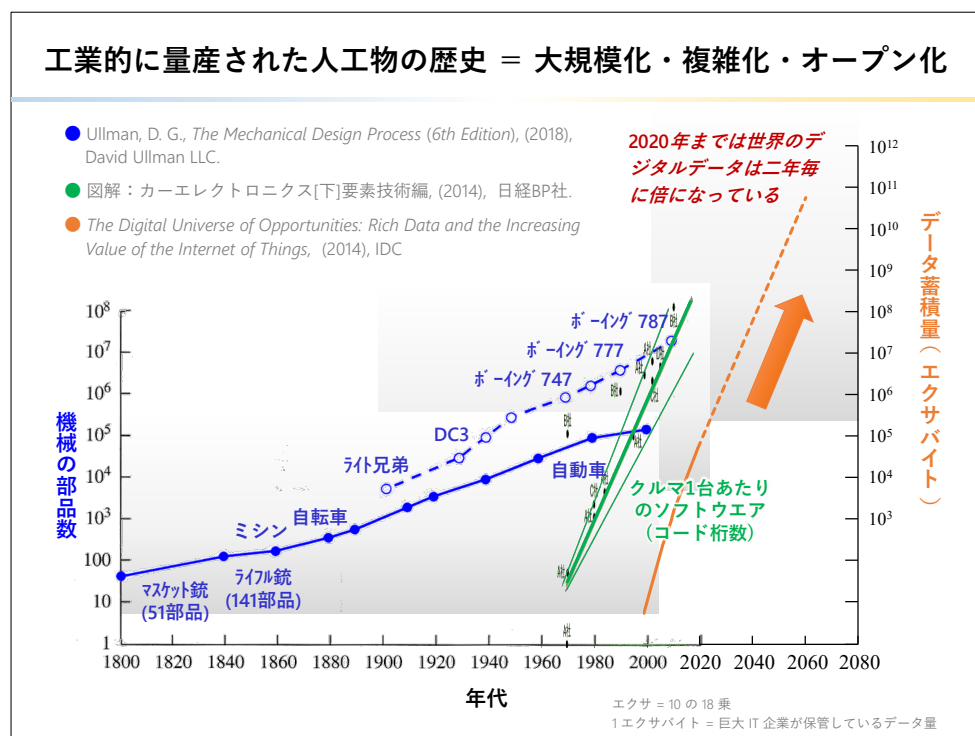
⁶ 大阪大学歴史教育研究会 編／秋田 茂、荒川 正晴、栗原 麻子、坂尻 彰宏、桃木 至朗 著、『市民のための世界史』（2014）、大阪大学出版会。

話題提供「人工物の複雑化からみるイノベーションの深層」

○司会 (藤田) それではちょっとお待ちください。私のほうから、……。

工学研究科 教授 藤田喜久雄

それでは三つ目の話題提供として、藤田から「人工物の複雑化からみるイノベーションの深層」ということで話をさせていただきます。森井先生、秋田先生のお話はきちんと専門に立脚した話でしたが、私自身は設計工学を専門としていて、今日お話しする内容というよりは、目の前のいろいろなものをどのようにして効率的につくるかというようなことに取り組んでいます。今日の話は、そういうことの少し外側でいろいろと垣間見たことを連ねてみると、こんな話になっているということになります。いろいろな誤差もかなりありますし、ある見方としてひょっとしたらこんなことかなというような話が連なっています。曖昧なところもあるという前提で聞いていただければと思います。



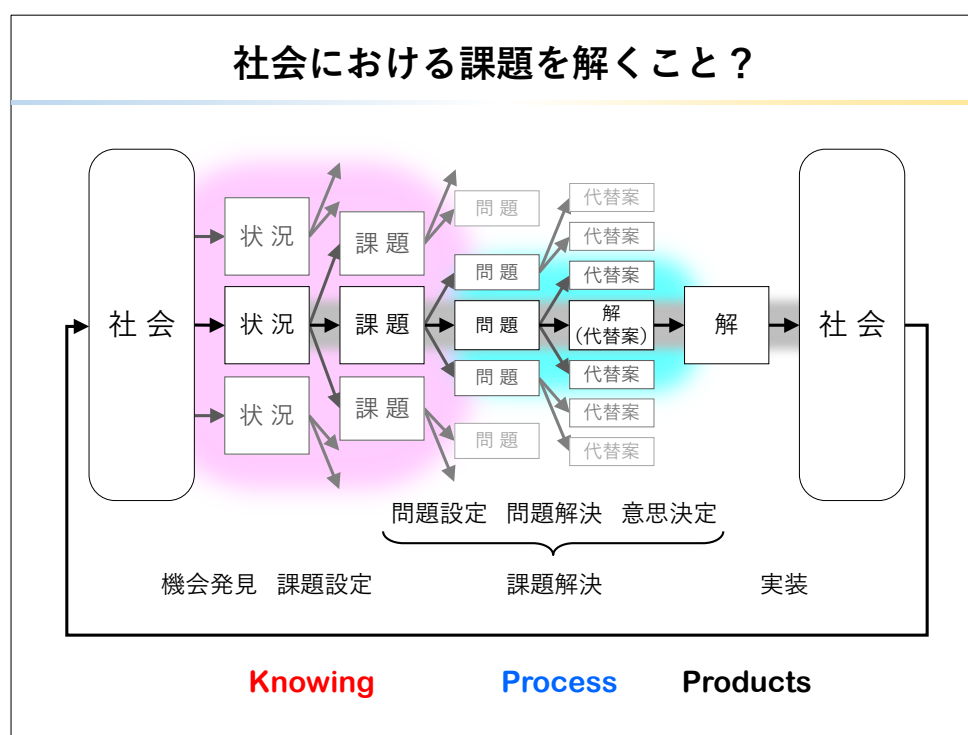
秋田先生の続きなので、ちょっと何か歴史がらみで面白い話がないかと思って、いろいろと探してみると、その時代時代で工業的に大量生産された人工物がどう変わってきたのかについて、こういうグラフが描けました。実は 1800 年ですから、200 年ほど前、工業生産された一番複雑なものというのはマスカット銃です。日本で言うと火縄銃です。江戸時代などのテレビドラマと

かを見ていると、何となしにわかると思いますが、50 点ぐらいの火縄銃が当時一番複雑だったということになります。しばらくすると、ライフル銃が出てきて、150 年ぐらい前にミシンが 200 点ぐらいで出てくる。120 年ぐらい前には自転車、1000 点ぐらいで出てきて、だんだん複雑なものが出てきて、自動車は機械部品という意味からすると数万点、3 万点前後とされていますが、それぐらいの複雑さでものが成り立っている。で、世の中にこれ以上複雑なものがないかという、実はあります。飛行機は点線で書いているように、大体、車の 10 倍から 100 倍ぐらいの複雑さを持っています。ただし、飛行機はそれこそ毎日点検しないとなかなか乗れません。車は、教習所で習うと毎日きちんと点検して乗りなさいと教わりますが、おそらく我々は車検に出すだけで何もしていない。そのあたりの違いには部品点数の違いが利いてきています。では、車の進化というか、高度化が部品点数が数万点のところまで止まっているかということ、実は車 1 台を動かすためのソフトウェアの行数を調べた人がいて、1970 年ぐらいはほとんどプログラムが入ってなかったのに対して、それがどんどん入ってきていて、今は 10 の 8 乗ぐらいの行数のソフトウェアで車が動いています。車の燃費がどんどん良くなっていますが、これはもう極めて複雑な制御のたまものということになります。今後どうなるかということですが、車の世界で言うと自動運転がやってくるという話は、ある意味、あちこちで言われています。自動運転になると、車は単体で動くわけではなくて、情報ネットワークにつながって、その上で動いていくということになります。そういうことになれば、目の前の車 1 台が動いていることではなくて、世界全体のデータの上で動いていることになります。これも調べた人がいて、データの蓄積量というのが大体 2 年間で倍になるというペースで増えています。今後どうなるかということはいくつかわかりませんが、それが増えていくとすると、我々が目の前にしている小さなものであっても、見えているものの外側でデータも含めて極めて巨大なものが動いているということになります。そういう意味で、人工物の歴史というのは端的に言えば、大規模になり、複雑になり、オープンと言いますか、目の前のものが目の前だけで動いているわけではなくて、つながって動いている、そういうことになっているということだろうと思います。

こういう変化に対して面白いことを言っている人がいます。ナイジェル・クロスという、オープンユニバーシティーですから、イギリスの放送大学の先生です。その人が技術パラダイムは 40 年ごとに変わっている⁷ということを言っていて、1920 年ぐらいは **Products** の時代だと言っています。T 型フォードが出てきた時代だとか、バウハウスなどの時代です。いろいろな製品の原型が世の中に出てきた時代ということになります。1960 年ぐらいは **Process** の時代だと言っていて、アポロ宇宙船ではその時代の一つの象徴です。確かに人は月まで行ったということですが、我々の身近なところで言うと、日本で言えば三種の神器と言いますか、ああいう家電製品が一気に普及した時代です。そのことをどう考えるかということですが、工学、エンジニアリング的なプロセスがきちんと動くようになって、品質が安定し安価になって、浸透していったということだろうと思います。2000 年頃になると、iPod はその一つの象徴ですが、私の専門の周囲でも、なぜ Apple

⁷ Nigel Cross, *Designerly Ways of Knowing*, (2006), Springer.

にあれがくれたのか、日本の大手企業、大手電機メーカーがなぜつくれなかったのか、ということがかなり話題にはなりました。そういうある意味で奇怪なものが出てくる。ある種の組み合わせでもって、新しい組み合わせを知る **Knowing** ということを通じて新たなものが出てくるといふふうに時代が変わってきている。そのような話があります。そういうことを念頭に置きながら、社会における課題を解くということがどういうふうになっているかを考えてみたいと思います。



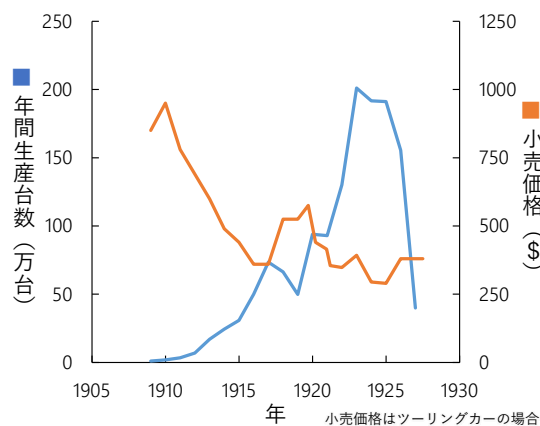
問題解決ということ自体は方々でよく言われますが、学生に話をするときには、以下のようなことから始めます。大学に限らず学校の試験問題で答えが複数あると大変なことになる。だから、学校教育では問題に対して答えは一つだということが前提になっている。しかし、世の中の問題というのは一般には代替案が複数並んでいて、その中から意思決定をして、どれかの解を選んで実施に移す。そういうことをやっているのだらうと思います。では、その問題はどこからくるかと言えば、解きたい課題があって、その中からきれいな問題を書き下すということをやっているわけで、問題の書き方によって答えは当然変わってくるということになります。さらに言えば、課題がある状況は方々にあるわけですから、同じ状況を見てもこれが課題だと、あるいはあれが課題だと、ものの見方によって変わってくるということになります。その状況はどこにあるかというと、社会の中にあるわけですから、例えば、企業なら企業がどこかで事業をおこすときに、どの状況に着目するかということも千差万別だということになります。さらに、そうやって解が得られると、解は社会に実装されます。その結果が社会に影響を及ぼして状況が変わるので、問題解決は永遠に続いていく。そういうことになっているのだらうと思います。一連のことに対して先ほどの **Products**、**Process**、**Knowing** ということをマッピングしてみると、1920 年ぐらいとい

うのは、社会課題はいろいろあったのだらうと思いますが、人工物という視点からするとかなりすかすかの状態ですので、新たな発明、発見がされると、図の真ん中の灰色のところを横に貫いて、何か新しい変化がもたらされた。1960 年ぐらいは Process の時代だということで、青色のあたりできちんと問題は解くということがかなりできるようになってきて、ものは低価格で高品質になって、普及していったということかと思います。2000 年ぐらいからですけども、ものがかなり充足してきたので、何が課題であり、そもそもどういう状況を対象にするのか、この上流のピンク色のあたりの機会発見なども含めて課題解決を考えないと、優れたものがない、そういう時代になってきているというふうに考えることができると思います。そうすると、機会発見であったり課題解決であったり、一連のことがきちっと回っていく、水面下といいますか、氷山の一角という言葉がありますが、それらの背後にある見えないところではどういうメカニズムが動いているのかというあたりが気になってきます。

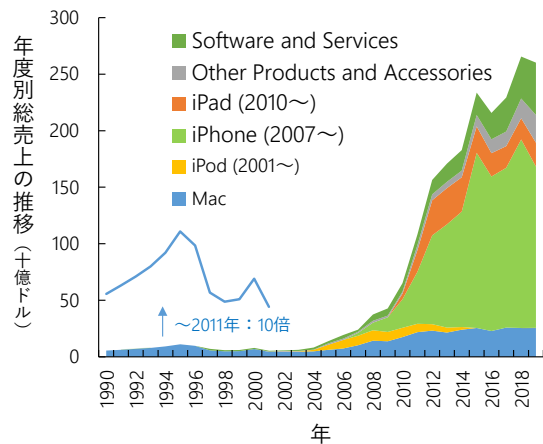
何か、例を持ち出して考えてみたいと思います。100 年前の T 型フォードというのはどういうものだったかということを考えてみると、ヘンリー・フォードが大衆のための車をつくるんだ、そういうことを考え始めた。ものの本を読むと、コンベアシステムで大量生産を始めたから安く車が手に入ったという話はよく聞きますが、改めて少し関連の書籍^{8,9}を調べてみると、それほどには話は単純ではないということが見えてきます。時代は 1908 年ですから、第二次産業革命が始まった頃に、大衆向けの車をつくらうとして最初に考えたこととしては、ヨーロッパ車のものまねをしようとした。まあそうだと思います。車のもともとのオリジナルはドイツにあって、フランスで発展したということですから、それをアメリカなりにつくろうとしたわけです。当時、製鉄の技術がかなり向上し始めていて、鉄鋼材料の品質がそろい始めます。そろい始めると、鑄造で作った鑄物の寸法がそろい始めます。そろい始めると、どの部品とどの部品を組み立ててもきちんと組みつくということが起こり始めます。それ以前はどうなっていたかということ、形などがきちんとそろっていないことから、組み立てるときにやすりがけをして合わせる、そんなことをしていたわけです。ですから、技術、要素技術が向上して部品の互換性が確保でき始めたので、流れ作業ができ始める。そういうことになっていたようです。流れ作業を組み始めるのですが、その際には、実はシカゴの周辺で行われていた精肉工場の解体ラインで、重力を使って切り取った肉を落として流していくといった工程からヒントを得て、流れ作業は出てきた。そのような話のようです。そうこうして効率化が進んでいくと、車の価格も下がっていきますが、実は困った問題が起きます。困った問題とは何かというと、流れ作業というのは極めて単純労働ですので、そういう仕事を長くやりたいという人はいないのです。ですから、車の生産量がどんどん増えていくので、人も集めたい。集めたいのだけでも、定着しない。片方で、車はどんどん売れていく。フォードは、来年、車が売れる時期がきたらどうしようかと、それはもう、真剣に悩んだようです。これに答えはないのですが、何が起こったかということ、一つは、当時の工場というのは天井

⁸ 薬師寺 泰蔵, テクノヘゲモニー ― 国は技術で興り、滅びる ―, (1989), 中公新書.

⁹ 和田 一夫, ものづくりの寓話: フォードからトヨタへ, (2009) 名古屋大学出版会.



T 型フォードの生産台数と価格の推移



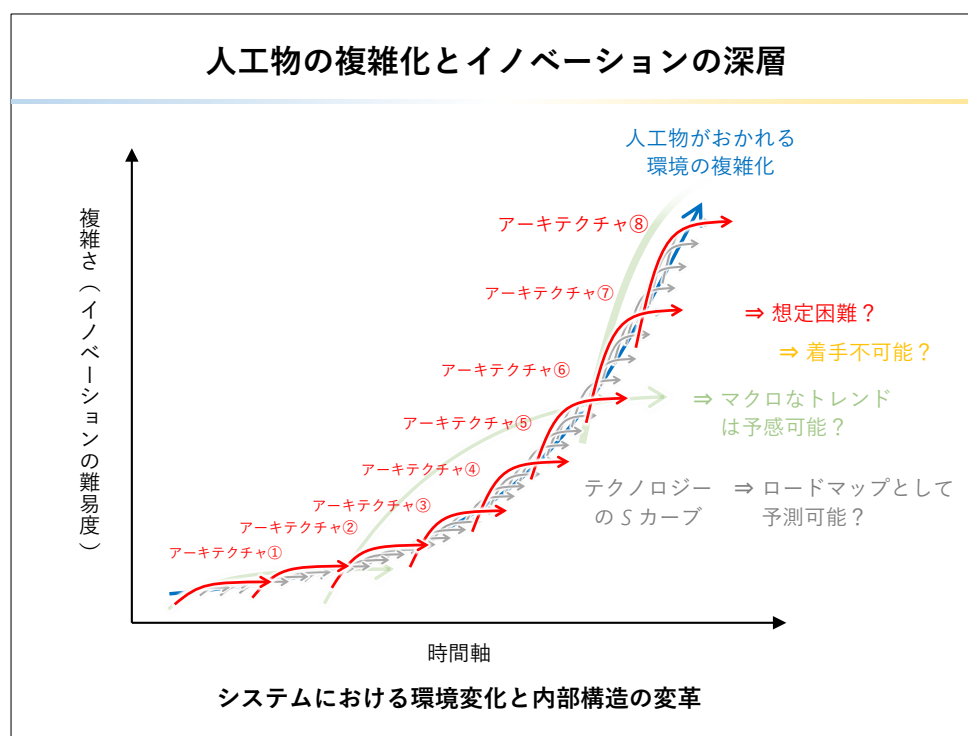
Apple 社の売上の推移

に太いシャフトがあって、そこからベルトで回して機械を動かしていたことから、規模を拡大することはなかなか容易ではない。これは実は小型モーターが出始めて解決します。もう一つは離職率です。人が集まらないことにはどうしようもない。工場が大きくなってきているのに、通勤の問題もあって、それ以上、新たに人を集めようにももう周辺にはいない。だから増やしようがない。苦肉の策が何だったかという、給料を倍にするということをやります。倍です。給料を倍にすることによって定着率、あるいは労働者のモラルを上げて、流れ作業を徹底的に進めていく。それから小型モーターを使って大規模な流れ作業のラインを作るということで、大量生産に乗り出します。そのほかでは、鉄鋼材料などの安定性を図るために、フォードの工場の中に製鉄所や発電所までを作るということをやります。ですから、製造工程のありとあらゆるものを自前でそろえて、垂直統合をして大量生産をするということを進めて、結果として、さらに生産が伸びていったということになります。そうであれば、ものごとは良かったのですが、実は給料を倍にすると所得水準が伸びていきます。車はどんどん買ってくれるわけですが、10 年もすると買い替え需要が出てきます。買い替え需要が出てくると何が起るかという「こんな車は嫌だ、もっと良い車が欲しい」という話になって、T 型フォードは売れなくなります。工場は、徹底的に T 型の大量生産に向けてつくりこんでありますから、新しい車への転換ができずに、フォードは実は数カ月の生産停止をした後に、A 型という新型車を出した。そんな時代があったということになります。

次に、ちょっと時代が近いところに来て、Apple の iPod がどういう背景で出てきたかを見てみたいと思います。Apple は 1990 年代に順調に売り上げを伸ばしていたのですが、Windows 95 が出てきて頭打ちになるわけです。どんどん業績が悪くなって、スティーブ・ジョブズが復帰をして iMac を出して、ある種のカンフル剤で業績は戻りますが、一時的なことに留まります。彼は何か考えたかという、デジタルハブ構想というのを打ち出します。パソコンをパソコンとして売るのではなくて、いろいろなものをつなげるハブの中核に据えるということを考えて、「1000 曲がポケットの中に入っている」というスローガンを掲げて iPod を出すわけです。iPod を出す

わけですが、では、その中身がどうだったかというと、実はいろいろ調べてみますと、1960年代から90年代にかけての発明発見が源になっている要素技術を束ねた¹⁰だけ。ちょっと言いすぎかもしれませんが、それほど新しいものはあるわけじゃなく、ごく一部を除けば、束ねただけ。要するに、あるつくるべきものに向けて、世界中からありとあらゆるものをかき集めてきて、水平統合をしてつくり上げるということをします。今、iPhoneを使われている方は、裏側に「Designed by Apple in California Assembled in どこそこ」と書いてあるはずですが、どこの場所は変わっているかもしれませんが、設計することと作ることを分離して、世界中から良いものを集めて何かをつくり出す。そういうモデルができたということになります。こういうモデルのもとで、iPodが出て、iPadが出て、それからiPhoneが出て、そういうことを重ねてAppleは急成長して、現在に至っている。この間20年ぐらい経っていますので、この先、どうなるかはわかりませんが、そういう時代があったということになります。

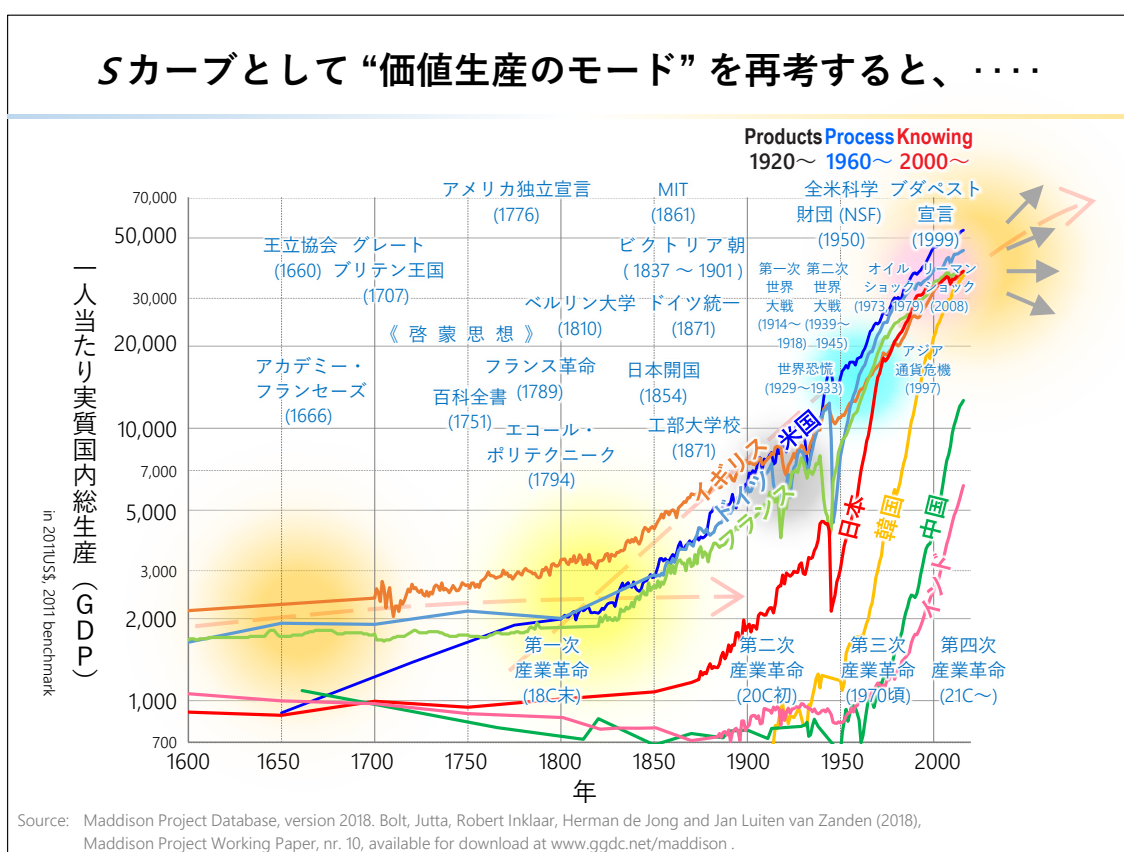
以上のようにいろいろと見ていくと、実にいろいろな人工物が出てくるわけですが、こうあるべきだという、何か、考え方のようなものがある。それに対して、テクノロジーというか、要素技術があるわけですが、両者をつなぐところにどうやらある種の別のしくみが働いているのではないかということになります。アーキテクチャという言い方をしますが、全体をつくるための構造であったり、あるいは、人々のかかわり方であったり、そういうものが動いている。



¹⁰ American Competitiveness Initiative, (2006), Domestic Policy Council, Office of Science and Technology Policy, U.S.A.

時間軸を長くにとって相対として見ると、人工物がおかれている環境はどんどん複雑になってきています。青い線かと思います。そのもとで、どういうものが欲しられるか、あるいは、どういうふうに変化するかという、マクロなトレンドというのは比較的予想がつきます。今の日本で言えば、人口が減っていくとか、高齢化がどうなるかということは、ペースはともかくとして、その傾向は間違いない。そのようなことはわかるわけです。それに対して、テクノロジーがどうなっていくかということについては、最近ロードマップを描いてそこに重点投資をしますので、割と見える、見えてくるということになると思います。両者をつないでいるアーキテクチャですが、実はこれがなかなか厄介で、いつ変わるかということがなかなか見えない。見えないので、なかなか前もって着手することにはならないわけです。ですから、変わっていかない、そのようなことが方々で起きているということになります。

次に、先ほどのようなSカーブがものごとの進化の背後に潜んでいるというふうに考えたときに、冒頭で示した、Product、Process、Knowingが何であったのかということを考えてみたいと思います。



秋田先生のところでも GDP に関連する話が出てきましたが、1人当たりの GDP がどう変わってきているかということを見てみると、1800年ぐらいから、これは西洋での話ですが、右肩上がりになってきています。これが今後も上がり続けるのかという話を考えてみると、背景の太い点線のようなSカーブが見えてきます。2つのSカーブが交わっている、その意味ではイギリ

スでの第一次産業革命というのはすごく大きな変わり目だったということだと思います。かたや、右肩上がりは今後はもう続かないという話は、例えば、1968年にピーター・ドラッカーが『断絶の時代』という本の中で、このような時代はもう続かないということを言っていたり、あるいは、広く知られているところであれば、1972年にローマクラブが『成長の限界』というようなことを書いていたりします。実のところ、Product、Process、Knowing は、この右肩上がりの後半での出来事ということになります。かたや、右肩上がりが続かないとなると、1800年よりも前の1人当たりのGDPの変化が平らな時代に何が起きていたかということがちょっと気になるわけです。

社会が変わるについては、やはり、知の世界が利いているということを考えたいわけですが、17世紀の中頃、イギリスとかフランスでアカデミーというものが生まれてきます。王立協会というのはイギリスでのアカデミーです。そこではニュートンとフックがかなりのけんかをしたという話¹¹もありますが、とにかく、フックは $F = kx$ というばねについての法則、フックの法則を見つけたわけです。で、それがどうしたという話ですが、彼がやったことは、いろいろなばね、いわゆる弾性体を持ってきて、あらゆる現象が $F = kx$ で説明できるということを言ったわけです。これを設計の立場で考えると、いろいろなものを設計することについて、すべてが個別的な経験則に基づいていたのが、法則によって統一されるということになってきます。ですから、知識でもって設計が統一できるというものすごく革新的なことが始まったということになります。しばらくすると、フランスで本格的な百科事典としては世界初の『百科全書』が出てきます。百科全書の中で、系統図の木構造でもっていろいろな知識を系統的に整理するということが行われます¹²。その中では機械も重点的に取り上げてあり、挿絵のようなイラストがたくさん描かれています¹³。当時、比較的素朴な機械というものをどうやってつくるかというようなことを整理し始める、あるいは、書物にして共有するということが起こり始めます。実際にイラストの内容を見てみるとすごくちゃちですが、そういうものも書物にして広く共有することについては、どうにもすごく抵抗があったらしいということのようです。進歩は必ずしも是ではなかったということのようです。とは言え、そうこうしているうちに、その系統図を幹や葉っぱのついた樹形図でも書くようになります。樹形図が暗に意味するところとしては、木が生い茂っていくように、葉っぱになっているところをどんどんと充実させ蓄積していくと、学術が進んで、社会は豊かになる、そういうような世界観ではないかということになります。さらに、もう少し、時代が進むと、近代大学ができます。近代大学のルーツはベルリン大学だという話がよく出てきますが、工学系に限れば、エコール・ポリテクニークがルーツのようです。実はMITも東京大学工学部のルーツにある工部大学校も、エコール・ポリテクニークをまねてつくられたようです。そうすると、先

¹¹ 中島 秀人, ロバート・フック — ニュートンに消された男 —, (1996), 朝日新聞社.

¹² Manuel Lima, *Visual Complexity: Mapping Patterns of Information*, (2011), Princeton Architectural Press.
[邦訳: 久保田 晃弘 (監), 奥 いずみ (訳), ビジュアル・コンプレキシティ: 情報パターンのマッピング, (2012), ビー・エヌ・エヌ新社.]

¹³ 島尾 永康 (編・解説), デイドロ『百科全書』産業・技術図版集, (2005), 朝倉書店.

ほどの樹形図ではないですが、知識の体系を木構造に分けていって、枝葉のところでいろいろなものを積み上げていくと何か良いことが起こる、そういうモデルの上に大学は乗っかっているのだろうと思えてきます。

知の世界はそうになっているとして、話を社会に戻すと、右肩上がりの世界が今後はどうなっていくかということについては、もう 50 年も前から疑問が出ている。かたや、それに対して、社会の先をどのように見通すかということについては、例えば、アメリカで 1985 年に出された『ヤングレポート』¹⁴では、グローバル化が進んで競争が激しくなるのでうんぬんという話が出ていたり、2005 年ぐらいになると、『パルミサーノレポート』¹⁵をはじめとして、イノベーションだというような話が出てきたり、比較的近いところだと、第四次産業革命¹⁶だ、といったことが出てきています。そういう、ある意味、右肩上がりのバラ色の世界が今後も広がっているかどうかということについては、いろいろと考えないといけない、そういうことだろうと思います。

そういう問題意識のもとで、私の専門に近いところの設計がどうなっているのか、ということを考えてみたいと思います。つくり出すしくみのところがどうなっているかということです。往々にして、手段から考えると、要するにテクノロジーでもって何か新しい種をつくる、次は、それがビジネスとして成り立つかどうかを設計します。それでもって、世の中に出してみ、意味があったかどうかということについては、ちょっと後から考える。そのようなことが行われていたのではないかと思います。それに対して、最近のいわゆるデザインシンキングもそうですが、人々が欲しいもの、あるいはビジネスとして成り立つもの、そこに技術がどうかかわるかなど、そういうことを一体として考えないといけないということがよく言われるようになってきています。なぜ、そんなことになっているかということを考えてみると、人工物にはいろいろな知識が入り込んでいる、それはそうだと思います。過去 200 年から少し長い間は、そこに向けてどういう知識をつくり出すかということがすごく大事だった。知識をつくり出せば新しいものが出てきた。そういう時代が続いていたのだだろうと思います。それに対して、知識が蓄積されてくると、実は、組み合わせ方であったり、どのようにして知識をつくるかであったり、どこで知識をつくるのかとか、そういうことが大事になってきている。いわゆる学術を細分化したところを超えて、全体としてプロセスをどう動かしていくか、アーキテクチャだとか、しくみだとか、プロセスをどうするか、といったことの重要性が表に出てきているのではないかと思います。

このあたりまでくると、だんだんと根拠の乏しい曖昧な話になりますが、社会の課題がどうなっているかということ言えば、最近では SDGs (Sustainable Development Goals) のことを言わない人はいないと思います。そういういろいろな課題に対して知の世界がどのように絡んでいくかということが、おそらく、大きな課題になってきているのだと思います。どこかにフォーカスを当

¹⁴ *Global Competition: The New Reality*, (1985), President's Commission on Industrial Competitiveness.

¹⁵ *Innovate America: Thriving in a World of Challenge and Change*, (2004), Council on Competitiveness.

¹⁶ *Recommendations for implementing the strategic initiative, INDUSTRIE 4.0*, (2013), Acatech – National Academy of Science and Engineering.

てて、深化をしていくと、深めていくと、法則や事実が出てくる。それが従来の知識を生み出すスタイルだったのだろうと思います。何か、あるフォーカスを当てた、やや広いところを目指して融合を進めていくとイノベーションが起こる。そういうことが盛んに行われていて、オープンイノベーションが大事だということになっているのだろうと思います。そうはいうものの、根本的に何か新しいことを起こそうとすると不連続なイノベーションが必要になってくる。不連続なイノベーションを起こすためには、統合という切り口から全体を見て関係性だとかパターンだとかを入れ替えていかないといけないということになっているのだろうと思います。しかし、いかんせん、目の前のことはよく見えます。深化と称しているところは当事者にはよく見えます。それに対して、全体を見にいくところは、やはり、敢えて見にいかないことには見えない。そういう厄介さがあります。それから、ちょっと細かい話まではできませんが、深化と統合という、この二つのベクトルは、往々にしてというか、たいていの場合は、矛盾します。矛盾して、見えることと見えないことがあった場合に、どちらが勝つかというと、よく見えることに行きましょうというふうになって、なかなか、何か俯瞰的にみて根本的に深いところで問題解決を図っていくことは進みにくい。どうやら、そういうところにジレンマがあるのではないかというのが、設計を考えている立場からの、ちょっと疑問というか、問題提起ということになります。では、どうすべきか、ということについては、あまり答えがないというか、ちょっとこんなことではないか、という仮説は持ちつつありますが、時間もきておりますので、この辺で終わりたいと思います。以上です。

○司会　以上で第1部の話題提供を終わりたいと思います。どうもありがとうございます。いろいろとご質問等もあるかと思いますが、チャットのところに書いていただければ、我々の方で少し議論をさせていただきまして、第2部に続けたいと思います。で、第2部につきましては予定どおり3時半から開始したいと思います。15分ほど休憩をさせていただきます。どうもありがとうございました。

パネルディスカッション

パネリスト： 医学系研究科	研究科長	森井英一
文学研究科	教授	秋田茂
工学研究科	教授	藤田喜久雄
司会：	CO デザインセンター	准教授 山崎吾郎

○山崎　それでは時間になりましたので、これから第二部のパネルディスカッションを始めさせていただきます。私は司会を務めます CO デザインセンターの山崎です。よろしくお願いいたします。



話題提供への質疑

ディスカッションに移る前に、いくつかチャットの方に話題提供についての質問が来ていますので、それらにお答えするところから始めたいと思います。

まず、一つ目の質問ですが、それぞれの研究分野で専門分化が進んでいる一方で、藤田先生のところにもありましたが、いろいろな学問間の、分野内であるとか、分野外との分野の統合というような動きには、どのようなものがあるのでしょうか、という質問です。それぞれの先生方の立場から、どのような景色が学問の分野統合に関して見えているかということを最初にお答えいただければと思います。どちらからいきましょうか。森井先生からお願いします。

○森井　では近い方からいきますが、統合というのは意外に難しいことですが、いろいろなテーマ、例えば、一つのテーマについて考えるときには、当然、医学の分野だけで考えるわけではなく、いろいろな先生のお知恵をお借りします。だから、それを統合というかどうか。これはなかなか難しい話です。少なくとも、例えば、医工連携ということはよくある話ですし、あるいは、医理連携も非常によくあります。あくまでも我々は医療にかかわるところを専門にしていますが、

いろいろなことを解釈する上では、当然、人社系の先生にもお世話になっていますし、ELSI (Ethical, Legal and Social Issues; 倫理的・法的・社会的課題) の問題も関わってきます。そういった意味で、すべて、実はチームで行わないといけないと思います。で、それを統合というかどうかはなかなか難しい話だと思います。少なくとも、皆さんが参加して一つのものごとにあたる。今はそういう状況であると思います。

○山崎 ありがとうございます。そうしましたら、秋田先生はいかがでしょうか。

○秋田 秋田です。どうもありがとうございます。文系の間では我々は統合ということを中心にしていますが、いわゆる文理融合というところまでは、なかなか、限界もあって、十分には踏み込むことはできていません。ただ、今までの経験ですと、感染症、具体的に言うと 14 世紀以降のペストの流行が人類史をどう変えたのかということ、一度、医学部の先生の紹介を受けた上で専門家に来ていただいて、議論したことがあります。歴史として、これから人類の将来を考えて、いわゆる環境史ということが非常に重要な課題になっていて、大阪大学の歴史系でも環境史ということに本格的に取り組み始めています。そういうことを考えると、テクノロジーの問題にもなってきますので、当然、理学部の先生とか、工学部の先生とかとも、今まで以上に協力を深めていきたいと思います。それともう一つ、我々が行ってきたこととしては、旧大阪外国語大学で多様な諸地域を研究する地域研究の専門家との連携を深めた上で、ディシプリンとエリアスタディーズを統合するということには、かなり力を入れてきました。

○山崎 ありがとうございます。では藤田先生は。

○藤田 設計における横断とか統合とかということが何であるかという問いは、なかなか答えにくくて、ちょっと困ります。今日は、工学部からいろいろな方にご参加いただいていると思いますが、ものを作るとか設計をするということは工学部が担っているという、そういうイメージが何となしにあるかと思います。例えば 100 年ぐらい前の工学部ができた頃の各学科というのは、割と当時あった“もの”に対応しています。だから、それぞれの分野がこれを作るために、というふうなミッションが割とはっきりしていて、100 年ぐらい前ですけども、そのためのことに盛んに取り組んでいたはずで。ですから、当然、例えば、蒸気機関車を作るための設計だとか、モーターを作るための設計だとか、そういうふうにしてそれぞれの専門でそれぞれの設計の話がされていたはずで。それがどんどん細分化されていく。それに対して、私が取り組んでいる設計という分野は、対象を特定せずに、一般論として設計をどう考えるかというようなことを考えています。そういう話は実は 1990 年ぐらいから世界的には割とボリュームを持って考え始められてきている一方で、日本だと研究者人口が比較的少ない分野です。ですから、工学そのものにあっても、今日は話題提供の中で 18 世紀のフランスで樹形図のようなものが出てきた話をしましたが、ああいうかたちでどんどん細分化してきていて、それぞれのところすごく先端のことが研究されている。ただし、我々が日頃手にする製品というのはいろいろなものが絡んでできていますから、もう、それらを貫かないことには成り立たないということがあるはずで。にもかかわらず、なかなか、その議論については、全体として見ると、学術分野では取り組んでい

る人はごくごく少数です。また、最近、企業の方といろいろとおつき合いしていても、実は企業の中もかなり細分化されていて、全体を見ているとか、あるいは、我が社の目玉商品が、次の10年後、20年後、社会がどう変わってどうなるか、というようなことを考えている人は少ない。そういうことで、なかなかちょっと微妙な状況下にあると思います。

○山崎 ありがとうございます。もういくつか、質問があります。全部に対応しているとディスカッションに入っていけないので、個別の話題提供に対する質問には対応しておきたいと思います。秋田先生に質問が来ています。一つは資本主義という経済システムと歴史の関係についての質問です。それから、歴史の流れを俯瞰する際に、人や社会の本質というのは歴史とともに変容していくのでしょうか、という質問も来ています。いかがでしょうか。

○秋田 ありがとうございます。非常に大きな質問で、どういようにお答えしたら良いか、なかなか難しいところです。チャットの質問の文章も確認しますと、資本主義という経済システムの問題点についてということですが、しかし、冷戦崩壊後のことを考えると、やはり資本主義に代わるシステムを考えることは無理な、非常に難しいことだと思います。ただし、問題なのは、1980年以降の新自由主義が行き着くところまでいっている、徹底的な富の不均衡ということが生み出されているわけで、それをいかにして是正するのかということをやはり考えざるを得ない。そうすると、かつての修正主義というのか、再分配をいかなるかたちで可能にするのかということ、やはり国家を中心に、あるいは国家間の協力、あるいは、それをコーディネートする国際機構のイニシアティブをもって考える必要があるのではないかと私は思います。しかし、それとは別に私が今日ちょっと申し上げたかったのは、SDGsの17の目標にも含まれていますように、SDGsの最初の5つは依然として貧困を減らすというところにウェイトが置かれています。そこでは、国内の、先進国内部での巨大な富の格差ということはもちろん問題になりますが、しかし、国際的なレベルで言う貧困が、富の格差と偏在ということが、やはり従来は最大の問題ではないか。それが、この間、東アジアが経済的に急速に発展することにより、あるいは工業化が急速に進むことによって、今、世界の貧困人口が急激に減少してきている。このコロナ禍でそれにストップがかかっているとは言え、かつては「南北問題」と言われていた、貧困問題の是正に向かつては、人類は大きな一歩を踏み出しているし、成果を挙げてきているのではないか。そういうふうに思います。ですから、そうした努力というものを評価した上で、それをいかに続けていくのかということを考えていくことが必要ではないかと思います。ちょっと抽象的ですけども、以上です。

○山崎 ありがとうございます。これで最後にしたいと思いますが、森井先生にも一つ質問が来ています。内的、外的なストレスに対応する場合に、人間の場合、動的平衡という話題がありましたが、それは脳が中央で制御しているのでしょうか、それとも分散統治されているのでしょうか、という質問です。いかがでしょうか。

○森井 それについては、脳も含めてすべてを体のパーツと考えれば、すべてのものが全部統合しながら動いているというふうに考えるべきだと私は思います。もちろん、前からボールが飛

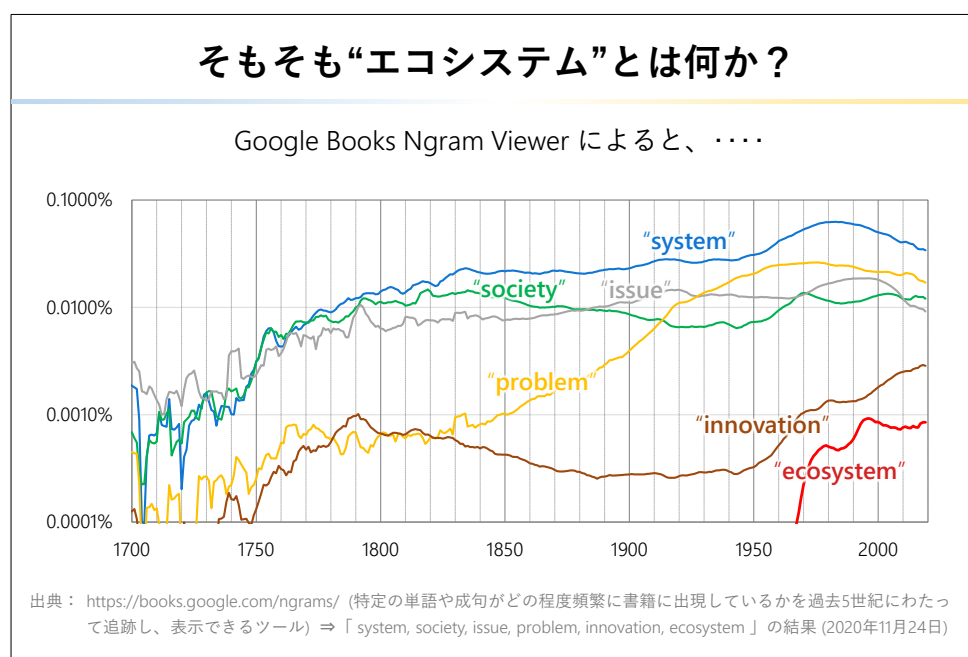
んできた、さつとよけるっていうふうなことは脊髓反射であると言われますが、あれもやはり、よけるという行為自体にたまたま脊髓が関係しているということになります。逆に言えば、話題提供での感染の話ですが、感染ということになれば、それは非常に局所の問題です。特に脳は別に関係していないということです。ですので、脳とか脊髓とかを中央として、そしてそれ以外を末梢というふうに考える考え方もありますが、実は全部一つのものごとを同じレベルで考えた方が良く、私は思います。

○山崎 ありがとうございます。すべての質問に答えていると時間も過ぎてしまいますので、ディスカッションに入っていきたいと思います。予定ではこれから4時55分ぐらいまで、内容を深めていきたいと思います。全部で三つのお題を準備していますので、それらの問いかけに答えていただくかたちでディスカッションを進めていきたいと思います。

そもそも“エコシステム”とは何か？

一つ目の問いは、エコシステムについて考えるという今回のシンポジウムの大きなテーマに関するものです。第一部ではそれぞれのご専門の立場からシステムないしはエコシステムにかかわるご発表いただいたわけですが、当然、それぞれの対象も違いますし、私なども含めて聞いておられる方も、いろいろな個別分野の話題が飛び交っている中で、では、いったいどういうふうにして共通テーマのエコシステムにたどり着けるのか。パネルディスカッションではそういうところに順を追って進んでいく必要があると思います。

そこで、そもそも、このエコシステムについて、それぞれがどう捉えておられて、あるいは、他の分野のシステムの考え方に触れたときに、何か共通点があったのか、それとも、それぞれ違うものとして考えるべきなのか、というあたりを最初の問いにしたいと思います。



少し参考になるグラフを出します。エコシステムという言葉がどういう文脈で出てきたかをイメージしていただくために、Google の Ngram Viewer のグラフを見てみます。縦軸が対数表記になっていますが、これを見ますと、システムという言葉は、一番上の青色のグラフですが、比較的古いもので、かなり長い間使われてきており、特徴的なのは 1950 年代以降ぐらいに少し山ができています。その頃には、例えば、サイバネティクスのような非常に大きな影響力を持った考え方、情報から生体までをも含むようなシステムについての学術的な話が出てきています。その後、ベルタランフィによる一般システム理論、こちらはシステムの一般化を図るような非常に大きな理論ですが、そういうものも出てきて、学術的にはすごく影響力を持ったのだろーと思えます。また、先ほどの藤田先生の話題提供の中でも出ていましたが、ローマクラブのシステムダイナミックス、これは学際研究を進めた方法論の一つだと思いますが、おそらくそういうものを背景にしつつ、システムという言葉が書籍の中に多く出てきているというわけです。かたや、下から 2 番目に茶色の線がありますが、イノベーションという言葉が実は 1950 年代ぐらいから少し上に上がってきています。もともとのシステムという言葉と、それからその下に赤色でエコシステムという言葉の線があります。両者の間で、イノベーションという言葉が 60 年代から 70 年代あたりにかけて急速に使われ始めている。おそらく、イノベーションという言葉とエコシステムという言葉はかなり近いところで使われているのではないかな。その背景に、それまで学術的な意味で使われてきたシステムという言葉の影響があるのではないかな。そういうことが最初のイメージとしてあるわけですが、いかがでしょうか。

先生方それぞれの話題提供の内容を聞いて、エコシステムがどういう条件の中で成り立っているのか、あるいは、それをどういうふうに理解すれば良いのか、ということについて、第一部のおさらいも含めて少し意見交換をしていただければと思います。どなたか口火を切っていただけるでしょうか。では、藤田先生から。

○藤田 先にしゃべったほうが楽なのでということはあるんですが、ちょっと、山崎先生からの問いかけとストレートに対応はしませんが、今、見ているこの図を人工物だとか設計だとかという意味で解釈を考えてみたいと思います。

先ほどの質疑の中でも、設計ということの特段に取り上げるということは、それほど昔からあったわけではないという話をしましたが、1990 年ぐらいだと思いますが、ヨーロッパ系の国際会議に出ていると、もう工学設計で済む時代ではない、エンジニアリングデザインからプロダクトデザインに進展する、というか、要するに、アウトプットを考えるみたいな、そういう時代が変わるのだ、ということが割と盛んに言われ始めた時代があります。強度を保証するとか、機能を保証するとかいうところから、製品がつくっている価値に着目するというふうに変わり始めたのだと思います。そういう中で、例えば、リサイクルとかを考えて、ライフサイクルを考える設計を考えようだとか、あるいは製品の価値をつくるのだけども、サービスも含めて考えるのだとか。最近ヨーロッパで流行り始めている話であれば、サーキュラーエコノミーという、循環型経済のもとで人工物がどうなっていくのか、といった話が出てきています。総じて言えば、人工物を起点として考えるべき対象はどんどん広がっているように思います。

それからちょっと変わった言葉だと、システムオブシステムズというキーワードがある方面では流行っていて、それは、さきほどの図で言うところの、システムといていたものを一つの要素と見たときの全体システムを見ましょう、というふうに考えるとちょっと見通せるのではないかと思います、エコシステムみたいなものを考えましょうというふうな話です。そうやってきたときに、工学設計の文脈でシステムと言っているものと、システムオブシステムズと言うときに何が違うかということについてちょっとある側面を考えてみると、システムと言っているときには、どちらかというともまだ全体が見て取れるっていう前提に立っているような雰囲気があります。それがシステムオブシステムズとなった瞬間に、そもそも見ることはできないけれども、どうしようか、困ったなあ、というところから問題が始まっている。だから、規模が拡大していつて、見えると思っていた、見えるという前提でいろいろなことを考えていたのが、もはや、もう見ることはできないのだ、どうしようか、というふうに変わってきている。そういう解釈は、エコシステムという言葉が出てくる変わり目の節目としてはすごく、そこをそのとおりに言うことはあまりありませんが、わかりやすい。見える、見えないという意味では、見えない問題を解かないといけない、というふうに変わってきているのは大きな変わり目ではないかと思います。

○山崎 ありがとうございます。どうでしょうか。順番だと秋田先生ですが、次にお願いできるでしょうか。エコシステムについて。

○秋田 このシンポジウムに参加を依頼されたときから、私はどのように考えたら良いのかなあ、と随分悩んできたのですが、私は、歴史学というのか、少なくとも今日の話に絡めますと、やはり、様々な資源やリソースに限界がある中で、いかにして豊かさを実現していくのかということに様々なルートがあると思います。そういうもとで、従来は、産業革命以降、西洋型の経済発展という、これは具体的に言うと、資本とエネルギーを大量消費する資本集約型、あるいは、エネルギー集約型の工業化を必死で追求してきました。それに対してグローバルヒストリーでは、話題提供の中では触れませんでした、京都の地球研（大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所）におられる杉原薫さんなどは、むしろ東アジア型の労働集約的、あるいはエネルギー節約型の、別のタイプの経済発展経路というのがあったのではないかと主張されています。あるいは、杉原さんは京大の文理融合プロジェクトの中で、むしろ熱帯地域特有の大きな環境に制約を受けた中での経済発展経路というものも考えるべきではないかという問題提起をされています。私はそれがある程度の示唆を与えてくれると思います。従来は、西洋型の工業化路線、それをいかに徹底して豊かさを追求するのかというところだけで、それをどこまで達したのかということ、我々は考えてきたし、経済史家も、それでどこまでできたのかということ、議論してきたわけです。しかしながら、実際の環境の負荷とか、あるいは、人口が依然として増えていく中で、いかにそのバランスを取って豊かさを追求するのかということをもっと総合的に考えて、様々なオルタナティブの中で何が一番望ましいのかということを考えていく。そういう在り方が、今日、議論しようとするようなエコシステム、あるいはそれを実現していくためのイノベーションということにつながるのではないかと考えています。

○山崎 歴史の中にも、生態系の影響が含まれてくるという考え方があるということでしょうか。

○秋田 当然、あります。

○山崎 ありがとうございます。それでは森井先生からもよろしくお願いいたします。

○森井 3人目は非常に難しいということかもしれませんが、……。いずれにしても、エコシステムということについては、ものごとをぼんやりと見ているだけではなかなかうまくいなくて、目の前に見えているものをまずグループ分けしていかないといけない。目の前に見えている何か一つの、例えば、今ここにペットボトルが1本ありますが、ペットボトルが、例えば、10本並んでいるとすれば、ペットボトルというふうな言い方もできますが、ジュースの入ったペットボトルもあれば、お茶の入ったペットボトルもあるし、熱いペットボトルもあります。まず、峻別しないといけません。まず、峻別していくということが、そもそも、多様性を考える上での最初です。だから、まず多様性を認識する。そして、なぜ、それがそういう調和を保っているのかということを見る。その調和を保っているものが何かの原因によってまた別のことに変わっていく。エコシステムってというのはそういうことを通じてどんどんと変化していきます。

では、なぜ、このイノベーションとエコシステムがリンクしているのかということですが、これは非常に示唆に富むグラフだと思います。結局のところ、人というのは困ったことがあれば、何か、いろいろなことを考えて、何とか、その困ったことを打破しようとする。その打破しようとするときには、本当にいろいろなことを考えて、やはりそれがイノベーションの原点になると思います。ですから、いわゆるイノベーションというものが起こって、あるシステムがうまく動くようになったとします。それで、動くようになったと思ったら、また、次の大問題が起こってしまう。さあ、どうしましょうか、ということで、それで、また次のイノベーションというものが起こる。そういうことで、まず最初にイノベーションが起こって、いろいろな現象が揺らぎ始めて、それをどういうふうに要素分けしようかということで、人々はエコシステムということを考えた。そのエコシステムということがまた次のフェーズに移ったときに、またイノベーションが必要になってくるとということで、まず最初、イノベーションが上がって、エコシステムが上がって、そして両方ともに上がっていくのではないかというふうに考えます。

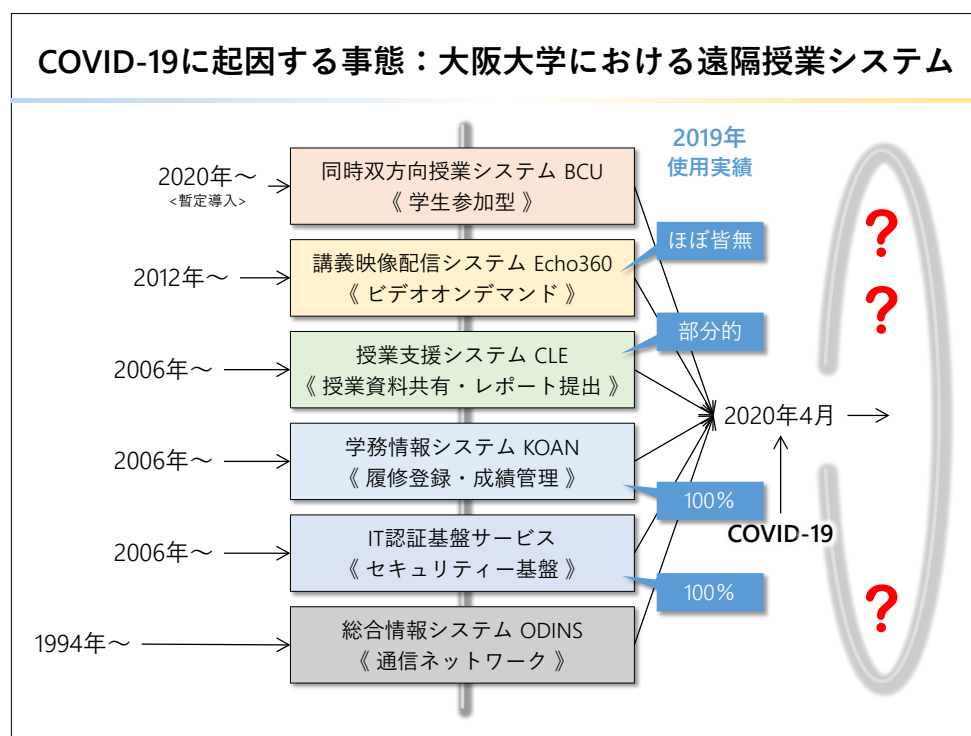
そういうイノベーションとエコシステムの連鎖を起こすには、やはり目の前に見えている、例えば、生命現象というものを人の社会に置き換えて考えるということは非常に大切なことだと思います。例えば、我々の神経活動というか、ヒトがものを考えるということについて、ヒトが考えているのと同じようなことをコンピューターにやらせたら、それこそ、柳田敏雄先生がどこかの講演でおっしゃっていたように、ヒトは自分の横に原子力発電所を一つ用意しておかないといけないくらいのエネルギーが必要になる。ところが、ヒトの脳というのはそこまでのエネルギーを必要としていない。どこかでうまくことサボる方法というのを獲得しているはずです。だから、本当にまともにエネルギーをそこに注力していったら、それだけの原子力発電所が必要だけれども、実はヒトはそこまでエネルギーを要求していない。となったら、先ほど、秋田先生がおっしゃっ

たように、熱帯地域ではどういうふうにしてものごとを進めているのかとか、ヒトっていうのは生活していく上でものごとを進めるに際してどれだけうまく省力化しているのかとか、そういうふうなことを考えてみることに思っています。社会の現象を前提にしてみると、ヒトはどこでどうやってエネルギーをうまくセーブしているか、ということを考えてみる。そこでヒントが見つかるかもしれない。つまり、今の問題というのは、例えば、神経活動一つを取ったときに、ヒトというのは非常にうまくエネルギーをセーブしているという現象がある。ところが、それはなぜか、というのはわからないのだけれども、例えば、社会の問題でいろいろと切り込んでいったときに、そこで見えてくるものが、元々の問題へ応用できるかもしれないというふうな意味にもなってくる。そういった意味でエコシステムについていろいろと考えることは面白いかなあ、と思います。

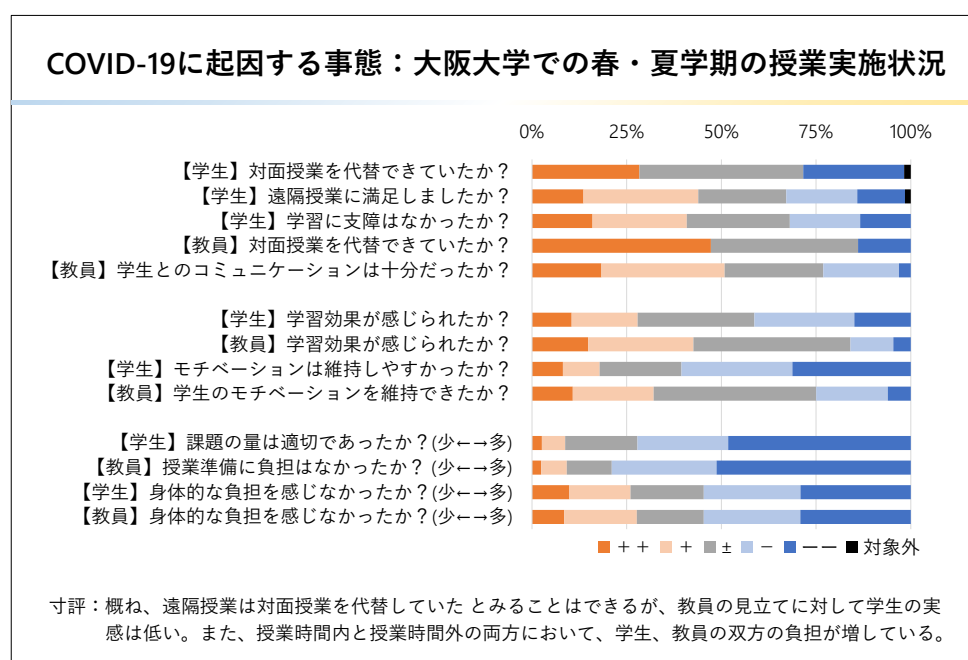
3人目の答えとしては、このようなところでよろしいでしょうか。

教育システムにおける COVID-19 に起因する事態

○山崎 ありがとうございます。エコシステムという言葉は捉えどころのない言葉だと思います。このまま議論を続けても良いのですが、もう少し具体的なテーマに落として考えていく方が理解を深めるには良いと思います。エコシステムについては、生体にしろ、世界史にしろ、人工物にしろ、もちろん、それぞれのエコシステムを語ることはできるわけですが、ここでは、二つ目のお題として、共通のテーマを取って設定したいと思います。パネリストの三方も私もいずれも大阪大学の教員ですので、教育システムというものを取り上げてみたいと思います。



このスライドでは、この間、大阪大学がどういうふうに教育システムのインフラを整備してきたかが示されています。それぞれの時代状況の中で、その都度の課題に対応すべく様々なしくみが導入されてきたわけです。例えば、1994 年くらいから通信ネットワークを整備してきて、セキュリティ基盤を強化してきた歴史がある。学生に対しても、例えば、レポートの管理などがオンラインでできる仕組みが 2006 年には入ってきている。2012 年には、世の中の動向に合わせてビデオオンデマンドが整備されたけれども、使用実績はそれほど多くなかった。その後、つい直近に、皆さんもご存じのとおり、新型コロナウイルスが蔓延して、大学のみならず教育全体が大きなインパクトを受けたわけです。教育システムとしても、この急激な環境変化の中で何らかの対応を迫られて、どこに最適性を求めていけば良いか日々模索しています。おそらく、似たような状況は、企業であれ、どのような職場でも起こっているのだと思います。ここでは、大学の中で何が起ったのかを、大阪大学が取ったアンケートをもとに考えてみたいと思います。教育を仮にエコシステムとして捉えると、今後どのようにオンライン対応を進めていくべきか、これを機にどのように教育の中身を変えていくべきか、などが問いの 2 になります。



今ご覧いただいているのは、この 4 月から 8 月初めにかけて行った授業に関するアンケートの結果です。一番下の寸評のところを見ていただくのがわかりやすいでしょうか。概略としては、遠隔授業が対面授業を代替していたというふうに読めます。ただし、一番上のブロックを見ていただくと、教員は比較的代替できていたと答えているのに対して、学生の実感はそれほどでもないという差が見られます。あるいは、授業の時間内と時間外において、学生、教員の負担が非常に増しているというのは一番下のブロックを見ていただくとわかると思いますが、学生は課題が増えて苦労していたことがわかりますし、逆に教員も準備に非常に負担がかかって

いたことが読み取れます。確かにその場しのぎでの代替はできてはいたのかもしれませんが、これを本当にこの後もずっと続けていけるかという、やはり負担は大きく、簡単な話ではない。当然、オンラインに合わせて授業の中身を変えていくとか、授業のやり方を変えていくとか、環境に合わせた対応が我々教員にも求められています。おそらく、先生方もそれぞれに大学の教員としてそういう現実に向き合っているのだと思います。

教育システムを一つのエコシステムという考え方で捉えた場合、今回のこの新型コロナウイルスという事態は、いったい、どのように作用したのか。そして、どのような対応に迫られていて、どこの部分の課題が乗り越えられそうなのか。あるいは、未だにその全体が見えていないが故に、解けていない課題もたくさんあると思いますが、今後、それらをどのように捉えていけば良いか。そういうことを、このシンポジウムのテーマであるシステムないしはエコシステムという観点から、どのように考えられるかということを、二つ目の問いにしてみたいと思います。ご参加の皆さんは、是非、それぞれの職場におけるオンライン対応といった話題に重ね合わせて聞いていただくと、必ずしもこれは大阪大学だけの問題ではないと思いますので、理解が深まるのではないかと思います。

それでは、これはどの先生からいきましょうか。我こそはという方はいらっしゃいますか。じゃあ、藤田先生、よろしくお願いします。

○藤田 いや、大阪大学での遠隔授業の導入がどうだったかということについては、おそらく、こういうことを中央で差配されている先生方の印象と末端で授業を担当している者の印象は随分と違うのだと思います。3月ぐらいから、小中高は登校禁止のような状態になった一方で、大学の中は、まだその頃は春休みだったので4月からはどうするのですかという、そんな雰囲気でした。私は、3月の半ば頃だったと思いますが、4月からは授業が始まるので事務に行って、「もう少し広い教室はありませんか」と尋ねるなど、割と悠長にしていたのですが、そうこうしているうちにどんどん厳しくなっていって。で、どうするのだろう、と思っていたら、3月の最終週ぐらいに、授業は全部オンラインにしろとの指示が突然下りてきました。あたふたと、そんなことができるのかと思いながら始めてみたら、意外とできちゃったというのが正直なところです。本当に、意外とできちゃった。しばらくして落ち着いて考えてみると、この事態が、例えば2、3年前、あるいは5年前だったらどんなことが起きていたのかという、もう何か、ちょっと、想像したくない。このような対応はできてなかったというか、今回は、結果論として、こんなにうまくいったしまった。そういう意味では、いろいろなインフラは意外とそろっていて、だけど、使ってなかったということなのだろうと思います。使えば、何とかなっちゃった、と言ってしまうと不謹慎ですけど、いろいろなところで弊害もあるのだけれども、全体として見ると何とかなっちゃったということかだと思います。そうすると、あったのに、なぜ、使わなかったのか、みたいな話が浮かびあがってくるわけです。

ここまでの話はある意味ではプラス面でのことですが、それらの背後でどういうことが起きつつあるのか。そのあたりも考えてみる必要があるように思います。あまり、個別の話を持ち出す

のはどうかと思いますが、数週間前にある学生がメールで書いてきて、「ちょっと小テストの試験が悪くて、単位を落としそう。どうしたら良いですか。」という、かなり深刻なメールが届きました。どういうことかという、ちょっと気にもなったのでテレビ電話みたいなものでつないで 30 分ぐらい話をしたのですが、対面で授業をしていると、みんなで小テストを受けるわけです。小テストを受けると、友達同士で、できなかった同士が「俺もできなかったよ。この程度か。」というようなことを共有して、「頑張らないとしゃあないなあ。」というような話をして、何かうまいことやってくれるのですが、そこが分断されていると、何か回らないものがあるようです。それはちょっとした一例ですけれども、そういう意味で、回ってないものは実はまだ見えてない、どこに隠れているのかすらも実はわからないという面もある。1 サイクルではないが、例えば、学年が進んでいくと、成績が本当にどうだったかとか、学力としてどうだったかなどのが、今後、順次、出てくるのだと思います。そういう段階になって初めて、うまくいったところとできていないところというものがどのように隠れているかということが分かってくる。まさに、そのあたりがエコシステムなのだと思いますが、まだまだ怖いことは隠れているという面もあるように思います。

○山崎 新型コロナウイルスの問題がなかったら見えていなかったような問題が出てきたという側面もあると思いますが、いかがでしょうか。

○藤田 そういうことでしょうし、ある種、テクノロジーに乗っかってしまったのだけれども、うまくいってそうで、目の前のこととしてはうまくいってそうだけれども、うまくいってないことが実はまだ問題になってないというようなことがあると思います。それから、教育のかたちとして新しいかたちが出てきたのだけれども、こういうことを通じて何が本当に大事で、何は割と形式化できるみたいなことをはっきりさせてなかったことが浮かびつつあると思います。それ自体はもう少しきちんと整理していかないと、見えかかっていることを生かしきれないというジレンマも、おそらく、あるのだらうと思います。

○山崎 ありがとうございます。そうしましたら、秋田先生、よろしくお願いします。

○秋田 今、藤田先生が言われたことと関連しますが、私は二つ、申し上げたいことがあります。一つは、今回のこのオンラインに移行して、コロナ禍で移行して良かったことがいくつかあったと思います。私は、「歴史学方法論講義」という授業科目について、ここ 10 年以上、ずっと組織者として、全部で 13 人のチームを組んで、毎回一人 1 話という 15 回のリレー講義を行ってきました。当然、その中には、他研究科の先生も入っていますし、外部の早稲田大学の先生とか、名古屋工業大学の先生とかも入っています。今までは離れたところの先生にはわざわざ大阪まで来ていただいて教室でお話ししていただいていたのですが、今回はオンラインで、ああ、そういうことであれば、もう大阪まで行く必要はないので、ということで、非常に協力的、以前よりさらに協力的になっていただきました。さらに、私は世話人として、以前は全体のオーガナイズのうち、細かなところは TA (Teaching Assistant) に任せていたのですが、今回、私は、最初から最

後まで、全部の授業に出ています。それ以外に、私の同僚でも今までは全部には出てきていなかった人も、オンラインならば、ということで毎回参加して、そこでかなりのディスカッションが、むしろ受講生よりも我々の教員の間で勝手にどんどんと展開されているという、そこが非常に盛り上がっていました。それは受講生にも良い、逆に副作用として良い効果を与えているという感触を持っています。ですから、そういう複数のチームを組んで、しかもいろいろな他大学あるいは他研究科の先生をうまく抱き込んで一つのテーマを追究していくような授業を行っていく上では、そういう学際的な授業も今後は必要になってくると思いますが、今回のことは非常にプラスになったし、さらに大きく活用していけるのではないかなと思います。

以上のようなことについては、国内だけではなくて、海外との間でも同じことが言えます。時差の問題を考える必要はありますが、私は部分的に友人と **Global History Lecture** というシリーズの講義とかセミナーを始めています。既に我々は人的ネットワークを持っていますので、アメリカとつながるのが大変で夜中になりますが、そういう時差さえ克服できれば、当然、授業の中にそういう外国の先生にも協力いただいて、さらに加わっていただいてのディスカッションが可能になります。そういう意味において、今回のこのコロナ禍におけるネットを使った授業というのは、今まで十分にはできていなかったことができるようになる。今まではずっと、わざわざ、現地の大阪に来ていただいて初めて対話できていたのが、そうではなくて、フルに活用すれば、非常に安上がりになるように思いました。

それともう一つ、そうは言っても、やはり対面、特に少人数っていうのか、いわゆるゼミのような少人数のときには、やはり対面で直接がんがん議論することは、ネットでもできるとは言え、やはり画面上では少し限界があるように思います。そこはやはり対面の良さというものを改めて感じました。ですから、授業によってやり方をそれぞれに選んで、一番ふさわしいものを適宜使い分けていけば、かなり効果が上がるのかなと思います。ただし、準備が大変だということは言うまでもありません。以上です。

○山崎　　そうしますと、今は、今後の授業のやり方を変えていくといった考え方になりつつあるということでしょうか。

○秋田　　そうですね。

○山崎　　ありがとうございます。そうしましたら、森井先生からも、是非、よろしく願いいたします。

○森井　　先ほどの図のアンケート結果は教員の見立てに対して学生の実感は低いという点が一つのポイントだと思います。これについては、対面式であれば、我々教員は、講義をしていて、何かもう学生さんが眠そうにしているなということがわかります。眠そうにしているな、あくびしているなとか、何かもう、こくっとし始めたなとかかわかったら、多少話題を変えたり、目先を変えたりして、授業にめりはりをつけることができます。ところが、その対面式とオンラインが違うところとしては、今ここで実際にしゃべっているときもそうですが、普通、ずらっとオーディ

エンスがいればちょっとした雰囲気伝わってくると思います。やはり、オンラインだと一方的にしゃべっているだけです。一方的にしゃべるということは、やはり向こうの反応がわからないので、なかなか、めりはりをつけにくいということあると思います。そういうことが、多分、アンケート結果にある、教員の見立てに対して学生の実感は低いということにつながっていると思います。ですので、これぞまさしく、一つのイノベーションがこれから必要なのであって、学生さんがあくびしたことをうまくキャッチするような、そういうふうなシステムがあれば良いと思います。実際に、何か、いろいろな問題があったら、何か、どこかを、ぶち、ぷちと押すとか。いわゆる「いいね!」ボタンの逆パターンです。そういうことがいろいろとできるようになれば本当は良いのかもしれない。だけど、それでは、やはり、みなさんが無責任に押すかもしれません。そういうことではなくて、何か、このコンピューターの画面とか、カメラで何か自動的に認識して送ってもらえるシステムがあればいいでしょう。ドライブしている人に眠気が出てきたら何かアラートが出るようなシステムがあります。ドライバーの人のまぶたを見ながら、何か寝そうだということがわかれば、何かアラートが出たりする、そういうしくみがあると思いますが、そういうしくみがこれからオンライン授業に入ってくれば、ずいぶんと状況は変わってくるかもしれません。要するに、このコロナがはやることによって、やはり、そういった新たな組み合わせが発想され、新たなイノベーションによってそういうことが実現されるかもしれない。これは一つのチャンスではないかと思います。

あともう一つ、コロナが入ったことによって、やはりいろいろな会議の峻別化ができるようになったと思います。本当にものすごくディスカッションをして、一つのことをしかも短期間でやり上げないといけない時というのは、なかなかオンラインでは難しいと思います。少人数でも、とにかく集まって行うという会議も必要です。かたや、世の中には出席しているだけというような会議もあります。アリバイ作りの会議というのは、一通りその議題だけを流して、皆さん良いですねというふうな形式を整える。そういう会議もあると思います。そういう会議は実はオンラインで良いと思います。よく東京出張などもあったのですが、そういう手の出張も全部がオンラインになっています。いわゆる移動の時間がなくなったということはすごく良いことだと感じています。

○山崎 ありがとうございます。私から聞いてみたいことがあります。先ほどの、この1個前のスライドでも示しましたように、先ほど藤田先生がおっしゃいましたが、大阪大学においてもある意味ではいろいろな道具立てはそろっていたという状況があったわけですね。それは、コロナとは関係なく準備をしてきたものです。ただ、今回のコロナ禍がなければ、それらは必ずしも今のように使われていなかったということもあると思います。多くの人を使うようになるために、新型コロナウイルスが、良いか、悪いかは別にして、必要だったのではないかと。そうした外的要因があったからこそ技術の浸透が進んだのだとすると、イノベーションというのは、インフラを整備するだけではやはり動かなくて、何か別の要因がないと動かないものなのではないか。それとも、道具立てやシステムを作り上げていくと、ものごとが変わっていくのか。そのあたりは、

例えば人工物の設計ということを考えたときに、どんなふうを考えられるのでしょうか。そういうことがちょっと気になるのですが、いかがでしょうか。

○藤田 道具立てですよ。それはついては、ある種の技術なので、おそらく、どこでどういうものがやっているのか、という情報は共有されているはずです。その動向の中で、大阪大学のこういうことを管轄されている方は、おそらく、然るべきものを導入されてきたのだと思います。それはある種のソフトウェアですが、ある種のハードウェアだと考えると、人間の挙動といった、ある種のソフトなところというのはやはりなかなか見て取れない。そう考えると、道具立てのもとでどういうことが起こっているかということまではやはり共有されずに、変化がなかったということなのだろうと思います。逆に言うと、例えば、授業管理システムをもともとオリジナルに導入した人が全体を考えて何かをやっているところに入っている状態と、それをまねて動向だからということで入れている状態での教育のかたちというのは、おそらく、随分とずれている。という意味では、道具が何のためにあるかということとを一体に考えて、意図を持ってきちんと入れて使い切っているところの状態と、いわゆる、道具立てはあるし、流れだし、乗っかっていくか、というようなかたちで入れているところとでは、やはり違う、かなり違っていたのだと思います。

実は、国立情報学研究所というところが、ほぼ隔週だと思いますが、遠隔授業がどうなっているかということについてのシンポジウムをオンラインで行っている、まさにオンラインで行っています。隔週で行われているので、ネタをどうやって確保されているかということについてはすごく苦労されていると思いますが、海外の事情が時々入ってきます。やはり踏み込んでいます。例えば、レポートが電子化されて集まってくる。そうすると、それをそれこそ人工知能の学習を使って分析をして、学生の弱いところもその場で教員がわかるようにして、それが授業にフィードバックされていくとか、もう既にそういうことが行われているわけです。それについては、向こうは向こうで、コロナを契機としてそこまで踏み込んでいるという面はあるにせよ、やはりコロナをベースにして踏み込むにしても、ベースのレベルが違っているところがある。ですから、イノベーションという意味からすると、イノベーションというのは組み合わせであるということが言われるわけですが、2005年ぐらいからすごくそういうことが重要だということが言われ始めたということは第1部で触れましたけど、そういう意味では、道具は入手可能になってきている。それを使って、道具を組み合わせ、何をするかといったときに、本当に飛び込むかどうかの踏ん切りのところで随分と差がついているというあたりのことが、やはりこの COVID を受けた遠隔授業をどう実施してくかということでも、如実に現れているのではないかと思います。それがどういう結果を生むかということは、実は、まだ、見て取れない状態にあるので、おそらく、いろいろな意味でこの1年、2年でいろいろなことが出てくるのだろうと思います。

もともとの人工物っていう意味からすると、今日、例えば、後で森井先生にちょっとコメントいただきたいのですが、生体の大きな変化、生体をどう見るかという話ですけれども、今日お話しいただいたのは割と日々の変化だったように思います。それは、例えば、実験装置の中で見るこ

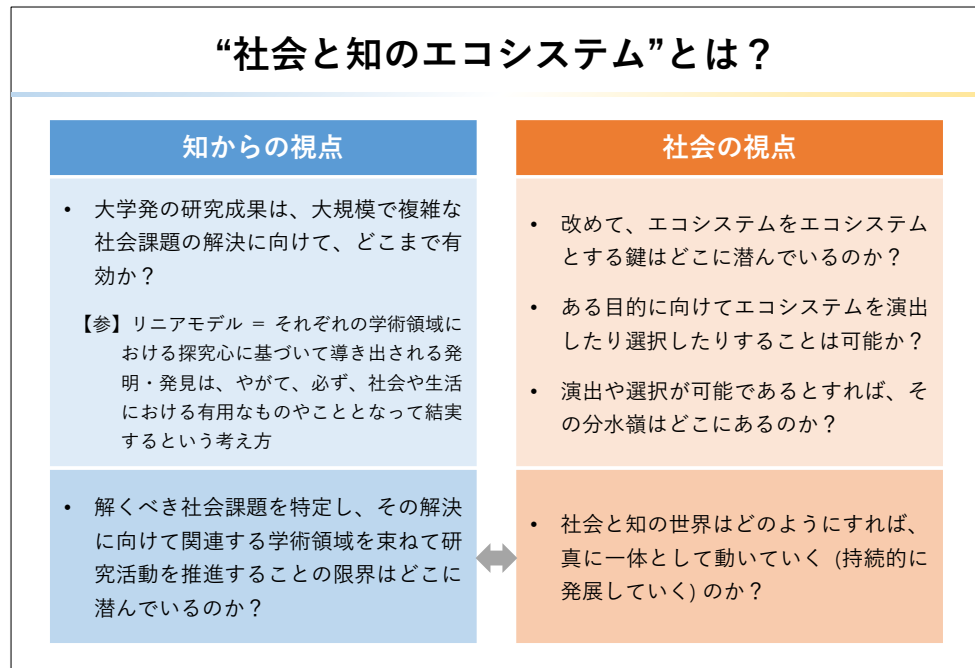
とができる。片方で、進化という意味からすると、うまくエコシステムが回ってきたものだけが今、今日に残っているということは長い歴史の中での自然選択の結果であり、右往左往して残っているわけです。目の前にあるその人工物のイノベーションとして見たときに、時間軸で捉えたときに、日々細胞が戦っているレベルの話もあれば、例えば、人間がこの姿で残るに至るについて、いろいろなものが滅んでいったという歴史もあるわけです。人工物の進化というか、そういうような話は、どちらかと言うと、人類が人類のかたちで残ってきた自然淘汰のような面もあるわけです。そうすると、生物の進化というのは自然という環境とのやり取りでコントロールされずにできてきたようなところもあるのだろーと思います、人工物の設計というと、やはりそこには人間の意図が入り、判断が入る。どのように判断していくかということがすごく大事になってきているように思います。

○山崎 なるほど。すごく難しいけれども、面白い話になってきました。もちろん社会システムなり教育システムなりを生体のシステムとか、エコシステムのアナロジーで考えることはできるのだと思います。ただ、先ほど森井先生のご発表の中で、細胞だったらそれが死んでしまうことで問題を解決することがあり得るかもしれませんが、社会の場合は、死んでいく状態をただ見過ごすわけにはいかないといった問題もあるわけですね。そうすると、亡くなるに任せておけなくて、何か対策を打たなければいけないし、無理をしてでも、何とか秩序回復しなければいけない。おそらく社会には、そういう側面があると思います。そのとき、社会と生体では、システムの捉え方が違う部分も出てくるのかもしれませんが。今の藤田先生の質問に、何か、返答されることはありますでしょうか。

○森井 時間軸ですよ。進化ってというのはものすごく長い時間軸でできていますが、系統発生は個体発生を繰り返すということはよく言われます。例えば、ヒトの発生過程では、一瞬しっぽがあって、それがなくなるとか何か、結構いろいろなことがありますし、何かそういうふうな進化の時間ということについては、実はヒトの一生の中で非常に短く体现されるという面は、やはりあることにはあると思います。ただ、その進化をしていってそのものが残っていくためには、当然その環境というものがそこにフィットしている必要があるということです。環境がフィットしなかったら、あるものは滅びてしまうということです。だから、生体というのはやはりそこはシビアであって、滅びるのも仕方がないというか、やはりそれが何か動物界というものかもしれません。ライオンがシマウマを追っかけていって、シマウマが食べられて。当然、シマウマがかわいそうということはみなさんが思うことですが、ただやはり、ライオンも生きないといけなから、シマウマを殺さないといけなということになる。そこは、自然界ではシビアなのかもしれないと思います。でも、社会という面においては、当然、なかなか、そんな勝手なことは言えないわけです。そこをどういうふうにしてきちんと維持していくかというところは、やはり、知恵の見せどころだろーと思います。

“社会と知のエコシステム”とは？

○山崎 ありがとうございます。エコシステムの話にだんだんと移ってきましたので、そろそろ最後の問いに移りたいと思います。



三つ目の問いは、今回のシンポジウムのまさにテーマそのもので、もちろん、ここで答えが出るとかそういうことではないと思いますが、社会と知のエコシステムということについて考えてみたいと思います。大学で研究をしている立場からの話ですが、かつて、例えば、戦後すぐあたりの時代であれば、第1部での藤田先生からの話題提供の中にもあったように、何か良いと思っでできあがった研究成果が社会に出ていって、そしてそれが意味を生み、価値を生み、富を生むという、いわゆる「リニアモデル」が成り立っていた時代があった。そこからだんだん、社会も複雑になるし、大学の中も複雑になるし、両者の関係性はさらに複雑になるという時代状況になってきていると思います。そうした中で、どこまで社会と知の関係というものを考え直したら良いのかという問題意識は、大学も知の側の視点として持っているわけです。一方で、社会の側から見ると、エコシステムとして全体を捉えた時に、当然、大学も社会の一つの構成要素ですので、大学をうまく取り込んで、良い、最適な状態につくっていくためには、どこに課題が残っているのかということを考えなければならないのだろーと思います。例えば、ある政策目標を考えると、その目標をどう作るか、どういう選択をしていくべきか、そして、どのような可能性があるのかということは、大学内だけで議論できることではないと思います。社会と知について、どういう関係性をつくっていけば、全体のエコシステムを豊かなものにしていけるのかということが最後の問いです。非常に壮大な問いですが、考えてみたいと思います。

下の四角のほうを見てください。知の側の視点からもう一度繰り返すと、解くべき社会課題を

特定して、その解決に向けて関連する学術領域を束ねていく ― これは学問間を融合していくようなときに起こることだと思います ― ということがあります。ただそのとき、そこで課題と言われているものがそもそも何なのかということが、問題になります。そこで、現在、大学が社会課題に取り組もうというときに、大学の側から見た場合の難しさがどこにあるのかを考えてみたいと思います。もう一方で、社会の側から見た場合には、全体としてその社会をどうしていくのか。もっと大きく言うと、世界をどういう方向にイメージしていけば、社会と知の統合というものが多くの人にとって望ましいものになるのか。あるいは、持続可能なものになっていくのか。そういうことが問いとしてはあるのだらうと思います。切り口は多様だと思いますし、非常に大きな問いかけです。エコシステムということに絡めて、先生方のご意見なり、アイデアなり、現在考えていることがあれば、是非、お伺いしたいと思います。

いかがでしょうか。非常に難しい問題ではありますが、どうでしょうか。では、森井先生。

○森井 大切なのは、大学でこれだけのいろいろな研究分野があって、研究している人がいたら、やはり、おのおのの人が比較的自由的な発想に取り組むことができる余裕というのが必要だと思います。いわゆる、ここにリニアモデルというふうに書いてありますが、それぞれの学術領域における探究心に基づいて導き出される発明、発見というものは、やがて、必ず社会や生活における有用なものになって結実する。“必ず”というのは絶対にあり得ない話です。ただし、そういうふうにして大学がつくりだす発明とか発見とかというものを、何か求められれば、そこに当てはめることができる。そういうことがやはり余裕だと思います。研究における余裕というものだと思います。ある意味、社会からこれが求められているから、この研究をしようというのでは、なかなか、余裕のある研究ができないと思います。おのおのが自由な発想でいろいろなことに興味を持って取り組んでいて、その結果として、そこで、ある結果とか、結論とか、発見とか、発明とか、そういうものをつくりだして持っている。それが、ある意味、求められたときに、それをすぐにうまく活用できる。そういうことがとても大切であると思います。となれば、結局、その下の方に書いてある、解くべき社会問題を特定し、ということが問題になります。要するに、社会で、何か、困ったことがあるとします。そのときに、知恵を求める。やはり、大学という方面に、アカデミアに、こういう問題があるから、これ、何とかありませんか、というふうに言われたとき、ああ、それだったら、ここにこれこれこういうふうな先生がいるので、大いにこれを推進、ここをうまく活用したら良いのではないですか、と、そういうことができる。そこがやはり大学としては大切なことだと思います。

ひとつ前の論点に戻りますと、CLE (大阪大学に導入されている授業支援システム) のところですが、かなり前の頃に導入されていたと思います。これは、大阪大学というのはやはり遠隔授業の大切さということをずっと昔から考えていたわけで、それは一部では非常によく活用されていたのですが、大学全体としてはなかなか活用できていなかっただけだと思います。大阪大学は、そもそものシステムは必要であるというので、きちんと作り上げていたということです。だから、この3月末になって、もうみんなが使わないことにはどうにもならないというときに至って、そこがきちんとワークしたわけですね。もちろん使っていく上で問題点もあったかもしれませんが、

その問題点も非常にスピーディーに解決されました。そういうことは、やはり大阪大学がそれまで培ってきた、いわゆるシステムをきちんとつくり上げてきた、その余裕というものがあったからこそ、今回、そこがうまく生きたのだと思います。

おそらく、他のことも同じだと思います。やはり、大学として大切なのは、いろいろなことをいろいろと進めていて、いろいろな人たちがいろいろなことを行っている。そのものが求められれば、うまくそこをマッチングして活用できる。そういう意味で、そういうおのおのがやっている作業と、それを俯瞰でちゃんと見ていること、その二つの軸というのが大学には求められていることではないかと考えます。

○山崎 ありがとうございます。他の先生もいかがでしょうか。では、秋田先生、よろしくお願いします。

○秋田 今の森井先生の話については、我々のところでは数年前に、人文学はもう要らないという、けしからないというのか、そういう発言があつて、その人員とか予算を削るべきであるとかいう話になったこともありました。ちょっとそういうことともかかわってきますが、我々のというか、人文学の場合には、それを探求したから何らかすぐに、直接、社会的課題の解決につながるという、そのダイレクトなリンクは、社会科学あるいは工学、医学というようなところと比べると、非常に弱いと私は認識しています。私はむしろ、幅広い教養の一環として、やはり学んでいくための題材を提供していると理解しています。それは、これからグローバル化がどんどん進んで、若い人もどんどん海外に出かけていって、そうした中で切磋琢磨しながら自己主張し、活躍していく場において、他者理解ということをいかに的確に行うのかということが、直接的な、実用的な知識以外に、やはり幅広い教養として、是非とも必要であろうと思います。ですから、そうしたものを理解するためには、私が今日少しお話ししました、いわゆるロングレンジでの、あるいは幅広さを持った歴史的な理解ということがやはりないと、それは非常に難しいのではないかと思います。

そういうことを踏まえた場合のもっと具体的な直接のかかわりとしては、私が同僚の桃木と一緒に進めています、高校の先生方とともに歴史教育を考え直すことにつながります。我々にとっての一番の援軍というのは、高校の現場で若い人の教育にあたっている先生方です。全国に10万を超える先生方がおられますが、そういう人たちと協力して、いかにして若い人の世界認識を広げてもらうのか、あるいは、今日、話したような、従来のものとは違う見方があるということを理解してもらうのか、ということに力を入れてきました。幸いなことに、今回の文科の学習指導要領の改訂の過程では、我々が、10年来、取り組んできた試みをすごく参考にしてもらったと理解しています。新しい学習指導要領では、現代的な課題を歴史的に考えるということと同時に、問いをいかに立てるのかという、英語で言うと、Whyの問い、例えば、なぜ産業革命がイギリスで最初に起こったのだろうか、あるいは、なぜ現代のアフリカはこれほどまでに貧困で困っているのだろうかという問いを立てて、それを歴史的に考えるという、そういう学習を主体にしないということになっています。従来の歴史学は、あるいは世界史は、大体は、とにかく事実を

覚えなさいということだけだったと思います。全然、意味もなく、人名とか地名とかをとにかく覚えなさいというだけで、それらのつながりは問題にしないということでしたが、そうでなくて、今後の新しい在り方は、むしろ因果関係も含めた上で、なぜそういう問題が起こったのかという問いを立てて、それを様々な手法を使って自分で考えてみるということを、具体的には歴史的な素材を使ってやりなさいというかたちになっています。そういうことは我々がこの間ずっと取り組んできたことです。ですから、結果的には、何か、我々が取り組んできていることが、少し政策に反映されたと思っています。それは非常に稀な例かもしれませんが、そういうかたちでは間接的な貢献はできると思います。以上です。

○山崎 ありがとうございます。では、藤田先生からも。

○藤田 何を答えれば良いのか、だんだんわからなくなってきましたが、森井先生のおっしゃる社会に求められれば答えが出せるということはある種の切り口だし、おそらく、そこは大学としてはすごく重要だと思います。そうはいうものの、社会は社会自体の課題をどこまで知っているのかという話は、片方であるのだろうと思います。誰も知っていないのではないかという話もあるのだろうと思います。おそらく、当事者が感じている問題と、当事者が先々困るかもしれない問題というのは、随分と別のものであろうと思います。ちょっと、私は工学部にいて製造業の話の方が説明しやすいので、ご容赦いただきたいのですが、企業はやはり每期每期、毎年毎年売り上げを出していかないといけないわけです。出している製品が10年先も20年先も売れ続けるかということの大規模に考えていたら、おそらく、その企業はつぶれると思います。明日の商品が出ないことには、……。そういうタイプの話は、おそらく、世の中にあちらこちらにあって、現場を回している人が考えないといけないこと、それから現場から離れているからこそ考えられることというのは、おそらく、別々にある。社会が今後どうなっていく、人工物としてどのようなものが必要となるか、あるいは、どういうかたちで人工物が世の中を回っていくか、ということ、いわゆる実業の人が考えているよりもやや長いスパンで考えるということが許されているのは、おそらく、大学しかないのだろうと思います。そういう意味で、いろいろな可能性をきちんと描いて提示をして評価してもらうという役割は、本来、大学にとってすごく大事なことでと思います。おそらく、それはリニアモデルとは違うものになるのだろうと思います。ですので、やはり、そこまで広げていかないといけないということだろうと思います。ただし、そういうことを考えていると、当事者として困るのは、片方では、リニアモデル的に具体で個別的な知識をつくり出しなさいという話がすごく競争を煽るようなかたちであるわけです。社会が先々こんなことで困るかもしれないということには、実は正解はないはずで、こんな可能性はある、あんな可能性はある、というような、いわゆる代替案をいろいろと並べることはできますが、それは個別の知識のように評価できない。そうなると、やろうとしてもなかなかできないし、やったところで評価もされないということになって、何か矛盾している、何か微妙なところがあるように思います。

秋田先生が先ほど教養という言葉が使われていましたが、多分、教養という言葉に対する嫌悪

感というのは方々にあって、おそらく、使っている我々もそれを意識していると思います。秋田先生のお話の中に、歴史の捉え方を随分と変えていこうとされているという話がありました。そういうことの背後には、おそらく、歴史は過去を勉強するために勉強するわけではなくて、過去を学ぶことによって先の読み方を勉強するということへの方向付けがあるように思います。そういうふうに見てみると、例えば、端的なところであれば、日本、世界ということとを区別せずに、ある種のしくみとして、いろいろなものごとの動きを見ていくということがあるようにも思います。やはり、先々がどのようなようになっていくかをより広い意味で考えることが求められるということが徐々に認識され始めているのか、などと思います。要はバランスの問題だとは思いますが、目の前のことを解決する答えも出さないといけないし、ある比率で答えになるかどうかはわからないこともしっかりと考えていかないといけない。どうやら、第1部の話題提供での最後でちょっと言いかけていた話ではないですが、ふわっとしたわけのわからないことには、なかなか、ちょっと手が出せないというところをどうするかということについては、たいへんな難しさがあるようには思います。そのあたりについては、多分、今日のテーマでもある、エコシステムというようなことが全面に出てきているにもかかわらず、何か得体が知れない、それをどう扱っているかということも、今一つ、共有されないということと何か深いところにかかわっているような気がします。すみません、何かちょっとわけのわからない話になってしまいました。

○山崎 議論のキーワードを拾ってみますと、先ほど森井先生が「余裕」ということをおっしゃられました。人文学とか教養というのは、実学の観点からいえば、おそらく、その「余裕」の部分に含まれるのだと思います。そしてそれは、システムの言葉で言い換えると、おそらく、何かシステムの冗長性というか、柔軟性というか、そういうところに当てはまるのだろうと思います。何が起きるかわからない状態のときに、さまざまな可能性にきちんと対応するために持つておかなければならないシステムの余白なのだろうと思います。そうだとすると、「余裕」がなくなってきたというような感触について、先生方がどのようなふうに見えられているかをお聞きしてみたいと思います。何か、お考えがありましたら、ご披露いただければと思います。

例えば、人文学の場合はいかがでしょうか。人文学が不要であると言われてしまうときの余裕のなさのようなことについて、どのように捉えられているのでしょうか。

○秋田 それについては、明らかに余裕はだんだんと減ってきていると思います。ただし、私は意図的に余裕をつくるようにしています。それは心がけ次第だと思います。ただし、客観的に見ると、やはり自由に使える予算がかなり減ってきていることの影響は非常に大きいと思います。外部資金を取ってきなさいということなので、私は科学研究費補助金もかなり取っていますが、そういう研究費があれば、自由に海外調査や資料調査にも行けるし、国際会議に出て大いに議論ができるので、それはそれで間に合います。しかし、かつては、ある程度、一定のかなり自由に使える予算があって、すぐに論文は書けないけれども、ちょっとした興味のある関心をさらに広げていくということに比較的緩やかに使えたように思います。かつてはそういう資金的な余裕があったのですが、今はそれがだんだんと削られてきていて、だんだんと世知辛くなっているという気がします。ただし、それは発想の持ち方だと思います。ですから、ある程度、自分の個人

的な興味を追求しようと思えば、そうした資金的な裏づけも、当然、自分で確保することも必要になってくると思います。そのためには何をすべきなのかということも当然考えるべきであると思います。そういう意味で、研究の在り方自体を、もう一度、特に今日話題になっています社会との接点ということから、考え直した上で、研究をどのようにアピールしていくのかということをも人文学の専門家も改めて問いかけられているという状況だと思います。やはり歴史学にも反省すべきところはいっぱいあるというふうに、自己反省も含めて思います。

○山崎　ありがとうございます。長いスパンでものごとを考えるというのは、社会の中で言えば、大学に求められていることの一つということですね。それが余裕の意味かもしれないという話もありました。大学がどうあるべきかということは、恐らく、未来の社会の姿や、そこでのエコシステムを考えるとすごく大事になってくるだろうと思います。そのあたりのことについて、チャットに一つ質問がきています。ちょっと長いのですがすべては読めませんし、私も話しながら見ているので正確に読み取れているかがわかりませんが、かいつまんで紹介してみたいと思います。

いろいろなものが動的に変容しており、社会そのものも変化し続けているというとき、その全体を見ることはなかなかできません。その場合、どこに目をつけて何を見れば良いのかとか、動きに対してどういうふうに関与していけば良いのか。課題を理解するにしても、視点をきちんともっておかないことには、はっきりと意味がつかみ取れなくなってしまいます。大学の立場から、この社会の動的な変化をどう見ていけばよいのか。どこで、どうやって課題をみつけていくのか。あるいは、他の社会的アクターと一緒に何かの課題に取り組むとして、誰と連携するのか、どうやって連携するのか。そうしたことも含めて、いろいろなアンテナを張っておかないことには、うまく対応できなくなっているのではないかと。おそらく現代は、そうした変化がものすごく激しい時代ですので、そこにどう対応していけるのか。

随分と意識していますが、質問をこのように受け取るとすると、先生方から何かお答えいただけることがあれば、お願いします。どういうふうに関与しているのか、あるいは、研究なり日々の業務の中で、どうやって課題を見いだして取り組む体制を整えているのか。そういうことを聞いてみたいと思います。森井先生、いかがでしょうか。

○森井　課題の設定をどうするか。これは非常に難しい問題ですが、常に複数の課題を持っておくというのは非常に必要なことだと思います。つまり、求められる課題と自分にとって興味のある課題は全然違う話であり、先ほどの秋田先生の話にもあったように、何か興味のあることをやろうと思えば、ある程度のお金が必要になってくる。お金が必要になってくるのだけれども、なかなか自由になるお金がない。そのためには外部資金を取らないといけない。ところが、外部資金を取るためには、ある程度、そのことが社会にとって急務であるかどうかということを常に問いかねない。何か、これをやりたいから欲しいと言えればお金をくれるほど、甘いものでもありませんから。外部資金というのは、ある程度、説得力を持って取りにかからないといけない。ということで、そこで得た外部資金によって、ある程度、余裕のある課題に取り組みたい。おそら

く、実際のところ、皆さんはラボの運営をそういうふうに行われているのだと思います。です
ので、常にアンテナを張り巡らしながら、こういうことであれば、多分、外部資金を獲得でき
るだろうというふうな課題を常にキャッチしながら、そして、そこに対して応募していく。ただ
し、大切なのは、そこで得た資金で、当然、活動はそのものと同じベクトルを向いていないとい
けませんが、その同じベクトルを向いた中であっても、次の課題を見出せるような、ある程度の
余裕のあるプロジェクト運営をやっていくということが大切だと思います。だから、複数の課題
を持っておかないといけないと私は考えています。

○山崎 ありがとうございます。そうしましたら、次は藤田先生をお願いします。

○藤田 大学の余裕の話が出ていますが、おそらく、大学以上に余裕がないのは企業ではない
かというような気が私はします。やはり、企業という言い方をするのも変ですけど、多分おそら
く、社会全体、大学だけではなく、大学以上にいろいろなところで余裕というか、いろいろなこ
とをじっくり考えるということとはができてない。時々、GAFA (Google, Amazon, Facebook, Apple)
がとんでもない、何かいろいろな悪いことの根源ではないかというような話が出てきます。そう
は言うものの、実のところ、我々の生活は彼らに依存しているわけです。変な話、コロナになっ
て、なかなか買い物に行けないので、いろいろなところで某社の恩恵に依存しているといったこ
とが起こっているわけです。逆に言うと、彼らはそれだけ資金というか資本を集めて実にいろい
ろなことを仕掛けてくるわけです。つまるところ、いろいろなもののしくみが大がかりになっ
ていて、それを考えられるところとか、それだけの余裕を持っているところが限定されている
状況に陥ってしまっている。そういう意味で、余裕が持てるベースのサイズが変わってしまっ
ているところでどうするのだというような話が隠れているように思います。そういうふうに考え
ると、海のものとも山のものともわからないようなものを、いったいどうやってテーブルの上に載
せていくかということについては、何か、別のしくみを考えていかないといけないというか、考
えているところのベースが変わってしまっている。そうすると、やはり変わらないことには考え
られないということが、おそらく、根本にあるのではないかという気はします。ですから、おそ
らく、単にお金を集めるとかという話でもないし、大学の外も含めてですが、大きな課題をどう
やってテーブルの上に載せるかということのしくみから考えないと、なかなか、変わらないのだ
ろうと思います。

 変わり目をどこでどうやって見つけるかなどの話になるのだと思います。そのあたりは森井先
生のご専門だと思いますが、生物の歴史という世界では、おそらく、変わらないものは滅びていっ
たというような話があるわけです。おそらく、どこか、歴史もそういうことだと思いますが、変
わらないものは環境変化に耐えられなくて滅んでいくということは、いろいろなところで起こっ
ている。そうすると、変わるということは、いかに根幹であるかということになるのだと思いま
す。そうであれば、やはり広く見て、何か変わり方を見つけないことは要るはずですが、す
が、いろいろなもののサイズが大きくなってきているので、かなり広く思い切って変わりにいか
ないことには変わらないというジレンマがある。人工物関係でいろいろと見てみると、そのよう

な変化の兆しがどこで起きているかということに全然パターンがないかと言えば、何か、あるような気もしています。製品の分野で新しいものがどこで出てきているかということを見てみると、一般的な使用環境ではないところで出てきているようです。やや特殊な条件下で、特異な条件下で、何か変わった使い方をした人がぽこっと出てきて、意外と良くて、気がつくと思ってしまうというようなことが起きています。だから、何か、おそらく、生物などの場合もそうなのだろうと思いますが、進化というのはその環境との相互作用ですから、ざっくりと言えば、何か特異な環境があって、そこで残ってしまったものが広まるというようなことが起こっているのだろうと思います。製品以外の人工物でもそのようなことが起きている。そうすると、やはり広く見る、そういうものを見つけてくる、見つけてきたものをきちっと育て上げるというようなループが回らないことには、変化していかないというわけです。だから、継続的に何かちょっとした小改良を行うということではなくて、大きな変化のきっかけはどういうところで起きていて、それをどのようにして大きなものにしていくかというしくみをきちんと考える。そういうことに取り組んでいく必要があるのではないかと思います。

○山崎 ありがとうございます。秋田先生はいかがですか。

○秋田 なかなか難しい問いかけですが、私も森井先生の言われるように、やはり複眼思考で行くということが一番大事なのだろうと思います。ですから、一つの見方だけでなく、こうも見れるし、こういう別の見方もあるし、そういうふう考えたときに歴史の側に別のどういう解釈が可能なのかということ柔軟に考えていくということが大事なのだろうと思います。それに加えて、単に自分が考えるだけではなくて、我々の場合には同僚の桃木も含めて、それを誰かに訴えていくということを意図的に行おうとしています。そのときには、もう既に申し上げましたが、やはり一番味方になってくれそうな方々と共にアピールとする。我々の話を一番聞いてくれそうな人々 —— 具体的にはマスコミ関係の方々です。大手新聞の文化欄を担当しているような記者にセミナーや会議に来てもらって一緒に議論したこともありますし、あるいは、研修会等での議論取材をいただいて、それを報道していただくというようなこともありました。そういうことも含めて、様々なルートを使って我々の研究成果を外に向けて発信することも戦略的に考えていく必要があるのではないかと。日本国内だけではなくて、グローバルな協力を考えるのも大切です。私は、アジア諸地域で同じような問題を抱えている人文学の、あるいは、歴史学、世界史の研究者を束ねて、アジア世界史学会 (The Asian Association of World Historians) という国際学会を9年前に同僚と設立して、今、会長を務めています。そのネットワークを通じて、韓国の先生、中国の先生、あるいは、インドの先生、東南アジアのシンガポールの先生、そういう人たちと連帯して、共通して考えていく。当然、発想は違いますし、抱えている悩みも違いますけれども、そういう人達との議論も含めて、さらに欧米の学者もそこに巻き込んで、ともに議論していこうということを少しずつ重ねています。そういういろいろなチャンネルをできるだけ広げて、我々が考えていることを少しずつ外に出していくということが重要なだろうと思います。いずれにしても、それは、論文を書くということも含めて、様々な対話のチャンネルをいかにし

て複数持った上で戦略的に効果的に使うのかということが大事なのだろうと思います。

○山崎 ありがとうございます。議論が重なる部分が出てきたようにも感じています。複数の課題を持つということとか、あるいは、その課題をどのようにして同じテーブルに載せて共通の課題にしていくかということとか。おそらく、そうした取り組みが、新しい変化の種になっていくのだろうと思います。もちろん、今回のこのシンポジウムも、そういうことを狙いとしていたのだと言うことはできます。普段であれば、生体と歴史と人工物の専門家が同じ問題について議論するという場合は、なかなか世の中にはないのだろうと思います。そういう意味では、すごく特殊な条件下であえて議論をぶつけてみて、そこから出てきた話題に多少でも新しいものがあつたのであれば、それを拾っていただいて、どこかのアンテナにつながって、それが社会を変えていく種になっていけば、このシンポジウムを開催したことにはたいへん意味があつたということになるのだろうと感じました。

時間がだいぶ押してきていますが、最後にもし何か言い残したことがあれば、先生方から感想なりご意見なりを伺えれば、と思います。いかがでしょうか。

○藤田 企画にもかかわった立場ですので、微妙なところですが、……。予想どおりと言ってしまうと怒られますが、やはりなかなかきちんとはまとまりきらなかったようには思います。企画を立てた段階で「生体×歴史×人工物」で何らかの結論らしいものが出せるのかなあとは思っていましたが、ただ意図したところとしては、こういう場を持ってぶつかり合うと、意外と困っているというか、なかなか答えが出なくてあがいている、その困り方に共通性があるということは共有できたように思います。やはり、先ほどの山崎先生の話で言えば、テーブルを共有するところにつながるきっかけがつかれるのではないかな。そんなことを数カ月前には思っていたようには思います。おそらく、そのいろいろな分野に、方法というか、研究のスタイルのようなものがそれぞれにあるのだと思います。そのスタイルというのは、それぞれに、どちらかと言えば、深掘りタイプであって、その分野の中で精度をあげていくといった方向で整備されてきたのだろうと思います。それをちょっとう、何と言うのでしょうか、レベルと言うと誤解を招くかもしれませんが、いわゆるメタレベルという意味で水準をちょっとう置き換えたときに、隣近所を含めて考える見方というのはどのようなになるかというようなことは、やはり、こういう場を通じて少しずつ見直していくということが本当は求められているように思います。ここから先については、今日のところは、多少何かを話したとことで、まとまった話にはならないので、ご容赦いただきたいとは思っています。もう少し、では、どうなるのだという話は、本当はほししいところだというふうには思います。以上です。

○山崎 ということで、次の課題も見えてきたということですね。チャレンジしない限り、その課題もはっきりとは見えてこなかったということなのだと思います。今回は、そういったところで、このシンポジウムのパネルディスカッション、第二部は以上ということにさせていただきます。先生方、どうもありがとうございました。

閉会の辞

○司会（山崎） それでは閉会の辞といたしまして馬場口工学研究科長よりご挨拶をいただきたいと思います。

工学研究科 研究科長 馬場口登

工学研究科長の馬場口でございます。今日は「社会と知のエコシステム ～ 生体×歴史×人工物～」というシンポジウムを工学研究科が共同主催の一翼を担って藤田先生ほかが開催されたということは非常に意義深いことではないかと私は思います。昨今、ダイバーシティというふうなことがよく言われますが、藤田先生のような方が機械工学専攻におられるということはまさにダイバーシティの権化のような感じがして、私はやはり大阪大学は非常に良い大学だなあというふうにつくづく思います。

残念ながら、私は所用が長引いてしまいまして、最後の 30 分ほどの参加になりましたが、非常に興味ある話を聞かせていただきました。私自身は実は研究テーマとして AI 関係のことにも取り組んでいて、割と人間などとも絡みますので、非常に面白そうな話だなあと思っていましたが、最後の 30 分だけでは、全体がどういうことになっていたのかはよくわかりません。とは言え、パネルディスカッションの最後の締めを聞きますと、やはりイノベーションというふうなことも取り上げられていたようです。イノベーションがどうすれば起こるかということについては、私はやはりこういう異分野の人々の交流が非常に大事だろうと思います。藤田先生が代表をされている組織はもともと工学研究科の中にあるイニシアティブという枠組みのもとにあります。今後はその枠組みをテクノアリーナの中に組み入れていきますので、引き続き、頑張ってくださいと思っています。

いずれにしても、やはりイノベーションというのは思いもよらない組み合わせで起こるわけです。私自身、聞いてこれはなるほどなあと考えたことがあります。「イノベーションの一番原点知っていますか、先生、……」と。それは何かと言えば、あんパンです。あんというのとはもともと東洋のものであり、日本人しか食べない。パンというのは西洋のもの。これを合わせることによってあんパンというすごいものができたわけです。皆さんがお持ちのスマートフォンもそうです。カメラといわゆる音楽プレーヤーと電話、それらの機能を合わせた。誰もそのようなものは思いつかないわけです。しかし、そういうことによってイノベーションが次々と起こって

きたということです。

したがって、今日のこの文系と医学系と工学系での話が、新たなイノベーションと言いましょいか、最後は何か研究資金の話もされていたようですが、新たなネタにつながっていくことを祈念いたしまして、シンポジウムの最後の言葉にさせていただきます。このシンポジウムを実行するにあたっては、藤田先生をはじめとして、関係者の皆さまはいろいろと苦勞されたと思いますが、今回のような思いもよらない組み合わせで取り組んでいただくことは非常に重要だと思っていますので、是非、今後ともお願いしたいと思います。どうもありがとうございました。

○司会 (藤田) どうもありがとうございました。本日は長時間にわたりご参加をいただき、ありがとうございました。以上でシンポジウムを終わらせていただきます。

参加者数および参加者アンケート集計結果

■ 参加者数等：

事前参加申込者数： 155 名
 参加者数（30 分未満の者を除く）： 115 名 （参加率：74.2%）
 アンケート回答件数： 59 件 （回答率：55.7%；登壇者等を除く）

■ アンケートの実施：

シンポジウムの開催に際して、Zoom ウェビナーの機能を用いて、参加者に対して退出時に下記の案内文によりブラウザ経由のアンケートへの回答を要請した。

ウェビナーにご参加いただき、ありがとうございます

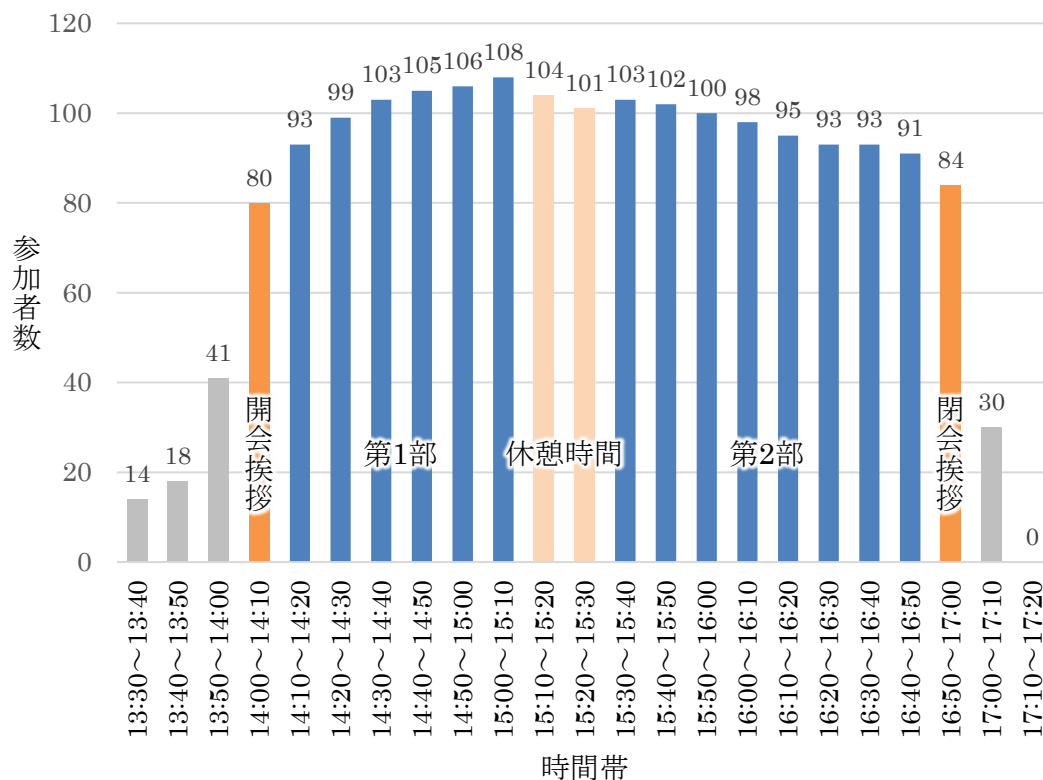
以下のアンケートに入力するためにお時間を少しいただきたいと思います。アンケートは無記名で行われます。

アンケートの項目は後出の回答の集計結果の箇所に示す通りである。

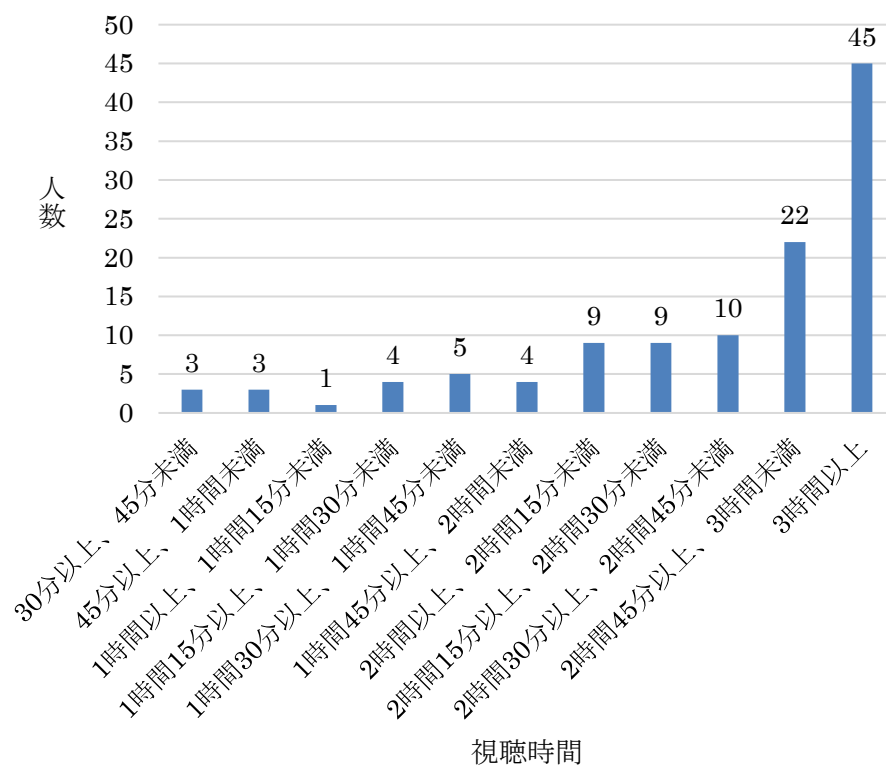
■ 参加者等の所属内訳：

	事前参加登録		参加者		参加率
学外		61 名	39.4%	36 名	31.3%
	企業関係者	17 名	11.0%	10 名	8.7%
	自営・団体職員等	17 名	11.0%	13 名	11.3%
	他大学教職員	7 名	4.5%	5 名	4.3%
	他大学学生	2 名	1.3%	1 名	0.9%
	所属なし	18 名	11.6%	7 名	6.1%
学内		94 名	60.6%	79 名	68.7%
	教員	45 名	29.0%	40 名	34.8%
	職員等	28 名	18.1%	24 名	20.9%
	学生	18 名	11.6%	13 名	11.3%
	名誉教授	3 名	1.9%	2 名	1.7%
合計		155 名	—	115 名	—
					74.2%

■ 参加者数(1分毎の参加者数の10分間平均)の時間推移：



■ 視聴時間の分布：



■ アンケート回答集計結果：

[1] ご所属等について (該当するものに ✓)：

所属等		回答数 (回答数での比率)	
企業等	研究職	6 (10.2%)	10 (16.9%)
	企画職	2 (3.4%)	
	その他の職	2 (3.4%)	
大学等	教育研究職	16 (27.1%)	32 (54.2%)
	リサーチ・アドミニストレーター等の 中間職	3 (5.1%)	
	事務職	9 (15.3%)	
	その他 (大学役員、大学名誉教授、 元・大学教育研究職、元・大学非常 勤職員)	4 (6.8%)	
学生		12 (20.3%)	
その他		5 (8.5%)	
合計		59 (100.0%)	

[2] シンポジウムでの各内容について (該当するものに ✓)：

項目 選択肢	第一部：話題提供	第二部： パネルディスカッション
充実していた	31 (52.5%)	16 (27.1%)
やや充実していた	24 (40.7%)	30 (54.2%)
普通	3 (5.1%)	7 (11.9%)
ややつまらなかった	1 (1.7%)	3 (5.1%)
つまらなかった	0 (0.0%)	3 (5.1%)

- [3] シンポジウムを通じて論じられた「エコシステム」と「社会課題の解決」について (該当するものに ✓) :

項目 選択肢	エコシステム	社会課題の解決
理解が深まった	10 (16.9%)	9 (15.3%)
やや理解が深まった	32 (54.2%)	31 (52.5%)
新たに得られたことはなかった	5 (8.5%)	8 (13.6%)
よくわからなかった	10 (16.9%)	10 (16.9%)
違和感を覚えた	1 (1.7%)	0 (0.0%)
その他	1 (1.7%)	1 (1.7%)

「エコシステム」についてのその他の 1 件 :

- ・ まだしっかりした「エコシステム」の定義がないことがわかりました。

- [4] 社会課題を解決していく上で、大学に期待すること・大学が担うべきことについて (該当するものに ✓ (複数可)) :

選択肢	回答数等
課題そのもののあり様の発見	40 (67.8%)
課題の全貌の明確な定義	17 (28.8%)
課題解決に向けた道筋の提案	43 (72.9%)
課題解決に資するしくみや方法	36 (61.0%)
大学には期待しない・大学が担うべきことはない	1 (1.7%)
その他	1 (1.7%)

その他の 1 件 :

- ・ 長期目線、多角的な視点での知の融合、人材育成に期待しています

[5] その他、ご意見やコメントがあれば、下記に記入ください： （記入有は13件）

< 企業関係者 >

- 本日の議論でもあったように、大学には課題そのものを見つけ出し設定することと、それを解決するための理論・方法を提供することの両面を期待しています。
- 興味深く拝聴しました。「結論がでない会になりましたが」と藤田先生よりお話がありました。大きな命題であり、なかなか結論はでないと思います。結論が出ない会を繰り返すことでまた新しい発見、気づきもあると思います。百回議論すると愛が出てくるという意見もあります。次回開催されるのを楽しみにしています。引き続きよろしくお願いいたします。

< 大学関係者 >

- こうした「衆知を集める」取り組みが実行されていることに感激いたしました。まさに大阪大学の強みであると認識しております。こうした活動の中から新しい発見や統合された知恵が生まれ、社会の公器としての大学の存在が強く認識されると確信しております。
- ありがとうございます。統合しすぎると多様性が失われるのか否か分かりません。少なくとも、各々が強みを発揮し、何かを極め、同時にその知識を持ち寄って、今回のシンポジウムのように情報交換をすることで、新たなアイデアや視点が生まれることには間違いないと思います。
- 工学部に身を置く者として、"エコシステム"の言葉の意味として"a system of systems"という説明がありまして一番しっくりきましたが、"meta-system"と呼ぶずに"eco-system"と呼ぶことに今後より強いメッセージを発信していただきたいと思いました。生体内のエネルギーの節約に係る非平衡系や東アジア的な社会と歴史から"eco-system"にリンクする本日の講演は大変勉強になりました。
- 理系の附置研究所の事務をやっております。文科省に提出する計画書や報告書を作成する際に、いつも苦悩するのは、「社会からの要請にどう応えるか(応えているか)?」という質問項目です。アウトプットや、高いインパクトファクターの論文、なんでもかんでもグローバル化、を研究者（若手含む）に要求して予算を付ける風習には疲れております。基礎から応用までの研究者が、のびのびと知を探究し、おおらかに語れることできる大学を支えられるよう、秋田先生のおっしゃる「余裕」の心を持てるように心がけたいと思います。何が来るか分からない時代だからこそ、余裕は必要なのですね。本日は聴講してよかったです。どうも有難うございました。
- 社会的なエコシステムに関する現時点の仮の定義を提起し、その仮説としてのエコシステム概念が実際に「使える」ものであるのか、つまり社会課題解決の道具として切れ味がどれだけあるのか、各専門領域から探り、そのエコシステム概念をバージョンアップさせ、今回の成果として共有するようなパネリストの人選やプログラム設計を

してほしかった。

- この度は、先生方に貴重なお時間と講義を頂きまして、誠に有難うございました。現在は海外出張も不可能な中、知的好奇心のある人々は、自らの方向性を模索し続けていると思います。今後、同様のシンポジウムがありましたら参加させて頂きたく存じます。今後とも何卒よろしくお願い申し上げます。
- 3名の先生方には大変分かりやすい説明をしていただきました。ありがとうございました。
- 大変有意義なシンポジウムでした。ありがとうございました。

< 学生 >

- 報告者のそれぞれのテーマや発表内容と、パネルでの議論や、(プレゼンで提示された)理想に対する現実的なアプローチとの乖離が大きく、それが現代の現実ではあるものの、大学には期待できないと思わされる内容だった。プレゼンとディスカッションとの繋ぎも不明瞭で(司会の力量だけの問題ではなく)、例えば他大学の人文系・人文科学系の教員らが行うトークイベントとは質的に異なっており、これが国立大学の工学系の水準というイメージは拭えない。また、最終的な結論は「こたえがでない」「まとまらない」ことへの反省であったが、そもそも話をまとめること、答えを出すことに(無意識であろうと)ゴールを設定していたということ自体がこのセミナーの限界であると感じた。
- 次回はぜひ理学部部門からのパネラーも招聘してください。

< その他 >

- 大学として新しいことに対して研究していると思うので、それを市民に還元してほしい。今回、オンラインで参加できました。以下要望します。① 今後もオンラインでの実施。② 更に理解を深める方策(資料の提示?)

< 以上 >

大阪大学 国際共創大学院学位プログラム推進機構・
大学院工学研究科 共同主催シンポジウム
「社会と知のエコシステム～ 生体 × 歴史 × 人工物 ～」
記録集

発行日： 2021 年 1 月 25 日

編 集： 大阪大学 大学院工学研究科
テクノアリーナ インキュベーション部門
統合学術基礎論イニシアティブ
(代表：工学研究科教授 藤田喜久雄)