



Title	Phosphorylation of Rabphilin-3A by Calmodulin-dependent Protein Kinase II
Author(s)	加藤, 正樹
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39903">https://hdl.handle.net/11094/39903</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="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">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	かとうまさき 藤 正 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 3 6 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学研究科生理系専攻
学 位 論 文 名	Phosphorylation of Rabphilin - 3 A by Calmodulin - dependent Protein Kinase II (カルモジュリン依存性プロテインキナーゼ II による Rabphilin - 3 A のリン酸化)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高井 義美  (副査) 教 授 谷口 直之    教 授 平野 俊夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

#### [目的]

低分子量 GTP 結合蛋白質 Rab 3 A は神経伝達物質放出の制御に関与していることが明らかになっている。私共は、Rab 3 A は GTP 結合型の活性型に転換されると、シナプス小胞に局在する標的蛋白質 Rabphilin - 3 A に結合し、その結果、シナプス小胞は前シナプス膜に運ばれてドッキングすると考えている。その後、 $\text{Ca}^{2+}$  の流入によってシナプス小胞と前シナプス膜とが融合して神経伝達物質が放出されるが、Rabphilin - 3 A は C 2 様領域と呼ばれる  $\text{Ca}^{2+}$  とリン脂質の結合部位を有していることから、神経伝達物質放出における  $\text{Ca}^{2+}$  センサーとして働いている可能性がある。一方、カルモジュリン依存性プロテインキナーゼ II (CaMK II) はシナプシン I をはじめシナプスの種々の蛋白質のリン酸化を介して神経伝達物質放出の制御に関与することが明らかになっている。

そこで、本研究では、Rabphilin - 3 A が CaMK II によってリン酸化されるか否か、また、リン酸化が Rabphilin - 3 A の生理活性に影響するか否かを検討した。

#### [方法ならびに結果]

##### 1) 材料の調整

Rab 3 A および Rabphilin - 3 A は、各々の蛋白質をバキュロウイルス発現系により大量発現させた Sf 9 昆虫細胞の細胞膜画分より精製した標品を使用した。CaMK II は、ラット大脳より精製した標品を使用した。Rab 3 A GTPase-activating protein (GAP) はラット大脳より部分精製した標品を使用した。

##### 2) CaMK II による Rabphilin - 3 A のリン酸化

25 pmol の Rabphilin - 3 A に 5 pmol の CaMK II を加え、40 mM HEPES / NaOH (pH 8.0), 5 mM Mg ( $\text{CH}_3\text{COO}$ )<sub>2</sub>, 0.1 mM EGTA, 0.01% Tween-20, [ $\gamma$ -<sup>32</sup>P] ATP ( $2.5 \times 10^3$  cpm) のバッファー条件で、0.2 mM  $\text{CaCl}_2$  および 4  $\mu$ M カルモジュリンの存在下、非存在下で 30°C, 10 分間反応させた。標品を電気泳動して Rabphilin - 3 A の放射活性を測定したところ、Rabphilin - 3 A は  $\text{Ca}^{2+}$  およびカルモジュリン依存性に CaMK II によってリン酸化された。

CaMK II による Rabphilin - 3 A のリン酸化は時間依存性であり、1 mol の Rabphilin - 3 A に対して最高 2 mol のリン酸が取り込まれた。Rabphilin - 3 A の  $K_m$  値は 5  $\mu$ M であり、この  $K_m$  値はシナプシン I と同様の値であることから Rabphilin - 3 A は CaMK II のよい基質であると考えられた。

### 3) CaMK II による Rabphilin - 3 A のリン酸化部位の決定

CaMK II によってリン酸化された Rabphilin - 3 A を A P I プロテアーゼを用いて完全消化した後、C 8 カラムクロマトグラフィーを行なった。各フラクションの放射活性を測定し、そのピークフラクションのアミノ酸配列を分析してリン酸化部位を決定したところ、リン酸化部位は S<sup>34</sup>, T<sup>205</sup>, T<sup>209</sup>, および T<sup>537</sup> であることが明らかになった。

### 4) CaMK II によるリン酸化が Rabphilin - 3 A に与える影響

リン酸化および非リン酸化 Rabphilin - 3 A と [<sup>35</sup>S] G T P γ S 結合型の Rab 3 A を反応させ、Rabphilin - 3 A と結合した Rab 3 A を測定した。Rab 3 A との結合には、Rabphilin - 3 A のリン酸化は影響しなかった。次に、リン酸化および非リン酸化 Rabphilin - 3 A を、リン脂質よりなるリボゾームと様々な Ca<sup>2+</sup> 濃度で反応させ、リボゾームと結合した Rabphilin - 3 A を測定した。Ca<sup>2+</sup> 依存性のリン脂質との結合には Rabphilin - 3 A のリン酸化は影響しなかった。Rabphilin - 3 A は Rab 3 A に対して弱い G A P 活性と Rab 3 A G A P 存在下で強い G A P 抑制活性 (G I P 活性) を有している。リン酸化および非リン酸化 Rabphilin - 3 A を用いて G A P 活性と G I P 活性を測定したが、リン酸化はこれらの活性に影響しなかった。

#### [総括]

本研究では、Rabphilin - 3 A が CaMK II によって 1 mol に対して 2 mol リン酸化されることを明らかにした。Rabphilin - 3 A の K<sub>m</sub> 値は 5 μM でシナプシン I とほぼ同じであり、Rabphilin - 3 A は CaMK II によって生理的にリン酸化される可能性が高いと考えられた。実際に、私共は、分泌刺激によって CaMK II が活性化することが明らかになっている P C 12 細胞を用いた実験系において、Rabphilin - 3 A が分泌刺激に依存してリン酸化されることを確認している。また、Rabphilin - 3 A の CaMK II によるリン酸化部位は S<sup>34</sup>, T<sup>205</sup>, T<sup>209</sup>, および T<sup>537</sup> であったが、このうち S<sup>34</sup> と T<sup>537</sup> はウシ、ラット、及びマウスにおいてよく保存されており生理的意義をもつ部位と考えられた。今回の解析では、Rabphilin - 3 A の G T P γ S 結合型 Rab 3 A との結合や、Ca<sup>2+</sup> 依存性のリン脂質との結合、および Rab 3 A に対する G A P 活性や G I P 活性にはリン酸化は影響しなかったが、CaMK II による Rabphilin - 3 A のリン酸化によって神経伝達物質の放出が制御されている可能性は十分に考えられ、今後、これらの知見をふまえて更に研究を続けていく必要がある。

## 論文審査の結果の要旨

本申請者は、本研究により低分子量 G T P 結合蛋白質 Rab 3 A の標的蛋白質 Rabphilin - 3 A が、カルモジュリン依存性プロテインキナーゼ II (CaMK II) によってリン酸化されるか否か、および Rabphilin - 3 A の生理活性に影響を与えるか否かを解析した。その結果、Rabphilin - 3 A は Ca<sup>2+</sup> およびカルモジュリンに依存して CaMK II によってリン酸化される良い基質であることが明らかになった。Rabphilin - 3 A の CaMK II によるリン酸化部位は S<sup>34</sup>, T<sup>205</sup>, T<sup>209</sup>, および T<sup>537</sup> であり、このうち S<sup>34</sup> と T<sup>537</sup> はウシ、ラット、およびマウスにおいて保存されており生理的意義のある部位であることが示唆された。今回の解析では、Rabphilin - 3 A の Rab 3 A との結合や、Ca<sup>2+</sup> 依存性のリン脂質との結合、および Rab 3 A に対する G T P ase 促進活性 (G A P 活性) や G A P 抑制活性 (G I P 活性) にはリン酸化は影響を与えなかったが、CaMK II による Rabphilin - 3 A のリン酸化が神経伝達物質放出の制御に関与している可能性を十分に示唆するものであった。

本研究は、実験結果自体の意義もさることながら、今後の発展性にも期待できるものがあり、生命科学への貢献度が極めて高い研究といえる。したがって、学位授与に十分値すると考えられる。