

## 科学研究費 助成採択状況 (医学系)

### Contents

Part.1	科研費(医学系)の現状	p64
Part.2	大学の取り組み	
	大阪大学	p67
	基礎医学	免疫学
	金沢大学	p70
	腫瘍学	

# 大学を みる

# 視点

このコーナーでは、大学が公表する教育・研究に関する情報などから、高校生の大学選びなどに活用できる情報などについて紹介していく。今回のテーマは、大学の研究力に関する指標として示されることも多い「科学研究費助成（以下、科研費）採択状況」である。

4・5月号では、科研費の全体概況をお伝えした。10・11月号では医学系の分野について特徴を紹介する。

Part.1では、国立情報学研究所の「科学研究費助成事業データベース」(<https://kaken.nii.ac.jp/ja/>)より作成したデータから、医学系分野の科研費の概況と、研究分野別の特徴などについて紹介する。

Part.2では、「基礎医学」分野、とりわけ「免疫学」の採択件数が突出して多い大阪大学と、「腫瘍学」分野で採択の多い金沢大学を紹介する。

## Part.1 科研費(医学系)の現状

### ▶ 科学研究費助成(科研費)とは

科学研究費助成事業(科研費)は、独創的・先駆的な研究に研究資金を支援する、文部科学省と日本学術振興会の制度である。科研費の採択件数・採択額に注目すると、各大学の研究分野の強みなどが見えてくるため、進路指導の参考にする先生方も少なくないだろう。

ガイドライン4・5月号「大学をみる視点」では、科研費の概況を紹介したが、今回は医療系の分野(大区分H、I)について、詳細に見ていく。なお、ここでは2018～20年度の各分野の採択件数を集計した。3年分を集計したのは、単年度のみ多くの研究課題が採択された大学ではなく、中長期的な傾向を見るためである。

科研費における医療系分野(大区分H、I)には、<表1>のように14の中区分と、それに対応した74の小区分が設けられている。医療系分野の合計を見ると旧帝国大学

などが上位に並ぶが、小区別には地方国公立大学や私立大学が強いものもある。医学系の小区分を中心に、いくつか見ていこう。

### ● 医療系分野全体<表1>

第1位の大阪大学は、基礎医学や外科系を中心に採択件数が多い。p67の記事で紹介している世界最先端研究機構免疫学フロンティア研究センター、微生物病研究所、最先端医療イノベーションセンターなど、多様な研究所等に幅広い医学研究者を擁する。

第2位の東京大学は、内科系の分野などで採択件数が多い。医科学研究所には、「感染・免疫」「癌・細胞増殖」「基礎医科学」の3部門からなる研究部門と、12のセンター等からなる附属研究施設、さらに附属病院があり、幅広い分野で世界トップレベルの研究が行われている。第3位以降も、旧帝国大学や、戦前の旧制医学専門学校を源流にもつ大学などが上位に並ぶ。

●基礎医学分野 (p67の<図表1>参照)

分野全体 (中区分48「生体の構造と機能」、49「病理病態学、感染・免疫学」と、それらに対応する小区分の合計) の採択件数を見ると大阪大学が最も多い。

小区分を見ると、「生理学」では筑波大学と日本医科大学が最も多い。筑波大学では医学医療系の研究者に加えて、睡眠や覚醒の領域で世界トップレベルの研究を行う「国際統合睡眠医学科学研究機構」も多く科研費に採択されている。

生体検査などを通じてヒトの病気のメカニズムを明らかにすることなどを目的とする「人体病理学」は、表中にはないが、久留米大学が11件で最多である。

マラリアやクロバエなどの寄生虫が媒介する疾患や寄生虫の生態などについて研究する「寄生虫学」では、長崎大学が10件で第1位となっている。長崎大学熱帯医学研究所では、ケニア、ベトナムに海外研究拠点を置くほか、アジア・アフリカのさまざまな国・地域でプロジェクト研究を行っており、「寄生虫学」のほか、内科系臨床医学分野の「膠原病およびアレルギー内科学」や「感染症内科学」など、熱帯地域に特有の疾患に関する研究などに力を入れている。

「免疫学」は、大阪大学の採択件数が突出して多い (p67参照)。

●内科系分野<表2>

分野全体 (中区分52「内科学一般」、53「器官システム内科学」、54「生体情報内科学」と、それらに対応する小区分の合計) の採択件数は東京大学が最も多く、大阪大学、京都大学と続く。

小区分を見ると、「神経内科学」では18件で5大学が

並ぶ。このうち順天堂大学は、特にパーキンソン病について国内トップレベルの研究を行っており、医学部附属順天堂医院は日本におけるパーキンソン病診療の中心的な役割を果たしている。

「腎臓内科学」では新潟大学が17件で、名古屋大学と並んで第3位である。新潟大学では、日本で初めての腎生検 (腎臓から組織を取る検査) が行われたほか、近年では腎臓移植の症例が多い。

「血液および腫瘍内科学」では熊本大学が23件で第2位となっている。前・血液内科教授の満屋裕明名誉教授が世界初のエイズ治療薬を開発するなど、この分野において優れた研究実績を挙げている。

●外科系分野<表3>

分野全体の採択件数 (中区分55「恒常性維持器官の外科学」、56「生体機能および感覚に関する外科学」とそれらに対応する小区分の合計) は大阪大学が最も多く、慶應義塾大学、東京大学と続く。

小区分を見ると、「呼吸器外科学」は岡山大学が14件で第1位である。岡山大学では肺がんをはじめ胸部の悪性腫瘍の診療や研究に力を入れているほか、肺移植では世界でも注目される業績を上げている。

「麻酔科学」は、表中にはないが群馬大学が24件でトップである。群馬大学医学部の麻酔学講座は、手術患者の麻酔管理を主な担当領域として開設され、現在では痛みの治療、重症患者管理、高気圧酸素治療などへと臨床活動および研究活動の幅を広げている。

「救急医学」は、日本医科大学が14件で第2位である。付属病院救命救急センターが、1993年に全国で初めて

<表1>科研費 (医療系) 大学別採択件数上位20大学

大学名	医療系合計	基礎医学		内科系			外科系		その他医療系						
		中区分48_生体の構造と機能	中区分49_病理病態学、感染・免疫学	中区分52_内科学一般	中区分53_器官システム内科学	中区分54_生体情報内科学	中区分55_恒常性維持器官	中区分56_生体機能および感覚	中区分47_薬学	中区分50_腫瘍学	中区分51_ブレインサイエンス	中区分57_口腔科学	中区分58_社会医学、看護学	中区分59_スポーツ科学、体育、健康科学	中区分90_人間工医学
大阪大学	1,164	36	116	100	104	58	173	125	54	41	23	181	41	57	55
東京大学	1,124	34	92	92	131	74	166	40	74	66	28	35	103	99	90
東北大学	908	37	27	111	81	38	102	69	54	33	10	152	64	66	64
京都大学	867	33	71	111	102	48	119	63	51	39	28	4	82	59	57
九州大学	723	12	25	88	48	43	66	91	46	34	4	126	39	55	46
慶應義塾大学	673	16	37	70	113	39	169	46	33	37	12	11	40	34	16
東京医科歯科大学	664	20	45	40	76	21	107	15	16	25	12	187	43	38	19
北海道大学	545	12	31	60	48	19	77	34	48	22	18	69	45	32	30
名古屋大学	545	28	14	89	68	29	81	55	12	28	19	15	48	37	22
順天堂大学	534	15	32	81	64	36	86	34	5	31	19	1	66	54	10
岡山大学	522	4	12	28	48	13	93	52	19	24	6	136	29	39	19
広島大学	492	11	17	44	35	17	43	35	21	17	3	128	54	57	10
千葉大学	488	5	34	42	47	31	76	54	39	16	5	20	65	31	23
新潟大学	477	13	12	49	67	4	53	37	4	6	15	137	37	34	9
金沢大学	461	18	20	64	54	28	88	21	40	37	7	7	39	27	11
長崎大学	419	4	27	17	28	35	41	31	22	11	2	101	57	35	8
名古屋市立大学	410	1	16	47	56	13	92	39	49	9	12	5	45	24	2
熊本大学	408	16	12	40	45	55	46	45	44	40	6	13	17	23	6
神戸大学	406	16	25	74	45	35	70	35	9	22	2	10	31	22	10
筑波大学	382	12	23	24	38	30	51	23	7	17	8	2	52	79	16

※該当する中区分と、その中区分に対応する小区分での採択件数を合計して算出。  
各分野で採択件数が最も多い大学に濃い赤色、2・3位の大学に薄い赤色を付けている。

「高度救命救急センター」の指定を受けるなど、研究と臨床の両方で実績を挙げてきた大学である。

「泌尿器科学」は、名古屋市立大学（39件）と大阪大学（35件）が特に多い。名古屋市立大学大学院医学系研究科腎・泌尿器科学分野は、腫瘍・尿路結石・小児先天異常・排尿・不妊の5つの研究グループを持つほか、ロボット（ダ・ヴィンチ）支援下手術や腹腔鏡・内視鏡手術など先進医療にも取り組んでいることが特徴である。

「眼科学」は京都府立医科大学が20件で第3位である。視覚機能を新しい治療方法で再生する研究に力を入れており、特に角膜分野では、世界トップの研究機関の一つとして高く評価されている。

●そのほかの医療系分野

基礎医学、内科系、外科系以外の分野で、特徴の見ら

れた小区分を見ていこう。

「衛生学および公衆衛生学（実験系を含む）」は、北海道大学（14件）が最多で、次いで長崎大学、京都府立医科大学、産業医科大学が6件で並ぶ。北海道大学は医学研究院、保健科学研究院、環境健康科学研究教育センターなどに所属する研究者が幅広い研究を行っている。

「法医学」は和歌山県立医科大学が9件で最多である。法医学講座は和歌山県内で司法解剖を実施する唯一の機関であり、毎年200例を越える司法解剖を行っている。法医実務とともに研究にも力を入れており、最先端の細胞生物学にまで及ぶ幅広い研究を行っている。

「腫瘍生物学」は東京大学（32件）が最多で、熊本大学（23件）、金沢大学（21件）と続く。金沢大学の具体的な研究についてはp70の記事を参照。

<表2>科学研究費助成（内科系分野）採択件数の多い大学（100件以上を抽出）

大学名	内科系合計	中区分52_内科系一般					中区分53_器官システム内科学					中区分54_生体情報内科学				
		内科学一般	神経内科学	精神神経科学	放射線科学	胎児医学および小児成育学	消化器内科学	循環器内科学	呼吸器内科学	腎臓内科学	皮膚科学	血液および腫瘍内科学	膠原病およびアレルギー内科学	感染症内科学	代謝および内分泌学	
東京大学	297	18	16	20	21	13	43	38	18	19	5	26	14	6	16	
大阪大学	262	18	18	9	27	23	26	30	7	20	14	20	7	6	23	
京都大学	261	9	18	15	40	21	23	32	15	12	13	6	2	23		
東北大学	230	8	18	8	40	27	22	15	27	8	7	6	6	9	16	
慶應義塾大学	222	8	8	13	20	19	21	25	30	16	11	5	17	5	11	
名古屋大学	186	15	13	16	14	23	11	14	11	17	10	14	0	5	9	
順天堂大学	181	12	18	5	27	16	13	15	13	13	10	9	11	3	11	
九州大学	179	14	18	9	33	9	11	24	4	2	4	17	5	5	11	
神戸大学	154	10	3	6	33	20	12	15	5	6	4	2	10	1	21	
金沢大学	146	3	4	15	33	6	22	13	7	4	7	12	3	3	9	
熊本大学	140	6	6	7	14	4	8	13	7	11	6	23	0	18	11	
東京医科歯科大学	137	11	1	10	1	14	30	12	10	9	6	9	6	2	4	
北海道大学	127	2	2	11	37	6	14	9	9	3	8	6	7	1	4	
千葉大学	120	8	8	11	13	1	18	5	17	4	2	7	12	1	10	
新潟大学	120	5	11	15	11	4	21	11	7	17	6	1	0	1	2	
名古屋市立大学	116	5	3	1	19	16	34	2	6	2	11	4	4	1	4	
京都府立医科大学	106	3	9	3	19	21	10	8	4	4	3	7	3	4	6	

<表3>科学研究費助成（外科系分野）採択件数の多い大学（100件以上を抽出）

大学名	外科系合計	中区分55_恒常性維持器官の外科学							中区分56_生体機能および感覚に関する外科学						
		外科学一般および小児外科学	消化器外科学	心臓血管外科学	呼吸器外科学	麻酔科学	救急医学関連	脳神経外科学	整形外科学	泌尿器科学	産婦人科学	耳鼻咽喉科学	眼科学	形成外科学	
大阪大学	298	16	61	24	12	5	24	25	18	35	22	20	18	4	
慶應義塾大学	215	21	13	6	2	3	6	20	19	23	26	15	28	28	
東京大学	206	11	11	6	4	5	6	21	30	4	34	21	26	7	
京都大学	182	16	17	6	7	11	6	11	23	10	10	22	19	6	
東北大学	171	16	22	14	7	4	9	11	16	7	19	10	17	7	
九州大学	157	19	42	12	4	8	3	13	14	4	4	10	16	1	
岡山大学	145	6	14	11	14	6	13	13	15	12	9	11	5	11	
名古屋大学	136	5	21	12	4	9	2	14	29	2	17	3	6	5	
名古屋市立大学	131	11	15	2	1	10	4	3	14	39	7	12	9	3	
千葉大学	130	10	20	4	8	9	13	7	9	12	8	15	3	8	
東京医科歯科大学	122	2	7	0	1	2	7	8	43	12	7	11	8	5	
順天堂大学	120	11	8	2	2	8	8	9	15	4	9	18	10	10	
京都府立医科大学	116	9	17	5	2	9	4	4	10	6	9	12	20	2	
北海道大学	111	8	16	0	4	3	6	9	18	6	7	10	9	10	
金沢大学	109	1	10	6	2	1	3	16	20	8	20	11	2	0	
神戸大学	105	2	14	1	3	14	7	11	18	5	8	10	5	6	

※各区分で採択件数が最も多い大学に濃い赤色、2・3位の大学に薄い赤色を付けている。小区別の上位3大学が表に含まれていない場合もある。「内科系合計」「外科系合計」は、小区別の採択件数（表に掲載）と、中区分単位での採択件数（割愛）を合計している。

Part.2 大学の取り組み

大阪大学

# 「医師＋医学研究者」の育成をめざし 研究力の高い教員を採用するとともに 「MD研究者育成プログラム」を導入



石井優 教授

最近3年間の科学研究費助成事業（以下、科研費）基礎医学分野の採択件数を見ると、大阪大学が最も多い。とりわけ免疫学に関しては、他大学を大きく引き離してトップとなっている<図表1>。その背景と要因を、大学院医学系研究科免疫細胞生物学教室の石井優教授にうかがった。

## 学内に基礎研究を評価する気風があり 臨床医学でも研究力の高い教員が多い

大阪大学が、科研費の基礎医学分野での採択件数が多い背景について、石井教授は次のように語る。

「大阪大学は、医学分野だけでなく幅広い分野で研究に力を入れています。教員も、研究資金を運営費交付金などに頼るのではなく、自前で研究資金を獲得できて一人前という気風があり、科研費にも積極的に応募し、結果として採択件数も多くなっています。

また、本学の医学部は医師だけでなく、将来の医学をつくる人材、すなわち『医師＋医学研究者』を育成する

ことを使っています。学生をそうした人材に育てるためには、指導する教員も研究者としての実績を持つことが必要です。臨床研究だけでなく、基礎研究をしっかりできる教員が多数いることが、科研費の基礎医学分野の採択件数につながっているのではないのでしょうか」

基礎医学分野の中でも、特に免疫学分野については大阪大学の採択件数が突出している。

「本学の原点の一つは、緒方洪庵が江戸時代後期に設立した適塾です。洪庵は種痘<sup>(注1)</sup>を広め、天然痘の予防に尽力した人物です。その伝統を受け継いで、古くから免疫学研究の第一人者が教授に就任してきました。さらに、2007年10月に、文部科学省の『世界トップレベル国際研究拠点プログラム』の採択を受けて、免疫学フロンティア研究センターが発足しました。そのため、免疫学を専門とする教員は、他大学では1名程度のところ、本学には4名在籍しています」

## MD研究者育成プログラムを導入し 基礎医学の研究者をめざす学生を支援

近年は、基礎医学の研究者を志す学生が減っているこ

<図表1>科学研究費助成（基礎医学分野）採択件数の多い大学

大学名	基礎医学 合計	中区分48_生体の構造と機能				中区分49_病理病態学、感染・免疫学						
		解剖学	生理学	薬理学	医化学	病態 医化学	人体 病理学	実験 病理学	寄生虫学	細菌学	ウイルス学	免疫学
大阪大学	152	6	4	5	15	9	9	10	5	16	15	34
東京大学	126	7	4	3	14	14	9	15	5	3	16	14
京都大学	104	1	2	1	21	5	3	19	0	6	9	18
東京医科歯科大学	65	11	2	1	4	10	6	11	1	1	5	6
東北大学	64	9	4	6	10	8	8	1	2	3	0	4
慶應義塾大学	53	6	1	3	4	3	8	8	0	4	0	10
順天堂大学	47	5	1	0	7	6	3	7	5	7	0	1
北海道大学	43	4	1	1	4	1	4	9	0	1	7	3
名古屋大学	42	10	6	2	8	5	0	5	0	1	3	0
神戸大学	41	5	2	4	4	7	9	1	0	1	3	3
千葉大学	39	1	1	1	2	3	2	6	2	11	3	5
北里大学	39	2	5	1	1	1	9	5	2	9	2	2
金沢大学	38	1	5	3	6	2	4	1	1	8	1	1
九州大学	37	0	2	3	6	4	3	0	0	5	4	4
筑波大学	35	1	7	2	2	1	5	7	0	4	5	0
長崎大学	31	1	0	3	0	1	3	2	10	4	3	0

※国立情報学研究所「科学研究費助成事業データベース」より、2018～20年度の採択件数が30以上の大学を抽出  
採択件数が最も多い大学に濃い赤色、2・3位の大学に薄い赤色を付けている。上位3大学が表に含まれていない場合もある。

(注1) 種痘：天然痘の予防接種のこと。18世紀末にイギリスの E.ジェンナーが牛痘種痘法を開発したことに始まり、予防医学や免疫学の基礎となったと言われている。

とが、全国の医学科で問題となっている。2004年度の医師臨床研修制度の変更により、臨床医になる場合、2年間以上の臨床研修が義務化されている。専門医をめざす場合は、さらに5年程度の研鑽を積むことになり、それから研究の道を選択しようとする、研究のスタートが遅れてしまうことなどが要因と言われている。

大阪大学医学部医学科も例外ではなく、基礎医学の研究者をめざす学生の支援が課題となっていた。そこで2009年度から「MD研究者育成プログラム」を導入した。医学科に入学後、早い時期から基礎医学研究に携われるようにすることで、研究者をめざす人材の増加を狙っている。

具体的には、1年次前期の『基礎医学体験実習』（全員必修）、1年次後期から2年次後期の『基礎医学研究体験』（希望者）を経て、選考に合格すると研究室に配属され、本格的な研究を行うものである<図表2>。

1年次前期の『基礎医学体験実習』ではまず、すべての基礎系の研究者が、自分の研究内容を紹介し、基礎研究の面白さを伝える。学生は、その中から興味を持った研究室をいくつか選択し、研究の現場を体験する。『基礎医学体験実習』は、すべての学生に「医師+医学研究者」になってほしいという思いから、医学科の必修科目としている。

「本学の学生ならば、将来、たとえ臨床の道に進むにしても、常に疑問を抱き、原因を考え、新しい治療などの価値を生み出せる人材になってほしい。そういうメンタリティ、マインドを育むために、全学生に最先端の基礎研究に触れる機会を設けているのです」

1年次後期から2年次前期の『基礎医学研究体験』では、1つの研究室を選択して、1年間研究を体験する。その上で希望する学生は、選考を経て、2年次後期から研究室に配属され、卒業まで研究を続ける。例年、約10名の学生が参加している。

プログラムの参加者は、医学科の授業に加えて、授業後や休日、長期休暇を活用して主体的に研究活動に参加している。学生にとってなかなか大変なことだが、石井教授は「何よりも重視しているのは、研究の面白さを分かってもらうこと。研究を楽しんでいる学生が集まっているので、主体的な研究活動が長続きする」と語る。

実際に、参加している学生の研究へのモチベーションは高く、夜遅くまで研究に没頭し、学会発表につなげる学生も少なくないという。

なお、学会などに参加する場合は、海外も含めて、交通費などの費用が大学から支給される。

MD研究者育成プログラム修了者は、大学院の試験が一部免除されることに加え、通常4年間の大学院博士課程を3年間で修了し、博士号を取得することをめざす。プログラム修了者には早期の大学院進学を推奨しているが、臨床研修を経て臨床医の道に進む学生もおり、プログラム修了者の大学院進学率は2割程度となっている。

そのため大阪大学では、臨床研修に参加しながら、大学院で研究の一部を進められるようにする制度の導入も検討されているという。

このように大阪大学では、若手の研究者を絶やさないように努めることによって、伝統の基礎医学研究の水準を維持しようとしている。

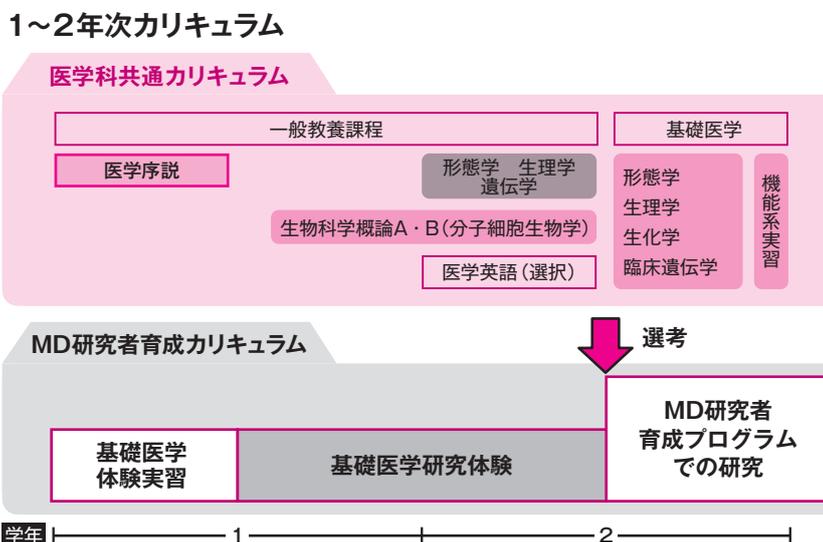
### 「生体イメージング技術」を駆使して 新たなマクロファージを発見

次に、大阪大学医学部で行われている基礎医学研究の一部を紹介しよう。

石井教授の免疫細胞生物学教室は、実験動物を生かしたまま、臓器や細胞を特殊な顕微鏡で観察する「生体イメージング技術」を活用した研究に特色がある。

「私の専門はリウマチ内科です。リウマチは炎症で骨が壊れる病気です。以前から、破骨細胞が骨を壊すことは知られていましたが、どのように壊すのか、具体的には分かっていませんでした。また、破骨細胞はマクロファージ<sup>(注2)</sup>由来の細胞といわれてはいましたが、マクロファージがどのようにして破骨細胞になるのか、分かっていませんでした。そこで、破骨細胞が実際に骨を壊し

<図表2>大阪大学医学部医学科共通カリキュラムとMD研究者育成プログラム



(注2) マクロファージ: 血液中に存在する白血球の一種。体内に侵入したウイルスや細菌を消化したり分解したりする作用があり、自然免疫に大きな役割を果たす。

ている様子を観察すれば、さまざまなことが解明できると考えました。けれども、骨は体内で最も硬い組織で、体内にある骨の内部を観察するのは不可能とされてきました。私が着目したのは、21世紀になって急速に進展してきた生体イメージング技術です。アメリカの国立衛生研究所・国立アレルギー感染症研究所に留学して、その基本技術を習得し、帰国後、2光子励起顕微鏡という特殊な光学顕微鏡を用いて、体内の骨の内部の状態を観察することに、世界に先駆けて成功しました」

その成果として、破骨細胞はやみくもに目の前の骨を壊しているのではなく、壊す骨を認識、選択していることなどが解明された。さらに、2019年11月には画期的な研究成果が生み出され、イギリスの科学誌“Nature Immunology”に掲載された。

「破骨細胞はリウマチでは悪玉の細胞ですが、通常の内では、骨の新陳代謝に大きな役割を果たす細胞でもあります。骨に肉眼では見えないようなヒビが生じると、破骨細胞が壊して、その後、骨芽細胞が修復するというメカニズムになっています。ところが、リウマチや、がんの骨転移では、この2つの細胞の働きのバランスが崩れ、破骨細胞が異常に活性化してしまうのです。通説では、破骨細胞は1種類で、働き方が異なることで、良い働きをする場合と、悪い働き方をする場合があるとされてきました。けれども、生体イメージング技術で観察してみると、リウマチや骨転移では、破骨細胞の骨の壊し方は、明らかに異なります。そこで、これは別の細胞ではないかという仮説を立てて、調べてみたところ、正常な破骨細胞とは性質も起源も異なる『悪玉破骨細胞』が存在することが、世界で初めて解明されたのです」

石井教授は、この病的に骨を破壊する「悪玉破骨細胞」へと変化する特殊なマクロファージ (悪玉破骨前駆細胞) を同定し、「arthritis-associated osteoclastogenic macrophage : AtoM (アトム)」と命名した。従来の破骨細胞の作用を抑制する治療薬は、破骨細胞の有益な部分も抑えてしまうため、治療が困難だった。石井教授の研究によって、「アトム」だけを標的にした新たな治療方法の開発が期待されている。

### 新しい組織診断装置を開発して 臨床現場への貢献をめざす

石井教授が、今後の研究テーマとして見据えているのが、生体イメージング技術を臨床現場に導入することである。

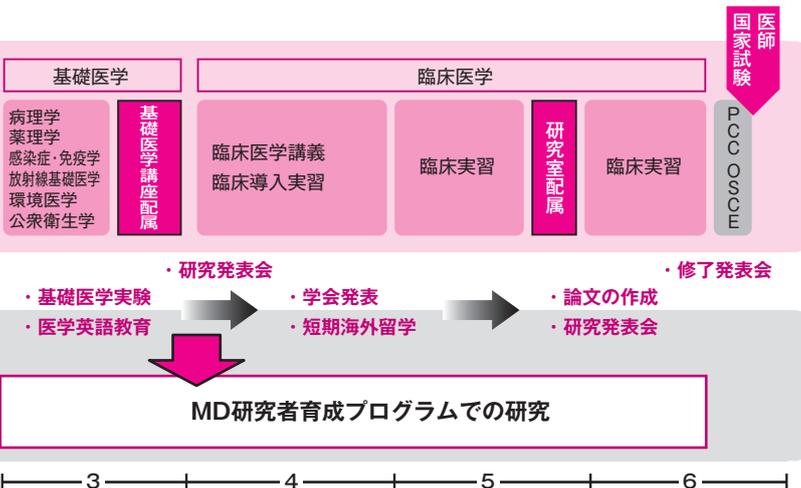
「がんの診断などに用いられる生体検査 (生検)<sup>(注3)</sup> は、身体への負担がある上に、ごく一部の組織しか診断できません。検体をとる際のがん細胞の飛沫が飛び散るリスクもあります。生検に代わって、生体イメージング技術を利用した新規組織診断装置が開発できれば、そうしたリスクがありません。すべての組織を見られることや、繰り返し観察できるので症状の変化や治療効果が確認できるなど、さまざまなメリットが考えられます。臨床現場に大きな革新をもたらすことができるでしょう」

生体イメージング技術に関連して、すでに2名のノーベル賞受賞者が出ている。画期的な組織診断装置が開発できれば、ノーベル賞の対象になるのも夢ではない。

最後に、石井教授に、基礎医学研究の魅力について、メッセージをいただいた。

「基礎医学、ライフサイエンス分野は多様性に富んでいます。研究が進めば進むほど、フロンティアが広がっていきます。例えば、細胞はかなり細かく分類されており、もう新しい細胞など見つけようもないと思われるかもしれませんが、おそらく新たな発見がなくなることはないでしょう。それだけ生物とは多様で複雑なものなのです。とくに私が研究対象にしているマクロファージは、組織によって変化するカメレオンのような細胞です。今後、組織ごとにさまざまなマクロファージが発見される可能性があります。そうしたまだ数多くの謎が残されている中で、分からなかったことが自分の力で分かるようになる喜びを感じられるところに、基礎医学研究の魅力があると思います」

## 3～6年次カリキュラム



(注3) 生体検査：病変の一部を注射器やメスで採取し、顕微鏡で詳しく観察する検査。

## 金沢大学

# 「転移」と「薬剤耐性」に 焦点を当てた研究を展開し 世界最高峰のがん研究をめざす



平尾敦 所長

金沢大学は、国立大学附置研究所としては日本で唯一「がん研究」に特化した研究所である「がん進展制御研究所」を持つ。同研究所や大学院医薬保健学総合研究科、附属病院で多様な研究が進められており、「腫瘍学およびその関連分野」における金沢大学の直近3年間の科学研究費（以下、科研費）の採択数は、大学では第5位の37件にのぼる<資料>。次々と新規の研究課題が採択されている背景について、がん進展制御研究所の平尾敦所長にうかがった。

### 結核の研究と分子生物学の研究が融合し がんの特化した研究拠点として誕生

がんは日本人の死因トップであるため、がん研究を行っている大学や研究所は数多くあるが、そのなかで多くの研究課題が科研費に採択されている背景について、平尾敦所長は次のように説明する。

「当研究所には2つのルーツがあります。1つは、戦前から設置されていた結核研究所であり、もう1つは、医学部に設置されていたがん研究施設です。結核研究所では、結核の化学療法の開発とともに、後に抗がん剤として臨床応用されることになる溶連菌製剤を開発していましたし、医学部のがん研究施設においては、細菌とバクテリオファージ（細菌に感染するウイルス）を主な研究対象として、全国に先駆けて分子生物学に取り組んでいました。この分子生物学を基本とする基礎研究と、治療薬開発という応用研究が合体することで、1967年に『がん研究所』が誕生し、がん研究の実績を長年積み重ねてきました」

そして2010年には「がん研究所」は文部科学省の「がんの転移・薬剤耐性に関わる先導的共同研究拠点」として認定され、2011年には「がん進展制御研究所」に改称した。

「がんの5年生存率は、がんの種類によって大きく異なります。また、抗がん剤などに対する耐性ができると、一

気に悪化が進むこともあります。そこで、がんの悪性進展機構の中でも特に重要な転移と薬剤耐性に着目し、その進行を上手くコントロールするための研究に集中するため、がん進展制御という名称にしたのです」

### 4つのアプローチからなる基幹プログラムと 機動性の高い戦略プログラムで構成

がん進展制御研究所の活動は、基幹プログラムと戦略プログラムで構成されている。基幹プログラムは、以下の4つのアプローチから研究を進めていくものだ。

#### ●先進がんモデル共同研究センター

患者のがん組織を試験管のなかで培養して簡易的な臓器（オルガノイド）を作り、人の体内での反応を再現したり、人の細胞を移植できる免疫不全マウスなどを使ったりして、発がんのメカニズムや悪性化の過程を解明することをめざす。

#### ●がん幹細胞研究プログラム

がんの組織内には、自己複製や未分化性保持といった幹細胞と同様の特性を持つ「がん幹細胞」があることが近年わかってきた。がん幹細胞ができるメカニズムや、がんの転移や薬剤耐性との関わりを明らかにすることで、新しいがん診断・治療法を開発することをめざす。

#### ●がん微小環境研究プログラム

がんは遺伝子異常が原因となって悪性化していくが、それには細胞内部の微小環境（免疫細胞、間質細胞、サイトカイン、ケモカイン、増殖因子）がカギを握る。がん微小環境の形成メカニズムを理解し、腫瘍を悪性化させる微小環境因子を特定することによって、新しいがん治療法や予防法の開発をめざす。

#### ●がん分子標的探索プログラム・がん分子標的医療開発プログラム

がん治療薬は、現在、特定の分子に作用する分子標的薬が主流となっている。そこで、ターゲットとなる分子標的を探索し、治療薬を開発すると同時に、附属病院の腫瘍内科と連携して臨床に応用する研究を進める。

<資料>科学研究費助成 (腫瘍学) 採択件数上位10大学

大学名	腫瘍学合計	中区分50: 腫瘍学および その関連分野	小区分	
			腫瘍生物学関連	腫瘍診断および 治療学関連
東京大学	66	13	32	21
大阪大学	41	7	16	18
熊本大学	40	3	23	14
京都大学	39	8	13	18
金沢大学	37	6	21	10
慶應義塾大学	37	3	13	21
九州大学	34	1	15	18
東北大学	33	3	19	11
順天堂大学	31	1	12	18
名古屋大学	28	4	12	12

※国立情報学研究所「科学研究費助成事業データベース」より、2018～20年度の採択件数を抽出し作成

一方で、こうした先進的ながん研究を進めていくには、若手の人材育成や、研究活動をスムーズに行うための仕組みづくりも必要になる。そこで研究所には、社会のニーズや、世界の研究動向などに合わせて柔軟に研究内容や研究領域を設定する以下の3つの戦略プログラムが併設されている。

●人材育成プログラム

中堅の研究者が独立して研究室を立ち上げるのを支援するプログラムであり、がん研究に携わる人材育成に寄与している。

●共同研究支援プログラム

共同利用・共同研究拠点として、国内外の研究者との共同研究を支援することで研究者のコミュニティづくりを強化したり、がん進展制御研究所と共同研究を行う研究者が利用できる「マウス発がん組織バンク」「ヒトがん組織バンク」「薬剤ライブラリー」などの研究リソースや共同利用施設の効果的な活用や管理などを行ったりする。

●国際化推進プログラム

がん研究は世界的に行われており、がん進展制御研究所と連携している大学や研究機関は多い。そのため、研究者の学会発表のサポートを行ったり、共同シンポジウムなどの開催を支援するなどの活動を行ったりする。

世界最先端の走査型プローブ顕微鏡を使って  
がんの本態を解明し、難治がん克服をめざす

これまで、ゲノム医療（遺伝子情報に基づくがんの個別化治療の一つ）の発展を背景にして、世界中でがん克服に向けた取り組みが行われている。しかし、転移や薬剤耐性などが原因となる難治がんについての本態解明については、依然として進んでいないのが実情だ。そこで、がん進展制御研究所では新たな試みとして、金沢大学ナノ生命科学研究所と連携した研究に取り組んでいる。

ナノ生命科学研究所は、2017年に文部科学省の「世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)」に採択された研究所で、原子間力顕微鏡や走査型イオン伝導顕微鏡といった走査型プローブ顕微鏡を駆使して、細胞内外の「未踏ナノ領域」を開拓し、生命現象の仕組みをナノレベルで理解することを目標にしている。

ナノ生命科学研究所との融合研究によって、新しい研究成果も上がっている。

「ヒトの体内には肝臓や神経系の再生・修復を促す

HGF (肝細胞増殖因子) と呼ばれる生理活性タンパク質がありますが、これは、がんの成長や進展も促進します。そのHGFと結合する低分子量のタンパク質である環状ペプチド (HiP-8) の合成に成功したのです。HiP-8がHGFに結合するとがんの進展を抑制できますし、放射性同位元素でHiP-8を標識すれば、HGFが豊富ながん組織を特定することもできます。“Nature Chemical Biology”に掲載され、がん進行のモニタリングや治療薬への応用が期待されています」

がん進展制御研究所は現在、教員、研究員、研究補助員、学生を合わせて総勢100名体制で運営されており、基礎研究と臨床研究を橋渡すトランスレーショナルリサーチに力を入れ、世界的ながん研究拠点としての地位を固めつつある。

「各研究者が工夫を凝らして研究成果を積み上げ、質の高い研究論文を数多く出し続けていることに加え、研究者ネットワークの拠点としてがん研究の最新動向を常に把握していることが、科研費の採択数につながっているのではないかと思います」

がん進展制御研究所に所属する研究者の多くは医学系大学院出身の研究者だが、他にも理学や薬学、工学など多様である。また、同研究所の研究者の多くは金沢大学のさまざまな学類（他大学の学部に対応）で授業を担当しており、金沢大学の学生は学士課程でも、がん研究に触れ合う機会が多いという。

「がん研究といっても、医学だけでなく多くの学問系統から参入できることは、ぜひ知っておいてほしいと思います。また、基礎研究を続けてもいいし、臨床応用につなげてほしいし、創薬企業などへの就職や、ヘルス・ケア分野での起業など、多方面で活躍できる可能性があります。多くの若い人に研究に興味を持ってほしいと思います」