

本論文は

世界経済評論 2023 年11/12月号

(2023 年 11 月発行)

掲載の記事です



世界経済評論 定期購読のご案内

年間購読料

1,320円×6冊=7,920円

6,600円

税込

17%

送料無料
OFF

富士山マガジンサービス限定特典

※通巻682号以降

定期購読
期間中

デジタル版バックナンバー読み放題!!



世界経済評論 定期購読



☎0120-223-223

[24時間・年中無休]

お支払い方法

Webでお申込みの場合はクレジットカード・銀行振込・コンビニ払いからお選びいただけます。
お電話でお申込みの場合は銀行振込・コンビニ払いのみとなります。

Fujisan.co.jp

雑誌のオンライン販売

文理融合と囃すけれど 言うは易し行うは難し



鶴岡 秀志

元信州大学先鋭研究所特任教授

つるおか しゅうじ 大手洗剤メーカー、大手商社を経て、大学でナノカーボン材料の安全性評価研究。地方自治体の依頼により中小企業振興のためのナノカーボン技術を活用した製品工業化支援。早稲田大学応用科学修士。米国アリゾナ州立大学科学工学 Ph.D.。欧州研究機構 (ESI) 2018/19 夏季学期 Faculty.

2010年代以降、文理融合が提唱されているが未だに目標も成果も見出せない。大卒の80%が文系の我が国では文系出身者が組織の頂点に立つことが半ば常識である。終戦までは軍隊が存在して軍事訓練は兵器の取り扱いやロジスティクスなどの教練が含まれていたので多くの国民に理系的な素養を広めていた。現状では文理融合を理系科目嫌いの文系知識人が唱えていて、理系から見ると文系の理系支配を看板架け替えて正当化するようにしか思えない。文系識者が好む欧州崇拜を挫く典型的な理系的事案の紹介を兼ねて文理融合を考える。

I 主要メディアの技術音痴

主要メディアは文理融合を推進せよと囃す。メディアに登場する「文系」の知識人によって発せられる。数回マスコミ関係の方とフォーラムで議論した時も文理融合で何を相互理解するのか明示されず、言外で理系は文系の支配下に入れとしか聞こえなかった。理系の土台をなす数学は分野によって取り扱う範囲が異なる。マスコミ関係者は高校までに習う項目を前提に議論しているのであろうが、必要な「数学的知識」は教科書の項目とは異なる。筆者が常々指摘しているように、TVの経済情報では解説者の数学的知識欠如が甚だしいので、どの解説が

正しいのかという「解説」も必要であろう。

今年前半の技術分野最大トピックのChatGPTの扱いもバラエティ番組ネタという状況であった。マスコミに理系の素養を要求するのは無理だろうが、デジタルの世界をまるで理解していないのが露見していた。そのため、一通り生成AIについて専門家による概要説明が終了すると、「ChatGPTに聞いてみました…。」といった使い方になる。まるで、「大橋巨泉さんに聞いてみました」となんなら変わらない構成になってしまった。入力する内容は大方、巷の流行ネタなどバラエティ番組で扱う程度であり、「フツーにネット検索で探せるだろう！」とツッコミを入れたくなる。

G7首脳会合直前から大騒ぎをしていたLGBT

法案と関係付けて報道したかったことが透けていた世界経済フォーラムの「ジェンダーギャップ指数」について、立命館大学の筒井淳也教授がPRESIDENT ON LINE¹⁾で重要な指摘をしている。それは、「数字が不毛な対立や議論を引き起こすこともある」という点である。日本は当該指数において世界125位で発展途上国よりはるかに低い順位であった。しかし、ちょっと考えればこの指数は何か変であると感じると思うのだが筆者の知る限り報道で疑問を呈したものはなかった。筒井氏によると、この世界経済フォーラムの指数ではジェンダー、つまり男女の両方に関わることしか評価せず、片方だけに依存する内容については省かれている。典型例は女性の未成年、特に10代前半出産率は女性だけの統計数字なので当該指標には含まれていない。ところが、この数字の示すことは発展途上国では大きな問題であることは国連の機関でたびたび指摘されている。つまり、このジェンダー指数の捉え方は偏りがあり10代前半の出産が大きな数値の国でもジェンダー指数はかなり上位になってしまう。マスコミは有名どころの統計発表を金科玉条の如く扱うが、その統計の根底や裏に潜む隠されたことを理解しないで公共媒体で触れ回することは我が国社会に混乱を招く。

筆者のような技術畑の目から見ると、世界経済フォーラムは金儲けをしたい人たちの懇親会にしか見えない。21世紀初頭は同フォーラムで議論されたことが世界経済に影響を及ぼしたかもしれないが、昨今は有名な人が来ているという程度の会議である。他方で隠し資産管理のためスイスの銀行に立ち寄る機会を作っているのではないかという疑いを持ってしまうのはゲスの勘ぐりだろうか。大まかな見方であるが、

欧州、特に西側欧州は21世紀になってから半導体の設計や製造装置などでいくつかの有力企業が存在するものの工業全体で見ると顕著な停滞を示している。そのため、やたらとモラトリアム、移民保護、環境の提唱、標準化で金を巻き上げる方策に傾注する。輸出入では欧州域内への実質的な非関税障壁である化学品REACH規制や電気製品RoHS指令の運用にしても中国のスパイ防止法と共存できるとは思えない。

II 日本で報道されない欧州の蹉跌

ドイツが温暖化防止環境政策として華々しく持ち上げたEVは、中国の電池生産能力と日米が実用化を競った電力制御技術を使って組み上げたものなので基礎的な広がり薄い。EVよりもPHEVの方が環境対策には確実に効果があることが見えてきても、まともなPHEVを量産するには日米のメーカーに頼らざるを得ないので政治的にEV推進をすることしかできない。また、以前にドイツが華々しく推奨したことが呆気なく挫折したことを、我が国のメディアは検証報道していない。

太陽光パネルは太陽からの恵みをエネルギーに転換する夢の技術であった。直裁的にアピールできる環境対策技術としてドイツは力を入れて拡大した。技術的には日米で開発され特許権利期間が終了になっていたものをドイツ国内大量製造へ転用したものが中心であった。しかし、コピペ技術による市場対応力不足とウイグル自治区で安価に製造された中国製に完敗となった。

三井物産在職時にサウジアラビアのKing Abdullha University of Science and Technology (KAUST) でサウジアラビア政府主催の太

太陽光発電技術フォーラムが開催され、招待された日本のメーカーからの要請により連携グループの一員として参加した。2000年代後半の当時、サウジアラビアは石油依存脱却に向けて太陽光パネル導入に積極的であり、ドイツから専門家を数多く招聘して自国技術として育てようとしていた。しかし、アラビア半島の高温は太陽光パネルにとって過酷な条件であった。実際にパネル表面温度が簡単に100℃を超えるので、30℃以上で発電効率が急激に低下するシリコン基板の構造と耐久性が課題でありフォーラムの討論もこの点に集中した。当時、ドイツは国を挙げてQセル製品をプッシュしていた。技術的には我が国の初期製品に近かったので欧州中部の気候では問題が顕在化しなかったものの、アラビア半島の気象条件下では発電量が著しく低かった。招聘されていた教授陣やQセル技術者たちはパネル表面温度を下げる対策として、パネルに半透明の日除を設ける、水冷装置を設置する、太陽位置に応じてパネル角度を変えるといった中学生でも思いつきそうなアイデアを示すだけであった。我が国や米国では日射による温度上昇が厳しい地域もあるので、受光パネルそのものを高温状態で発電量が極端に下がらない技術を開発していた。そのためドイツ人教授らとQセル技術者に対してサウジの技術担当者から、「日本や米国の技術と比べて全く役に立たないじゃないか」とこき下ろされていた。このフォーラム直後にKAUSTのドイツ人教授と研究者らがまとめて更迭された。Qセルはその後、あまり時間を置かず傾いた。

モノを作る研究開発に必要な技術とそれを理解するための理系科目の数学、物理、化学を毛嫌いする、嫌悪する人がメディアの中樞を仕切っていることは不幸なことである。理学系は

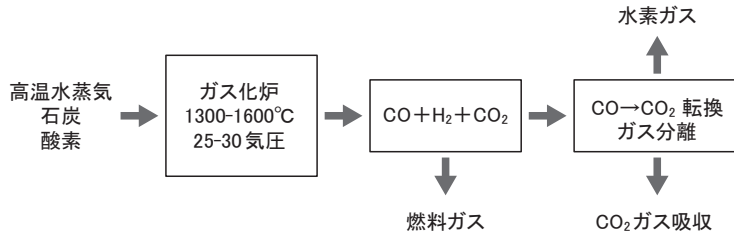
ごく狭い領域を研究、工学系はロジスティクスを含めて全体を見渡しながら俯瞰的に可能性を導き出す。メディアで理学系の方を散見するが工学系出身者による解説は稀である。

現在流行の生物学（DNA・生命科学）や医学も微細化、デジタル化、時系列解析の導入により数学・物理・化学の世界に突入している。高尚な雰囲気の話者でも日頃の勉強を怠ると、ある日突然、バラエティのお笑いタレント同等の扱いになる（実際、そうなっているようである）。前述のジェンダーギャップ指数も必要十分条件を満たさないと統計学的に無価値なのだが、このような「ためにする」統計は他の統計調査と比較対象を行うことで初めて意味を成す。筆者から見ていると最近の西欧諸国による環境保護活動提唱、人権問題、AIの利用制限などは「西ヨーロッパは他の地域よりもえらいのだ」ということを主張するためのものにしか見えない。ウケを狙ったような統計を発表する厳冬期に山の中で金持ちがパーティをしているに等しいフォーラムも尻すぼみになる。実際、米国ではこのフォーラムのことはあまり報道されていないので、Wall StreetやPennsylvania Avenue 界限の人々以外で存在を知っている人は少ない（学者間の会話でも「それ何？」と言われることが多い）。

Ⅲ 40年前に始まった水素製造の工業技術開発

地球温暖化の原因といわれる化石燃料を置き換えるために電源開発が盛んである。なお、電源開発という言葉は永らく水力発電所、つまりダム建設と同義であった。現在は風力発電開発を意味するといっても差し支えないだろう。昔

図1 石炭と水から水素を製造するプロセスの概念図



の歌謡曲の歌詞ではないが、電源開発の「現在過去未来」は、ダムは100年後を見据えた過去の計画、太陽光パネルと風車は手っ取り早く20～30年の使用期間と廃棄処理を考えないで導入した利他的政策、未来は数世紀単位の活用を見据えた核融合技術となる。他方、流動性のある燃料、つまり気体か液体燃料は必ず必要なので水素を燃料として活用する技術は100年かけても達成すべき課題である。

我が国では石油ショックの経験から水素を主要燃料にする技術の開発を1980年代始めから本格的に開始した。原料は国内でも豊富に入手できる石炭と水である。先の大戦で石油の調達が開戦原因の一つであったことも記憶に残っていた。また、石油に押されて閉山のあいついだ炭鉱を再活用することも含めて、核融合技術が達成できるまでの数十から百年の間、自前のエネルギー資源として石炭と水から水素を生成しようということになった。同時期に米国も宇宙探査で必要になるので水素燃料技術開発を開始した。オランダでは戦前から豊富な岩塩を使ったアルカリ製造が盛んであったため副産物として大量の水素があった。爆発物や合成ゴムの基礎原料のアンモニア合成に水素供給が欠かせないので、ナチスドイツはオランダからドイツ北西地域に水素を輸送するパイプラインを建設した。そのパイプラインが残っていたので2000

年代にそれを使って水素燃料バスの運行を実用化しようとして試験運転を始めた。この計画は、メルケル前首相がEV推進を唱えた後に推進力が消えてしまった（メルセデスなど大型トラックを製造している企業は続けている）。

図1に石炭と水から水素を製造するプロセスを示す。実際には化学反応に伴う発熱や吸熱、1300℃を超える水蒸気といった専門家以外では想像がつかないことを含んでいるのだが、「文理融合」をめざしてごく簡単に説明を行うことも技術分野専門家の責務でもある。専門家の方々からは非難を浴びることを覚悟で非常に簡単に説明することをお許しいただきたい。

石炭に「超」高温の水をぶつけると一酸化炭素（CO）と水素が発生する。これを燃料ガスと称する。高粘結炭を使うと燃料ガス発生後に軽石のように細かい穴がたくさん空いたコークスが残る。それ以外の品位の低い石炭は粉碎して使い、硫黄などの不純物は燃料ガスから精製回収して再利用する。中国からの輸入硫黄が主流になるまで我が国の硫黄・硫酸はこの方法で製造されていた。燃料ガスは鉄鉱石を溶解して粗鋼を作る過程で重要な燃料である。NEDOプロジェクトではエネルギー消費を抑えるためのHyR-Ringという650℃で運転する燃料ガス製造技術を世界に先駆けて確立した。一酸化炭素は「触媒毒」といってごく微量でも化学反応

を阻害するので、水素を利用する際は「CO 転換反応」という方法で二酸化炭素に転換してアミン溶液で吸収分離を行う。この二酸化炭素吸収は高温プロセスだが、一連の燃料ガス製造工程では必要な「熱」も得られるので、石炭と水から最終的にアンモニアを得るまでのエネルギー収支（つまり、省エネ）に優れた技術である。さらに、二酸化炭素と水素から常温で液体であるメタノールも合成される。この合成触媒について、我が国メーカーが世界的リードを保っている。

ドイツは石炭ガス化技術では黎明期に世界をリードしていたが、低品質安価の亜炭を大量に保有するために初期に開発された石炭ガス化法からの進展が遅れた。石炭ガスプロセス開発に遅れをとり、追いつき追い越せて日米に追随したものの、70年代からロシア産の天然ガス導入を進め、いつの間にか天然ガス利用が主流になってしまった。そのため二酸化炭素吸収プロセスもエネルギー収支が悪く（つまり、エネルギー多消費）、結果的に石炭を原料とした燃料ガスプロセスから得られる水素やアンモニアを「グレー」なる修飾語を付加して日米を貶める挙に出ている。水素やアンモニアを製造するためのライフサイクル全体（LCA）を考えた場合、欧州政府や環境団体の提出してくる数値はどこかをネグったマヤカシが含まれている可能性があることに注意しなければいけない。

石炭を悪者扱いする欧州の論調は一見崇高に見えるのだが、液体燃料であるアンモニアやメタノールを製造するために自然エネルギーを使った水素製造が地球環境に資するのか疑問がある。厳密 LCA を隠蔽したまま太陽光や風力発電に傾注すると廃棄物処理で苦勞することになることは自明である。しかし、世論や政治は

文系出身者に主導されているので、数式だらけでメンドーな理工系的検討は隅に追いやられて税金、株価、金融の観点からの議論が優先されてしまう。本気で議論の土台を文系・理系を対等比率にする必要が迫っている。

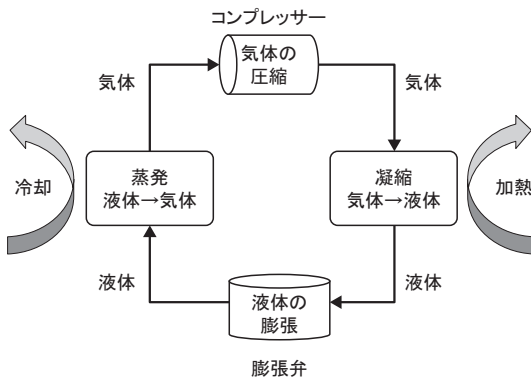
IV 欧州でヒートポンプ技術導入が盛んである

最近、このテーマで欧州の先進性を示唆する記事を見かける。また、ダイキン工業や三菱電機などの株は買いであるという株屋さんの解説をちよくちよく見るようになってきた。

ヒートポンプ技術も石油ショックで酷い目にあった我が国が50年以上の間、必死になって確立してきた技術である。アイデアとしては非常に古く、ヒートポンプは熱力学が確立した19世紀末には「逆カーノーサイクル」として知られていた。ごく簡単にいうと、低温の液体や気体からエネルギーを取り出して高温側の液体や気体に移動させることである。大多数の理解では熱は温度の高い方から低い方へしか伝わりはしない。しかし、コンプレッサー（機械エネルギー）やバーナー（燃焼エネルギー）などと組み合わせることで低温側から高温側へ「エネルギー移動」させることができる。全体的なイメージとして、水車で水を汲み上げることを想像していただければほぼ正しい。

ヒートポンプの実例は家庭用エアコンである。特に21世紀になってからは夏冬兼用、筆者の住んでいる長野でも冬の暖房で機能・費用ともにエアコンでなんとかなる程に高性能になっている。しかし初期のヒートポンプは性能が悪く小型化に対応できず、主に工場における装置でしかなかった。石油ショックを機にエア

図2 ヒートポンプの原理。冷媒の循環システムのご概念



コン用のコンプレッサー，つまり気体圧縮装置の小型化高効率化が進められた。物質が熱を吸収発散する現象は物性定数というものによって決まっているのでコンプレッサーを駆動するモーターの電力消費量と機械駆動部分の摩擦低減，放熱器の効率上昇に努めることになった。パワー半導体技術がもたらしたインバーターの進歩によりモーターの効率が劇的に改善され，我が国メーカーが得意とする精密ベアリングや機械加工も加わって夏冬兼用のエアコンが年々改良されていった。この技術の波及効果は高く，今日では冷凍冷蔵庫，洗濯乾燥機，自動車用エアコンなどに搭載され，また電気の代わりにガス燃焼や燃料電池を熱源として利用する機器にも適用されている。もちろん，発電所や化学工場などの大型設備でも同様の技術が使われている。

最近，欧州自動車メーカー製品にヒートポンプ式エアコンが装備されていることを欧州の先進技術と匂わせた記事が出ているが，欧州，特にドイツ礼讃以外の何者でもない。トヨタのプリウスにはとっくに装備されていた技術である。自動車評論家や産業市場評論家に一般教養程度の理工学知識の学習と検定試験を課すこと

をしないと，国内産業振興の障害になってしまい我が国の発展を阻害する。ヒートポンプ・エアコンに関するマスコミ報道は文系主流の好ましからざる状況を示す実例と言えらるう

V 霞ヶ関は科学技術研究政策でふた昔前のことを押し付けてくる

世界経済評論インパクト 2023年7月3日にWEB掲載された内容と一部重なるが我が国の科学技術発展に関わるので改めて論じたい。

友人の主要大学教授が，「文科省はふた昔前のことしかやろうとしない」と嘆いていたことが印象に残った。ふた昔前というのは研究助成において文科省が90年代後半から採用していた方針を意味する。毎年，研究者に通知される科研費重点項目概要は，概ね主要学術誌で論文が集中している分野である。一例としてNEDOの技術戦略研究センターレポート，「ナノカーボン材料分野の技術戦略策定に向けて」²⁾を参照していただきたい。

科学技術の新発見は主にマイナーな論文誌に掲載された一本の論文から始まる。理由は簡単で，新しいことは有名論文誌のレビューを受け持つ有名な先生，あるいはバリバリの現役研究者から見ると異質であり，ひどい場合には評価に値しないとされる。そのため，比較的若手の研究者がレビューアーになっているマイナーな論文誌への投稿へと流れていく。次第に学会や研究者の集まりで「あれ，面白いんじゃない？」と話題になり再現実験などの投稿によって論文本数が5~10年ほどで1~2桁増加する。前述のNEDOの調査報告では省かれているが，現在のナノカーボン研究の元祖は1923年の

Compton のグラファイト構造の研究³⁾に始まり、ナノチューブの研究は1950年代のソビエト連邦の研究⁴⁾まで遡る。当時のソ連の論文は自由主義社会へ広く紹介されなかったため、日本の研究者がCNTの合成を報告した1990年代になってからようやく注目されるようになった。知財実務的には1980年代に米国のベンチャー企業が「Carbon Fibril」という名称でCNTと同じ物質の特許出願・成立させていたので多くの企業がこの特許に悩まされた。このように、流行りの研究になるまでは長い年月を要する。

我が国の産業のシーズとなる文科省 JST や経産省 NEDO の研究開発助成の大きな問題は、前例または流行りの研究分野を基軸にした研究業績評価で助成金を配分する姿勢である。特に JST は根本的な変革が必要である。産官学の連携を掲げるのは良いが、企業と大学の結びつきを画一的なルールにしてしまったので、いちいち大学当局に申請承認を得なければならない形になり、昭和の時代に比べて特に中小企業との連携がやりにくくなった。さらに、将来を担う学生の研究業績評価方法が有名論文誌への論文掲載を基本としているので、論文を目指さない中小企業との付き合いは消えていくことになる。厄介なのは、博士課程を志す学生への助成金、奨学金、研究費用は同じ方法で決定されることである。天才的なひらめきを持っていても指導する教員側は資金獲得を中心に考えるので、結局、「答えのあるもの」を大手・中研メーカーと共同で研究をしなければならない。皮肉なことに、工業化教育を中心に据える国立高等専門学校は応用開発に集中するので、IT、ロボットなどのプラットフォームがある程度出来上がっている分野で学生が一層優秀なエンジ

ニアとして育っていく。かの友人と一致したことは、高専から大学に来る学生の方が一般受験で入学してくる学生より平均して優秀であるという最近の傾向である。

学術論文誌は多くの種類があり、その評価は一般に Impact Factor (IF) で示される。発行部数や引用数に左右されるのでランキング上位に Nature 系が並ぶ。文科省の方針では、IF の数字で研究者を評価するため、学生や若手研究者は奇抜な内容が採用されやすい Nature 系にウケそうなテーマに飛びつく。昔だったら「異常値じゃないの」と言われたことが逆に「特異な現象の発見」として扱われ再現性がないものが数多報告されてしまう。そのため、学生の時に身につけなければいけない「仮定に基づく実験とその結果の考察」という訓練がおざりになりがちで、特に未知のことを解決する方法を組み立てる力が弱くなっている。また本来商業誌である Nature 系はその時々流行りによって論文採用傾向が大きく変わる。現在はナノバイオが主流なので専攻に関係なくバイオ系の研究でない学生が嫌がるという現象が起きている。毎年、偏差値の上位大学の研究室でデータ改竄や捏造が発生するのも、指導する教授側が自らの実績を上げるために「Nature に通る答えをもってこい」とプレッシャーをかけるためと言える。

Nature に論文掲載されるとノーベル賞への近道という一種の都市伝説を信奉している文科省なので「主要学術誌」への論文数を評価基準にするというのは当然であろう。しかし、実際に多くの学術賞の対象は流行りの研究以外であることが多いという事実を受け止めなければならない。2019 年以來、一時は学会や有名教授に相手にされなかった Kariko 博士の mRNA

創薬技術によって新型コロナワクチンが短期間で登場して多くの人を救った。その研究成果を実用化へと導くことになった創薬開発を支えたのは醤油のヤマサが Under Table で開発したアジュバンド（補助剤）である。将来を担う学生への教育は流行を見つけて手っ取り早く論文を投稿することではなく、まだ人類が達成できていないことを目指す想像力と解決へ向かうステップの組み立て力を養うことである。

まとめ

文理融合を推進する必要があると唱える識者は多いのだが、その目標と方法論は語られない。文系が大卒の80%を占める我が国では、ひとたび数学を語り始めると「難しい話はさておいて」と話の腰を折られてしまう。数字で議論するという声も、よくよく聞いてみると「答えをもってこい」と同義であることが多い。それもゼロイチを要求する。我が国ではマスコミとリベラルを中心に、「原発ゼロ」「戦争絶対反対」「ゼロコロナ」というゼロイチの議論しか出てこない。ゼロイチ議論を数学で記述すると

ヘヴィサイド関数（ゼロ未満でゼロ、ゼロ以上で1）という極めて特殊な状態で、この関数は微分すると無限大である。つまり、数学的にはゼロイチにこだわるとその動的状態は無限大で収拾がつかなくなる。この思考停止状態を解決するためにも、大卒80%文系の現状を踏まえて、やさしい高校数学IIの履修と学力試験を理系嫌いが多数を占めているメディアに課してみることはいかがだろうか？ 文理融合の事初めは互いの理解から始まると著名人が提唱していることを踏まえると、文系にとっては初歩的数学知識の習得から始まる。もちろん、理系には科学的と言いながら科学的説明がないマルクス論ではなく歴史と地政学の要諦の履修を課してみる必要がある。マーケティング的イメージ先行ではなく、現状を見つめて改善することから文理融合を進めてもらいたい。

[注]

- 1) 筒井淳也, PREGIDENT ON LINE, 2023年6月30日.
- 2) <https://www.nedo.go.jp/content/100762560.pdf>
- 3) Compton, AH, Physical Review, 21 (5) (1923).
- 4) L. V. Radushkevich & V. M. Luk'yanovich, 物理化学雑誌 (журнал физической химии) (ソ連), vol. XXVI, iss. 1 (1952). (つるおか しゅうじ)

(一財) 国際貿易投資研究所の調査研究報告書 「調査研究シリーズ」のご案内

(一財) 国際貿易投資研究所の報告書の全文をダウンロードすることができます。ご一読をおすすめいたします (<https://iti.or.jp/>)

WTO と広域 FTA を通じた貿易ルールの刷新に向けて

(No.139, 2023年3月刊)

- 第1章 WTO のルールメイキング機能の可能性
..... 中央学院大学 教授/東京大学 名誉教授/アンダーソン・毛利・友常法律事務所 弁護士/ITI 客員研究員 中川淳司
- 第2章 WTO と FTA を通じた電子商取引関連ルール形成の動向
..... 独立行政法人日本貿易振興機構 調査部 国際経済課 課長 伊藤博敏
- 第3章 産業補助金に対抗する方策..... 高崎経済大学 経済学部 国際学科 教授 梅島 修
- 第4章 経済安全保障に関わる国際ルール形成の動向とその特質..... 長崎県立大学 国際社会学部 准教授 平見健太
- 第5章 貿易紛争処理の現状と見直し..... 早稲田大学 社会科学部 教授 福永有夏

一般財団法人 国際貿易投資研究所 (ITI)

〒104-0045 東京都中央区築地1丁目4番5号 第37 興和ビル3階

TEL : 03(5148)2601 / FAX : 03(5148)2677

E-Mail : jimukyoku@iti.or.jp URL : <https://iti.or.jp/>