

提言

日本の停滞を打破し新産業創出を促す  
社会基盤と研究強化  
～応用物理からの提言～



令和 2年（2020年）6月16日

日本学術会議

総合工学委員会

未来社会と応用物理分科会

この提言は、日本学術会議総合工学委員会未来社会と応用物理分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。なお、日本学術会議総合工学委員会未来社会と応用物理分科会内に、応用物理における未来の新産業の創出を促す方策について議論する「ワーキンググループ」(主査為近恵美)を設置し、ワーキンググループメンバーが中心となり審議を進めた。

#### 日本学術会議総合工学委員会未来社会と応用物理分科会

委員長	松尾 由賀利※	(第三部会員)	法政大学工学部教授
副委員長	中野 義昭※	(第三部会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
幹事	伊藤 公平※	(連携会員)	慶應義塾大学工学部教授
幹事	為近 恵美※	(連携会員)	横浜国立大学成長戦略研究センター教授
	波多野 睦子	(第三部会員)	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	渡辺 美代子	(第三部会員)	国立研究開発法人科学技術振興機構副理事
	荒川 泰彦	(連携会員)	東京大学特任教授、東京大学名誉教授
	一村 信吾	(連携会員)	早稲田大学リサーチイノベーションセンター教授
	金田 千穂子	(連携会員)	株式会社富士通研究所特任研究員、大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センター特任教授
	河田 聡	(連携会員)	大阪大学名誉教授
	桑野 園子	(連携会員)	大阪大学名誉教授
	小長井 誠	(連携会員)	東京都市大学総合研究所特任教授
	財満 鎮明	(連携会員)	名城大学大学院理工学研究科教授
	澤木 宣彦※	(連携会員)	愛知工業大学客員教授
	瀬山 倫子※	(連携会員)	日本電信電話株式会社(NTT)先端集積デバイス研究所ソーシャルデバイス基盤研究所主管研究員
	高田 昌樹	(連携会員)	東北大学多元物質科学研究所教授
	玉田 薫	(連携会員)	九州大学先導物質化学研究所教授
	根本 香絵※	(連携会員)	国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系教授
	納富 雅也※	(連携会員)	日本電信電話株式会社物性科学基礎研究所上席特別研究員
	橋口 公一	(連携会員)	エムエスシーソフトウェア株式会社技術顧問、九州大学名誉教授
	平尾 明子	(連携会員)	株式会社東芝研究開発センター技監
	平岡 佳子	(連携会員)	株式会社東芝研究開発センター研究員
	藤原 聡※	(連携会員)	日本電信電話株式会社(NTT)物性科学基礎研究所量子電子物性研究部長・上席特別研究員
	保立 和夫	(連携会員)	豊田工業大学学長

堀 勝	(連携会員)	名古屋大学未来社会創造機構教授
三間 罔興	(連携会員)	光産業創成大学院大学特任教授
百瀬 寿代※	(連携会員)	国立交通大学客員教授

※は未来社会と応用物理分科会提言WGのメンバー

本提言の作成にあたり、以下の方々に御協力いただいた。

榊 裕之	東京大学名誉教授	元豊田工業大学学長
奥村 次徳	地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター理事長	首都大学東京名誉教授
喜多 隆	神戸大学大学院工学研究科教授	

本提言の作成にあたり、以下の職員が事務を担当した。

事務	犬塚 隆志	参事官 (審議第二担当)
	五十嵐久留美	参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐
	横田 真理江	参事官 (審議第二担当) 付審議専門職付

# 要 旨

## 1 作成の背景

応用物理は、産業と学術、理学と工学など、様々な面での結節点に位置する学問領域である。基礎物理を新産業に積極的に繋げ、応用先を見出すまでを目標にして研究開発に取り組み、新たな物と価値を創出する分野であり、産業の発展と密接に関連する。しかし近年、世界各国あるいは各地域と比較して、日本の科学技術や産業の進展には、停滞もしくは地盤沈下の傾向があることが強く懸念されている。その背景では多くの大学・研究機関における実研究時間の減少という、危機的状況が進んでいる。本分科会では、いち早くこれらの危機を正面から見据え、学術の立場から応用物理の視点で解決の糸口を探るべく前期から議論を重ねてきた。そして、日本の停滞を打破し科学と産業を復興させるために、より良い未来社会構築のために、今なすべきことを提言としてまとめ、今期発出するものである。

## 2 現状及び問題点

特にわが国の研究環境の問題として、近年深刻さを増しているのが、あまり規模の大きくない国公立大学の疲弊と、研究時間の確保に打撃を与えたと考えられる競争的資金への過度の依存である。重点化配分にかかるコストは運営側事務コストだけではなく、応募する研究者の資料作成に関わる時間的コスト、評価に関わるハイレベルな研究者を稼働する時間的コスト、などが幾重にも重なって研究者の総体的な時間を低減させる。この影響は規模の大きくない大学にとり、より重くかかってくることになる。本分科会の中心となる応用物理関連分野は、大学、産業ともに規模の大小や地域性によらず多岐にわたり、社会に貢献する潜在力を持つ。小規模であっても先鋭的な技術をもつ大学、企業をも含めて多様な研究人材を支援し、その力を引き出す仕組みが求められる。

これら背景のもと、わが国の研究力の低下に歯止めをかけ、新産業の創出を促すための研究環境向上と社会基盤強化に向けて、次の3項目を提言する。

## 3 提言等の内容

**提言1 本来生まれるべき成果を創出するために評価にかかる時間的コストを低減すべきである。**

公的資金の配分においては、極端な選択と集中をやめて均等配分の割合を増やすことが重要である。これにより重点化配分のためにかかる事務コストを削減することができる。すなわち運営側事務コストのみならず、競争的資金獲得のための研究者の応募資料作成などの稼働を減らし、実質的な研究に充てることができ、さらなる研究成果が期待できる。また、案件選考にかかる査読・評価など審査側の稼働を極力減らすことで、その稼働にかかる人件費と研究能力の高い人材が評価にかけていた時間を研究開発に向けることができる。均等配分部分、すなわち運営費交付金などの基盤的研究経費を増やすことで、配分のためのコストを削減し、その分を実際の研究費にまわすことで、研究

力の強化につながられる。

重点化配分のための競争的資金の運営管理についても、極力簡略化することが有効である。すなわち採択後の中間・最終・事後など複数のタイミングで行われる報告を例えば最終報告などの1回に絞れば評価のために費やす報告書作成稼働、事務処理稼働、調整稼働などを減らし、その時間と労力を実質的な研究に充てることができる。国がこれらの施策を行うことで、より実りの多い研究成果が期待できる。

## 提言2 新産業創出に向けて多様な研究人材の支援が必要である。

既存の枠組みにとらわれず、学術の分野から新たな産業を創出するためには、これまで必ずしも研究資金が潤沢でなかった大学に、国と企業が協同して研究資金を注入すべきである。研究者として高度な教育を受けた人材は、科学技術に立脚したベンチャーを起業し、ひいては新たな産業を創出できる可能性をもつ人材である。そのためにも、地域社会と結びついた地方大学や、個性的な教育研究を行える人材を有する私立大学において、多様な研究人材を支援することで大学発ベンチャーが推進されることが期待される。産業の芽を育てる、イノベーション人材を育てるという観点から、個々の額は大きなものである必要はなく、より広く行き渡らせる施策が重要である。

これら研究費が有効に活用されるためには、多様な大学において大学教員自身も多様性が担保されていることが重要である。このため、応用物理を含む理工系分野の女性教員や外国人教員比率向上などが必要である。さらに人材を育成、輩出し続けていくためには、減少を続ける博士課程学生に対する欧米並みの生計維持可能な経済的支援は急務であり、大学からの企業に対する働きかけとともに、国からの積極的支援が必要である。

## 提言3 産学連携における人材交流を促進し、地域との連携によるイノベーションエコシステムを構築することが重要である。

国際競争力を有しイノベーションで発展を遂げるには、各地域において経済力と技術力を増強させる必要があり、人材活躍の場を広げ起業やその進展につなげる環境整備が重要となる。先端技術を基盤とする知識の集約と新規な取り組みを求める様々な産業との交流を円滑に進めるためには、地域を主体とし大学や研究機関を核とする連携が望ましい。大学教員も新たな環境に触れることで再教育の場を得るべきである。大学の多様な知の営みを活用した産学連携を強化するためには、単発の施策の組み合わせにとどまらず、大学や企業の規模、地域性、人材の年齢や交流の目的や期間などの多様性に対応しつつ、継続的に人材交流を支援するプラットフォームの構築が必要である。

カウンターパートとして大企業だけでなく研究開発マインドを持った中小企業に多くの参画を望み、新たな産業の創出を図るべく各地域に適したシステムの実現を期待する。ここで、それぞれの地域における「知識の集約」と「人的交流」を図り産業を創出し国際競争力を持たせるために国と自治体が協同して、地域の中小企業の連合体と大学や研究機関の連携によるイノベーションエコシステム構築のための施策を推進することが重要である。

## 目 次

1	はじめに .....	1
2	日本の科学と産業を取り巻く現状 .....	3
	(1) 日本の科学と産業の停滞 .....	3
	(2) 国公立大学における教育研究環境の現状 .....	3
	(3) 競争的資金と評価における課題 .....	5
3	応用物理における産学連携の課題と事例 .....	7
	(1) 学術からのイノベーション創出 .....	7
	(2) 海外における産学連携事例 .....	9
	(3) 日本における産学連携と地域の関わり .....	9
4	応用物理からの新産業創出に向けて .....	12
	(1) 国公立大学における多様な人材活用と活性化 .....	12
	(2) 産学連携における人材交流のあり方 .....	13
	(3) 民間資金を活用したイノベーションエコシステムの構築 .....	15
5	提言 .....	18
6	むすび .....	20
	<用語の説明> .....	21
	<参考文献> .....	21
	<参考資料1> 審議経過 .....	23
	<参考資料2> シンポジウム開催 .....	24

## 1 はじめに

21世紀を取り巻く社会状況は、科学技術の高度な発展が安全・安心でインクルーシブな社会の実現に貢献することが期待される一方、高齢化や温暖化、また国際紛争など人間の尊厳や地球環境に直接的に関わる多くの課題を抱えている。人類がこれらの課題を乗り越え、安全・安心で持続的に発展可能な未来社会を作り出すためには、科学技術の基盤をなす中核的学問分野における継続的な推進が必要であり、社会的課題を中長期的に見据えた学問の発展が求められている。科学技術の基盤的な学問分野は、物理学や化学など科学技術の礎である理学と、工学から成る。応用物理はこの二つの学域のちょうど中間に位置し、このことから社会的課題解決へ向けた科学技術の実現において極めて重要な役割を担っていると考えられている。総合工学委員会から23期に発出された提言「社会的課題に立ち向かう『総合工学』の強化推進」[1]においても、「基盤ディシプリン拡散型」の中心的な学術分野として応用物理が位置づけられている。

応用物理には、産業と学術、理学と工学など、様々な面での結節点に位置するという分野的な特徴がある。21世紀には例えば高度情報化にみられる加速的な変化が起こる中、社会基盤となる科学技術の本質を理解した課題解決が望まれ、応用物理における理解や素養を必要とする社会的要請は多様化している。応用物理が担う社会への責務の中でも、環境整備と人材輩出は中心的課題であり、未来の産業創出と運用の両面に取り組んでいくことが重要である。また応用物理関連分野は、大学、産業ともに規模の大小や地域性によらず多岐にわたる。小規模であっても先鋭的な技術をもつ大学、企業における多様な研究人材は応用物理の根幹をなすものであり、そのポテンシャルを引き出す仕組みも求められる。

しかし、応用物理のみならず日本の科学と産業を取り巻く現状は、23期より本分科会においても議論している論文数の停滞にみられる日本の研究力低下、さらにその背景にある多くの大学・研究機関における実研究時間の減少[2]という、危機的状況が進んでいる。同様の認識は今期、科学者委員会学術体制分科会より発出された提言[3]においても再三指摘されているところである。

特にわが国の研究環境の問題として、近年深刻さを増しているのが、あまり規模の大きくない国公立大学の疲弊と、研究時間の確保に打撃を与えたと多くの人が考える競争的資金への過度の依存である。現在、日本の社会の中で研究人材として担保されている研究者の数が目立って減少しているわけではないにも関わらず、このような客観的な指標による研究力の低下が指摘されていることは、研究に費やす時間が減少したことが直接的な原因の一つと考えられる。すなわち研究時間を確保することができれば、これら多様な人材から本来発出されるはずの成果が、縮小している現状が伺える。また競争的資金の現在の運用上、成果の可視化が求められることから短期的成果を目指さざるを得ず、研究の本来の動機である真理探究や長期的視点にたった骨太の研究への取り組みを阻害している傾向も否めない。これらの帰結として、新たな産業創成につながる画期的な技術発想の学術から産業へのアウトプットが減り、同時期に新技術創出が遅れ産業構造の変革についていけず体力を落としつつある産業が増え、学と産ともに負のスパイラルに入っていることも産業の衰退につながっていると考えられる。実際、昨今のノーベル賞受賞として取り上げら

れる日本発の学術成果では、過去の研究によるものが多く、このままでは早晩、日本からノーベル賞は出なくなることも危惧されている。

さらに研究時間の減少はそのまま、研究者が研究の展開に資する新たな環境に触れる時間の減少をも意味し、イノベーションを産む機会を低減させる。このスパイラルを抜け出し未来の産業創出を促すためには、例えば、地域との連携によるイノベーションエコシステムの推進も一つの重要な観点である。そこでは、地域の産と学が出会い、磨きあうことによる人材育成、社会との繋がりから、新産業の創出とそれを担う人材の輩出が起こる。さらに評価に時間的コストをかけすぎないことが、機動性確保に重要となろう。

今期、未来社会と応用物理分科会では、これら背景のもと、わが国の研究力の低下に歯止めをかけ、新産業の創出を促すための研究環境改善と社会基盤の強化に向けた議論を行った。そして、これらの取り組みを未来の産業創出に繋げるために、次の大項目で括られる3つの提言をとりまとめた。

1 本来生まれるべき成果を創出する環境づくり、特に評価にかかる時間的コストを低減する必要性

2 新産業創出に向けた多様な研究人材支援の必要性

3 産学連携における人材交流の促進と、地域との連携によるイノベーションエコシステム構築の重要性

以下、第2章では日本の科学と産業を取り巻く現状と課題について述べ、第3章では応用物理分野における産学連携の国内外のこれまでの事例を紹介し、第4章では提言に至る応用物理からの新産業創出に向けた提案を説明し、第5章で提言を行った。

今回の提言は応用物理に関係する分野を事例として議論を行っているが、わが国の科学・技術が直面する課題に対する普遍性を内包するものであり、学術全分野に展開することが望ましい内容である。



## 2 日本の科学と産業を取り巻く現状

### (1) 日本の科学と産業の停滞

応用物理は、基礎物理を新産業に積極的に繋げ、応用先を見出すまでを目標にして研究開発に取り組み、新たな物と価値を創出する分野であり、産業の発展と密接に関連する。近年、世界各国あるいは各地域と比較して、日本の科学技術や産業の進展に停滞もしくは地盤沈下の傾向があることが強く懸念されている。このことは、応用物理をフィールドとする本分科会において、喫緊の課題であることから、本分科会では第 23 期に、この状況について調査を行い、客観的データ [2, 4] を基に詳しく解析した。問題の本質を探り課題を明らかにすべく 3 回のシンポジウム [5] を実施し、「科学と産業の凋落と再興：応用物理と未来社会」については、特に大学の研究力の低下や産業の停滞の状況を明らかにし、「いま問われる研究業績評価」では、近年深刻な問題と認識されてきた研究評価について、その功罪を明らかにした。また「日本の科学と産業の停滞と復興」に関して、学術や産業が地盤沈下している状況を正面から見据え、応用物理の立場から再興への道筋を見出すべく議論し、産業の未来に向けて、限界を作らない自由な発想と若者の挑戦を後押しする環境が重要であることや新産業を創出していくために必要なことを明らかにした。分科会での討議とシンポジウムでの外部を交えた議論を通じて、わが国の科学と産業の停滞という課題とその要因が明確になってきた。新産業創出の種となる科学を生むには研究の自主性が鍵であり、それを育てあげ産業に繋げるシステムが必要である。日本の産業の停滞を打破し、将来の日本そして世界の発展のためには、それを担うアントレプレナー精神を持ち合わせた応用物理研究者の育成が求められる。

### (2) 国公立大学における教育研究環境の現状

大学は、若者が知の基盤を学び、社会で高度な役割を担う力を育むために誕生した。この使命は今も変ることはない [6]。1940 年（昭和 15 年）の旧制高校（32 校）の在籍者数は、2 万 5 千人、各学年は約 8 千人であった。近年の大学生総数は 250 万人で、各学年約 60 万人である。同年者の 5 割が学卒資格を得るようになった。内訳は、国公立大生 23%（同年代における人口比 11%）、私立大生 77%（38%）で、国公立大学で教育を受ける人口比は 11%に過ぎない。なおドイツでは大学の 95%が国公立で、国公立大生は原則全員無償で教育を受けている。米国でさえ国公立比率は 60%程度である。日本は特異的に私立大学が多いと言える。また運営費交付金及び私学助成金から見た国の支援は平均で国立大生に約 200 万円/年、私立大生に約 17 万円/年となる。このような環境の違いはあるが、最も重要なことは、国公立大学が日本のみならず人類さらには地球生態系を守り、人材を育てる責務を共有することである。大学とは「人材育成」と「自らの学び」の場と時間を与える公共財であって、「研究と創造」を通じ、その重要性、方法論、魅力を体得させる場である。

今の世界を見渡すと、技術革新や国際化の進展などで世界は激変している。予測不能な次代を担う若者に提供すべき教育とは何であるか、世界中の大学は、この問への回答を模索している。陳腐化する個別事項の学びより、諸事象を少数の基礎概念の帰結とし

て捉える思考力と多様な要素を結合し、人や社会が求めるものを創り出す力の育成がより重要となっている。わが国においても、このような変化に対応した教育研究力の向上が喫緊の課題といえる。

この変革と不透明な時代に求められる大学の役割の一つは、「知の基盤構築」のための基礎・教養教育、どの専門分野にも共通な基礎 -リベラルアーツ- と、自然科学 (STEM<sup>※</sup>)、人文・社会科学の基礎の教育である。これは GAF A などの成功の基盤が文理の一体化の知性と解釈されていることからわかる。加えて、時代に先んじた専門教育として深さと幅広さの調和 (学際教育) が必要である。「すべての分野」について、たとえ素人レベルでもいいから常識的なことをある程度まで知っておいたうえで、「ある特定の分野」については、専門家として深掘りしてすべてを熟知すべく努力することが重要である。

大学の第二の使命は、研究による学術・社会・産業への貢献である。わが国では、長岡半太郎や赤崎勇ら大学教員が、純粋科学と応用の両面で大きく貢献してきたが、近年、財政逼迫に伴う国立大学への運営費交付金の減額に加え、先端技術分野で健闘してきた日本の産業の構造変化などもあり、大学での研究体制が難しい転換点にはいつてきた。特に、大学法人化以降に増大した管理業務の負担により大学教員の実研究時間の総和は減少し続けている [2]。

これら制度変更の余波はその運営が学生納付金により成り立っている私立大学にも及んでいることは注意しなければならない。私立大学への経常費補助金はこの 10 年間で約 5% が削減された [7]。さらに競争的資金の使用に関する報告・評価は予算規模の大小にかかわらず一律に義務づけられたため、比較的小規模の補助金を受けている私立大学でもその対応のための事務量が膨大になり、教員の教育研究にあてがう時間と経費の減少に繋がっていることは否定できない。日本の研究力低下を示す原著論文発出総数の減少は、地方の中規模大学からの発出の減少によるものであることが指摘されている [8]。このことは地方大学における研究環境の劣悪化が大きな要因であると推察される。

研究には、研究費が必須であるが、優れた研究者と闊達な研究環境、研究に資する時間の確保がそれ以上に重要であろう。私立大学では約 8 万人の教員が約 200 万人の学生を育てながら研究も進めており、北里大学の 大村智による医薬開発や桐蔭横浜大学の 宮坂力による新型太陽電池開発など世界的成果も達成している。厳しい環境のために研究がしにくい立場にある多数の教員が、研究大学、国立研究所、企業や地域と連携により研究に取り組み、秀逸な成果を挙げることのできる環境構築が何よりも重要である。

教育、研究の場である大学におけるダイバシティの問題にも触れておかねばならない。いわゆる STEM 分野に着目すると、理学、工学、農学分野を学ぶ理系学生は、全大学生の 21% であり、このうち国公立大学と私立大学で教育を受ける学生の割合はそれぞれ 40% と 60% となる。つまり理系分野でも、半数以上の学生は私立大学で大学教育を受けている。また理系における女子学生の割合は、近年増加傾向にあり、国公立全体として 20% 程度である。問題はこれら分野における女性教授比率は 5% 程度と極めて低いことで、私立大学も例外ではない。それどころか、私立大学においては大学全体の女性教員比率が

国公立大学に比べて高いため、この問題は気づかれにくい状況にある[9]。この現状は女子学生にとってロールモデルが少ない問題だけでなく、ともに学ぶ男子学生にとってもバランスのよい教育研究環境となっていないことに留意する必要がある。

### (3) 競争的資金と評価における課題

2004年の国立大学法人化を境に、文部科学省の運営費交付金は毎年約1%ずつの削減が続き、2004(平成16年)度の12415億円と2018(平成30)年度の10971億円を比較すると約12%の減少となっている[7]。各大学は付属病院セクターを除く運営費交付金に比して6割程度を学生納付金(授業料、入学金、検定料等)によって賄っており、実質的には7.5%程度の削減に相当するが、この費用には人件費が含まれている。各大学が公表している財務諸表によれば、法人化前の財務が反映されていた平成16年度、大学予算の中で人件費が占める割合は付属病院を有する大学で50%程度、付属病院を有しない大学でも60%程度であった。上記削減は研究教育に関する基盤的経費が15%~18%削減されたことに相当している。法人化による大きな変化は法人管理のための役員(理事)と事務職員の配置が必要となったことで、教員人件費削減の努力もむなしく各大学の人件費総額は増加した。さらに、独立法人化により、労働環境安全管理、契約業務等の経費もかさ上げされた。大学運営の基本である教育実施のための経費は削減できず、結果的に上記の予算削減等のしわ寄せは教員に配分されるべき研究費の大幅な削減となって現れることとなった。法人化の進捗に伴って運営費交付金はその一部が傾斜配分に回されたため、この状況は一層厳しくなった。

この法人化と同時並行で進められたのが、「研究予算の選択と集中」という施策であった。学術の進展とは整合の取れない「経済効果」を謳うものであるが、国の財政基盤の脆弱化と社会が大学に期待するものの変化に応える施策でもあり、ある意味やむを得ない手法であったとも受け取れる。この間、各大学は文部科学省の予算だけに頼ること無く、他省庁の研究費や民間企業との共同研究等を積極的に進め外部資金獲得に努めたため、各大学の総予算である経常収益は法人化後も徐々にではあるが増加している[7, 10]。この経常収益増加があるため研究力弱体化の要因が見えにくくなっている[11]。現状の制度は、大学における研究(特に理工系)では、先端産業を支える、すなわち経済発展に寄与するものが重視され(=重点分野)、その兆しが顕わに見えない基礎的研究には予算があまり配分されない事態を招いた。大学間の格差、また大学内でも研究内容、研究ステージによる格差が発生していることは否めない。さらに初期から進められていた運営費交付金の一部を評価により傾斜配分する制度が2019(令和元)年度は10%にまで引き上げられ、大学間格差は今後ますます拡大傾向にある[12]。大学院重点化により大学院生が増加し、元より各教員には研究予算の増額が必要になっていたが、法人化後の上記配分予算の削減と配分方法の改変はこれに逆行し、将来のイノベーションを担うべき基礎的研究分野においては基盤的研究費が配分されないという状況に陥っており、学術の醸成という観点に立てば大学はまさに構造的な危機に直面していると言える。先に述べた大学からの原著論文発出の減少すなわち研究力の減退はこのことの端的な顕

れと思われる。

この結果、文科省が「選択と集中」の名の下に、運営費交付金を削って提供する公的な競争的資金の運営においては、様々な歪みが生じているのが現状である。

第一に挙げられるのは、単純に均等割することと比べて、重点化配分するために要する事務コストが余計にかかることである。具体的に言えば、競争的資金の制度設計（企画立案）などにかかる運営側事務コスト、そして重点化すべき分野を選択するために必要な目利きのための人材リソース、加えて、競争的資金に応募する側の研究者の応募資料作成などの稼働とそれに関わる事務コストである。案件の選考においては、国の研究プロジェクトを選定するだけの知識と能力を有するハイレベルな研究能力を有する人材による提案の査読・評価に多大な稼働を必要とする。これは、この稼働にかかる直接の人件費と、その人材から自身の研究のための時間を奪うという意味で二重のコストがかかるということである。すなわち、評価にかかる人件費を別の直接の研究費に充てていたら生まれたであろう研究成果と、評価に稼働を割かれた人材がその時間を研究に充てていたら生まれたであろう研究成果の両方が失われたということになる。何故このような無駄なことをするのであるのか。この無駄を避けるために我々はどうすべきか、については、後の章で論ずる。

第二に、採択後の運営管理（監督・指導・評価）のためのコストがかかり過ぎていることを指摘したい。現状の競争的資金の運営においては、運営側の事務コストに加えて、研究の評価に対して、評価する側にもされる側にも膨大なコストがかかっている。すなわち、採択されて研究予算を執行、研究を推進する段階においても、予算執行に関する煩雑なルールに対応するための事務コスト、予算の管理コストがかかるのは言うまでもなく、プロジェクト管理のための資料作成にも多くの稼働を要する。通常プログラムを管理する PO は、プロジェクトの進行状況を把握し、中間・最終・事後など様々なタイミングでプロジェクトの評価を行う。これらの評価のために研究者は、何度も報告書を作成し、提出する。そのたびに資料作成の稼働のみならず、関係組織との確認手続きや運営側との度重なる確認手続きに稼働を割かれる。この稼働にかかる人件費は、純粋な研究推進のためには本来必要でない、明らかに現システムが生み出した新たな費用である。しかし評価にかかるコストは、これに留まらない。例えば最終評価においては、報告審査会が開かれ、大学として採択されているような（比較的大型の）プロジェクトであれば、関係大学の理事、副学長クラスの人材が何人も集められて報告会を行う。この審査会議そのものにかかる（研究者の）コストは多大なものであり、その人材が生み出すことを期待された研究成果の代償と考えると、報告プレゼン資料作成のための稼働をも超える研究稼働の損失と考えられる。

まとめて言えば、本来、国民の税金をより効果的に使うことを目的に、運営費交付金を削って競争的資金に割り当て、より大きな成果を生み出そうとして行ったはずの施策が、その管理運営のためのコスト故、削った交付金の全てを研究に充てることが出来ず、かえってわが国の研究力の弱体化をもたらしてしまっているというのが現状である。

### 3 応用物理における産学連携の課題と事例

#### (1) 学術からのイノベーション創出

高等教育の個性化・多様化を促進するための 1991 年（平成 3 年）大学設置基準改定（大綱化）により大学のカリキュラム自由度は増したが、リベラルアーツ教育は大幅に減退した。引き続き大学院重点化施策（1996（平成 8）年前後）では、大学院定員の大幅増加とディシプリン融合型人材への要請に応えるべく、学部・学科をまたぐ新たな専攻設置が進められ、助手ポストが教授ポストに振替られたことで若手教員ポストが著しく減少した。2004（平成 16）年の国立大学法人化では、大学の運営主体は学長と大学理事会に移行し学部・学科間の壁は低くなり、教員人事への公募制や任期制の導入、FD 活動推進など教員の資質向上策が採られたが、国公立を問わず全ての大学に定期的な認証・評価の受審が義務づけられ、新たな業務が増大している。「大綱化」から「法人化」にいたる大学改革の過程では、個性化と多様化を旨とした関係各審議会答申の趣旨に照らして、その進捗は大学により異なるが、概ね偏重した方向に進んでいる感は否めない。

国立大学の独立法人化と大学予算の「選択と集中」政策により国内の大学はお互いに「ランク」を競うことが当たり前になり、大学執行部はランクを上げることに日々頭を悩ませている。このことが大学間、あるいは研究者間の格差助長に繋がっている。この状況は「切磋琢磨による個性輝く大学の形成」という当初目標との整合性について疑念の余地がある[13]。個性は一律の評価軸では評価できないからである。国の力は一部のエリートによって牽引されることは否定しないが、多くのノーベル賞受賞者の言葉にあるように、その人材輩出には候補者（未知の可能性、研究の芽）を育む素地（母集団）の醸成が基本と思われる。赤崎勇教授の青色 LED 開発、松波弘之教授の SiC 開発など、その萌芽期（基礎的研究時代）には研究者本人も予想しなかったほどの広がりが後になって顕わになっている。今期 24 期に本分科会が主催したシンポジウム[14]では、榊裕之豊田工業大学学長が「学際」、「福沢諭吉と慶応義塾」など広い分野で市民を巻き込む取り組みを紹介した。基礎的研究に携わる大きな母集団から光る者が現れる（量から質への転換）仕組みを作ることこそがイノベーションに繋がる成果を得る道と思われる[7]。

1980 年代には科学研究費補助金にやや広い研究テーマ設定で異分野の研究者グループにより実施することを主旨とする「総合研究 A」があった（1968～1995 年）。この種目の特徴は、提案前に総合研究 B（企画調査）という申請準備（ブレンストーミング）のための種目が設けられたことで、まさに「グループ研究による学術の推進」を促すものであった。研究会は異分野の研究者との交流の場となり、地方大学の教員のみならず駆け出しの研究者にも大きな励みを与えた。他方、通産省（現経産省）電総研（現産総研）が主導する幾つかのプロジェクトでは、複数の企業と複数の大学の研究者が研究組合（コンソーシアム）を構成し未踏最先端の技術開発に取り組んだ（超 LSI、スーパーコンピューター、超格子素子など）。この取り組みからも多くの知財と人材が育った。この頃のスタンスは垂直的発展（先端に期待する）ではなく水平的展開（裾野を広げる・仲間を増やす）を旨とした研究開発で、これらの取り組みが日本の底力を造り、まさに科学技術創造立国を形成してきたものと思われる。わが国の基礎的研究環境の劣化を克服し、

国が目指す「知のプロフェッショナル」を育み[15]、大学の基礎研究からイノベーションを生み出すためには、重点分野から遠い分野の研究環境を早急に改善する必要がある。そのためには、上記基盤的研究費の不足を補完すべく、基盤研究(C)や挑戦的研究(萌芽)などの採択率の大幅な増加や、異分野複数研究者によるグループ研究の実施を促す種目(新学術領域研究など)の一層の拡充が望まれる。

次世代のイノベーション人材とそのマインド醸成は近未来に目標を持ち、自由な発想が出来る大学に委ねられるべきで、新規技術や人材の育成には「良師益友」が必須であるが、特に若手研究者には良きアドバイザーと志を共にする仲間の存在が欠かせない。JSTの「さきがけ」では、立場と経歴の異なるアドバイザーを含めたグループ討論が若手研究者の成長を促している。他方、閉じ込められた研究室で事務的な仕事に追われて研究時間が減少し、海外等での長期研修もままならない若手教授・准教授・助教が見られるのも事実で[7]、若手教員数比率が激減していることが研究環境の劣化を一層加速している[10]。大学の若手研究者の育成には、量的拡大、外部との接触機会の拡充とともに、適切なアドバイザーと研究支援者(専門的業務に対応できる人材)の配置が望ましい。科学研究費の「若手」拡充を含め、若手教員の研究環境整備は喫緊の課題と言える。

応用物理はじめ理工系分野における研究力は博士課程学生を含む若手研究者を抜きにしては考えられないが、日本では各大学博士課程の充足率は低迷している。欧米では博士学位取得者数が増加傾向にあるのに対し日本は減少傾向にある[7]。文部科学省調査[16]によれば、人口100万人当たりの理工系博士課程修了生の数(理工農の学位取得者に限る)は、日本は43.9人(2015年度)であるのに対して、アメリカ93.9人、イギリス186.0人、ドイツ173.0人、フランス111.0人と2~4倍の違いがある。イノベーション人材の創出には特に理工系大学院生の量的拡大を図ることが急務と思われるが、現状はそのようになっていない。欧米に肩を並べるためには博士課程学生を少なくとも倍増する必要がある。

欧米では博士学位取得者が政府中枢や民間企業に要職を得て活躍しているのに反して、わが国では博士学位取得者の民間企業等への就職は芳しくない[15]。日本は欧米に比べて博士課程進学モチベーションが低いことが指摘されてきたが、それは、学生の志望と企業の期待とのミスマッチに加えて、在学中の経済的問題と就職後の処遇が欧米に比べて劣悪であることにある。「教育は自前で」という企業側の姿勢と「選ばれた学生」という消極的な理由で修士学生の就職が有利となって久しく、このことが理工系学部で大学院(修士課程)進学率の増加に繋がってきた経緯がある。今や博士学生への研究指導のあり方改善(ミスマッチの解消)と就職支援(キャリアパスの拡大と処遇改善)について大学と企業双方の意識改革と一層の努力が望まれる。

さらに、企業に所属しながら博士課程で研究を継続するリカレント学生、産学連携の一環としての在職博士課程学生など、社会人博士課程学生の受け入れが、より活性化されることが望ましい。一般に日本では在学者年齢が低く幅も狭いことが指摘されて久しく、年齢層を拡大することは若い学生にも良い刺激を与えると期待される。アカデミアへの就職敬遠については、私学を含めて国立大学法人の教員の労働環境と給与(生涯賃

金)が世界的にも低水準といわれ魅力に欠けることも一因している。法人化後、各大学では兼業制度が整い、兼業・兼職による年収増額が可能となっているが理工系学部ではその制度活用は芳しくない。欧米では受け入れられているこの文化の具現化には、日本で古くから形成されてきたモラルとの葛藤を乗り越えなければならない。任期付き教員制度による不安定な地位改善の課題もさることながら年収が増えるロールモデルをアピールすることで、その道での活躍を志す学生が増加すると期待される。1974年の田中角栄内閣による教員人材確保法[17]が、義務教育を担当する教員の給与を大幅に増額(基本給で12%、諸手当を含めて25%程度の増)することにより志の高い人材を確保する道を開いたのは良い前例と言えよう。現在、医学部進学者(医師を目指す者)に質の高い人材が集まる例にも照らして、母集団を増やすにはこれが最も効果的かも知れない。

## (2) 海外における産学連携事例

欧米の大学は個を主体として発展してきたことが背景にあり、古くから個人や特定企業との関わりは強く、大学と産業界との連携には長い歴史がある。組織的産学連携の前例としてはアメリカノースカロライナ州に1959年という早い時期に形成されたResearch Triangle Institute(RTI)がある。ノースカロライナ州立大学、ノースカロライナ大学、デューク大学の3大学の地理的中心地にリサーチパークが形成され、その中に独立研究所として設立されたもので[18]、農業(たばこ)から電子・材料産業への転換をねらう地域興しを図った。この仕組みは現在も継続的に機能・発展し、地域大学からの教育水準の高い人材供給を背景に、世界の企業等との共同研究が展開され、多くのスタートアップと雇用を創出し地域の産業発展に大きな貢献をしている。

近年のマイクロエレクトロニクス分野では、日本で1976年～1980年の4年間NEC社屋内に設置された超LSI共同研究所にライバルというべき国内半導体各社の研究者が一箇所に集まって新技術開拓に成功した[19]。まさにオープンイノベーションの典型で、日米半導体戦争のきっかけとなった。この成功例を参考にアメリカでは政府資金を得て1987年カリフォルニア州(後にテキサス州に移転)にSEMATECHが設立された[20]。欧州でも新産業開拓(ベンチャー)を狙う類似の研究所が各地に設立された。ベルギーではルーベン大学等との連携で1984年IMEC(Inter-university Microelectronics Center)が設立され[21]、東西統一になったドイツでは1987年頃創設されたFhG(フラウンホファー研究所)を全国に展開した[22]。そしてフランスにはグルノーブル市にMINATECH[23]がそれぞれ設立されるなど各国でコンソーシアムを趣旨とする研究所(インキュベーションキャンパス)が相次いで形成された。日本で前述の超LSI共同研究所の成功を足がかりにして1980年代に電総研が音頭をとって大学教員を巻き込んだ国主導の研究組合(コンソーシアム)が数多く形成され大きな成果を上げたことが、その後の世界のコンソーシアム発展に大きな影響を与えたのである。

## (3) 日本における産学連携と地域の関わり

日本のコンソーシアムは1980～1990年前後の輝かしい成果にもかかわらず、バブル

経済崩壊後姿を消してしまった。欧米では継続的な発展があるにもかかわらず日本では衰退してしまった理由として幾つかの点が考えられる。先ず、①欧米の研究所はいずれも特定の大学や企業に属さない独立研究所として設立され、自由で中立の立場から大学における基礎研究と中小・中堅企業における製品開発の橋渡しをする応用研究の展開を使命としたことである。死の谷とかダーウインの海と言われる部分を守備範囲としたのである。次に、②その技術分野の要となるべき独自の研究施設・製造設備を持ったことである。それにより地域の中小・中堅企業の要求に応える性能を示すデバイスやシステムを提供(可視化)することを可能にした。また、③研究所の複数の指導的研究者(PI)が、近隣大学の教授を兼任し多くの大学院生を研究所のスタッフとして雇い入れ若手活用による研究を加速させている。日本の産学共同研究では予算規模が小さい上に大学教員が主体となるため大学の規則に縛られる上に企業側の主張が弱く(従属的に)なるきらいがあることと対照的である。さらに、④研究所は諸外国を含め多くの企業・研究機関との有機的連携(国際的運営組織の形成など)と共同研究を進め研究所運営費を確保するとともに、それによって世界のマーケットを把握できる仕組みを確立している。わが国では、現在各地域に産学連携拠点形成が促されているが、「選択と集中」の趣旨の基に進められた時限付きで、独立した研究所をもたない「連絡協議会(ネットワーク)」にとどまっているものが多い[7]。

新規産業創出にはオープンイノベーションが必要との意見がある。本委員会の2017年度報告「知の統合分科会報告」[24]では、応用物理分野の研究形態はディシプリン駆動型に分類されているが、その人材育成には当該ディシプリンの中で専門性を高めるだけで無く、枠を越えた統合(交叉)が必要として、次のように述べている；『知の統合人材の育成には異なる知と出会う機会が必須である。大学や研究機関等は、社会的問題を抱える企業や行政等と共同で実問題解決を前提とした研究開発プロジェクトを立ち上げ推進し、そのプロジェクトに大学院生・ポスドクらを参加させ、知の統合を実体験させる実践教育を行うことが重要である。』さらに「分野横断知と個別領域知の結合による新たな価値創出を推進する組織が不可欠である。推進組織は、「イノベーション(社会的・経済的価値の創造)」と「研究(知の創造と科学技術革新)」と「教育(人材育成)」を三位一体で推進すべき』。

文部科学省リーディング大学院プログラムでも主張された同趣旨の内容は、上記欧米のRTI、IMEC、FhGなどですでに実践されていることで、FhGでは研究グループは専門の異なる複数の研究者から構成されることを基本としているし、この研究遂行には大学院生やポスドク学生がスタッフとして加わり同時並行的に人材育成が行われている。日本では筑波研究学園都市が作られ、最近では、文部科学省や経済産業省等による地域活性化施策があまた提案され実施されているが、いずれも上記欧米の例に照らして、組織性・持続性・国際公開性などで脆弱感をぬぐえない。複数研究機関の有機的連合によるシナジー効果が顕わに見えないのは、時限的・単発的で少規模な支援にとどまっているからであろう。

愛知県の「知の拠点あいち」は放射光実験施設ほか各種研究試験設備を擁する産学官



連携イノベーションセンターで、2005年に愛知県予算で愛知万国博覧会開催跡地に開設された[25]。これは、愛知県と名古屋大学が先導し愛知県内の主な企業と大学を巻き込んで1994(平成6)年に設立されたコンソーシアム「科学技術交流財団」を母体として作られたもので、核となる放射光実験施設(あいちシンクロトロン光センター)が大学・県・企業体の3者が同等にその運営経費を負担することを趣旨として設置されたほか、愛知県予算により数多くの試験研究設備を擁する全国的にも例の少ない研究所となっている。放射光施設は国の支援を一部受けながらも、専属の職員が新規利用者への指導を行い、近隣大学と中小・中堅企業の利用を促進している。また、研究・報告会を頻繁に開催することで新技術の啓発と成果の普及を行っている。また、愛知県予算で実施している独自のプロジェクト「重点研究プロジェクト」では複数の中小・中堅企業と大学研究者とのコラボによる新製品開発が行われている。テーマは、エネルギー、医療、材料、情報と様々で、まさしく総合工学・応用物理学の守備範囲である。中小企業からは開発期間として3年程度の短期が望まれているが、製品化に繋がる成果が多数創出され当初目標は十分達成されている。大学内に実施現場を持たない工学系大学教員や学生には、社会実装における課題に接する貴重な機会となっている。企業の論理「営利」と大学の使命「学理と学生教育」とには大きな隔たりがあり、短期的には役割分担の調整が必須であるが、これは専属のコーディネーターが担っている。双方にとって異なる世界との人的交流や学生へのメンターに大きな力になっている。今後、国内にもこの種の研究所が多数出来ることを期待したい。但し、産学連携推進による民間からの研究費増額にもかかわらず、欧米では、大学における研究開発費における政府出資金比率は非常に高く国の手当が行き届いていることに留意する必要がある。

## 4 応用物理からの新産業創出に向けて

### (1) 国公立大学における多様な人材活用と活性化

第2章(2)節で述べたように、わが国の国公立大学は多様である。その多くの大学に理工系の学部、研究科が設置されており、科学・技術を支えとともに産業界をはじめとする多様な分野に人材を輩出している。中でも応用物理分野からは、社会の要請に応えるテクノロジー人材として活躍することが期待され、いわば社会基盤の中心となっていく人材を輩出されることが期待される。さらには技術だけにとどまらず、社会の進むべき方向を構築するに足る教育と資質を備えた人材の輩出へと発展していくべきものである。

これを実現するためには、極端な選択と集中をやめて均等配分する割合を増やすことで、重点化配分のためにかかる人材リソース、事務コストを削減することが重要である。均等配分、すなわち運営費交付金を増やすことで、配分のためのコストを削減し、その分を実際の研究費にまわすことで、研究力の強化につなげられる。一極集中型の資金配分よりも、多くの大学に資金を分散させる方が、産業の活性化に効果的であることが各国のデータからも明らかになっている[26]。また、競争的資金に採択された後の運営管理についても、極力事務作業を低減することで、その時間と労力を実質的な研究に充てることで、より実りの多い研究成果が期待できる。例えば科学研究費は、幅広い分野の研究を大小さまざまな規模で支援している競争的資金であるが、近年研究者の意見を取り入れた柔軟な改革が行われており、研究環境向上に資するものとなっているのは好例であろう。

これまで学術を牽引してきた研究型大学 -即ち、研究資金が重点的に投下されている大学- からは、今後もより高度で最先端の学術的成果が期待される一方で、それ以外の大学 -たとえば地方大学・中堅私立大学など- では、多様な人材を確保しているにもかかわらず、研究資金が不足しており、競争的資金の獲得に多くの労力を注ぎざるを得ない状況が存在する。これらの人材は、教育と学内業務に加えて競争的資金獲得のための書類作成、事務処理にも時間を取られて疲弊し、優秀な人材はむしろ研究に充てる時間が無くなっているというのが現状である。

その中には研究力に加え、実務能力も高い人材が多く、今期、科学と社会委員会政府・産業界連携分科会の提言[27]でも示された未来のビジョンを描けるような人材やビジョン牽引型起業ができる能力を持った人材が潜在的に存在する可能性が高い。かつてのポストドクター1万人計画には功罪があり、その後のキャリアパス構築の困難さゆえに、研究という職業を目指すことへの若者のモチベーションを著しく低下させ、今日の博士課程進学者減少を招き、日本の研究力低下に大きな禍根を残した。その一方、功の面としては、地方大学や私立大学においても優秀な人材がポストを持つようになったという側面がある。これらの人材が研究資金を得て、多様な大学に進学するフレッシュな考えを持つ若手人材の協力を得ることで、新たなイノベーションを起こすことが期待できる。

地域社会と結びついた地方大学や、個性的な教育研究を行える人材を有する私立大学において、これまで以上に博士課程への進学を推進することができれば、研究力のある

世代が地方大学の多様な若手人材や私立大学の個性的な人材と出会うことで、これまでにないタイプの人材を輩出することが期待できる。このような新たな期待に対してリソースとしての資金を注入することが望まれる。産業の芽を育てる、イノベーション人材を育てるという観点から、個々の額は大きなものである必要はなく、より広く行き渡らせることが重要である。

教育研究の場である大学においては、多様な人材との出会いが大きな効果をもたらす。これらの研究費が有効に活用され、未来の産業を創出するポテンシャルを持つ場となるためには、多様な大学において大学教員自身も多様であることは極めて重要である。応用物理を含む理工系分野の女性教員比率が低い問題は2章(2)で指摘したが、国公立大学のすべてにおいて女性教員や外国人教員比率向上などが必要である。

次に、人材育成に関連して大学院生とポスドクの処遇について述べる。日本政府は、成長戦略の一つに高等教育の無償化を掲げているが、「学術の振興」とは趣旨が異なり、大学院生は埒外である。研究に従事している大学院博士課程の学生にまで授業料を課するのは先進国の中で日本だけで、このことも博士課程への進学率低迷の理由の一つとなっている。第2次世界大戦後の高度成長期時代に形成された日本独特の事情で、高等教育（高等学校と大学）は受益者負担という文化が定着した。しかし、教育への投資は社会資本への投資という西欧の文化に習うとともに、大学院生が日本の将来を担う研究者として「労働」している現状に鑑み、イノベーション人材としての望みを託すのなら、その対価を支払うのがあるべき姿である。事実、文部科学省の統計資料[10]でも大学院博士課程学生は研究者の中にカウントされている。博士課程学生に給与を支払う仕組みは、日本学術振興会の特別研究員(DC1, DC2)制度(毎月20万円)、各競争的資金や民間団体によるRA制度・奨学金制度など徐々に拡張してはきたが、授業料を差し引くと実支給額は欧米に劣り、採用人数も上記修了生数に比してほんの一握りである。分野横断をも狙って実施されたリーディング大学院プログラムは目標が達成されたと総括されているが、その成果普及は各大学に委ねられ、国予算終了とともに継続が困難となっている。2012年に設立されたOIST(沖縄科学技術大学院大学)や2017年からの文部科学省卓越大学院制度は給付型奨学金付きの5年一環教育を標榜しているが学生数が少なく欧米から見ると貧弱というほか無い。欧米の例に習って、国予算による授業料免除を行うとともに、優れた学生には産学官共同研究費、PIプロジェクト経費等の中から給与支給が出来る制度の拡充と普及が望ましい。適正な評価システムを伴った給与支給により、本人のみならず企業側の参画意識の改革も促され、より現実的な研究成果と人材育成が叶うと確信している。

## (2) 産学連携における人材交流のあり方

はじめに、多様な人材交流を支援するプラットフォームの構築について述べる。オープンイノベーションを推進するための産学間の人材流動性の重要性が指摘されて以来、クロスアポイントメントの奨励を含む国の様々な施策が展開され、一定の効果を上げつつあるが、依然として、大学から産業界への人材流動（大学発ベンチャーを含む）や人

材交流が不足している[28, 29]。大学の多様な知の営みを活用した産学連携を強化するためには、単発の施策の組み合わせにとどまらず、大学や企業の規模、地域性、人材の年齢や交流の目的や期間などの多様性に対応しつつ、継続的に人材交流を支援する産学官連携のプラットフォームの構築が必要である。そこでは、例えば、大学教員の企業におけるサバティカルが奨励され、あるいは、イノベーション実現に向けて企業が必要とする専門スキル・人材と大学側が提供できる専門スキル・人材のマッチングが可能となる。大学教員自身も常に成長し続けていくことはその後の研究・教育活動のために重要で、このような実践的な再教育の場は不可欠であると言える。これを実現するためには、競争的資金対応や任期制が足かせとなっている環境を改善していくことも重要である。

人材の年齢について言えば、博士課程学生を含む若手人材については、国・大学レベルで多くの産学交流の機会の促進がなされているところであるが、中堅・シニア層の人材流動や交流は十分とは言えない。この点は、人材交流がより盛んな欧州でも課題として指摘されている[30]ところであり、学生がインターンや共同研究で企業において活動する機会の頻度に比して、大学教員やスタッフの流動性は低い。また、企業と共同研究をする大学人材は、年齢が高くなるほど減少し、一方で一回共同研究の経験を積むと、複数の共同研究に取り組む（リピーターとなる）傾向にある。高度な専門能力を持つ大学の研究者や教員が、企業との交流の経験を積み、視野を広げる機会を持つことの重要性を示唆している。

以上の状況を踏まえると、産学間の人材交流、特に「学」から「産」への人材流動性の向上を図るには、広範な年齢層を対象に、期間の長さ、雇用関係の有無など種々の選択に対応でき、それぞれのキャリアパス形成に有効な形での産学間の交流を支援できるプラットフォームの構築が必要である。具体的には、従来の共同研究型の交流に加え、大学研究者の企業におけるサバティカル制度、嘱託雇用（常勤・非常勤）、クロスアポイントメントなど多様な人材交流の仕組みを提供するものである。これらのシステムを実現するためには、企業側においては、人事制度の柔軟性をより一層高める必要があり、製品開発に必要な技術や知見を迅速に獲得するという短期的視点のみならず、将来のイノベーションにつながる大学人材や基礎研究への投資という長期的視点を持つことが重要となる。大学側においては、このような人材交流を、教員のリフレッシュ・育成研修の機会として積極的に奨励するとともに、評価制度における多様な評価軸（教育、研究、企業交流・共同研究など）の一つとして、大学人材の多様化の推進につなげていく必要がある。学会が賛助企業や関連の深い企業と大学教員をつなぐ橋渡し役として機能することも望ましい。

次に、国際競争力向上のための情報発信とグローバルな人材交流の強化について述べる。上で述べた産学間の人材交流が、国内企業と国内大学の間に関じたものであれば、自ずと将来的に創出されるイノベーションの国際競争力には限界がある。よって、国外の大学や企業をも巻き込んだ人材交流プラットフォームの形成が望ましい。この場合、海外の地域産業と国内大学の交流、海外大学と国内地域産業との交流、国内大学と海外大学の共同研究をベースとした海外企業との交流など多様な機会の促進が奨励される

べきである。

海外の大学や企業、特にグローバルな競争力を有する組織は、日本に対する技術の売り込みや共同研究のパートナー探しを目的に、官の支援を受けた日本におけるワークショップの開催など日本に対する情報発信を積極的に行っている。日本においても「組織」対「組織」の産学連携の重要性が認知され、国内大学と海外企業の連携も増えつつある。例えば、このような枠組みの中で大学教員が海外企業で客員研究員やサバティカルを経験を積む、博士課程学生が早い段階から国際経験を積むなど人材交流の促進が期待できるが、日本全体としての国際的な情報発信力の強化が急務である。産官学が一体となり、産学連携の推進の視点から、国内の大学や企業の情報発信を世界に向けて行い、グローバルな関係構築と人材交流の機会促進を図っていくことが重要である。

### (3) 民間資金を活用したイノベーションエコシステムの構築

国際的な競争力を持つ産業を創出しイノベーションで発展させていくためには、「知識の集約」と「人材交流」が鍵となる。先端技術を基盤とし様々な産業との交流を深める中で、新規産業の創出には地域を主体とし地域の大学や研究機関を核とした中小企業の連合体との連携によるイノベーションエコシステム構築が望ましい。

20世紀後半以降の米国シリコンバレー地域における産業の目覚ましい発展は、技術を基盤とした産業拠点の例として、現在においても依然目標とすべき高みでありグローバルな影響力も際立っている。また中国深圳市では、1980年代の改革路線による経済特区政策から地域内の大学や研究機関への研究インセンティブ増強など様々な施策が効果的に働き、近年のハードウェアの一大拠点の実現を可能にした。これらの先行地域は、経済やテクノロジーの核となることで特に起業を目指す若者が集まり、さらに巨大なエコシステムへ進化し発展してきたことが知られている。

わが国においても、先端産業の発展のためには民間資金の新たな注入が必要であり、ベンチャー企業による資金調達、研究資金のエコシステムの代表例として大いに注目されている。例えば、ベンチャーが自律的に次々と生まれるベンチャー・エコシステム構築を一つの目標とし、その実現に向けた政策の方向性や民間等との連携のあり方などを含めた施策は、「ベンチャー・チャレンジ2020」（平成28年4月日本経済再生本部決定）として内閣官房日本経済再生総合事務局により取りまとめられた[31]（図1）。

## 「ベンチャー・チャレンジ2020」の概要（2）

ベンチャー支援において関係府省庁等による連携を十分に図り、ベンチャーが自立的に次々と生まれる、ベンチャー・エコシステムを構築することは我が国の課題。



図1 「ベンチャー・チャレンジ2020」の概要

(出典) [31] 総合科学技術・イノベーション会議政策討議 内閣府 日本経済再生総合事務局、資料、「ベンチャー・エコシステムの構築に向けて」より引用

また、新産業創出に向けて大学や研究機関と産業界や地域との連携を基盤とする取り組みとしては、平成23年度より文部科学省の関係省庁と連携した地域イノベーションの創出に向けた構想に対する「地域イノベーション戦略地域」の選定や、「地域イノベーション戦略支援プログラム」の推進がある[32]。このプログラムの一例として、首都圏西部地域の広域連携において実施された地域イノベーション戦略プログラム（首都圏西部スマートQOL(Quality of Life)技術開発地域構想)には、多くの国立大学（埼玉大学、東京農工大学、電気通信大学）、公立大学（首都大学東京（現、東京都立大学））、私立大学（芝浦工業大学、東洋大学(川越キャンパス)、青山学院大学(淵野辺キャンパス)）が参加した。一般社団法人首都圏産業活性化協会（TAMA協会）がコーディネーターの役割を担い大学のシーズと中小企業の適切なマッチングを行ったことにより、技術移転を経て多数の製品化が実現し成功につながったことが報告されている。地域を拠点に多くの大学の知識が集約され、地域産業へ貢献できた好例である（図2）。この背景には、わが国には大企業だけでなく特に研究開発マインドを持った多数の中小企業の存在があり、それが強みとなったことが指摘されている。先端の研究技術を地域の特性に応じて生かす環境を実現できた好例である。

創造的あるいは革新的技術の展開には、新規な取り組みを求める様々な産業とのフレキシブルな交流が重要になると考える。関連産業だけでなく異種産業との関わりには新しい発想やイノベーションのきっかけをもたらすことへの期待がある。最近では、例えば神戸大工学部では、工学イノベーション人材育成と産学連携の加速を目的として卓越研究・人材育成プログラム「インダストリアルマスター・ドクターコース（IMD）プログラム」を2019年度に創設した。産業界のテーマに適宜柔軟に対応し、コンソーシア

ムに参画した企業とのインターンシップやリカレント教育などを経て地域が一体となった関わりを目指し、人材においてもフレキシブルな育成や交流を試みている[33]。このように関連産業や異種産業との交流を深める中で、地域拠点に起業を望む人材が集まり、ベンチャーが自律的に次々と生まれていくような展開につながることを強く期待する。

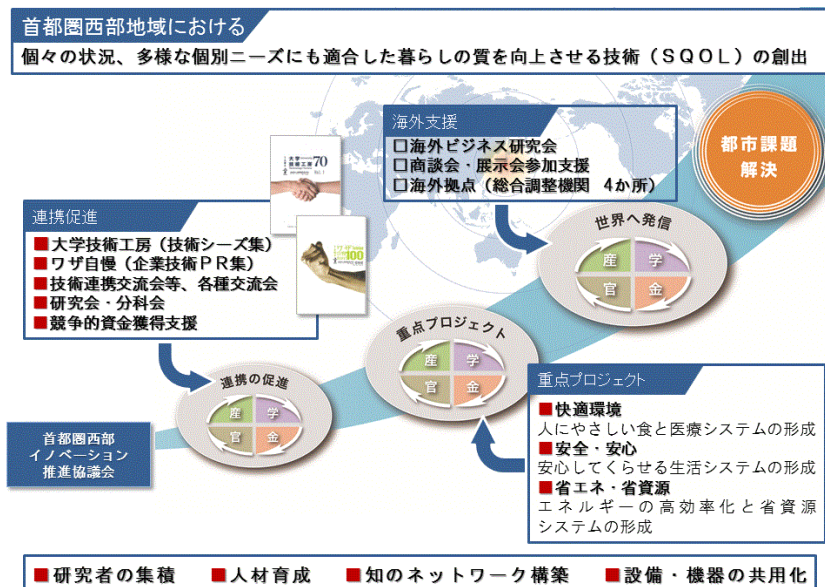


図2 首都圏西部スマートQOL(Quality of Life)技術開発地域構想  
 (出典) 首都圏西部スマートQOL (Quality of Life) 技術開発地域 ホームページ

<https://sqipp.jimdofree.com/> より引用

国際競争力を有しイノベーションで発展を遂げるには、各地域において経済力と技術力を増強させる必要があり、人材活躍の場を広げ起業やその進展につなげる環境整備が重要となる。新たな産学連携として民間資金の注入には、研究資金のエコシステムとなるベンチャー企業による資金調達や、地域の中小企業の共同体との連携による資金調達などが有望である。先端技術を基盤とする知識の集約と新規な取り組みを求める様々な産業との交流を円滑に進めるためには、上述のように地域を主体とし大学や研究機関を核とする連携が望ましい。カウンターパートとして大企業だけでなく研究開発マインドを持った中小企業に多くの参画を望み、新たな産業の創出を図るべく各地域に適したシステムの実現を期待する。ここで、それぞれの地域における「知識の集約」と「人的交流」を図り産業を創出し国際競争力を持たせるために、地域の中小企業の連合体と大学や研究機関が連携してイノベーションエコシステムを作ることを提案する。

## 5 提言

前章までの議論を受けて、わが国の研究力の低下に歯止めをかけ、新産業の創出を促すための研究環境改善と社会基盤の強化を実現し、この取り組みを未来の産業創出に繋げるために、以下を提言する。

### 提言 1 本来生まれるべき成果を創出するために評価にかかる時間的コストを低減すべきである。

公的資金の配分においては、極端な選択と集中をやめて均等配分の割合を増やすことが重要である。これにより重点化配分のためにかかる事務コストを削減することができる。すなわち運営側事務コストのみならず、競争的資金獲得のための研究者の応募資料作成などの稼働を減らし、実質的な研究に充てることができ、さらなる研究成果が期待できる。また、案件選考にかかる査読・評価など審査側の稼働を極力減らすことで、その稼働にかかる人件費と研究能力の高い人材が評価にかけていた時間を研究開発に向けることができる。均等配分部分、すなわち運営費交付金などの基盤的研究経費を増やすことで、配分のためのコストを削減し、その分を実際の研究費にまわすことで、研究力の強化につなげられる。

重点化配分のための競争的資金の運営管理についても、極力簡略化することが有効である。すなわち採択後の中間・最終・事後など複数のタイミングで行われる報告を例えば最終報告などの1回に絞れば評価のために費やす報告書作成稼働、事務処理稼働、調整稼働などを減らし、その時間と労力を実質的な研究に充てることができる。国がこれらの施策を行うことで、より実りの多い研究成果が期待できる。

### 提言 2 新産業創出に向けて多様な研究人材の支援が必要である。

既存の枠組みにとらわれず、学術の分野から新たな産業を創出するためには、これまで必ずしも研究資金が潤沢でなかった大学に、国と企業が協同して研究資金を注入すべきである。研究者として高度な教育を受けた人材は、科学技術に立脚したベンチャーを起業し、ひいては新たな産業を創出できる可能性をもつ人材である。そのためにも、地域社会と結びついた地方大学や、個性的な教育研究を行える人材を有する私立大学において、多様な研究人材を支援することで大学発ベンチャーが推進されることが期待される。産業の芽を育てる、イノベーション人材を育てるという観点から、個々の額は大きなものである必要はなく、より広く行き渡らせる施策が重要である。

これら研究費が有効に活用されるためには、多様な大学において大学教員自身も多様性が担保されていることが重要である。このため、応用物理を含む理工系分野の女性教員や外国人教員比率向上などが必要である。さらに人材を育成、輩出し続けていくためには、減少を続ける博士課程学生に対する欧米並みの生計維持可能な経済的支援は急務であり、大学からの企業に対する働きかけとともに、国からの積極的支援が必要である。

### 提言 3 産学連携における人材交流を促進し、地域との連携によるイノベーションエコ



**システムを構築することが重要である。**

国際競争力を有しイノベーションで発展を遂げるには、各地域において経済力と技術力を増強させる必要があり、人材活躍の場を広げ起業やその進展につなげる環境整備が重要となる。先端技術を基盤とする知識の集約と新規な取り組みを求める様々な産業との交流を円滑に進めるためには、地域を主体とし大学や研究機関を核とする連携が望ましい。大学教員も新たな環境に触れることで再教育の場を得るべきである。大学の多様な知の営みを活用した産学連携を強化するためには、単発の施策の組み合わせにとどまらず、大学や企業の規模、地域性、人材の年齢や交流の目的や期間などの多様性に対応しつつ、継続的に人材交流を支援するプラットフォームの構築が必要である。

カウンターパートとして大企業だけでなく研究開発マインドを持った中小企業に多くの参画を望み、新たな産業の創出を図るべく各地域に適したシステムの実現を期待する。ここで、それぞれの地域における「知識の集約」と「人的交流」を図り産業を創出し国際競争力を持たせるために国と自治体が協同して、地域の中小企業の連合体と大学や研究機関の連携によるイノベーションエコシステム構築のための施策を推進することが重要である。

## 6 むすび

本提言は、第24期の未来社会と応用物理分科会から発出したものである。本分科会は、その名の通り、応用物理分野の視点から未来社会を見据えた学術的貢献を目指すものであり、第20期より活動を続けている。本文でも述べたように応用物理という分野は、基礎的な学問である物理学を応用して社会に役立てるよう研究開発することで、その成果を産業に結びつけるものであり、技術や産業の発展に貢献する。したがって近年の「失われた20年」とも言われる日本の科学技術や産業の凋落、停滞に対して、学術の分野から応用物理の視点で何らかの解決の糸口を探りたいと考えて前期から議論を重ねてきた。そして、日本の停滞を打破し、科学と産業を復興させるために、あるいは10年後、20年後のより良い未来社会のために、今、すべきことをここに提言としてまとめた。

すなわち、科学と産業の凋落にブレーキをかけ、科学技術の発展により明るい未来を作るためには、長期的な視野に基づく研究環境の改善と社会基盤の強化が必要である。その実現のために、まず国家的な科学技術政策として、行き過ぎた選択と集中を見直し、評価にかかる時間的コスト、人的コストを削減することで研究者が本来の教育・研究にかける時間を増やし、その結果として生まれるべき成果を享受すべきである。またこれまであまり日の当たらなかつた地方の大学や私立大学などに埋もれた多様な人材を積極的に支援することで、今までにない新たな可能性を引き出し、新たな産業の創出を期待する。さらにその新産業創出一過性のもので終わらせず、次々にイノベーションを起こすことができるようなシステムを構築することが重要であり、そのためには、大企業だけでなく、中小企業も含めた多様な形の産学連携に加えて、地域との連携を図ることでこれまでとは異なる産業の形を創り上げるべきである。

選択と集中のための評価にかかるコストを減らすことで、研究者が研究にかける時間を取り戻し、新たなサイエンスが生まれる。また、多様な研究人材を支援することで新たな産業を創出し、それを多様な形の連携によってイノベーションエコシステムに発展させる。このような形で日本の科学と産業の復興を実現すべきであると考えます。

## <用語の説明>

※基盤ディシプリン拡散型：総合工学の中で、ボトムアップ的であり、複数のディシプリンにまたがる知識・技術を結集して社会的課題解決にあたる分野を指す。応用物理学はその一つであり、物理学を基盤としつつも、そこに異分野のディシプリンが活用され総合化され、新しい知識や技術が生まれてくる。

※STEM：STEMはScience, Technology, Engineering and Mathematicsすなわち科学・技術・工学・数学の教育分野を総称する語であるが、これらの知識を元に独自の創造性、実社会の課題解決力を身に着けることを目指した教育を指す。最近では、デザイン力の重要性が考慮され、Artを加えたSTEAMがよく使われている。

## <参考文献>

- [1] 日本学術会議 総合工学委員会、提言、「社会的課題に立ち向かう『総合工学』の強化推進」、2017年9月6日
- [2] 豊田長康、「科学立国の危機—失速する日本の研究力」、東洋経済、2019年
- [3] 日本学術会議 科学者委員会 学術体制分科会、提言、「第6期科学技術基本計画に向けての提言」、2019年10月31日
- [4] 西村吉雄、「電子立国はなぜ凋落したか」、日経BP、2014年
- [5] 日本学術会議公開シンポジウム「科学と産業の凋落と再興」総合工学委員会 未来社会と応用物理分科会主催、2016年3月19日；日本学術会議公開シンポジウム「いま問われる研究業績評価」総合工学委員会 未来社会と応用物理分科会主催、2017年3月17日；日本学術会議公開シンポジウム「日本の科学と産業の停滞と復興」総合工学委員会 未来社会と応用物理分科会主催、2017年6月22日  
<http://www.scj.go.jp/ja/event/pdf2/245-s-3-1.pdf>
- [6] 榊裕之、「国大・私大連携の道：私立の立場から、国公立の立場から」第66回応用物理学会春季学術講演会、講演会予稿集、2019年3月
- [7] 令和元年版科学技術白書2019
- [8] 科学技術・学術政策研究所、「研究論文に着目した日本とドイツの大学システムの定量的比較分析—組織レベルおよび研究者レベルからのアプローチ—」調査資料-233、2014年
- [9] 松尾由賀利、「私立大学における理系女性研究者育成の課題」、学術の動向、2016年10月号
- [10] 科学技術指標2019、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料-283、2019年8月
- [11] 河村小百合 「国立大学の研究力低下は運営費交付金の減額によるものか」 大学マ

- [12] 立法と調査、参議院常任委員会調査室・特別調査室 No. 413 竹内健太、「国立大学法人運営交付金の行方-「評価に基づく配分」をめぐる-」、2019年6月
- [13] 文部科学省 大学審議会、答申、「21世紀の大学像と今後の改革方策について」1998年10月  
[http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11293659/www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/old\\_chukyo/old\\_daigaku\\_index/toushin/1315932.htm](http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11293659/www.mext.go.jp/b_menu/shingi/old_chukyo/old_daigaku_index/toushin/1315932.htm)
- [14] 日本学術会議公開シンポジウム「国公私大の地域を超えた役割と連携：未来社会の応用物理」、総合工学委員会 未来社会と応用物理分科会主催、2019年3月9日  
<http://www.scj.go.jp/ja/event/pdf2/273-s-3-2.pdf>
- [15] 中央教育審議会大学分科会報告「2040年を見据えた大学院教育のあるべき姿～社会を先導する人材の育成に向けた体質改善の方策～」（審議まとめ）、2019年1月22日
- [16] 文部科学省「諸外国の教育統計」平成31(2019)年版  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/data/syogaikoku/1415074.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/data/syogaikoku/1415074.htm)
- [17] 「学校教育の水準の維持向上のための義務教育諸学校の教職員の人材確保に関する特別措置法」、1974年2月；文部科学省「人材確保法について」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/07062816/006/005.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/07062816/006/005.htm)
- [18] リサーチトライアングルパーク <https://www.rtp.org/>
- [19] (財)武田計測先端知財団 調査報告書、「超LSI共同研究所」  
<http://www.takeda-foundation.jp/reports/pdf/prj0101.pdf>
- [20] 安部悦生「SEMATECHの分析」経営論集62巻第1.2号、2015年3月
- [21] IMEC <https://www.imec-int.com/en/home>
- [22] フラウンホファー研究所 <https://www.fraunhofer.de/en.html>
- [23] MINATECH <https://www.minatec.org>
- [24] 日本学術会議総合工学委員会工学基盤における知の統合分科会報告「知の統合の人材育成と推進」、2017年9月20日
- [25] 知の拠点あいち <http://www.astf.or.jp/>
- [26] 日本学術会議 物理学委員会 物性物理学・一般物理学分科会、提言、「物性物理学・一般物理学分野における学術研究の発展のために」図2(a)、(b)、2017年9月8日
- [27] 日本学術会議 科学と社会委員会 政府・産業界連携分科会、提言、「産学共創の視点から見た大学のあり方—2025年までに達成する知識集約型社会—」、2018年11月28日
- [28] 内閣府、政策討議「産学連携」論点、2017年11月29日
- [29] 文部科学省、「研究力向上改革2019」、2019年4月23日
- [30] 欧州委員会、THE STATE OF UNIVERSITY-BUSINESS COOPERATION IN EUROPE、2018年  
[https://www.ub-cooperation.eu/pdf/final\\_report2017.pdf](https://www.ub-cooperation.eu/pdf/final_report2017.pdf)
- [31] 総合科学技術・イノベーション会議政策討議 内閣府 日本経済再生総合事務局、

資料、「ベンチャー・エコシステムの構築に向けて」、2018年4月

<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20180405/siryo2.pdf>

[32] 文部科学省、地域イノベーション戦略支援プログラム、

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/chiiki/program/](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/chiiki/program/)

[33] 神戸大学 インダストリアルマスター・ドクターコース (IMD) プログラム、

<http://www.research.kobe-u.ac.jp>

## <参考資料1> 審議経過

平成30年

1月30日 未来社会と応用物理分科会（第1回）

役員の選出、今後の進め方について

6月28日 未来社会と応用物理分科会（第2回）

提言企画ワーキンググループ(WG)の設置を承認

9月9日 提言企画WG（第1回）

活動方針について

11月7日 未来社会と応用物理分科会（第3回）

提言の構成について

平成31年

3月12日 提言企画WG（第2回）

提言の内容について

令和元年

8月7日 提言企画WG（第3回）

提言の骨子と分担案について

8月22日 未来社会と応用物理分科会（第4回）

提言の骨子案について

令和2年

1月30日～2月10日

未来社会と応用物理分科会（第5回）メール審議

提言(案)「日本の停滞を打破し新産業創出を促す社会基盤と研究強化～  
応用物理からの提言～」承認

5月14日 日本学術会議幹事会（第290回）

提言「日本の停滞を打破し新産業創出を促す社会基盤と研究強化～応用  
物理からの提言～」について承認

国公私大の地域を超えた役割と連携  
.. 未来社会の応用物理

日時

2019年3月9日(土) 9:50~12:20

会場

東京工業大学 デジタル多目的ホール  
(W922会場)

応用物理は産業と密接に関わる学問である。ゆえに大学が国・地域の産業から孤立することは許されない。それどころか、世界の中の大学として海外産業との連携も視野に入れなければいけない。しかし、国立大学・公立大学・私立大学では主要財源が異なり、さらには大学ごとの個性や社会から求められる役割も同じとは言えない。本シンポジウムでは、多様性に基づく新しい協調を探り、応用物理と未来社会を切り拓くために必要な地域を超えた国公私大の役割と連携を議論する。

プログラム

- 9:50 開会の辞  
財満 鎮明(名古屋大学工学研究科、応用物理学会会長)
- 9:55 企画の意図  
松尾 由賀利(法政大学理工学部、日本学術会議「未来社会と応用物理分科会」委員長)
- 10:00 講演「国公立大学連携の道：私立の立場から、国立の立場から」  
榊 裕之(豊田工業大学学長)
- 10:35 講演「地方国立大学のこれからの役割」  
渡辺 敦司(教育ジャーナリスト)
- 11:10 (休憩)
- 11:20 総合討論  
(司会)  
松尾 由賀利(法政大学理工学部)  
(パネラー)  
榊 裕之(豊田工業大学学長)  
渡辺 敦司(教育ジャーナリスト)  
奥村 次徳(東京都立産業技術研究センター)  
為近 恵美(横浜国立大学 成長戦略研究センター)  
喜多 隆(神戸大学大学院工学研究科)
- 12:15 閉会の辞  
中野 義昭(東京大学大学院工学系研究科)
- 12:20 終了

主催 公益社団法人応用物理学会  
日本学術会議 総合工学委員会 未来社会と応用物理分科会

