



Title	Downregulation of an AIM-1 Kinase Couples with Megakaryocytic Polyploidization of Human Hematopoietic Cells
Author(s)	川崎, 輝
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/43767">https://hdl.handle.net/11094/43767</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href=" <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> ">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	川崎 輝
博士の専攻分野の名称	博士(医学)
学位記番号	第16862号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学系研究科分子病態医学専攻
学位論文名	Downregulation of an AIM-1 Kinase Couples with Megakaryocytic Polyploidization of Human Hematopoietic Cells. (ヒト巨核球の多倍体化誘導におけるAIM-1キナーゼの発現低下の意義)
論文審査委員	(主査) 教授 金倉 譲  (副査) 教授 北村 幸彦 教授 木下タロウ

## 論文内容の要旨

## 【目的】

生体内において有効に血小板が産生されるためには、巨核球系前駆細胞が増殖する過程と、増殖した前駆細胞が成熟していく過程の両者が必要である。後者の成熟過程では巨核球に特徴的な多倍体化と呼ばれる細胞質分裂を伴わないDNA合成の繰り返しが行われる。通常の細胞分裂はサイクリンA、B、cdc2などの細胞周期制御分子の発現や活性の制御によって遂行されることが明らかにされているが、巨核球の多倍体化がどのような細胞周期制御によって行われるのかは現在明らかではない。

AIM-1とSTK15はAurora/Ipl1 familyに属するセリン・スレオニンキナーゼである。両分子は共にG2/M期特異的に発現し、紡錐糸の機能を制御するが、AIM-1は細胞質分裂に、STK15は分裂後期の染色体分離に関与すると考えられている。ショウジョウバエや酵母におけるAIM-1やSTK15のホモログの遺伝子変異体の細胞は、細胞分裂に異常をきたし多倍体化する特徴を有しており、これらの分子が巨核球の多倍体化にも関与する可能性が考えられた。そこで、本研究では、巨核球の多倍体化機構におけるこれらの分子の機能について検討を行った。

## 【方法ならびに成績】

ヒトインターロイキン3(IL-3)依存性赤白血病細胞株F-36Pの細胞周期を同調させ、IL-3刺激後の細胞周期の推移をFACSにて解析した。また細胞周期制御分子及びAIM-1、STK15のmRNAの発現変化をNorthern blot法で解析した。その結果、AIM-1、STK15の発現はG2/M期に発現するサイクリンA、Bの発現時期にほぼ一致して誘導され、G2/M期の終了と共にその発現の低下が認められた。これらの結果は、AIM-1、STK15のmRNAは血液細胞においてもG2/M期特異的に発現すると考えられた。

次に、赤巨核芽球系細胞株であるK562とCMKがフォルボールエステル(tpa)に反応して多倍体化巨核球へと成熟分化していく過程におけるAIM-1、STK15 mRNAの発現変化をNorthern blot法で解析した。K562、CMKのいずれにおいても多倍体化の過程ではAIM-1、STK15の持続性発現低下が認められた。更に、正常ヒト骨髄細胞より分離したCD34陽性細胞をトロンボポエチン(TPO)存在下で培養し、多倍体化巨核球への分化を誘導した際にも、AIM-1、STK15の発現は持続性に抑制されていた。また、免疫組織化学を用いた解析から、多倍体化のプロセスにある正常巨核球は細胞周期の分裂期に入り、分裂中期から後期までは進行していることが明らかになった。これ

らの結果から、通常の細胞分裂であればG2/M期特異的に発現するAIM-1あるいはSTK15の発現が持続的に低下することが、巨核球の多倍体化に関与する可能性が考えられた。

巨核球の多倍体化におけるAIM-1、STK15の発現低下の意義を検討するために、K562においてLac-inducible Systemを用いて野生型(WT)あるいは優性阻害型(K/R)のAIM-1、STK15を誘導的に発現する系を確立した。まず、WT-AIM-1、WT-STK15の発現によりTPAによる多倍体化誘導を回避できるかどうか検討を行った。WT-AIM-1を発現させたところ、TPAによって誘導される多核巨核球の比率は16.3%から5.7%にまで減少した。一方、WT-STK15を発現させても、TPAによる多核巨核球の誘導には明らかな影響は認められなかった。WT-AIM-1による多倍体化阻害の機構をより詳細に解析するため、TPA存在下で培養中のK562を免疫組織化学的に解析した。その結果、染色体分離が起こっている分裂後期の細胞では、誘導的に発現させたWT-AIM-1が赤道面に局在するのが認められた。この結果から、TPA処理により分裂後期まで進行したK562細胞は発現誘導されたWT-AIM-1により細胞質分裂が遂行され多倍体化が抑制された可能性が示唆された。また、K562にK/R-AIM-1を発現させ内因性のAIM-1の機能を阻害したところ、通常の培養条件下において24.6%の細胞が8倍体以上となり、これらの多倍体化細胞は正常巨核球に類似した形態を示した。また誘導的に発現させたK/R-AIM-1は、染色体が2方向に分離する分裂には、その赤道面に局在していた。これらの結果から、誘導的に発現させたK/R-AIM-1は、内因性のAIM-1と同一部位に局在し、AIM-1による細胞質分裂のプロセスを阻害することにより、多倍体化を誘導する可能性が示唆された。一方、K/R-STK15を発現させたK562細胞では多倍体化や巨核球様細胞への形態学的な変化は認められなかった。

### 【総括】

増殖期にある巨核芽球性細胞株では、AIM-1、STK15の発現は共にG2/M期特異的に認められた。一方、多倍体化過程にある巨核球では、G2/M期に入っていても両分子の発現が持続的に低下していた。野生型AIM-1、STK15を誘導的に発現させた結果から、STK15は単独では多倍体化には影響を及ぼさなかったが、AIM-1の発現により多倍体化が阻害された。次いで優性阻害型AIM-1、STK15を誘導的に発現させるとSTK15では著明な変化は認められなかっただが、AIM-1の発現により多倍体化が誘導された。以上の結果からAIM-1の持続的な発現低下は巨核球の多倍体化誘導に必要かつ十分であることが明らかになった。

### 論文審査の結果の要旨

近年、細胞周期制御の研究が進展し細胞分裂に関与する多数の分子が同定された。一方、巨核球の多倍体化における細胞周期制御機構については不明であった。Aurora/Ipll family分子はG2/M期特異的に発現するセリンスレオニンキナーゼであり、ショウジョウバエや酵母においてその遺伝子変異が多倍体化を引き起こすことが報告されている。本研究ではヒトホモログであるAIM-1、STK15が巨核球の多倍体化に対し果たす役割について検討が行われた。

白血病細胞株が対数的に増殖する時にはAIM-1、STK15は細胞周期依存的にG2/M期に発現するが、白血病細胞株並びにヒト骨髄細胞が多倍体化する際にはAIM-1、STK15の発現は低下した。次に白血病細胞株に野生型AIM-1、STK15を過剰発現させ、多倍体化する際にAIM-1、STK15の発現が低下するのを阻害した。STK15は多倍体化に明らかな影響は与えなかっただが、AIM-1では多倍体化が抑制された。さらに同様に優性阻害型AIM-1、STK15を発現させ、通常の培養条件においてAIM-1、STK15のキナーゼ活性を持続的に低下させると、STK15は明らかな変化を与えたが、AIM-1では多倍体化が誘導された。以上のことから巨核球の多倍体化には、細胞質分裂を制御するAIM-1の発現が持続性に低下することが必要かつ十分であることが明らかにされた。

本研究は、生体内において有効な血小板産生を行うにあたって必須とされる巨核球の多倍体化機構を細胞周期制御の観点から分子レベルで明確にしたものであり、学位に値する研究であると考えられる。