

# ポリアミン

## Polyamine

Vol.8 No.1  
Mar. 2022

巻頭言

藤原 伸介

シリーズ ポリアミン研究

柳 (石原) 圭子

学会報告

植村 武史、照井 祐介

年会報告

東 恭平



日本ポリアミン学会

The Japanese Society of Polyamine Research

# ポリアミン Polyamine

Vol. 8 No. 1  
Mar. 2022

---

## 巻頭言

・藤原 伸介 1

## シリーズ ポリアミン研究

・心筋内向き整流性カリウム電流 $I_{K1}$ の分子機構 柳（石原）圭子 3

## 学会報告

・第94回日本生化学大会におけるシンポジウム開催報告 植村 武史、照井 祐介 11

・第12回年会総括 東 恭平 12

事務連絡 18

編集後記 20



## やはり対面交流は大切！

藤原 伸介

関西学院大学・生命環境学部長

ゴードン会議 (Gordon Research Conferences) はお好きでしょうか？本学会に参加される方のほとんどはゴードン会議にも参加されているように感じます。ゴードン会議とは1920年頃にジョンホプキンス大のNeil Gordon教授がはじめた夏休みの期間に行う合宿形式の学会です。伝統的にメモを取らない、写真を撮らない、その代わり論文になっていないホットな情報を5日間缶詰合宿で話しあおうというものです。現在はNPOが設置され、分野も200以上あります。海外からの参加者は前日にボストンのホテルに入り、翌朝、自分のセッションのバスに乗り各地に散らばって行きます。バスを探していると別のセッションに参加している知り合いに偶然会ったりすることがあります。日本の学会でも若手研究者を対象に夏の学校(若手会)が開催されていますが、その原点はゴードン会議だと思います。今から30年ほど前になりますが、イリノイ大学でポストドクをしていた頃、私をはじめ連れて行かれた会場は学生寮のようなところで、20人にシャワーが一つという宿泊施設でした。高名な研究者達が、裸で石鹸を持って並ぶという光景は、戦時中の捕虜収容所のように驚きでした。ポリアミンのゴードン会議に誘われることはないと思っていたのですが、2015年のオーガナイザーをされた柏木敬子先生とOtto Phanstiel先生との計らいで講演する機会をいただきました。液体石鹸を持参して参加したのですが、ニューハンプシャー州のWaterville Valleyの施設は、石鹸やシャンプーは備え付けでバスタブもあり、清潔で快適でした。何よりも裸で並ばなくてもシャワーが浴びられるので助かりました。Waterville Valleyは、都会の刺激はないので不満を持たれる方もいますが、ゴードンの開催地としては間違いなくトップクラスです。近くにレストランやバー、コンビニがあるのも魅力です。

ポリアミンのゴードン会議に参加したお陰で、新しい分野の知り合いができました。このセッションは他のセッションと比べて分野の敷居が低いと思います。ポリアミンをキーワードにしていれば、微生物でも人でも植物でも対象になります。内容も健康長寿に関するものから、核酸やタンパク質の安定化を扱うものまで多岐にわたります。専門が異なるので何でも質問できますし、聞かれた方も相手が直接のライバルでないので丁寧に説明してくれます。細分化された専門のセッションだとその分野の奥深い内容に触れることはでき、それはそれで有意義なのですが、視野は広がりません。また、ポリアミンセッションの良いところは、分野を越えた交流ができることだと思います。個人的にはポリアミン研究をはじめたお陰で研究テーマが広がりました。それまでは好熱菌や耐熱性酵素が主な研究対象でしたが、昆虫誘因物質や発酵醸造品にも興味を持つようになりました。昆虫誘因物質は微生物の発酵物に由来するのですが、この特定をするために酒造免許も取得しました。ショウジョウバエの誘因物質が、スペルミジンだと突き止めた時は結構興奮しました。ポリアミンがバイオマーカーになることは有名ですが、牛のミルクは体液なのでミルクで牛の健康状態をモニタリングできるのではないかと期待しています。このヒントもゴードン会議のコーヒータイトムでいただきました。ただ、私に振り回されて、怪しい発酵酒を作らされたり、昆虫の飼育をさせられた学生はたまったものではなかったと思います。

ゴードン会議は、発表のあとの毎晩の飲み会にも意義があると思います。5日間も一緒に過ごすので、講演の時には聞けなかった内容も一杯飲みながら聞く機会があります。論文の方法欄に書かれていない実験方法など、飲んだ時にポロッと教えてもらえます。2019年のゴードン会議の時にはアグマ



チンを高含有する甘酒の試飲サンプルを持参しました。アジア系の方には好評でしたが、あるロシア人の研究者の奥様にはワインが不味くなると言われました。甘酒はアレルゲンフリーの高機能糖化液なのですが、国際展開は難しいことを実感しました。毎晩、飲み会が続くと最終日は結構キツイ状態になりますが、飲み代は参加費に含まれているので飲まないわけにはいきません。ゴードン会議も今となっては懐かしく感じます。

コロナ禍で、対面交流が約2年を越えて絶たれています。日本ポリアミン学会においては慈恵医大の近くの居酒屋で飲んだのが最後になってしまいました。直接、皆さんとお会いできないのが残念でなりません。ZOOM学会の交流会は、「退出」を押すとき、何とも言えない断絶感があります。今は大学の食堂でも至る所に「黙食」の掲示があります。昼食時にはしゃぎたい学生達を職員が注意するという光景も見られました。最も人同士のふれあいが必要な年代の方達が、交流断絶された状況は気の毒でなりません。私の研究室でも学生同士の交流が制限されたためお互いがギスギスしていて、意思疎通がうまくできていませんでした。コロナ感染者が減少し、緊急事態宣言が解除された時に、学生達からこれまでできなかった「新歓」をやりたいと要望されました。彼らなりに店を何軒も視察に行き、大学が課していた規制条件を満たす店を探してきました。希望者のみ参加にすることを条件に認めましたが、結局全員が参加しました。乾杯の発声もなく、ささやかな宴会でしたが、嬉々とした表情で語り合う学生の姿をみて、彼らがいかにストレスの溜まる状況に置かれているかがよくわかりました。コロナ禍はまだ続くのだと思いますが、交流を再開する努力も必要だと痛感します。このような状況が続くと、人が人でなくなるのではないかと心配しています。

2024年のポリアミン国際会議は私が世話役で、神戸で開催される予定です。2年後に世界のコロナ禍はどのようになっているのかわかりませんが、ハイブリッドでも開催したいと考えています。入国できない地域からの参加者には神戸の特産品と美味しい日本酒でも配送し、ディスプレイの向こうからでも交流を行えないかと思案しています。

# 心筋内向き整流性カリウム電流 $I_{K1}$ の分子機構

柳 (石原) 圭子

久留米大学・医学部・生理学講座・統合自律機能部門

## 1. はじめに

$I_{K1}$ は心筋の静止電位を維持する内向き整流性カリウムイオン ( $K^+$ ) 電流である。 $I_{K1}$ というのは様々な細胞にみられる標準的な内向き整流性 $K^+$ 電流に対する心筋独自の呼び名であり、その名は心筋電気生理学の初期にイギリスのD. Nobleが特殊心筋のPurkinje線維 (細胞) に見いだした2種類の $K^+$ 電流の一つであることに由来する<sup>1)</sup> (図1A)。 $I_{K1}$ が流れるチャネルは細胞内外の $K^+$ 濃度 ( $[K^+]$ ) 勾配によって決まる $K^+$ の平衡電位 ( $E_K$ ) 付近の膜電位で常に開口することによって心筋の静止電位を $E_K$ に近い大きな負電位に維持し、この負電位には活動電位を引き起こす電位依存性ナトリウムイオン ( $Na^+$ ) 電流の不活性化を防ぐ重要な意味がある。活動電位が生じて膜が大きく脱分極すると $I_{K1}$ チャネル

は瞬時に閉じて流れるべき外向き電流はほぼ完全に抑制されるが (強い内向き整流性) (図1A)、これは心臓が血液を動かすポンプとして働くのに必要な心筋活動電位の長い脱分極相 (プラトー相)、すなわち心筋の不応期をつくる重要な要素である。 $I_{K1}$ の外向き電流が抑制されるメカニズムについて、われわれは約30年前に“内因性”の開閉機構が細胞内のマグネシウムイオン ( $Mg^{2+}$ ) によるチャネル孔 (ポア) のブロックと競合しつつも中心的な役割を担うことを報告したが<sup>2)</sup>、その後この内因性機構は細胞内のポリアミン、なかでも4個のアミノ基を持つスペルミンによるブロックであることが示された<sup>3,4)</sup>。本稿ではその後の研究によって明らかとなったポリアミンによる電位依存性ブロックのメカニズム、ならびに内向き整流性 $K^+$ チャ

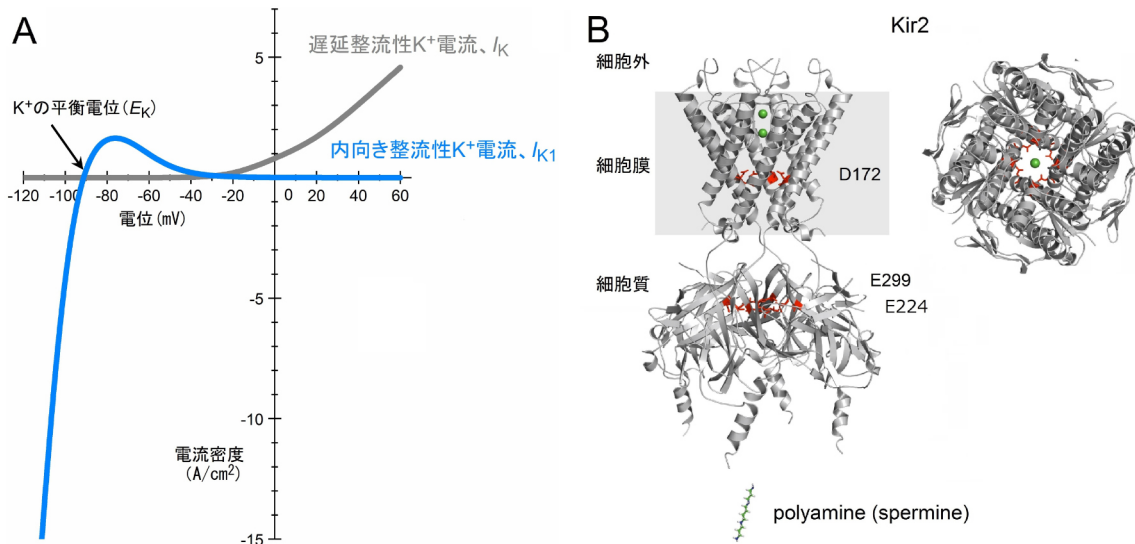


図1 心筋の内向き整流性 $K^+$ 電流 $I_{K1}$ の電流-電圧関係 (A) とKir2チャネルの分子構造 (B)

A: 心筋で最初に見いだされた<sup>1)</sup>内向き整流性 $K^+$ 電流 $I_{K1}$ と遅延整流性 $K^+$ 電流 $I_{Ks}$  (緩徐活性型 $I_{Ks}$ ) の電流-電圧関係 (外向き電流が正、内向き電流が負の値)。当初 $I_{K2}$ とされた遅延整流性 $K^+$ 電流には他の電流成分が混入していたため、代わりに $I_{Ks}$ の名称が使われるようになった。 $I_{K1}$ は $E_K$ 付近の膜電位で流れ、膜が脱分極すると抑制されるが、 $I_{Ks}$ は $E_K$ 付近の負電位では閉じるので静止電位には寄与せず、膜が脱分極すると徐々に外向き電流が増大して再分極を引き起こす ( $I_{Ks}$ は電位変化から1秒後の値を示している)。電流値はヒト心室筋モデルに組み込んだ数理モデルによって計算したものである<sup>22,35)</sup>。

B: Kir2チャネルの構造の側面像 (左) と上面像 (右) (PDB 3JYC)<sup>16)</sup>。Kir2チャネルは大きな細胞質領域を含む長いイオン透過路を持つ。ポリアミンの結合に関する負電荷をもつアミノ酸残基 (Kir2.1ではD172、E224、E299) を赤で、選択性フィルター内の4つの $K^+$ 結合部位のうちの2か所に位置する $K^+$ を緑で示した。Kir2チャネルのイオン透過路にはさらに多くの $K^+$  (陽イオン) 結合部位の存在が示唆されている<sup>36)</sup>。

ネルが示す生理的に重要な2つの細胞外[K<sup>+</sup>]依存性のメカニズムについて概説する。

2. ポリアミン・ブロックによる内向き整流性のメカニズム

$I_{K1}$ のように強い内向き整流性（外向き電流の抑制）を示す標準的な内向き整流性K<sup>+</sup>チャネルは、2回膜貫通型サブユニットで構成される内向き整流性K<sup>+</sup>チャネル（Kir）ファミリーのKir2サブファミリーに属するサブユニットのホモ／ヘテロ四量体であり、心筋ではKir2.1、Kir2.2、Kir2.3が関与し、なかでもKCNJ2遺伝子がコードするKir2.1が中心的役割を担うと考えられている<sup>5)</sup>（図1B）。その構造には6回膜貫通型サブユニットで構成される電位依存性チャネルにみられるような電位センサーがなく、膜電位の変化が引き起こすチャネルの構造変化（電位依存性ゲーティング）がK<sup>+</sup>透過を直接制御するとは考えにくい。

実際、先にわれわれが示した $I_{K1}$ の“内因性”開

閉機構はクローニングされた遺伝子から発現させたKir2チャネルの研究によって細胞内に普遍的に内在するポリアミンのうち4個のアミノ基を持ち、そのほとんどが生理的な細胞内pH（7.2付近）で正に帯電しているスペルミン（図1B）によって生じるブロックを反映することが示された<sup>3,4)</sup>。ポリアミン（スペルミン、スペルミジン）は細胞の増殖や分化、蛋白合成などに係る多様な細胞の機能に関与しており<sup>6,7)</sup>、一般に真核細胞内にはミリモラー（mM）レベルの濃度で存在しているが、その陽イオン性によって大部分はRNA、DNA、リン脂質などの生体高分子に結合している<sup>8)</sup>。そのため、細胞から引き抜いた微小な細胞膜（直径約1~2 μm）を用いる電気生理学実験においても細胞膜の内側から特にスペルミンを完全に洗い流すことは事実上不可能であり、1個の心筋細胞の約半分をすり潰して細胞内液を人工液と置き換えた過去のわれわれの実験では比較的安定した濃度が保たれていたと思われる<sup>2)</sup>。

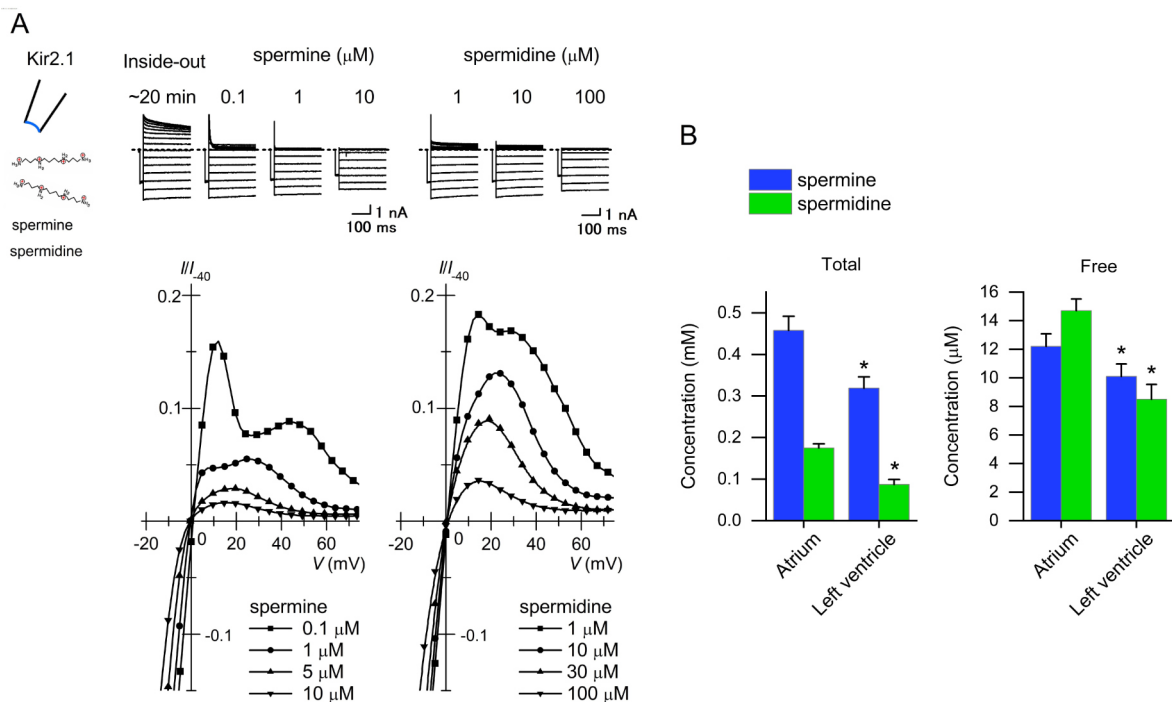


図2 ポリアミンによるKir2.1チャネルの外向き電流の抑制 (A) とモルモット心筋組織のポリアミン含有量および推定される心筋細胞内の遊離ポリアミン濃度 (B)

A：種々の濃度のスペルミンやスペルミジンを含む細胞内液を用いてインサイドアウト・パッチ膜から記録したKir2.1電流（上：電流記録、下：外向き電流の電流-電圧関係）。5~10 μMのスペルミンや30~100 μMのスペルミジンを作用させると $I_{K1}$ に似た電流-電圧関係（図1A）が再現された。文献<sup>1)</sup>より引用改変。

B：モルモット心筋組織のポリアミン含有量（左）と推定された遊離ポリアミン濃度（右）。遊離ポリアミン濃度はポリアミンと結合するDNA、RNA、リン酸、ATPの含有量を測定して計算によって求めた。\*は左心室が心房より濃度が低いことを示す（n=5、p<0.001）。遊離型のポリアミン濃度は電流の機能解析によって推測された心室や心房の $I_{K1}$ チャネル近傍の細胞内濃度に近い値が得られた。文献<sup>18)</sup>より引用改変。

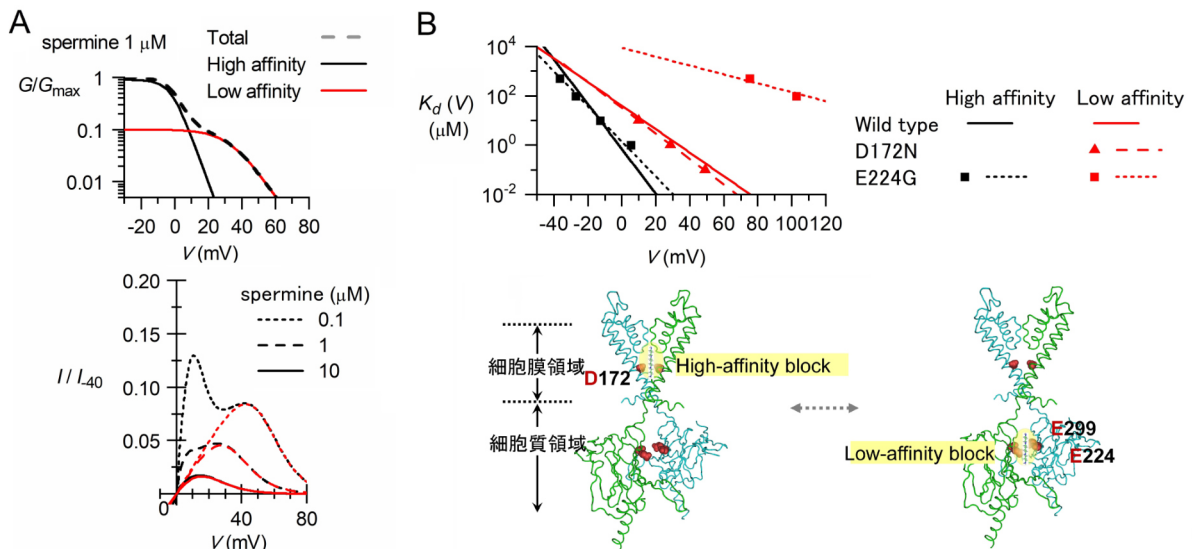


図3 Kir2電流にはポリアミンに対する感受性が異なる2成分が含まれる

A: スペルミン存在下のKir2.1電流のコンダクタンス (上図:  $G = I/V$ ) は高親和性の結合によってブロックされる成分と低親和性の結合によってブロックされる成分の和であると考えられる。実験で得られた外向き電流-電圧関係 (図2A) はこの解釈によって再現され (下図)、外向き電流は10  $\mu\text{M}$ のスペルミン存在下では小さな低親和性ブロックを受ける成分 (赤; 全体の約10%) によって生じるが、より低濃度になると両成分で流れるため2つピークが生じる。図に示した値の計算に用いた2成分のブロックの解離定数<sup>11)</sup>は図3Bに示す。

B: Kir2.1チャンネルのポリアミンによる電位依存性ブロックの解離定数。細胞膜領域の負電荷 (D172) をなくすと高親和性ブロックがみられなくなり、細胞質領域の負電荷 (E224など) をなくすと高親和性ブロックの解離定数には変化がなく (ブロックのキネティクスは非常に遅くなる)、低親和性ブロックのみが弱くなることから、Kir2チャンネルの構造にはブロックに対する感受性が異なる2状態があるのではないかと考えた (2モード・モデル)。文献<sup>10)</sup>より引用改変。

ポリアミンによるKir2チャンネルのブロックは濃度依存性であり、濃度を上げると内向き電流も抑制される<sup>9)</sup>。心室筋の $I_{\text{K1}}$ が示す電流 ( $I$ ) - 電圧 ( $V$ ) 関係<sup>10)</sup>はKir2.1やKir2.2チャンネルが発現している細胞膜の内面に接する人工液に5~10  $\mu\text{M}$ 程度のスペルミンか30~100  $\mu\text{M}$ 程度のスペルミジンを加えると再現されるが<sup>11)</sup> (図2A)、スペルミンとスペルミジンが共存する条件下での電流キネティクスの詳細な解析によって $I_{\text{K1}}$ チャンネル近傍の遊離スペルミンの濃度は5~10  $\mu\text{M}$ 程度であり、遊離スペルミジンの濃度はスペルミンと同程度かそれ以下であると推測され<sup>11)</sup>、五十嵐らによる生化学的測定によってこれを支持する結果を得た<sup>12)</sup> (図2B)。心筋組織のポリアミン含有量は他の組織に比べると少なく、スペルミンの前駆体であるスペルミジンはスペルミンよりも少ない<sup>12,13)</sup>のは、心筋細胞が増殖しない終末分化細胞であることに関連があると思われる。実験的には心肥大や心筋虚血による心筋組織のポリアミン含有量の増加が報告されており<sup>14)</sup>、これが $I_{\text{K1}}$ の変化を介して不整脈の発生メカニズムに関連している可能性が

ある<sup>15)</sup>。

Kir2チャンネルは大きな細胞質領域を含む長いイオン透過路を持ち、膜領域の $\text{K}^+$ 選択性フィルターの内側にある中心腔と、細胞質領域の2か所にそれぞれ輪状に存在するアミノ酸残基 (Kir2.1ではD172、E224、E299など) の負電荷をもつ側鎖がポリアミンの結合に関与すると考えられている<sup>5,16)</sup> (図1B)。ポリアミンはこれらの負電荷との静電的な相互作用によって負の膜電位 (細胞外に対する細胞内の電位) がより正電位に近づき、さらに大きな正の値になるほど容易にチャンネル内に進入し、 $\text{K}^+$ 選択性フィルターを通過できずそのまま留まり、外向きの $\text{K}^+$ の透過をブロックすると考えられる。このようなポリアミンによる電位依存性ブロックは中枢神経細胞に発現するイオンチャンネル型グルタミン酸受容体でも知られている<sup>17)</sup>。しかし、Kir2チャンネルのポリアミンによるブロックの電位依存性は単純ではなく、われわれはKir2電流がスペルミンに対する感受性が異なる2成分の和であり、 $I_{\text{K1}}$ の外向き電流は感受性が低い約10%の成分によって生じることを明らかにし

た (図3A)<sup>11,18)</sup>。これは心筋細胞全体の電流を記録すると $E_K$ 近傍の電位で記録される $I_{K1}$ の外向き電流が単一チャンネル記録では確認できないというミステリーを解く知見だと思われたが、2成分が生じるメカニズムはよく分かっていない<sup>18,19)</sup>。Kir2チャンネルのポリアミンによるブロックが複雑であるのは細胞質に突き出た長いイオン透過路の存在によるものだと考えられ、われわれが示した高親和性ブロックは中心腔の負電荷に、低親和性ブロックは細胞質領域の負電荷にポリアミンが結合して生じ、さらに細胞質領域の負電荷には高親和性ブロックの反応速度を触媒する作用もある<sup>18)</sup> (図3B)。しかし、Kir2チャンネルの長いイオン透過路と鎖状のポリアミンとの間には多数の結合状態が存在するためか、多くの研究者による挑戦にも拘らず、ポリアミンがチャンネル・ポアのどこに、どのような形で、何個結合するのかという疑問に対して現時点では明確な結論は得られていない<sup>20)</sup>。

なお、細胞内 $Mg^{2+}$  (0.3~1 mM) も心筋 $I_{K1}$ の外向き電流を強く抑制することが単一チャンネル記録によって示されてきたが<sup>21)</sup>、Kir2チャンネルの研究によって $Mg^{2+}$ 単独の作用で生じる内向

き整流性は弱く、外向き電流を緩やかにしか抑制しないことが明らかになり、その相違にはポリアミンの作用で示された低親和ブロックを受ける成分の関与が考えられた<sup>22)</sup>。一方で、細胞内 $Mg^{2+}$ にはスペルミンによる高親和性ブロックと競合して $I_{K1}$ の外向き電流を一過性に増やす作用がある<sup>15,22,23)</sup>。この $I_{K1}$ トランジェントは心筋再分極を促進するとともに、再分極予備能を増やして不整脈の発生を防ぐ重要な電流成分だと考えられる<sup>5,15,24,25)</sup>。

### 3. 細胞外 $[K^+]$ に依存するポリアミン・ブロックのメカニズム

内向き整流性 $K^+$ チャンネルの電流-電圧関係は細胞外 $[K^+]$ が変化すると $E_K$ の変化とともに移動し、内向き整流性を引き起こすチャンネルの開閉は膜電位そのものではなく $E_K$ と膜電位の差、すなわち $K^+$ に対する駆動力 (driving force) に依存することが古くから知られている<sup>26-28)</sup> (図4A)。心室筋では $E_K$ 近傍の電位で流れる $I_{K1}$ の外向き電流は比較的大きく、活動電位の再分極相を加速して静止電位を維持する重要な働きを持つが、細胞外 $[K^+]$ が多少変動してもこの細胞外

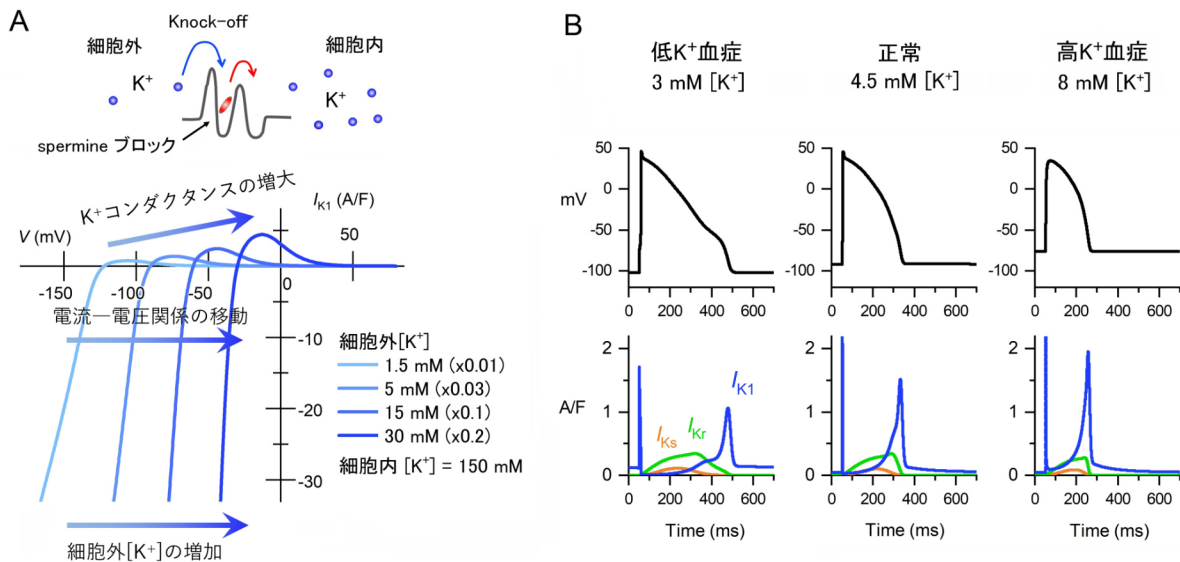


図4:  $I_{K1}$ の2つの細胞外 $[K^+]$ 依存性 (A) とその心室筋活動電位への影響 (B)

A:  $I_{K1}$ の電流-電圧関係は細胞外 $[K^+]$ が増加すると $E_K$ の変化とともに正電位側へ移動し、その振幅は細胞外 $[K^+]$ の平方根に比例して増大する。図の $I_{K1}$ はスペルミン5  $\mu$ Mの存在下でのKir2.1電流をブロックの理論式<sup>11)</sup>を用いて計算し、細胞外 $[K^+]$ 依存性はHagiwaraらの理論式<sup>26)</sup>により再現した。挿入図は定説となっている細胞外 $K^+$ によるブロックのknock-off機構。

B: ヒト心室筋モデル<sup>35)</sup>で計算した静止電位と活動電位波形 (上図) とその間に流れる $I_{K1}$ と $I_K$  (急速活性型 $I_{Kr}$ ; 緩徐活性型 $I_{Ks}$ )の電流密度 (下図)。 $I_{K1}$ にはトランジェント成分が含まれている。 $I_{K1}$ の外向き電流は内向き電流に比べると非常に小さいが生理的に流れるのは外向き電流であり、静止電位近傍で流れるその電流密度は $I_{Kr}$ や $I_{Ks}$ よりも大きい。細胞外 $[K^+]$ の変化に伴う $I_{K1}$ の変化によって静止電位だけでなく再分極速度や活動電位の持続時間が大きく変化する。



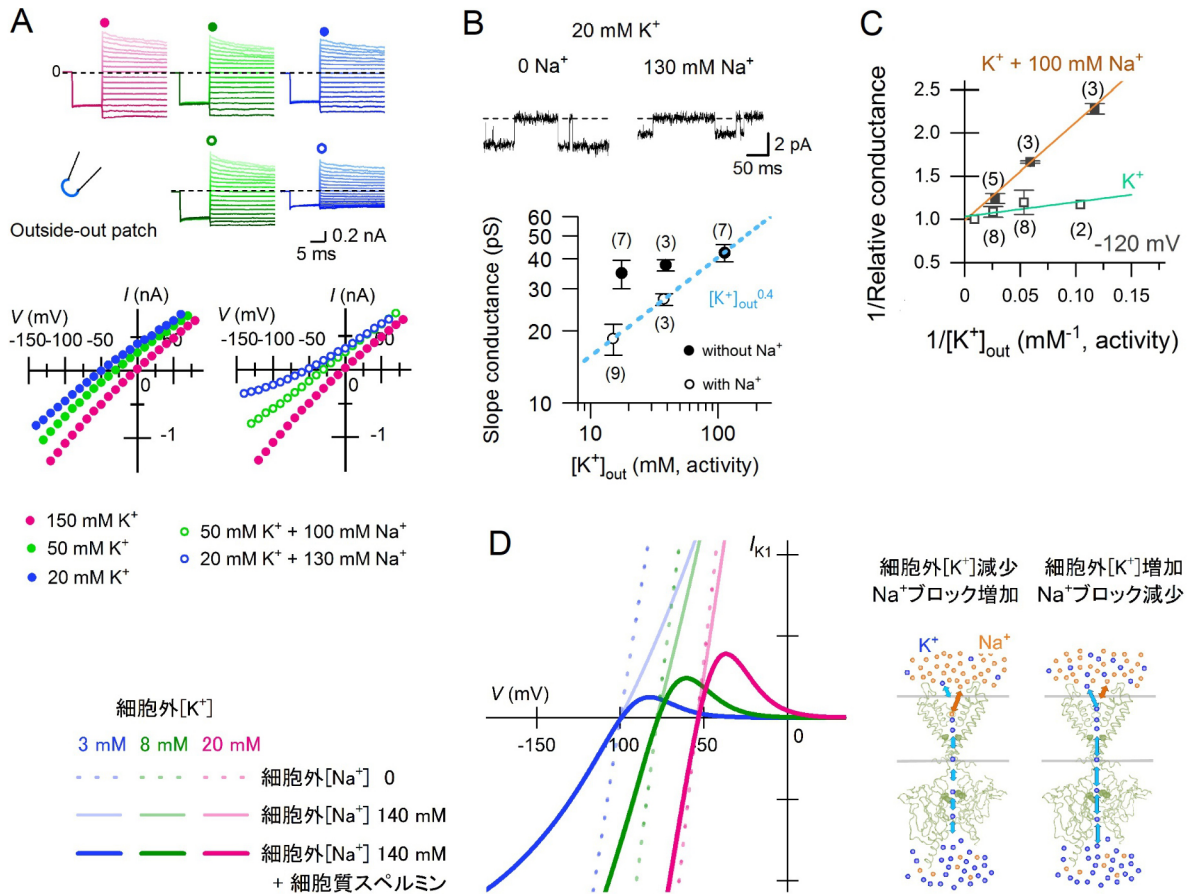


図5: 「開状態」のKir2.1チャネルのK<sup>+</sup>コンダクタンスにみられる細胞外[K<sup>+</sup>]依存性のメカニズム

A: ポリアミンやMg<sup>2+</sup>を含まない細胞内液を用いてアウトサイドアウト・パッチ膜から記録したKir2.1電流。内向き整流性を示さないKir2.1電流のコンダクタンスは細胞外[K<sup>+</sup>]を変えただけではほとんど変化しないが、細胞外のK<sup>+</sup>をNa<sup>+</sup>に置換すると負電位側ほど強く抑制された (Na<sup>+</sup>による電位依存性ブロック)。

B: 単一チャネル電流 (1分子のチャネルを流れる電流) のコンダクタンスは細胞外K<sup>+</sup>をNa<sup>+</sup>に置換すると細胞外[K<sup>+</sup>]の0.4乗に比例して変化した。

C: Lineweaver-Burkプロット解析によって細胞外Na<sup>+</sup>によるK<sup>+</sup>コンダクタンスの抑制は細胞外K<sup>+</sup>と競合することが示された。

D: 解析結果から得られたNa<sup>+</sup>ブロックの解離定数を用いて再現されたI<sub>K1</sub>振幅の細胞外[K<sup>+</sup>]依存性。生理的濃度の細胞外Na<sup>+</sup> (140 mM) は細胞外K<sup>+</sup>と競合的にI<sub>K1</sub>をブロックするため、細胞外[K<sup>+</sup>]が高い/低いほどNa<sup>+</sup>ブロックが減少/増加して内向き電流のみならず外向き電流が増大/減少する。文献<sup>33)</sup>より引用改変。

[K<sup>+</sup>]依存性によって電流-電圧関係が移動するので、E<sub>K</sub>の正電位側では必ず外向き電流が流れて静止電位がE<sub>K</sub>に導かれる (図4B)。

実際にスペルミンによるブロックの作用で生じるKir2チャネルの内向き整流性は細胞外[K<sup>+</sup>]が5.4 mMから150 mMまでの間でE<sub>K</sub>に正確に連動することをわれわれは確認している<sup>18)</sup>。不透過のイオンによるブロックが透過するイオンに依存する現象は内向き整流性K<sup>+</sup>チャネル以外には知られていない。そのメカニズムとしてはこれまで、細胞内からチャネル・ポアに進入する正電荷を帯びたブロッカーと、細胞外からフィルターを経て選択的に進入するK<sup>+</sup>がポア内部で競合するために、細胞外[K<sup>+</sup>]の増加/減少がブ

ロックの減少/増加をまねくというスキームが提唱されてきた (細胞外K<sup>+</sup>によるknock-off機構; 図4A挿入図)<sup>27,29)</sup>。その背景としては古典的な実験では内向き整流性の電位依存性は細胞内[K<sup>+</sup>]の変化によって移動しないと結論されたために内向き整流性は「膜電位」と「細胞外[K<sup>+</sup>」の2つの要素に依存すると考えられたことがある<sup>30)</sup>。しかし内向き整流性は2~4価の多様な細胞内陽イオンによるブロックで生じ得ることがすでに示されており、細胞外から進入する1価の陽イオンであるK<sup>+</sup>との競合によってこれらのブロックの電位依存性がE<sub>K</sub>に依存して変化する必然性を説明するのは難しい。そこでわれわれがあらためてKir2チャネルのスペルミン

によるブロックと細胞内の $[K^+]$ の関係を調べたところ、細胞内 $[K^+]$ が変化した際にもブロックは $E_K$ に連動し得ることが示された<sup>31)</sup>。この結果は内向き整流性を引き起こすブロックが、細胞外から選択性フィルターを通過して中心腔に進入する $K^+$ との競合 (knock-off) によって調節を受けるのではなく、細胞内からチャンネル内に進入する陽イオン (主に $K^+$ ) によって押し込まれる knock-onタイプの機構で駆動されるか、もしくは安定化される lock-in機構を考える必要性を示している。

#### 4. ブロックのない「開状態」のチャンネルの $K^+$ 透過性 (コンダクタンス) の細胞外 $[K^+]$ 依存性

標準的な内向き整流性 $K^+$ 電流についてよく知られる生理的に重要なもう一つの細胞外 $[K^+]$ 依存性として、ブロックのない「開状態」のチャンネルのコンダクタンスが細胞外 $[K^+]$ の平方根に比例して増減するというものがある<sup>26,27)</sup> (図4A)。これは外向き電流の振幅が細胞内外の $[K^+]$ 勾配 (細胞内 $>$ 細胞外) の増減によって生じる $K^+$ の外向きの駆動力の増減とは逆に変化することを意味しており、直感的に理解しがたい性質である。この性質は細胞外 $[K^+]$ の増加/減少 (病的には高 $K^+$ 血症/低 $K^+$ 血症) が生じた際に、上述の電流-電圧関係が $E_K$ に連動して移動する性質とともに働いて心筋再分極の促進/遅延を引き起こし、心筋活動電位の持続時間の短縮/延長を招く (図4B)。これらは心電図のQT時間やT波の顕著な変化として現れるため、心電図から逆に血清 $[K^+]$ 濃度の異常を知ることが可能である。

実験的に $I_{K1}$ のような標準的な内向き整流性 $K^+$ チャンネルのコンダクタンスは細胞外 $[K^+]$ の平方根 (0.5乗) に比例するとされてきたが、厳密には報告されている指数にはばらつきがあり、そのメカニズムについては複数の $K^+$ イオンがチャンネル内を一緒に並んで透過するマルチイオンポアの性質として、チャンネル内に存在する $K^+$ 間の反発力の増減が電流の流れやすさ (コンダクタンス) の増減を引き起こすとする仮説などが提唱されてきた<sup>27)</sup>。しかし近年、細胞外液から $Na^+$ を除くとKir2.1電流の外向き電流振幅に細胞外 $[K^+]$ 依存性がみられなくなることが報告され<sup>32)</sup>、われわれがポリアミンによるブロックのない「開状態」のKir2.1チャンネル・コンダクタ

ンスの細胞外 $[K^+]$ 依存性を検討したところ、細胞外 $Na^+$ が非常に速いキネティクスで電位依存性に、しかも細胞外 $K^+$ と競合的に、 $K^+$ の透過をブロックすることが示された (図5A-C)<sup>33)</sup>。つまり生理的な状況下で $I_{K1}$ チャンネルの $K^+$ 透過は細胞外 $Na^+$ によって常にある程度抑制されており、細胞外 $[K^+]$ の増加/減少はこの $Na^+$ による $K^+$ 透過の抑制を減少/増加させることによって $K^+$ 透過を増加/減少させるのである (図5D)。なお、臨床で遭遇する低 $Na^+$ 血症の範囲ではこの効果による $I_{K1}$ への影響は計算上非常に小さいと考えられ<sup>33)</sup>、これは一般に低 $Na^+$ 血症では心電図に変化が生じにくいことと一致する。

#### 5. おわりに

$I_{K1}$  (Kir2) チャンネルは心筋の興奮性を規定するイオンチャンネルであり、その機能は細胞内のポリアミンとの相互作用によって成立している。ポリアミンや $Mg^{2+}$ は $I_{K1}$ の制御のみならず多様な細胞機能に関わることが知られているが、多くの場合これらは競合して作用する可能性が指摘されている。近年のポリアミンや $Mg^{2+}$ の細胞膜トランスポーターの同定を含め<sup>34)</sup>、それらの濃度の制御メカニズムのさらなる解明とともに $I_{K1}$ の病態生理学的な理解が深まるものと期待される。

謝辞：ポリアミン学会での発表と総説執筆の機会を頂きました東京慈恵医科大学の大城戸真喜子先生、ならびに長年に渡りポリアミンに関する研究にご指導・ご協力いただきましたアミンファーマ研究所 (千葉大学名誉教授) の五十嵐一衛先生に感謝申し上げます。

#### 参考文献

1. Noble D: A modification of the Hodgkin-Huxley equations applicable to Purkinje fibre action and pace-maker potentials. *J Physiol* 160: 317-352, 1962
2. Ishihara K, Mitsuiye T, Noma A, Takano M: The  $Mg^{2+}$  block and intrinsic gating underlying inward rectification of the  $K^+$  current in guinea-pig cardiac myocytes. *J Physiol* 419: 297-320, 1989
3. Lopatin AN, Makhina EN, Nichols CG: Potassium channel block by cytoplasmic polyamines as the

- mechanism of intrinsic rectification. *Nature* 372: 366-369, 1994
4. Ishihara K, Hiraoka M, Ochi R: The tetravalent organic cation spermine causes the gating of the IRK1 channel expressed in murine fibroblast cells. *J Physiol* 491: 367-381, 1996
  5. Anumonwo JM, Lopatin AN: Cardiac strong inward rectifier potassium channels. *J Mol Cell Cardiol* 48: 45-54, 2010
  6. Pegg AE: Mammalian polyamine metabolism and function. *IUBMB Life* 61: 880-894, 2009
  7. Madeo F, Eisenberg T, Pietrocola F, Kroemer G: Spermidine in health and disease. *Science* 359: eaan2788, 2018
  8. Watanabe S, Kusama-Eguchi K, Kobayashi H, Igarashi K: Estimation of polyamine binding to macromolecules and ATP in bovine lymphocytes and rat liver. *J Biol Chem* 266: 20803-20809, 1991
  9. Lopatin AN, Makhina EN, Nichols CG: The mechanism of inward rectification of potassium channels: "long-pore plugging" by cytoplasmic polyamines. *J Gen Physiol* 106: 923-955, 1995
  10. Ishihara K, Yan D-H, Yamamoto S, Ehara T: Inward rectifier K<sup>+</sup> current under physiological cytoplasmic conditions in guinea-pig cardiac ventricular cells. *J Physiol* 540: 831-841, 2002
  11. Ishihara K, Ehara T: Two modes of polyamine block regulating the cardiac inward rectifier K<sup>+</sup> current IK1 as revealed by a study of the Kir2.1 channel expressed in a human cell line. *J Physiol* 556: 61-78, 2004
  12. Yan DH, Nishimura K, Yoshida K, Nakahira K, Ehara T, Igarashi K, Ishihara K: Different intracellular polyamine concentrations underlie the difference in the inward rectifier K<sup>+</sup> currents in atria and ventricles of the guinea-pig heart. *J Physiol* 563: 713-724, 2005
  13. Nishimura K, Shiina R, Kashiwagi K, Igarashi K: Decrease in polyamines with aging and their ingestion from food and drink. *J Biochem* 139: 81-90, 2006
  14. Sansbury BE, DeMartino AM, Xie Z, Brooks AC, Brainard RE, Watson LJ, DeFilippis AP, Cummins TD, Harbeson MA, Brittan KR, Prabhu SD, Bhatnagar A, Jones SP, Hill BG: Metabolomic analysis of pressure-overloaded and infarcted mouse hearts. *Circ Heart Fail* 7: 634-642, 2014
  15. Ishihara K, Sarai N, Asakura K, Noma A, Matsuoka S: Role of Mg<sup>2+</sup> block of the inward rectifier K<sup>+</sup> current in cardiac repolarization reserve: A quantitative simulation. *J Mol Cell Cardiol* 47: 76-84, 2009
  16. Tao X, Avalos JL, Chen J, MacKinnon R: Crystal structure of the eukaryotic strong inward-rectifier K<sup>+</sup> channel Kir2.2 at 3.1 Å resolution. *Science* 326: 1668-1674, 2009
  17. Bowie D: Polyamine-mediated channel block of ionotropic glutamate receptors and its regulation by auxiliary proteins. *J Biol Chem* 293: 18789-18802, 2018
  18. Ishihara K, Yan DH: Low-affinity spermine block mediating outward currents through Kir2.1 and Kir2.2 inward rectifier potassium channels. *J Physiol* 583: 891-908, 2007
  19. Liu TA, Chang HK, Shieh RC: Revisiting inward rectification: K ions permeate through Kir2.1 channels during high-affinity block by spermidine. *J Gen Physiol* 139: 245-259, 2012
  20. Nichols CG, Lee SJ: Polyamines and potassium channels: A 25-year romance. *J Biol Chem* 293: 18779-18788, 2018
  21. Matsuda H: Magnesium gating of the inwardly rectifying K<sup>+</sup> channel. *Annu Rev Physiol* 53: 289-298, 1991
  22. Yan D-H, Ishihara K: Two Kir2.1 channel populations with different sensitivities to Mg<sup>2+</sup> and polyamine block: a model for the cardiac strong inward rectifier K<sup>+</sup> channel. *J Physiol* 563: 725-744, 2005
  23. Ishihara K, Ehara T: A repolarization-induced transient increase in the outward current of the inward rectifier K<sup>+</sup> channel in guinea-pig cardiac myocytes. *J Physiol* 510: 755-771, 1998
  24. Anumonwo JMB. Biophysical Properties of Inwardly Rectifying Potassium Channels. In: Zipes DP, Jalife J, eds. *Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside* (5th Edition). Philadelphia: W.B. Saunders, 139-147, 2009
  25. Varró A, Baczkó I: Cardiac ventricular repolarization reserve: a principle for understanding drug-related proarrhythmic risk. *Br J Pharmacol* 164: 14-36, 2011

26. Hagiwara S, Takahashi K: The anomalous rectification and cation selectivity of the membrane of a starfish egg cell. *J Membr Biol* 18: 61-80, 1974
27. Hille B, Schwarz W: Potassium channels as multi-ion single-file pores. *J Gen Physiol* 72: 409-442, 1978
28. Ishihara K, Hiraoka M: Gating mechanism of the cloned inward rectifier potassium channel from mouse heart. *J Membr Biol* 142: 55-64, 1994
29. Armstrong CM: Potassium pores of nerve and muscle membranes. *Membranes* 3: 325-358, 1975
30. Hagiwara S, Yoshii M: Effects of internal potassium and sodium on the anomalous rectification of the starfish egg as examined by internal perfusion. *J Physiol* 292: 251-265, 1979
31. Ishihara K: "Knock-off" and "lock-in" of the polyamine block by  $K^+$  ions determine the position along the voltage axis of the current-voltage relationship of the Kir2.1 inward rectifier. *J Physiol Sci* 70: S116, 2020
32. Chang HK, Lee JR, Liu TA, Suen CS, Arreola J, Shieh RC: The extracellular  $K^+$  concentration dependence of outward currents through Kir2.1 channels is regulated by extracellular  $Na^+$  and  $Ca^{2+}$ . *J Biol Chem* 285: 23115-23125, 2010
33. Ishihara K: External  $K^+$  dependence of strong inward rectifier  $K^+$  channel conductance is caused not by  $K^+$  but by competitive pore blockade by external  $Na^+$ . *J Gen Physiol* 150: 977-989, 2018
34. Moriyama Y, Hatano R, Moriyama S, Uehara S: Vesicular polyamine transporter as a novel player in amine-mediated chemical transmission. *Biochim Biophys Acta Biomembr* 1862: 183208, 2020
35. Himeno Y, Asakura K, Cha CY, Memida H, Powell T, Amano A, Noma A: A human ventricular myocyte model with a refined representation of excitation-contraction coupling. *Biophys J* 109: 415-427, 2015
36. Xu Y, Shin HG, Szép S, Lu Z: Physical determinants of strong voltage sensitivity of  $K^+$  channel block. *Nat Struct Mol Biol* 16: 1252-1258, 2009

## 第94回日本生化学大会におけるシンポジウム開催報告

植村 武史

(城西大学薬学部)

照井 祐介

(千葉科学大学薬学部)

2021年11月3日から行われた第94回日本生化学大会におきまして、下記要領でポリアミン関連のシンポジウムが開催されました。折悪しく祝日のWeb開催でしたが、80名を超える多くの方にご参加頂き、活発に討論が行われました。お忙しいところ貴重なご講演を頂いた演者の先生方、ご参加下さいました皆様、シンポジウム開催をサポートして頂きました方々に厚く御礼申し上げます。

### シンポジウム開催概要

IS02a 神秘の生命物質ポリアミンから探る生命現象と健康への応用

日時：11月3日(水) 14:50~16:50

会場：Web開催

オーガナイザー：植村 武史 (城西大学薬学部)

照井 祐介 (千葉科学大学薬学部)

ポリアミンはウイルスからヒトまで存在する生命に必須の生理活性アミンである。命の誕生から死まで様々な生命現象の根幹を担う生命物質であり、その機能を解明することによって、生命の神秘が解き明かされると期待されている。また近年、ポリアミン代謝の乱れが様々な疾患と関連することが指摘されており、ポリアミンホメオスタシスの維持が健康長寿に役立つことがわかってきた。本シンポジウムでは、ポリアミンの生理機能の解析から生命現象を理解し、人々の健康に貢献する最新の研究成果を共有し、ポリアミン研究の今後について議論する。シンポジウムを契機として、新たな共同研究締結の機会を提供したい。

14:50~15:00 趣旨説明

植村 武史 (城西大学薬学部)

15:00~15:20 加齢に伴う組織ポリアミン量およびその代謝の変化

植村 武史 (城西大学薬学部)

15:20~15:40 ポリアミンにより発現調節を受ける遺伝子群の網羅的解析

東 恭平 (東京理科大学薬学部)

15:40~16:00 eIF5Aハイプシン化阻害剤GC7によるミトコンドリアタンパク質への影響

松本 健 (理化学研究所 環境資源科学研究センター)

16:00~16:20 ポリアミンによる翻訳促進に基づく遺伝子発現調節

柏木 敬子 (千葉科学大学薬学部)

16:20~16:40 腸内細菌に由来するポリアミンの健康への応用

栗原 新 (近畿大学生物理工学部)

16:40~16:50 まとめと討論

照井 祐介 (千葉科学大学薬学部)

## 第12回年会総括

年会世話人 東 恭平

東京理科大学薬学部

2021年12月18日（土）に開催しました日本ポリアミン学会第12回年会（以下、12回年会）につきまして、年会担当の東からご報告させていただきます。12回年会は2年ぶりです。かつオンラインという事で無事に開催できるか心配でしたが、演題数は24（特別講演を含む）、参加者76名と例年と同等の規模で開催することができました。オンライン発表でしたが遅滞することなく、また多くの先生方が積極的に質問やコメントしていただきました。特別講演では、岡山大学の日浅未来先生より「小胞型ポリアミントランスポーターの機能と生理作用」というタイトルで、大変興味深い知見を紹介していただきました。また、学会後のオンライン交流会にも多数の方が参加していただき、こちらも例年と変わらない活気がありました。このことから、オンライン開催ではありましたが、12回年会は学会として十分に成立したのではないかと思います。第12回年会開催にご協力いただきました東京慈恵会医科大学の松藤先生、村井先生、大城戸先生、並びに本会に参加された先生方、学生の皆様に心より御礼申し上げます。また第12回年会では、以下の3名の方が優秀発表賞を受賞されました。心よりお祝い申し上げます。

石井 友惟 (香川大学農学部)

「アグマチンによって誘導される分裂酵母由来agm3+プロモーターの解析」

伊藤 利沙子 (東京理科大学薬学部)

「うつ病発症に伴うグリコサミノグリカン損傷機構の解明」

下川 ひろみ (近畿大学生物理工学部)

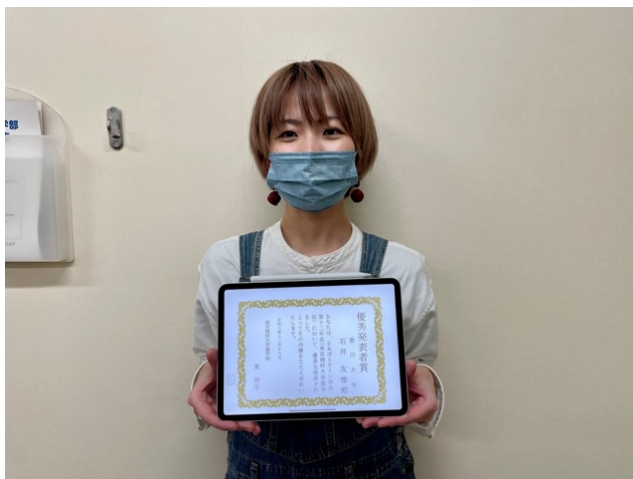
「腸内細菌に由来するポリアミンによるノトバイオートハエの寿命延伸効果」

コロナ禍がいつ収束するのか全く予想できませんが、ポリアミン学会が継続して開催されることを切に願っております。今後ともご協力賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

## 学生優秀発表者賞受賞者より

石井 友惟 (香川大学農学部)

このたびはポリアミン学会年会においてこのような荣誉ある賞を頂けたこと、とても嬉しく思います。ありがとうございました。学会全体を通して興味深い内容が多く、私自身充実した一日を過ごすことが出来ました。今回、私の発表では、アグマチン誘導性プロモーターの応用利用への可能性について述べさせていただきましたが、当研究室では他にも分裂酵母のアグマチンを介したポリアミンの生合成機構について幅広く研究しています。学会の中で得られた知識・ご指摘を基に、より一層励みたいと思いますので、今後ともどうぞよろしく願いいたします。



伊藤 利沙子 (東京理科大学薬学部)

この度は、優秀発表賞をいただき、誠にありがとうございました。ハイレベルな研究発表の中で、このような賞に選んでいただけたことは大きな自信となりました。審査員の方々およびご指導いただきました東恭平先生、本研究を行うにあたりご協力いただいた研究室の皆さんに厚くお礼申し上げます。

私は「うつ病発症に伴うグリコサミノグリカン損傷機構の解明」というテーマで発表させていただきましたが、まだまだ研究の余地があると考えております。今後ともポリアミンやアクロレインの発展に貢献できるように精進してまいりますのでよろしくお願いいたします。



### 下川 ひろみ (近畿大学生物理工学部)

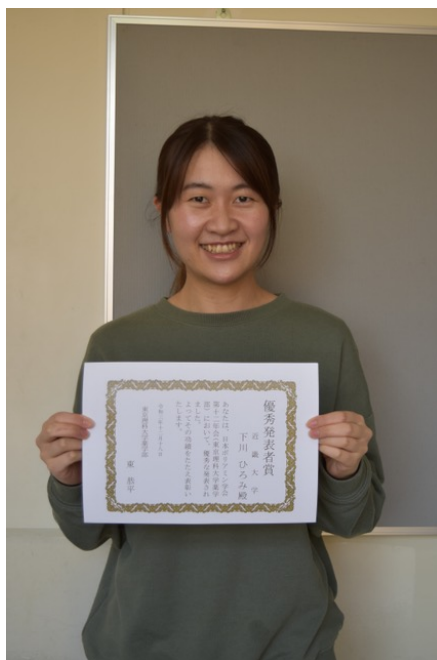
この度は、学生優秀発表者賞をいただき、誠にありがとうございます。

今回、腸内細菌が産生したポリアミンが宿主の寿命を延伸した、という研究について発表いたしました。私は実験の結果を見たときに衝撃を受け、博士課程への進学を決意しました。このように思い入れのある研究を、ポリアミン学会で発表する機会を頂戴し、さらに賞もいただくことができ、大変嬉しく思っております。

本研究について学会発表を行ったのは初めてで、かつ私自身、初めてのオンライン学会での発表だったので、上手に発表できるかという不安と緊張がありました。しかし、質疑応答の際には、学会の先生方からたくさんの質問を頂戴し、新しい視点から研究を進める貴重なきっかけとなりました。心から感謝申し上げます。

また、久しぶりに学会に参加して、研究へのモチベーションが向上し、できるだけ早く論文の形で報告したいという意欲が、今まで以上に湧きました。

今回の受賞を励みとして、より一層研究に勤んでいきます。今後ともよろしく願いいたします。





## 日本ポリアミン学会第12回（2020年度） 評議員会(メール会議) 議事録

日時: 2021年2月下旬

会場: メールにて開催

出席者: 五十嵐一衛、大島泰郎、大澤仲昭、岡孝己、柏木敬子、河合剛太、川喜田正夫、早田邦康、松藤千弥、鈴木秀之、村井法之、藤原伸介、高橋卓、栗原新

### 1. 名誉会員の推薦について

本学会の規定第4条4において「名誉会員は、本会に対して特に功労があった者で、評議員会の推薦を経て総会の議決により決定する。」と定められているが、現在名誉会員も存在しない。

名誉会員の推薦について評議員会および企画運営委員会で検討を開始することとした。

### 2. 名誉会員規程について

本学会の規定第4条4において「名誉会員は、本会に対し特に功労があった者で、評議員会の推薦を経て総会の議決により決定する。」と定められているが、その規程はまだない。今後の名誉会員推薦に向けて、推薦される資格要件、決定の手続き等について記載した「名誉会員規程」の作成するため評議員会および企画運営委員会で検討を開始することとした。

### 3. 日本ポリアミン学会第12回総会のメール開催について

第12回年会（岡山）年会担当役員（高橋 卓 氏）が1年延期となったため、会場での総会は開催できなくなった。本年度はメール開催とし、学会員の議案への決議はWeb上のアンケート形式で行うことが承認された（事務局で一斉メールおよびアンケート（議決）の回収を行う）。

### 4. 事業報告

1) 会員数・会費納入状況

2) 2020年度の学会誌の発行

ポリアミン学会誌7巻 1号が、3月中に発刊予定。

以上2件が承認された。

### 5. 会計報告

1) 2018および2019年度の会計の修正

2) 2019年度決算および監査報告

3) 2020年度執行状況

4) 2021年度予算

以上4件が承認された。

### 6. 事業計画

1) 年会および国際会議の開催

・第12回（2022年1月）年会（岡山）年会担当役員：高橋 卓 氏（岡山大学）

・第13回（2023年1月予定）年会（東京）年会担当役員：東 恭平 氏（東京理科大学）

・第14回（2024年1月予定）年会（東京）年会担当役員：松本 靖彦 氏（明治薬科大学）

- ・ポリアミン国際会議（2024年度 藤原 伸介 氏（関西学院大）を組織委員長として関西地区で開催予定）
  - ・第15回（2026年1月予定）年会（神奈川）年会担当役員：安元 剛 氏（北里大学）
- 2) ゴードン会議（GRC）およびセミナー（GRS）発表若手研究者（学部生、大学院生およびポスドク）の渡航補助について
- ・2021年に予定されていたGRCおよびGRSは2023年に延期されたため、2021年度の補助は行わない。
- 3) 広報活動
- ・学会誌の発行（2回/年予定）
  - ・学会ホームページの随時アップデート
- 以上3件が承認された。

## 7. 予算策定と会計に関する提案書

予算策定と会計に関して事務局から問題点と改善案の提案があった。

- (1) 予算要求する機会を、各委員会、事務局、および会員に与えることとした。
  - (2) 会計係がオブザーバーとして評議員会に参加し、予算策定に立会い、必要に応じて意見を述べることを許可することとした。
  - (3) 決定した予算について、開示可能な正式文書で評議員会より事務局へ報告することとした。
  - (4) 総会開催の遅くとも1週間前までに、Zoom・メール等を利用して評議員会を開催する。
- 上記 (1) ~ (4) の改善案が承認された。

以上

## 日本ポリアミン学会第12回（2020年度）総会議事録

### 1. 第12回総会議長・副議長の選出

コロナ禍のため、総会はGoogleフォームを利用して行った。

議長・副議長の選出は行わず、議案の承認の可否の集計は事務局が行った。

### 2. 事業報告

1) 会員数・会費納入状況

2) 2020年度の学会誌の発行

ポリアミン学会誌7巻1号が、3月中に発刊予定。

以上2件が承認された。

### 3. 会計報告

1) 2018および2019年度の会計の修正

2) 2019年度決算および監査報告

3) 2020年度執行状況

4) 2021年度予算

以上4件が承認された。

### 4. 事業計画

1) 年会および国際会議の開催

・第12回（2022年1月）年会（岡山）年会担当役員：高橋 卓 氏（岡山大学）

・第13回（2023年1月予定）年会（東京）年会担当役員：東 恭平 氏（東京理科大学）

・第14回（2024年1月予定）年会（東京）年会担当役員：松本 靖彦 氏（明治薬科大学）

・ポリアミン国際会議（2024年度 藤原 伸介 氏（関西学院大）を組織委員長として関西地区で開催予定）

・第15回（2026年1月予定）年会（神奈川）年会担当役員：安元 剛 氏（北里大学）

2) ゴードン会議（GRC）およびセミナー（GRS）発表若手研究者（学部生、大学院生およびポスドク）の渡航補助について

・2021年に予定されていたGRCおよびGRSは2023年に延期されたため、2021年度の補助は行わない。

3) 広報活動

・学会誌の発行（2回/年予定）

・学会ホームページの随時アップデート

以上3件が承認された。

### 5. 予算策定と会計に関する提案書

予算策定と会計に関して事務局から問題点と改善案の提案があった。

(1) 予算要求する機会を、各委員会、事務局、および会員に与えることとした。

(2) 会計係がオブザーバーとして評議員会に参加し、予算策定に立会い、必要に応じて意見を述べることを許可することとした。

(3) 決定した予算について、開示可能な正式文書で評議員会より事務局へ報告することとした。

(4) 総会開催の遅くとも1週間前までに、Zoom・メール等を利用して評議員会を開催する。

上記（1）～（4）の改善案が承認された。

以上



学会収支一覧 (2021年1月29日)

	2019年度予算 2019/4/1-2020/3/31	2019年度決算 2019/4/1-2020/3/31	2020年度予算 2020/4/1-2021/3/31	2020年度執行状況 (2021年1月29日現在) 2020/4/1-2021/1/29	2021年度予算 2021/4/1-2022/3/31
収入の部					
学会費(正会員)	370,000 (一般80名・学生25名)	294,000 (一般58+4名・学生23名)	370,000 (一般80名・学生25名)	202,000 (一般44+4名・学生5名)	370,000 (一般80名・学生25名)
学会費(賛助会員)	30,000 (1社)	30,000 (コンビ株式会社様)	30,000 (1社)	30,000 (コンビ株式会社様)	30,000 (1社)
返金				96,194	
広告	60,000	60,000	60,000	0	60,000
前年度繰越金	1,900,000	2,551,396	2,500,000	2,692,696	2,700,000
利息		23		12	
合計	2,360,000	2,935,419	2,960,000	3,020,902	3,160,000
支出の部					
会議費	50,000	29,540	50,000	0	50,000
委員会費	50,000	6,767	50,000	0	50,000
事務費	10,000	2,269	10,000	7,838	10,000
年会・国際学会等補助	100,000	100,000	100,000	0	100,000
若手補助	280,000	70,000	0	0	0
広報費	32,400	33,000	33,000	33,000	33,000
その他(振込手数料)		1,147		440	
次年度繰越金	1,837,600	2,692,696	2,717,000	2,979,624	2,917,000
合計	2,360,000	2,935,419	2,960,000	3,020,902	3,160,000

単位:円

一般58+4名	2019年度会費納入者58名、前年度までの未納分納入者3名、2020年度前納者1名
一般44+4名	2020年度会費納入者44名、前年度までの未納分納入者2名、2021年度前納者2名
返金	2019年1月開催 第11回年会残金返金

会員数、会費納入者数の推移

2019年度			
	会員数	会費納入者	納入率
一般	81	60	74%
学生	31	23	74%
賛助会員	1	1	100%
合計	113	84	74%
外国人特別会員	16		
総会員数	129		

2020年度(2021年1月29日現在)			
	会員数	会費納入者	納入率
一般	78	48	62%
学生	26	4	15%
賛助会員	1	1	100%
合計	105	53	50%
外国人特別会員	16		
総会員数	121		

(2021年1月29日現在)		
2020年度	新規入会者	退会者
一般	5	8
学生	0	5

2019年末に初めて確認された新型コロナウイルスとの闘いも3年目に突入し、2022年に入っても一部地域において「新型コロナウイルス感染症まん延防止等重点措置」が適用されるなど、依然として社会生活に影響を及ぼし続けています。藤原先生による本号の巻頭言でも触れられていますように、仲間たちとの交流も少なくなり、思いも寄らぬ部分での弊害もでていくように思います。一刻も早く事態が収束することを願ってやみません。

多くの学会の年会在延期・オンラインでの開催となるなか、日本ポリアミン学会でも第12回年会的開催が1年延期され、昨年12月にオンライン形式で開催されました。直接、先生方と会いしてお話を伺うことができないのはとても残念でしたが、オンライン形式のメリットを活かした年会だったと感じました。次回の第13回年会上では対面形式での年会在予定されていると伺っておりますので、そこでは皆様にお会いできることを楽しみにしたいと思います。

最後になりますが、今回もお忙しい中、関西学院大学 藤原先生、佐賀医科大学 柳先生、東京理科大学 東先生他、原稿をご執筆していただいた方々に厚く御礼申し上げます。

(ポリアミン学会誌 編集委員 森屋利幸)

## <ポリアミン学会誌編集委員会>

委員長 小黒明広 (慈恵医大)  
委員 大城戸真喜子 (慈恵医大)  
植村武史 (城西大学)  
照井祐介 (千葉科学大)  
松本靖彦 (明治薬科大)  
森屋利幸 (共和化工)

### 日本ポリアミン学会 学会誌「ポリアミン」 第8巻1号(2022年3月)

発行:日本ポリアミン学会 <http://pa.umin.jp/>  
[polyamine@jikei.ac.jp](mailto:polyamine@jikei.ac.jp)  
製作:日本ポリアミン学会 企画・運営委員会