



Title	Studies on security and efficiency of elliptic curve cryptosystems
Author(s)	宮地, 充子
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40994
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 ^{みや}宮 ^じ地 ^{あつ}充 ^こ子

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 1 3 4 7 9 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 9 年 12 月 16 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第2項該当

学 位 論 文 名 Studies on security and efficiency of elliptic curve cryptosystems
(楕円曲線暗号の安全性と効率に関する研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 山本 芳彦
(副査)
教 授 伊吹山知義 教 授 日比 孝之

論 文 内 容 の 要 旨

'86年に Miller と Koblitz により独立に楕円曲線暗号が提案された。楕円曲線暗号は、有限体上の離散対数問題 (DLP) の概念を楕円曲線上に応用した楕円曲線上の離散対数問題 (EDLP) を用いる暗号である。提案当初, EDLP は効率的な解法がないことから, DLP より難しい問題である, つまり鍵サイズが小さくできると考えられていた。しかし '91年に Menezes, 岡本, Vanstone により EDLP を DLP に帰着させる解法 (MOV-reduction) が提案された。MOV-reduction は, ある種の楕円曲線 E/F_p 上の EDLP を同じ F_p 上の DLP に帰着させる非常に強力な解法である。このような楕円曲線は, 暗号化/復号化の実行時間の観点から, 暗号に用いる利点はない。MOV-reduction は, 全ての楕円曲線に効率的に適用される解法ではない。しかしながら, どのような楕円曲線に適用できないか研究されていなかった。さらに楕円曲線暗号では, 楕円曲線上の加法を行なう際の計算量が多いため, 鍵サイズに比較して実行時間がかかるという問題がある。

本研究では, MOV-reduction が適用できない楕円曲線について考察し, MOV-reduction が無効になる楕円曲線の構成方法を与えた。また本研究では, 楕円曲線の加算を高速に実現する方法を検討し, その楕円曲線の構成方法も与えた。

論文(1)では, MOV-reduction が無効になる楕円曲線について考察した。MOV-reduction の楕円曲線暗号に対する適用結果は, 3 パターン考えられる。準指数時間攻撃となる場合, 指数時間攻撃となる場合, そして無効になる場合である。これまでどのような場合に MOV-reduction が無効になるかがわかっていなかった。ここでは, F_p 上の位数 p をもつ楕円曲線では, 定義体の拡大体 F_{p^k} 上への単射準同型が構成できないことから, MOV-reduction が無効になることを示した。さらに, MOV-reduction の F_{2^r} への拡張方法を示し, これにより, 提案の楕円曲線を除く全ての楕円曲線が, 入力が多項式時間で MOV-reduction 適用可能になることを示した。

論文(2)では, MOV-reduction が無効になる楕円曲線暗号の高速化について考察した。楕円曲線暗号の実行速度は, 楕円曲線の加算に要する時間に依存し, 加算の実行時間は楕円曲線及びそのベースポイントの設定により異なる。本研究ではこの点に着目し, 特に楕円曲線とベースポイントという2つのパラメータを1パラメータ化し, このパラメ

ータをコントロールすることにより、処理の高速化を可能にした。これにより、楕円曲線暗号の一つの機能である署名生成において、約30%高速化が実現できた。

論文(3)では、MOV-reduction が指数時間攻撃になる場合について考察した。MOV-reduction が効率的な攻撃になるのは、準指数時間攻撃になる場合のみで、指数時間攻撃になる場合も、楕円曲線暗号の安全性に問題を与えない。そこで本論文では、この種の楕円曲線暗号を取り上げ、楕円曲線の定義体を操作することにより、その実行時間を高速にする方法を与えた。

また、楕円曲線暗号では安全性の観点から、楕円曲線を定期的に変更することが必要である。この際、楕円曲線上の離散対数問題は、独立になるように変更し、安全性、メモリサイズ、実行速度及び演算ソフトは、変更しないことが望ましい。本論文では、isogenous 楕円曲線を暗号に利用することにより、安全性、メモリサイズ、実行速度及び演算ソフトを変更せず、独立な楕円曲線上の離散対数問題に変更する方法を与えた。

論文審査の結果の要旨

本研究は、楕円曲線暗号に対して MOV-reduction が適用できる条件について考察し、有限体上に定義された楕円曲線上の任意の離散対数問題が多項式時間内で MOV-reduction が適用できる離散対数問題に帰着することを示した。また、楕円曲線暗号の署名生成や効率についても考察し、これら一連の研究は、楕円曲線暗号理論の新たな進展をもたらした。よって、本論文は、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。