

# 波力発電の出力最大化制御に適する永久磁石型リニア同期発電機の研究

東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 古関研究室 光井 祐人(前年度所属)

# 吸引型磁気浮上を用いた搬送用リニアモータの質量・重心の推定法の提案

東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 古関研究室 溝口智也(M2)

## I. リニア波力発電

波の上下運動を利用して発電

- ギアなどの機械的機構が必要ない
- 波の上下運動をダイレクトに電力に変換可能
- ⇒ 回転機と比べて**高効率**な発電が可能
- ⇒ 省メンテナンス性

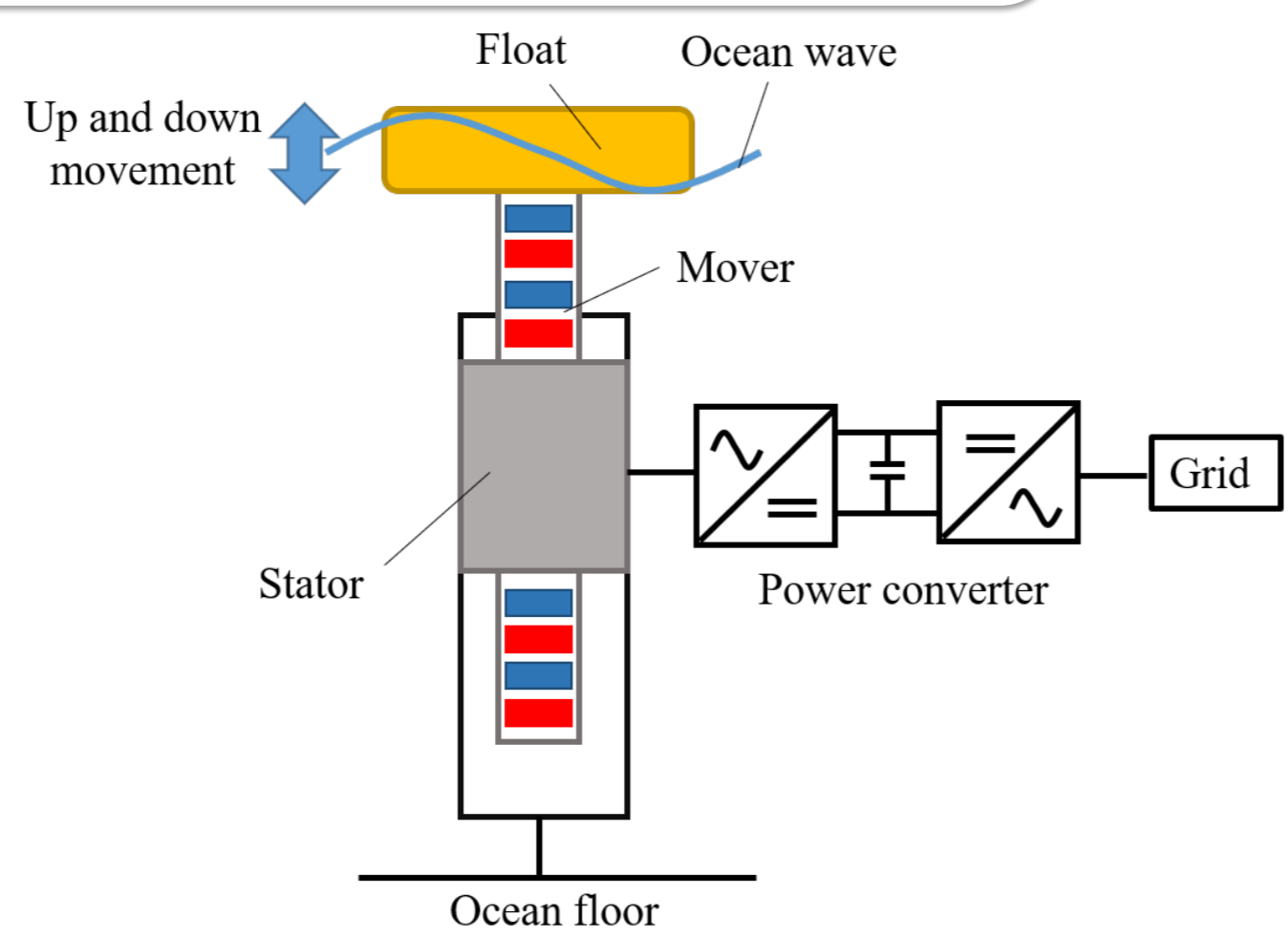


Fig. 1. Point absorber type linear wave energy converter

## 着目したリニア同期発電機

- 出力密度が大きい
- 実験計画法により最適化済
- 磁極ピッチが短い
- ⇒ 周期の大きい波に対しても高出力

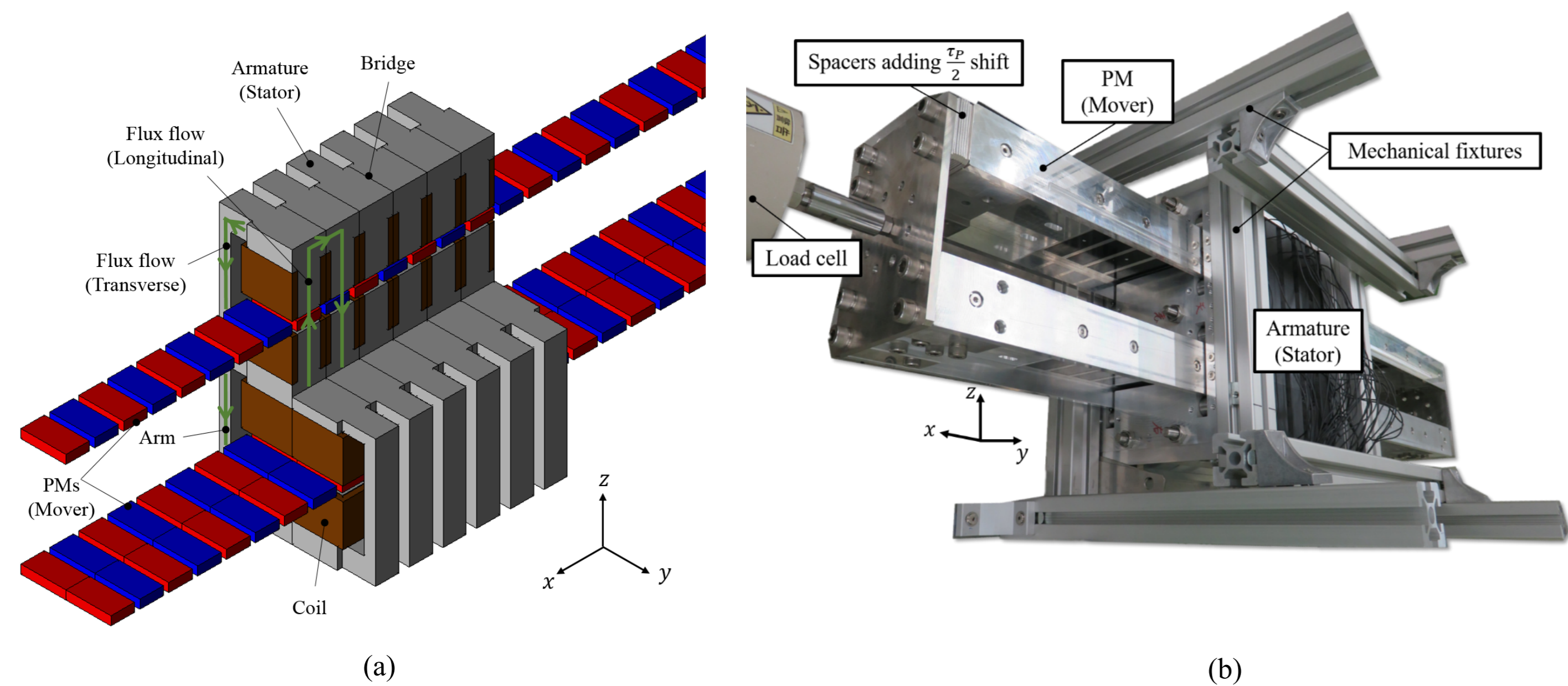


Fig. 2. Hybrid flux two-mover PMLSM: (a) 1/4 model (b) Prototype

## II. 磁気浮上

- 磁気浮上=磁気力によって物体を浮かせる技術
- ⇒ 摩擦ゼロ、摩耗ゼロ、粉塵ゼロ
- 研究対象の磁気浮上方式:吸引型 (Fig. 5)
- 吸引型磁気浮上リニアモータ (Fig. 6)
- =ガイドとして(レールとの垂直抗力ではなく)吸引型磁気浮上を用いたリニアモータ
- 応用先:工場における搬送装置

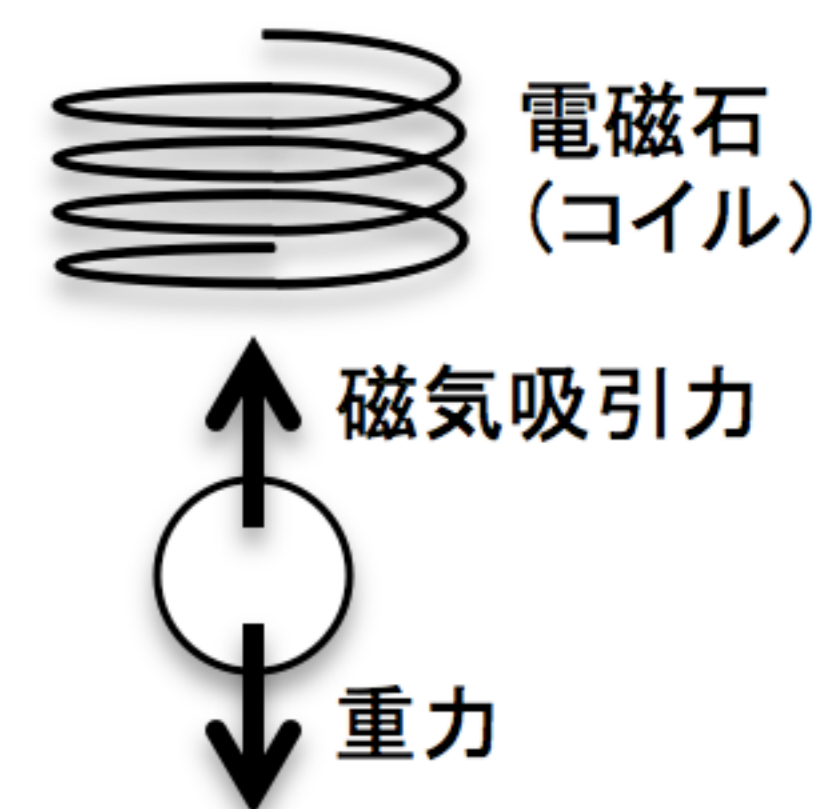


Fig. 5. 1 DoF magnetic levitation

## 対象とする磁気浮上装置

- 4入力4出力の常電導磁気浮上
- ⇒ 負荷容量が大きい
- 永久磁石リニア同期モータによる並進駆動が可能
- ⇒ 推力密度が大きい

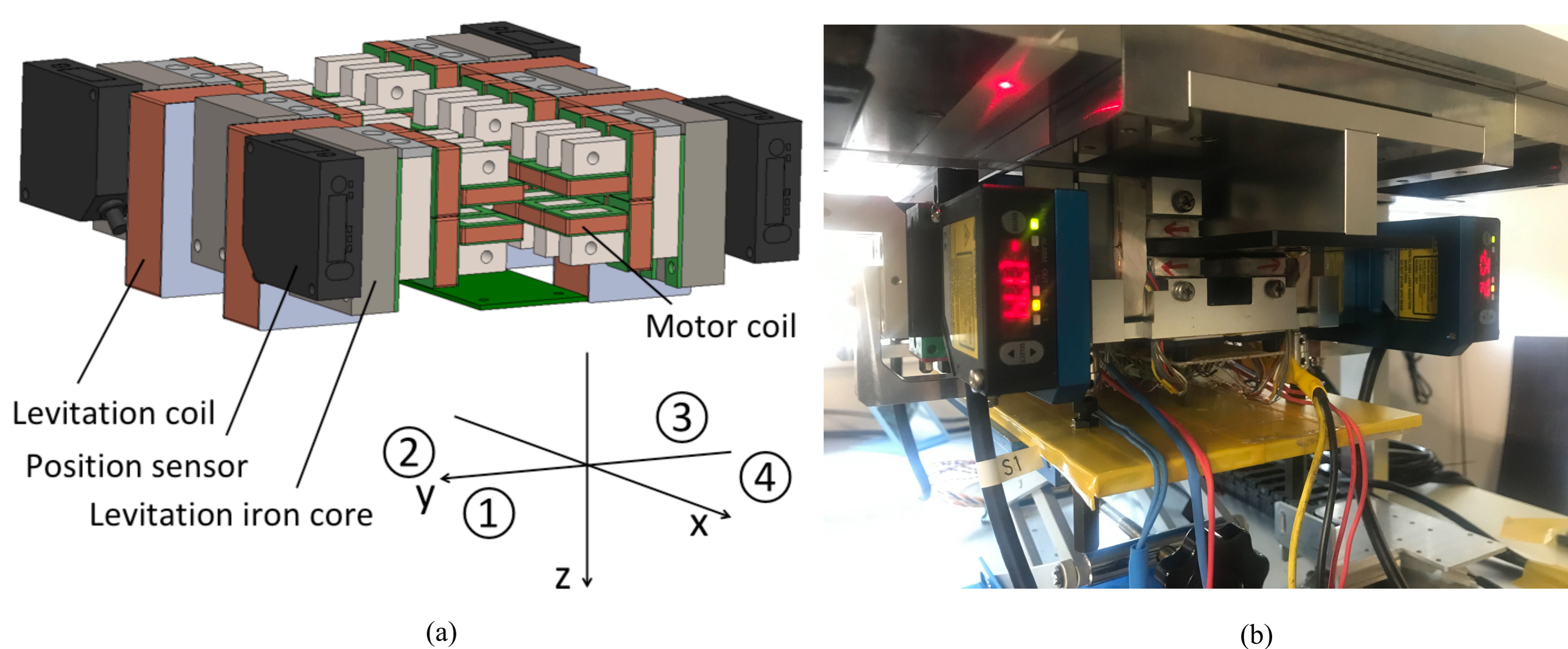


Fig. 6. Magnetic levitated PMLSM: (a) model (b) real machine

## ディテント力の低減

可動子を90°ずらすことでディテント力を大幅に低減する  
さらに、巻線配置を変更することで**出力低下も防ぐ**

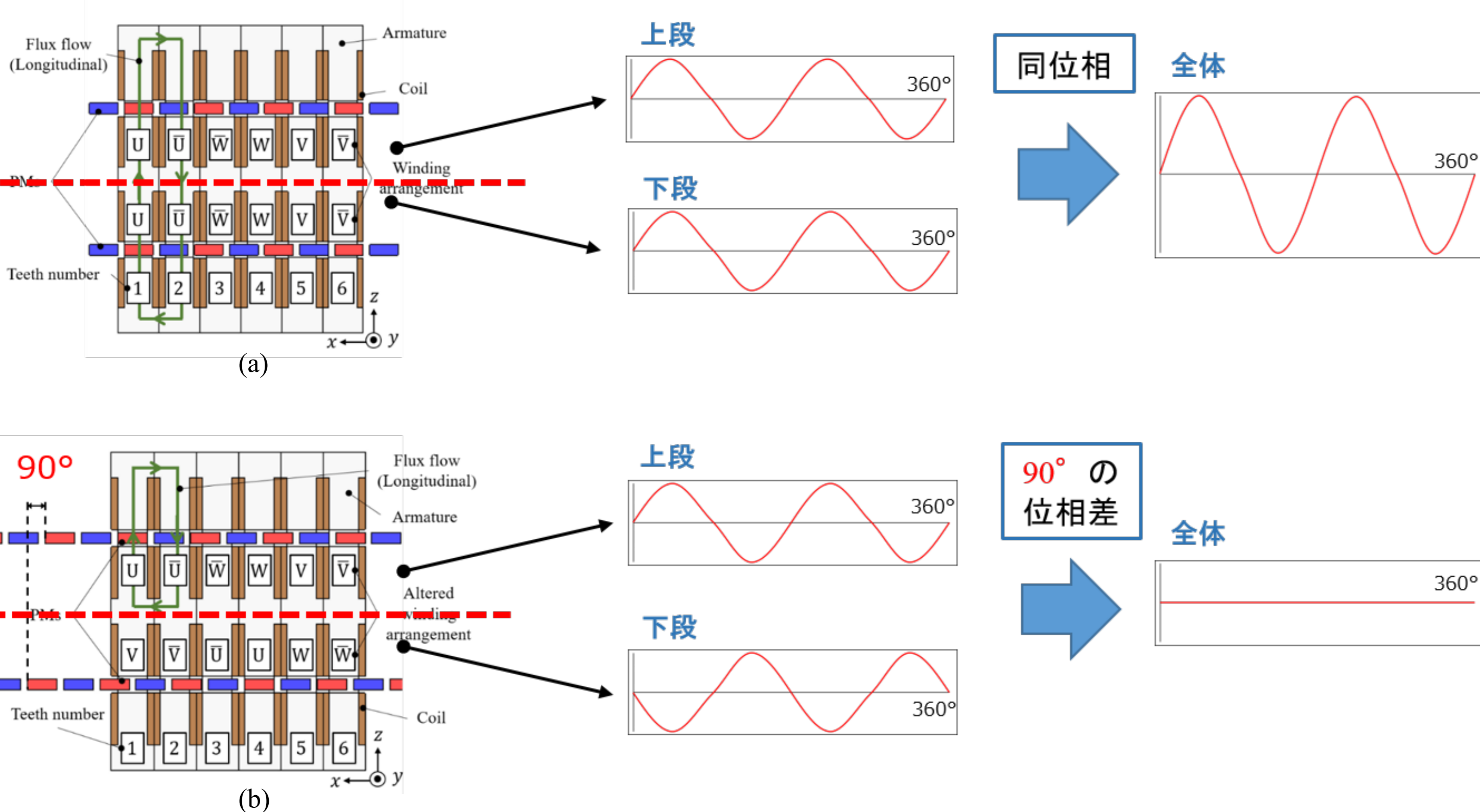


Fig. 3. Side views of PMLSM: (a) Conventional (b) Proposed (after shifting PMs)

## 測定結果

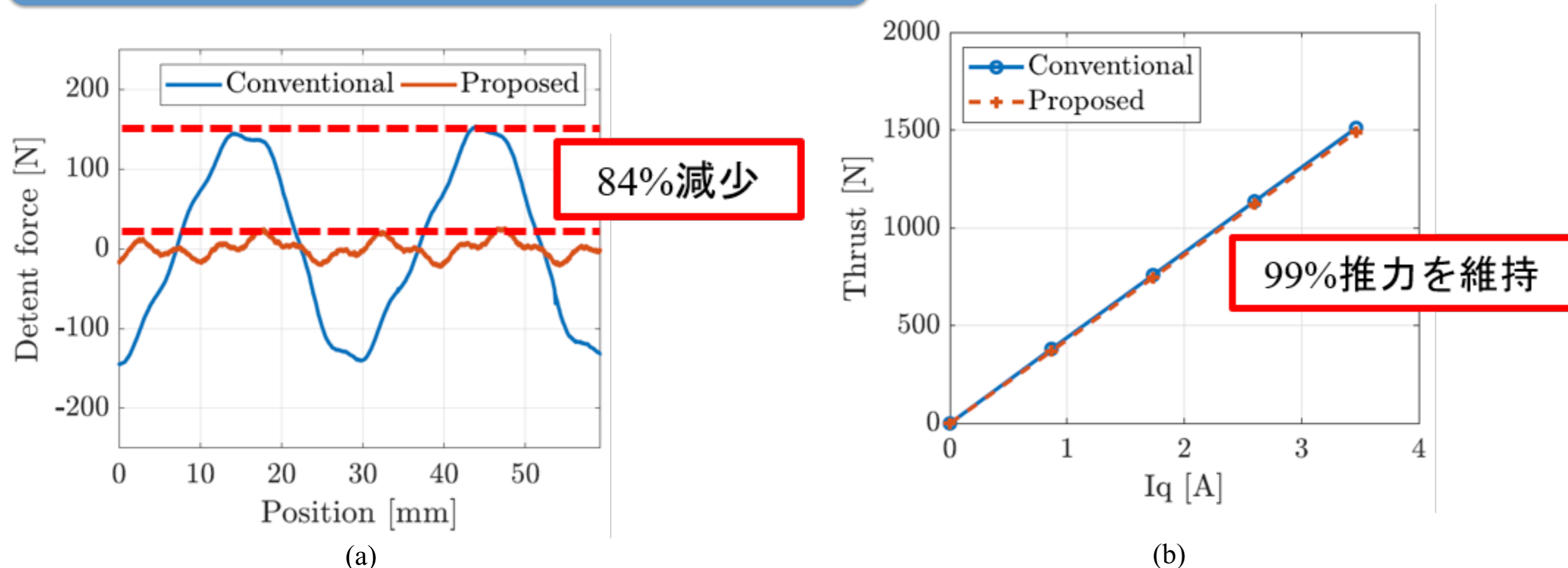


Fig. 4. Measurement result: (a) Detent force (b) Thrust

出力を維持しつつディテント力を大幅に低減することに成功

## 質量・重心のオンライン同定

課題1: 搬送装置として用いることを考えたときに、搬送対象を載せる前後で浮いている全体の質量・重心が変動する  
⇒ 制御性能悪化  
⇒ 磁気浮上の磁気吸引力と重力の釣り合いの式から**逐次最小二乗法**を用いて、**浮いている全体の質量・重心を推定する**

課題2: リニアモータ用の電磁石の鉄心と永久磁石の間に生じる**吸引力が浮上方向へも働く**(Fig.7赤矢印)  
⇒ 搬送対象を載せる前後 (Fig.7参照) で**磁気浮上の磁気力の差分**を取ること、**搬送対象の質量・重心を推定できた**

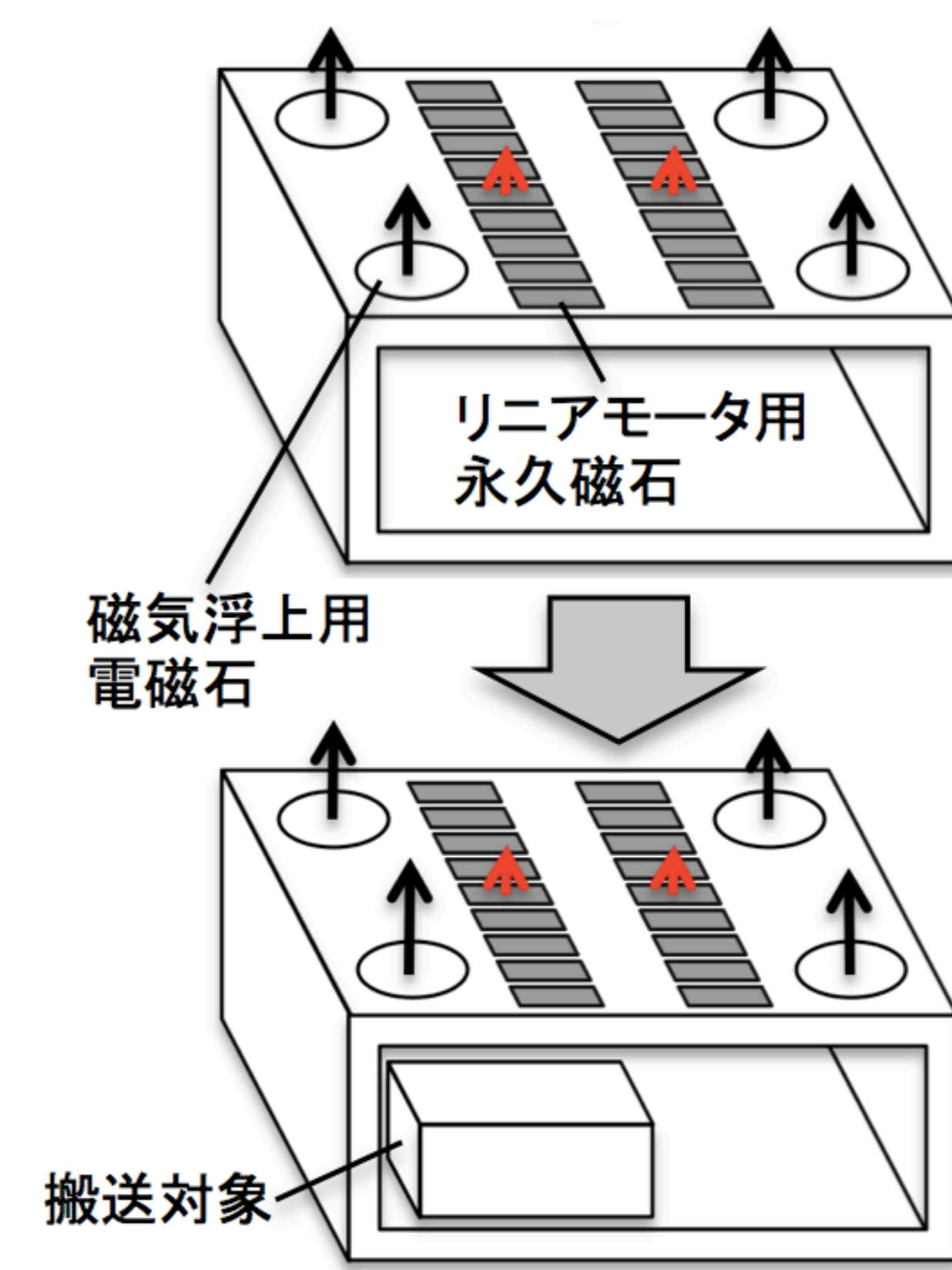


Fig. 7. Change of mass and center of gravity

## シミュレーション結果

- 搬送対象を一瞬で載せたような状況のシミュレーションをした (Fig.8参照)
- ただし搬送対象を載せる前の装置の質量・重心は既知とすることで、推定した搬送対象の質量・重心と合わせて全体の質量・重心を計算した
- 質量・重心が変動してから真の変動量に対する推定変動量の誤差が5%に収まるのにかかった時間は以下の通り
- 質量: 0.76sec
- 重心のx座標: 0.75sec
- 重心のy座標: 0.94sec

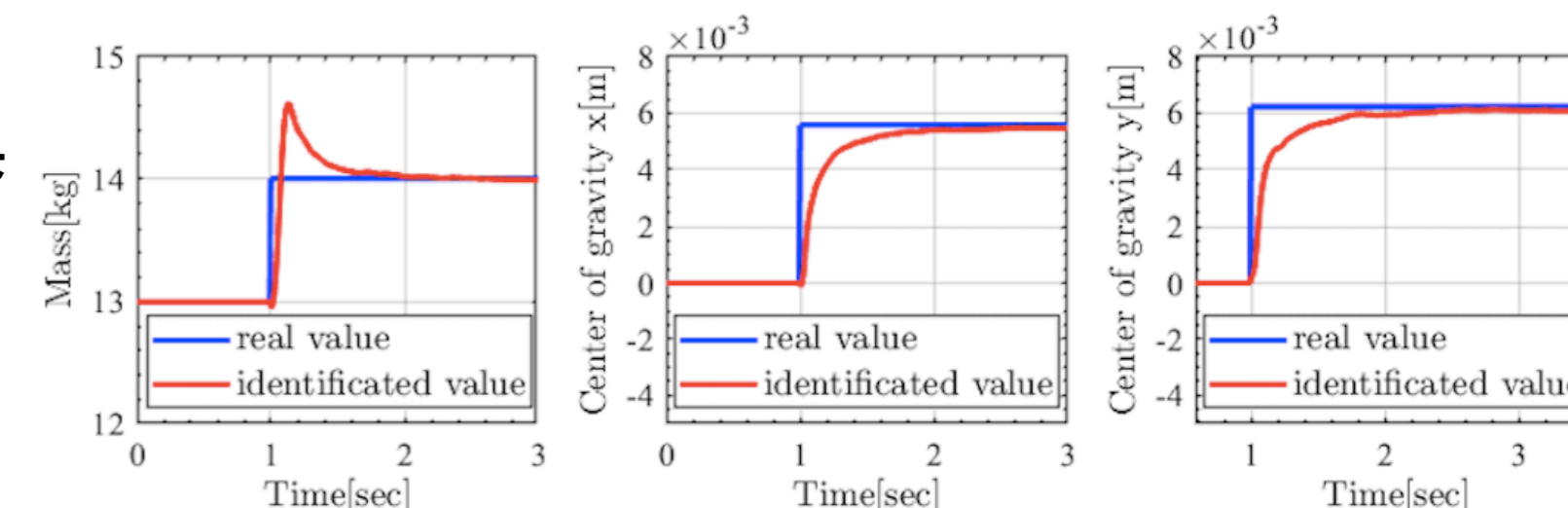


Fig. 8. Simulation result