

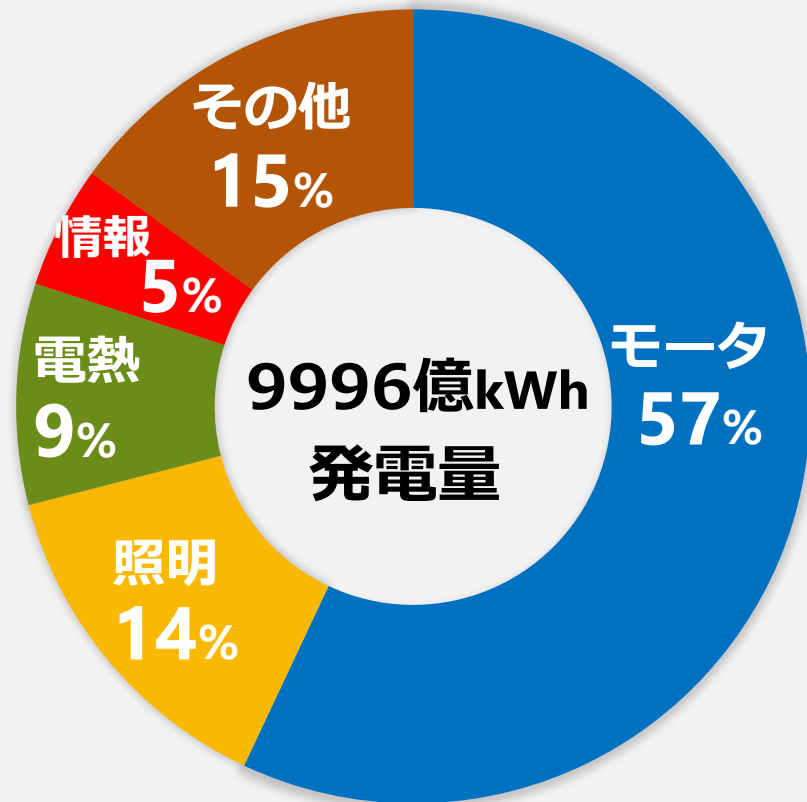
# 構造が簡単な自己始動形 永久磁石モータの開発

金沢工業大学 工学部 電気電子工学科

講師 津田 敏宏

令和3年2月25日

# 研究背景



森本雅之：「入門モータ工学」  
， p.1 (2014)より

国内における電力利用の内訳

- モータは全消費電力の50%以上を占めている。

- 高効率規制(トップランナー制度)が施行。
- 2050年脱炭素社会の実現に向け、省エネ志向は更に活発に。



モータの高効率化は  
今後も必須

# 研究背景

## ● モータの種類 (ロータ構造による分類)

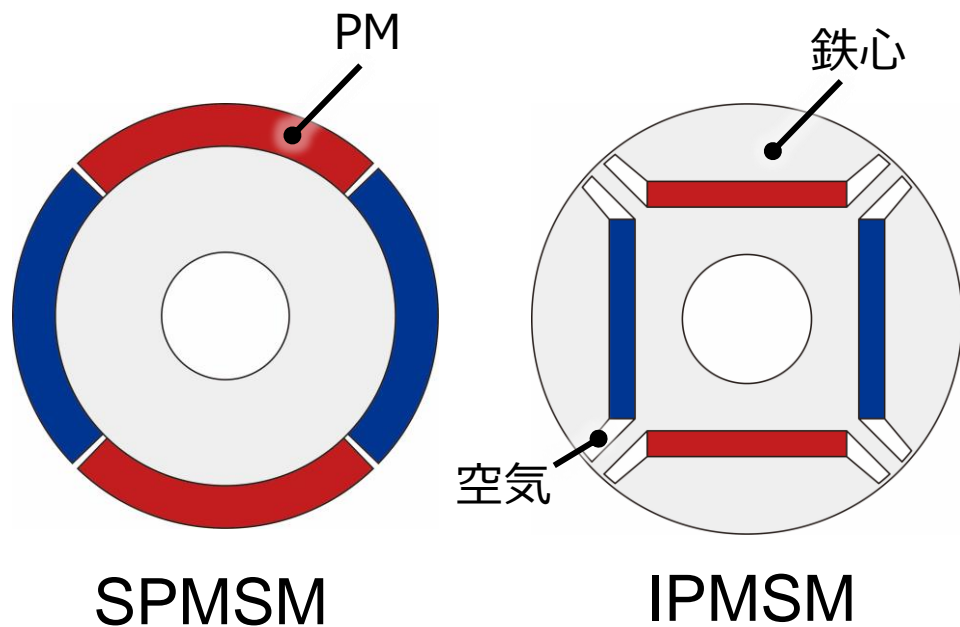


図 永久磁石同期モータの回転子

SPMSM: Surface Permanent Magnet Synchronous Motor

IPMSM: Interior Permanent Magnet Synchronous Motor

永久磁石同期モータ(PMSM)

- 構造が簡単, 効率・力率良
- 電気自動車等,  
輸送機器における駆動源



電源に接続しただけでは,  
始動しない(=直入起動できない)。

# 研究背景

## ● モータの種類（ロータ構造による分類）

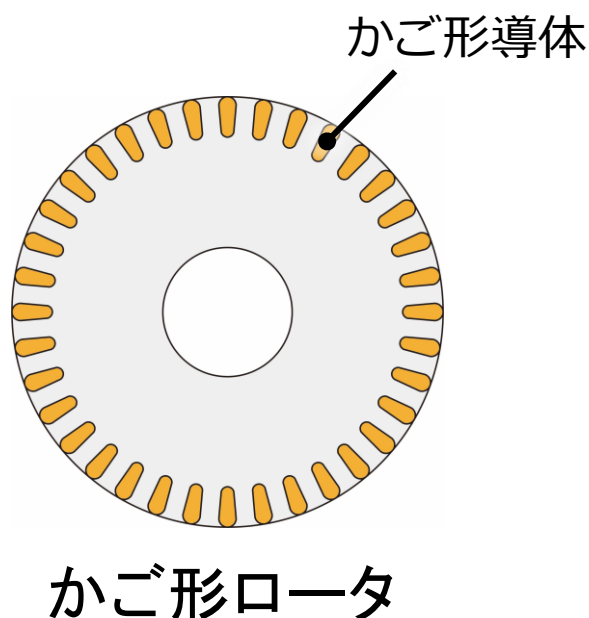


図 かご形誘導モータの回転子

### かご形誘導モータ

- 電源に接続するだけで、ロータは自己始動する。
- ファン・コンプレッサ等、産業機器における駆動源



PMSMと比べて、力率・効率は悪い。

# 研究背景

## ● モータの種類 (ロータ構造による分類)

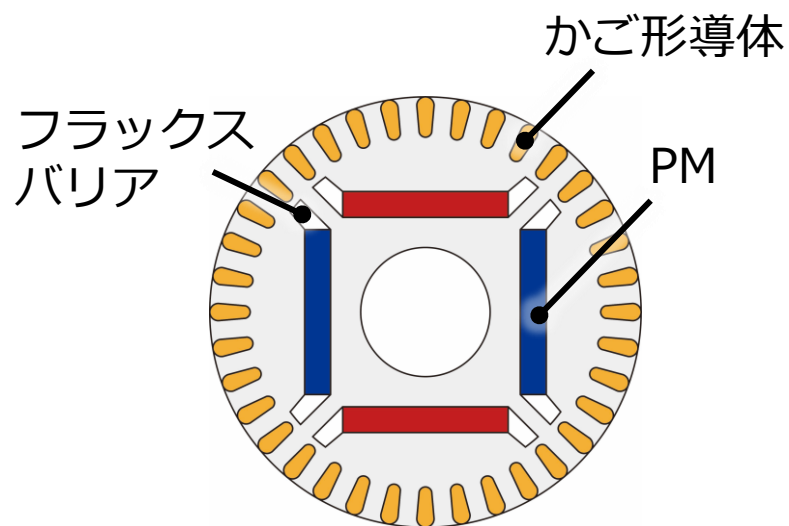


図 LSPMSMのロータ

LSPMSM: Line-Start Permanent Magnet Synchronous Motor

### 自己始動形PMSM(LSPMSM)

- 電源に接続するだけで、ロータは自己始動する。
- 力率・効率が良い



インバータ無で安価なドライブシステムを構築できるので、産業機器用のモータとして好適

# 従来技術の問題点

## ● LSPMSMのロータ構造

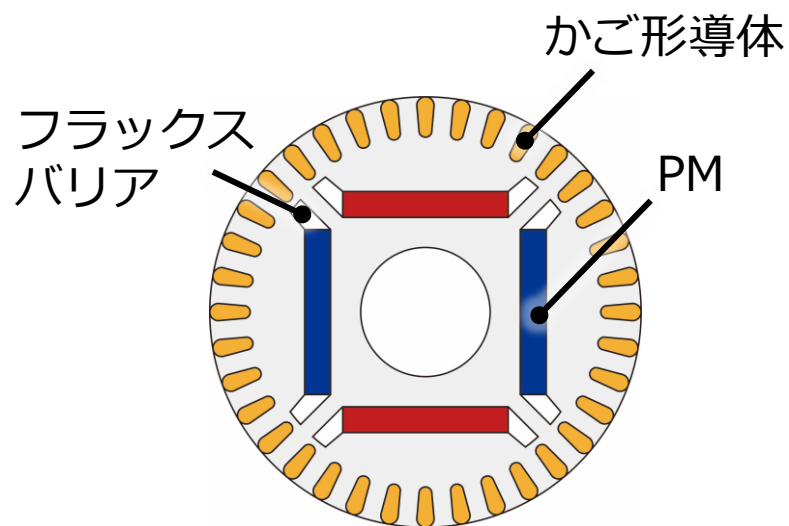


図 LSPMSMのロータ

かご形導体とPMの両方が存在し、かつ、PMを鉄心内部に埋め込む構造であるため、

- 回転子構造が複雑で生産性が悪い。



ロータ上のかご形導体を簡素化できないか？

# 新技術の特徴

- 開発のねらい

自己始動形PMSMにおける  
ロータ構造の簡素化を図る。

- 方法

ゲルゲス現象を始動トルクの発生源とした。

これにより、かご形導体無くとも、電源に接続すれば  
PMロータは自己始動する。



構造が簡単で高性能なLSPMSMを実現する。

# 新技術の特徴

## ● 構造

PMロータに始動トルクを発生させるため、次の構造を考案した。

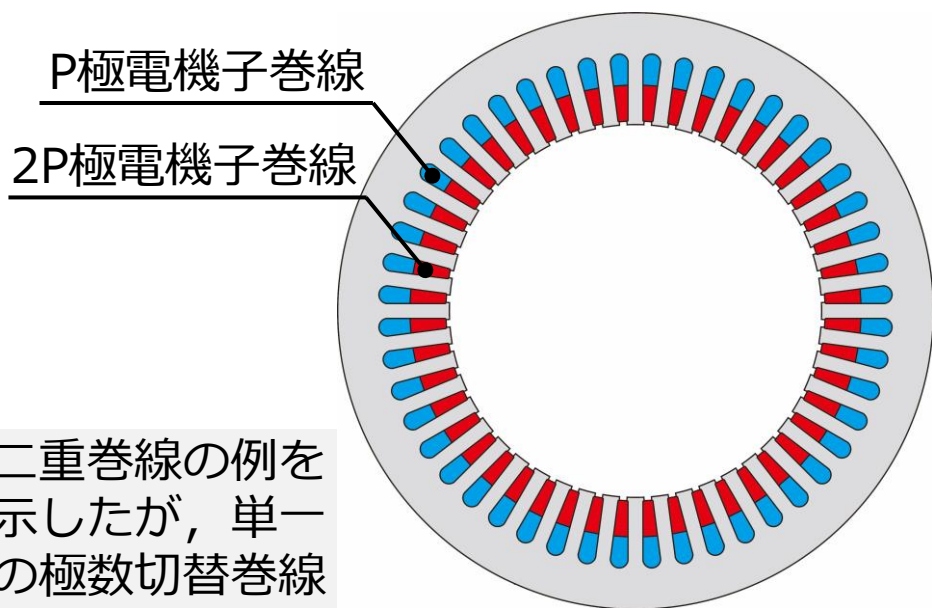


図 開発機のステータ

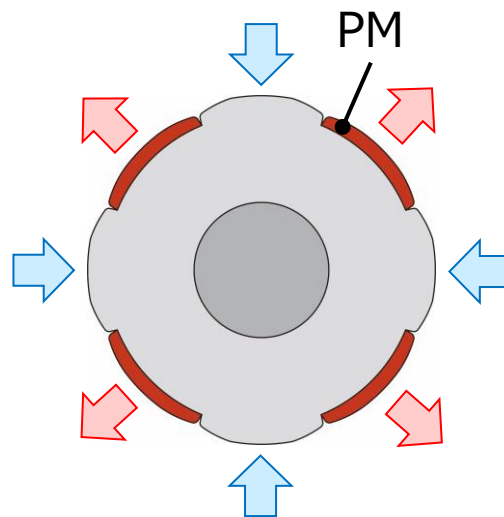


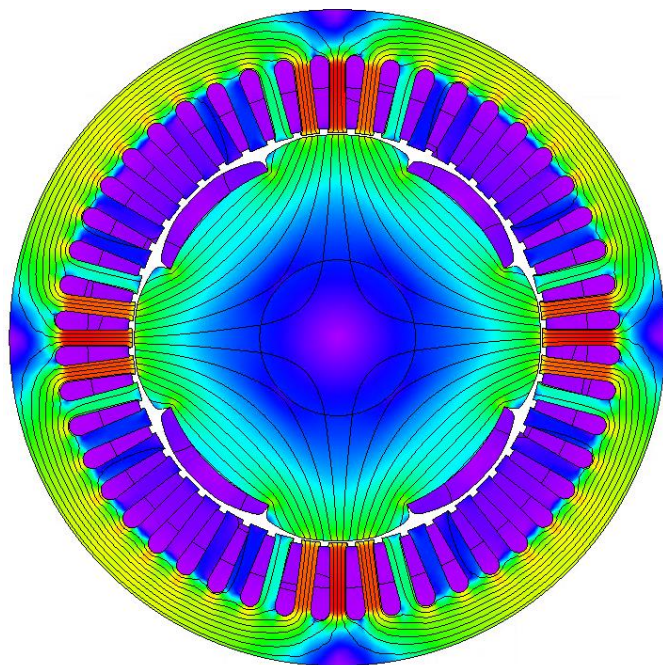
図 開発機のロータ

- ステータにはP極、2P極の複数極の巻線を配置する。
- PMは左図(⇒)の方向に着磁する。  
=>コンシクエント極(⇨)が形成され、2P極のPMロータとなる。



# 新技術の特徴

## ● 機内の磁束線・磁束密度分布(4/8極機の例)



4極巻線励磁時  
(PM : 空気)

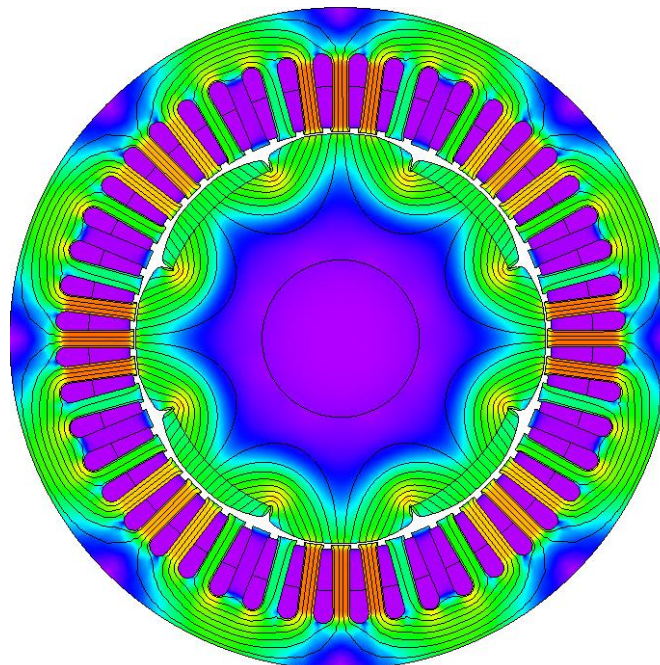


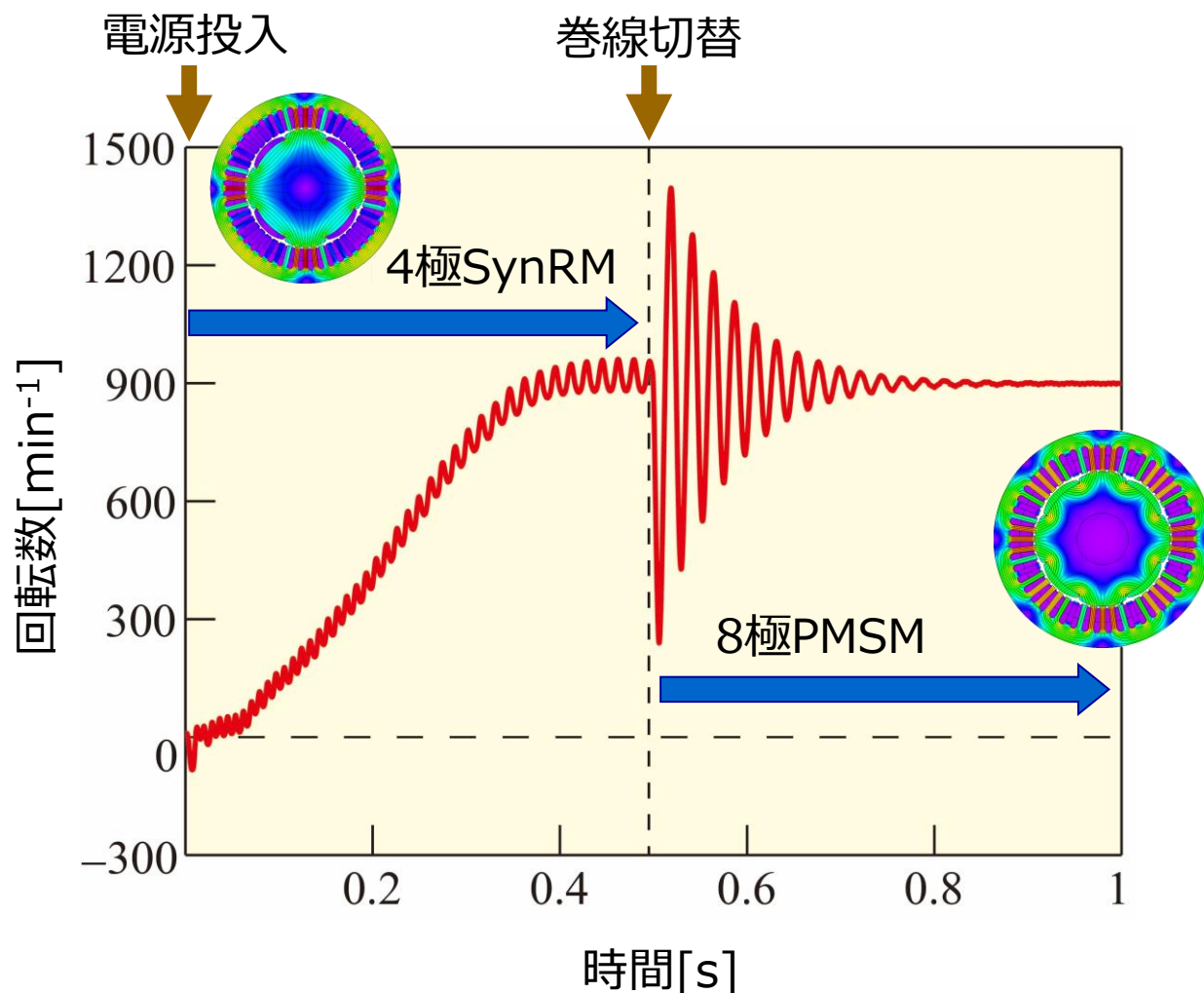
図 コンシクエント極のみ

- 4極巻線を励磁すれば, 4極のリラクタンスマータ(SynRM)と同じ磁束分布となる。
- 8極巻線を励磁すると, 8極のコンシクエント極PMSMと同じ磁束密度分布となる。

4極SynRMにゲルゲス現象を発生させ, PMロータを自己始動させる。

# 新技術の特徴

## ● 始動時におけるロータ速度の変化(一例)



- 電源に投入すると、PMロータがゲルゲス現象によって、自己始動する。
- 一定速度に到達後、8極巻線に切替えることで、力率・効率の良いPMSMとして動作する。

# 新技術の特徴

## ● 従来機との比較

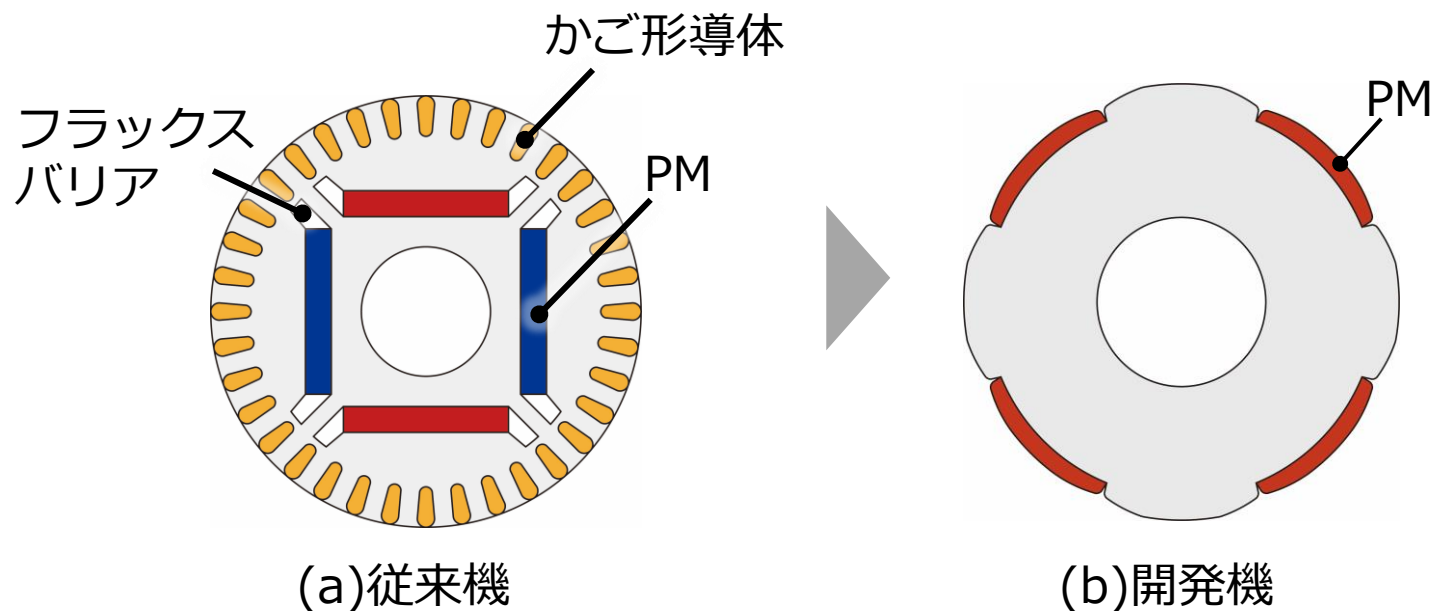


図 ロータ構造の比較

構造の簡素化だけでなく、磁石量低減によるコストダウン効果が見込まれる。

# 想定される用途

- 電源から直入起動できるため、ファン、ポンプ、コンプレッサ等で使う誘導モータの更新・置換。
- キャンドモータや機器一体形など、ロータに対する制約条件が多いところ。

# 実用化に向けた課題

- シミュレーションの段階であるため、設計を最適化して実機検証へと進みたい。
- 実際の負荷を掛けての性能評価を行い、従来機との差異、問題の有無を確認し、解決していきたい。

## 企業への期待

- 産業機器用の駆動源として、本機の実装を考えている場合、残存する課題を解決しながら、周辺特許の提案を含めて新技術開発に貢献できる。
- コンプレッサ等の流体機器に対し、本機との一体化を検討する場合も、上記と同様。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 回転電機, 回転電機を備える回転電機システムおよび回転電機の制御方法
- 出願番号 : 特願2020-208609
- 出願人 : 金沢工業大学
- 発明者 : 津田敏宏、深見 正

# お問い合わせ先

**金沢工業大学**

**産学連携局 産学連携東京分室**

**TEL 03 - 5777 - 1964**

**FAX 03 - 5777 - 1965**

**e-mail [iuctky@mlist.kanazawa-it.ac.jp](mailto:iuctky@mlist.kanazawa-it.ac.jp)**